



CERTIFICATI BIANCHI
Allegato 4 alla Guida Operativa

Chiarimenti relativi agli interventi della Tabella 1

Sommario

INTRODUZIONE AI CHIARIMENTI RELATIVI AGLI INTERVENTI DELLA TABELLA 1	4
CHIARIMENTI SU ULTERIORI INTERVENTI NON PRESENTI NELL'ALLEGATO 4	5
ADOZIONE DI SISTEMI DI ANALISI DATI SUI CONSUMI DI SINGOLI IMPIANTI, UTENZE E VEICOLI	8
ADOZIONE DI SISTEMI DI SEGNALAZIONE E GESTIONE EFFICIENTI	9
ALTRI SISTEMI DI RECUPERO DEL CALORE.....	11
BRUCIATORI AUTO RECUPERATIVI IN CASO DI NON FATTIBILITÀ DELLA SITUAZIONE EX ANTE DELL'INSTALLAZIONE DI BRUCIATORI RIGENERATIVI	14
BRUCIATORI RIGENERATIVI	16
CED.....	18
COMPONENTI PER IL RECUPERO DI CALORE A SERVIZIO DI RETI DI TELERISCALDAMENTO E/O TELERAFFRESCAMENTO	22
EFFICIENTAMENTO PROCESSO DI VULCANIZZAZIONE PNEUMATICI TRAMITE AZOTO	25
EFFICIENTAMENTO RETI ELETTRICHE, DEL GAS E IDRICHE.....	27
ESSICCATORI.....	31
FILATOI TESSILI	33
FORNI DI COTTURA.....	35
FORNI DI FUSIONE	37
FORNI DI LAVORAZIONI SECONDARIE.....	39
FORNI DI PRE-RISCALDO	40
FORNI DI TRATTAMENTO TERMICO	43
GIRANTI PER LA COMPRESSIONE DEL VAPORE	45
IMPIANTI PER LA CLIMATIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI IN AMBITO INDUSTRIALE CON SISTEMI RADIANTI AD ALTA TEMPERATURA	46
IMPIANTI DI CONCENTRAZIONE	48
IMPIANTO DI ELETTROLISI	50
IMPIANTO DI POLIMERIZZAZIONE	52
INSTALLAZIONE DI COMPONENTI PER IL RECUPERO DI CALORE, QUALORA NON TECNICAMENTE POSSIBILE NELLA SITUAZIONE EX ANTE, ANCHE A SERVIZIO DI RETI DI TELERISCALDAMENTO E/O TELERAFFRESCAMENTO.....	54
INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL CONSUMO IDRICO CON RIDUZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO NEI PROPRI SISTEMI DI POMPAGGIO, IVI COMPRESO IL RICICLO	57
ISOLAMENTO TERMICO DI SUPERFICI DISPREDENTI OPACHE DEGLI EDIFICI	58
LINEA DI PRODUZIONE DELLA FIBRA OTTICA	60
LINEE COLLAGGIO PER LA PRODUZIONE DI CANDELE.....	62
MACCHINE DI IMBALLAGGIO	63

MACCHINE FORMATRICI	65
MACCHINE PER LA SPIRALATURA	67
MOLAZZE	68
OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA PROCESSO COMPRESSIONE DEL GAS NATURALE	69
PASTORIZZATORI	71
PRESSOFUSIONE DELL'ALLUMINIO	73
REALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE PROFONDA DI EDIFICI (E SERRE)	75
RECUPERO DI CORRENTI DI PROCESSO NEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI GAS TECNICI	78
RECUPERO DI ENERGIA ELETTRICA DALLA DECOMPRESSIONE DEL GAS NATURALE	79
RECUPERO ENERGETICO NEI SISTEMI DI RIGASSIFICAZIONE DEL GNL	81
RICOTTORI PER LA FABBRICAZIONE DI TUBI E CONDOTTI SALDATI	83
SALDATRICI ELETTRICHE PER SISTEMI DI LAMINAZIONE	84
SISTEMI DI POWER QUALITY	86
SISTEMI DI RICOMPRESSIONE MECCANICA DEL VAPORE	87
SISTEMI PER IL TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI	89
SOSTITUZIONE DI TURBOMACCHINE CON MACCHINE AD ALIMENTAZIONE ELETTRICA	91
STAZIONI RADIO BASE E DI RETE FISSA	92
TERMOCOMPRESSORI	95
UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA E SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA	97
VARIAZIONE DELLE MATERIE IN INGRESSO NEL PROCESSO PRODUTTIVO, COMPRESO L'UTILIZZO DI MATERIALE DI SCARTO DELLA LAVORAZIONE, A PARITÀ DI PRODOTTO FINITO O SEMILAVORATO	99

INTRODUZIONE AI CHIARIMENTI RELATIVI AGLI INTERVENTI DELLA TABELLA 1

Nel presente Allegato 4 si forniscono i chiarimenti rispetto ai progetti indicati nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i. riguardanti:

- a) la descrizione dell'intervento e l'indicazione del settore di applicazione;
- b) l'identificazione e la descrizione delle migliori tecnologie disponibili tenendo in considerazione anche quelle identificate a livello europeo, con indicazione delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici;
- c) il programma di misura, le variabili operative, il consumo di baseline e l'algoritmo di calcolo dei risparmi di energia primaria generabili dal progetto.

Ad ogni tipologia di intervento è dedicata un'apposita scheda, ad eccezione degli interventi di cui al prossimo paragrafo del presente documento.

CHIARIMENTI SU ULTERIORI INTERVENTI NON PRESENTI NELL'ALLEGATO 4

Tra gli interventi presenti nella Tabella 1 dell'Allegato 2 al Decreto e s.m.i., vi sono alcune tipologie che, in virtù dell'elevato numero di progetti presentati, sono stati approfondite con particolare dettaglio.

Per queste tipologie di interventi sono state quindi predisposte apposite Guide settoriali (G.S.) e, in alcuni casi, delle schede di progetto a consuntivo (P.C.) e standardizzato (P.S.) su interventi specifici.

Pertanto, al fine di ottenere ulteriori chiarimenti in merito ai suddetti interventi, si rimanda all'apposita documentazione di riferimento come indicato nella seguente tabella.

Settore industriale	
Impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Impianti di produzione dell'aria compressa	P.S. Installazione impianti di produzione dell'aria compressa
Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi per l'illuminazione	P.C. Illuminazione privata / G.S. Illuminazione privata
Impianti a Ciclo Rankine Organico (ORC) in assetto non cogenerativo e non alimentati da calore prodotto da impianti di produzione di energia elettrica	G.S. Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro
Sistemi di preriscaldamento del rottame di vetro	G.S. Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro
Dispositivi per la preparazione impasti nel settore cartario	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Macchina continua	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Casse aspiranti, sistemi del vuoto, cassa a vapore in macchine continue	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Cilindri essiccatori in macchine continue	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Isolamento termico di Cilindri essiccatori	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Tele di formazione per produzione di carta	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Cappe in seccheria	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Estrusori di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Ottimizzazione della distribuzione del profilo di velocità dell'aria e bruciatori ad alta velocità di fiamma in atomizzatori	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Abbattitore a barbotina	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistemi di controllo e regolazione della portata del gas metano e dell'aria calda interna in essiccatori ceramici	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche

Settore industriale	
Bruciatori auto recuperativi in forni ceramici e ottimizzazione fluidodinamica della geometria interna	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistemi di preriscaldamento dell'aria comburente dei forni ceramici tramite il recupero di calore dai fumi dei forni stessi	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Sistema di distribuzione e diffusione del calore per climatizzazione e recupero di calore dal camino di raffreddamento finale dei forni ceramici	G.S. Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche
Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Addolcitori e impianti a osmosi inversa rispettivamente per impianti termici con potenza al focolare inferiore a 100 kWt e a 2000 kWt	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Degasatori pressurizzati per impianti a vapore con pressioni inferiori 10 bar e potenza al focolare inferiore 5000 kW	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Dispositivi per produzione di bottiglie PET	G.S. Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico
Dispositivi per la fase di allestimento foglio: bobinatrici	G.S. Il settore industriale della produzione della carta
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Settore reti, servizi e trasporti	
Posa reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	P.C. Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti
Impianti di produzione di energia termica o frigorifera a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento efficienti	P.C. Allaccio di nuove utenze a reti di teleriscaldamento efficienti
Acquisto flotte di mezzi di trasporto a trazione elettrica, gas naturale, GNL, GPL, ibride o a idrogeno	G.S. Il settore dei trasporti
Efficientamento energetico di mezzi di trasporto alimentati a combustibili fossili	G.S. Il settore dei trasporti
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Sistemi per l'illuminazione pubblica	P.C. Illuminazione pubblica – G.S. Illuminazione pubblica
Sistemi a bolle fini per impianti di depurazione	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Impianti di produzione dell'aria compressa	P.S. Installazione impianti di produzione dell'aria compressa
Acquisto flotte di mezzi di trasporto non a trazione elettrica e alimentati da uno o più combustibili anche diversi da gas naturale, GNL, GPL o idrogeno	G.S. Il settore dei trasporti
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera

Settore industriale	
Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	G.S. Il Servizio Idrico Integrato

Settore civile (residenziale, terziario) e agricolo	
Impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi per l'illuminazione privata	P.C. Illuminazione privata – G.S. Illuminazione privata
Economizzatori sulla linea fumi di impianti di produzione di energia termica	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	G.S. Il Servizio Idrico Integrato
Motori elettrici, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	P.S. Installazione motori elettrici
Altri sistemi di free-cooling	G.S. Impianti di produzione di energia termica e frigorifera
Misure comportamentali	
Adozione di iniziative finalizzate all'utilizzo di veicoli a basse emissioni	G.S. Il settore dei trasporti
Adozione di iniziative di shift modale nei trasporti	G.S. Il settore dei trasporti
Adozione di iniziative per la riduzione del fabbisogno di mobilità	G.S. Il settore dei trasporti
Riduzione della velocità di mezzi di trasporto a parità di servizio reso	G.S. Il settore dei trasporti

Adozione di sistemi di analisi dati sui consumi di singoli impianti, utenze e veicoli

MISURE COMPORTAMENTALI

In questa scheda rientrano tutti quegli interventi il cui fine ultimo è quello di fornire informazioni analitiche sulle performance energetiche di impianti, utenze e veicoli finalizzate all'adozione di iniziative volte alla riduzione dei consumi energetici. In particolare, a partire dalle informazioni ottenute a seguito della realizzazione del progetto, che possono tradursi in valori puramente analitici e/o includere anche commenti, indicazioni e suggerimenti, sarà poi possibile intraprendere azioni correttive utili al contenimento dei consumi energetici.

In questa tipologia di intervento rientrano, ad esempio, la compilazione e l'invio di report energetici alle utenze clienti di un distributore di energia. In questo caso è evidente l'importanza di sensibilizzare gli utenti sui propri consumi, quindi sui costi da essi derivanti, al fine di individuare e suggerire possibili fonti di risparmio.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, non risulta possibile fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento allo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'implementazione di sistemi di analisi dati del reparto di fusione di un'acciaieria, potrà essere considerata come riferimento la scheda di progetto "Forni di fusione". Nel caso dell'esempio citato in precedenza, riguardante l'invio di energy report energetici ai clienti di un distributore di energia, si potrà invece far riferimento alla scheda di progetto standardizzato "Bolletta smart".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Deve, inoltre, essere fornita una relazione completa in merito a tutti i componenti software/hardware installati, specificando tutti i fattori e le eventuali azioni correttive intraprese che concorrono alla riduzione dei consumi tra le configurazioni ante e post intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto ai valori delle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

Si specifica che, nel caso l'intervento preveda l'installazione di sistemi di misura non presenti nella situazione ante intervento, dovrà essere presentato il progetto in data antecedente alla data di avvio della realizzazione che potrebbe coincidere con la data di consegna del sistema di misura presso il sito oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** da applicare potrà essere determinato sulla base delle indicazioni fornite nello specifico ambito di intervento.

Adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti

MISURE COMPORTAMENTALI

In questa scheda rientrano tutti quegli interventi rivolti ad un miglior controllo e monitoraggio di un qualsiasi processo, attività o macchinario. Assicurare una gestione efficiente è un fattore determinante nell'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse a propria disposizione che permette in genere di ottenere un sensibile miglioramento delle performance energetiche a fronte di investimenti contenuti. L'eventuale implementazione di tecniche di automazione permette di evitare o ridurre possibili azioni dirette da parte degli operatori comportando ad esempio un miglioramento della regolazione del sistema, dell'impianto o del processo. Inoltre, un monitoraggio efficace è necessario per poter valutare l'implementazione di un qualunque intervento di efficienza energetica oltre che per diffondere tra tutti gli attori coinvolti in un determinato processo una maggior sensibilità e conoscenza sulle modalità di ottimizzazione gestionale e operativa.

Generalmente tali interventi si esplicano con l'installazione di sistemi software e/o hardware (tra i quali contabilizzatori, sensori e attuatori) aventi funzione, ad esempio, di:

- monitoraggio delle performance;
- misurazione di dati;
- segnalazione di avarie e/o degrado delle funzionalità del sistema;
- diagnostica avanzata;
- manutenzione predittiva;
- gestione ottimizzata;
- regolazione con l'attuazione di regimi di lavoro nell'intorno delle massime prestazioni energetiche di un macchinario;
- riduzione dei tempi di processo anche attraverso la riduzione o l'annullamento dei tempi di attesa.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, risulta complicato fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento alla scheda di progetto inerente lo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'implementazione di sistemi di controllo di una sala compressori, potrà essere considerata come riferimento la scheda di progetto "Sistemi di produzione dell'aria compressa".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Deve inoltre essere fornita una relazione completa in merito a tutti i componenti software/hardware installati nel corso dell'intervento, specificando tutti i fattori e le eventuali azioni correttive intraprese che concorrono alla riduzione dei consumi tra le configurazioni ante e post intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto ai valori delle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

Si specifica che, nel caso l'intervento preveda l'installazione di sistemi di misura non presenti nella situazione ante intervento, dovrà essere presentato il progetto in data antecedente alla data di avvio della realizzazione che potrebbe coincidere con la data di consegna del sistema di misura presso il sito oggetto di intervento..

Per quanto riguarda l'**algoritmo di calcolo dei risparmi** sarà necessario far riferimento alla scheda di progetto inerente lo specifico ambito di intervento.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 28 tep/anno per intervento.

Altri sistemi di recupero del calore

SETTORE INDUSTRIALE

La richiesta di energia termica di un impianto, funzione dei processi svolti e, dunque, anche delle temperature a cui essa deve essere disponibile, rappresenta una voce di costo piuttosto importante per gli stabilimenti industriali. La generazione di energia termica avviene generalmente in situ impiegando combustibili fossili, pertanto ridurre le quantità necessarie a soddisfare il fabbisogno delle utenze permette non solo di generare risparmi di energia primaria, ma anche di attenuare l'impatto ambientale di un determinato processo.

In questa tipologia di interventi rientrano tutti quei progetti caratterizzati da un'ottimizzazione dei flussi di calore all'interno di un impianto o di un processo, al fine di recuperare una parte di energia termica che altrimenti verrebbe dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico. È ammessa al meccanismo dei Certificati Bianchi unicamente la "Nuova installazione" a cui corrisponde una **vita utile** pari a 3 anni.

Da un'analisi dei progetti finora approvati risulta una vasta casistica di realizzazioni, in ambiti che spaziano dalle linee di trattamento fumi ai processi di raffinazione degli oli vegetali. Alcuni aspetti comuni possono essere individuati nell'elevata potenzialità dei risparmi conseguibili, nonché nelle informazioni necessarie alla presentazione dei progetti, quali l'individuazione del consumo di baseline e dell'algoritmo di calcolo dei risparmi.

Questi ultimi possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di combustibile per la produzione di energia termica, in funzione della quantità di energia termica che viene effettivamente recuperata. Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- a) Recupero di solo calore, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido termovettore lato utenza;
- b) Recupero di un fluido caldo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtare dai risparmi di energia primaria conseguibili eventuali maggiori consumi rispetto alla situazione ante intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica nella configurazione ex ante/riferimento (ad esempio in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per impianti di produzione di energia termica).

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico dello stabilimento e/o del processo oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il rapporto tra l'energia termica recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, quantificabile ad esempio come quantità di vapore recuperato trasferita ad un determinato processo, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno di impianto. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero termico sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 169 tep/anno per intervento.

Bruciatori auto recuperativi in caso di non fattibilità della situazione ex ante dell'installazione di bruciatori rigenerativi

SETTORE INDUSTRIALE

La possibilità di recuperare calore dai fumi di combustione permette di ottenere importanti risparmi energetici, in particolare prevedendo l'installazione di tecnologie di recupero rigenerativo che rappresenta la soluzione standard di mercato.

Tuttavia, vi possono essere dei casi in cui nella situazione ante intervento non è possibile installare bruciatori rigenerativi a causa di vincoli tecnico-economici e/o di natura manutentiva. In tali casi, è possibile accedere al meccanismo dei Certificati Bianchi mediante l'installazione di più semplici bruciatori recuperativi, fermo restando la necessità di dimostrare l'impossibilità di installare dei bruciatori rigenerativi nella situazione ante intervento. I bruciatori auto recuperativi consentono di recuperare calore dai prodotti della combustione, seppur con efficienze minori rispetto ai rigenerativi per cui, esclusivamente nei casi di applicazione della presente scheda, quella dei bruciatori auto recuperativi rappresenta la miglior tecnologia disponibile.

Come per i bruciatori rigenerativi è possibile adottare bruciatori flameless, in grado di assicurare un elevato preriscaldamento dei flussi entranti ed in generale una combustione più omogenea, al fine di migliorarne il rendimento.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, in generale, l'acquisizione dei dati seguenti:

- Quantità di prodotti trattati, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- Consumi di energia termica ed elettrica.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature del materiale da riscaldare in ingresso e uscita;
- il tempo di residenza/funzionamento;
- la tipologia di ciclo effettuato;
- il volume da riscaldare.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni che le stesse possono presentare a seguito dell'intervento ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nel caso di "Sostituzione", è pari al consumo specifico del sistema ante intervento (ad esempio del forno), normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente

differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l’applicazione di bruciatori ad aria fredda, senza recupero di calore dai fumi, nello specifico processo oggetto di intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotti trattati e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Bruciatori rigenerativi

SETTORE INDUSTRIALE

Nei processi che si svolgono ad alta temperatura, ad esempio nel caso di forni di cottura della ceramica o di fusione del metallo, le perdite di calore sono la principale fonte di inefficienza specialmente a causa dell'elevata temperatura dei fumi in uscita dal camino. L'impiego di bruciatori rigenerativi, che rappresenta in molti casi la soluzione standard di mercato, permette di preriscaldare l'aria comburente determinando un risparmio energetico che può arrivare al 60% rispetto a soluzioni senza recupero di calore. I bruciatori rigenerativi sono adatti per processi con temperature comprese tra 800 °C e 1500 °C e sono in grado di recuperare un'elevata percentuale del calore contenuto nei fumi.

I bruciatori rigenerativi, a differenza di quelli recuperativi, operano a coppie in quanto solo uno dei due alternativamente svolge le funzioni di bruciatore, mentre l'altro in contemporanea utilizza i prodotti della combustione per rigenerare le masse di scambio.

