



Ricerca di Sistema elettrico

Analisi e raccolta dei dati di consumo dei centri sportivi, disponibili presso il CONI Servizi di Roma, e delle possibili attività di ottimizzazione delle piscine

Ezio Santini, Stefano Elia

ANALISI E RACCOLTA DEI DATI DI CONSUMO DEI CENTRI SPORTIVI, DISPONIBILI PRESSO IL CONI SERVIZI DI ROMA, E DELLE POSSIBILI ATTIVITÀ DI OTTIMIZZAZIONE DELLE PISCINE

Ezio Santini, Stefano Elia (Università Sapienza, dipartimento DIAEE, sezione Ingegneria Elettrica)

Settembre 2013

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

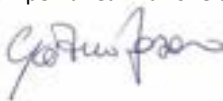
Piano Annuale di Realizzazione 2012

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 : Applicabilità di tecnologie Innovative e modelli per la realizzazione di interventi di Efficienza Energetica

Responsabile del Progetto: arch Gaetano Fasano, ENEA



Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Analisi dei dati di consumo dei centri sportivi con piscine e analisi delle metodologie di diagnosi energetica illuminotecnica"

Responsabile scientifico ENEA: Gaetano Fasano

Responsabile scientifico DIAEE: Ezio Santini

Si ringrazia il CONI Servizi per l'impagabile collaborazione tecnica fornita durante tutto il lavoro di ricerca; in particolare i tecnici:

Ing. Francesco Romussi, Ing. Federico Marca, Ing Vincenzo Candia, Ing. Domenico Iannantuoni.

Per quanto riguarda l'ENEA di Roma si ringrazia, per l'eccellente assistenza organizzativa e per la disponibilità fornite da ormai ben cinque anni di collaborazione:

Per il DIAEE -Sezione Ingegneria Elettrica- si ringrazia, per la collaborazione tecnica e per l'ausilio fornito nei sopralluoghi:

Ing. Leonardo Roberto.

Indice

Indice	3
Sommario	5
1 Introduzione	6
2 Le tipologie di utilizzatori e di sistemi di alimentazione.....	7
3 Questionario per la raccolta dati.....	13
4 Piscine 50, 25 e tuffi del centro Giulio Onesti, Roma.....	26
4.1 <i>La struttura</i>	26
4.2 <i>La contabilizzazione</i>	26
4.3 <i>La nuova centrale termofrigorifera ed il recupero del calore del condizionamento</i>	26
4.4 <i>Riscaldamento dell'acqua di vasca per il ricircolo, il reintegro e per il riempimento</i>	30
4.5 <i>Riscaldamento dell'acqua di vasca per il reintegro da sfioro in fogna</i>	33
4.6 <i>Reintegro dell'acqua persa per evaporazione – teli anti evaporazione</i>	34
4.7 <i>Riscaldamento degli ambienti</i>	39
4.8 <i>Illuminazione del locale piscina</i>	40
4.9 <i>Ricircolo e filtraggio</i>	40
4.10 <i>Ventilazione</i>	40
4.11 <i>Riscaldamento degli spogliatoi</i>	41
4.12 <i>Acqua calda sanitaria per le docce</i>	41
4.13 <i>Illuminazione interna degli spogliatoi</i>	42
4.14 <i>Forza motrice degli spogliatoi</i>	42
4.15 <i>Ventilazione degli spogliatoi</i>	43
4.16 <i>Consumi e indicatori della piscina 50 del centro Giulio Onesti</i>	43
4.17 <i>Gruppo piscine 25 e tuffi, consumi e indicatori</i>	45

5	Piscina 25 del Foro Italico, Roma.....	47
5.1	<i>La struttura</i>	47
5.2	<i>La contabilizzazione</i>	47
5.3	<i>La centrale termica</i>	48
5.4	<i>Riscaldamento dell'acqua della vasca per rinnovo continuo e riempimento</i>	49
5.5	<i>Riscaldamento dell'acqua di vasca per il reintegro da sfioro</i>	50
5.6	<i>Riscaldamento degli ambienti</i>	51
5.7	<i>Illuminazione del locale piscina</i>	51
5.8	<i>Ricircolo e filtraggio</i>	51
5.9	<i>Ventilazione</i>	52
5.10	<i>Riscaldamento degli spogliatoi</i>	52
5.11	<i>Acqua calda sanitaria per le docce</i>	52
5.12	<i>Illuminazione interna degli spogliatoi</i>	53
5.13	<i>Forza motrice degli spogliatoi</i>	53
5.14	<i>Ventilazione</i>	53
5.15	<i>Indicatori di consumo</i>	53
6	Piscine della zona climatica E.....	54
6.1	<i>Piscina EA</i>	54
6.2	<i>Piscina EE</i>	55
6.3	<i>Piscina EM</i>	56
7	Piscine della zona climatica C.....	57
7.1	<i>Piscina CA</i>	57
7.2	<i>Piscina CB</i>	58
8	Conclusioni.....	60
9	Risultati della ricerca.....	61
9.1	<i>Indicatori di consumo</i>	61
9.2	<i>Interventi di risparmio energetico</i>	63
10	Sviluppi futuri della ricerca.....	65
11	Criticita' riscontrate nel corso del lavoro.....	65

Sommario

Il lavoro presentato in questa sede consiste in una indagine sui consumi e sugli interventi di risparmio energetico degli impianti natatori gestiti dal CONI Servizi. In seconda battuta ci si è anche occupati anche di analizzare alcune piscine private, in diverse zone climatiche, per ricercare alcune relazioni tra zone, impianti, sistemi, dimensioni, metodologie di gestione e consumi.

Nel corso della ricerca sono stati analizzati e valutati tutti gli interventi di risparmio energetico effettuati dal CONI Servizi sugli impianti di Roma (presso i centri sportivi Giulio Onesti e Foro Italico); tra i principali interventi di ottimizzazione troviamo i seguenti:

- Installazione dei misuratori di calore e di elettricità sui principali circuiti,
- utilizzo delle vasche di compenso per evitare di sfiorare l'acqua in eccesso direttamente in fogna,
- impiego dei teli antievaporazione durante le ore di non utilizzo della piscina,
- installazione di scambiatori per il recupero del calore dalle pompe di calore (desurriscaldamento e condensazione) nel funzionamento estivo,
- installazione di pompe di calore reversibili da sfruttare in parallelo o alternativa alla caldaia a gas, anche per poter scegliere la fonte di energia al momento più conveniente per generare calore,
- impiego di caldaie in batteria, dotate di bruciatore modulante, per seguire il carico massimizzando il rendimento,
- altri e tanti di minore importanza ma che, sommati, portano comunque un buon risparmio o migliorano la gestione permettendo altrettante iniziative di risparmio.

Deludente è la situazione di molti privati che, per sopportare i costi di gestione energetica molto elevati, spesso per incompetenza, si allontanano dai requisiti di norma ed igienici delle piscine gestendo gli impianti e le strutture in maniera errata.

Molti altri interventi di risparmio vengono indagati e descritti nel presente lavoro, per ognuno vengono indicati i dati di consumo particolari ed i relativi aspetti positivi e negativi.

Per ogni punto analizzato si descrive come le condizioni al contorno vanno ad influire pesantemente sulle variabili di progetto; va sottolineato che gli impianti sono distribuiti su tutto il territorio nazionale in zone climatiche ben differenti. Si dimostra quanto sia essenziale considerare tutte le condizioni al contorno, anche ambientali, affinché un intervento di ottimizzazione porti in cassa dei benefici e non dei danni.

Viene infine presentato un breve elenco dei migliori interventi di risparmio energetico oggi attuabili, alcuni valutati a consuntivo sulla base dell'esperienza fatta negli impianti CONI Servizi ed altri tecnicamente validi ed applicabili.

1 Introduzione

È stato deciso di approfondire l'analisi energetica degli impianti natatori in seguito alla indagine energetica, effettuata nel precedente lavoro del 1012, del centro sportivo Giulio Onesti di Roma. La dimensione e la eterogeneità degli impianti sportivi del centro Onesti hanno permesso di creare una valutazione ampia e rispondente dei carichi energetici di tutte le principali tipologie di impianto sportivo.

Durante la ricerca dell'anno 2012 non è stato possibile valutare il beneficio ottenuto da alcuni importanti interventi di risparmio energetico progettati ed attuati proprio dalla gestione del CONI Servizi. Questo perché i contabilizzatori erano stati installati poco prima e non si disponeva di un anno intero di misure.

Durante l'indagine dell'anno 2012 si è, tra le altre cose, rilevato che le piscine si riservano la quasi totalità dei carichi elettrici e termici dei centri sportivi; gli unici carichi paragonabili risultano le climatizzazioni dei grandi volumi edificati.

Per tali motivi si è resa necessaria questa ricerca di approfondimento, esclusivamente incentrata sulle piscine, di seguito descritta. Sono stati presi in considerazione esclusivamente impianti che dedicano gli spazi ed i sistemi per più del 90% al nuoto; quindi, al fine di non introdurre errori nei dati di consumo sono stati esclusi tutti i circoli che, oltre alla piscina, presentano una grande componente estranea fatta di palestre, campi sportivi, uffici, centri benessere, ristoranti, ed altro.

