



Ricerca di Sistema elettrico

Modello matematico e strumento
informatico user-friendly per la
valutazione del consumo e degli
interventi di risparmio energetico
dei centri sportivi

Ezio Santini, Stefano Elia

MODELLO MATEMATICO E STRUMENTO INFORMATICO USER-FRIENDLY PER LA VALUTAZIONE DEL CONSUMO E DEGLI INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO DEI CENTRI SPORTIVI

Ezio Santini, Stefano Elia (Università Sapienza, Dip. DIAEE Sezione Ingegneria Elettrotecnica)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico

Obiettivo: b. Sviluppo modelli

Responsabile del Progetto: Gaetano Fasano - ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione *"Modello matematico e strumento informatico user-friendly per la valutazione del consumo e degli interventi di risparmio energetico dei centri sportivi"*.

Responsabile scientifico ENEA: Gaetano Fasano

Responsabile scientifico DIAEE: Prof. Ing. Ezio Santini

RINGRAZIAMENTI

Per quanto riguarda l'ENEA di Roma si ringrazia, per l'insostituibile guida tecnica ed organizzativa, nonché per la pazienza e la disponibilità, l'Arch. Gaetano Fasano.

Si sottolinea l'importanza della collaborazione del collega Ing. Emanuele Sansoni, per l'impegno messo nella ricerca dei dati dei piccoli centri sportivi e per il valido contributo dato alla preparazione del programma in Excel.

Indice

Indice.....	3
Sommario	5
1 Premessa	7
2 Raccolta dati	8
2.1 <i>Introduzione</i>	8
2.2 <i>Questionario</i>	8
2.3 <i>Centri sportivi studiati</i>	15
2.3.1 Centro sportivo RM01	15
2.3.2 Centro sportivo RE013, ante operam	16
2.3.3 Centro sportivo RE013, post operam	16
2.3.4 Centro sportivo RM02, ante operam	17
2.3.5 Centro sportivo RM02, post operam.....	18
2.3.6 Centro sportivo UM01, ante operam	18
2.3.7 Centro sportivo UM01, post operam	19
2.3.8 Centro sportivo FB01, ante operam	20
2.3.9 Centro sportivo FB01, post operam	20
2.3.10 Centro sportivo CP01, ante operam	21
2.3.11 Centro sportivo CP01, post operam.....	21
2.3.12 Centro sportivo LE01.....	22
2.3.13 Centro sportivo PL20, ante operam	23
2.3.14 Centro sportivo PL20, post operam	23
2.3.15 Centro sportivo FM01	24
2.3.16 Centro sportivo PL01, ante operam	25
2.3.17 Centro sportivo PL01, post operam	25
2.3.18 Centro sportivo GG01	26
2.3.19 Centro sportivo PP01, ante operam.....	26
2.3.20 Centro sportivo PP01, post operam	27
2.3.21 Centro sportivo CG01, ante operam	27
2.3.22 Centro sportivo CG01, post operam	28
2.3.23 Centro sportivo AM01.....	28
2.3.24 Centro sportivo SZ01, ante operam	29
2.3.25 Centro sportivo SZ01, post operam	29
2.3.26 Centro sportivo PL04, ante operam	30
2.3.27 Centro sportivo PL04, post operam	31
2.3.28 Centro sportivo MD01, ante operam.....	31
2.3.29 Centro sportivo MD01, post operam	32
2.4 <i>Utilità del questionario</i>	32
2.5 <i>Indagine sui piccoli centri sportivi</i>	33
3 Valutazione degli indicatori di consumo	36
3.1 <i>Introduzione</i>	36

3.2	<i>Classificazione dei centri sportivi in funzione del livello di ottimizzazione</i>	36
3.3	<i>Classificazione degli ambienti utilizzatori</i>	37
3.4	<i>Suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche</i>	37
3.5	<i>Conversione dei consumi in Tonnellate Equivalenti di Petrolio</i>	38
3.6	<i>Definizione degli indicatori di consumo</i>	39
3.7	<i>Calcolo degli indicatori di consumo</i>	39
4	Metodo di valutazione del consumo	45
4.1	<i>Introduzione</i>	45
4.2	<i>Fattore di scala</i>	45
4.3	<i>Modello di calcolo dei consumi</i>	47
4.4	<i>Validazione del modello di previsione</i>	48
4.5	<i>Cruscotto qualitativo</i>	50
4.6	<i>Software</i>	50
5	Conclusioni	53
5.1	<i>Risultati della ricerca</i>	53
5.2	<i>Criticità riscontrante nell'ambito della ricerca</i>	53
5.3	<i>Possibile sviluppo del lavoro di ricerca, il manuale.</i>	54

Sommario

Il lavoro qui presentato, facente parte della Ricerca di Sistema dell'anno 2015, nasce con l'intento di verificare che il comportamento energetico già studiato per i centri sportivi di diverse dimensioni valga per tutti gli impianti. Si intende confermare la validità di un unico modello di previsione del consumo per tutti i centri sportivi.

Altro scopo fondamentale del presente lavoro è la realizzazione di un semplice software per la valutazione dei consumi dei centri sportivi. Si propone un ausilio informatico con la particolarità di essere semplice ed utilizzabile anche dai gestori meno esperti.

Si è inoltre cercato di indagare meglio sull'utilizzo dell'energia nei piccoli impianti. Per centri sportivi di piccola dimensione si intendono essenzialmente le palestre scolastiche, i centri fitness cittadini generalmente ospitati nei piani interrati dei palazzi, i piccoli campi all'aperto, ed i circoli sportivi in genere di superficie non superiore a circa 500 metri quadrati. In base alle ricerche degli anni precedenti, si suppone che i centri sportivi di piccola dimensione non si comportino come quelli più grandi; di conseguenza il lavoro svolto risulta necessario per correggere, se necessario, i modelli di previsione ed adattarli a qualsiasi dimensione di impianto.

La competenza e la disponibilità mostrate dai gestori dei piccoli centri sportivi risultano, sin dai primi giorni di lavoro, assolutamente nulle. Situazione generalmente opposta a quella degli impianti di media e grande taglia. Il lavoro risulta pertanto particolarmente difficoltoso e lungo; la ricerca dei dati richiede necessariamente una notevole pazienza, un'ampia assistenza fornita ai gestori non esperti e tempi triplicati rispetto alle società dotate di una amministrazione competente ed attenta.

La prima fase della ricerca consiste in una complessa raccolta dati, effettuata principalmente porta a porta, per reperire le informazioni essenziali dei piccoli centri:

- dati di consumo;
- caratteristiche edili/impiantistiche e dati generali della struttura;
- modalità di utilizzo dell'impianto sportivo;
- tipologia e struttura degli impianti tecnici;
- necessità energetiche delle strutture dedicate ad ogni diverso tipo di sport;
- tipologia e benefici degli interventi di risparmio ad oggi effettuati.

Massima attenzione viene data alla valutazione delle condizioni al contorno, relative alla gestione ed alla manutenzione di impianto, che permettono di rilevare con maggiore precisione le strategie di gestione per ogni tipo di struttura e per ogni zona climatica.

Nel presente lavoro, come nei precedenti relativi ai grandi centri sportivi, gli indicatori di consumo vengono calcolati anche in base alla validità della gestione; la effettiva qualità di amministrazione viene misurata, secondo gli unici (pochi) dati reperibili, in funzione della quantità di proficui interventi di risparmio energetico effettuati sull'impianto.

In base alle indagini effettuate si va a migliorare, nonché ad ampliare, l'elenco degli interventi di risparmio ritenuti validi ai fini del miglioramento dell'efficienza energetica.

In conclusione lo scopo finale del lavoro è quello di definire un metodo matematico di previsione dei consumi, assistito dal punto di vista informatico, che sia valido per tutti i centri sportivi di tutte le dimensioni; questo in funzione delle variabili di facile reperibilità di seguito elencate:

- zona climatica;
- superfici utilizzate;
- tipologia di sport;
- classe di ottimizzazione (funzione della quantità di interventi effettuati).

Come risulta evidente, l'innovazione portata dal presente lavoro consiste nella possibilità di valutare i consumi non solo in maniera quantitativa ma anche dal punto di vista qualitativo. Ogni utente può valutare il proprio comportamento energetico confrontandolo con quello degli altri gestori. Obiettivo di essenziale interesse che nasce dall'aver rilevato sul campo l'esistenza di amministrazioni

completamente diverse tra loro: si passa effettivamente da gestioni virtuose che denotano numerosi interventi e consumi ridotti ad altre completamente distratte che presentano consumi anche doppi.

Il lavoro viene brevemente riassunto nelle seguenti fasi:

- indagine sul campo per la ricerca del comportamento energetico dei piccoli centri sportivi;
- statistica sui principali interventi di risparmio energetico, nonché della relativa validità energetica, oggi applicati agli impianti sportivi di piccola taglia;
- valutazione delle disponibilità tecniche, economiche ed organizzative delle società sportive ad attuare le strategie di ottimizzazione;
- verifica delle tabelle degli indicatori di consumo costruite negli anni precedenti di ricerca, ovviamente suddivise per tipo di impianto, per zona climatica e per ogni diverso livello di ottimizzazione;
- verifica del coefficiente correttivo del consumo generale, calcolato in funzione delle dimensioni del centro sportivo e chiamato fattore di scala, che tenga conto di tutte le taglie di impianto;
- verifica del modello di calcolo per la valutazione dei consumi energetici e del livello di ottimizzazione dell'impianto sportivo, in funzione dei nuovi dati acquisiti;
- programmazione di un software user friendly, di tipo aperto, utile agli utenti ed ai gestori di impianto, per la previsione dei consumi e dei possibili risparmi ottenibili;
- verifica dei risultati ottenuti in base ai dati statistici raccolti e collaudo del software;
- stesura della presente relazione tecnica contenente le linee guida per l'utilizzo del modello di valutazione dei consumi proposto.

1 Premessa

Con i precedenti lavori si è dimostrato come i consumi degli impianti sportivi presentino ordini di grandezza assolutamente degni di nota. La maggior parte delle risorse energetiche viene impiegata per la climatizzazione dei grandi spazi, la ventilazione, il riscaldamento ed il filtraggio delle piscine. L'illuminazione presenta ancora assorbimenti importanti, ciò deriva dal fatto che i sistemi a LED ancora non offrono soluzioni sui grandi sistemi di potenza; di fatto la maggior parte degli impianti, specialmente i grandi campi all'aperto e le palestre alte, risulta ancora illuminata con lampade a scarica.

Ancora una volta, in fase di indagine, si è rilevato quanto sia scarsa la cura messa nell'ottimizzazione degli impianti e quanto si a ancora sconosciuto l'ampio margine di intervento per l'efficientamento energetico.

Nell'ambito della ricerca si vuole approfondire il comportamento energetico dei piccoli centri sportivi; tali impianti pesano particolarmente sul bilancio nazionale in quanto sono piccoli ma comunque numerosi.

Avendo rilevato la scarsa competenza tecnica dei gestori dei piccoli impianti si è resa essenziale la progettazione di un software, che possa girare facilmente su qualsiasi PC, adatto a tutti gli utenti.

Si ritiene importante trasformare il modello di previsione in una semplice soluzione informatica per aprire a tutti, anche ai più inesperti, la possibilità di comprendere quanto si possa migliorare il proprio impianto dal punto di vista energetico, economico ed ambientale.

In fase di valutazione preventiva dell'energia consumata non è possibile comprendere quale sarà il comportamento del gestore. La scarsità di informazioni tecniche rilevata sul campo conferma, anche in questo caso, come la validità della gestione possa essere associata esclusivamente alla quantità di interventi di risparmio effettuati.

Nell'ambito degli impianti sportivi i consumi di tipo elettrico non sono separabili da quelli derivanti da altre fonti, il GAS ad esempio. Questo è dovuto al fatto che i servizi vengono spesso alimentati con diverse fonti, contemporaneamente o alternativamente, e spesso condividono dei recuperi di calore. Non potendo separare il sistema elettrico da quello termico, in questo lavoro si tiene conto di tutte le forme di energia presenti all'interno di un impianto.

Tutti i dati di consumo sono convertiti in TEP al fine di considerare tutte le fonti di energia che, anche impiantisticamente, non sono separabili o collaborano ad un medesimo servizio.

Avendo verificato una presenza di gestori eccellenti bassissima ed una quasi totalità di amministrazioni assolutamente non competenti, questo lavoro getta le basi per intraprendere una importante campagna di informazione e di formazione sul tema. Pertanto il lavoro in oggetto, con l'ausilio del software, si propone come un importante ampliamento dell'opera di sensibilizzazione che di fatto è già stata iniziata mediante la fase di raccolta dati.

2 Raccolta dati

2.1 Introduzione

Nonostante l'ampia campagna di ricerca dati degli anni precedenti, si è proceduto ad effettuare una ulteriore per raggiungere i seguenti scopi:

- approfondire la conoscenza del comportamento energetico dei piccolissimi centri sportivi;
- controllare la correttezza degli indicatori di consumo e del *fattore di scala* già valutati;
- confermare i dati ricavati dal modello e dal software appena realizzato tramite ulteriori casi studio reali.

Nell'attività di raccolta dati, specialmente se dedicata ai piccolissimi centri sportivi con gestione limitata, si limitano volutamente le richieste puntando a pochi ma essenziali dati. E' oramai noto che una richiesta di informazioni tecniche ed economiche troppo approfondita allontana drasticamente il gestore.

I dati che, pertanto, rimangono di essenziale interesse sono i seguenti:

- localizzazione (zona climatica);
- tipo di ambiente o di sport praticato;
- superfici dedicate;
- dati annuali di consumo;
- quantità di interventi di risparmio energetico effettuati;
- varie ed eventuali a disponibilità/volontà del gestore.

Una importante percentuale di impianti da valutare è stata scelta nelle vicinanze, quindi nella zona di Roma, per avere la possibilità di studiarli anche dal punto di vista tecnico mediante sopralluogo.

La ricerca dati inizia sempre mediante la trasmissione di una lettera ufficiale di presentazione; questa è necessaria per chiarire le intenzioni benefiche, pubbliche, senza fini di lucro di questa attività statale nonché gratuita. Nel corso di anni di ricerca si è valutato quanto una presentazione di questo tipo sia essenziale perché un utente si fidi del gruppo di ricerca e fornisca la necessaria assistenza.

L'acquisizione dei dati avviene tramite trasmissione diretta degli stessi, in qualsiasi forma, oppure mediante la compilazione di un questionario appositamente predisposto.

In diversi anni di indagini sono stati utilizzati numerosi tipi di questionari; i risultati ottenuti, nel tempo, hanno certamente premiato quelli più brevi e semplici.

2.2 Questionario

Nel corso di quattro anni di ricerca, sono stati preparati questionari a tutti i livelli di complessità ed approfondimento. I questionari più approfonditi non vengono più utilizzati in quanto risultano troppo lunghi e complessi, questi hanno un effetto controproducente in quanto allontanano immediatamente il gestore e annullano così ogni possibilità di ottenere dati utili. Alla stessa maniera, i questionari multilivello con approfondimenti successivi risultano comunque eccessivamente lunghi e complessi per l'utente.