Un'ulteriore sviluppo consiste nell'adozione di bruciatori flameless. Questa tecnologia si basa sul principio di diluizione della fiamma, ottenuto tramite un elevato preriscaldamento dei flussi entranti volto a portare i reagenti di combustione al di sopra della loro temperatura di autoignizione. In questo modo l'intero volume di reazione viene a trovarsi in condizioni idonee all'innescarsi ed al sostentarsi delle reazioni di combustione, evitando la presenza di quei picchi di temperature e di quelle zone di combustione non stechiometrica che sono alla base della formazione degli ossidi di azoto e del particolato carbonioso. Inoltre, lo scambio termico ed il controllo di molti processi all'interno del combustore possono risultare favoriti dalla maggior omogeneità all'interno della camera di combustione permettendo un miglior rendimento di combustione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, in generale, l'acquisizione dei dati seguenti:

- Quantità di prodotti trattati, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- Consumi di energia termica ed elettrica.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature del materiale da riscaldare in ingresso e uscita;
- il tempo di residenza/funzionamento;
- la tipologia di ciclo effettuato;
- il volume da riscaldare.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nel caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema ante intervento (ad esempio del forno), normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l’applicazione di bruciatori ad aria fredda nello specifico processo oggetto di intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotti trattati e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 227 tep/anno per intervento.

CED

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

Un centro di elaborazione dati (CED), anche noto come data center, è un'unità organizzativa all'interno di un contesto aziendale che coordina e mantiene le apparecchiature ed i servizi di gestione dei dati, ovvero l'infrastruttura informatica a servizio di una o più aziende. In sostanza, il CED ha la funzione di coordinare tutte le informazioni e le conoscenze all'interno dell'azienda e i relativi flussi di diffusione/condivisione.

I CED richiedono elevati standard di affidabilità, sicurezza, efficienza e modularità. Il raffreddamento degli apparati ITE (Information Technology Equipment) presenti nei data center è fondamentale per il loro corretto funzionamento. Queste apparecchiature producono, infatti, un'elevata quantità di calore che, se non correttamente smaltita, danneggia i componenti interni in modo talvolta irreversibile.

Tali apparecchiature sono solitamente disposte all'interno di un unico contenitore, denominato "rack", e presentano limiti di temperatura di funzionamento al fine di garantire la massima prestazione. Pertanto, è necessario che l'impianto di condizionamento di un CED risponda alle esigenze del miglior funzionamento degli apparati ITE ed al contempo risulti efficiente e non inutilmente sovradimensionato.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** può prevedere, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumi di energia elettrica necessaria per l'alimentazione delle apparecchiature IT;
- consumi di energia elettrica dell'intero CED, comprendente i contributi dei sistemi ausiliari (ad esempio uffici, sistemi di illuminazione e impianti di condizionamento);
- potenza computazionale generata [GFlops];
- consumi di energia termica e/o frigorifera necessarie per riscaldare/raffrescare ambienti e apparecchiature.

Le principali **variabili operative** sono:

- le caratteristiche tecniche delle apparecchiature IT (ad esempio architettura di rete, sistema di archiviazione e di raffreddamento, presenza di acceleratori);
- la potenza di calcolo [GFlops], da cui deriva la potenza elettrica IT [kW];
- il carico di lavoro dei server, esprimibile come percentuale di CPU utilizzata;
- gli assorbimenti dei carichi IT;
- le caratteristiche dell'edificio che contiene il CED (ad esempio coibentazione e disposizione degli ambienti);
- le caratteristiche del sistema di condizionamento (ad esempio potenza e sistema di distribuzione);
- la temperatura esterna;
- la temperatura di set point.

Per quanto riguarda il carico di lavoro dei server, essi possono trovarsi in una delle seguenti condizioni operative:

- stand by, in cui consumano solo una decina di Watt;

- idle, ovvero sia a carico nullo ma pronti a operare, con un consumo compreso tra il 50% ed il 70% del consumo massimo;
- sotto carico, con percentuali di consumo che vanno dallo 0% al 100% del consumo massimo.

Di seguito si propone una trattazione separata tra gli interventi aventi come oggetto l'infrastruttura del CED, ad esempio il sistema di climatizzazione, e gli interventi rivolti al sistema di calcolo. In caso di progetti che coinvolgono entrambi gli ambiti suddetti, il risparmio totale sarà dato dalla somma dei due contributi.

Interventi sull'infrastruttura del CED

La misura dell'efficienza energetica a livello di infrastruttura di un CED viene internazionalmente espressa per mezzo del parametro PUE (Power Usage Effectiveness), avente valore unitario in condizione di ottimo tecnologico, definito come:

$$PUE = \frac{PT}{PIT}$$

Dove:

- PT rappresenta l'energia totale assorbita dal CED;
- PIT indica l'energia consumata dai soli apparati IT.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Efficientamento integrato", è pari al PUE del CED nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema in configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al PUE di riferimento, che dovrà essere individuato per un CED di caratteristiche equivalenti a quello oggetto di intervento (ad esempio con capacità di elaborazione dati comparabile).

Al fine di normalizzare il PUE di baseline rispetto ai gradi giorno effettivamente riscontrati nel periodo di rendicontazione, sarà possibile utilizzare il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_1 = \frac{GG_{baseline}}{GG_{post}}$$

Dove:

- $GG_{baseline}$ sono i gradi giorno utilizzati per determinare il PUE di baseline;
- GG_{post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nel periodo di rendicontazione.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla variazione del parametro PUE tra la situazione ante e post intervento. In particolare, potrà essere adottata la seguente formula:

$$RISP = \left(\frac{PUE_{baseline}}{PUE_{post}} - 1 \right) \times F_1 \times PT_{post} \times f_e \quad [tep]$$

Dove:

- $PUE_{baseline}$ è il PUE di baseline del CED;
- PUE_{post} è il PUE del CED nella configurazione post intervento;

- PT_{post} è l'energia globale assorbita dal CED [MWh];
- f_e è il fattore di conversione da MWh a tep, pari a 0,187.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato", oltre a prevedere misure rivolte ad una riduzione dei consumi delle apparecchiature IT, si può agire su tutti gli aspetti critici dell'impianto di condizionamento e distribuzione dell'aria che, in generale, possono essere:

- mancanza di separazione di ambienti tra le sale, che può comportare la dispersione di parte del flusso d'aria raffrescata in sale dove tale raffrescamento non è richiesto. In tal caso, sarebbe possibile installare porte e segregazioni tra ambienti differenti;
- uso promiscuo di diverse modalità di raffrescamento, ad esempio unità di espansione diretta a pavimento (modalità "under") e in linea con i "rack" (modalità "in-row");
- nel caso di distribuzione tramite pavimento flottante, presenza di ostruzioni a causa dei cablaggi e dell'altezza ridotta che limitano fortemente la distribuzione dell'aria in modo uniforme attraverso le griglie;
- capacità frigorifera installata maggiore di quella effettivamente richiesta;
- presenza di dispersioni termiche;
- posizionamento dei condizionatori non ottimale, ad esempio distribuzione non equa tra i "rack" nell'ottica della realizzazione di un corridoio del freddo;
- distribuzione delle temperature in sala non uniforme e variabile di diversi gradi;
- tracciato delle tubazioni di distribuzione eccessivamente lungo, con molte curve e deviazioni o coibentazione non ottimale;
- regolazione non efficiente del sistema di condizionamento.

Interventi sul sistema di calcolo

Una misura dell'efficienza di un CED, strettamente legata alle performance computazionali, può essere definita come il rapporto tra la potenza computazionale generata ed il consumo elettrico associato al calcolatore, espressa in [GFlops/kWh].

Il **consumo di baseline**, in caso di "Efficientamento integrato", è pari al consumo del sistema di calcolo nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema in configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione", il consumo di baseline sarà invece pari al rapporto tra la potenza computazionale effettivamente generata post intervento e l'efficienza di riferimento che dovrà essere individuata per un sistema di calcolo avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in termini di potenza computazionale, architettura e presenza di acceleratori). Ad esempio si potrà fare riferimento al ranking Green 500, relativo al progetto TOP500.

Il rapporto prestazioni/consumi della situazione di riferimento, ovvero l'efficienza di riferimento, dovrà essere normalizzato per rispondere al carico computazionale reale della situazione post intervento. Infatti, la potenza elettrica assorbita da un server sarà una funzione del carico di lavoro, a sua volta esprimibile come percentuale di CPU impiegata. Un modello valido per stimare il consumo del server in funzione della percentuale di carico è il seguente:

$$C = C_{idle} + (C_{full} - C_{idle}) \times u$$

Dove:

- C_{idle} è il consumo del server in idle;
- C_{full} è il consumo del server a pieno carico;
- u è la percentuale di CPU impiegata, data dal rapporto tra la potenza computazionale effettivamente generata e la potenza computazionale massima erogabile.

Tale modello presenta un errore pari circa al 5% che, tuttavia, è in gran parte fisso e dovuto alla presenza degli switch di rete, i quali presentano un consumo fisso ed indipendente dal carico di lavoro. Esistono modelli in grado di ridurre l'errore, ma che richiedono la determinazione di coefficienti empirici e che pertanto rendono difficilmente generalizzabile il programma di misura. Inoltre il suddetto modello risulta più che valido per progetti che escludono interventi sugli switch di rete.

Pertanto, al fine di normalizzare l'efficienza di rete rispetto al carico, è possibile introdurre il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_2 = \frac{r_{rif}}{r_{rif,u}} = \frac{\frac{r_{rif}}{C_{rif,max} \times \frac{P_{EP}}{P_{EP,max}}}}{C_{rif,idle} + (C_{rif,full} - C_{rif,idle}) \times \frac{P_{EP}}{P_{EP,max}}}$$

Dove:

- r_{rif} è l'efficienza di riferimento in full load;
- $r_{rif,u}$ è l'efficienza di riferimento alla percentuale di carico u , ovvero sia riferita all'effettiva potenza computazionale sviluppata che può essere stimata a partire dal suddetto modello;
- P_{EP} è la potenza computazionale effettivamente sviluppata post intervento, pari alla potenza computazionale massima per la percentuale di carico;
- $P_{EP,max}$ è la potenza computazionale massima del sistema post intervento;
- $P_{rif,max}$ è la potenza computazionale massima del sistema di riferimento;
- $C_{rif,idle}$ è il consumo in idle del sistema di riferimento, che potrà essere assunto pari al 20% del consumo in full load del sistema di riferimento;
- $C_{rif,full}$ è il consumo in full load del sistema di riferimento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza di consumo del calcolatore tra le situazioni di baseline e post intervento.

Componenti per il recupero di calore a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

In questa tipologia di intervento rientrano tutti quei progetti il cui fine è recuperare una parte di energia termica e/o frigorifera, altrimenti dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico, al fine di impiegarla a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento.

Tali reti prevedono in genere un circuito primario, di estensione maggiore, in cui scorre il fluido termovettore che, tramite opportuni scambiatori, trasmetterà l'energia termica e/o frigorifera ai circuiti secondari che evolvono presso le utenze finali.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" è pari in entrambi i casi a 7 anni.

I risparmi conseguibili possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di energia primaria per la produzione di energia termica/frigorifera, in funzione della quantità di energia che viene effettivamente recuperata.

Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica e/o frigorifera recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- a) Recupero di sola energia termica e/o frigorifera, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido lato utenza;
- b) Recupero di un fluido caldo/freddo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtarlo dai risparmi di energia primaria conseguibili.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica e/o frigorifera nella configurazione ex ante/riferimento. Ad esempio il consumo di energia termica potrà essere quantificato in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per impianti di produzione di energia termica, mentre il consumo di energia frigorifera potrà essere quantificato in funzione dell'EER del gruppo frigo ex ante o, qualora non esistente, rispetto all'EER di riferimento per gruppi frigo.

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica e/o frigorifera all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento e/o l'EER da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica e/o frigorifera ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico della rete di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'algoritmo di calcolo dei risparmi prevede il rapporto tra l'energia termica e/o frigorifera recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica e/o frigorifera recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno della rete. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero di energia sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante

l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Efficientamento processo di vulcanizzazione pneumatici tramite azoto

SETTORE INDUSTRIALE

La vulcanizzazione della gomma permette di aggiungere ad essa un elastomero, ovvero una miscela contenente zolfo e altri additivi. In questo modo è possibile ottenere un composto elastico, resistente alle abrasioni e soprattutto alle forze di trazione, che successivamente andrà immesso nel processo produttivo degli pneumatici. Tale processo si articola generalmente nelle seguenti fasi:

1. preparazione delle mescole per il pneumatico;
2. preparazione dei semilavorati mediante l'impiego della suddetta mescola;
3. confezione dei semilavorati finalizzata alla realizzazione del pneumatico "crudo" (carcassa);
4. vulcanizzazione dello pneumatico "crudo", vale a dire la "cottura" della gomma in stampi mediante vapore ed acqua surriscaldata.

Il processo di vulcanizzazione si avvia una volta chiuso lo stampo con una "cottura a vapore" della carcassa dello pneumatico a temperatura e pressione elevate, tramite riscaldamento dell'esterno dello stampo (duomo). Nella parte interna della camera di vulcanizzazione il processo è suddiviso in due fasi distinte: una fase iniziale di carico necessaria per portare lo pneumatico alle condizioni di temperatura e pressione necessari per il processo, una seconda fase dinamica (di durata maggiore) in cui prosegue il processo di "cottura interna" dello pneumatico. A sua volta la fase di carico avviene con due processi distinti, una prima fase in cui giunge vapore per pressurizzare l'ambiente e una seconda fase in cui avviene il carico della camera con acqua surriscaldata. Durante la fase dinamica, invece, viene fatta circolare in continuo acqua surriscaldata per garantire il mantenimento delle condizioni di temperatura e pressione all'interno della camera necessarie per il processo di vulcanizzazione.

Uno dei possibili interventi riguarda l'impiego di azoto in pressione in sostituzione dell'acqua surriscaldata consentendo di risparmiare il gas naturale utilizzato per portare l'acqua alle condizioni di temperatura e pressione necessarie per il processo, per trasferire l'energia termica dall'acqua surriscaldata durante la fase dinamica di cottura dello pneumatico e per mantenere l'intero circuito ad acqua in temperatura. Inoltre, l'utilizzo di azoto in pressione permette l'implementazione di sistemi di gestione e controllo del processo rivolti alla riduzione di inefficienze ed all'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, tramite l'installazione di diversi sensori e il monitoraggio di diversi parametri di controllo. L'intervento però comporterà inevitabilmente un incremento del consumo di vapore (sia in camera che nel duomo) per consentire il mantenimento della temperatura necessaria per la "cottura" dello pneumatico.

La **vita utile** per interventi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", risulta pari a 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di pneumatici prodotti;
- quantità di vapore consumato durante un ciclo di vulcanizzazione;
- quantità di vapore impiegato per portare l'acqua surriscaldata alle condizioni di carico nella configurazione ante intervento;
- energia termica trasferita dall'acqua surriscaldata durante la fase dinamica di cottura dello pneumatico una volta raggiunte le condizioni di esercizio;
- quantità di azoto impiegato per un ciclo di vulcanizzazione nella configurazione post intervento.

Le principali **variabili operative** sono:

- quantità e tipologia di pneumatici prodotti;
- peso medio degli pneumatici prodotti;
- quantità e tipologia di mescola impiegata;
- caratteristiche del processo di cottura (ad esempio tempo, temperatura e pressione);
- quantità di azoto impiegato per un ciclo di vulcanizzazione nella configurazione post intervento.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di pneumatico e/o di materie prime in ingresso.

Il **consumo di baseline**, è pari al consumo specifico del sistema di vulcanizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di pneumatici prodotti e/o di materie prime in ingresso.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di pneumatici prodotti e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Si specifica che dai risparmi conseguiti si dovranno sottrarre i consumi energetici correlati all'impiego di azoto nel processo produttivo (ad esempio per pressurizzazione e distribuzione ai diversi vulcanizzatori). In particolare, sarà possibile valorizzare l'azoto nel corrispettivo consumo di energia elettrica necessario per la sua produzione, tramite un apposito coefficiente correttivo espresso in kWh per kg di azoto. Inoltre, l'algoritmo di calcolo dovrà considerare l'incremento, rispetto alle condizioni ex ante, della richiesta di vapore per mantenere un'adeguata temperatura di cottura.

Efficientamento reti elettriche, del gas e idriche

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

In questa tipologia di intervento rientrano gli interventi di efficientamento energetico riguardanti reti idriche e di distribuzione di energia elettrica e gas.

Si specifica che, ai sensi dell'articolo 4, comma 13, del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii., "i risparmi di energia realizzati attraverso interventi per rendere più efficienti le reti elettriche e del gas naturale concorrono all'adempimento degli obblighi a carico delle imprese di distribuzione. Per tali interventi, fatti salvi gli interventi di sostituzione dei trasformatori MT/BT a carico dell'utenza, non sono rilasciati Certificati Bianchi".

Di seguito si forniscono indicazioni sugli interventi più diffusi per le suddette tipologie di reti.

Per le reti di distribuzione dell'energia elettrica, si può valutare la sostituzione dei trasformatori nelle cabine primarie e secondarie con modelli ad alta efficienza, caratterizzati principalmente da:

- minori perdite nel nucleo del trasformatore per la magnetizzazione della macchina;
- minori perdite negli avvolgimenti per effetto Joule e correnti parassite.

Nelle reti del gas si può agire, ad esempio, con un re-layout rivolto ad una riduzione delle perdite di carico della rete.

Per quanto riguarda le reti idriche, gli interventi consentono di efficientare le apparecchiature esistenti e di ridurre le prevalenze richieste e le perdite. Si potrà pertanto prevedere, ad esempio, un revamping dei gruppi di pompaggio, la sostituzione delle tubazioni ed un re-layout delle reti tramite distrettualizzazione dei diversi rami. Per ulteriori chiarimenti in merito ad interventi inerenti le reti idriche si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il servizio idrico integrato".

La **vita utile** per interventi di "sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari a 7 anni.

Il **programma di misura** si differenzierà in base alla tipologia di rete oggetto di intervento, ma in generale prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumi di energia associata al funzionamento della sezione di rete oggetto di intervento;
- quantità distribuite (ad esempio volume di gas elaborato).

La principale **variabile operativa** è la quantità di energia elettrica, gas o acqua distribuita. Ulteriori variabili potranno essere individuate in funzione della specifica tipologia di rete valutando, ad esempio, l'influenza delle pressioni di esercizio sui consumi.

In ogni caso si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni della rete. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità di distribuzione tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, è pari al consumo associato al funzionamento della rete nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione ex post.

Per l'**algoritmo di calcolo dei risparmi** valgono le stesse considerazioni fatte sul programma di misura e le variabili operative in merito alle specificità associate alla tipologia di rete oggetto di intervento. In generale, l'algoritmo prevede il prodotto tra le quantità distribuite (ad esempio l'energia elettrica distribuita) e la differenza di consumo specifico della rete tra la configurazione di baseline e quella post intervento.

Si riporta di seguito un esempio di applicazione della presente scheda ad interventi di **sostituzione di trasformatori** su linee elettriche.

Le principali caratteristiche desumibili da documentazione tecnica per un trasformatore sono:

- potenza nominale [MVA];
- tensione nominale primaria e secondaria [kV];
- frequenza di alimentazione nominale [Hz];
- tensione di corto circuito [%];
- perdite a vuoto e a carico in condizioni di esercizio nominali [kW];
- sistema raffreddamento.

Il programma di misura prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- energia elettrica attiva in uscita dal trasformatore;
- energia elettrica reattiva in uscita dal trasformatore;
- tensione a valle del trasformatore.

La misura della tensione a valle del trasformatore, in particolare, è necessaria al fine di determinare la corrente circolante negli avvolgimenti della macchina per poter quantificare le perdite per effetto Joule, e di normalizzare le perdite per magnetizzazione del nucleo in base all'effettiva tensione di esercizio.

Le principali variabili operative risultano essere:

- l'energia elettrica attiva in uscita dal trasformatore;
- l'energia elettrica reattiva in uscita dal trasformatore;
- la tensione a valle del trasformatore;
- la temperatura di esercizio;
- la taglia dei trasformatori, ad esempio in termini di corrente e tensioni nominali.