La ricerca in oggetto approfondisce quanto avviene nelle piscine gestite dal CONI Servizi nella zona di Roma, pertanto in fascia climatica D. Vengono indagate anche alcune piscine, a gestione privata, di zone climatiche diverse per comprendere quanto variano le condizioni al contorno spostandosi di zona in zona.

Il grande fabbisogno di energia delle piscine è principalmente legato alle necessità di riscaldamento dell'acqua della vasca, alla circolazione e filtraggio dell'acqua, alla movimentazione ed al riscaldamento dell'aria per la climatizzazione dei locali. In maniera meno pesante, dal punto di vista dei consumi, si necessita di energia anche per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, l'illuminazione degli ambienti interni, gli asciugacapelli, i servizi accessori, etc.

Va considerato che le norme tecniche UNI prevedono che la vasca abbia sempre una temperatura non inferiore ai 24° C, le norme CONI Servizi prevedono che questa sia compresa tra 26° e 28° C. Al contempo è richiesto dalle norme che l'aria dell'ambiente non si trovi a temperature inferiori a quelle dell'acqua di vasca e con una umidità relativa del 70%. Tali parametri, ufficialmente regolamentati e riconosciuti anche dalle federazioni sportive, pesano non poco sulle possibilità di ottimizzazione degli impianti. Di fatto, molte scelte sono vincolate dalle condizioni al contorno e non consentono di ottimizzare l'impianto oltre certi limiti.

Per garantire una adeguata qualità dell'aria del piano vasca, anche in funzione dell'affluenza e dell'eventuale pubblico, e per garantire condizioni termoigrometriche accettabili il rinnovo di aria esterna degli ambienti del piano vasca pesa non poco sui consumi. Va evidenziato, in termini quantitativi, come il grande consumo energetico obbligato dalle necessità di ventilazione e ricambio d'aria sia spesso molto più pesante delle tanto temute dispersioni dell'involucro edile.

Va anche premesso che gli impianti natatori devono mantenere sempre attivo il sistema di ventilazione per evitare che la struttura marcisca a causa della condensa; questo vale specialmente per le strutture prefabbricate ed in legno, in seconda battuta soffrono anche gli infissi, gli intonaci ed il cemento armato non debitamente protetto. Inoltre, anche il filtraggio deve sempre essere tenuto attivo per garantire il ricambio minimo di legge ed evitare i depositi nelle tubazioni e nei filtri.

Come si intuisce l'ottimizzazione degli impianti natatori non è intuitiva e semplice; questo a causa della complessità del sistema, delle diversità di utilizzo dell'impianto e delle numerose condizioni al contorno ed ambientali, nonché delle variabili fissate in maniera cogente.

Va sottolineato come, al di fuori dei centri sportivi dotati di un buon ufficio tecnico, la costruzione e la gestione degli impianti natatori viene spesso sottovalutata dimostrando perdite e sprechi notevoli. Ad esempio, non è infrequente trovare molte piscine non dotate di vasca di compenso nelle quali, a causa dell'ingresso dei nuotatori in vasca e delle onde, l'acqua che sfiora viene scaricata direttamente in fogna; questa situazione costringe a reintegrare acqua scaldandola nuovamente.

Numerose sono le situazioni che, con evidenza, necessitano di importanti ed urgenti interventi di ottimizzazione energetica come del miglioramento di impianti ed involucro. Purtroppo va anche detto che gli impianti analizzati, di cui hanno concesso disponibilità a visite in sito o a trasmettere i dati, sono solo il 3% delle duecento strutture contattate. Tutto ciò, ovviamente, esclusi gli impianti gestiti dal CONI Servizi.

2 Le tipologie di utilizzatori e di sistemi di alimentazione

Nella prima parte del lavoro è stata fatta una indagine preliminare sulle necessità energetiche degli impianti presi in analisi, cercando anche di valutare le tecnologie mediamente impiegate ed il relativo stato di manutenzione e di rendimento. Contemporaneamente si è cercato di definire le principali forme di energia normalmente utilizzare e quelle innovative o rinnovabili che possono essere proposte.

I principali carichi, facenti parte di un impianto natatorio, sono essenzialmente legati al riscaldamento dell'acqua e degli ambienti. Gli utilizzatori possono essere alimentati con macchinari e convertitori di diversi tipi e mediante diverse fonti di energia.

Come prima indagine svolta sul campo vengono identificati i principali servizi energivori facenti parte degli impianti. Le utilizzazioni direttamente dedicate agli impianti natatori, nonché agli essenziali spogliatoi e servizi, sono le seguenti:

- acqua calda sanitaria,
- forza motrice (prese, asciugacapelli e servizi),
- illuminazione piscina,
- raffrescamento,
- ricircolo e filtraggio,
- riscaldamento ambiente,

- riscaldamento acqua vasca riempimento totale,
- riscaldamento acqua vasca di ricircolo e di rinnovo,
- ventilazione.

Ogni servizio energivoro può essere alimentato mediante diversi sistemi di trasformazione ed utilizzazione dell'energia. Tali sistemi possono anche collaborare, in serie o in parallelo, ottimizzando il rendimento e sfruttando fonti (ad esempio quelle a bassa temperatura) che altrimenti sarebbero rimaste inutilizzate; un caso frequente è quello di utilizzare un sistema per il preriscaldamento dell'acqua ed un'altro per il riscaldamento successivo. Ad esempio, si possono facilmente trovare sistemi e rendimenti ben ottimizzati mediante la collaborazione di una caldaia a gas con una pompa di calore, oppure di una pompa di calore ed un sistema di scambio geotermico, come di uno scambiatore recuperatore e di una pompa di calore. Si elencano di seguito i principali sistemi utilizzabili con le tecnologie oggi disponibili sul mercato, con costi e rendimenti sostenibili:

- caldaia a combustibile (meglio se a condensazione),
- calore di recupero da acqua di scarico in fogna,
- calore di recupero da aria espulsa per ricambio,
- calore di recupero da raffrescamento,
- cogenerazione a combustibile,
- FM rete elettrica,
- geotermia,
- lampade – elettricità,
- luce naturale – radiazione solare,
- motori elettrici,
- pompa di calore ad assorbimento,
- pompa di calore elettrica,
- produzione elettrica rinnovabile (eolico, fotovoltaico, idroelettrico),
- riscaldatori elettrici,
- solare termico,
- vasca di compenso.

Nella Tab.2.1 si riassumono le possibili interazioni tra i servizi utilizzatori ed i sistemi in grado di alimentarli. Tali interazioni sono state definite in base alle statistiche fatte sul campo ed ai manuali di progettazione degli impianti natatori. pratica, anche alla luce di quanto rilevato negli impianti visitati, non tutti i sistemi di

alimentazione risultano sufficienti ad alimentare integralmente uno o più servizi; questo perché possono essere volutamente sottodimensionati da progetto, perché si trovano in condizioni climatiche avverse, perché non si trovano in periodi dell'anno favorevoli o perché mancano temporaneamente le ragioni economiche/contrattuali per trarne una convenienza; infatti, nella tabella, vengono indicate con un asterisco le interazioni che generalmente non sempre sono autosufficienti a sostenere un servizio.

Per quanto esposto ogni sistema di produzione e/o conversione dell'energia non deve essere scartato a priori solo perché il contributo non è sempre massimo o non è in grado di sostenere autonomamente il carico. Dalle ricerche in atto, presso i centri sportivi gestiti dal CONI Servizi, si rileva quanto sia la somma di diversi sistemi tra loro integrati ed ottimizzati a dare la convenienza. Ovviamente, l'esistenza di un impianto complesso implica la presenza sul campo di un ufficio tecnico competente per la corretta gestione. Nei quasi totalità dei casi visionati all'esterno si rileva come l'assenza di una guida tecnica lasci vivere l'impianto in maniera del tutto incontrollata che, nel caso migliore porta a abbondanti perdite economiche ma, nel caso peggiore porta addirittura ad un deterioramento della struttura e degli impianti.

	CALDAIA COMBUSTIBILI	RECUPERO ACQUA SCARICO IN PISCINA	PER SERVIZI ESPULSA ARIA	RECUPERO RAFFRESCA MENTO	COGENERAT ORE	FM RETE ELETTRICA	GEOTERMIA	LAMPADINE ELETTRICHE	REDIAZIONE SOLARE	LUCE NATURALE	MOTORI ELETTRICI	POMPA CALORE ASSORBIME NTO	POMPA CALORE ELETTRICA	RINNOV. (EOLICO, FOTOVOLTAI CO,	RISCALDATO RI ELETTRICI	SOLARE TERMICO	VASCA DI COMPENSO
ACQUA CALDA SANITARIA				(*)			(*)						(*)		(*)		
FM (PRESE, ASCIUGACAPPELLI E SERVIZI)														(*)			
ILLUMINAZIONE PISCINA																	
RAFFRESCAMENTO																	
POMPE RICIRCOLO ACQUA E FILTRAGGIO																	
RISCALDAMENTO AMBIENTE			(*)		(*)		(*)		(*)							(*)	
RISCALDAMENTO ACQUA VASCA RIEMPIMENTO TOTALE					(*)		(*)						(*)			(*)	
RISCALDAMENTO ACQUA VASCA RINNOVO E RICIRCOLO		(*)		(*)	(*)		(*)		(*) SCOPERTE				(*)			(*)	(*)
VENTILAZIONE																	

(*) Nota: potrebbe essere sottodimensionato o non sufficiente a coprire l'intero fabbisogno energetico del servizio, in zone climatiche o periodi dell'anno non favorevoli, e pertanto da intendersi solo come ausilio o preriscaldamento

Tab.2.1 – Tabella di connessione tra servizi/utilizzatori e sistemi di produzione/trasformazione dell'energia

Come già sottolineato, ognuno dei sistemi sopraelencati può essere utilmente impiegato. Per ottenere un sistema funzionale nonché economicamente ed ambientalmente valido deve essere effettuata una accurata analisi preliminare che non lasci dubbi sulla convenienza dell'intervento. La tabella di connessione viene appunto proposta come spunto di riflessione sulle possibilità impiantistiche ed energetiche; ovviamente questa è soggetta a eventuali e futuri revisioni ed ampliamenti in funzione della collaborazione di tutti gli interessati.