Si ricorda che per i centri sportivi di grande dimensione o complessità non esiste la possibilità di utilizzare dei questionari; in tale caso si rende necessario effettuare numerose riunioni tecniche con l'ufficio tecnico interno al fine di comprendere il funzionamento ed i consumi dell'impianto.

Per tali motivi sono stati mantenuti esclusivamente due tipi di questionario, comunque elementari, escludendo ogni approfondimento eccessivo.

Il questionario generale, leggermente più approfondito, utilizzato nell'anno precedente è riportato nelle seguenti Fig.2.2.1, Fig.2.2.2, Fig.2.2.3.



SAPIENZA - Università di Roma
Dipartimento DIAEE sezione Ingegneria Elettrica
Via Eudossiana 18 - 00184 Roma - Tel. (06) 44585534 - Fax (06) 4883235

Ricerca Nazionale di Sistema Elettrico
QUESTIONARIO IMPIANTI SPORTIVI
ANNO DI RIFERIMENTO 2014

Riferimenti Prof. Ing. Stefano Elia e-mail: stefano.elia@uniroma1.it; mobile: 347.36.54.828
Ing. Massimo Battistin e-mail: massimo.battistin@gmail.com; mobile: 339.2778004

Ver_03

Questo documento è un questionario di raccolta dati per la valutazione dello stato di ottimizzazione e consumo dei centri sportivi.

Se sono già stati creati dei fogli Excel con i dati di consumo, o copie delle bollette, sarà nostra premura estrarre i dati senza problemi dagli allegati, evitandovi ogni fastidio nel compilare il questionario.

QUESTIONARIO

DATI GENERALI	
Denominazione Centro Sportivo	
Città, Regione	
Totale Utenti anno	
Superficie TOT [mq]	
Superficie TOT coperta [mq]	
Energia elettrica consumata per anno [kWh]	
Quantità di GAS consumata in un anno [mc]	
Altre eventuali forme di energia consumate (unità di misura)	
altro	
altro	

Fig.2.2.1 – Questionario generale, pag.1

AMBIENTI DEDICATI ALLO SPORT ED EVENTUALI CONSUMI PARTICOLARI CONTABILIZZATI										
	Superficie [mq]	Consumo elettricità [kWh]	Consumo GAS [mc]	Eventuale consumo generale [TEP]	Eventuale energia riservata da impianto rinnovabile o altro (tipo e unità di misura)	Eventuale energia riservata da impianto rinnovabile o altro (tipo e unità di misura)	altro	altro	note	note
Piscina coperta										
Piscina scoperta										
Piscina con pallone invernale										
Palestra bassa con macchine pesi										
palestra bassa per ginnastica sport vari										
palestra alta										
campi all'aperto illuminati										
campi all'aperto non illuminati										
Foresteria										
Mensa/Bar										
Mensa										
Ufficio										
altra										
altra										
altra										
TOTALE										

INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO ATTUATI (specificare se non dedicati all'intero circolo ma ad alcuni particolari ambienti o sport)	
INTERVENTO	BENEFICI OTTENUTI (unità di misura)

Fig.2.2.2 – Questionario generale, pag.2

SISTEMI O METODI DI OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA UTILIZZATI (specificare se non dedicati all'intero circolo ma ad alcuni particolari ambienti o sport)	
METODO	BENEFICI OTTENUTI (unità di misura)

PRODUZIONE DA FONTI RINNOVABILI E/O COGENERAZIONE (specificare se non dedicati all'intero circolo ma ad alcuni particolari ambienti o sport)		
TIPOLOGIA IMPIANTO	POTENZA INSTALLATA (unità di misura)	ENERGIA PRODOTTA PER ANNO (unità di misura)

Fig.2.2.3 – Questionario generale, pag.3

Il questionario risulta anche un buon completamento del materiale tecnico fornito ai singoli centri sportivi; anche il fatto di garantire gratuitamente ai gestori una relazione tecnica con valenza di guida ha dato risultati positivi in termini di riconoscimento della professionalità ed apertura a fornire

collaborazione. Una chiara e professionale lettera di intenti, comprendente anche la parte legale sul trattamento dei dati, completa correttamente il materiale fornito.

I pochi gestori che si sono facilmente resi disponibili hanno spesso ammesso di aver accettato di collaborare solo perché rassicurati da una chiara, onesta e professionale presentazione di un ente pubblico di ricerca.

Il questionario è stato comunque compilato solo in rarissimi casi; la scarsa utilità del modello proposto è stata principalmente individuata nelle seguenti cause:

- nella maggior parte dei casi è necessario guidare il gestore, passo dopo passo, alla ricerca delle informazioni; normalmente il questionario ha un effetto negativo in quanto lo mette di fronte a troppe domande alle quali non è in grado di rispondere;
- lo scarso tempo a disposizione dei gestori non gli permette di leggere con calma e di comprendere dei documenti; sembra avere migliore successo la pratica di richiedere a voce pochissimi dati di essenziale interesse e di ricevere, a mano o a mezzo e-mail o fax, il minimo indispensabile;
- i gestori più attenti e professionali saltano direttamente la fase del questionario perché possono fornire direttamente un file con l'archivio dei dati di consumo.

In base alle esperienze si è scelto di generare un questionario maggiormente ridotto, arrivando così al minimo delle informazioni necessarie.

La scelta di minimizzare al massimo il questionario è stata effettuata nell'intento di indagare anche sul comportamento dei piccolissimi centri sportivi che, come è noto, non presentano una gestione strutturata del sistema.

Le voci da compilare sono state ridotte all'essenziale ed il modulo dedicato ai piccoli centri sportivi è quello semplificato riportato in Fig.2.2.4 e Fig.2.2.5.



SAPIENZA - Università di Roma
Dipartimento DIAEE sezione Ingegneria Elettrica
Via Endossiana 18 - 00184 Roma - Tel. (06) 44585534 - Fax (06) 4883235

Ricerca Nazionale di Sistema Elettrico
QUESTIONARIO IMPIANTI SPORTIVI
ANNO DI RIFERIMENTO 2015

Riferimenti Prof. Ing. Stefano Elia e-mail: stefano.elia@uniroma1.it mobile: 3473654828
Ing. Emanuele Sansoni e-mail: sansoni.emanuele@libero.it mobile: 3494246847

Questo documento è un questionario di raccolta dati per la valutazione dello stato di ottimizzazione e consumo dei centri sportivi.

Se sono già stati creati degli archivi informatici o cartacei dei dati potete inviarli come ritenete opportuno, sarà nostra premura estrarre i dati dagli allegati, evitandovi ogni fastidio nel compilare il questionario.

Dati Generali:	
Denominazione Centro Sportivo	
Città, Regione	
Tipologia di sport praticati	
Superficie TOT coperta e scoperta [mq]	
Superfici suddivise per sport [mq]	
Altezza media dei locali [m]	
Tipologia costruttiva della struttura	
Energia elettrica consumata per anno [kWh]	
Quantità di GAS consumata in un anno [mc]	
Quantità di altre eventuali fonti di energia	

Fig.2.2.4 – Questionario semplificato, pag.1

Dati sull'affluenza del centro sportivo	
Giorni / periodi di apertura	
Orario di apertura dell'impianto	

Interventi energetici	
Sono stati effettuati interventi di risparmio energetico? (Isolamento termico, recuperi di calore, sistemi di gestione automatica, etc.)	
Presenza di pannelli solari termici, pannelli fotovoltaici, o altra fonte rinnovabile di energia (SI/NO)? Se SI, indicare i KW installati per ciascuna tecnologia e l'eventuale energia prodotta/sfruttata.	
Presenza INVERTER o CONTROLLI a flusso variabile su motori di pompe e ventilanti di aerazione?	
La notte, alla chiusura dell'impianto, viene spento ogni apparecchio per risparmiare (ventilazione, filtraggio, etc.)?	
Per l'illuminazione degli spazi vengono utilizzate lampade a risparmio energetico? Di che tipo?	
Si conoscono i dati di consumo prima e dopo gli interventi di risparmio energetico attuati? Si prega di indicare quanto noto.	

Desidera apparire come collaboratore alla ricerca, nella relazione finale, per aver fornito dati ed informazioni sulla gestione del centro sportivo? **SI** **NO**

(In caso di risposta negativa i dati forniti verranno esclusivamente utilizzati per i calcoli e non verranno correlati ad alcun riferimento né individuale né societario)

Data Firma

2

Fig.2.2.5 – Questionario semplificato, pag.2

Nel tentativo di far compilare i questionari si possono elencare alcuni importanti problemi riscontrati:

- l'utente, non conoscendo i benefici ed il margine di risparmio di cui potrebbe godere, ritiene spesso la compilazione del questionario una perdita di tempo;
- numerosi gestori trovano difficoltà nell'interpretare le bollette e necessitano di assistenza;
- i dati di affluenza e di utilizzo non sono quasi mai noti;
- talvolta l'utente non conosce la relazione impiantistica tra energia consumata e locali serviti, quindi non si conosce l'essenziale relazione tra consumi e utenze/superfici;
- spesso il gestore chiude i rapporti pur di non ammettere l'incapacità a comprendere le semplici domande del questionario; in questi casi, per mantenere un proficuo rapporto, è necessario eliminare tempestivamente la fase del questionario ed offrire una gentilissima e rispettosa collaborazione sul posto.

La maggior parte degli utenti contattati non ha compilato il questionario; il documento di raccolta dati è stato considerato utile e quindi compilato direttamente solo nel %5 dei casi.

2.3 Centri sportivi studiati

Nell'ambito del presente lavoro sono stati contattati quasi 200 centri sportivi, con particolare riferimento a quelli di piccola dimensione. Gli impianti risultati utilizzabili come campione sono solamente 46; la maggior parte dei gestori non hanno collaborato alla ricerca ed un altro piccolo gruppo, o per incompetenza o per parziale mancanza dei dati, ha fornito documentazioni incomplete o giudicate non affidabili.

Nel prosieguo vengono brevemente descritti solo alcuni dei centri sportivi, principalmente quelli utilizzati per la verifica a campione del sistema di previsione dei consumi.

Per ogni centro sportivo, se necessario scorporando i consumi per ogni tipo di ambiente, sono stati evidenziati le necessità energetiche annuali; questi valori sono stati confrontati, per ogni impianto, con il rispettivo valore calcolato mediante il modello di previsione proposto.

Come si evince dalle sigle riportate al posto dei reali nomi dei centri sportivi, nessuna gestione ha autorizzato la pubblicazione del nome sul presente lavoro. Per correttezza, la possibilità di comparire come collaboratore alla ricerca è stata comunque comunicata a voce ed inoltre scritta sul questionario e sulla lettera di presentazione. Visto che tale offerta ha spesso infastidito i gestori si è preferito non insistere e, mantenendo buoni rapporti, lavorare esclusivamente sui numeri in forma statistica.

2.3.1 Centro sportivo RM01

Il centro sportivo RM01 fa parte della zona climatica D, si estende su una superficie di 5000 mq ed è dotato di parcheggio privato, bar tavola calda, sala pesi dotata di moderne attrezzature. Due sale ampie e luminose sono dedicate al fitness, due piscine ai corsi di nuoto. Di questo centro sono pervenuti i consumi complessivi di energia elettrica e gas e consumo di acqua nelle seguenti quantità:

- energia elettrica [kWh] = 1200457;
- Gas [smc] = 42123;
- acqua [mc] = 16000.

Tale centro, di grosse dimensioni, non facilita la ricerca sui piccoli centri sportivi ma risulta utile per verificare la correttezza del *fattore di scala*. Inserendo tutti i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.1.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il centro sportivo si posiziona, di fatto, al limite della zona rossa quindi in classe di ottimizzazione molto bassa. Di fatto conferma la totale assenza di interventi di risparmio energetico. Il gestore afferma che è a conoscenza della situazione che sta già portando avanti degli studi sui propri consumi energetici, questo per diminuire in modo deciso gli elevati consumi dell'impianto.

2.3.2 Centro sportivo RE013, ante operam

Il centro sportivo RE013 fa parte della zona climatica E, si estende su una superficie di 3000 mq. Questo impianto integra un complesso di campi da calcetto a cinque. Viene dichiarato l'unico consumo presente come il valore di energia elettrica consumata in un anno, pari a:

- energia elettrica [kWh] = 16000.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare, anche a livello grafico, il risultato seguente:



Fig.2.3.2.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Questo centro sportivo si posiziona ampiamente nella zona rossa confermando l'assenza di interventi di risparmio effettuati.

2.3.3 Centro sportivo RE013, post operam

Il centro sportivo RE013, fa parte della zona climatica E si estende su una superficie di 3000 mq e comprende campi da calcetto a cinque. Il centro consuma solo energia elettrica nella quantità sotto riportata.

L'impianto è stato oggetto di un importante intervento di risparmio energetico, che ha permesso un dimezzamento dei consumi, con l'obiettivo di portare il centro sportivo fuori dalla Classe_0:

- illuminazione a basso consumo.

I consumi che si sono potuti contabilizzare dopo l'intervento sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 8200.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare quanto segue:

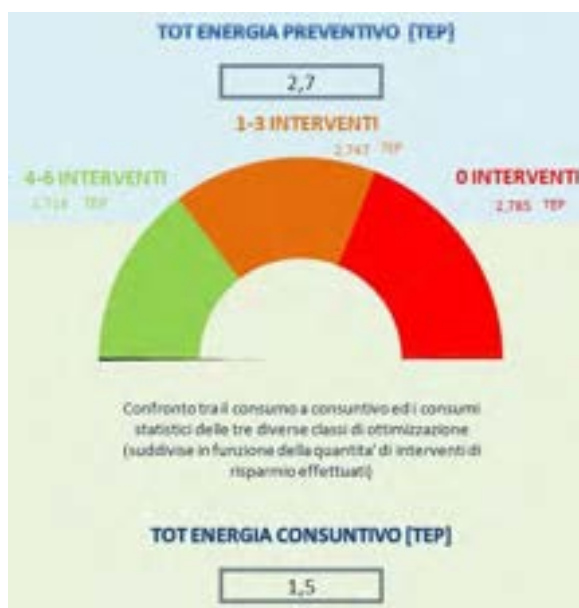


Fig.2.3.3.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Sia numericamente, sia graficamente, si può notare come il centro sportivo sotto analisi sia passato da una fascia di consumo critica fino ad arrivare al fondo scala della zona verde. Evidentemente l'intervento è stato talmente proficuo che ha permesso addirittura il salto di due classi di ottimizzazione.

2.3.4 Centro sportivo RM02, ante operam

Il centro sportivo RM02 fa parte della zona climatica D, si estende su una superficie di 528 mq ed è dotato di 2 campi da tennis per allenamento atleti. Di questo centro sono pervenuti i consumi complessivi di energia elettrica:

- energia elettrica [kWh] = 1514.