Il consumo di baseline è pari all'energia dissipata dalla macchina nella situazione ex ante, normalizzata rispetto alle variabili operative verificate nella configurazione post intervento (principalmente la tensione effettiva a valle del trasformatore).

L'algoritmo di calcolo dei risparmi si basa sul confronto tra le perdite dovute alla nuova macchina e le perdite che si sarebbero verificate con la macchina presente nella situazione ex ante.

In particolare, è possibile distinguere tra perdite:

- a vuoto o nel ferro (Pfe): valore delle perdite di energia legate alla magnetizzazione del ferro di cui è composta la macchina, praticamente costanti in tutto l'arco di funzionamento e composte dalle perdite per isteresi nel circuito magnetico e per correnti di Foucault o parassite;

- a carico o nel rame (P_{cu}): valore delle perdite di energia legate al riscaldamento dei conduttori percorsi da corrente, composte dalle perdite per effetto Joule e dalle correnti addizionali dovute alle correnti di Foucault o parassite. Tali perdite vengono riportate alla temperatura di riferimento di 75°C come da norme CEI/IEC.

Le perdite a carico non sono costanti, ma dipendono quadraticamente dalla corrente circolante negli avvolgimenti secondari della macchina che, a sua volta, dipende dal carico elettrico alimentante.

Per poter tenere in considerazione questo fenomeno è necessario calcolare la resistenza equivalente del trasformatore, tramite i dati disponibili della documentazione tecnica del trasformatore, attraverso la formula:

$$R_{eq} = \frac{P_{cu,N}}{3 * I_N^2} = \frac{P_{cu,N}}{3 * \left(\frac{P_N}{\sqrt{3} * V_N} \right)^2} = \frac{P_{cu,N} * V_N^2}{P_N^2}$$

Dove:

- $P_{cu,N}$ è la perdita a carico ottenuta da apposita prova in corto circuito in condizioni di corrente e frequenza di alimentazione nominali;
- I_N è la corrente nominale;
- V_N è la tensione nominale;
- P_N è la potenza nominale.

Avendo a disposizione le misure di tensione secondaria e di energia attiva e reattiva, è possibile ricavare la corrente di carico della macchina per poter quindi ottenere le perdite di carico nelle condizioni di esercizio:

$$E_{cu} = 3 * R_{eq} * I_C^2 = 3 * R_{eq} * \left(\frac{\sqrt{(4 * E_A)^2 + (4 * E_R)^2}}{V} \right)^2$$

Dove:

- I_C è la corrente di carico della macchina;
- V è la tensione ai morsetti secondari della macchina;
- E_A è l'energia attiva misurata;
- E_R è l'energia reattiva misurata.

Le perdite di carico totali sono pari alla somma delle perdite di carico ottenute nei singoli periodi di campionamento, all'interno dei quali si considera un valore di tensione medio ed una potenza costante (ad esempio con frequenza di 15 minuti).

Per quanto riguarda invece le perdite a vuoto, esse dipendono quadraticamente dalla tensione di esercizio. Dato che durante le prove di collaudo vengono determinate le perdite a vuoto delle macchine alla tensione nominale, è sufficiente normalizzare le perdite a vuoto così ottenute rispetto alla reale tensione di esercizio attraverso la seguente espressione:

$$E_{fe} = P_{fe,N} * \left(\frac{V_R}{V_N}\right)^2$$

Dove:

- $P_{fe,N}$ è la perdita a vuoto ottenuta da apposita prova a vuoto in condizioni di tensione e frequenza di alimentazione nominali;
- V_R è la tensione di esercizio;
- V_N è la tensione nominale.

Anche per le perdite a vuoto il valore totale è dato dalla somma dei valori ottenuti nei singoli intervalli di campionamento.

Il risparmio ottenibile è pertanto proporzionale, tramite un opportuno coefficiente di conversione, alla somma delle variazioni dell'energia dissipata tra le configurazioni ex ante ed ex post, ovvero dalla seguente relazione:

$$\Delta E = \Delta E_{cu} + \Delta E_{fe}$$

Con:

$$\Delta E_{cu} = 3 * (R_{eq,ante} - R_{eq,post}) * \left(\frac{\sqrt{(4 * E_A)^2 + (4 * E_R)^2}}{V}\right)^2$$

$$\Delta E_{fe} = (P_{fe,N,ante} - P_{fe,N,post}) * \left(\frac{V_R}{V_N}\right)^2$$

Essiccatori

SETTORE INDUSTRIALE

Gli essiccatori sono apparecchiature impiegate per ridurre il contenuto di acqua in materiali solidi, miscele liquide o correnti gassose. Gli ambiti di applicazione sono molteplici tra i quali vi sono il settore farmaceutico, chimico, alimentare, della lavorazione del legno, della concia delle pelli, etc.. Il processo opera principalmente per evaporazione, pertanto l'assorbimento di energia termica è rilevante e rappresenta la voce di costo principale nel funzionamento di questi dispositivi.

Esistono diverse tipologie di essiccatori tra i quali i più diffusi sono:

- Statici, in configurazione orizzontale/verticale;
- Rotativi;
- Spray (spray dryer);
- A letto fluido;
- A film umido;
- A rulli.

La **vita utile** prevista per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” è rispettivamente pari a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede il monitoraggio di tutti i consumi energetici necessari al processo di essiccazione, e in particolare dei seguenti valori:

- quantità di prodotto ottenuto (ad es. polvere);
- energia elettrica consumata;
- energia termica consumata, includendo tutti i contributi della fase oggetto di intervento (ad es. l'acqua calda per il preriscaldamento ed il vapore per l'essiccazione);
- energia frigorifera consumata (se tale energia è coinvolta nel perimetro dell'intervento).

In relazione al contributo di energia frigorifera si segnala che esistono processi innovativi di essiccazione che coinvolgono la fase preliminare di cristallizzazione, fase necessaria ad esempio nell'industria casearia nel trattamento dei derivati del latte. Questi processi, utilizzando un turbo-evaporatore ed un turbo-essiccatore in luogo dello spray dryer e quindi della torre di essiccazione, non necessitano della cristallizzazione completa del prodotto, con conseguente diminuzione della richiesta di energia frigorifera ed energia elettrica dei gruppi frigo. Nel caso in cui la produzione di energia frigorifera sia necessaria per eventuali fasi di raffreddamento si richiede al soggetto proponente di monitorare i consumi di energia frigorifera e di energia elettrica nella situazione ex ante ed ex post, per poter determinare correttamente il risparmio di energia primaria conseguibile.

Le principali **variabili operative** risultano essere la quantità e la tipologia di materiale prodotto dal macchinario.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è assunto pari al consumo specifico del macchinario nella configurazione ex ante, normalizzato rispetto alle variabili operative della situazione ex post. Nel caso di “Nuova installazione”, esso coinciderà con il consumo di riferimento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra le quantità prodotte nella situazione ex post e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico ex post, i quali generalmente variano in funzione delle quantità giornalmente prodotte. Come indicato nella definizione del programma di misura, nel calcolo dovranno essere considerati tutti i contributi energetici del processo di essiccazione e di cristallizzazione, nei casi già indicati.

Ai fini del calcolo dei risparmi, laddove non fosse possibile ottenere un rendimento di generazione dell'energia termica e unicamente nei casi in cui tale energia non derivi da cogenerazione, in via cautelativa potrà essere considerata direttamente la riduzione di energia utile (ad es. minore quantità di vapore richiesta) che sarà pertanto posta pari alla riduzione di energia primaria assumendo un'efficienza di generazione pari al 100%.

Nel caso in cui fosse necessaria l'energia frigorifera per il processo, per il calcolo dell'energia elettrica sarà possibile considerare l'EER dei gruppi frigo esistenti al fine di calcolare i consumi di baseline e post intervento. Nel caso in cui i gruppi frigo non fossero presenti nella configurazione ante intervento, ma solo nella configurazione post intervento, si potrà considerare l'EER di riferimento indicato nella Guida Settoriale "Impianti di produzione di energia termica e frigorifera" contenuta nell'Allegato 2.1 alla Guida Operativa.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Per quanto riguarda i possibili interventi di "Efficientamento integrato", per gli essiccatori a letto fluido è possibile adottare piastre di distribuzione dell'aria di tipo cuneiforme in luogo delle classiche piastre forate. In questo modo si evitano possibili otturazioni, riducendo il volume di aria necessaria per l'essiccazione. Inoltre, l'installazione di sensori e sistemi di controllo dell'umidità e della temperatura del materiale in ingresso può portare ad una regolazione efficiente dei parametri di processo, in particolare del tempo di residenza e della temperatura dell'aria in ingresso.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 231 tep/anno per intervento.

Filatoi tessili

SETTORE INDUSTRIALE

Tale intervento è riconducibile al settore tessile, più specificatamente il codice ATECO dell'attività economica di riferimento è il "13.1. Preparazione e filatura di fibre tessili". La macchina oggetto di approfondimento, il filatoio, svolge la fase di filatura, ovvero il trattamento delle fibre tessili al fine di ottenere il filato. Il processo in cui si colloca questa operazione dipende dal tipo di prodotto in lavorazione, ma in generale può essere schematizzato come segue:

1. Preparazione del prodotto – comprende in genere fasi quali apertura delle balle di materia prima, pulizia, affinamento in fiocchi, bagnatura antistatica;
2. Mistatura – i fiocchi delle varie fibre vengono mescolati tra loro al fine di ottenere una composizione omogenea;
3. Cardatura – garantisce la parallelizzazione delle fibre, restituendo un velo di fibre orientate detto nastro cardato; esso può subire un'ulteriore operazione, lo stiro, per ottenere maggiore omogeneità delle fibre e sottigliezza del nastro. Nel divisore, costituente l'ultima fase della cardatura, il nastro viene trasformato in stoppino, una banda di fibra tessile di sezione cilindrica;
4. Filatura – è l'operazione che, a partire dallo stoppino, genera il filo vero e proprio, con il titolo desiderato;
5. Ulteriori fasi – quali la roccatura, la tintura o la ritorcitura, per garantire particolari caratteristiche al prodotto finale, destinato al successivo processo di tessitura.

La tipologia di macchina tradizionalmente impiegata prevede un motore centralizzato, a cui è affidato il movimento di tutte le teste tramite un sistema di trasmissione. Eventualmente possono essere previsti due motori centralizzati, uno per ogni fronte di filatura. L'installazione di un filatoio con motori indipendenti per ciascuna testa di filatura invece, può generare risparmi grazie ai seguenti contributi:

- arresto del singolo motore in caso di rottura del filo, per poter effettuare la riparazione (nelle macchine tradizionali tutte le teste rimangono in movimento);
- arresto del singolo motore una volta completata una rocca, per permettere l'allestimento del filo per la successiva (nelle macchine tradizionali tutte le teste rimangono in movimento);
- in fase di allestimento di una nuova partita (quando si cambia tipologia di filato da produrre) vengono messe in moto solo le teste già allestite;
- in fase di completamento di una partita vengono lasciate in movimento solo le teste che devono ancora terminare la produzione (le ultime due fasi possono richiedere alcune ore);
- migliori rendimenti meccanici nella trasmissione del moto.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 7, 5 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà garantire, per ogni macchina oggetto dell'intervento, l'acquisizione del consumo di energia elettrica e della quantità di filato lavorata (in kg e differenziata per i diversi titoli prodotti).

Il valore di produzione, insieme al titolo del filato, rappresenta le due principali **variabili operative** rispetto alle quali normalizzare i consumi. È possibile poi convertire la produzione per un certo valore del titolo

nella produzione riferita ad un titolo differente, a partire dalla definizione di titolo metrico il quale assume ci sia proporzionalità indiretta tra titolo e peso per filati dello stesso materiale:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

Dove:

- N è il titolo del filato;
- P è il peso del filato.

Riferire i dati di produzione ad un unico titolo è utile in quanto i filatoi con motori per singola testa permettono una maggiore flessibilità produttiva. Una singola macchina potrebbe quindi realizzare diversi titoli di filato anche contemporaneamente. Inoltre i consumi dei filatoi sono spesso riferiti ad un titolo standard di riferimento per il mercato, pertanto la conversione potrebbe essere necessaria ai fini della valutazione dei consumi.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del filatoio nella configurazione di baseline, normalizzato rispetto alle condizioni operative della situazione post intervento.

In caso di nuova installazione il consumo di baseline coinciderà con il consumo di riferimento, che nel caso dei filatoi a rotore potrà essere assunto pari a 0,6225 kWh/kg. Tale valore è stato ottenuto da un'analisi dei consumi sulla tecnologia standard disponibile sul mercato, in riferimento ai filatoi tradizionali dotati di un motore centralizzato per ogni fronte di filatura.

L'**algoritmo di calcolo** dei risparmi prevede quindi il prodotto tra la produzione di filato nella configurazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico post intervento, entrambi in kWh/kg_{filato}. Si specifica che il confronto dovrà essere effettuato a parità di titolo del prodotto finale, normalizzando i valori di produzione come indicato precedentemente.

Forni di cottura

SETTORE INDUSTRIALE

I forni di cottura vengono impiegati principalmente nel settore ceramico al fine di conferire ai prodotti finiti alcune importanti proprietà tra cui le caratteristiche meccaniche di resistenza necessarie. Ulteriori applicazioni di questi macchinari si ritrovano, ad esempio, nel processo di produzione della calce idraulica e del cemento, dove i forni vengono impiegati per cuocere il materiale crudo (la marna) per ottenere il prodotto cotto indirizzato alle successive fasi del processo produttivo (ad es. frantumazione, macinazione, omogeneizzazione e stoccaggio).

La cottura avviene ad elevate temperature (da 800 a 1.200°C, a seconda del processo produttivo), pertanto l'assorbimento di energia termica è rilevante e rappresenta la voce di costo principale nel funzionamento di questi dispositivi. Essa viene generata principalmente dalla combustione di gas naturale e oli combustibili, ma ci sono realizzazioni in cui vengono impiegati combustibili solidi, biogas, biomasse o anche energia elettrica. Inoltre, l'energia elettrica viene impiegata per funzioni ausiliarie quali la movimentazione del materiale ed il funzionamento dei filtri.

Il ciclo di cottura tipicamente prevede una fase di preriscaldamento prima della cottura vera e propria, spesso ottenuta da calore di recupero. In seguito avviene un raffreddamento inizialmente rapido e poi controllato fino ad una certa temperatura. La tipologia di ciclo, nonché la sua durata, dipendono dalla specifica gamma di prodotti trattati.

Per forni di cottura impiegati nel settore ceramico si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione di piastrelle ceramiche".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" è pari a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento del forno.

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- i valori di produzione;
- le caratteristiche dei prodotti in uscita (ad esempio qualità, formato, pezzatura media, etc.);
- la tipologia di materia prima in ingresso;
- la temperatura di ingresso nel forno;
- la temperatura di uscita;
- la curva di cottura.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post.

Come **consumo di baseline** si assume il consumo specifico dei forni nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni operative ex post e differenziato per le diverse tipologie di prodotti.

Nel caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell’ampia varietà di prodotti che possono essere trattati, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l’offerta standard del mercato per il trattamento della specifica tipologia di prodotti.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede quindi il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia/formato di prodotto.

Si segnala inoltre che, nell’impossibilità di determinare un consumo ex ante di energia elettrica, relativo ai sistemi ausiliari (ad es. in assenza di un apposito sistema di misura nella configurazione ante intervento), sarà possibile non considerare i risparmi di energia elettrica nella situazione ex post. In tal caso, sarà comunque necessario implementare un sistema di misura dei consumi di energia elettrica post intervento: i valori ottenuti verranno confrontati con i consumi di energia elettrica di riferimento al fine di scomputare eventuali sovraconsumi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 261 tep/anno per intervento.

Forni di fusione

SETTORE INDUSTRIALE

I forni di fusione vengono impiegati essenzialmente nell'industria vetraria e siderurgica. Nel settore siderurgico, a partire da diverse materie prime è possibile ottenere metalli fusi da destinare alle successive fasi del processo produttivo. Ovviamente possono variare le caratteristiche dei forni impiegati nonché le singole fasi del processo produttivo in funzione dello specifico materiale trattato.

I forni usati possono essere a gas naturale, ad olio combustibile, a coke di petrolio, elettrici o con alimentazione combinata. La scelta dipende essenzialmente dalla tipologia di prodotto trattata e dalla capacità produttiva richiesta.

Per forni di fusione impiegati nel settore del vetro si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione di vetro e prodotti in vetro".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione in uscita dal forno (ad esempio quantità di acciaio spillato), eventualmente differenziati per tipologia di prodotto e/o di materie prime in ingresso;
- quantità di materia prima in ingresso;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento del forno;
- percentuale di rottame impiegato;
- consumo di ossigeno e di energia necessaria alla sua produzione (nel caso di ossicombustione).

Si specifica che i valori di produzione devono essere misurati immediatamente a valle del forno fusorio. Saranno tuttavia ammesse misurazioni di portata ottenute in punti diversi, qualora il soggetto proponente dimostri l'oggettiva impossibilità di effettuare la misurazione come prescritto nel suddetto programma di misura, ivi comprese le quantità ascrivibili agli eventuali scarti di lavorazione.

Nel caso di alimentazione combinata, ad esempio gas-elettrica, dovranno essere sempre installati adeguati sistemi di misurazione dei consumi di tutti i sistemi di alimentazione, anche qualora uno di questi venisse impiegato unicamente per la fase di start-up e come eventuale booster.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- la composizione della miscela o della carica in ingresso al forno, in particolare la percentuale di rottame impiegato;
- le temperature del materiale in ingresso e uscita dal forno;
- il tempo di residenza dipendente soprattutto dalla qualità richiesta al prodotto finale.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra

configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico del forno nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di materiale in ingresso. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un forno di caratteristiche equivalenti al forno oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi prodotti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Tra gli interventi di “Efficientamento integrato”, nel caso di forni fusori ad arco elettrico, si segnala la possibile sostituzione del trasformatore e degli elettrodi, attraverso i quali si innesca l’arco elettrico che consente la fusione. Altri interventi di efficientamento possono riguardare la coibentazione e le sigillature del forno al fine di migliorarne l’isolamento termico con l’implementazione di tecnologie di controllo di processo volte a ridurre la richiesta di energia fusoria anche attraverso la riduzione degli scarti di lavorazione. La riduzione dei tempi di power off permette poi di evitare raffreddamenti non necessari: l’adozione di sistemi automatizzati permette di evitare la presenza di operatori con necessario fermo impianto per motivi di sicurezza. Infine, è possibile prevedere la sostituzione dei bruciatori con tecnologie recuperative o rigenerative, oltre ad implementare sistemi per il recupero del calore anche per eventualmente preriscaldare il rottame.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 179 tep/anno per intervento.

Forni di lavorazioni secondarie

SETTORE INDUSTRIALE

La presente scheda si riferisce a tutte quelle tipologie di forni applicati nei più diversi processi produttivi per compiere lavorazioni secondarie. In particolare, sarà possibile inquadrare in questa tipologia di intervento quei forni che non sono adibiti a fusione, cottura, trattamento termico e pre-riscaldamento e che non rientrano in linee produttive o processi per i quali è prevista un'apposita scheda di intervento (ad esempio, per forni impiegati nella produzione di fibra ottica, si potrà fare riferimento alla tipologia di intervento "Linea di produzione della fibra ottica").