Nell'ambito della presente ricerca si è cercato di comprendere alcune linee guida utilizzate proficuamente nella gestione degli impianti. In base alle indagini effettuate sul campo si rileva come una gestione accorta e che dimostra risultati positivi, prima di decidere un intervento di risparmio energetico, non trascuri mai l'analisi dei seguenti argomenti:

- valutazione delle specifiche necessità energetiche,
- studio della qualità ed affidabilità di servizio necessarie all'utenza,
- valutazione delle possibilità di risparmio ottimizzando il sistema esistente o cambiando strategia di utilizzo da parte dell'utenza, senza nuove e costose installazioni o modifiche,
- valutazione delle tecnologie alternative disponibili,
- analisi della tecnologia ritenuta più adatta e studio del funzionamento,
- problematiche tecniche e logistiche di integrazione del nuovo sistema con l'impianto,
- energia elaborata dal sistema e quantità/forme di energia rese disponibili in funzione delle condizioni al contorno ambientali e di utilizzazione dell'impianto,
- valutazione del rendimento del sistema e del rendimento globale dell'impianto con il nuovo sistema inserito,
- contratti di fornitura di energia legati al sistema,
- costi e ricavi del sistema, inclusi eventuali incentivi,
- dimensionamento del sistema in funzione delle seguenti possibilità: sottodimensionato per ausilio e considerata la differenza mancante per acquisto energia, dimensionato sulle necessità nominali di impianto, sovradimensionato per autonomia energetica ed eventuale vendita di energia a terzi,
- costi e problematiche tecniche di manutenzione ed esercizio del sistema,
- studio dell'impatto ambientale e futuri dismissione/riciclaggio del nuovo sistema,
- analisi sulla necessità immediata o futura di inserire altri sistemi necessari al miglioramento di quello in fase di studio,
- valutazione delle risorse umane tecniche/economiche necessarie alla supervisione ed alla ottimizzazione in esercizio del sistema introdotto; va ricordato che un sistema ottimizzato tecnicamente, economicamente e contrattualmente, se lasciato a se stesso, al variare delle condizioni al contorno, può degenerare diventando una pesante perdita economica o di qualità del servizio,

- progettazione con l'accortezza di introdurre tutti i sistemi di contabilizzazione e misura necessari all'esercizio,
- scrittura di un semplice e chiaro manuale di uso e manutenzione del sistema che sarà necessario tanto al gestore quanto al manutentore ed all'ottimizzatore,
- redazione di accurate e stringenti specifiche tecniche per l'installatore,
- attenta direzione lavori, collaudo ed avviamento alla gestione del nuovo sistema.

Le piscine, come appena descritto, necessitano dei suddetti servizi e sistemi particolarmente energivori. L'energia necessaria ad ognuno dei servizi può essere reperita da diverse fonti tradizionali, dalle fonti rinnovabili, dai recuperi di calore altrimenti perduti e dalla cogenerazione.

Si elencano di seguito le principali tipologie di sorgenti di energia rilevate nel corso della presente ricerca con, in aggiunta, qualche altra fonte sicuramente consigliabile:

- fornitura di elettricità in bassa tensione,
- fornitura di elettricità in media tensione,
- impianto fotovoltaico,
- impianto micro idroelettrico,
- impianto micro eolico,
- fornitura di gas metano,
- fornitura di gasolio,
- fornitura di altri combustibili o biomasse,
- impianto solare termico,
- geotermia,
- acquisto di caldo o di freddo da altri impianti adiacenti.

Anche l'approvvigionamento dell'energia e la relativa parte contrattuale non sono da sottovalutare; si rileva che, un ufficio tecnico che gestisce con attenzione gli impianti sceglie le fonti di energia, con la massima cura, basandosi sui seguenti fondamentali punti di analisi:

- studio della forma di energia e valutazione delle capacità energetiche contenute,
- costo dell'energia e tipologia di contratto offerto,
- impatto ambientale relativo alla fonte scelta,

- valutazione delle possibili future oscillazioni dei prezzi e variazioni di contratto,
- studio delle condizioni al contorno in cui conviene utilizzare la fonte in oggetto,
- costo del sistema o della modifica per utilizzare la forma di energia in fase di studio,
- valutazione della eventuale possibilità di rendere il sistema polivalente per utilizzare più di una fonte di energia (es. caldaie policombustibile, scaldacqua solare-elettrico, etc...),
- valutazione del rendimento del sistema e dei benefici energetici ottenibili nell'impianto,
- indagine sull'affidabilità del sistema,
- costo e problematiche di manutenzione e di esercizio con la fonte energetica prescelta,
- eventuali costi e problematiche tecniche necessarie a riadattare l'impianto ad un'altra fonte di energia.

3 Questionario per la raccolta dati

Oltre al lavoro di analisi e di ricerca svolto grazie alla disponibilità del CONI Servizi, si è comunque reso necessario reperire informazioni e dati anche da altre fonti; questo per comprendere altri e diversi punti di vista sulla gestione degli impianti in oggetto.

Si è studiata una metodologia di indagine e da questa si è poi sviluppato un elenco di priorità e di informazioni da reperire. Su questa base si è deciso di redigere un questionario con una doppia funzione: quella di guidare gli addetti tecnici nella raccolta dei dati e quella di fornire un semplice formulario di domande ai gestori di impianto intenzionati a collaborare che, senza ausilio tecnico, vogliono trasmettere autonomamente i propri dati di consumo.

Il questionario proposto è stato utilizzato con tutti i contatti, incluso il CONI Servizi, come base per il trasferimento dati; questo inoltre ha consentito, con l'ausilio di tutti, di apportare le migliori correzioni al format proposto per la raccolta dati.

Di fatto sono state redatte ben dieci versioni prima di arrivare ad un modello che racchiudesse le seguenti caratteristiche fondamentali:

- chiarezza e semplicità,
- massima libertà nella compilazione e nella fornitura dei dati,
- suddivisione in due parti: una prima di base con le informazioni minime per chi non ha una gestione tecnica e può dare solo le informazioni di base; una seconda, molto più complessa e dedicata ai tecnici del settore, con i dati tecnici ed energetici suddivisi per settore o sistema,
- creare e mantenere una piccola cartella con le informazioni essenziali di ogni impianto valutato.

QUESTIONARIO ENERGETICO

IMPIANTI NATATORI

Riferimenti resp. Raccolta dati Nome _____ Titolo _____ Ente _____
 Recapiti _____

Ver_11

Questo documento è un questionario di raccolta dati per la valutazione delle possibilità di risparmio energetico ottenibili e per il calcolo delle statistiche di consumo.

E' essenziale comunicare almeno le caratteristiche generali dell'impianto e dell'involucro, ovviamente, corredate dei consumi mensili di elettricità e gas per l'anno 2012.

Chi fosse interessato a partecipare in maniera più approfondita e tecnica alla ricerca, con gli ovvi benefici, può compilare anche la parte "avanzata" del presente questionario.