Questo centro di piccole dimensioni ha la particolarità, riscontrabile nel consumo di energia elettrica, di essere sempre in funzione specialmente nelle ore serali e per gran parte dell'anno.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente grafico:

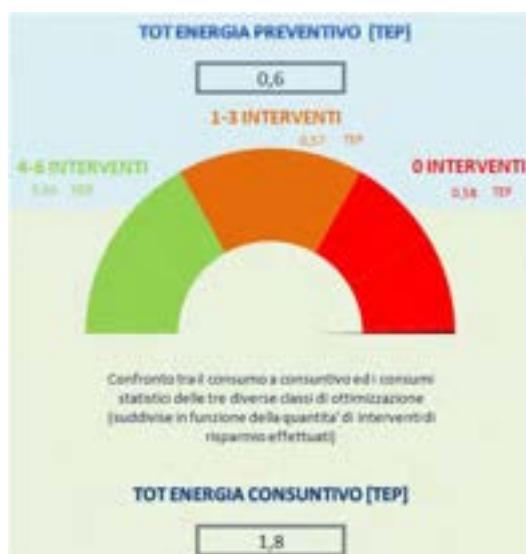


Fig.2.3.4.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Si può evidenziare l'effettiva posizione del centro sportivo nel fondo scala della fascia rossa rappresentante gli 0 interventi effettuati e in completa concordanza con i dati forniteci dal centro sportivo.

2.3.5 Centro sportivo RM02, post operam

Il centro sportivo RE02 fa parte della zona climatica D, si estende su una superficie di 528 mq ed è composto da 2 campi da tennis. Viene spesso usato come campo di allenamento per gli atleti. In questo centro sportivo, dato il continuo utilizzo per gran parte dell'anno e maggiormente nelle ore serali, è stato scelto di ridurre i consumi di energia elettrica per illuminazione, provvedendo con il seguente intervento:

- illuminazione a basso consumo.

I consumi che si sono potuti contabilizzare dopo l'intervento sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 710.

Inserendo tutti i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.5.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Dalla schermata si può notare come il centro sportivo, dato il suo consumo di energia elettrica ancora gravoso, lascia sospettare difetti nella progettazione del sistema di illuminazione ottimizzato oppure un uso eccessivo delle lampade.

2.3.6 Centro sportivo UM01, ante operam

Il centro sportivo UM01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 10500 mq. Viene normalmente utilizzato come campo di calcio amatoriale con spogliatoi per due squadre annessi alla struttura generale. Di questo centro sono pervenuti i consumi complessivi di energia:

- energia [kWh] = 50146;

L'impianto è di grosse dimensioni, pertanto non molto utile al fine della caratterizzazione dei piccoli sistemi, e risulta fondamentale per tarare al meglio il *fattore di scala*.

Inserendo i dati nel software si è riscontrato il seguente risultato:

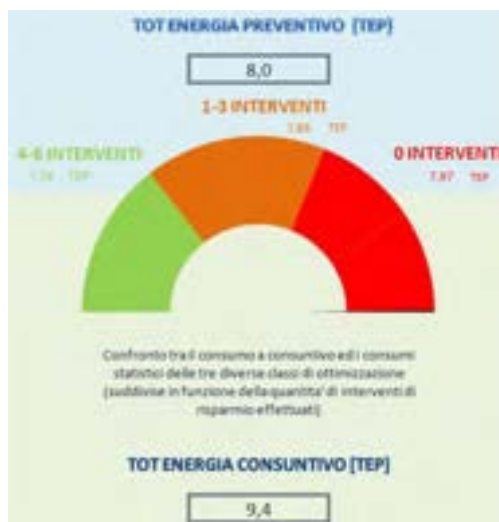


Fig.2.3.6.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Si può rilevare l'effettiva posizione del centro sportivo in fascia rossa, rappresentante gli 0 interventi effettuati e in completa concordanza con i dati forniteci dall'amministrazione.

2.3.7 Centro sportivo UM01, post operam

Il centro sportivo UM01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 10500 mq. L'impianto è dotato di un campo di calcio amatoriale con annessi spogliatoi.

Nel centro è stato eseguito il seguente intervento:

- impianto per la produzione di acqua calda sanitaria mediante una centrale termica solare.

I consumi che si sono potuti contabilizzare dopo l'intervento sono i seguenti:

- energia [kWh] = 29424

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare quanto segue:



Fig.2.3.7.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Dalla cruscotto indicatore si può notare come il centro sportivo sotto analisi, anche con un solo intervento di risparmio energetico, rientri abbondantemente nella fascia migliore. Si evidenzia una buona diminuzione dei consumi rispetto alla situazione precedente.

2.3.8 Centro sportivo FB01, ante operam

Il centro sportivo FB01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 4928 mq, questo impianto viene quotidianamente utilizzato come campo di calcio con annesso spogliatoio. Si hanno i seguenti valori di energia assorbita dal centro:

- energia elettrica [kWh] = 300;
- GAS [smc] = 11031.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare quanto di seguito riportato:



Fig.2.3.8.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Si riscontra l'effettiva collocazione del centro in fascia rossa. Ciò rappresenta effettivamente rappresentante gli 0 interventi effettuati ed è in completo accordo con i dati forniti.

2.3.9 Centro sportivo FB01, post operam

Il centro sportivo UM01, fa parte della zona climatica E, si estende su una superficie di 4928 mq ed è utilizzato come campo da calcio con annesso spogliatoio.

Dato l'eccessivo consumo di GAS per la produzione di acqua calda sanitaria il responsabile dell'impianto ha provveduto ad effettuare un intervento di risparmio energetico:

- impianto per la produzione di acqua calda sanitaria mediante una centrale termica solare.

I consumi che si sono potuti contabilizzare dopo l'intervento sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 300;
- GAS [smc] = 8769.

Inserendo i dati nel software si riscontra quanto segue in figura:

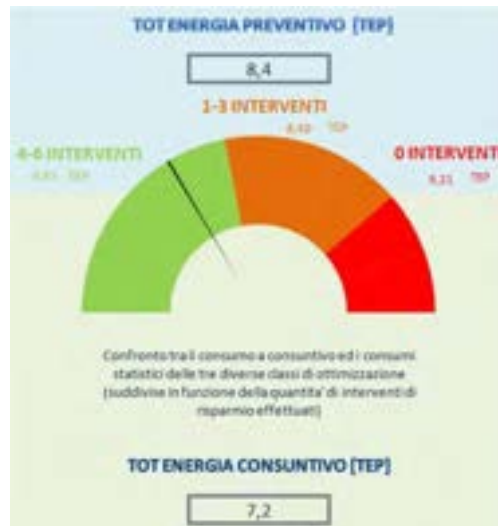


Fig.2.3.9.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Dalla grafica si può notare come il centro sportivo sotto esame, effettuando un intervento di risparmio energetico, rientri già in una classe migliore.

2.3.10 Centro sportivo CP01, ante operam

Il centro sportivo CP01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 909 mq. L'impianto sportivo è di piccole dimensioni, è di tipo palestra alta, ed ha destinazione ginnica ad uso multidisciplinare. Di questo centro sono pervenuti i consumi complessivi di ENERGIA in kWh nelle seguenti quantità:

- energia [kWh] = 182709.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato numerico e grafico:



Fig.2.3.10.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Si può notare l'effettiva posizione del centro sportivo in fascia rossa rappresentante gli 0 interventi effettuati, quindi in completa concordanza con i dati forniti.

2.3.11 Centro sportivo CP01, post operam

Il centro sportivo CP01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 909 mq. Il centro è di piccole dimensioni e di tipo palestra alta. Viene usato come ambiente sportivo multidisciplinare. Il gestore dell'impianto, trovando difficoltà nel fornire un servizio continuativo e confortevole alla comunità per l'eccessivo caldo estivo ed il freddo nei mesi invernali, con un costo molto elevato, ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di risparmio:

- impianto fotovoltaico;

- ventilazione meccanica controllata;
- riscaldamento a bassa temperatura e pompa di calore;
- isolamento termico acustico.

Di questo centro sono stati calcolati i consumi complessivi di Energia in kWh pari a:

- energia [kWh] = 68521.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.11.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Dall'indicatore si può notare la posizione del centro sportivo in fascia verde, rappresentante i 4-6 interventi effettuati, in completa concordanza con i dati forniti dalla gestione dell'impianto.

2.3.12 Centro sportivo LE01

Il centro sportivo LE01 fa parte della zona climatica C e si estende su una superficie di 450 mq. Esso risulta di piccole dimensioni e di tipo palestra bassa ad uso multidisciplinare. Questo centro ha effettuato il seguente intervento:

- illuminazione a basso consumo.

I consumi dopo l'intervento sono risultati i seguenti:

- energia elettrica [kWh] =32000;
- GAS [smc]=1650.

Inserendo i dati nel software si è ottenuto quanto segue in figura:



Fig.2.3.12.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto ci indica la differenza fra l'energia a consuntivo ed a preventivo, l'impianto viene classificato incredibilmente in zona verde; effettivamente si è rilevato che tale risultato si ha grazie alla

accortezza del gestore che, dichiarata la sua attenta e costante presenza in sede, provvede personalmente e manualmente a limitare l'uso dell'illuminazione.

2.3.13 Centro sportivo PL20, ante operam

Il centro sportivo PL20 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 1200 mq. Questo impianto è di piccole dimensioni, di tipo palestra bassa, e viene impiegato per usi sportivi a livello multidisciplinare.

I consumi di energia che sono stati forniti dal gestore sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 68000;
- GAS [smc] = 23874.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il risultato seguente:



Fig.2.3.13.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto indica la posizione che occupa il centro, rimanendo entro la fascia rossa a 0 interventi.

2.3.14 Centro sportivo PL20, post operam

Il centro sportivo PL20 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 1200 mq. Questo impianto sportivo è qualificabile come palestra bassa ad uso multidisciplinare. Il gestore di questo centro sportivo ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di risparmio energetico:

- illuminazione a basso consumo.

Dopo l'intervento i consumi dichiarati risultano i seguenti:

- energia [kWh] = 26000;
- GAS [smc] = 23650.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.14.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto ci indica che il centro sportivo con l'intervento effettuato di sostituzione dell'illuminazione con analoga a basso consumo migliora la sua situazione rispetto alla situazione ante-operam. Di fatto si nota un abbattimento dei consumi di circa il 25%.

2.3.15 Centro sportivo FM01

Il centro sportivo FM01 fa parte della zona climatica E ed ha una superficie pari a 404 mq. L'impianto sportivo è di piccole dimensioni ed è composto da due piscine di media dimensione.

I consumi di energia complessivamente forniti sono i seguenti:

- energia [kWh] = 13534.

Inserendo i dati nel software si è raggiunto il seguente grafico:

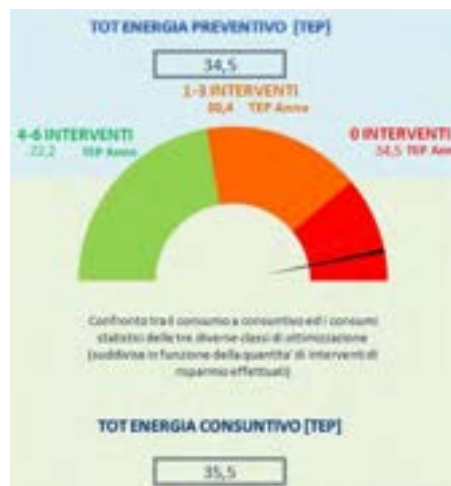


Fig.2.3.15.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto ci indica la pessima posizione che occupa il centro sportivo occupa nelle fasce di ottimizzazione energetica.

2.3.16 Centro sportivo PL01, ante operam

Il centro sportivo PL01, fa parte della zona climatica D e si estende su una superficie di 1800 mq. Questo centro sportivo ha una piscina scoperta nel periodo estivo che viene coperta, durante il periodo invernale, tramite una copertura mobile.

I consumi di energia relativi all'impianto che sono stati forniti sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 27000;
- GAS [smc] = 188900.

Inserendo i dati nel software si arriva alle seguenti conclusioni numeriche e grafiche:



Fig.2.3.16.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto indica la posizione che occupa il centro sportivo verso il fondo scala della fascia rossa; ciò manifesta una situazione abbastanza grave dal punto di vista energetico.

2.3.17 Centro sportivo PL01, post operam

Il centro sportivo PL01 fa parte della zona climatica D ed ha una superficie di 1800 mq. Questo centro è dotato di una piscina con copertura mobile.

Il gestore del centro sportivo ha provveduto alla realizzazione i seguenti interventi di ottimizzazione energetica:

- impianto per la produzione di acqua calda sanitaria mediante una centrale termica solare.

Dopo l'intervento i consumi sono risultati nelle seguenti quantità:

- energia elettrica [kWh] = 27000;
- GAS [smc] = 143500.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare i risultati di seguito riportati:

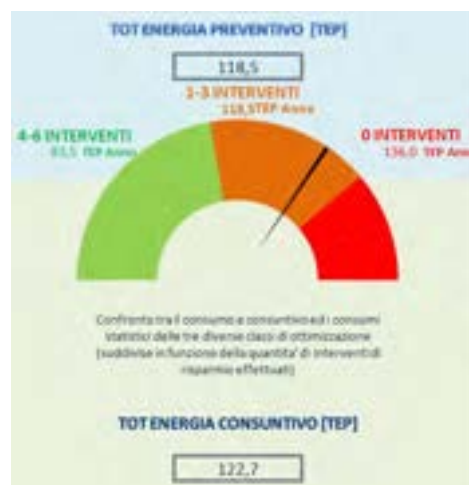


Fig.2.3.17.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto ci indica che il centro sportivo con l'intervento effettuato, installando un nuovo impianto per la produzione di acqua calda sanitaria, ha migliorato la sua situazione. Numericamente si rileva un miglioramento di circa il 25% sui consumi annuali.

2.3.18 Centro sportivo GG01

Il centro sportivo GG01 fa parte della zona climatica D e si estende su una superficie complessiva di 605 mq. L'ambiente è da considerarsi come palestra alta. Il centro sportivo ha anche permesso di rilevare diversi indicatori, grazie ad una attenta gestione che ha installato dei contatori parziali sulle utenze principali.

Il consumo generale di energia che è pervenuto è il seguente:

- energia [kWh] = 138509.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.18.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Tale centro denota un consumo a consuntivo minore di quello a preventivo. Ciò è giustificato dall'aver riscontrato una attenta gestione da parte di un responsabile sempre presente nella struttura.

2.3.19 Centro sportivo PP01, ante operam

Il centro sportivo PP01 fa parte della zona climatica D e dimostra una superficie di 1700 mq. Il circolo sportivo ha una palestra bassa per la pratica di varie discipline.

I consumi di energia che sono stati forniti sono i seguenti:

- Energia elettrica [kWh] = 38012;
- GAS [smc] = 65750.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:

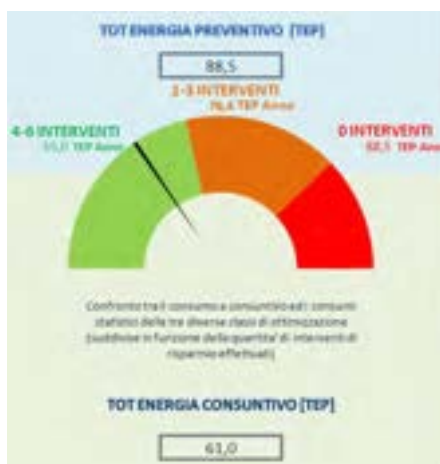


Fig.2.3.19.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto indica la posizione che occupa il centro, in questo caso si nota una incongruenza che è stata giustificata dal gestore con la chiusura di tre mesi all’anno.