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- la quantità e le caratteristiche dei prodotti in lavorazione;
- la tipologia di lavorazione effettuata;
- ulteriori variabili caratteristiche della specifica lavorazione effettuata, ad esempio temperature del materiale in ingresso e uscita dal forno, tempo di residenza e profilo di riscaldamento.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione delle quantità di prodotto trattate (differenziate per tipologia e per lavorazione effettuata) e dei consumi del forno oggetto di intervento.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del forno nella situazione di baseline normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post. Nel caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell'ampia varietà di forni a cui la presente scheda si riferisce, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard del mercato per lo svolgimento della specifica lavorazione sulla specifica tipologia di prodotti oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e per le diverse lavorazioni eventualmente effettuate dal forno.

Tra gli interventi di "Efficientamento integrato", si segnala la riduzione delle dispersioni di calore agendo sulla coibentazione e sui sistemi di tenuta del forno oltre all'implementazione di logiche di controllo e gestione efficienti. Nel caso di forni a combustibile può essere prevista la sostituzione dei bruciatori con più efficienti tecnologie recuperative e rigenerative.

Forni di pre-riscaldamento

SETTORE INDUSTRIALE

In questa tipologia rientrano tutti gli interventi riguardanti i forni di pre-riscaldamento, impiegati principalmente nel settore siderurgico, ceramico, del cemento e del vetro. La differenza principale rispetto ad altre tipologie di forni, quelli di cottura o di fusione ad esempio, risiede nelle minori temperature di esercizio.

Un'applicazione tipica consiste, nei processi di lavorazione di componenti in acciaio, nel riscaldamento dei semilavorati, generalmente sotto forma di billette, lingotti o brammette, fino a temperature comprese tra i 1250 – 1350 °C, necessarie per le successive fasi del processo produttivo (ad esempio taglio, laminazione, preformatura, stampaggio a caldo). A questo scopo vengono utilizzati forni a bruciatori o forni elettrici ad induzione. La tipologia di forno impiegata dipende principalmente dalle dimensioni e dalle quantità dei materiali da trattare: per grossi quantitativi sono più indicati i forni a bruciatori a carro, mentre per quantità minori e forme compatte (ad esempio nel caso delle billette) i forni ad induzione garantiscono performance migliori.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le **variabili operative** risultano essere le quantità di prodotto trattate (in peso) insieme alle relative caratteristiche. Alcune variabili di interesse possono essere:

- Dimensioni: spessore medio, superficie;
- Caratteristiche geometriche;
- Pezzatura media;
- Quantità trattate;
- Temperatura di ingresso in fornace (nel caso di più rifornimenti, se ad esempio viene effettuato un infornamento per ogni faccia di un prodotto, è possibile fornire il valore medio);
- Temperatura di uscita: generalmente costante, ma dipende dal processo produttivo a valle del preriscaldamento;
- Profilo di temperatura di riscaldamento.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ex ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve inoltre essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post.

In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto (si veda a titolo di esempio la tabella successiva). Queste possono essere ricavate analizzando i dati di produzione relativi al periodo di monitoraggio nelle condizioni ante intervento, fornendo un file contenente tali valori.

Formato in lavorazione	Temperatura media infornamento	Temperatura uscita prevista	Quantità	Consumo forno	Pezzatura media	Consumo specifico
	[C°]	[C°]	[ton]	[Nmc]	[ton]	[Nmc/ton]/ [kWh/ton]
Formato 1						
Formato 2						
...						

Come **consumo di baseline** si assume il consumo specifico dei forni nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni operative ex post e differenziato per le diverse tipologie di prodotti. Si specifica che, in via cautelativa, il consumo specifico da considerare risulta essere quello ottenuto nelle condizioni operative ottimali, più specificatamente con l'impiego della carica alla temperatura più elevata.

Nel caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline coincide con il consumo di riferimento. A causa dell'ampia varietà di prodotti che possono essere trattati, al soggetto proponente è richiesto di individuare il consumo di riferimento dei forni che, alla data di presentazione del progetto, costituiscono l'offerta standard del mercato per il trattamento della specifica tipologia di prodotti.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede quindi il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Qualora, ai fini del calcolo del consumo di baseline, venissero rimossi alcuni valori dalla campagna di misura nelle condizioni ex ante, in quanto ritenuti non rappresentativi (ad esempio: fermi macchina nel periodo estivo e natalizio, operazioni di manutenzione) è necessario fornire nel dettaglio le considerazioni alla base dell'analisi effettuata.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" per forni a combustibile, si segnalano le seguenti soluzioni:

1. Riorganizzazione del layout di processo al fine di implementare la carica calda in ingresso ai forni, prevedendo l'isolamento del percorso dalla sorgente della carica al forno;
2. Coibentazione in fibra ceramica in sostituzione del refrattario cementizio;
3. Installazione sistema di tenuta dinamica (tramite pistoni pneumatici) in luogo delle tenute a sabbiera, per minimizzare fuoriuscite di calore;
4. Installazione di sistemi di gestione dei gas di processo per ricircolo nel forno;
5. Modifica del design delle porte di carico e scarico, ad esempio prevedendone l'apertura parziale;
6. Implementazione di sistemi di ossicombustione, aumentando la percentuale di ossigeno nell'aria di combustione o tramite iniezione di ossigeno a breve distanza dal bruciatore (*High Level Lancing*), utilizzando in entrambi i casi bruciatori tradizionali;
7. Ottimizzazione dei supporti del materiale interni al forno, per diminuire tempo di residenza e temperatura di compensazione evitando fenomeni di sottoraffreddamento locali;
8. Riduzione degli elementi strutturali interni, specialmente nei forni con produzione continua, che richiedono un sistema di raffreddamento per preservarne le caratteristiche strutturali;

9. Implementazione di sistemi di colata *near net shape* per ridurre il numero di operazioni successive, e quindi la necessità di riscaldare i pezzi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 223 tep/anno per intervento.

Forni di trattamento termico

SETTORE INDUSTRIALE

Nell'industria siderurgica i trattamenti termici sono utilizzati per conferire ai prodotti opportune caratteristiche meccaniche e strutturali. Un tipico ciclo di trattamento termico consiste in un riscaldamento del pezzo, nel mantenimento dello stesso ad una temperatura ben definita e in un raffreddamento che può avvenire in aria o in acqua. Esempi di trattamenti termici sono la tempra, il rinvenimento e la ricottura.

Per il trattamento di ricottura su tubi e condotti saldati si rimanda all'apposita scheda "Ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati".

Esistono numerose tipologie di forni per il trattamento termico (a carro mobile, a muffola mobile, a fossa) ma la distinzione principale è tra forni elettrici a induzione e forni alimentati a gas.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Le **variabili operative** risultano essere la quantità e le caratteristiche del prodotto in lavorazione, oltre alla tipologia di ciclo di trattamento effettuato (ad es. tempra o rinvenimento). Per quanto riguarda la quantità di prodotti trattati, è possibile normalizzare il peso del materiale rispetto alla massima carica ammessa nel forno, evidenziando la dipendenza dal grado di riempimento dello stesso.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione delle quantità di prodotto trattate (differenziate per tipologia e per trattamento effettuato) e dei consumi del forno oggetto di intervento.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del forno nella configurazione ex ante normalizzato rispetto alle condizioni ex post. Nel caso di "Nuova installazione" invece esso sarà pari al consumo specifico di riferimento che potrà essere determinato valutando l'applicazione di bruciatori ad aria fredda. Il confronto dovrà avvenire tra forni di medesime caratteristiche, quali capacità nominale, tipologia di cicli effettuabili e di prodotti trattabili.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e per i diversi trattamenti eventualmente effettuati dal forno.

In via cautelativa, si potranno non considerare i risparmi ottenuti nella cosiddetta fase di mantenimento, ovvero la fase che intercorre tra la fine di un ciclo e l'inizio del ciclo successivo, in cui il forno viene mantenuto ad alta temperatura.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" per forni a combustibile, si segnalano le seguenti soluzioni:

1. Riorganizzazione del layout di processo al fine di implementare la carica calda in ingresso ai forni, prevedendo l'isolamento del percorso dalla sorgente della carica al forno;
2. Coibentazione in fibra ceramica in sostituzione del refrattario cementizio;

3. Installazione sistema di tenuta dinamica (tramite pistoni pneumatici) in luogo delle tenute a sabbiera, per minimizzare fuoriuscite di calore;
4. Installazione di sistemi di gestione dei gas di processo per ricircolo nel forno;
5. Modifica del design delle porte di carico e scarico, ad esempio prevedendone l'apertura parziale;
6. Implementazione di sistemi di ossicombustione, aumentando la percentuale di ossigeno nell'aria di combustione o tramite iniezione di ossigeno a breve distanza dal bruciatore (*High Level Lancing*), utilizzando in entrambi i casi bruciatori tradizionali;
7. Ottimizzazione dei supporti del materiale interni al forno, per diminuire tempo di residenza e temperatura di compensazione evitando fenomeni di sottoraffreddamento locali;
8. Riduzione degli elementi strutturali interni, specialmente nei forni con produzione continua, che richiedono un sistema di raffreddamento per preservarne le caratteristiche strutturali;
9. Implementazione di sistemi di colata *near net shape* per ridurre il numero di operazioni successive e quindi la necessità di riscaldare i pezzi.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 57 tep/anno per intervento.

Giranti per la compressione del vapore

SETTORE INDUSTRIALE

Tra i sistemi di ricompressione meccanica del vapore, le giranti ricoprono un ruolo rilevante per l'incremento di efficienza energetica di un impianto o di un processo. Tale incremento può essere determinato sia da un miglioramento delle performance energetiche che da un'ottimizzazione delle caratteristiche tecnico-costruttive di questi componenti.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Si riporta, di seguito, un esempio di applicazione della presente scheda ad interventi di **sostituzione di giranti per la compressione del vapore** del ventilatore di un impianto di concentrazione dell'industria casearia.

Ogni concentratore è composto da uno scambiatore a fascio tubiero, un serbatoio in cui si mantiene l'equilibrio liquido-vapore e una girante per la compressione del vapore. Il siero in ingresso entra nel primario dello scambiatore a fascio tubiero e si scalda causando una parziale evaporazione dell'acqua nella miscela. Dopo questa fase, la miscela liquido-vapore entra in un serbatoio in cui il vapore si dispone nella parte superiore della camera. Tale serbatoio è connesso in maniera tale che la girante possa aspirare unicamente il vapore acqueo e scaldarlo attraverso la sua compressione. Il vapore compresso viene poi inviato al secondario del precedente scambiatore a fascio tubiero per scaldare il siero in ingresso e infine esce dal concentratore e viene indirizzato al ritorno condense. Per ottenere un risparmio energetico, è possibile sostituire la girante del ventilatore con una nuova turbo-girante ad alta efficienza.

Il **programma di misura** può prevedere l'acquisizione delle seguenti **variabili operative**:

- quantità di concentrato in uscita dal concentratore [ton];
- energia elettrica consumata [kWh];
- ore di funzionamento della girante [h];
- pressione del vapore [bar].

Il **consumo di baseline** può essere determinato attraverso una correlazione tra la portata di concentrato in uscita e l'energia elettrica consumata dal concentratore nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di portata di concentrato in uscita nella situazione ex post.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la produzione di concentrato in uscita dal concentratore post intervento e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Impianti per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale con sistemi radianti ad alta temperatura

SETTORE INDUSTRIALE

Tra le soluzioni adottate per la climatizzazione degli ambienti in ambito industriale, siano essi uffici, aree produttive o magazzini, i sistemi radianti permettono di ottenere migliori performance energetiche rispetto ai sistemi di climatizzazione tradizionali. Tali sistemi possono essere inseriti a pavimento, a parete o a soffitto di un edificio, a seconda delle esigenze specifiche.

Gli impianti radianti funzionano con acqua a bassa temperatura (25-40°C) e sono pertanto ideali per essere integrati con pompe di calore, caldaie a condensazione, generatori a biomassa e con qualunque tecnologia che sfrutti fonti energetiche rinnovabili. Inoltre essi sono in grado di operare sia per il riscaldamento che per il raffrescamento degli ambienti.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l’acquisizione dei dati seguenti:

- energia termica e/o elettrica assorbita per la climatizzazione;
- gradi giorno.

Le principali **variabili operative** sono:

- dimensioni dell’ambiente da climatizzare;
- caratteristiche costruttive dell’edificio (materiali, chiusure, disposizione degli ambienti, punti di emissione);
- attività svolte all’interno degli ambienti;
- grado di occupazione;
- gradi giorno.

Si richiede inoltre di descrivere la modalità di produzione dell’energia termica per la climatizzazione degli ambienti nella situazione di baseline.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo del sistema di climatizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo di riferimento, che dovrà essere individuato per un sistema di climatizzazione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di assicurare le stesse condizioni di climatizzazione in ambienti di dimensioni analoghe).

Ai fini della normalizzazione dei consumi di baseline rispetto alla variabile operativa gradi giorno, sarà possibile utilizzare il seguente fattore di aggiustamento:

$$F_1 = \frac{GG_{baseline}}{GG_{post}}$$

Dove:

- $GG_{baseline}$ sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento o, in caso di nuova installazione, i gradi giorno utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento;
- GG_{post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza dei consumi tra le configurazioni di baseline e post intervento.

Impianti di concentrazione

SETTORE INDUSTRIALE

Gli evapo-concentratori sottovuoto permettono di ottenere consumi di energia termica decisamente più contenuti rispetto agli evapo-concentratori tradizionali operanti a pressione atmosferica. Anche in questo caso è possibile individuare configurazioni a effetti multipli e multistadio. Nei processi di depurazione dei reflui industriali, in particolare, l'utilizzo dell'evaporazione sottovuoto permette di ottenere importanti vantaggi, sia ambientali che economici, rispetto ai classici sistemi di tipo fisico-chimico o di trattamento biologico.

È opportuno, soprattutto al fine di individuare correttamente il valore del consumo di riferimento nel caso di "Nuova installazione", distinguere tra due tipologie di evaporazione sottovuoto tra le varie tecnologie disponibili:

- Evaporatori "a film sottile": diffusi ad esempio nei settori alimentare, saccarifero e caseario, essi risultano essere meno energivori data l'elevata efficienza di scambio termico; tuttavia questo processo dura pochi minuti e garantisce rese inferiori (al di sotto del 40-45%). Inoltre, non sono idonei al trattamento di prodotti problematici (ad es. flussi viscosi, fanghi e liquidi con tendenza all'incrostazione), quindi tale tecnologia non è applicabile ai processi di trattamento delle acque reflue;
- Evaporatori "a tubi immersi": garantiscono rese elevate, dell'ordine del 93-96%, ma il processo può durare anche qualche giorno. Sono idonei per applicazioni nei processi di trattamento delle acque reflue.

Generalmente vengono installate più unità in serie, configurazione detta a multipli effetti, nei quali il fluido recuperato per evaporazione nel primo effetto viene inviato agli evaporatori a valle che, operando a pressioni decrescenti, ne riducono la temperatura di evaporazione. In questo modo è possibile aumentare il tasso di concentrazione e allo stesso tempo ridurre i consumi energetici. Il numero di effetti adottati dipende dalle caratteristiche del processo, dalla produttività dell'impianto, ma soprattutto dai costi: il valore ottimale è frutto di un'analisi costi-benefici condotta sullo specifico processo.

Gli impianti a effetti multipli si distinguono da quelli multistadio in quanto questi ultimi sono generalmente a singolo effetto e prevedono la presenza di più evaporatori alimentati dalla stessa quantità di vapore vivo. Il fluido da trattare viene convogliato in sequenza nei diversi stadi e l'eventuale risparmio consiste unicamente nel recupero di calore sensibile del fluido nel passaggio da uno stadio all'altro.

Inoltre, un'altra possibile soluzione per svolgere il processo di concentrazione consiste nell'impiego di impianti a osmosi inversa. Questa tecnologia al momento risulta essere la più efficiente per applicazioni quali la concentrazione del siero di latte nell'industria casearia. Essa non prevede consumo di energia termica neanche all'avviamento del processo richiedendo unicamente energia elettrica per il funzionamento.

Per questa tipologia di intervento la **vita utile** prevista è di 7 e 5 anni, rispettivamente nei casi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione". È inoltre previsto l'intervento di "Efficientamento integrato", con vita utile pari a 5 anni.

Il **programma di misura**, sebbene possa variare in base allo specifico processo oggetto di intervento, in generale prevede il monitoraggio dei seguenti valori:

- quantità di prodotto (es. distillato o concentrato), dove la quantità di distillato può eventualmente essere calcolata come differenza tra la quantità di prodotto in ingresso e la quantità di concentrato in uscita dal dispositivo, in mancanza di un sistema di misurazione diretta;
- energia termica utile consumata, che può essere valutata a partire dalla portata di vapore e dal delta entalpico necessario alla sua evaporazione (calcolabile dalle condizioni termodinamiche del vapore);
- energia frigorifera consumata per la fase di condensazione;
- energia elettrica consumata.

Le principali **variabili operative** risultano essere la tipologia di miscela da trattare e la quantità di distillato/permeato recuperato che rappresenta l'effetto utile ottenuto dai macchinari in questione.

Il **consumo di baseline**, nel caso di interventi di "Sostituzione" e di "Efficientamento integrato", sarà pari al consumo specifico della macchina esistente normalizzato rispetto alle condizioni di lavoro in configurazione ex post. Nel caso di una "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento a seconda dello specifico processo oggetto di intervento:

- per evaporatori "a tubi immersi" si potrà fare riferimento ad un impianto di evaporazione sottovuoto a singolo stadio;
- per evaporatori "a film sottile" la tecnologia di riferimento risulta essere quella degli evaporatori a tre o a cinque effetti; in tal caso può essere assunto un consumo specifico di riferimento rispettivamente pari a 0,0203 o 0,0122 tep/t_{distillato}.

La distinzione è opportuna in quanto gli evaporatori "a film sottile" esistono in configurazioni comprendenti fino a 10-12 effetti, mentre gli evaporatori "a tubi immersi" non superano i tre effetti.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sul prodotto tra la quantità di prodotto (es. distillato o concentrato) e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico nella configurazione post intervento. Si specifica che questi valori devono includere tutti i contributi energetici del sistema ex post (ed ex ante in caso di "Sostituzione"), compresi i consumi degli ausiliari necessari al suo funzionamento.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Impianto di elettrolisi

SETTORE INDUSTRIALE

L'elettrolisi è un processo elettrochimico che consente di trasformare energia elettrica in energia chimica, attraverso trasformazioni chimiche che avvengono proprio grazie all'apporto di energia elettrica. In ambito industriale tale processo viene impiegato per la produzione di vari composti chimici, quali il cloro, l'idrossido di sodio e di potassio. Un impianto di elettrolisi può anche essere impiegato come generatore di idrogeno a partire dall'elettrolisi dell'acqua.

Ulteriori applicazioni consentono di svolgere processi quali la galvanostegia, la galvanoplastica e la cromatura che permettono di ricoprire la superficie di vari materiali con uno strato di metallo più pregiato. Inoltre, l'elettrolisi può essere applicata per il trattamento di reflui industriali contenenti composti biorefrattari, ovvero non eliminabili tramite i comuni trattamenti biologici.

Si specifica che sono ammissibili al meccanismo dei Certificati Bianchi esclusivamente gli interventi realizzati sull'impianto di elettrolisi e che non è possibile valorizzare l'eventuale utilizzo di energia da FER.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" è pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede in generale l'acquisizione dei dati seguenti:

- consumo di energia elettrica dell'impianto;
- quantità di prodotto in uscita dall'impianto, ad esempio portata di soluzione di idrossido di sodio ottenuta;
- temperatura del prodotto in uscita dall'impianto;
- densità del prodotto in uscita dall'impianto;
- la quantità di prodotto trattato, eventualmente differenziato in classi di prodotti aventi caratteristiche omogenee (in caso di svolgimento di processi quali la galvanostegia e galvanoplastica).