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 BASE

DATI GENERALI		
Denominazione Centro Sportivo		
Città, Provincia e Regione		
Affluenza Media e utilizzo (non essenziale, è sufficiente indicare anche in maniera generale)	Mattino (9-12)	
	Primo Pomeriggio (15-17)	
	Tardo Pomeriggio (17-20)	
	Sera (20-22)	
Totale Utenti		
Periodo di apertura annuale	Inverno	

(da... a... in mesi)	Estivo	
Superficie e (se possibile) volume d'acqua delle piscine al coperto	Piscina 1	
	Piscina 2	
	Piscina 3	
	Piscina 4	
Superficie e (se possibile) volume d'acqua delle piscine all'aperto	Piscina 1	
	Piscina 2	
Vengono utilizzati TELI ANTI-EVAPORAZIONE (SI/NO)? Se SI, di che tipo?		
Vengono utilizzati rompigitto nelle docce e nei bagni?		
Vengono utilizzati rubinetti temporizzati?		
COIBENTAZIONE DELL'INVOLUCRO PISCINA E MATERIALE UTILIZZATO (eventuale classe energetica o almeno sapere buono/medio/scarso; indicare eventuali parti apribili in estate)	Tetto	
	Pareti	
	Vetri e infissi	
RISCALDAMENTO ARIA PISCINA Indicare le fonti/sistemi di produzione del calore specificando l'eventuale presenza (inclusiva di quantità di energia impiegata) di eventuali: cogeneratori, scambiatori con altri sistemi o impianti, recuperatori di calore dallo scarico		
RISCALDAMENTO ARIA SPOGLIATOI Indicare le fonti/sistemi di produzione del calore specificando l'eventuale presenza (inclusiva di quantità di energia impiegata) di eventuali: cogeneratori, scambiatori con altri sistemi o impianti, recuperatori di calore dallo scarico		
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.)? Quale? Orari?		
RISCALDAMENTO DELL'ACQUA DI VASCA Indicare le fonti/sistemi di produzione del calore specificando l'eventuale presenza (inclusiva di quantità di energia impiegata) di eventuali: cogeneratori, scambiatori con altri sistemi o impianti, recuperatori di calore dallo scarico.		
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		
Sono stati effettuati INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO ?		
RECAPITI DEL COMPILATORE/REFERENTE		

DATI ENERGIA ELETTRICA														
SPECIFICARE SE CONSUMO GENERALE IMPIANTO, RELATIVO AL CONTATORE DELLA SOLA PISCINA O ALTRO: _____														
	Unità mis.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Quantità														

DATI GAS														
SPECIFICARE SE CONSUMO GENERALE IMPIANTO, RELATIVO AL CONTATORE DELLA SOLA PISCINA O ALTRO: _____														
	Unità mis.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Quantità														

QUESTIONARIO AVANZATO

ENERGIA ELETTRICA

Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.

TIPOLOGIA DI CONTRATTO: _____

- Tariffa applicata: _____

- Descrizione eventuali fasce orarie: _____

(in caso contratto a fasce, inserire dati globali mensili specificandolo o ripetere più volte la tabella di cui sotto)

- Tensione di Fornitura: _____

- Potenza Contrattuale: _____

- Potenza Disponibile: _____

- Tipologia contatore: _____

- Consumo Annuo: _____

Potenza	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Attiva	kWh												
Reattiva (se presente)	kVARh												

FATTORE DI POTENZA ($\cos\phi$) MEDIO MENISILE

(si trova in alto alla seconda pagina della bolletta ed è da mediare se distinto per fasce ($\cos\phi F1 + \cos\phi F2 + \cos\phi F3$) / 3)

	-	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Valore medio mensile	-												

CARICHI ELETTRICI

FORZA MOTRICE INSTALLATA											
Per ogni ambiente indicare approssimativamente la somma delle potenze assorbite dai motori elettrici o specificarle separatamente con chiarezza											
	Grandezza	Pompe di filtraggio, di ricircolo, UTA e centrale termica Piscina 1	Pompe di filtraggio, di ricircolo, UTA e centrale termica Piscina 2	Pompe di filtraggio, di ricircolo, UTA e centrale termica Piscina 3	UTA Spogliatoi	UTA Palestra	UTA Uffici/Mensa /Bar	UTA Altri Locali			
Quantità	kW										
ILLUMINAZIONE INSTALLATA											
Per ogni ambiente indicare approssimativamente la somma delle potenze assorbite dalle lampade installate											
	Grandezza	Piscina 1	Piscina 2	Piscina 3	Spogliatoi	Uffici e Atrio	Palestra	Mensa Bar	Parcheggi	Campi sportivi	Altri Locali
Quantità	kW										
PRESE PHON O ASCIUGATORI FISSI INSTALLATI											
Per ogni ambiente indicare approssimativamente la somma delle potenze assorbite dai PHON											
	Grandezza	Spogliatoio uomini		Spogliatoio donne		Spogliatoio bambini		Altri locali			
Quantità	kW										

CONSUMO GASOLIO/GAS

GAS/GASOLIO/GPL													
Specificare se conteggio a defalco mediante contacalorie su circuiti termici piscina _____													
Totale annuo (CAL/m3 o kWh): _____ Specificare la tariffa di acquisto: _____													
Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	CALORIE												
	m ³ o lt												
	kWh												

COGENERATORE

COGENERATORE													
Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Energia elettrica	kWh												
Energia termica	kWh												
Consumo di combustibile													

ACQUA TOTALE

Consumo ACQUA													
Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												

ACQUA SPOGLIATOI

Consumo ACQUA Spogliatoi ACS													
Note: _____													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												

ACQUA PISCINE

Consumo ACQUA Piscina 1													
Totale annuo (m³): _____													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												
Consumo ACQUA Piscina 2													
Totale annuo (m³): _____													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												
Consumo ACQUA Piscina 3													
Totale annuo (m³): _____													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												
Consumo ACQUA Piscina 4													
Totale annuo (m³): _____													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	m ³												

REINTEGRO PISCINE

Consumo ACQUA di RINNOVO Piscine				
Vasche	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4
Frequenze di rinnovo				
Quantità rinnovata (m ³)				

RISCALDAMENTO ARIA/ACQUA

Consumo kWh da conta-calorie per Riscaldamento ARIA Spogliatoi													
Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	KWh utili												
Consumo kWh da conta-calorie per Riscaldamento ACQUA Sanitaria ACS													
Specificare se consumo generale (comprese palestre, campi calcio, uffici, ecc..), relativo al contatore della sola piscina, o altro.													
	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Quantità	KWh utili												

RIPARTIZIONE SUPERFICE DEI SERVIZI GENERALI

Uni/Mis	PARCHEGGI	CAMPI SPORTIVI ALL'APERTO	AREE COMUNI CHIUSO	MENSA/BAR	PALESTRA	SPOGLIATOI	UFFICI/ATRIO	PISCINE
m ²								

MISURA DELLE PISCINE

	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4
Volume (m ³)				
Dimensioni LxHxP (m)				
Vasca di Compenso (m ³)				

RECUPERO CALORE ACQUA PISCINA

	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4
SI/NO				
Tipo di scambiatore				
Energia recuperata				

RECUPERO CALORE ARIA

	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4	Spogliatoi
SI/NO					
Tipo di scambiatore					
Energia recuperata					

TIPO DI COPERTURA INVOLUCRO DELLE PISCINE

	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4
Coperta (SI/NO)?				
Tipo di copertura? (Pallone, Fissa, scopribile)				
Materiale				

UTILIZZO E LA CONVERSIONE DI ENERGIA. COME VENGONO SERVITI I SEGUENTI SERVIZI?

UTILITY	TIPO DI IMPIANTO UTILIZZATO (caldaia, Pompa di Calore, energia elettrica, centrale termica, ecc...)	POTENZA NOMINALE (specificare unità di misura)	ALIMENTAZIONE O FONTE ENERGETICA IMPIEGATA (Rete Elettrica, GAS Metano, pannelli FV, pannelli termici, recupero del calore surriscaldatore, ecc...)	IN COGENERAZIONE CON L'IMPIANTO DI.....
ACQUA CALDA SANITARIA				
CUCINA COTTURA				
ILLUMINAZIONE INTERNI				
ILLUMINAZIONE ESTERNI				
ILLUMINAZIONE CAMPI SPORTIVI ESTERNI				
ILLUMINAZIONE PISCINA				
FORZA MOTRICE E PRESE				
POMPE Ricircolo e Filtraggio				
Riscaldamento Uffici e spogliatoi				
Riscaldamento piscine				
Riscaldamento continuo acqua piscine su acqua di rinnovo				
Riscaldamento acqua piscine per riempimento periodico				
VENTILAZIONE				

AUTOPRODUZIONE

ENERGIA PRODOTTA DA FONTI RINNOVABILI													
Specificare se dedicata/e ad un servizio esclusivo.													
Tipo e potenza nominale	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic

4 Piscine 50, 25 e tuffi del centro Giulio Onesti, Roma.

Il centro sportivo Giulio Onesti è sito in Roma (zona climatica D) ed è dotato di tre piscine, una 50 metri, una 25 metri ed una tuffi.

4.1 La struttura

La piscina da 50 metri è coperta in maniera parziale con struttura in legno lamellare per il tetto e con teli mobili di PVC alle pareti che, in estate, vengono rimossi rendendola aperta ma non scoperta. Le due più piccole sono coperte in maniera tradizionale da struttura in cemento armato. Entrambe le strutture sono dotate di corpi di fabbrica in cemento armato che ospitano gli spogliatoi.

Le piscine 25m e tuffi presentano complessivamente 556 mq con un volume di 2648 mc; la piscina 50m ha una superficie di 950 mq con un volume di 2375 mc. Complessivamente ci sono in gioco 1506 metri quadri di superficie delle tre piscine con un volume totale complessivo di acqua di 5023 metri cubi.

Va sottolineato che il centro sportivo è di notevoli dimensioni e offre ampie possibilità di ottimizzazione dei sistemi e degli utilizzatori; si tratta, in totale, oltre le piscine di 220.000 mq complessivi di cui 25.000 mq di superficie coperta per un totale di 122.000 mc edificati. Il centro comprende una grande varietà di impianti tra cui: piscine, palestre pesi, palestre scherma, palestra volley, campi da calcio, da hockey, baseball, rugby, foresterie, ristorante, istituto di medicina sportiva, biblioteca, etc.