2.3.20 Centro sportivo PP01, post operam

Il centro sportivo PP01 fa parte della zona climatica D e dimostra una superficie di 1700 mq. L’impianto ha una palestra bassa per la pratica di varie discipline.

Il gestore di questo centro sportivo ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di ottimizzazione energetica:

- impianto per la produzione di acqua calda sanitaria mediante una centrale termica solare.

Dopo l’intervento, i consumi sono nelle seguenti quantità:

- energia elettrica [kWh] = 38012;
- GAS [smc] = 45968.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il presente risultato:



Fig.2.3.20.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il risultato è migliorato numericamente in seguito all’intervento di risparmio effettuato. Da notare il forse spostamento nella fascia verde sempre dovuto alla chiusura di tre mesi all’anno.

2.3.21 Centro sportivo CG01, ante operam

Il centro sportivo CG0101 fa parte della zona climatica D e si estende su una superficie di 10150 mq. Questo centro sportivo viene usato come campo di calcio illuminato con annesso spogliatoio.

I consumi di Energia che sono stati forniti sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 54521;
- GAS [smc] = 4352.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:

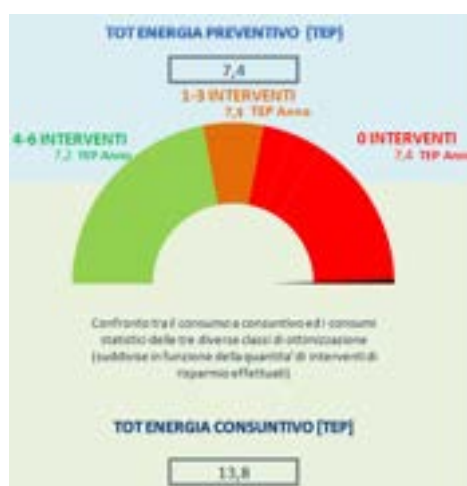


Fig.2.3.21.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

2.3.22 Centro sportivo CG01, post operam

Il centro sportivo CG0101 fa parte della zona climatica D e si estende su una superficie di 10150 mq. Questo centro sportivo viene utilizzato come campo di calcio illuminato con annessi spogliatoi. Il gestore del centro sportivo ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di ottimizzazione energetica:

- illuminazione a basso consumo.

Dopo l'intervento i consumi risultano nelle seguenti quantità:

- energia elettrica [kWh] = 35000;
- GAS [smc] = 4250.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare quanto segue:



Fig.2.3.22.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Con tale risultato si dimostra come, in presenza di una gestione non attenta, anche un intervento di risparmio può non portare a grandi risultati.

2.3.23 Centro sportivo AM01

Il centro sportivo AM01 è inserito nella zona climatica E e si estende su una superficie di 1931 mq. Tale centro sportivo è formato da un complesso che contiene due piscine coperte medie ed una piscina coperta piccola con annessi spogliatoi.

I consumi di energia che sono stati forniti sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 326057;

- GAS [smc] = 84198.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare quanto segue in figura:



Fig.2.3.23.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

2.3.24 Centro sportivo SZ01, ante operam

Il centro sportivo SZ01 fa parte della zona climatica E e si estende su di una superficie pari a 4828 mq. Il centro sportivo è composto da un complesso che contiene due piscine coperte di media dimensione ed una piscina coperta grande con annessi spogliatoi.

I consumi di energia che vengono forniti sono di seguito elencati:

- energia elettrica [kWh] = 387300;
- GAS [smc] = 199421.

Inserendo i valori di consumo nel software si arriva a quanto di seguito riportato in figura:

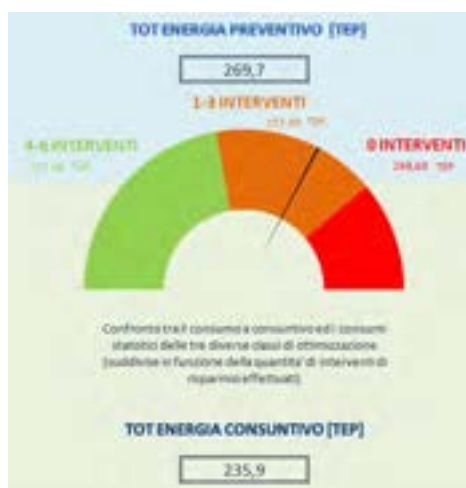


Fig.2.3.24.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto ci indica la posizione del centro in fascia arancione, al contrario di quanto previsto, indicando che la gestione è migliore di quanto indicato dalle statistiche.

2.3.25 Centro sportivo SZ01, post operam

Il centro sportivo SZ01 è all'interno della zona climatica E. Si estende su una superficie di 4828 mq ed è formato da un complesso che contiene due piscine coperte di media dimensione ed una piscina coperta grande con annessi spogliatoi.

Il gestore dell'impianto sportivo ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di risparmio energetico:

- recupero energia termica dal ricambio acqua vasche;

- impianto solare termico;
- involucro edilizio con elevato isolamento termico;
- controllo elettronico pompe e motori;
- sistema di controllo degli impianti idraulici e termici natatori;
- telo di copertura per piscina nelle ore in cui non è utilizzata.

Dopo l'intervento i consumi sono quantificabili, a consuntivo, come segue:

- energia elettrica [kWh] = 225691;
- GAS [smc] = 78987.

Inserendo i nuovi dati nel software si arriva a quanto segue in figura:



Fig.2.3.25.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Numericamente si evidenzia come una grossa quantità di interventi permetta effettivamente di andare oltre il dimezzamento dei consumi.

Il cruscotto indica la posizione che occupa il centro al limite massimo della zona verde, in pieno accordo con la quantità di interventi di risparmio effettuati.

2.3.26 Centro sportivo PL04, ante operam

Il centro sportivo PL04 si trova nella zona climatica E ed ha una superficie pari a 1500 mq. Questo piccolo centro sportivo è formato da un complesso che contiene tre piscine di media dimensione, con annessi spogliatoi, coperte da un pallone invernale.

Il consumo generale di energia che è stato fornito è il seguente:

- energia [kWh] = 1562737.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:

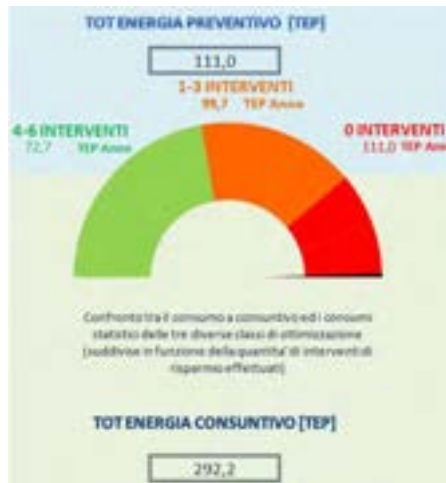


Fig.2.3.26.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

2.3.27 Centro sportivo PL04, post operam

Il centro sportivo PL04 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 1500 mq. Il complesso integra tre piscine di media dimensione, con annessi spogliatoi, coperte da pallone invernale.

Il gestore dell'impianto natatorio ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi:

- solare termodinamico a concentrazione;

Dopo l'intervento i consumi generali di energia sono nelle seguenti quantità:

- energia [kWh] = 781310;

Inserendo i dati nel software si arriva a quanto segue in figura:



Fig.2.3.27.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

In questo caso un intervento di ottimizzazione non è sufficiente a migliorare di classe statistica ma, come si evince dai valori, porta un miglioramento nei consumi di circa il 50%.

2.3.28 Centro sportivo MD01, ante operam

Il centro sportivo MD01 fa parte della zona climatica E e si estende su una superficie di 7100 mq. Il complesso è un importante polo natatorio.

I consumi di energia che sono stati forniti sono i seguenti:

- energia elettrica [kWh] = 1258968;
- GAS[smc] = 751236.

Inserendo i dati nel software si rileva quanto segue:



Fig.2.3.28.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

2.3.29 Centro sportivo MD01, post operam

Il centro sportivo MD01 fa parte della zona climatica E e si estende su una ampia superficie di ben 7100 mq. Il complesso sportivo è un importante polo natatorio.

Il gestore del complesso sportivo ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi di risparmio energetico:

- installazione di un cogeneratore a gas;
- coibentazione degli impianti;
- installazione di recuperatori di calore;
- copertura notturna delle vasche;
- impianto solare termico.

Dopo l'intervento i consumi sono nelle seguenti quantità:

- energia elettrica [kWh] = 875000;
- GAS [smc] = 324897.

Inserendo i dati nel software si è potuto riscontrare il seguente risultato:



Fig.2.3.29.1 – Grafico di confronto tra preventivo e consuntivo

Il cruscotto indica il posizionamento non buonissimo del centro sportivo che, in ogni caso, rispetto alla situazione precedente agli interventi di risparmi ha circa dimezzato in consumi.

Va sottolineato che, comunque, il centro natatorio risulta leggermente fuori dalle statistiche a causa dell'elevata affluenza annuale che si attesta attorno ai 250000 accessi.

2.4 Utilità del questionario

La fase di indagine sul campo si è protratta per circa sei mesi ed ha permesso di avere ben 177 contatti con gestori di impianto. Ogni amministrazione è stata contattata o visitata con la massima disponibilità mettendosi a disposizione per qualsiasi ausilio necessario alla raccolta dei dati.

Non vi sono state mezze misure nella risposta degli utenti al servizio proposto, tra quelli contattati la reazione è stata di due tipi:

- hanno sbrigativamente interrotto i rapporti chiarendo di non essere interessati;
- hanno risposto positivamente compilando il questionario o fornendo i dati delle bollette ed altre informazioni generali di vario tipo.

Si può sottolineare come il questionario, ridotto alla minima configurazione, sia stato compilato volontariamente solo nel 5% dei casi; si è visto che riducendolo molto di lunghezza e di complessità aumenta leggermente il numero di utenti che lo compila. Negli anni passati è stato rilevato come un questionario avanzato, talvolta eccessivamente lungo o complesso, non venga neanche letto.

Ancora una volta si conferma la possibilità di utilizzare il questionario solo come strumento iniziale e conoscitivo, nonché come miglioramento della presentazione del consulente a livello professionale. Se dai dati di base si rileva che ci sono le possibilità per un intervento di risparmio o per studi avanzati di ottimizzazione, nel caso, si interviene in maniera dedicata per l'impianto specifico.

2.5 Indagine sui piccoli centri sportivi

Nei precedenti anni di ricerca sono stati approfonditi i centri sportivi di media a grande dimensione. Storicamente i grandi impianti non hanno mai dato grossi problemi agli addetti all'ottimizzazione, questo perché sono quasi sempre dotati di un competente ufficio tecnico interno. Si vuole completare il lavoro con una caratterizzazione del comportamento dei piccoli centri sportivi. Per tale motivo si studiano con maggiore attenzione gli impianti di superficie fino a circa 1000 metri quadrati.

Tali centri sono generalmente caratterizzati da una gestione energetica poco organizzata e affidata direttamente al titolare dell'attività. Avendo dubbi sulla esistenza di efficaci strategie di gestione si è proceduto a verificare il comportamento dei singoli delineando il quadro di seguito riportato.

I gestori non dimostrano nella quasi totalità dei casi le conoscenze e le competenze sufficienti a gestire un impianto dal punto di vista energetico. C'è da dire che, come è stato verificato, le amministrazioni dei piccoli impianti non hanno neanche io soldi per garantirsi una adeguata consulenza. Nella maggior parte dei casi, la gestione riceve minime direttive sull'utilizzo dei macchinari esclusivamente dall'installatore o dal manutentore in maniera settoriale, superficiale, disorganizzata o talvolta deviata dal punto di vista commerciale.

Purtroppo gli amministratori di impianto si dimostrano incompetenti anche nella fase di scelta di un consulente, di un sistema da installare o dell'impresa installatrice; prova ne è il fatto che anche i tecnici impegnati nella presente ricerca sono stati trattati con estrema diffidenza e dimostrando forte difficoltà nel condividere le informazioni tecniche ed economiche essenziali.

La manutenzione non viene assolutamente considerata, tantomeno come sistema di miglioramento del rendimento. La regola pratica vuole la sopravvivenza del sistema ad ogni costo e senza esborsi di denaro, ovviamente, tutto senza considerare l'eventualità che una macchina non mantenuta si possa rompere comportando gravi costi per danneggiamento/sostituzione.

I piccoli centri sportivi denotano una rapida e continua riadattabilità a diversi sport o attività all'interno dei locali: risulta difficile stabilire con continuità la tipologia di ambiente sportivo e quindi definire il profilo di assorbimento energetico. Sarebbe necessario un direttore tecnico in ogni struttura, utile anche per garantire anche delle corrette variazioni di destinazioni d'uso dei locali.

Lo stato e l'efficienza energetica delle strutture lasciano spesso a desiderare. Si nota come le società sportive spesso non investono in coibentazioni ad alta efficienza e neanche in finestre a taglio termico. Il problema nasce dal fatto che la maggior parte degli ambienti non sono di proprietà della società sportiva; ciò porta ad un doppio grave risultato, prima quello della pessima gestione energetica, poi quello del rapido deterioramento dell'involucro con gravi perdite per la proprietà. Anche i proprietari dovrebbero essere informati della necessità di investire, almeno in parte, sul bene immobile per il mantenimento della qualità e quindi del valore.

Nei locali tecnici la maggior parte delle macchine energivore sono dedicate a ventilazione, raffrescamento e riscaldamento; tutte denotano elevata età, scarso rendimento e spesso qualità scadente.

Normalmente si procede alla climatizzazione mediante l'impiego di numerose macchine di piccolissima taglia piuttosto che di un unico gruppo centralizzato, controllato da inverter elettronico, con rendimento ottimizzato.

Raramente si trovano, solo perché incentivati, piccoli impianti solari termici ma esclusivamente per la produzione di acqua calda sanitaria. Talvolta sono stati impiegati in condizioni errate in quanto erano già presenti, all'interno dell'impianto, cascami di calore da riscaldamento o da climatizzazione che avrebbero comunque prodotto una quantità superiore di acqua calda sanitaria. Segno evidente dell'assenza di una gestione globale ed oculata.

Per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili, non sono assolutamente conosciute, solamente il sistema fotovoltaico è risultato installato in rari casi. Ad oggi risulta comunque cancellato dai possibili interventi in quanto non più incentivato.

In rarissimi ambienti risulta valorizzato il contributo della luce naturale.

In pochissimi ambienti viene sfruttata la ventilazione naturale.

Scarsissimo interesse per i sistemi di illuminazione, specialmente per quelli energivori con lampade a scarica di grossa potenza. La maggior parte dei gestori hanno dimostrato di non comprendere la differenza tra una lampada a LED ed una tradizionale; quelli che ne hanno installate spesso lo hanno fatto esclusivamente perché sono le uniche che oramai si trovano in commercio.

La maggior parte delle scelte vengono fatte esclusivamente per minimizzare al massimo le spese di esercizio, essenzialmente diminuendo al limite dei costi di acquisto e manutenzione degli impianti, in favore dell'aumento delle perdite di conversione, trasporto ed utilizzazione dell'energia. Oltretutto, per quanto rilevato, nella maggior parte dei casi gli ambienti risultano offrire agli atleti uno scarso comfort. Dal punto di vista contrattuale il gestore non è in grado di comprendere le voci di una bolletta e le clausole tecnico/economiche del contratto di fornitura dell'energia. La maggior parte dei contratti risultano assolutamente non adatti al servizio. I fornitori di energia, come d'altro canto quelli di servizi e sistemi, non si pongono in maniera chiara nei confronti degli utenti non esperti. Oltretutto diversi gestori ammettono di agire in maniera forzata in quanto non si fidano di tutto quello che viene consigliato, venduto o imposto per norma o per legge.