La temperatura e la densità delle miscele in ingresso/uscita sono necessarie per determinare le concentrazioni effettive, utili ai fini della normalizzazione dei consumi. Ad esempio, nel processo produttivo della soda caustica, i consumi possono essere riferiti al quantitativo di soda caustica normalizzata al 100% in peso.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di prodotto finale ottenuto;
- le quantità di sottoprodotti eventualmente ottenuti (ad esempio, idrogeno recuperato nella produzione di idrossido di sodio);
- le caratteristiche delle materie prime in ingresso al sistema (composizione, temperatura, densità, etc.);
- le caratteristiche del prodotto in uscita dal sistema (composizione, temperatura, densità, etc.);
- la quantità e le caratteristiche del prodotto trattato (in caso di svolgimento di processi quali la galvanostegia e galvanoplastica).

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dell'impianto. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra la

configurazione di baseline e post intervento. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto ottenuto/trattato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico dell’impianto nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte in configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto ottenuto/trattato. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un impianto di elettrolisi di caratteristiche equivalenti all’impianto oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi composti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto ottenuto/trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto ottenuto/trattato.

Impianto di polimerizzazione

SETTORE INDUSTRIALE

La polimerizzazione è un processo chimico mediante il quale è possibile ottenere macromolecole, dette catene polimeriche, a partire da molecole più semplici, dette monomeri. Esistono due principali processi di polimerizzazione, entrambi basati sulle reazioni chimiche che avvengono tra i reagenti in condizioni di alta temperatura:

- polimerizzazione a catena, attraverso la quale si crea un ambiente ad elevata temperatura e pressione e che richiede la presenza di reagenti iniziatori (metodo con cui si produce, ad esempio, il polietilene PE);
- polimerizzazione a stadi, in cui si utilizzano sostanze chimiche aventi molecole reagenti tra di loro e che pertanto non richiedono iniziatori (ad esempio, processo da cui si ottiene il Nylon).

Gli impianti di polimerizzazione, oltre a produrre diversi tipi di polimeri (quali fibre, elastomeri, polimeri termoplastici e termoindurenti) e gomme sintetiche, possono anche svolgere processi specifici (ad esempio, grafica e stampa). Inoltre, tramite processi di foto-polimerizzazione, è possibile ottenere l'essiccazione di inchiostri, lacche e vernici reattive alla luce UV, oppure l'incollaggio di materiali e componenti tramite appropriati adesivi e colle UV.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- le quantità di prodotto ottenuto o lavorato (ad esempio superficie verniciata da essiccare);
- consumi di energia elettrica, frigorifera e/o termica associati al funzionamento dell'impianto.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto ottenuto o lavorato;
- la tipologia e le caratteristiche del prodotto;
- la composizione della materia prima in ingresso.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico dell'impianto di polimerizzazione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di materie prime in ingresso. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un impianto di polimerizzazione di caratteristiche equivalenti all'impianto oggetto di intervento (ad esempio in grado di effettuare lo stesso processo o di ottenere gli stessi prodotti).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto ottenuto o trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di mix di materie prime in ingresso.

Tra i possibili interventi di "Efficientamento integrato", per processi di foto-polimerizzazione, si segnala la sostituzione delle lampade UV tradizionali, generalmente ad arco, con più efficienti lampade UV a led. Si può, inoltre, agire sul gruppo frigorifero utilizzato per il raffreddamento delle stesse lampade.

Installazione di componenti per il recupero di calore, qualora non tecnicamente possibile nella situazione ex ante, anche a servizio di reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento

SETTORE INDUSTRIALE

In questa tipologia di interventi rientrano tutti quei progetti caratterizzati da un'ottimizzazione dei flussi di calore all'interno di un impianto o di un processo, al fine di recuperare una parte di energia termica che altrimenti verrebbe dispersa e che dovrebbe essere generata con ulteriore dispendio energetico.

Al fine di inquadrare correttamente l'intervento nella presente tipologia si rappresenta che: non rientrano nella definizione di "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" gli interventi che fanno riferimento ad interventi di installazione di un sistema di recupero del calore per soddisfare un mero incremento di richiesta di energia termica delle utenze rispetto alla situazione ex ante. A titolo esemplificativo, non è considerato "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" un intervento di recupero di calore per fornire energia termica per il riscaldamento di un ambiente precedentemente non riscaldato. Ulteriori esempi di casi che non rientrano nel concetto di "non tecnicamente possibile nella situazione ex ante" sono relativi ad interventi che riguardano l'installazione di un sistema di recupero dell'energia termica:

- a seguito del mero incremento di calore recuperabile rispetto alla situazione ex ante, causato dall'aumento della produttività del processo a monte del sistema di recupero del calore. A titolo esemplificativo, si può fare riferimento al caso di aumento di energia termica recuperabile da un forno di cottura delle piastrelle ceramiche a seguito dell'incremento dei volumi produttivi del forno;
- da un impianto nuovo, ovvero sia non presente nella situazione ex ante.

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di "Nuova installazione", è pari a 7 anni.

I risparmi conseguibili possono essere valutati in base alla riduzione del consumo di combustibile per la produzione di energia termica, in funzione della quantità di energia termica che viene effettivamente recuperata. Tra le **variabili operative** da considerare, oltre alla quantità di energia termica recuperata, vi sono quelle relative all'utenza che andrà ad impiegare tale energia (generalmente temperature ed ore di effettivo utilizzo).

Il **programma di misura** si differenzia in base alla modalità con cui avviene lo scambio di calore:

- c) Recupero di solo calore, generalmente tramite uno scambiatore: è prevista l'acquisizione delle temperature in entrata ed uscita dallo scambiatore e la portata del fluido lato utenza;
- d) Recupero di un fluido caldo: devono essere monitorate portate ed entalpie del fluido recuperato e del fluido impiegato nella configurazione ex ante. Ad esempio, nel caso del recupero di condense per il reintegro del generatore di vapore, dovranno essere monitorate:
 - la temperatura e la portata delle condense recuperate;
 - la temperatura del fluido utilizzato per il reintegro prima dell'intervento.

Quest'ultima misura è necessaria per poter scorporare il contenuto energetico del fluido già utilizzato nella situazione ante intervento dal contributo energetico del fluido recuperato.

In entrambi i casi deve essere monitorato anche il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, quali possono essere pompe di circolazione o ventilatori, al fine di decurtare dai risparmi di energia primaria conseguibili eventuali maggiori consumi rispetto alla situazione ante intervento.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione di baseline per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento, quantificato in funzione della modalità di produzione di energia termica nella configurazione ex ante/riferimento (ad esempio in funzione del rendimento della centrale ex ante o, qualora non esistente, rispetto ai rendimenti di riferimento per centrali termiche).

Si specifica che, nel caso in cui l'energia termica recuperata fosse stata prodotta da una centrale termica nella configurazione ante intervento, il valore del rendimento può essere calcolato come il rapporto tra la totalità dell'energia termica prodotta dalla centrale termica nei 12 mesi di esercizio antecedenti la data di avvio e la totalità dell'energia del combustibile in ingresso nel medesimo periodo. È pertanto necessario fornire i dati di consumo della centrale riferiti ad almeno gli ultimi 12 mesi di esercizio in condizioni ex ante, con dettaglio almeno giornaliero (fatto salvo quanto previsto al punto 1.3 dell'Allegato 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.).

Nel caso in cui il periodo di monitoraggio ante intervento fosse minore di 12 mesi e/o presentasse una frequenza non giornaliera, si potrà utilizzare il valore di rendimento ottenuto dalla più recente prova fumi al fine di validare i dati raccolti, assumendo in via cautelativa un rendimento di generazione pari al rendimento di combustione. In alternativa, nel caso in cui il soggetto proponente dimostri, tramite misure effettuate per un periodo inferiore a 12 mesi o con frequenza non giornaliera, o tramite opportuna documentazione tecnica (ad esempio con una prova fumi), che il consumo ante intervento sia superiore a quello di riferimento, sarà possibile considerare il consumo di baseline pari al consumo di riferimento.

Qualora l'energia termica all'interno dello stabilimento venisse prodotta da più sistemi e qualora non fosse possibile attribuire il risparmio atteso dall'intervento unicamente ad uno di essi, il rendimento da considerare sarà quello del sistema che presenta il valore più conservativo.

In ogni caso, si richiede al soggetto proponente di fornire precise indicazioni sui metodi e le strategie di produzione dell'energia termica ex ante, specialmente nel caso di produzione da impianto di cogenerazione, insieme al fabbisogno energetico dello stabilimento e/o del processo oggetto di intervento. Inoltre, si richiede di fornire informazioni dettagliate sul processo da cui avviene il recupero di calore, al fine di inquadrare correttamente l'intervento, oltre ad una descrizione dettagliata di tutti i componenti installati nell'ambito del progetto.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il rapporto tra l'energia termica recuperata ed il valore del rendimento di generazione indicato precedentemente. Al valore ottenuto devono poi essere sottratti i consumi di tutti gli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero, eventualmente installati nella configurazione post intervento.

Si specifica che il risparmio di energia primaria deve essere calcolato considerando esclusivamente l'energia termica recuperata effettivamente trasmessa alle utenze, quantificabile ad esempio come

quantità di vapore recuperato trasferita ad un determinato processo, escludendo eventuali perdite dai serbatoi di accumulo o quote di energia disperse per superamento del fabbisogno di impianto. In tali casi è necessario prevedere nell'algoritmo di calcolo, l'introduzione di un parametro di controllo che consenta di verificare che al recupero termico sia associato un equivalente risparmio di energia primaria.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Interventi di riduzione del consumo idrico con riduzione del consumo energetico nei propri sistemi di pompaggio, ivi compreso il riciclo

SETTORE INDUSTRIALE, SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione”, di “Sostituzione” e di “Efficientamento integrato” di sistemi che consentono una riduzione del consumo idrico, anche attraverso tecniche di riciclo, e che conseguentemente generano un risparmio di energia elettrica dovuto ad una riduzione dell’acqua pompata a parità di servizio reso. A tali tipologie di intervento corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà consentire il monitoraggio della quantità di acqua risparmiata [m³] tra la configurazione ante intervento e quella post intervento e quantificare il consumo specifico del sistema di pompaggio [kWh/m³] della situazione post intervento relativo alla sezione d’impianto in cui si verifica il risparmio idrico, nonché l’eventuale consumo di energia elettrica dei componenti ausiliari (ad esempio le pompe o impianti di trattamento) necessarie all’attuazione del risparmio idrico nella situazione post intervento.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post (es. eventuali differenze di temperatura dell’acqua per interventi di risparmio idrico su circuiti di raffreddamento).

L’**algoritmo di calcolo** dei risparmi da adottare, fermo restando l’individuazione di ulteriori variabili operative, potrà essere il seguente:

$$RISP = [(Q_{ante} - Q_{post}) \times C_{S_{post}} - C_{aux_{post}}] \times f_e$$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- Q_{ante} , Q_{post} le quantità di acqua consumata nella configurazione ante e post intervento [m³];
- $C_{S_{post}}$ è il consumo specifico del sistema di pompaggio della situazione post intervento relativo alla sezione d’impianto in cui si verifica il risparmio idrico [kWh/m³];
- $C_{aux_{post}}$ è il consumo di energia elettrica di eventuali pompe ausiliare, altro macchinario accessorio e strumentazioni necessarie nella situazione post intervento per attuare il risparmio idrico [kWh];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 11 tep/anno per intervento.

Isolamento termico di superfici disperdenti opache degli edifici

SETTORE INDUSTRIALE, CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

Al fine di contenere i costi relativi al riscaldamento ed al raffreddamento degli ambienti di un edificio, una misura particolarmente efficace consiste nell'isolamento termico di superfici disperdenti opache. L'obiettivo sarà quello di ridurre la trasmittanza della superficie oggetto di intervento, in modo da poter minimizzare le dispersioni termiche.

Più in generale, con superficie disperdente si intende tutta la superficie che delimita il volume climatizzato di un ambiente rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione. Con superficie opaca invece si limita il campo di intervento all'insieme di tutti gli elementi non trasparenti che compongono l'involucro stesso, ovverosia le pareti, le strutture orizzontali e le coperture.

I parametri utili per valutare le performance energetiche ottenute a seguito dell'isolamento dell'involucro sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale (EP_H) ed estiva (EP_C).

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di "Nuova installazione", è pari a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi di energia elettrica, termica e frigorifera attribuibili al sistema di condizionamento dell'edificio.

La principale **variabile operativa** risulta essere i gradi giorno, calcolabili ad esempio tramite la stazione Arpa più prossima all'edificio oggetto di intervento.

Al fine di determinare gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale (EP_H) ed estiva (EP_C), nelle situazioni ante e post intervento, si potranno fornire gli output dei software di calcolo eventualmente utilizzati, oltre alla seguente documentazione tecnica relativa all'edificio oggetto di intervento:

- relazione energetica, elaborato anche noto come "ex Legge 10";
- attestato di prestazione energetica (APE);
- diagnosi energetica.

Si richiede inoltre di fornire un'adeguata descrizione, corredata da schede tecniche, di tutti i componenti compresi nel perimetro del progetto, ad esempio dei materiali isolanti impiegati.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo di energia necessaria alla climatizzazione dell'edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la differenza percentuale delle prestazioni relative al sistema di climatizzazione del sistema edificio-impianto, nelle condizioni di baseline e post intervento, ed il consumo di energia primaria misurato nelle condizioni ex post. Si potranno pertanto utilizzare le seguenti formule per calcolare il risparmio relativo rispettivamente alla climatizzazione invernale e alla climatizzazione estiva:

$$RISP_H = \left(\frac{EP_{H,ex_ante} - EP_{H,ex_post}}{EP_{H,ex_post}} \right) * (C_{el,rete,H,post} * f_e + C_{comb,H,post} * PCI * f_t)$$

$$RISP_C = \left(\frac{EP_{C,ex_ante} - EP_{C,ex_post}}{EP_{C,ex_post}} \right) * (C_{el,rete,C,post} * f_e + C_{comb,C,post} * PCI * f_t)$$

Dove:

- $EP_{H/C,ex_ante}$ sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale/estiva nella configurazione ex ante [kWh/m²];
- $EP_{H/C,ex_post}$ sono gli indici di prestazione energetica del sistema edificio-impianto per climatizzazione invernale/estiva nella configurazione ex post [kWh/m²];
- $C_{el,rete,H/C,post}$ è il consumo di energia elettrica prelevata da rete misurato nella configurazione post intervento per la climatizzazione invernale/estiva [kWh];
- f_e è il fattore di conversione dell'energia elettrica da kWh a tep, pari a 0,000187 tep/kWh;
- $C_{comb,H/C,post}$ è il consumo di combustibile misurato nella configurazione post intervento per la climatizzazione invernale/estiva [Smc];
- PCI è il potere calorifico inferiore del combustibile [kWh/Smc];
- f_t è il fattore di conversione dell'energia termica da kWh a tep, pari a 0,000086 tep/kWh.

Inoltre potrà essere individuato come parametro di controllo il confronto tra i consumi della situazione ante intervento, normalizzati rispetto ai gradi giorno, e i consumi della situazione post intervento. Tale parametro di controllo potrà essere confrontato con il risparmio percentuale derivante dalla comparazione degli indici di prestazione energetica globale non rinnovabile.

$$R_{\%} = \frac{C_{ex_ante} - C_{ex_post} * \frac{GG_{ex_ante}}{GG_{ex_post}}}{C_{ex_ante}}$$

Dove:

- C_{ex_ante} è il consumo rilevato nella configurazione ante intervento;
- C_{ex_post} è il consumo rilevato nella configurazione post intervento;
- GG_{ex_ante} sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento;
- GG_{ex_post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

Linea di produzione della fibra ottica

SETTORE INDUSTRIALE

La produzione della fibra ottica è un processo altamente tecnologico.

Inizialmente alcuni materiali altamente purificati sono combinati con la sabbia silicea per produrre, tramite svariati processi (IVD, OVD, VAD), la preforma. Essa è un cilindro di vetro puro, multistrato, di circa 20 centimetri di circonferenza, formata da due tubi perfettamente concentrici, ognuno con un diverso indice di rifrazione della luce. La preforma è poi montata in cima a una torre e la sua base viene riscaldata in un forno (a oltre 2.000 °C) per produrre una sottile goccia, che cadrà per gravità e sarà trafilata per ottenere un diametro stretto e uniforme di circa 100 micron. Il gas argon privo di ossigeno e molto puro viene fatto circolare nel forno per proteggere i componenti di grafite da temperature così elevate. La fibra nuda così ottenuta viene dapprima raffreddata per poter applicare due strati di un materiale di rivestimento, come l'acrilato o la poliammide, che forniscono protezione e proprietà di flessione. Un argano nella parte inferiore della torre di filatura tira continuamente e avvolge la fibra di vetro. La velocità della filatura della fibra dipende dalla preforma, dal tipo di fibra e dall'apparecchiatura disponibile. Segue poi una fase di test per verificare il rispetto delle proprietà richieste dal cliente.

La fibra ottica finita viene avvolta su bobine dalla capacità di diversi chilometri fino a esaurimento della preforma. Successivamente vengono utilizzate delle bobine più piccole per selezionare e classificare le fibre ottiche in base alle loro applicazioni future. Complessivamente è possibile differenziare la fibra in due categorie: fibra monomodale (utilizzo per la lunga distanza) e fibra multimodale (per distanze più brevi). In genere il diametro finale per entrambe le fibre è di 250 µm.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l’acquisizione dei dati seguenti:

- valori di produzione in uscita dalla linea, eventualmente differenziati per tipologia di prodotto;
- percentuale di scarti, da cui deriva la resa del processo;
- consumi di energia termica e/o elettrica associati al funzionamento della linea.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità e la tipologia di fibra ottica ottenuta;
- la quantità di scarti;
- la temperatura di riscaldamento della preforma;
- la forza di trafilatura;
- la velocità di filatura.

Si richiede di fornire un’adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l’eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di produzione di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto.

Il **consumo di baseline**, nei casi di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della linea produttiva nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto ottenute. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una linea di caratteristiche equivalenti alla linea oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva comparabile e stessi prodotti ottenibili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di fibra ottica ottenuta e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto ottenuto.

Per quanto riguarda l’“Efficientamento integrato”, è possibile prevedere sia interventi mirati su alcuni componenti della linea (ad esempio torni di deposizione, fornaci di compattamento, fornaci di filatura) sia interventi di ottimizzazione dei sistemi di controllo dei parametri operativi (temperature, tensione della fibra, etc.) e relativi attuatori in tutte le fasi del processo.

Linee collaggio per la produzione di candele

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia di progetto ricadono gli interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” di linee di produzione di candele tramite il processo di collaggio, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10, 7 e 5 anni.

A differenza delle linee di pressatura quelle a collaggio non prevedono la fase di polverizzazione della cera e generalmente la miscela di cera dai reattori di fusione viene direttamente colata, sotto forma di slurry, nella macchina riempitrice.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica complessivamente consumata dalla linea e dai relativi ausiliari e delle seguenti **variabili operative**:

- quantità di candele prodotte [kg];
- tipologie di candele prodotte;
- temperatura dell’ambiente esterno la quale influenza l’assorbimento dei gruppi frigo utilizzati per il processo di raffreddamento [°C].

La **baseline** da adottare potrà essere una funzione del consumo specifico al variare della quantità di candele prodotte giornalmente e della temperatura esterna.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico della linea di collaggio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post, della temperatura esterna ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di candele prodotte. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una linea di collaggio di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di trattare quantità e tipologie analoghe di prodotti).