Nel centro è stata creata una unica centrale termofrigorifera ottimizzata ed ogni partenza, elettrica e termica, è stata dotata dei contatori necessari alla supervisione ed alla ottimizzazione.

4.2 La contabilizzazione

Nel centro sportivo Onesti, in occasione della installazione della nuova centrale termofrigorifera sono stati installati contabilizzatori sulle principali partenze termiche e contatori sugli assorbimenti elettrici.

Tale operazione si è resa necessaria per poter ottimizzare continuamente la centrale termica in funzione delle necessità energetiche e delle disponibilità di carburanti o di energia elettrica a diversi costi.

Un sistema versatile e modulabile deve essere supervisionato mediante letture ad analisi continue dei dati di consumo e di rendimento.

Ad oggi è disponibile la prima lettura contabilizzatori annuale completa, per l'anno 2012, della quale si riportano i dati in Tab.4.1.

La tabella riporta anche la suddivisione percentuale dei carichi che, come premesso, conferma quanto pesi un impianto natatorio in termini energetici.

4.3 La nuova centrale termofrigorifera ed il recupero del calore del condizionamento

Il nuovo polo termofrigorifero del centro sportivo è stato progettato dai tecnici del CONI Servizi con l'idea di recuperare il calore dell'impianto di condizionamento che, in estate, serve tutte le palazzine e le foresterie. Il calore recuperato viene così inviato alle piscine per il riscaldamento (o preriscaldamento, se non sufficiente) dell'acqua di vasca.

La centrale termica è comunque dotata di 3 caldaie a gas ad alta efficienza da 1950 kW ciascuna; queste sono dedicate al post-riscaldamento dell'acqua delle piscine e dell'acqua calda sanitaria, questo nei momenti in cui il calore recuperato dal raffrescamento non è sufficiente.

Le tre caldaie a gas presentano rendimenti che vanno da 0.95 a pieno regime (inverno) fino a 0.63 a basso regime (estate). Il rendimento complessivo viene ottimizzato grazie alla presenza di tre caldaie che possono lavorare in cascata oppure essere spente ed anche grazie alla installazione di bruciatori modulanti, come da Fig.4.1. Per tali scelte, nel complesso, anche a basso carico il rendimento medio annuale è abbastanza elevato, pari a circa 0.87.

Utenza	PDC freddo [kWh]	PDC caldo [kWh]	Caldaia [kWh]	RECUPERO Desurriscaldatore [kWh]	TOTALE caldo [kWh]	TOTALE freddo [kWh]	% termica	% frigorifera
Piscina 50	0	796.989	191.325	460.232	1.448.546	0	18%	0,0%
UTA Piscina 50	0	0	869.662	0	869.662	0	11%	0,0%
Spogliatoi Piscina 50	0	0	275.730	0	275.730	0	3%	0,0%
Piscina tuffi + 25 (piscine e UTA piscine)	0	318.894	1.034.797	171.001	1.524.692	0	19%	0,0%
ACS	0	0	282.024	-13.418	268.606	0	3%	0,0%
CPO	220.793	141.740	790.569	0	932.309	220.793	11,7%	21,3%
Palestra Volley	150.741	771	579.985	0	580.756	150.741	7%	14,5%
Triathlon	0	0	147.201	0	147.201	0	2%	0,0%
Foresterie	463.469	31.843	1.051.871	0	1.083.714	463.469	14%	44,7%
Biblioteca + Antidoping + schermoRM	122.451	18.562	395.969	0	414.531	122.451	5%	11,8%
Scuola sport	0	0	153.182	0	153.182	0	2%	0,0%
Ristorante + bar + reception	79.386	6.851	251.754	0	258.605	79.386	3%	7,7%
TOTALE	1.036.840	1.315.650	6.024.069	617.815	7.957.534	1.036.840	100%	100%
693.332 mc gas consumati								
890.394 kWh elettrici consumati								
Rendimenti medi a consuntivo: Caldaia = 87,4%; PDC-EER = 2,661; PDC-COP = 2,627								

Tab.4.1 – Flussi di energia della centrale termo frigorifera del centro sportivo Giulio Onesti, anno 2012

Tale centrale è dotata di 2 pompe di calore reversibili necessarie al riscaldamento dell'acqua della piscina, del condizionamento estivo e della produzione di acqua calda sanitaria; le due pompe di calore presentano i seguenti dati di targa:

- PdC in refrigerazione: P frigorifera = 660 kW, P elettrica = 223 kW, EER = 3,0
- PdC in riscaldamento: P termica = 695 kW, P elettrica = 213 kW, COP = 3,3
- PdC in refrigerazione con recupero: P frigorifera = 669 kW, P elettrica = 186 kW, EER = 3,6, P termica recupero = 843 kW

Nel funzionamento invernale, le caldaie riscaldano gli ambienti, producono ACS ed effettuano il post-riscaldamento dell'acqua della piscina (se necessario). La PDC realizza il pre-riscaldamento dell'acqua della piscina, la climatizzazione degli ambienti, e, mediante regolazione, ottimizza il rendimento globale di sistema in funzione delle condizioni climatiche.

Nel funzionamento estivo, le PDC producono l'acqua refrigerata per il raffrescamento e, contemporaneamente, con un sufficiente recupero di calore (desurriscaldamento e condensazione) riscaldano l'acqua della piscine e l'ACS. La caldaia interviene solo in caso di scarsa disponibilità di ACS o di riempimento completo della piscina.



Fig.4.1 – Le tre caldaie in batteria, dotate di bruciatori modulanti, della nuova centrale termica

Il desurriscaldatore (Fig.4.2), legato al sistema di condizionamento estivo, è in grado di recuperare con abbondanza il calore necessario al riscaldamento dell'acqua di vasca delle piscine 50m, 25 e Tuffi.

Il progetto e la costruzione della nuova centrale termica hanno trovato il giusto corredo nell'installazione dei misuratori di calore sulle tubazioni principali. Questi sono fondamentali per conoscere e gestire i flussi di energia termica, sia in termini di utilizzazione sia di produzione/trasformazione.

Nel funzionamento invernale vengono utilizzate le caldaie a gas, la pompa di calore oppure entrambi, a seconda della convenienza. Per quanto riguarda la produzione del caldo nella zona climatica di Roma (D) di ha, a seconda delle tariffe applicate dai distributori, quasi un pareggio di convenienza tra il gas e l'elettricità. Nel caso del centro Giulio Onesti risulta addirittura conveniente produrre il calore, durante l'inverno, con le pompe di calore; di fatto le PDC lavorano sempre a regime e, quando necessario, le caldaie a gas entrano in soccorso o in parallelo nei periodi molto freddi.

Sulla base dei prezzi applicati al CONI Servizi per l'energia elettrica ed il gas metano, il costo finale del kWh termico è risultato pari a 0,0614 €/kWh +iva se generato dal PDC e pari a 0,0764 €/kWh +iva se generato dalla caldaia a gas. In questo caso si è rilevato un risparmio di circa 20.000 € rispetto all'anno precedente.



Fig.4.2 – Scambiatore, collegato alla pompa di calore reversibile, per il recupero del calore derivante dal raffrescamento estivo

Va sempre considerato che l'impianto termico (caldo e freddo) deve sempre essere mantenuto in circolazione, anche per evitare sedimenti. La CTF è dotata di nove pompe da 20 kW di potenza. Mediamente ne lavorano solo due con un assorbimento di 40 kW; di fatto si ha, solo per la circolazione dei fluidi, un consumo di 350.400 kWh di energia elettrica all'anno. Nel mese di Gennaio, con il carico termico massimo, il contributo delle pompe aggiunge un 2,5% circa. Nel mese di basso lavoro della CTF si ha una percentuale in aggiunta del 10% circa. Si può affermare complessivamente che il pompaggio continuo dei fluidi della centrale termica costa, all'anno, una media del 5% dell'energia termica totale (caldo e freddo) elaborata.

Il fatto di avere una pompa di calore reversibile non è da sottovalutare anche per la eventuale necessità di dover raffreddare l'acqua di vasca. In zone climatiche calde (D,C,B) è effettivamente accaduto che in alcuni

impianti all'aperto, durante l'estate, si è dovuto addirittura procedere al raffrescamento della vasca per mantenere le temperature regolamentari per gare ufficiali.