In alcuni casi non esiste neanche una raccolta delle bollette in quanto ritenute non fondamentali o semplicemente una tassa da pagare. In alcuni casi è stato necessario avere l'autorizzazione ad accedere ai dati trattenuti dal commercialista per avere una quantificazione del consumo.

Le strategie di gestione dell'impianto non presentano nessuna linea guida e sono esclusivamente legate all'abitudine degli utenti, dei gestori o, più semplicemente, del mercato; spesso le abitudini risultano errate in quanto le temperature mantenute di inverno o d'estate risultano spesso eccessivamente fuori dai canoni medici indicati per lo sport.

Non ultimo il problema del trattamento e della sicurezza dei dati crea numerosi problemi alla gestione energetica; trasferire dati tra due uffici interni di una azienda o verso l'esterno sembra oggi diventato un grande problema.

In breve, le principali cattive abitudini riscontrate nella gestione sono le seguenti:

- disattenzione e scarsa volontà nel migliorare la propria conoscenza;
- scarsa conoscenza del proprio impianto;
- assenza di un direttore tecnico;
- disinteresse nei confronti del risparmio e dell'ambiente;
- uso eccessivo di illuminazione, riscaldamento e raffrescamento;
- sottovalutazione dell'importanza della manutenzione;
- assenza di investimento per il miglioramento dell'involucro;
- assenza dell'aggiornamento sulle nuove tecnologie.

Di fatto si può concludere che, stante quanto appena descritto, non è stato possibile delineare alcun comportamento energetico sui centri sportivi di piccola dimensione. Tantomeno su quelli di piccolissima dimensione al di sotto dei 500 metri quadrati.

Per quanto sottolineato si ritiene assolutamente essenziale portare avanti i seguenti progetti di miglioramento:

- istituire l'obbligo di effettuare un audit energetico periodico;
- integrare i requisiti obbligatori per l'apertura dei centri sportivi, richiesti e verificati dalle ASL e dai Comuni, con delle specifiche impiantistiche ed energetiche;
- spingere i proprietari degli edifici a migliorare la classe energetica dell'involucro;
- obbligare i fornitori di energia e migliorare la chiarezza delle offerte ed a fornire all'utente un semplice manuale di comprensione del contratto e delle fatture;
- obbligare i centri sportivi ad avere un direttore tecnico che si occupi degli impianti come della sicurezza e di tutti gli altri aspetti tecnici;
- redigere una linea guida dedicata ai gestori degli impianti sportivi contenente le conoscenze tecniche e le strategie necessarie per garantire una valida gestione, ovviamente realizzata in multilivello e quindi dotata di parte generale e di approfondimenti.

Quanto appena espresso, in base alla esperienza oramai acquisita sul campo, anche se è essenziale per i piccoli impianti, risulta assolutamente valido e consigliabile per tutti i centri sportivi di qualsiasi dimensione.

3 Valutazione degli indicatori di consumo

3.1 Introduzione

Il metodo messo a punto prevede la possibilità di valutare il consumo preventivo di un centro sportivo. Il calcolo si basa sull'utilizzo di indicatori di consumo annuali, relativi alla superficie, al tipo di ambiente, alla zona climatica ed alla bontà della gestione, derivati da una indagine statistica sul territorio nazionale.

Data la assoluta mancanza di dati tecnici relativi alla struttura, carenti come quelli sull'affluenza e sull'utilizzo degli impianti sportivi, non è possibile affinare il calcolo dell'energia aumentando le variabili considerate; per tale motivo la principale variabile di riferimento per gli indicatori rimane la superficie.

Il valore presunto può essere utilizzato dai gestori anche come confronto con il proprio consumo a consuntivo valutando, in funzione delle statistiche, la validità della gestione attuata.

3.2 Classificazione dei centri sportivi in funzione del livello di ottimizzazione

Dall'analisi approfondita di diversi centri sportivi ci si rende conto che non è assolutamente possibile confrontare tra loro entità controllate da gestioni diverse.

Ad esempio, esistono centri sportivi che assorbono la metà dell'energia rispetto agli altri della stessa zona solo perché hanno una migliore gestione, oppure hanno effettuato interventi di risparmio energetico, oppure producono gratuitamente una fetta di energia da fonte rinnovabile, o altro.

I consumi dei centri sportivi possono essere paragonati tra loro elusivamente se si tiene conto dei diversi livelli di ottimizzazione che li caratterizzano.

Per gli stessi motivi non risulta possibile, senza abbondanti condizioni al contorno, effettuare il calcolo di un indicatore: non ha alcun senso valutare una media tra elementi che non sono confrontabili tra loro.

Data la scarsità di informazioni reperibili sul campo, nonostante la faticosa ed incisiva azione di ricerca dati sostenuta, le uniche informazioni qualitative che possono essere reperite sono la quantità e la tipologia degli interventi di risparmio attuati.

Nessun informazione risulta reperibile, ad esempio, sull'involucro edilizio e sulla relativa coibentazione interna. Completamente assenti anche le informazioni sui dati di targa e sul rendimento di vecchie macchine o di impianti mai o raramente mantenuti.

Dalla presente esperienza si rileva che i centri sportivi possono essere suddivisi in classi di ottimizzazione in funzione della quantità di interventi di risparmio attuati e ritenuti validi.

Si definiscono quindi tre diverse classi di impianto sportivo: la migliore è quella per chi ha effettuato da 4 a 6 interventi di risparmio, la intermedia da da 1 a 3 e la peggiore è quella per chi non ne ha effettuato nessuno. Queste vengono quindi riassunte come segue:

- Classe 4-6 (eseguiti da 4 a 6 interventi)
- Classe 1-3 (eseguiti da 1 a 3 interventi)
- Classe 0 (nessun intervento eseguito)

In fase di indagine, nonché in fase di valutazione di numerosi casi studio, è stato possibile valutare quali siano gli interventi di ottimizzazione che portano effettivamente a dei margini almeno sufficienti di risparmio. E' stato quindi realizzato un elenco di interventi che vengono riconosciuti adeguati al miglioramento della classe, di seguito elencati:

- involucro edilizio con elevato livello di isolamento termico e basse perdite d'aria;
- sistema di climatizzazione e ventilazione ad alta efficienza;
- illuminazione a basso consumo, regolazione di luminosità e sfruttamento della luce naturale;
- controllo elettronico di pompe e motori;
- sistema di controllo automatico degli impianti idraulici e termici natatori; telo di copertura per piscina nelle ore in cui non è utilizzata;
- centralizzazione dei sistemi di conversione dell'energia separati in uno unico ottimizzato con rendimento maggiore;

- sfruttamento integrato ed ottimizzato delle pompe di calore ad alta efficienza;
- cogenerazione, recupero e uso combinato di calore;
- produzione energia da fonti rinnovabili;
- sostituzione di vecchi macchinari con nuove tecnologie ad alta efficienza;
- revisione straordinaria degli impianti elettrici e termici volta a diminuire sensibilmente le perdite di trasporto dell'energia;
- sistemi di telecontrollo e telemisura con archiviazione dei dati;
- disponibilità di almeno una risorsa umana dedicata alla gestione energetica.

3.3 *Classificazione degli ambienti utilizzatori*

Ogni struttura sportiva può essere suddivisa in diversi ambienti tipo, questo perché ognuno di essi dimostra di avere un diverso comportamento energetico e quindi rappresentabile mediante indicatori diversi.

Proprio partendo dal comportamento energetico di ogni sezione di impianto, di ogni tipologia di sport praticato, è stata creata la suddivisione dei diversi ambienti. Le diverse tipologie di ambiente sportivo sono state infine raggruppate in funzione della similitudine di indicatori per ridurre al massimo la quantità.

Gli 11 tipi di ambienti in cui vengono suddivisi tutti i centri sportivi sono i seguenti:

- piscina coperta: ambiente coperto con struttura coibentata con una o più vasche;
- piscina scoperta: ambiente all'aperto suddiviso in una o più vasche;
- piscina con pallone invernale: ambiente con una o più vasche scoperto nei mesi estivi e protetto da una tensostruttura o pressostruttura scarsamente coibentata di inverno;
- palestra bassa con macchine-pesi: ambiente con altezza fino a quattro metri in cui sono presenti macchine per lo sport come cardiofitness, tapis roulant, etc.;
- palestra bassa per ginnastica e sport vari: ambiente con un'altezza fino a quattro metri in cui non sono presenti macchine elettriche o apparati elettrici particolarmente energivori;
- palestra alta: ambiente con altezza da quattro a dodici metri e oltre;
- campi all'aperto illuminati: ambiente in cui sono presenti uno o più campi da gioco che può essere utilizzato sia di giorno che di notte;
- campi all'aperto non illuminati: ambiente in cui sono presenti uno o più campi da gioco che vengono utilizzati esclusivamente di giorno;
- foresteria: uno o più ambienti adibiti ad alloggi per atleti;
- mensa/BAR: ambiente in cui si consumano pasti e bevande generalmente dotati di cucina;
- ufficio: ambienti dedicati ad uso ingresso, segreteria, conversazione, etc.

3.4 *Suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche*

Per tenere conto delle diverse condizioni climatiche, il territorio nazionale è suddiviso in sei diverse zone climatiche tramite il DPR n°412 del 26-08-1993 (legge regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia).

Le sei zone climatiche vengono identificate mediante le lettere A, B, C, D, E ed F. Ciascuna zona è definita in funzione dei valori di gradi-giorno (GG). I gradi giorno sono specifici di ogni località, indipendentemente dalla localizzazione geografica della stessa. Ogni Comune italiano è connotato da uno specifico valore di GG. Dal punto di vista numerico, i GG di una località si calcolano come la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente (convenzionalmente fissata a 20°C) e la temperatura media esterna giornaliera. Ne consegue che il numero di gradi-giorno aumenta al diminuire della temperatura esterna.

La temperatura media esterna giornaliera è influenzata dai fattori geografici, dall'altezza sul livello del mare, dalla protezione dai venti dominanti, dalla vicinanza del mare o degli specchi d'acqua, ecc.

In virtù della variabilissima conformazione geografica del territorio italiano dal punto di vista pratico la distribuzione dei gradi-giorno, caratteristici di ogni comune d'Italia, è a macchia e presenta variazioni irregolari. I Comuni italiani sono stati accorpati per zone climatiche, ovvero per categorie di numero di gradi-giorno, generando così la mappa con la distribuzione delle zone.

In Fig.3.4.1 viene riportata la carta d'Italia con la suddivisione delle zone climatiche.

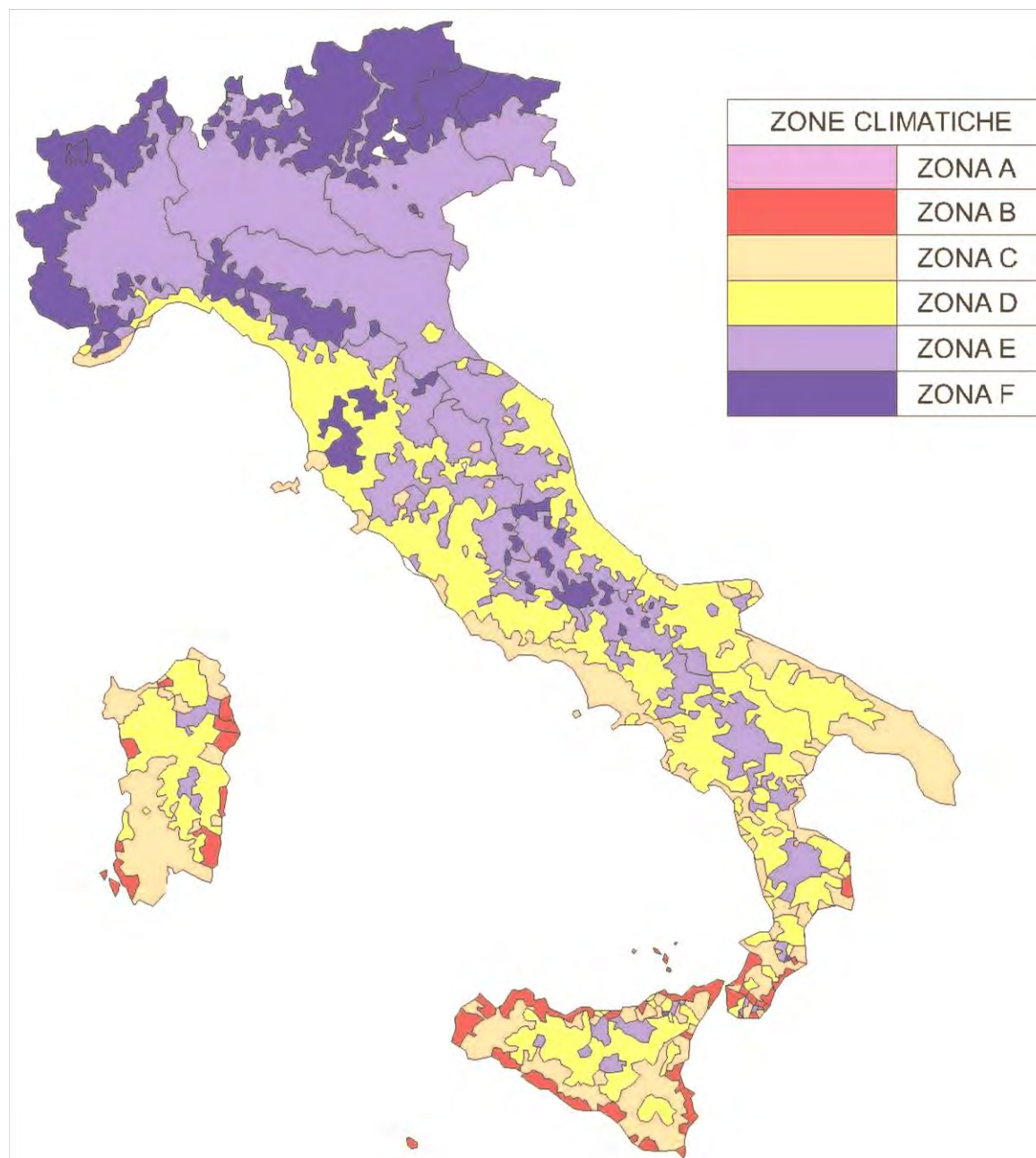


Fig.3.4.1 – Zone climatiche italiane (la zona A non viene presa in esame per la sua presenza estremamente limitata sul territorio nazionale (Lampedusa, Linosa, Porto Empetocle))

3.5 Conversione dei consumi in Tonnellate Equivalenti di Petrolio

Data la necessità di rendere cumulabili e confrontabili tutti i consumi di energia, derivanti da diverse fonti, le quantità vengono tutte convertite in Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP).

Nonostante esistano infinite varietà e qualità di petrolio, il valore di energia ottenuto mediante la combustione di un TEP viene fissato per convenzione in 41,860 GJ.