Macchine di imballaggio

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine di imballaggio vengono impiegate in tutti quei settori ed in quelle fasi produttive in cui si riscontra l'esigenza di confezionare prodotti di varia natura, siano essi prodotti finiti o cosiddetti *work in progress*. Il fine può essere quello di preservare la qualità e l'integrità di un bene, ma anche facilitarne il trasporto e la movimentazione. La possibilità di automatizzare la fase di imballaggio garantisce numerosi vantaggi in termini di costi, produttività ed ottimizzazione degli spazi.

La struttura di una linea di imballaggio dipende da fattori quali la produttività del processo a cui essa è applicata, dalle caratteristiche richieste all'imballaggio (ad esempio se necessario a scopo protettivo o di chiusura) e ovviamente dal tipo di prodotto trattato. Alcune tipologie di macchine per imballaggio possono essere:

- riempitrici (operanti con plastica, carta o schiuma);
- nastratrici;
- reggiatrici;
- avvolgitrici;
- termoconfezionatrici;
- saldatrici;
- confezionatrici (orizzontali e verticali);
- incartonatrici;
- pallettizzatori.

Generalmente tali macchine assorbono principalmente energia elettrica. Esistono però applicazioni, quali la tecnologia di imballaggio termoretraibile, in cui è necessario fornire anche energia termica.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di prodotto imballato;
- consumi di energia termica e/o elettrica assorbite dalla macchina.

Le principali **variabili operative** sono:

- le quantità di prodotto trattate;
- la tipologia di prodotto;
- la quantità e le caratteristiche dell'imballaggio.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di imballaggio utilizzato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico della macchina o della linea di imballaggio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate e/o di imballaggio utilizzato. In caso di “Nuova installazione”, il consumo di baseline sarà pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una macchina o una linea di imballaggio di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di trattare quantità e tipologie analoghe di prodotti).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto e/o di imballaggio impiegato.

Macchine formatrici

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine formatrici agiscono modificando i materiali in ingresso al fine di fargli assumere una determinata forma, generalmente impiegando appositi utensili detti stampi. Questi macchinari permettono di lavorare diverse materie prime al fine di ottenere numerose tipologie di prodotti, tra i quali ad esempio:

- scatole e contenitori in cartone;
- gusci e serbatoi in lamiera;
- estremità di tubi in acciaio;
- anime e forme per fonderia;
- alimenti per il settore caseario e della panificazione.

Si segnala, inoltre, che non rientrano in tale tipologia d'intervento gli interventi riguardanti lo stampaggio di materie plastiche per le quali sono presenti le specifiche tipologie denominate "presse ad eccezione di presse idrauliche per stampaggio di materie plastiche" e "sistemi di termoformatura per stampaggio di materie plastiche".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- peso totale di materiale lavorato, eventualmente differenziato in classi aventi caratteristiche omogenee;
- energia elettrica e/o termica consumata da ciascuna formatrice.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di materiale lavorato;
- la tipologia di prodotto finito;
- la temperatura del materiale lavorato;
- la pressione di esercizio;
- la forza di chiusura dello stampo;
- le materie prime in ingresso (densità, composizione, etc.);
- le caratteristiche geometriche ed il materiale dello stampo.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ex ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", è pari al consumo specifico della macchina nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato

per una macchina formatrice con caratteristiche analoghe alla macchina oggetto di intervento (ad esempio con capacità produttiva analoga e stessi prodotti ottenibili).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Macchine per la spiratura

SETTORE INDUSTRIALE

Le macchine per la spiratura hanno la finalità di coprire un filo di elastomero “anima” con un altro di “ricopertura” avvolto a spirali attorno al primo: per fare questo, si fa passare dentro il rocchetto il filo di elastomero mentre dal rocchetto si srotola la ricopertura. La macchina è costituita da un albero di alimentazione che regola la velocità di svolgimento delle bobine di elastomero e da due nastri paralleli che fanno ruotare i rocchetti di filo: l’elastomero passa nei fori di questi rocchetti per essere avvolto.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà garantire, per ogni macchina oggetto dell’intervento, l’acquisizione del consumo di energia elettrica e della quantità di filato lavorata (in kg e differenziata eventualmente per le differenti tipologie prodotte).

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di materiale lavorato;
- la tipologia di prodotto finito.

Il **consumo di baseline** corrisponde al consumo specifico del filatoio nella configurazione di baseline, normalizzato rispetto alle condizioni operative della situazione post intervento.

In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una macchina per la spiratura avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare quantità e tipologie di prodotto finito analoghe).

L’**algoritmo di calcolo** dei risparmi prevede quindi il prodotto tra la produzione di filato nella configurazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico post intervento, entrambi in kWh/kg_{filato}.

Molazze

SETTORE INDUSTRIALE

Le molazze sono componenti utilizzati principalmente nelle fonderie per la miscelazione di varie sostanze (ad es. terra rigenerata, sabbia nuova, additivi e acqua etc.) utile per ottenere le forme nelle quali viene colata la ghisa liquida.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione”, “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** può prevedere l’acquisizione dei dati relativi alle seguenti **variabili operative**:

- quantità di terra rigenerata caricata [ton];
- quantità di sabbia nuova caricata [ton];
- quantità di additivi caricata [ton];
- volume di acqua caricato [L];
- energia elettrica assorbita dalle molazze [kWh].

Si richiede di fornire un’adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del componente. Deve, inoltre, essere valutata l’eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione” e di “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della molazza nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di quantità di materiale caricato nella molazza nella situazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per una molazza avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare quantità analoghe di materiale).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità totale di materiale caricato nella molazza post intervento e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” di questi componenti vi sono quelli che determinano un incremento di efficienza energetica principalmente legato:

- all’evoluzione delle performance del motore elettrico;
- all’ottimizzazione del layout di carico/scarico;
- all’efficienza di mescolamento.

Ottimizzazione energetica processo compressione del gas naturale

SETTORE INDUSTRIALE

Gli impianti di compressione del gas naturale sono fondamentali per garantire la distribuzione di questo vettore energetico. Lo scopo di questi impianti è quello di fornire al gas la necessaria spinta per percorrere la rete dei metanodotti, assicurandone il regolare flusso. Inoltre, il gas naturale può essere compresso fino all'1% del volume occupato a pressione atmosferica, raggiungendo pressioni di 200-250 bar, al fine di facilitarne il trasporto e lo stoccaggio in appositi contenitori rigidi.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia assorbita dal sistema di compressione.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura di aspirazione per ogni stadio di compressione;
- la temperatura di mandata per ogni stadio di compressione;
- la pressione di aspirazione per ogni stadio di compressione;
- la pressione di mandata per ogni stadio di compressione;
- il numero di stadi di compressione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione delle variabili operative nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità produttiva tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del sistema di compressione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di compressione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di comprimere quantità analoghe di gas alla stessa pressione finale).

Qualora le condizioni operative variassero tra la configurazione ex ante ed ex post (ad esempio, in un sistema di compressione in un impianto di produzione del gas naturale, per effetto della naturale depletion dei giacimenti o delle oscillazioni di pressione nella consegna esterna del gas), al fine di effettuare un confronto a parità di servizio reso, sarà possibile effettuare una simulazione termodinamica per determinare il consumo del sistema di compressione della situazione ex ante. Tale simulazione dovrà poi essere opportunamente validata, ad esempio effettuando una simulazione di un set di parametri operativi rappresentativi della condizione ex ante e confrontando i risultati con i consumi ottenuti nella configurazione ex ante.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di gas trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Pastorizzatori

SETTORE INDUSTRIALE

La pastorizzazione è un processo termico mediante il quale un prodotto viene riscaldato al fine di eliminare i microrganismi patogeni in esso contenuti. Tale processo è particolarmente diffuso in ambito alimentare, ad esempio nel settore lattiero-caseario, dove viene applicato allo scopo di prevenire possibili alterazioni degli alimenti, aumentandone i tempi di conservazione rispetto ai prodotti freschi.

Le temperature di esercizio variano in funzione del prodotto oggetto di trattamento, ma in generale sono inferiori a quelle adottate in altri processi che comportano alterazioni consistenti (ad esempio processi di sterilizzazione). L'efficacia del processo dipende anche dal tempo di residenza del prodotto alla temperatura prestabilita. Tra le varie combinazioni tempo-temperatura, è possibile individuare due tipologie di processi di pastorizzazione:

- LTLT (Low Temperature Long Time): esposizione a temperature moderate per tempi lunghi, ad esempio 63 °C per 30 minuti;
- HTST (High Temperature Short Time): esposizione ad alte temperature per tempi brevi, ad esempio 72 °C per almeno 15 secondi (processo noto anche come pastorizzazione flash).

Solitamente tali processi si svolgono mediante l'impiego di energia termica, ad esempio utilizzando vapore ed un sistema di scambiatori di calore. L'efficienza del processo può essere incrementata sfruttando il calore contenuto nel prodotto in uscita dal processo per riscaldare il prodotto in ingresso. Si segnalano anche soluzioni innovative che prevedono l'impiego della tecnologia UV e che, pertanto, richiedono unicamente energia elettrica per lo svolgimento del processo. Tale configurazione risulta essere particolarmente efficiente e, laddove applicabile, consente notevoli risparmi energetici.

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” e “Sostituzione” risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di prodotto trattato, ad esempio siero di latte;
- consumo di energia termica;
- consumo di energia elettrica.

Le principali **variabili operative** sono, ad esempio:

- le quantità di prodotto lavorate;
- la tipologia di prodotto;
- le temperature applicate;
- il tempo di residenza.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni di baseline e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto lavorato.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione”, è pari al consumo specifico del pastorizzatore nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post ed eventualmente differenziato per le diverse tipologie di prodotto trattate. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un pastorizzatore avente caratteristiche equivalenti al macchinario oggetto di intervento (ad esempio in grado di processare prodotti analoghi e con capacità produttiva comparabile).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Pressofusione dell'alluminio

SETTORE INDUSTRIALE

La pressofusione è un sistema di colata in cui l'alluminio fuso viene iniettato ad alta pressione in uno stampo metallico tenuto chiuso grazie all'impiego di apposite presse. La pressofusione comporta vantaggi sia sul prodotto finito, in termini di qualità e resistenza, sia sul processo produttivo, garantendo un'elevata capacità produttiva grazie ad una riduzione dei tempi di processo e all'utilizzo di un unico stampo per grandi produzioni in serie.

Ciascuna isola di pressofusione prevede in ingresso alluminio fuso, eventualmente proveniente da un forno di attesa, e restituisce il prodotto semifinito (ad es. radiatori). I consumi dell'intera isola sono principalmente dati dal funzionamento della pressa, ma possono comprendere anche il funzionamento di diversi dispositivi quali, ad esempio, la trancia, il lubrificatore e la smaterozzatrice.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei dati seguenti:

- peso totale dei pezzi prodotti eventualmente differenziati per diverse tipologie;
- energia elettrica consumata da ciascuna isola di pressofusione.

Il peso totale dei pezzi prodotti può essere ricavato moltiplicando il numero di pezzi per il loro peso unitario, a sua volta ottenibile dal volume dello stampo per la densità dell'alluminio (valore in letteratura pari a 2700 kg/m³).

Le principali **variabili operative** sono:

- le temperature dell'alluminio in ingresso e del prodotto in uscita;
- la pressione di esercizio;
- le caratteristiche geometriche ed il materiale dello stampo;
- il tempo ciclo della pressa.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni dei macchinari. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalle differenti quantità prodotte tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di trattamento di lotti di prodotti con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di prodotto e/o di materiale in ingresso.

Il **consumo di baseline**, nei casi di "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato", è pari al consumo specifico dell'isola di pressofusione nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto ai valori di produzione ex post, differenziato per le diverse tipologie di prodotto se presenti, suddividendo eventualmente i consumi tra i periodi nei quali l'isola è in stand-by (produzione nulla) e i periodi nei quali si riscontra una produzione. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un'isola di pressofusione con caratteristiche analoghe, principalmente in termini di capacità produttiva e dispositivi ausiliari, all'isola di pressofusione oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la quantità di prodotto trattata e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento. La rendicontazione dei risparmi dovrà essere effettuata per singola tipologia di prodotto.

Per quanto riguarda gli interventi di "Efficientamento integrato" è possibile agire sia sul layout dell'intera isola di pressofusione, sia sui singoli componenti, in particolare sulla pressa che rappresenta il dispositivo più energivoro.

Realizzazione e riqualificazione profonda di edifici (e serre)

SETTORE INDUSTRIALE, CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

I progetti riqualificazione profonda di edifici sono costituiti da una serie di interventi contestuali sia sull'involucro, sia sull'impianto, in grado di generare un risparmio di energia primaria tra la situazione ante e post intervento ameno pari al 40%.

Per interventi di nuova realizzazione si intendono interventi che garantiscono performance energetiche superiori agli edifici NZEB (Nearly Zero Energy Building), secondo quanto previsto dal D.M. 26 giugno 2015 (c.d. D.M. Requisiti Minimi).

In entrambi in casi, considerando che l'intervento è da considerarsi nella sua interezza, è ammissibile l'installazione di qualunque impianto da fonte rinnovabile sia termica, sia elettrica, nel solo rispetto dei soli requisiti previsti dal DM Requisiti Minimi.

Un parametro utile per valutare le performance energetiche di un edificio è l'indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), che include ad esempio i contributi dati dal riscaldamento invernale, il raffrescamento estivo e l'illuminazione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari in entrambi i casi a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi relativi ai servizi oggetto di intervento (ad esempio climatizzazione invernale e/o estiva, etc.).

La principale **variabile operativa** risulta essere i gradi giorno, calcolabili ad esempio tramite la stazione Arpa più prossima all'edificio oggetto di intervento.

Al fine di determinare l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), nelle situazioni ante e post intervento, si potranno fornire gli output dei software di calcolo eventualmente utilizzati, oltre alla seguente documentazione tecnica relativa all'edificio oggetto di intervento:

- relazione energetica, elaborato anche noto come "ex Legge 10";
- attestato di prestazione energetica (APE);
- diagnosi energetica.

Si richiede inoltre di fornire un'adeguata descrizione, corredata da schede tecniche, di tutti i componenti compresi nel perimetro del progetto, ad esempio infissi, impianti, materiali isolanti impiegati, etc.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Efficientamento integrato", è pari al consumo dell'edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un edificio avente caratteristiche equivalenti alla struttura oggetto di intervento (ad esempio in termini di posizione geografica, orientamento, dimensioni, funzione, etc.). In particolare, per quanto riguarda le caratteristiche termofisiche e di rendimento, si potranno considerare i valori definiti per un edificio di riferimento dalle tabelle riportate nel D.M. 26/06/2015

“Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”. Oltre al suddetto D.M. sarà comunque necessario riferirsi alla più recente normativa in tema di edifici NZEB.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra la differenza percentuale delle prestazioni del sistema edificio-impianto ($EP_{gl,tot}$), nelle condizioni di baseline e post intervento, ed il consumo di energia primaria misurato nelle condizioni ex post. Si potrà pertanto utilizzare la seguente formula:

$$RISP = \left(\frac{EP_{gl,tot,baseline}}{EP_{gl,tot,post}} - 1 \right) * [(C_{el,rete,post}) * f_e + (C_{comb,post} * PCI + C_{sol term}) * f_t]$$

Dove:

- $EP_{gl,tot,baseline}$ è l’indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto nella configurazione di baseline [kWh/m²];
- $EP_{gl,tot,post}$ è l’indice di prestazione energetica globale totale del sistema edificio-impianto nella configurazione post intervento [kWh/m²];
- $C_{el,rete,post}$ è il consumo di energia elettrica prelevata da rete misurato nella configurazione post intervento [kWh];
- f_e è il fattore di conversione dell’energia elettrica da kWh a tep, pari a 0,000187 tep/kWh;
- $C_{comb,post}$ è il consumo di combustibile misurato nella configurazione post intervento [Smc];
- $C_{sol term}$ è l’energia termica prodotta dal solare termico e autoconsumata nella configurazione post intervento [kWh];
- PCI è il potere calorifico inferiore del combustibile [kWh/Smc];
- f_t è il fattore di conversione dell’energia termica da kWh a tep, pari a 0,000086 tep/kWh.

Inoltre potrà essere individuato come parametro di controllo, per i casi di “Efficientamento integrato”, il confronto tra i consumi della situazione ante intervento, normalizzati rispetto ai gradi giorno, e i consumi della situazione post intervento. Tale parametro di controllo potrà essere confrontato con il risparmio percentuale derivante dalla comparazione degli indici di prestazione energetica globale non rinnovabile.

$$R_{\%} = \frac{C_{ex_ante} - C_{ex_post} * \frac{GG_{ex_ante}}{GG_{ex_post}}}{C_{ex_ante}}$$

Dove:

- C_{ex_ante} è il consumo rilevato nella configurazione ante intervento;
- C_{ex_post} è il consumo rilevato nella configurazione post intervento;
- GG_{ex_ante} sono i gradi giorno riscontrati nel periodo di monitoraggio ante intervento;
- GG_{ex_post} sono i gradi giorno effettivamente riscontrati nella configurazione post intervento.

Tra gli interventi di “Efficientamento integrato” nel settore edilizio si segnalano le seguenti soluzioni:

- l’implementazione di sistemi di gestione efficienti, ad esempio sistemi di automazione BACS per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell’edificio e degli impianti termici anche unitamente a sistemi per il monitoraggio della prestazione energetica;
- la progettazione efficiente dell’involucro edilizio;

- l'adozione di impiantistica efficiente;
- l'isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente, soprattutto al fine di minimizzare le dispersioni termiche e massimizzare l'illuminazione naturale;
- la sostituzione delle chiusure trasparenti, comprensive di infissi;
- l'installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da est-sud-est a ovest, fissi o mobili, non trasportabili;
- l'impiego di materiali ecologici per la bioedilizia o prodotti per la bioedilizia oggetto di certificazione da parte di istituti accreditati.

Recupero di correnti di processo negli impianti di produzione di gas tecnici

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia d'intervento ricadono progetti che prevedono il recupero di correnti di processo negli impianti di produzione di gas tecnici.

A titolo esemplificativo, ricadono in questa tipologia di intervento i progetti di efficienza energetica che prevedono, in impianti di produzione dei gas tecnici, il recupero di una corrente gassosa precedentemente dispersa in atmosfera e successivamente resa disponibile per usi finali. Il beneficio energetico generabile da questi interventi è legato alla possibilità di sfruttare il contenuto energetico di una corrente gassosa, relativo ai processi che sono stati effettuati per renderla disponibile (ad es. frazionamento), che altrimenti sarebbe andato disperso.

La **vita utile** prevista per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" è rispettivamente pari a 10, 7 e 5 anni.

La contestuale realizzazione dell'intervento di recupero della corrente di processo e di altri interventi di efficientamento dell'impianto di produzione dei gas tecnici, quali ad esempio la riqualificazione della sezione di compressione o di refrigerazione, può essere ricondotta ad "Efficientamento integrato".

Considerando la varietà di interventi riconducibili a tale tipologia di intervento, il programma di misura e l'algoritmo di calcolo adottabili per quantificare i risparmi di energia primaria non sono univocamente identificabili. Si riportano a titolo esemplificativo ma non esaustivo i progetti di efficienza energetica che prevedono, in impianti di produzione di ossigeno, azoto e argon a partire dall'aria atmosferica, il recupero di una corrente gassosa di azoto precedentemente dispersa in atmosfera e successivamente liquefatta e resa disponibile per il mercato.

In questo caso, il **programma di misura** potrà prevedere, ad esempio, l'acquisizione del consumo di energia elettrica dell'impianto e i quantitativi dei gas tecnici prodotti.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano le **variabili operative** da considerare e monitorare:

- consumo di energia elettrica dell'impianto [kWh];
- quantità totale di gas tecnici prodotti [Nmc];
- percentuale di ossigeno liquefatto rispetto all'ossigeno totale prodotto [%].