Dai dati appena presentati si ricavano le seguenti importanti considerazioni:

- nel centro sportivo Giulio Onesti il recupero del calore del raffrescamento ha permesso di risparmiare, in un anno, 617.000 kWh di energia termica fornita alle piscine; tale valore corrisponde a circa il 10% del calore utilizzato nell'impianto e ad un risparmio medio annuo di circa 60.000 euro (50.000 con i prezzi al CONI); un valore importante se si considera che può essere paragonato a quello prodotto da circa 1300 mq di pannelli solari termici;
- il sistema di recupero del calore dal condizionamento è attuabile in quanto la grandezza dell'impianto di raffrescamento estivo mette in gioco delle quantità energetiche che giustificano l'investimento anche dal punto di vista economico; in caso di impianti molto piccoli o dotati della sola piscina, e non di grandi volumi da raffrescare (uffici, palestre, alloggi, etc.), è necessario valutare bene la convenienza e magari proporre un impianto solare termico;
- nel centro sportivo, avendo un impianto polivalente con la possibilità di produrre il calore sia con le caldaie a gas sia con le PDC, è stato possibile optare di volta in volta per la fonte energetica con tariffa migliore; tale attenzione ha lasciato nelle casse del gestore un risparmio di circa 20.000 € in regime invernale;
- questi tipi di interventi di ottimizzazione sono generalmente utili solo in impianti sportivi molto grandi che includono vari ambienti e sistemi con diverse contemporaneità ed utilizzazioni dell'energia;
- la possibilità di avere i contatori di calore e di energia elettrica su tutte le principali partenze da la possibilità di valutare i consumi dei sistemi utilizzatori, i rendimenti effettivi di ogni trasformazione, lo stato di manutenzione ed efficienza del sistema e la convenienza nell'utilizzo di una trasformazione o di una fornitura di energia primaria.

4.4 Riscaldamento dell'acqua di vasca per il ricircolo, il reintegro e per il riempimento

Il riscaldamento dell'acqua della vasca avviene per due principali motivi: ricambio continuo e sostituzione integrale dell'acqua della vasca. La sostituzione integrale dell'acqua viene fatta generalmente una volta l'anno e nel mese di Agosto per risparmiare sul riscaldamento (per tale motivo si giustifica un leggero aumento del consumo di calore in Agosto).

Il ricambio continuo è obbligato dalla quota minima di acqua da sostituire ed è pari al 5% del volume al giorno. Nel centro Onesti viene generalmente sostituito un 8-10% circa dell'acqua di vasca nell'intera giornata. Per valutare il calore necessario è sufficiente considerare la portata d'acqua di rinnovo e la differenza di temperature tra acquedotto e vasca (rispettivamente, 13°-28° C).

Al fine di mantenere la temperatura di norma l'acqua di ricambio immessa nella vasca viene riscaldata mediante tre diverse fonti di produzione installate nella centrale termica.

Negli anni precedenti sono state fatte delle analisi sul consumo di energia termica relativa al riempimento totale della vasca, questo in occasione del ricambio totale dell'acqua. Il riempimento, e quindi il riscaldamento, totale del volume d'acqua ha dimostrato essere circa il 3% del consumo di calore per il mantenimento continuo annuale.

Dai dati aggiornati si ricava il consumo di energia per il mantenimento della temperatura dell'acqua di vasca.

Superficie [mq]	Volume acqua vasca [mc]	Energia assorbita [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
950	2.375	1.448.546	1524	609	184,9	74

Tab.4.2 – Indicatori di consumo netti (da contabilizzatore, il dato del gas è invece ricavato per avere un paragone con gli altri impianti) per riscaldamento acqua di rinnovo piscina 50

Si sottolinea che gli indicatori, più affidabili, che generalmente rientrano nelle medie sono quelli in funzione del volume della vasca e non della superficie; tale affermazione è giustificata dal fatto che va tenuto conto anche della profondità delle vasche e quindi della quantità di acqua che immagazzina calore. Data la presenza continua di attività di pompaggio e circolazione si hanno effetti di stratificazione della temperatura che sono minimi e, pertanto, trascurabili.

Superficie vasca [mq]	Volume acqua vasca [mc]	T [°C]	Energia assorbita per riscaldamento integrale acqua [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
950	2.375	15	41.325	44	17	5,3	2,1

Tab.4.3 – Indicatore di consumo netto (da contabilizzatore, il dato del gas è invece ricavato per avere un paragone con gli altri impianti) per riscaldamento integrale dell'acqua di vasca della piscina 50

Come già chiarito, nell'ambito della progettazione e della costruzione della nuova centrale termofrigorifera sono stati previsti degli scambiatori per recuperare il calore della climatizzazione estiva.

Il calore così recuperato viene inviato, tramite contabilizzatori, alle condotte di riscaldamento dell'acqua di vasca delle piscine.

Ad oggi, la gestione degli impianti è finalmente in possesso di un intero anno di misure, ricordiamo che il sistema di misura è stato installato circa un anno e mezzo fa. La ricerca si è così occupata anche di valutare la convenienza del sistema proposto.

Precedentemente si era in possesso di dati globali approssimati. In questa sede vengono presentati i dati esatti a consuntivo relativi ad ogni singolo mese di funzionamento sia per la piscina 50, sia per il gruppo piscine 25 e tuffi.

	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	TOT
Caldaia	14437	7052	2366	1710	9717	28912	64194
Desurriscaldatore	55758	86580	76337	57487	113412	70658	460232
TOT	70195	93632	78703	59197	123129	99570	524426
% dal desurriscaldatore	79%	92%	97%	97%	92%	71%	88%

Tab.4.4 – Energia utilizzata per riscaldare la piscina 50: quantità provenienti dalla caldaia e dal desurriscaldatore di recupero

	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	TOT
Caldaia	0	0	1016	8820	44690	106323	160849
Desurriscaldatore	12597	20397	35371	42145	42836	17655	171001
TOT	12597	20397	36387	50965	87526	123978	331850
% dal desurriscaldatore	100%	100%	97%	83%	49%	14%	52%

Tab.4.5 – Energia utilizzata per riscaldare il gruppo piscina 25 e tuffi: quantità provenienti dalla caldaia e dal desurriscaldatore di recupero

Dai dati presentati si evince immediatamente che, grazie al sistema di recupero del calore, si è spesso raggiunta una disponibilità di calore tale da soddisfare le intere necessità del caldo vasca; va considerato che, in questo caso, il servizio è stato garantito in maniera quasi gratuita utilizzando del calore che altrimenti sarebbe andato perduto.

Per quanto riguarda l'investimento va considerato che il costo aggiuntivo degli scambiatori, rispetto al condizionatore tradizionale, è costato una cifra ammortizzabile in meno di due anni.

Ovviamente, la scelta nasce della obbligata necessità si raffrescare dei grandi volumi edificati in estate. Se un impianto non dovesse avere questa necessità, con buona approssimazione, sarebbe probabilmente più opportuno effettuare un accurato studio di fattibilità sul solare termico.

4.5 Riscaldamento dell'acqua di vasca per il reintegro da sfioro in fogna

Va considerato che ogni persona che entra in vasca provoca la fuoriuscita di circa 80 litri di acqua; questo al netto della fuoriuscita provocata dal movimento del nuotatore e dalle onde. La maggior parte delle piscine hanno una canaletta di sfioro attorno al bordo; se non è presente una vasca di recupero, chiamata vasca di compenso, tutta l'acqua che sfiora va direttamente in fogna.

Il problema è molto complesso e, per una corretta analisi, si dimostra la necessità di installare contatori di acqua e di calore per comprendere il funzionamento del sistema; le variabili sono molte, tra queste va messa in conto anche la sottrazione di acqua per evaporazione.

Il danno derivante dal buttare l'acqua di sfioro nello scarico non è solamente idrico ma anche energetico; va detto che la nuova acqua di reintegro che verrà immessa in vasca, essendo presa dall'acquedotto a temperature sicuramente inferiori a 15 gradi, dovrà essere nuovamente riscaldata.

Al momento, nel centro sportivo, è in fase di studio un sistema di misura e di ottimizzazione per le vasche di compenso. Di fatto, oggi, nessun impianto è in possesso di dati completi sul funzionamento e sul beneficio ottenibile delle vasche di compenso.

Il risparmio energetico minimo può essere valutato considerando la quantità di acqua espulsa per persona ed il relativo calore, in funzione del ΔT tra acqua vasca ed acquedotto, che va reintegrato tramite la centrale termica. In tale maniera non si può considerare l'acqua che sfiora a causa del movimento e delle onde che, probabilmente, è altrettanto grande e incrementa significativamente le quantità in gioco.

La piscina 50m del centro Onesti è fuori dalle statistiche in quanto, per il tipo di allenamento agonistico che sostiene, ha una frequenza di utilizzo bassissima. La piscina in oggetto accoglie circa 100 nuotatori al giorno.

Nella Tab.4.6 si valuta quale sia l'energia minima risparmiata grazie all'utilizzo della vasca di compenso. Ovviamente, al valore calcolato per sfioro da volume immerso andrebbe aggiunta la quota parte legata allo sfioro da movimento.

Differenza temperature tra acquedotto e vasca °C	Calore specifico acqua kWh/mc°K	Quantità persone anno	Volume acqua riscaldata di sfioro [mc]	Energia per riscaldamento acqua di reintegro dello sfioro [kWh]	GAS risparmiato (con rend.caldiaia a 0.85 e 9.7 kWh per mc di gas) [mc]	Superficie vasca [mq]	Volume acqua vasca [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
15	1,16	33.000	2.640	45.936	5.571	950	2.375	48,4	19,3

Tab.4.6 – Risparmio minimo di energia ed indicatori di risparmio per l'impiego della vasca di compenso nella piscina 50m del centro Onesti; ricavato considerando una affluenza di 33.000 persone anno

Si nota come, note le suddette condizioni al contorno, il risparmio minimo ottenuto sul consumo di gas (ipotizzando un prezzo di circa 95 €cent a metro cubo) sia di circa 5.000 euro per anno. Questo, ripeto, considerando solo l'immersione dei corpi e ed una affluenza molto bassa.