La circolare del MiSE del 18 Dicembre 2014, definisce quali sono i coefficienti di conversione tra le principali unità di misura dell'energia ed il TEP. Ovviamente tutte le conversioni effettuate nel presente lavoro sono relative a questi coefficienti, il valore è riportato in Tab.3.5.1.

Fonte di Energia	Quantità	TEP
Energia elettrica [kWh]	1	0.187*10e ⁻³
Gas [smc]	1	0.82
Gasolio [t]	1	1.017
GPL [t]	1	1.099
Benzina [t]	1	1.051
Carbone di legna [t]	1	0.75
Prodotti Antracinosi [t]	1	0.7
Carbon fossile [t]	1	0.74
Legna da ardere [t]	1	0.45
Biogas [Nm ³]	1000 Nm ³	0.55
Legna macinata fresca, cippato [t]	1	0.2
Lignite [t]	1	0.25
Olii vegetali [t]	1	0.88
Pellet [t]	1	0.401
Gas naturale liquefatto [t]	1	1.079

Tab.3.5.1 – Tabella di conversione in TEP per le principali fonti di energia

Gli indicatori utilizzati nel presente lavoro presentano valori troppo piccoli per essere indicati direttamente in TEP, per tale motivo si fa riferimento ai millesimi della stessa unità di misura (mTEP).

3.6 Definizione degli indicatori di consumo

Gli indicatori utilizzati forniscono la valutazione del consumo annuale, di una specifica attività, riferita alla superficie utilizzata, alla propria classe di ottimizzazione ed alla zona climatica di interesse.

Di fatto, per ogni tipo di attività sportiva, si rende necessario generare diverse tabelle di indicatori in funzione della classe di ottimizzazione e della zona climatica.

Va quindi sottolineato che gli indicatori di consumo utilizzati fanno riferimento alle tre diverse classi di ottimizzazione energetica:

- I_0 : energia a metro quadro anno per gestioni con 0 interventi di risparmio;
- I_1-3 : energia a metro quadro anno per gestioni con 1-3 interventi di risparmio;
- I_4-6 : energia a metro quadro anno per gestioni con 4-6 interventi di risparmio.

Il valore dell'indicatore viene indicato in millesimi di Tonnellata Equivalente di Petrolio per unità di superficie per anno (mTEP/mq*a).

3.7 Calcolo degli indicatori di consumo

Durante la ricerca dell'anno 2014 sono stati lavorati più centri sportivi grazie alla facilità di trovare gestioni collaborative sugli impianti più grandi. In Tab.3.7.1 è riportata la risposta suddivisa per zona climatica.

	zona F	zona E	zona D	zona C	zona B	zona A	TOT
n. centri sportivi analizzati	24	123	8	6	1	0	162

Tab.3.7.1 – Quantità di campioni di centri sportivi validi per l'analisi, suddivisi per zona climatica, anno 2014

Come risulta evidente, si riconferma una buona attenzione al risparmio nelle zone climatiche fredde e nei paesi del nord; nelle zone climatiche calde si continua a trascurare il problema senza dare alcun peso neanche alla parte puramente economica.

In Tab.3.7.2 si evince come, purtroppo, la migliore gestione (classe 4-6) sia relativa ad un ridotto 3% dei centri sportivi analizzati.

	Classe 0	Classe_1-3	Classe_4-6	TOT
n. centri sportivi analizzati	120	37	5	162

Tab.3.7.2 – Quantità di centri sportivi campionati suddivisi per classe di merito, anno 2014

Nella presente ricerca, relativa all'anno 2015, sono stati reperiti i dati di un numero minore di centri a causa della estenuante ricerca dei dati dei piccoli centri sportivi. Come già sottolineato, l'indagine effettuata sui piccoli impianti ha ricevuto una risposta praticamente nulla in termini di dati; l'unico fattore positivo è stato quello di rilevare un elenco dei principali problemi che gravano sui piccoli centri sportivi.

Nella Tab.3.7.3 vengono mostrate le quantità di contatti avuti, per ogni zona climatica, e di gestori che hanno effettivamente collaborato alla ricerca.

Risulta evidente come la maggiore sensibilizzazione si rilevi sempre nelle zone più fredde, come la zona climatica E, ed in genere al nord.

Zona climatica	Contatti effettuati con i gestori	Gestori che hanno fornito i dati
A	0	0
B	2	0
C	13	1
D	95	25
E	63	20
F	4	0
Totale	177	46

Tab.3.7.3 – Quantità di campioni di centri sportivi validi per l'analisi, suddivisi per zona climatica, anno 2015

Nella Tab.3.7.4, relativa ai dati dell'anno 2015, il numero di centri con disponibilità di dati di consumo viene suddiviso in funzione della classe di ottimizzazione.

In questo caso appare un leggero miglioramento percentuale per la classe 4-6 rispetto all'anno precedente. Si deve purtroppo rilevare che, comunque, la maggior parte dei centri sportivi si concentra nella classe 0.

	Classe 0	Classe_1-3	Classe_4-6	TOT
n. centri sportivi analizzati	27	14	5	46

Tab.3.7.4 – Quantità di centri sportivi campionati suddivisi per classe di merito, anno 2015

Le tabelle degli indicatori di consumo già redatte nella precedente ricerca sono state verificate e ritoccate, ove necessario, anche grazie ai dati rilevati e descritti nel presente lavoro.

A seguire, nelle Tab.3.7.5 - Tab.3.7.15 vengono riportate le tabelle con gli indicatori di consumo, suddivise per:

- tipo di ambiente/sport;
- zona climatica;
- classe di ottimizzazione dell'impianto.

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	22,03	41,42	51,11
B	27,49	46,99	56,74
C	49,56	68,27	77,63
D	52,83	74,95	86
E	52,62	72,2	81,99
F	86,05	106,35	116,5

Tab.3.7.5 – Indicatori di consumo per piscina coperta [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	11,01	20,71	25,56
B	13,75	23,5	28,37
C	24,78	34,14	38,81
D	26,42	37,47	43
E	26,31	36,1	41
F	43,02	53,18	58,25

Tab.3.7.6 – Indicatori di consumo per piscina scoperta [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	23,57	44,32	54,69
B	29,42	50,28	60,72
C	53,03	73,05	83,06
D	56,53	80,19	92,02
E	56,3	77,25	87,73
F	92,07	113,8	124,66

Tab.3.7.7 – Indicatori di consumo per piscina con pallone invernale [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	49,87	61,81	67,87
B	46,63	58,32	64,25
C	30,13	39,65	44,41
D	42,85	56,38	63,15
E	19,49	27,71	31,76
F	16,32	25,99	30,71

Tab.3.7.8 – Indicatori di consumo per palestra bassa con macchine-pesi [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	45,47	59,49	66,49
B	45,52	56,13	62,94
C	27,47	38,16	43,5
D	39,07	54,26	62,86
E	17,77	26,67	31,11
F	14,88	25,02	30,08

Tab.3.7.9 – Indicatori di consumo per palestra bassa per ginnastica sport vari [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	44,14	70,46	83,62
B	41,6	65,61	77,61
C	33,98	51,05	59,59
D	32,61	45,3	51,64
E	16,39	23,74	27,41
F	22,46	25,89	27,6

Tab.3.7.10 – Indicatori di consumo per palestra alta [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	0,17	0,19	0,21
B	0,4	0,41	0,41
C	0,43	0,5	0,54
D	1,15	1,19	1,21
E	1,21	1,24	1,26
F	1,04	1,06	1,08

Tab.3.7.11 – Indicatori di consumo per campi all'aperto illuminati [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	0,15	0,15	0,15
B	0,22	0,23	0,23
C	0,44	0,45	0,46
D	0,59	0,6	0,61
E	0,63	0,65	0,65
F	0,97	0,99	1

Tab.3.7.12 – Indicatori di consumo per campi all'aperto non illuminati [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	9,71	12,14	13,35
B	14,57	18,21	20,03
C	29,13	36,42	40,06
D	38,84	48,55	53,41
E	48,55	60,69	66,76
F	58,27	72,83	80,12

Tab.3.7.13 – Indicatori di consumo per foresteria [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	11,78	15,91	17,98
B	17,66	23,87	26,95
C	35,33	47,74	53,64
D	47,1	63,65	71,93
E	58,88	79,56	89,91
F	70,65	95,48	107,89

Tab.3.7.14 – Indicatori di consumo per mensa/bar [mTEP/mq*anno]

ZC	I 4-6	I 1-3	I 0
A	6,13	7,66	8,42
B	9,19	11,49	12,63
C	18,38	22,97	25,27
D	24,5	30,63	33,69
E	30,63	38,29	42,12
F	36,76	45,94	50,54

Tab.3.7.15 – Indicatori di consumo per ufficio [mTEP/mq*anno]

Le tabelle appena mostrate sono fondamentali per il funzionamento del modello di previsione dei consumi: il calcolo dell'energia, per ogni tipo di ambiente, viene valutato grazie al valore indicato in tabella, in funzione della zona climatica e della classe di ottimizzazione.

Grazie agli ulteriori dati raccolti è stata effettuata una verifica aggiuntiva sulla correttezza degli indicatori, Tab.3.7.16. Talvolta alcuni valori risultano essere molto distanti dalla realtà, questo deriva dal fatto che ci si basa su un modello di previsione statistica. Ad esempio, nella tabella seguente, si nota come un campo all'aperto illuminato abbia un indicatore che non corrisponde alla realtà; tale fatto è comunque possibile in quanto, ad esempio, ci sono diversi livelli di illuminamento utilizzati nei campi sportivi, alcuni campi sono illuminati a 200 lux per normali partite di allenamento, altri campi sono illuminati a 1000 lux per le riprese televisive.

Da notare come il valore medio, in presenza di più ambienti, tende sempre a limitare l'errore a valori accettabili. Ciò significa che la precisione di valutazione del singolo ambiente potrebbe essere lontana dalla media statistica mentre la previsione di consumo per un intero centro, comprendente più ambienti, risulta essere sufficientemente affidabile.

Ambiente	Classe	ZC	Superficie [mq]	Indicatore preventivo [mTEP/mq anno]	Indicatore consuntivo [mTEP/mq anno]	Scostamento percentuale
Campi all'aperto illuminati (RE013)	0	E	3000	1,26	1,00	26,0
Campi all'aperto illuminati (RE013)	1-3	E	3000	1,24	0,50	148,0
Campi all'aperto illuminati (RM02)	0	D	528	1,21	3,41	-64,5
Campi all'aperto illuminati (UM01)	0	E	10500	1,26	0,90	40,7
Campi all'aperto illuminati (UM01)	1-3	E	10500	1,24	0,52	136,7
Campi all'aperto illuminati (FB01)	0	E	4928	1,26	1,83	-31,0
Campi all'aperto illuminati (FB01)	1-3	E	4928	1,24	1,46	-15,1
Palestra alta (CP01)	0	E	909	27,4	58,86	-53,4
Palestra alta (CP01)	4-6	E	909	13,4	14,08	-4,8
Palestra bassa per sport vari (PL20)	0	E	1200	31,1	26,92	15,5
Piscina coperta (FM01)	0	E	404	81,99	81,68	0,4
Piscina con pallone invernale (PL01)	1-3	E	1800	77,25	70,56	9,5
Campi all'aperto illuminati (CG01)	1-3	D	10150	0,6	0,99	-39,1
Palestra bassa per sport vari (PP01)	0	E	1700	31,11	35,88	-13,3
Piscina coperta (AM01)	0	D	1931	86	67,32	27,7
Piscina coperta (MD01)	4-6	E	7100	52,62	60,56	-13,1
Piscina con pallone invernale (PL04)	1-3	E	1500	77,25	97,33	-20,6
Piscina coperta (SZ01)	0	E	4828	81,99	48,88	67,7
Palestra alta (GG01)	0	D	605	51,64	42,81	20,6
Media						12,5

Tab.3.7.16 – Verifica dei valori degli indicatori mediante un campione di dati

4 Metodo di valutazione del consumo

4.1 Introduzione

Data la esigua tipologia di dati reperibili, l'unica variabile generalmente nota a tutti è la superficie. Pertanto si è proceduto, nel corso di tutte le ricerche effettuate, inclusa la presente, a creare delle statistiche affidabili sugli indicatori di consumo riferiti alle superfici.

Sarebbe certamente più affidabile un modello basato su un numero maggiore di variabili e di condizioni al contorno. Potrebbe essere utile considerare, ad esempio, l'isolamento termico della struttura, il volume, l'apporto di radiazione solare, l'affluenza, gli orari di apertura, come tanti altri fattori. Purtroppo l'unico valore noto a tutti i gestori è la superficie e quindi si conferma, per necessità, l'unica variabile di riferimento per i consumi.

Il procedimento per la valutazione del consumo dei centri sportivi si basa sull'utilizzo degli indicatori ricavati dalle statistiche; tali valori, per fornire una previsione di consumo ottimale, sono stati tabellati in funzione della superficie, del tipo di ambiente, della zona climatica e della classe di ottimizzazione energetica.

Viene inoltre proposto un cruscotto innovativo che, permettendo di confrontare il consuntivo del consumo con i dati statistici, offre una immediata valutazione qualitativa della gestione dell'impianto.

4.2 Fattore di scala

Dalle statistiche effettuate sui dati raccolti in tre anni di lavoro, si rileva che i consumi diminuiscono proporzionalmente con l'aumento della superficie del centro sportivo. Pertanto il valore previsto di energia per un impianto deve essere diminuito mediante un coefficiente minore di uno chiamato *fattore di scala*. Tale valore non è costante ma diminuisce all'aumentare della superficie complessiva del sistema. Tale andamento dell'energia, per gli impianti più grandi, è relativo principalmente ai seguenti fattori:

- si utilizzano spazi comuni per più attività sportive come, ad esempio, locali comuni, uffici, bar, spogliatoi, parcheggi etc;
- si sfruttano le caldaie, i climatizzatori o gli impianti tecnici centralizzati ed ottimizzati che servono più di una attività; mediamente si rileva che la qualità ed il rendimento delle macchine aumentano con la potenza nominale;
- i più energivori impianti natatori, all'aumentare del numero delle piscine, iniziano condividere i sistemi di lavorazione delle acque, di riscaldamento, di recupero del calore e di climatizzazione.

Nella ricerca dell'anno precedente era già stato dimostrato come il *fattore di scala* che diminuisce la previsione di energia di un impianto risultasse la stessa per tutte le diverse zone climatiche e classi di ottimizzazione.

Nel presente lavoro si è provveduto a verificare come, utilizzando gli ulteriori dati raccolti nell'anno, il *fattore di scala* valutato nelle ricerche precedenti risulti effettivamente corretto rispetto alle attuali statistiche di consumo.

Viene di seguito mostrato come il consumo reale dei campioni studiati risulti effettivamente minore della quantità valutata a preventivo.

Nella Fig.4.2.1 viene evidenziata quale sia la differenza tra la valutazione di consumo a preventivo ed il conteggio a consuntivo, per i campioni analizzati di superficie compresa tra 0 e 2000 metri quadrati. Come risulta evidente si ha una valutazione in eccesso dell'energia che tende ad aumentare con la dimensione del centro sportivo. Al limite della fascia in analisi si arriva fino ad un errore del +20% che giustifica pienamente un coefficiente di *fattore di scala* pari a 0.8 per una superficie di 2000 metri quadri.