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà, ad esempio, prevedere il confronto tra i consumi elettrici dell'impianto nella situazione ante intervento e post intervento, a parità di produzione totale dei gas tecnici e della percentuale di ossigeno liquefatto rispetto all'ossigeno totale prodotto.

Recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale

SETTORE INDUSTRIALE, RETI, SERVIZI E TRASPORTI

Il recupero di energia elettrica dalla decompressione del gas naturale si basa sullo sfruttamento della caduta di pressione che deve essere imposta al gas stesso. Il gas naturale, infatti, viene trasportato in pipeline ad alta pressione, mentre la pressione di utilizzo è generalmente molto più bassa. Pertanto, è necessario prevedere dei dispositivi in grado di ridurre la pressione tra il sistema di distribuzione e le utenze ovvero tra il sistema di trasporto e il sistema di distribuzione.

Tradizionalmente la riduzione di pressione è effettuata per laminazione mediante riduttori convenzionali (valvole). L'installazione di un turbospansore in luogo delle classiche valvole permette, invece, di convertire il contenuto entalpico del gas in energia meccanica ed in seguito, tramite un generatore, in energia elettrica.

La fase di decompressione può essere svolta anche insieme ad altre operazioni nelle cosiddette cabine di decompressione. Al loro interno il gas è filtrato e misurato. Seguono la sezione di preriscaldamento e la riduzione di pressione vera e propria. L'ultimo trattamento prima dell'immissione in rete è l'odorizzazione, il cui scopo è quello di conferire al gas l'odore caratteristico, per l'immediata individuazione di fughe o dispersioni.

In ogni caso sarà necessario fornire al sistema un apporto di energia termica al fine di preriscaldare il gas. La riduzione di pressione comporta, infatti, un calo di temperatura che potrebbe portare alla formazione di ghiaccio in punti critici dell'impianto.

Si segnalano, inoltre, soluzioni che permettono di integrare un turbospansore con pompe di calore per il preriscaldamento del gas: in questo modo il consumo di gas associato alla sezione di preriscaldamento viene sostanzialmente ridotto e, contestualmente, si ha una produzione di energia elettrica. In quest'ultimo caso, sarà possibile introdurre un Indice di Prestazione Energetica (IPE), utile per valutare l'efficienza del sistema di preriscaldamento, definito come:

$$IPE = \frac{C_{\text{preriscaldamento}}}{V_{\text{elaborato}}} \left[\frac{Smc}{1000 * Smc} \right]$$

Dove:

- $C_{\text{preriscaldamento}}$ è il consumo di gas impiegato per il preriscaldamento;
- $V_{\text{elaborato}}$ è il volume di gas elaborato dal sistema di decompressione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia elettrica prodotta;

- energia termica necessaria per il preriscaldamento (qualora tale forma di energia rientri nel perimetro del progetto).

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura e la pressione del gas in ingresso al sistema di decompressione;
- la temperatura e la pressione del gas in uscita dal sistema di decompressione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Deve, inoltre, essere valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità in termini, ad esempio, di portata nominale di gas, tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari alla quantità di energia elettrica recuperata nella configurazione ante intervento, normalizzata rispetto alle variabili operative riscontrate nella situazione ex post. In caso di "Nuova installazione" si assumerà invece un consumo di baseline nullo, in quanto la soluzione di riferimento per il mercato prevede la semplice espansione tramite valvole, senza che vi sia un recupero di energia elettrica.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza tra l'energia elettrica recuperata post intervento ed impiegata, fatta eccezione per gli interventi realizzati presso il settore reti, per incrementare l'efficienza negli usi finali di energia e l'energia elettrica eventualmente recuperata nella configurazione ante intervento.

In merito all'intervento di installazione di turboespansori presso asset nella titolarità del distributore/società di trasporto, riconducibili al settore "reti, servizi e trasporti", si specifica che:

- è prevista la valorizzazione della totalità dell'energia elettrica prodotta, al netto dei servizi ausiliari, in luogo della valorizzazione della sola energia elettrica prodotta e contestualmente consumata in loco considerata per gli interventi realizzati nell'ambito industriale;
- l'intervento è ammissibile al meccanismo dei Certificati Bianchi con conseguente erogazione dei TEE, esclusivamente nel caso in cui l'investimento non rientri nel riconoscimento tariffario dei servizi di trasporto e/o distribuzione del gas (RAB).

Recupero energetico nei sistemi di rigassificazione del GNL

SETTORE INDUSTRIALE

Il gas naturale liquefatto (GNL) è un gas composto principalmente da metano che, dopo le fasi di estrazione e purificazione, viene raffreddato fino a -162°C al fine di permettere uno stoccaggio ed un trasporto più semplice. A questa temperatura, infatti, il gas si trasforma in liquido, riducendo di 600 volte il proprio volume.

Il processo di produzione del GNL può essere schematizzato nelle seguenti fasi:

1. Produzione;
2. Liquefazione;
3. Trasporto;
4. Rigassificazione.

In particolare, la rigassificazione consiste nel riscaldare il GNL fino al punto in cui ritorna allo stato gassoso. Al termine di questo riscaldamento controllato si determina una naturale espansione del volume del gas, che può quindi essere distribuito, ad esempio tramite metanodotti, oppure direttamente utilizzato.

Il recupero energetico in un sistema di rigassificazione può prevedere, ad esempio, lo sfruttamento della bassa temperatura del fluido da rigassificare. Infatti, se l'intero salto entalpico disponibile tra le condizioni estreme del processo di rigassificazione potesse essere sfruttato, sarebbe possibile recuperare una quantità di energia compresa tra 210 e 250 kWh per tonnellata di GNL, a seconda delle pressioni e temperature di esercizio del terminale. Tramite uno scambiatore sarà pertanto possibile sfruttare tale energia per utenze locali, ad esempio per condizionamento e raffreddamento, ma anche per la produzione di energia elettrica.

In ogni caso, il sistema di recupero non deve vincolare in alcun modo i processi basilari del sistema di rigassificazione. Pertanto, sono necessari sistemi automatizzati di by-pass che consentano di escludere completamente il sistema di recupero dall'impianto senza compromettere l'operatività dell'impianto di rigassificazione.

La **vita utile**, essendo ammessi unicamente interventi di "Nuova installazione", è pari a 10 anni.

Il **programma di misura** prevede, ad esempio, l'acquisizione dei dati seguenti:

- quantità di gas trattato;
- energia frigorifera recuperata.

Le principali **variabili operative** sono:

- la quantità di gas da trattare;
- la temperatura e la pressione del fluido in ingresso al sistema di rigassificazione;
- la temperatura e la pressione del gas in uscita dal sistema di rigassificazione.

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Deve, inoltre, essere

valutata l'eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità, in termini ad esempio di portata nominale di gas, tra configurazione ex ante ed ex post.

Il **consumo di baseline** potrà essere considerato pari al consumo che sarebbe stato necessario nella situazione ante intervento per produrre l'energia recuperata nella situazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla quantificazione dell'energia recuperata nella configurazione post intervento. Sarà tuttavia necessario introdurre nell'algoritmo un opportuno parametro di controllo, per verificare che al recupero di energia sia associato un effettivo risparmio di energia primaria. Dovranno inoltre essere scomputati i consumi degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema di recupero.

Ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di ricottori per la fabbricazione di tubi e condotti saldati, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10 e 7 anni.

Si riporta, di seguito, una sintesi del processo generalmente utilizzato per la produzione di tubi e condotti saldati.

La produzione inizia da un nastro semilavorato (ad es. in lamiera d'acciaio) la cui larghezza è funzione del diametro di tubo da ottenere, il quale viene tagliato longitudinalmente in funzione del profilo da produrre. Successivamente subisce un devolgimento con spianatura e una formatura/calibrazione, a stadi progressivi, fino ad assumere la forma cilindrica desiderata. La fase successiva consiste nella saldatura dei lembi dei tubi per fusione degli stessi tramite sistemi ad alta frequenza. Dopo uno o più cicli di raffreddamento, il tubo così ricavato viene progressivamente raddrizzato e deformato a freddo fino ad assumere la sezione finale desiderata.

Una volta ridotto al diametro desiderato il tubo viene ricotto attraverso banchi di ricottura ad induzione a media e/o alta frequenza, nei quali il tubo raggiunge temperature di circa 700-800 °C. Successivamente viene inserita un'atmosfera di gas riducente che permette al tubo di ridurre lentamente la sua temperatura senza ossidarsi. Se necessario il tubo può essere rifinito attraverso il processo di zincatura.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica dei ricottori utilizzati e della quantità di tubi/condotti prodotti, per ogni tipologia di tubo/condotto analizzata, come **variabile operativa**.

La **baseline** da adottare dovrà considerare la variazione del consumo specifico in funzione delle quantità prodotte.

L'**algoritmo di calcolo** dei risparmi dovrà prevedere il prodotto tra la quantità di tubi/condotti prodotti nella situazione post intervento e la differenza tra il consumo specifico di baseline e il consumo specifico post intervento, espressi entrambi in kWh/kg, per singola tipologia di tubo/condotto prodotta.

Saldatrici elettriche per sistemi di laminazione

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di saldatrici elettriche per sistemi di laminazione che consentono un efficientamento del processo di produzione dei laminati a caldo (ad es. laminazione a caldo di billette di acciaio), a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 10 e 7 anni.

Si riporta, di seguito, una sintesi del processo generalmente utilizzato per la produzione di laminati.

La produzione inizia con lo stoccaggio e la frantumazione del rottame ferroso il quale viene successivamente preparato per la carica del forno di fusione. Il rottame viene fuso nel forno di fusione, generalmente di tipologia elettrica ad arco. Successivamente si completa l’affinazione in un forno siviera ed in seguito si procede a colare l’acciaio in una macchina di colata continua per billette. Dopo il riscaldamento delle billette avviene il processo di taglio di teste e code delle billette seguito dalla laminazione.

Le saldatrici elettriche permettono di saldare le estremità delle billette in uscita dal forno di riscaldamento garantendo una laminazione continua e scarti di produzione inferiori, con conseguente aumento dell’efficienza produttiva legata ad un risparmio specifico di energia a parità di prodotto finito.

L’intervento richiede, inoltre, l’installazione, a valle della saldatrice, di forni ad induzione per il riscaldamento di testa e coda delle billette prima dell’ingresso di queste ultime nella prima gabbia di laminazione.

Il risparmio del progetto, quantificabile come minor energia di processo dovuta alla riduzione dello scarto del laminatoio, è valutabile attraverso i seguenti contributi:

- risparmi al forno fusorio;
- risparmi al forno di riscaldamento del laminatoio.

Dal risparmio dovrà poi essere decurtato il maggior consumo elettrico dovuto alla saldatrice e ai forni ad induzione installati.

Il risparmio al forno fusorio viene calcolato come energia di fusione risparmiata per unità di scarto evitato, considerando come consumo specifico del forno quello misurato nel post intervento.

Il **programma di misura** dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica assorbita dal forno di fusione e delle seguenti **variabili operative**:

- gas naturale forno di fusione [Sm³];
- ossigeno forno di fusione [Nm³];
- carbone forno di fusione [kg];
- acciaio spillato [ton];
- billette in ingresso al laminatoio [ton];
- produzione del laminatoio [ton];
- scaglia del laminatoio [ton].

L'algoritmo di calcolo dei risparmi dovrà prevedere il prodotto tra il consumo specifico del forno post intervento e lo scarto normalizzato evitato, dato dalla differenza tra lo scarto di baseline (uguale alla differenza tra le billette in ingresso al laminatoio e la scaglia prodotta dal laminatoio, diviso la produzione del laminatoio) e lo scarto post intervento.

Il secondo contributo al risparmio conseguito deriva dal minor consumo di gas utilizzato dal forno di riscaldamento posto a monte della saldatrice, a seguito dello scarto evitato. La rendicontazione dei risparmi previsti a seguito dell'intervento si baserà su un **algoritmo di calcolo** che prevedrà la misura delle seguenti **variabili operative**:

- gas naturale impiegato dal forno di preriscaldamento laminatoio [Sm³];
- produzione del laminatoio [ton].

Sistemi di power quality

SETTORE INDUSTRIALE, SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI, SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

In tale tipologia ricadono gli interventi di “Nuova installazione” e di “Sostituzione” di sistemi power quality, a cui corrispondono rispettivamente valori di **vita utile** pari a 7 e 5 anni.

Ai sistemi di power quality appartengono tutti quei dispositivi elettronici ed elettromeccanici che, ad esempio, tramite la stabilizzazione della tensione, la riduzione delle armoniche del segnale elettrico, il rifasamento dei carichi elettrici, etc., consentono di alimentare le apparecchiature elettriche ad essi sottese ai valori nominali necessari al loro corretto funzionamento, generando al contempo un risparmio di energia elettrica.

Si specifica che l'intervento di installazione di sistemi di power quality si configura come “Sostituzione” solo nel caso in cui nella situazione ante intervento fosse già presente un sistema di power quality. Pertanto, qualora il sistema non fosse presente nella situazione ante intervento, l'intervento si configura come “Nuova installazione” e dovrà essere identificato come tecnologia di **baseline** un sistema di power quality che, alla data di presentazione del progetto, costituisca l'offerta standard di mercato in termini tecnologici (ad es. un sistema di power quality che consente un risparmio annuo di energia elettrica del 4%).

Particolare attenzione dev'essere posta sull'identificazione di eventuali modifiche del servizio reso introdotte dal sistema di power quality tra la situazione ante intervento e post intervento, come, a titolo esemplificativo, la riduzione della tensione al di sotto dei valori nominali necessari al corretto funzionamento dei dispositivi alimentati.

Tramite il **programma di misura** il sistema di power quality dovrà calcolare la percentuale di risparmio in continuo o durante specificati periodi di bypass ai diversi range di potenza. Si rappresenta, inoltre, che i periodi di bypass dovranno essere determinati in funzione dell'eventuale stagionalità della curva di assorbimento elettrico.

Si stima che la realizzazione di interventi rientranti in questa scheda, sulla base dei dati elaborati da ENEA a partire dalle diagnosi energetiche ad oggi pervenute, comporterà un risparmio medio di circa 16 tep/anno per intervento.

Sistemi di ricompressione meccanica del vapore

SETTORE INDUSTRIALE

I sistemi di ricompressione meccanica del vapore permettono di incrementare il contenuto entalpico del vapore già prodotto, tramite appunto compressione meccanica, al fine di riutilizzarlo senza la necessità di generarne ulteriori quantità. Sebbene tale intervento comporti un incremento della richiesta di energia elettrica, dovuto all'elevato assorbimento dei compressori, il risparmio che si verifica nella produzione di energia termica genera comunque un risparmio di energia primaria.

Il fine di questi sistemi in genere è quello di concentrare soluzioni in vari processi industriali, dal settore chimico farmaceutico all'industria casearia, e costituiscono un'alternativa efficiente ad esempio agli evapoconcentratori tradizionali. Questi ultimi infatti, anche nelle più moderne configurazioni multistadio, prevedono l'impiego di grandi quantità di vapore, il quale viene generalmente prodotto impiegando combustibili fossili. Tuttavia anche nei sistemi di ricompressione meccanica può essere prevista un'eventuale produzione di energia termica, per la fase di avviamento o per l'eventuale integrazione, qualora il contenuto entalpico del vapore ottenuto tramite sola compressione non fosse sufficiente.

Per questa tipologia di intervento la **vita utile** prevista è di 7 e 5 anni, rispettivamente nei casi di "Nuova installazione" e di "Sostituzione". È inoltre previsto l'intervento di "Efficientamento integrato", con vita utile pari a 5 anni.

Il **programma di misura** prevede il monitoraggio dei seguenti valori:

- quantità di prodotto (es. distillato o concentrato);
- consumo di energia elettrica del sistema di ricompressione;
- energia termica utile consumata, che può essere valutata a partire dalla portata di vapore e dalla sua entalpia (calcolabile dalle condizioni termodinamiche del vapore).

La principale **variabile operativa** risulta essere la quantità di prodotto ottenuto (es. distillato o concentrato).

Il **consumo di baseline**, nel caso di interventi di "Sostituzione" e di "Efficientamento integrato", sarà pari al consumo specifico della macchina presente nella situazione ex ante, normalizzato rispetto alle condizioni di lavoro in configurazione ex post. Per una "Nuova installazione" invece il consumo di baseline sarà pari a quello di riferimento, che potrà essere considerato pari al consumo specifico di un evaporatore a tre o a cinque stadi, fermo restando la necessità di dimostrare che l'evaporatore indicato risulti essere la tecnologia standard disponibile sul mercato per la tipologia di processo oggetto d'intervento. In tal caso può essere assunto un valore di consumo specifico pari a $0,0203 \text{ tep}/t_{\text{prodotto}}$ o $0,0122 \text{ tep}/t_{\text{prodotto}}$, rispettivamente per evaporatori a tre e cinque stadi.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa quindi sul prodotto tra la quantità prodotte (es. distillato o concentrato) e la differenza tra il consumo specifico di baseline ed il consumo specifico ex post. Si segnala che questi valori devono includere tutti i contributi energetici del sistema ex post (ed ex ante in caso di "Sostituzione"), compresi i consumi degli ausiliari necessari al suo funzionamento. I consumi ottenuti in assenza di produzione potranno non essere presi in considerazione per il calcolo dei risparmi, ad esempio i consumi registrati durante le fasi di lavaggio.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Tra gli interventi di "Efficientamento integrato" può essere prevista la sostituzione della girante del sistema di compressione con un modello più efficiente abbinata ad un re-layout del sistema di distribuzione del vapore.

Sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi

SETTORE INDUSTRIALE

L'adozione di impianti di abbattimento degli inquinanti contenuti nei gas di scarico in uscita da un determinato processo (sia di trattamento chimico che di semplice combustione), è largamente diffusa grazie a normative ambientali sempre più stringenti.

Si segnala che gli interventi approfonditi nella presente scheda non prevedono l'installazione di sistemi di recupero del calore, per i quali si rimanda alle apposite schede.

Nel caso specifico di sistemi di trattamento fumi a servizio di impianti di produzione di energia termica, i principali elementi impiantistici oggetto di intervento possono essere:

- sistema di rimozione del particolato che può essere costituito ad esempio da filtri a manica, cicloni o elettrofiltri;
- impianto denitrificatore, le cui principali configurazioni sono del tipo SCR (Selective Catalytic Reduction) e SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction);
- impianto desolforatore, generalmente costituito da un wet scrubber in cui si impiegano soluzioni a base di calcio.

Ulteriori sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi, particolarmente diffusi nei processi industriali, riguardano i sistemi di abbattimento dei composti organici volatili (VOC). Le tecniche per la riduzione delle emissioni di VOC si dividono in due macrocategorie: tecniche distruttive e tecniche non distruttive. Le tecniche distruttive comportano la trasformazione completa dei VOC, presenti nella corrente gassosa da trattare, in prodotti di combustione, ovvero anidride carbonica e acqua. Le tecniche distruttive comprendono: l'ossidazione, termica o catalitica, la biofiltrazione e la fotocatalisi. Le tecniche non distruttive sono: l'adsorbimento, l'assorbimento, la condensazione e la separazione con membrane. Tra tutte le tecnologie per l'abbattimento dei VOC sopra elencate, la maggior parte dei processi industriali prevede l'impiego delle tecniche di ossidazione rigenerativa (circa il 90%), seguita dall'adsorbimento (3%).