Al contrario, un impianto natatorio privato viene generalmente fatto lavorare alla massima frequenza per coprire le spese. Una frequenza minima di 150.000 persone per anno risulta pertanto più vicina alla realtà dei fatti.

Nella Tab.4.7 viene mostrata la valutazione dell'energia minima risparmiata, nonché dei relativi indicatori, per l'utilizzo della vasca di compenso in una generica piscina privata da 50m.

Differenza temperature tra acquedotto e vasca °C	Calore specifico acqua kWh/mc°K	Quantità persone anno	Volume acqua riscaldato di sfioro [mc]	Energia per riscaldamento acqua di reintegro dello sfioro [kWh]	GAS risparmiato (con rend.caldaia a 0.85 e 9.7 kWh per mc di gas) [mc]	Superficie vasca [mq]	Volume acqua vasca [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
15	1,16	150.000	12.000	208.800	25.324	950	2.375	219,8	87,9

Tab.4.7 – Risparmio minimo di energia ed indicatori di risparmio, per l'impiego della vasca di compenso, in una piscina 50m con una affluenza media di 150.000 persone anno

Nel caso di una frequenza normale si nota come il risparmio minimo inizi a superare i 25.000 euro per anno, questo considerando sempre il calore realizzato mediante caldaia a gas con un costo di 0.95 € per mc.

La suddetta analisi è da considerarsi esclusivamente energetica, al netto del problema idrico e quindi del consumo di acqua e dei relativi costi.

In questo caso, l'energia minima associata alla perdita per sfioro in fogna è pari al 15% dell'energia totale fornita alla vasca; nel caso precedente reale, con bassissima affluenza, era solo il 3%. Si ricorda ancora una volta che si ricollega la trattazione al volume di sfioro minimo in caso di ingresso lento e stazionamento statico delle persone in vasca; detta situazione non è ovviamente pensabile per una piscina pertanto si ritiene lo spreco ampiamente superiore a quello dichiarato in questa sede.

Si conferma in ogni caso la convenienza di dotarsi di una vasca di compenso almeno di circa il 3-5% del volume della vasca principale e della necessità di una gestione ottimizzata del sistema. Generalmente l'esperienza pratica consiglia di dimensionare il volume della vasca di compenso pari al 10% della superficie della piscina.

4.6 Reintegro dell'acqua persa per evaporazione – teli antievaporazione

Le principali perdite di energia termica da parte dell'acqua sono legate ai seguenti effetti:

- conduzione tra pareti della vasca e terreno,
- convezione e conduzione tra acqua della vasca e aria ambiente,
- evaporazione dell'acqua,
- riscaldamento del rinnovo di acqua.

Una buona quota parte del consumo è legata all'effetto evaporativo (dai conti effettuati risulta almeno il 50% del totale perdite; da dati di letteratura si rileva come la perdita per evaporazione arrivi anche al 70% delle perdite totali, per non parlare dei prodotti chimici persi anch'essi) che sottrae acqua e calore alla vasca. Questa è calcolabile e misurabile con buona approssimazione. Il consumo di energia legato invece al rinnovo di acqua della vasca risulta difficilmente prevedibile perché legato all'utilizzo dei singoli e diversi impianti.

Viene anzitutto effettuata una valutazione di base, dal punto di vista fisico/matematico, sulla base delle seguenti approssimazioni e condizioni al contorno: temperatura dell'acqua di 27°C, temperatura del piano vasca di 28°C, umidità relativa del 70 %. Presa in analisi la piscina 50 del centro sportivo (50x20x2,5 m) si calcola il quantitativo di acqua evaporata per giorno e la relativa energia termica persa. Si ottiene un tasso di evaporazione di 0,037 kg/s, corrispondenti ad una potenza termica dissipata di 88 kW.

Nel centro Giulio Onesti sono state effettuate le misure sui contabilizzatori, installati circa un anno fa, per comprendere a pieno il fenomeno in oggetto. Ad oggi si è potuto provvedere alla misurazione delle suddette necessità energetiche sia in un periodo estivo sia in un periodo invernale.

Il lavoro di misura è volto a comprendere i margini di risparmio collegati all'utilizzo dei teli isotermitici (Fig.4.3 e Fig.4.4) che abbattano il fenomeno dell'evaporazione.

Per procedere all'analisi, sono stati installati i seguenti misuratori:

- sonda di temperatura nella tubazione di immissione dell'acqua di rinnovo,
- sonda di temperatura nel circuito di aspirazione dell'acqua della vasca,
- sonda di temperatura per la temperatura ambiente esterna,
- contatore volumetrico sulla immissione di acqua di rinnovo,
- contacalorie per la misura del calore ceduto all'acqua di vasca,
- contacalorie per la misura del calore fornito all'impianto di trattamento aria.



Fig.4.3 – Piscina 50, Giulio Onesti, in fase di copertura con i teli isotermici

Le misurazioni del periodo estivo sono state effettuate per due mesi; un mese coprendo la piscina 50 con i teli nelle 11 ore notturne ed un mese lasciandola scoperta.

Tramite le misure effettuate è stato possibile valutare sia l'energia termica fornita all'acqua di rinnovo sia l'energia termica complessivamente fornita all'acqua: la differenza tra questi valori è la perdita per conduzione, convezione ed evaporazione.



Fig.4.4 – Piscina 25, Giulio Onesti, in fase di copertura con i teli isotermici

Nelle Tab.4.8 e Tab.4.9 sono riportate le misure effettuate in estate ed in inverno; da notare che tra le due prove c'è una diversa quantità di acqua di reintegro di cui viene tenuto conto nel calcolo (la diversa utilizzazione dell'impianto cambia in continuazione le condizioni al contorno rendendo complessa la corretta valutazione delle grandezze in gioco).

	Con telo	Senza telo
Energia termica media giornaliera totale	2184 kWh	2159 kWh
Energia termica media giornaliera per acqua di rinnovo	1761 kWh	1215 kWh
Energia termica media giornaliera per evaporazione, convezione e conduzione	423 kWh	944 kWh
Temperatura media acqua vasca	27,9 °C	28,1 °C
Temperatura media ambiente esterno	28,0 °C	27,5 °C
Temperatura media acqua rinnovo	12,7 °C	13,0 °C

Tab.4.8 – Energia utilizzata in estate per scaldare la piscina 50, con e senza teli antieaporazione, e condizioni al contorno

Si evince come dalla prova differenziale, con telo e senza telo, sia possibile valutare la quantità di energia risparmiata nella piscina 50.

Nonostante il diverso rinnovo, comunque valutabile, dei due diversi periodi emerge un risultato interessante in termini di rendimento. Si valuta che l'effetto evaporativo sia stato ridotto del 99%, durante la notte, mediante l'utilizzo dei teli. Pertanto la differenza di consumo tra le due diverse situazioni è da imputare esclusivamente alla parte di evaporazione.

La riduzione di energia risulta pari a circa 0,55 kWh/gm².

Normalizzando il risparmio ottenuto rispetto al consumo dei diversi rinnovi idrici, si quantifica una riduzione dei consumi estivi del 24%.

Per quanto concerne il periodo invernale, è stata effettuata la stessa prova nei mesi di Gennaio e Febbraio.

Viene riportata la Tab.4.9 con le misure ed i dati relativi alla prova invernale.

	Con telo	Senza telo
Energia termica media giornaliera totale	5151 kWh	5918 kWh
Energia termica media giornaliera per acqua di rinnovo	2122 kWh	1988 kWh
Energia termica media giornaliera per evaporazione, convezione e conduzione	3029 kWh	3930 kWh
Temperatura media acqua vasca	29,8 °C	29,5 °C
Temperatura media ambiente esterno	8,5 °C	9,1 °C
Portata rinnovo media giornaliera	99,1 m ³ /g	104,9 m ³ /g
Temperatura media acqua rinnovo	12,4 °C	12,3 °C

Tab.4.9 – Energia utilizzata in inverno per scaldare la piscina 50, con e senza teli antievaporazione, e condizioni al contorno

Nonostante la minore temperatura ambiente all'esterno e la maggiore temperatura dell'acqua della vasca è possibile valutare una riduzione giornaliera dei consumi di circa 901 kWh, circa il doppio rispetto al periodo estivo. Il tasso di riduzione è, nel caso invernale, di circa 0,948 kWh/gm².

Il risparmio ottenibile nel caso invernale risulta pari al 17,5%.

Per dare una idea dell'effetto, in termini di potenza, nella Tab.4.10 vengono riportate le potenze equivalenti per il periodo più gravoso invernale.

	Con telo	Senza telo
Potenza termica media notturna per evaporazione, convezione e conduzione	122,9 kW	205,0 kW
Potenza termica media diurna per evaporazione, convezione e conduzione	129,0 kW	128,8 kW
Tasso medio giornaliero	3,10 kWh/m ² g	4,03 kWh/m ² g

Tab.4.10 – Potenza legata alle perdite per evaporazione del periodo invernale, per la piscina 50

Da notare la differenza notturna sulla potenza termica impegnata: il mancato utilizzo dei teli antievaporazione contempla una perdita continuativa notturna di circa 82kW. Questo ha portato ad approssimare il risparmio globale ottenibile in un 20% circa dei consumi annui di energia termica.