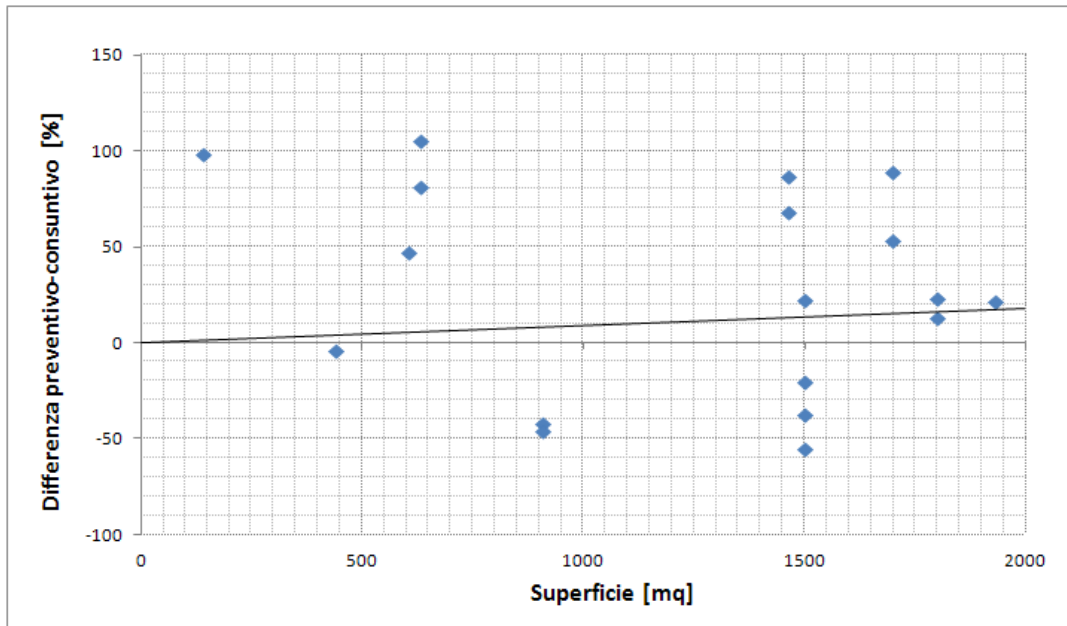


Fig.4.2.1 – Differenza percentuale tra energia calcolata a preventivo ed energia misurata a consuntivo, per superfici comprese tra 0 e 2000 metri quadrati

Nella Fig.4.2.2 si nota come l'aumento dell'errore del preventivo rispetto al consuntivo continui a crescere all'aumentare della superficie. Da sottolineare come, tale differenza percentuale, tenda ad aumentare con pendenza ridotta. Al limite di questa analisi, per superfici di circa 5000 metri quadrati, si rileva una sovrastima di circa il 31%; ciò trova accordo, in buona approssimazione, con un *fattore di scala* pari a 0.68.

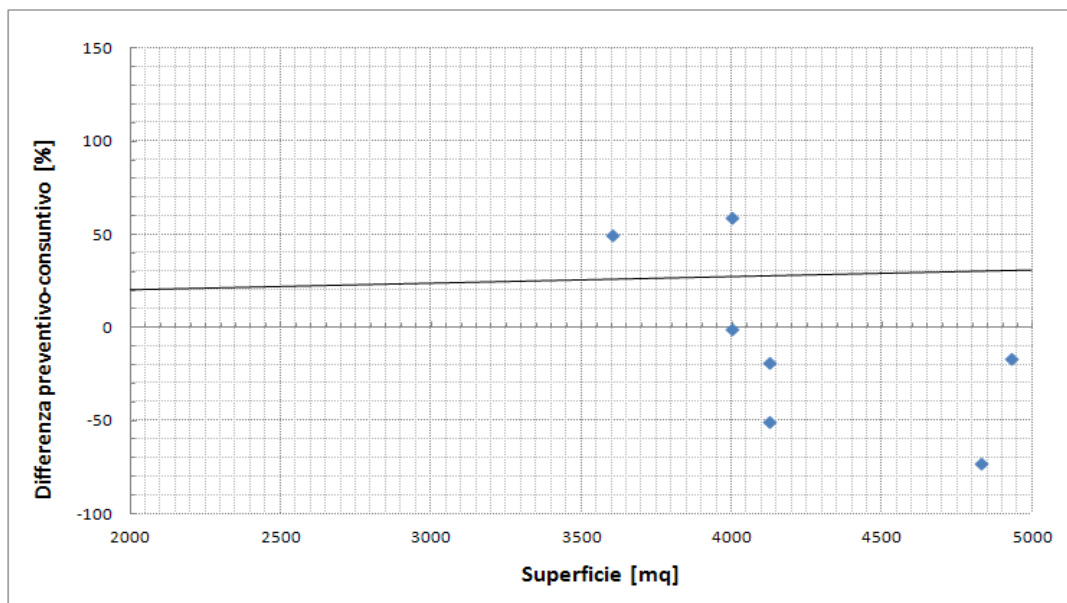


Fig.4.2.2 – Differenza percentuale tra energia calcolata a preventivo ed energia misurata a consuntivo, per superfici comprese tra 2000 e 5000 metri quadrati

Nella Fig.4.2.3 sono infine mostrati i valori di scarto tra il preventivo ed il consuntivo per superfici oltre i 5000 metri quadrati. E' possibile notare come lo scarto aumenti in maniera sempre più limitata all'aumentare della superficie; questo attestandosi attorno ad un valore di circa 40% e non oltre. Anche questa verifica effettuata sui campioni disponibili trova accordo con il valore del *fattore di scala* presunto che per superfici molto grandi, oltre i 5000 metri quadri, si stabilizza su un valore di 0.6.

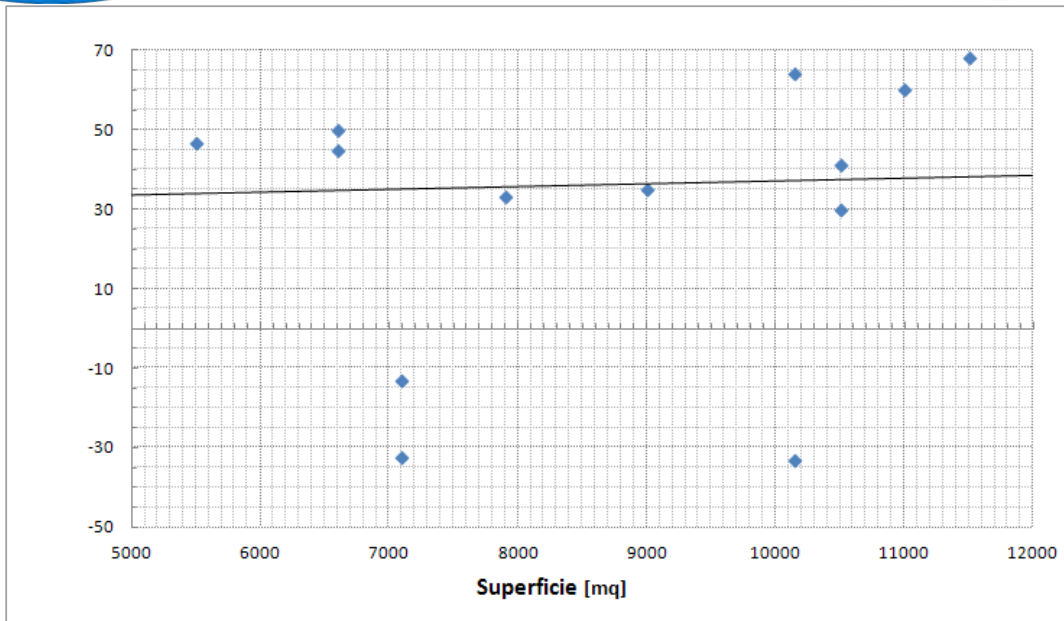


Fig.4.2.3 – Differenza percentuale tra energia calcolata a preventivo ed energia misurata a consuntivo, per superfici oltre i 5000 metri quadrati

Pertanto si conferma la correttezza della curva di *fattore di scala* di seguito riportata in Fig.4.2.4. Per il calcolo automatico del valore del coefficiente si può procedere mediante la seguente equazione:

$$FS = 0,6 + 0,4e^{-0,00033 \cdot S}$$

dove *FS* è il *fattore di scala* ed *S* è la superficie del centro sportivo indicata in metri quadri.

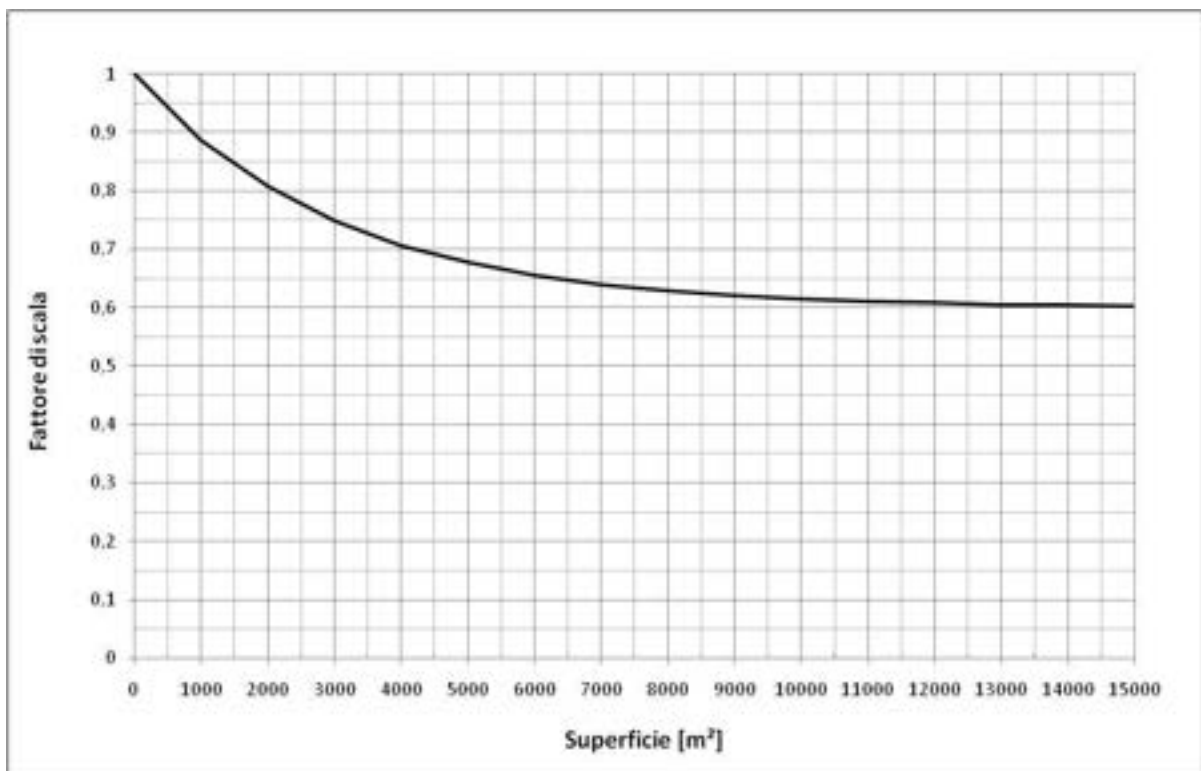


Fig.4.2.4 – Fattore di scala per la correzione dei consumi energetici dei centri sportivi di qualsiasi dimensione

Il *fattore di scala* va a moltiplicare il totale a preventivo dell'energia che è stata valutata per un intero centro sportivo.

4.3 Modello di calcolo dei consumi

Il metodo di calcolo dei consumi permette di stimare a preventivo l'impegno energetico di un centro sportivo. La procedura è basata sull'utilizzo degli indicatori di consumo, questi sono rilevati da indagini statistiche e vengono riportati nelle tabelle da Tab.3.7.5 a Tab.3.7.15.

Ogni indicatore fornisce il consumo annuale di una tipologia di ambiente in funzione della superficie occupata. Gli indicatori, ovviamente, sono diversi per ogni zona climatica e per ogni diversa classe di ottimizzazione (Cl_0, Cl_1-3, Cl_4-6, in funzione della quantità di interventi di risparmio energetico implementati).

L'energia complessivamente assorbita annualmente viene pertanto ricavata moltiplicando l'indicatore per la superficie relativa alla particolare attività, questo per ogni ambiente del centro sportivo. Il valore totale ottenuto viene quindi moltiplicato per il *fattore di scala* per tenere in conto che aumentando la dimensione migliora in rendimento dell'intero sistema.

Il procedimento viene riassunto nella seguente formula.

$$E_{tot} = FS \sum_a I_a S_a$$

dove:

I_a = indice di consumo del singolo tipo di ambiente [TEP/mq*anno]; ricavato dalle tabelle degli indicatori in funzione della zona climatica e della classe di ottimizzazione;

S_a = superficie del singolo ambiente [mq];

FS = fattore di scala che tiene conto della dimensione generale del centro sportivo.

Il modello risulta di semplice utilizzo e necessita solo delle tabelle degli indicatori; può facilmente essere utilizzato anche da un gestore con limitate capacità tecniche o matematiche.

Si ricorda, ovviamente, che si tratta di un modello statistico e che pertanto i risultati ottenuti devono essere trattati come una media di riferimento e devono essere attentamente interpretati.

4.4 Validazione del modello di previsione

La valutazione a preventivo dell'energia non può essere ovviamente presa, come già sottolineato, come dato esatto di progetto. Va considerato che il lavoro nasce da un'ampia indagine statistica sull'intero territorio nazionale e che vengono contemplati impianti, talmente eterogenei, che apparentemente non dovrebbero neanche essere messi a paragone.

Il modello è stato reso più affidabile possibile, per quanto la statistica lo permetta. Il dato finale risulta sufficientemente affinato esclusivamente grazie all'introduzione di indicatori distinti per ogni tipologia di sport, tramite la suddivisione degli impianti in diverse classi di ottimizzazione e con l'aggiunta del *fattore di scala*.

Grazie alla metodologia di calcolo studiata, il modello proposto risulta un metodo di calcolo energetico sufficientemente indicativo del livello di consumo di un centro sportivo.

Viene di seguito presentato in Tab.4.4.1 il risultato di un test a campione effettuato con i dati raccolti nell'anno 2014.

Dal grafico si nota come lo scarto medio, tra l'energia calcolata e quella effettivamente conteggiata a consuntivo, sia ridotto al di sotto del 10%.

Da notare una ampia oscillazione dei valori previsti, fortunatamente contenuta in una media del 30%, che deriva dalla distribuzione statistica dei diversi comportamenti gestionali degli impianti.

Il sistema si conferma comunque un valido strumento previsione e di confronto i consumi delle diverse classi di ottimizzazione.

Ulteriore verifica è stata effettuata con i dati rilevati, nell'anno 2015, con la presente ricerca. In Tab.4.4.2 vengono mostrati i risultati di un nuovo test realizzato per confermare la correttezza dei dati previsti con il modello.