Gli elementi caratteristici e le configurazioni adottate dai sistemi per il trattamento degli effluenti gassosi possono variare in funzione della specifica applicazione. Questi sistemi generalmente prevedono assorbimento di energia elettrica, oltre all'impiego di sostanze liquide e/o solide come, ad esempio, agenti riducenti. Inoltre, è quasi sempre necessario impiegare ventilatori di estrazione fumi per compensare le perdite di carico dovute ai vari sistemi di trattamento.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 10 e 7 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei seguenti valori:

- portata di gas da trattare;
- concentrazione di inquinante in ingresso e in uscita dal sistema;
- energia elettrica e/o termica assorbita dal sistema e dagli eventuali ausiliari (ad esempio pompe e ventilatori).

Le principali **variabili operative** risultano essere:

- la portata di gas da trattare;
- la tipologia e la concentrazione di inquinante in ingresso al sistema;
- la concentrazione di inquinante in uscita dal sistema.

Si specifica che, qualora la concentrazione di inquinante in uscita dal sistema subisca una variazione tra la situazione ex ante ed ex post, tale variazione non dovrà essere causata dalla necessità di adeguare il sistema a vincoli normativi o a prescrizioni di natura amministrativa. Saranno, invece, ammessi progetti che generano risparmi addizionali rispetto alle soluzioni progettuali individuate dai vincoli o dalle prescrizioni suddetti e progetti realizzati ai sensi dell'articolo 8, comma 3 del d.lgs. n. 102 del 2014 che generano risparmi addizionali.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari al consumo specifico del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per un sistema di trattamento degli effluenti gassosi di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in grado di elaborare portate analoghe o di trattare la stessa tipologia di gas).

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà prevedere il prodotto tra la quantità di gas trattato e la differenza di consumo specifico nella configurazione di baseline e post intervento.

Sostituzione di turbomacchine con macchine ad alimentazione elettrica

SETTORE INDUSTRIALE

In tale tipologia d'intervento ricadono progetti che prevedono la sostituzione di turbomacchine (turbine a vapore o gas, etc.), collegate ad altre macchine rotatorie (compressori, pompe, etc.), con un motore elettrico. Ad esempio il progetto potrebbe consistere nella sostituzione di una turbina a vapore che aziona un compressore, con un motore elettrico abbinato ad un moltiplicatore di giri ed alimentato da un convertitore di frequenza.

Il progetto è riconducibile alla tipologia "Sostituzione" con **vita utile** pari a 5 anni.

Il **programma di misura** dovrà basarsi sul confronto tra il consumo di vapore della situazione ante intervento e il consumo di energia elettrica della situazione post intervento.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano le **variabili operative** da considerare e monitorare:

- le variabili fisiche associate alla turbina per la determinazione dei consumi:
 - Portata vapore in ingresso [t/h];
 - Temperatura vapore in ingresso [°C];
 - Pressione vapore in ingresso [bar];
 - Pressione vapore in uscita [bar];

- le variabili fisiche associate al compressore:
 - Portata volumica gas da comprimere [Nm³/h];
 - Temperatura gas da comprimere in ingresso [°C];
 - Pressione gas da comprimere ingresso [kg/cm²];
 - Pressione gas da comprimere uscita [kg/cm²].

L'algoritmo di calcolo dei risparmi dovrà confrontare i consumi reali post intervento di energia elettrica con quelli calcolati con un modello termodinamico dell'impianto rappresentativo della configurazione ante intervento.

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Stazioni radio base e di rete fissa

SETTORE RETI, SERVIZI E TRASPORTI

L'industria delle telecomunicazioni sta vivendo una profonda trasformazione dovuta sia all'evoluzione delle reti sia all'incremento dei volumi di traffico dati. In un contesto in continua evoluzione, garantire soluzioni tecniche efficienti risulta fondamentale non solo in fase di espansione delle reti, ma anche nel rinnovamento dell'infrastruttura esistente.

Una rete di telecomunicazioni è l'insieme di infrastrutture e apparati che consentono a individui e/o oggetti di comunicare tra di loro attraverso lo scambio di dati, immagini o suoni. L'architettura di una rete di telecomunicazioni può essere schematizzata in tre sottosistemi, a loro volta costituiti da più elementi:

- la rete di accesso, responsabile del collegamento tra gli utenti finali e la prima stazione di commutazione, e più in generale tra un utente e il suo provider;
- la rete core, costituita da un insieme di nodi collegati che commutano (ossia raccolgono ed inoltrano) le comunicazioni di fonia e dati, oltre a svolgere tutte le normali funzioni di rete relative alla gestione delle comunicazioni;
- il sistema di gestione, che consente il monitoraggio e la supervisione di tutti gli elementi della rete per verificare il corretto funzionamento degli impianti, permettendo all'occorrenza eventuali interventi di ripristino, e monitorare le prestazioni dei servizi erogati.

La rete di accesso per la rete mobile, responsabile della copertura radio del territorio, comprende tutte le apparecchiature ricetrasmittenti e gli apparati di controllo necessari per la gestione delle risorse radio e per la funzione di connessione/segnalazione con la centrale di commutazione, quindi i terminali mobili e le stazioni radio base (SRB), ossia le stazioni ricetrasmittenti che sono a loro volta interconnesse con i nodi della rete core.

In particolare, le stazioni radio base sono dislocate capillarmente in tutto il territorio nazionale e rappresentano l'infrastruttura base della rete mobile. Esse comprendono il sistema di ricetrasmmissione di un segnale radio, dotato di antenna a settore ricetrasmittente, che serve i terminali mobili degli utenti coprendo una determinata area geografica (detta appunto cella radio). Inoltre le SRB possono ospitare più antenne e apparati di ricetrasmmissione relativi non solo a diverse tecnologie di comunicazione mobile (quali GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, 4G, LTE, 5G), ma anche appartenenti a diversi gestori (co-siting).

Per quanto riguarda la rete fissa, la rete di accesso si basa su una rete trasmissiva che è composta da infrastrutture portanti e apparati trasmissivi. Le portanti sono gli elementi di trasporto "fisico" del segnale e comprendono i cavi (che possono essere in fibra ottica e in rame) e i ponti radio. Gli apparati trasmissivi sono invece quelle apparecchiature elettroniche che presiedono alle funzioni di trasmissione del segnale e che quindi aggregano, disaggregano, rigenerano e smistano i flussi di dati ricevuti. Si definisce invece nodo trasmissivo un punto della rete in cui arriva una portante (ossia un collegamento fisico) e dove sono presenti degli apparati trasmissivi.

I livelli di flusso dei dati di una stazione radio base/di rete fissa non sono costanti, ma variano nel tempo in funzione del numero di utenti del servizio (tipicamente sono più bassi nelle ore notturne). Si rileva in genere una ciclicità giornaliera ed anche settimanale i cui andamenti dipendono anche dalla tipologia e destinazione d'uso dell'area di territorio interessata (es. residenziale, commerciale, ecc.).

La **vita utile** per interventi di “Nuova installazione” ed “Efficientamento integrato” risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l’acquisizione dei dati seguenti:

- volume di dati trasmesso in upload e download [TB] delle stazioni oggetto di intervento;
- volume di dati trasmesso in upload e download attribuibile ad operatori virtuali e al roaming;
- consumi di energia elettrica della stazione radio oggetto di intervento;
- eventuale consumo di energia elettrica attribuibile ad operatori virtuali e al roaming.

Le principali **variabili operative** sono:

- il volume di dati trasmesso, sia in upload che in download, attribuibili alla stazione oggetto di intervento;
- il volume di dati trasmesso, sia in upload che in download, attribuibili ad operatori virtuali e al roaming;
- la tipologia di tecnologia presente (es. per stazioni radio base 2G, 3G, 4G, 5G, etc.);
- la tipologia di installazione della stazione radio (indoor o outdoor principalmente);
- la zona geografica;
- l’estensione della singola cella radio;
- la capacità nominale di trasmissione dati della stazione.

Si richiede di fornire un’adeguata descrizione di tali variabili nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni della stazione radio base/di rete fissa. Deve, inoltre, essere valutata l’eventuale presenza di un effetto scala dato dalla differente capacità di trasmissione tra configurazione ex ante ed ex post. In caso di fornitura di servizi di rete con caratteristiche differenti, è necessario descrivere le suddette variabili per ogni tipologia di servizio erogato.

Si specifica inoltre che il confronto tra le situazioni ante e post intervento dovrà avvenire per singola stazione/cabinet/tratto di rete oggetto di intervento, o eventualmente per singolo cluster, individuato aggregando i suddetti elementi in insiemi aventi caratteristiche omogenee.

Il **consumo di baseline**, per interventi di “Efficientamento integrato”, è pari al consumo specifico della stazione radio base/di rete fissa nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione ex post. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento, che dovrà essere individuato per una stazione radio base/di rete fissa con caratteristiche equivalenti alla stazione oggetto di intervento (ad esempio con capacità di trasmissione comparabile e stesse tecnologie installate).

Ai fini di una corretta normalizzazione dei consumi per le stazioni che, nella situazione post intervento, operano con un incremento della capacità di trasmissione dei dati, dovrà essere individuata una curva di baseline che consenta di quantificare correttamente il risparmio generabile dall’intervento per tutto il range di operatività della stazione nella situazione post intervento.

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** prevede il prodotto tra il volume di dati trasmessi nella situazione post intervento e la differenza di consumo specifico di energia elettrica della stazione radio base/di rete fissa (espresso ad esempio in MWh/TB) tra la configurazione di baseline e quella post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” si segnalano l’adozione di tecnologie rivolte all’ottimizzazione dei consumi per la trasmissione dei dati, l’efficientamento del sistema di raffrescamento e, in generale, l’implementazione di tecnologie di controllo e gestione efficienti.

Termocompressori

SETTORE INDUSTRIALE

I termocompressori si basano sulla tecnologia delle pompe a getto e vengono sfruttati per ridurre la fuoriuscita di vapore a basse pressioni da un processo, attraverso l'incremento di pressione e quindi della temperatura di liquefazione del vapore. In questo modo è possibile recuperare il calore latente di evaporazione al fine di ottenere importanti risparmi energetici.

Questi dispositivi sono utilizzati, ad esempio, in processi di evaporazione, distillazione, raffreddamento, cristallizzazione, deodorazione, degassazione ed essiccazione sotto vuoto. In generale essi possono essere impiegati laddove sia opportuno, principalmente in termini di efficienza energetica del processo, convertire un flusso di vapore a bassa pressione in un flusso ad alta pressione per ottenere i suddetti vantaggi. Tale conversione avviene sfruttando l'energia del flusso stesso: il vapore saturo proveniente dal generatore di vapore può essere miscelato, tramite un termocompressore ad eiettore, al vapore nascente in bassa pressione recuperato dal processo, innalzandone quindi la pressione e recuperandone parte del contenuto entalpico.

Per termocompressori impiegati nel settore della carta, ad esempio a servizio di macchine continue, si rimanda all'apposita Guida Settoriale: "Il settore industriale della produzione della carta".

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione" e "Sostituzione" risulta pari rispettivamente a 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione del consumo di energia termica in ingresso al sistema, associata al consumo di vapore, e del consumo degli ausiliari necessari per il suo funzionamento (ad esempio, pompe di circolazione). Il programma di misura può essere esteso ad altre variabili di interesse in funzione dello specifico processo a cui viene applicato il termocompressore.

Le principali **variabili operative** sono:

- l'energia termica in ingresso al sistema associata al consumo di vapore, ottenibile dalla portata e dalle condizioni termodinamiche del vapore;
- il consumo degli ausiliari necessari al funzionamento del sistema;
- ulteriori variabili in funzione dello specifico processo oggetto di intervento (ad esempio, nel caso di un termocompressore impiegato per il processo di rigenerazione di carboni attivi, un'ulteriore variabile operativa risulta essere il numero di rigenerazioni effettuate).

Si richiede di fornire un'adeguata descrizione del processo oggetto di intervento, evidenziando possibili variazioni tra le configurazioni ex ante ed ex post che possano influenzare la richiesta di energia termica associata al consumo di vapore.

Il **consumo di baseline**, in caso di "Sostituzione", è pari al consumo del sistema nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte dal sistema nella configurazione ex post. In caso di "Nuova installazione" il consumo di baseline sarà invece pari al consumo di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** potrà prevedere il prodotto tra una variabile significativa al fine del calcolo dei consumi (ad esempio, il numero di rigenerazioni di carboni attivi) e la differenza di consumo specifico, riferito alla variabile precedentemente individuata, nella configurazione di baseline e post intervento. Nell'esempio già citato quindi il consumo specifico sarà espresso come [kWh/rigenerazione].

Nel caso di presenza di un impianto di cogenerazione nel sito in cui è stato effettuato il progetto di efficienza energetica dovranno essere descritte le caratteristiche dell'impianto, le logiche di funzionamento e le eventuali variazioni del funzionamento dell'impianto a seguito dell'intervento di efficienza energetica al fine di valutare la corretta contabilizzazione dei risparmi di energia primaria conseguibili. Ad esempio, per determinare i risparmi di energia primaria conseguibili mediante l'intervento, potrebbe essere necessario determinare l'eventuale mancata produzione di energia elettrica in seguito alla diminuzione della richiesta di energia termica all'impianto di cogenerazione.

Unità di trattamento aria e sistemi di ventilazione meccanica

SETTORE CIVILE (RESIDENZIALE, TERZIARIO) E AGRICOLO

Le unità di trattamento aria (UTA) sono sistemi complessi che possono svolgere diverse funzioni necessarie per la climatizzazione degli ambienti, quali il riscaldamento, il raffrescamento, la deumidificazione e la purificazione dell'aria. Gli elementi che compongono tali sistemi, ad esempio batterie di pre/post-riscaldamento e di raffreddamento, nonché la loro disposizione, variano in base alle specifiche funzioni richieste all'impianto, che saranno a loro volta dipendenti dalle condizioni termogrametriche da assicurare in un determinato ambiente.

Un sistema di ventilazione meccanica, anche detto sistema VMC (ventilazione meccanica controllata) è invece generalmente installato per assicurare un ricambio dell'aria costante in ambienti chiusi, laddove non è conveniente o non è possibile sfruttare la ventilazione naturale. Un sistema di ventilazione meccanica può essere centralizzato o decentralizzato. Inoltre, configurazioni più evolute prevedono anche filtri ad alta efficienza per la purificazione dell'aria in ingresso e scambiatori per il recupero dell'energia termica dall'aria in uscita. In quest'ultimo caso un sistema VMC permette di ottenere importanti vantaggi da un punto di vista dell'efficienza energetica, assicurando il necessario ricambio d'aria agli ambienti interni senza disperderne il calore.

È utile, ai fini della valutazione delle prestazioni energetiche di un sistema di ventilazione, individuare le seguenti modalità di erogazione del servizio:

- sola ventilazione naturale;
- sola ventilazione meccanica;
- ventilazione ibrida (naturale e meccanica);
- ventilazione assicurata dall'impianto di climatizzazione.

A seconda della tipologia di sistema di ventilazione sarà necessario determinare una portata di ventilazione di riferimento per la sola ventilazione naturale, desunta dalla normativa vigente, altrimenti effettiva per gli altri casi, rilevata a partire dalla regolazione degli impianti, che influenzerà il calcolo dello scambio termico per ventilazione.

La **vita utile** per interventi di "Nuova installazione", "Sostituzione" ed "Efficientamento integrato" risulta pari rispettivamente a 10, 7 e 5 anni.

Il **programma di misura** prevede l'acquisizione dei consumi di energia elettrica, termica e frigorifera necessari per la climatizzazione dell'edificio.

Le principali **variabili operative** sono:

- i gradi giorno;
- la superficie dell'edificio;
- la superficie opaca;
- la superficie vetrata;
- le caratteristiche dei materiali impiegati;
- il rapporto S/V, ovvero superficie disperdente diviso il volume dell'edificio;
- la configurazione del sistema di climatizzazione.

Il **consumo di baseline**, in caso di “Sostituzione” ed “Efficientamento integrato”, è pari al consumo del sistema di climatizzazione dell’edificio nelle condizioni ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento. In caso di “Nuova installazione” il consumo di baseline sarà invece pari al consumo specifico di riferimento che dovrà essere individuato per un sistema di climatizzazione avente caratteristiche equivalenti al sistema oggetto di intervento (ad esempio in termini di portata di aria elaborata e di condizioni termo-igrometriche assicurabili).

L’**algoritmo di calcolo dei risparmi** si basa sulla differenza di consumo di energia tra le configurazioni di baseline e post intervento.

Tra i possibili interventi di “Efficientamento integrato” si segnalano le seguenti soluzioni:

- implementazione di sistemi di gestione efficienti, basati ad esempio sull’impiego della domotica;
- coibentazione delle tubazioni di distribuzione;
- re-layout del sistema di distribuzione.

Variazione delle materie in ingresso nel processo produttivo, compreso l'utilizzo di materiale di scarto della lavorazione, a parità di prodotto finito o semilavorato

MISURE COMPORTAMENTALI

La variazione delle materie in ingresso in un determinato processo produttivo è una misura comportamentale che può portare ad un miglioramento delle performance energetiche del macchinario, della linea produttiva e, più in generale, dell'intero impianto di produzione. La variazione può prevedere:

- la modifica della composizione del mix produttivo, aumentando o diminuendo la presenza di una materia in ingresso;
- l'alterazione delle proprietà chimico-fisiche delle materie in ingresso.

Il risparmio energetico può essere dovuto al riutilizzo di scarti di lavorazione al fine di evitare la produzione di ulteriori materie prime, ad esempio nell'industria siderurgica con la fusione degli scarti ottenuti da lavorazioni secondarie, oppure alla modifica delle proprietà chimico-fisiche del materiale in ingresso al fine di favorirne la successiva lavorazione, come può avvenire nei processi di estrusione di materie plastiche con l'aggiunta di additivi (Polymer Process Aid, PPA) che diminuiscono gli attriti tra massa fusa e parti metalliche per facilitare lo scorrimento del fuso.

In generale è possibile individuare un risparmio diretto, dovuto ad una riduzione del fabbisogno di energia del processo oggetto di intervento, ed un risparmio indiretto, dovuto alla variazione della materia in ingresso. Inoltre, vi sono interventi che determinano risparmi dovuti sia ad una riduzione dei consumi di energia elettrica che dovuti ad una riduzione dei consumi di gas e/o altro, ad esempio nel caso dell'impiego di rottame vetroso nel processo di fusione del vetro.

In ogni caso dovrà essere dimostrata la parità di servizio reso che si declina nel mantenimento delle caratteristiche del prodotto finito o semilavorato, ad esempio in termini di qualità e resistenza.

La **vita utile** per questi interventi, essendo unicamente prevista la "Nuova installazione", è pari a 3 anni.

Data la vastità di ambiti in cui questi interventi possono essere attuati, non risulta possibile fornire indicazioni generali valide per ogni possibile applicazione. Tuttavia, al fine di ottenere ulteriori informazioni utili alla presentazione dei progetti in merito al **programma di misura** e alle **variabili operative**, sarà necessario far riferimento allo specifico ambito di intervento. Ad esempio, per interventi riguardanti l'aggiunta di additivi al processo produttivo di materie plastiche, sarà possibile fare riferimento all'apposita Guida settoriale: "Il settore industriale della produzione di articoli in materiale plastico".

Si richiede in ogni caso di fornire un'adeguata descrizione di tutte le variabili individuate nelle configurazioni ante e post intervento, specificando possibili variazioni ed il loro impatto sulle prestazioni del sistema. Tutte le utenze, quali macchinari o linee produttive, che possono beneficiare degli eventuali risparmi devono essere propriamente descritte anche in termini di strategie operative e modalità di regolazione.

Il **consumo di baseline** è pari al consumo specifico del sistema ante intervento, normalizzato rispetto alle variabili operative assunte nella configurazione post intervento.

L'**algoritmo di calcolo dei risparmi** da applicare potrà essere determinato sulla base delle indicazioni fornite nello specifico ambito di intervento.