Centro Sportivo	Classe	ZC	Superficie [mq]	Fatt. di scala f_s	E modello [TEP]	E consuntivo [TEP]	Scostamento
Fidia	C_1-3	D	3.890	0,675	90,21	57,72	-36%
S Benerdetto PO Ante	C_0	E	1.017	0,9	66,08	95,12	44%
S Benerdetto PO Post	C_1-3	E	1.017	0,9	66,08	79,51	20%
Busto Garolfo Ante	C_0	E	2.686	0,76	147,41	195,68	33%
Busto Garolfo Post	C_1-3	E	2.686	0,76	147,41	190,34	29%
Valmalenco	C_0	F	1.150	0,88	26,16	32,09	23%
Sabbioneta Ante	C_0	E	2.000	0,825	39,17	32,92	-16%
Sabbioneta Post	C_0	E	2.000	0,825	39,17	20,72	-47%
Casatenovo ante	C_0	E	2.132	0,82	41,50	32,50	-22%
Casatenovo post	C_1-3	E	2.132	0,82	41,50	25,47	-39%
MottaViscontiPiscinaAnte	C_0	E	1.382	0,875	87,31	65,88	-25%
MottaViscontiPiscinaAnte	C_1-3	E	1.382	0,875	87,31	62,11	-29%
Lumezzane	C_0	E	2.592	0,775	145,03	127,19	-12%
Corno Giovine Post	C_1-3	E	599	0,975	13,86	12,58	-9%
Olginate	C_0	E	4.464	0,675	71,53	41,47	-42%
Lodi Vecchio Post	C_1-3	E	437	0,96	11,19	12,63	13%
Media							-7%

Tab.4.4.1 – Verifica della correttezza della previsione di consumo del modello, dati 2014

Centro sportivo	Classe	ZC	Superficie [mq]	Energia a preventivo [TEP]	Energia a consuntivo [TEP]	Scostamento [%]
RM01	0	D	5000	277	259	6,9
RE013	0	E	3000	2,8	3	-6,7
RE013	1-3	E	3000	2,7	1,5	80,0
RM02	0	D	528	0,6	1,8	-66,7
UM01	0	E	10500	8	9,4	-14,9
UM01	1-3	E	10500	7,9	5,5	43,6
FB01	0	E	4928	9,3	9	3,3
FB01	1-3	E	4928	8,6	7,2	19,4
CP01	0	E	909	22,3	53,5	-58,3
CP01	4-6	E	909	13,4	12,8	4,7
PL20	0	E	1200	32,4	32,3	0,3
FM01	0	E	404	34,3	33	3,9
PL01	1-3	E	1800	121,1	127	-4,6
CG01	1-3	D	10150	7,3	10	-27,0
PP01	0	E	1700	88,5	61	45,1
AM01	0	D	1931	128,5	130	-1,2
MD01	4-6	E	7100	238	430	-44,7
PL04	1-3	E	1500	91,4	146	-37,4
SZ01	0	E	4828	269,7	236	14,3
GG01	0	D	605	29	25,9	12,0
Media						-1,4

Tab.4.4.2 – Verifica della correttezza della previsione di consumo del modello, dati 2015

4.5 Cruscotto qualitativo

Assodato che esistono diversi livelli di ottimizzazione nella gestione degli impianti, risulta necessario un sistema grafico per valorizzare e premiare i gestori virtuosi.

Gli impianti possono essere divisi in tre classi di merito, pertanto si decide di utilizzare un cruscotto qualitativo con la suddivisione in classi di ottimizzazione energetica.

In tale maniera si supera la carenza dei cruscotti tradizionali dove, a causa della mancanza di un riferimento logico e qualitativo, si ha solamente una indicazione senza alcun significato se non quello quantitativo del valore numerico.

Si ritiene di essenziale importanza collocare un centro sportivo in una classificazione di qualità di gestione; il confronto può essere intuitivamente effettuato mediante il cruscotto qualitativo e quantitativo mostrato in Fig.4.5.1.



Fig.4.5.1 – Cruscotto qualitativo/quantitativo con il confronto tra il dato di consumo a consuntivo ed i dati di consumo delle diverse classi di ottimizzazione

Tale sistema di confronto risulta funzionale in quanto mette a paragone esclusivamente sistemi simili tra loro per tipologia di attività sportiva, per zona climatica e per superfici utilizzate.

4.6 Software

Per facilitare il calcolo, specialmente ai meno esperti, è stato prodotto un software particolarmente semplice da utilizzare. Il programma è stato volutamente implementato su base *Excel* in maniera da permetterne la massima diffusione ed un più facile impiego.

Si sottolinea l'importanza della diffusione del software in quanto, oggi, si tende molto ad utilizzare programmi ed a servirsi di applicazioni utili a qualsiasi scopo ma non a leggere o a studiare.

Il software si pone pertanto, oltre che come ausilio, come una utile opera di informazione su quello che sono le reali possibilità di risparmio. Un volta utilizzato il programma, sarà l'utente stesso a sentire la necessità di ampliare la propria conoscenza sul tema e ad applicarsi nell'ottimizzazione del proprio impianto.

Il sistema di calcolo si presenta con una finestra di dialogo suddivisa in tre parti essenziali:

- sezione alta: calcolo dell'energia a preventivo per un centro sportivo;
- sezione bassa: inserimento dei dati di consumo a consuntivo per il conteggio dell'energia complessivamente consumata in un anno;
- sezione laterale destra: valori numerici delle energia a preventivo ed a consuntivo, con aggiunta del cruscotto qualitativo di comparazione.

Nella sezione alta viene effettuato l'inserimento dei dati di consistenza del centro sportivo; per ogni tipologia di ambiente deve essere inserita la superficie impegnata. Facendo riferimento alle tabelle

indicatori definite nell'ambito del presente lavoro, viene quantificata l'energia assorbita da ogni singolo ambiente. Nelle caselle al di sotto del valore di superficie, di ogni singolo ambiente, viene direttamente mostrato il valore di energia relativo. Di notevole importanza risulta la selezione della zona climatica in cui è situato l'impianto, gli indicatori di consumo variano in funzione del clima e quindi del relativo posizionamento geografico. Per ottenere una stima più possibile vicina alla realtà è necessario selezionare il proprio livello di ottimizzazione; in un apposito menù a tendina è possibile scegliere tre classi: la classe 0 per chi non ha effettuato alcun intervento di risparmio energetico, la classe 1-3 per chi ne ha effettuati da 1 a 3 ed, infine, la migliore classe 4-6 per chi ha implementato fino a sei interventi di risparmio. L'inserimento della classe è fondamentale per la previsione del consumo: tale variabile è essenziale in quanto anche gli indicatori di consumo utilizzati sono suddivisi in funzione della quantità di interventi effettuati, quindi, della bontà della gestione. Il totale delle energie impegnate non è direttamente corrispondente al valore globale di consumo, questo viene ridotto in funzione del *fattore di scala* ed, infine, mostrato nell'apposito riquadro della sezione laterale destra del programma denominato "TOT ENERGIA PREVENTIVO".

La sezione bassa della schermata serve per l'inserimento guidato dei dati di consumo globali di un centro sportivo, ricavati essenzialmente dalle bollette. Di fatto i campi da riempire non presentano grosse difficoltà in quanto i valori richiesti sono tutti chiaramente reperibili dalle fatture di acquisto dell'energia. Sono stati previsti 12 campi per inserire comodamente i valori di fattura mensile, nel caso vi siano valori bimestrali, trimestrali o annuali possono essere lasciati vuoti i campi non necessari; ad esempio se si ha solo il totale annuale dei kWh utilizzati è sufficiente scrivere tale valore nella casella del mese di Dicembre lasciando le altre vuote. Per quanto riguarda tutte le altre fonti tradizionali di energia sono stati preparati dei campi di inserimento del totale annuale; tutti i valori vengono ovviamente convertiti automaticamente in TEP e portati in somma al conteggio totale. Il valore complessivo dell'energia consumata viene direttamente mostrato nella sezione laterale destra alla voce "TOT ENERGIA CONSUNTIVO".

Nel caso non siano noti i valori di consumo a consuntivo, per un nuovo centro in costruzione o appena avviato, è possibile esclusivamente utilizzare il dato a preventivo per ottenere una utile stima sulla previsione.

Se presenti entrambe i dati di consumo totale è immediato rilevare quale sia la differenza tra il valore previsto e quello effettivamente rilevato; il sistema si dimostra utile anche per effettuare un confronto tra il proprio comportamento energetico e quello statistico degli altri centri sportivi.

Come sottolineato più volte, l'unico dato reperibile in quantità sufficiente a creare una statistica sulla validità della gestione è il numero di interventi di risparmio attuati. Il programma calcola i preventivi di consumo per tutte e tre le classi di ottimizzazione, questo serve per avere una scala graduata di paragone con la quale confrontare il dato a consuntivo. In tale maniera si ottiene una valutazione qualitativa dell'energia effettivamente consumata da un centro sportivo. La maniera più immediata di mostrare il paragone dei consumi è quella di utilizzare un cruscotto a colori: la fascia verde identifica la classe migliore di gestione con i consumi più bassi, la fascia gialla rappresenta un livello di gestione intermedia ed, infine, la fascia rossa identifica la classe peggiore con i maggiori consumi registrati. Come risulta evidente, dalla Fig.4.6.1, la lancetta del cruscotto identifica il consumo a consuntivo e lo posiziona chiaramente in una classe di ottimizzazione.

Grazie alla grafica semplice ed intuitiva, il gestore di un impianto si può rendere conto immediatamente della propria situazione di consumo ma, soprattutto, di quanto è ancora possibile risparmiare.



Fig.4.6.1 – Schermata del software di calcolo

Si sottolinea che la valutazione appena mostrata è basata su indicatori statistici; per tale motivo non può essere esattamente calzante con la singola, particolare, realtà. Si è rilevato come il comportamento diverso dei gestori può far differire di molto la previsione dalla realtà. Ad esempio, è sufficiente la presenza un guardiano che usa spegnere le luci dei campi da tennis nelle ore di buco per far differire fortemente tra loro i consumi di due centri identici. Altro esempio è quello degli impianti natatori in cui vengono spenti ventilazione e filtraggio durante la notte dove, noncuranti dei danni provocati alla struttura dall’umidità ed alla salubrità dell’acqua, si ottiene un notevole risparmio di energia rispetto a quelli gestiti correttamente. La valutazione ottenuta rimane comunque un ottimo indicatore della propria qualità di gestione.

5 Conclusioni

5.1 Risultati della ricerca

Il presente lavoro ha permesso di verificare le indagini di consumo effettuate su centinaia di centri sportivi italiani. Vengono pertanto fissati gli indicatori di consumo del settore.

E' stato prodotto un utile software per la valutazione dei consumi dei centri sportivi; tale strumento permette anche ai non esperti di valutare il consumo di un impianto a preventivo ed anche di effettuare una valutazione del proprio consumo a consuntivo.

Grazie all'indagine effettuata sui piccoli centri sportivi sono stati identificati i principali problemi che non gli permettono di attuare il risparmio energetico; ovviamente, su tale tema, sono state indicate le possibili soluzioni e le relative strategie da perseguire.

In breve, nel presente lavoro sono stati portati a completamento i seguenti punti essenziali:

- indagine del comportamento energetico dei piccolissimi centri sportivi, questo a completamento delle indagini già svolte sui centri sportivi di media e grande dimensione;
- verifica ed aggiornamento degli indicatori di consumo annuale, alla luce degli audit energetici effettuati nell'ultimo anno; gli indicatori, riferiti alla superficie, sono suddivisi per zona climatica, per tipologia di ambiente e per classe di ottimizzazione (funzione della quantità di interventi di risparmio implementati);
- calcolo del *fattore di scala* che adatta il consumo a preventivo delle strutture all'aumentare della superficie totale dell'impianto;
- definizione e spiegazione di un semplice modello di calcolo per la valutazione dei consumi, basato sugli indicatori annuali; il metodo volutamente semplice risulta utilizzabile anche dai meno esperti e facilita pertanto l'opera di sensibilizzazione energetica;
- definizione di un cruscotto quantitativo e qualitativo per un migliore confronto tra l'energia valutata in fase di preventivo e quella effettivamente consumata e conteggiata a consuntivo; tale sistema grafico relaziona direttamente i consumi, quindi il comportamento energetico del sistema, con una classificazione a tre livelli divisa in ottima, intermedia e scadente;
- costruzione di semplice software user friendly, basato su excel, che permetta a tutti di effettuare una prima verifica in maniera autonoma.

Lo strumento informatico proposto per la valutazione dei consumi si presenta utile, con una duplice valenza, per i gestori di impianti sportivi:

- il gestore può facilmente calcolare un preventivo dell'energia consumata oppure, una volta raccolto un anno di bollette, confrontare quantitativamente e qualitativamente il proprio impegno di energia con i dati statistici raccolti;
- il gestore, anche se non esperto, risulterà facilmente informato e sensibilizzato su quelle che sono le reali possibilità di risparmio.

5.2 Criticità riscontrante nell'ambito della ricerca

Numerosi sono i problemi riscontrati nell'ambito del presente lavoro, si ritiene importante elencarli per studiare le migliori linee guida di azione.

- Nell'ambito dei piccolissimi centri sportivi risulta di fatto impossibile trovare una guida tecnica che abbia delle capacità tecniche e gestionali; pertanto come è difficile trovare impianti gestiti correttamente è altrettanto impossibile che questi effettuino una registrazione dei dati di consumo. I migliori aiuti sono stati sicuramente forniti su impianti di dimensione oltre i 2000 metri quadrati. I pochi dati reperiti sono stati oggetto di importanti sopralluoghi o di lunghe ed estenuanti assistenze tecniche, contrattuali ed economiche fornite al gestore.
- La forte pressione legale dal punto di vista del trattamento dei dati non invita i gestori a contribuire al lavoro di ricerca; nella maggior parte degli addetti ai lavori si denota un grande timore nel fornire i dati. Risulta necessario dare massima assicurazione di segretezza dei dati, e soprattutto della relativa provenienza, per ottenere un aiuto. Numerosi gestori dichiarano di aver paura di subire multe, controlli o cause. Anche i migliori gestori invitati a partecipare

ufficialmente alla ricerca in oggetto, evidentemente preoccupati di eventuali conseguenze legali, hanno rinunciato ad una buona pubblicità chiedendo di rimanere anonimi.

- La maggior parte dei centri analizzati sono stati scartati in quanto i dati forniti sono risultati largamente fuori dalle statistiche, quindi irreali, o parziali oppure non ricollegabili ad un utilizzo o a condizioni al contorno certi.

5.3 Possibile sviluppo del lavoro di ricerca, il manuale.

Le amministrazioni valide e collaborative, tra tutti i centri analizzati, risultano certamente inferiori al 5% del totale. Con un ausilio così limitato da parte dei gestori, non è possibile avere dati a sufficienza per costruire modelli più precisi come non è possibile realizzare una buona opera di formazione ed informazione.

Il naturale prosieguo del presente lavoro consiste nella stesura di una pratica linea guida sul risparmio energetico nei centri sportivi.

Tale opera dovrà essere redatta sotto forma di manuale multilivello, suddiviso in parte generale e parte approfondimenti, affinché possa essere utile tanto agli esperti quanto agli amministratori con limitate conoscenze tecniche.