Fig.4.5 – Piscina 50, parzialmente coperta, in esercizio parziale

Per massimizzare il risparmio andrebbe presa in considerazione, data la ridottissima evaporazione, anche la possibilità di ridurre al minimo la ventilazione notturna risparmiando anche sui consumi elettrici della UTA.

Come da tabella, mediante l'impiego dei teli antievaporazione, è possibile risparmiare circa 1 kWh di energia al giorno per ogni metro quadrato di vasca.

4.7 Riscaldamento degli ambienti

Infine, in Tab.4.11 è riportato l'indicatore di consumo legato al riscaldamento dell'ambiente coperto che include la piscina olimpionica da 50 metri. Tale dato è ricavato da un contabilizzatore che è stato montato sulla condotta che alimenta le UTA della piscina 50.

Superficie [mq]	Volume coperto [mc]	Energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume [mc/mc]
2.250	10.500	869.662	387	83	46,9	10

Tab.4.11 – Indicatore di consumo netto (da contabilizzatore, il dato del gas è invece ricavato per avere un paragone con gli altri impianti) per il riscaldamento del locale piscina

Le altre piscine, tuffi e 25 metri, vengono in questa sede trascurate in quanto contabilizzano insieme il calore della vasca e quello del riscaldamento della struttura.

4.8 Illuminazione del locale piscina

L'illuminazione della piscina 50 è realizzata mediante 40 lampade a scarica da 400W. La potenza impegnata misurata è di circa 16 kW. Mediamente l'impianto luci viene acceso per una media di 6 ore al giorno per 300 giorni l'anno. Sono riportati gli indicatori di consumo per l'illuminazione della piscina da 50 metri.

Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume edificio [mc]	Indicatore E/superf [kWh/mq]	Indicatore E/volume edificio [kWh/mc]
28.800	1.100	9.000	26	3,2

Tab.4.12 – Indicatore di consumo annuale per l'illuminazione della piscina da 50 metri

4.9 Ricircolo e filtraggio

Ci sono diverse richieste, da parte delle norme, in funzione del tipo di impianto; generalmente l'acqua viene filtrata e reinviata in vasca almeno 4 volte al giorno per l'intero volume. È richiesto un tempo di ricircolo massimo di 3 ore per quelle profonde meno di 1,2 m e di 6 ore per quelle più profonde di 1,2 m. In media, le piscine del centro sportivo ricircolano e filtrano l'acqua di vasca almeno 6-8 volte al giorno.

Il processo avviene mediante pompaggio continuo. Per avere la possibilità di spegnere l'impianto la notte di dovrebbe aumentare di molto la potenza delle pompe e la portata dell'impianto; questo, quindi, senza alcun vantaggio in termini di risparmio economico.

Il ricircolo ed il filtraggio dell'acqua sono di fatto sempre necessari e continui (h24); per la piscina 50m del centro Onesti, sono installati tre motori da 15kW di cui uno di scorta sempre di fermo. La potenza media misurata sull'impianto di pompaggio risulta essere mediamente di 20 kW.

Nella Tab.4.13 sono quindi riportati gli indicatori di consumo del pompaggio della piscina 50m.

Energia [kWh]	Superficie vasca [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E/superficie vasca [kWh/mq]	Indicatore E/volume vasca [kWh/mc]
170.840	950	2.375	180	72

Tab.4.13 – Indicatore di consumo annuale per il pompaggio acque nelle vasche

4.10 Ventilazione

Il sistema di ventilazione è attivo continuamente h24; questo per prevenire la formazione di muffe e che la struttura marcisca. Pertanto, a parte i quattro mesi circa in cui l'impianto è scoperto, si considerano circa 250 giorni di funzionamento. L'impianto UTA esterno lavora sempre a regime con una mandata di

13,8 mc/s ed un ritorno di 11,1 mc/s. La potenza elettrica impegnata per movimentare l'aria è in totale di 48,5 kW.

Nella Tab.4.14 si dichiara l'indicatore di consumo per la ventilazione della piscina; tale dato è riferito ai dati di superficie e di volume dell'intera struttura.

Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore E/superf [kWh/mq]	Indicatore E/volume [kWh/mc]
291.000	1.100	9.000	265	32.3

Tab.4.14 – Indicatore di consumo annuale per la ventilazione delle piscine

4.11 Riscaldamento degli spogliatoi

Il riscaldamento degli spogliatoi della piscina 50m viene fornito mediante la centrale termica e contabilizzato con un conta calorie dedicato.

Sono pertanto disponibili, ad oggi, i dati di tutto il 2012 sul consumo del riscaldamento del volume degli spogliatoi di seguito riportato.

Superficie [mq]	Volume [mc]	Energia termica [kWh]	Indicat. E.T./superf. [kWh/mq]	Indicat. E.T./volume [kWh/mc]
300	900	275.730	919	306

Tab.4.15 – Indicatore di consumo netto (da contabilizzatore) di energia termica per il riscaldamento dello spogliatoio piscina 50

4.12 Acqua calda sanitaria per le docce

Il consumo di acqua calda è molto variabile con l'affluenza ed obbliga ad una indagine approfondita del singolo impianto. Ad oggi non esistono contabilizzatori per ogni singola particolare utenza, specialmente per quelle piccole come gli spogliatoi.

In ogni caso, dalle precedenti registrazioni dei contatori di gas che alimentavano le singole caldaie di spogliatoio è possibile ricavare il dato seguente per la ACS.

GAS [mc]	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicat. mcGAS/mq	Indicat. mcGAS/mc	Indicat. E.T./superf. [kWh/mq]	Indicat. E.T./volume [kWh/mc]
16.908	886	3.212	19	5	211	58

Tab.4.16 – Indicatore di consumo lordo relativo al gas consumato per l'ACS, anno 2011

4.13 Illuminazione interna degli spogliatoi

L'illuminazione degli spogliatoi è da considerarsi trascurabile rispetto ai carichi elettrici dell'intero impianto.

Tale dato di consumo può anche essere incluso in quello generale dei servizi vari ed uffici che, come noto, esulano dal consumo dedicato al sistema natatorio.

In ogni caso, in funzione degli orari di apertura della struttura è possibile ricavare il consumo generale delle lampade. Di fatto gli spogliatoi della piscina 50m sono dotati di lampade a scarica lineari per una potenza totale installata di 10 W/mq; va considerata una accensione di 6 ore al giorno per circa 300 giorni. Di seguito vengono riportati gli indicatori relativi.

	Energia Assorbita [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	Indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
Spogliatoi Piscina 50	3.456	300	900	11,5	3,8

Tab.4.17 – Indicatore di consumo per l'illuminazione spogliatoio piscina 50

4.14 Forza motrice degli spogliatoi

La forza motrice dedicata agli spogliatoi è principalmente utilizzata dagli asciugatori ad aria calda. Gli altri utilizzatori risultano trascurabili. Dagli orari di apertura al pubblico e dalle misure a campione effettuate sul campo, si ritiene che i consumi di seguito riportati siano sufficientemente affidabili.

	Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	Indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
Spogliatoi Piscina 50	7.488	300	900	25,0	8,3

Tab.4.18 – Indicatore di consumo per la FM dello spogliatoio piscina 50

4.15 Ventilazione degli spogliatoi

Anche per la ventilazione non è disponibile un contatore. Si procede alla valutazione dell'energia assorbita mediante sopralluogo e verifica della potenza impegnata e dei tempi di accensione.

La durata di accensione dell'impianto di ventilazione è di circa 24 ore per giorno, considerati 300 giorni di funzionamento a pieno ritmo si giunge ad un totale di circa 7200 ore per anno. L'UTA della piscina 50 ha una potenza di 3 kW. Si misura effettivamente una potenza assorbita tale da indicare l'energia assorbita e gli indicatori di seguito riportati.

Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	Indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
21.600	300	900	72	24

Tab.4.19 – Indicatore di consumo per la ventilazione dello spogliatoio della piscina 50

4.16 Consumi e indicatori della piscina 50 del centro Giulio Onesti

Una volta rilevati e confermati tutti i consumi della piscina da 50 metri si procede alla somma di tutti i dati per comprendere quali siano i consumi globali legati al singolo impianto.

Vengono conteggiati i carichi elettrici e quelli termici, inclusi quelli relativi all'utilizzo dei motori da pompaggio e da ventilazione.

Vengono utilizzati, per il calcolo in oggetto, i dati di consumo all'utilizzatore. In questo caso, in funzione degli interventi di risparmio effettuati, i dati calcolati tengono conto esclusivamente dell'utilizzo dei teli e dell'impiego della vasca di compenso. In questa sede non si valuta un indicatore che tiene conto del recupero di calore dal condizionamento.

Nella Tab.4.20 sono riportati tutti i consumi netti della piscina 50, dati rilevati da contabilizzatori o da misure che non tengono conto dei rendimenti di conversione.

	Centrale termica (vasca, UTA, spogliatoi)	Illuminazione	Ricircolo	Ventilazione	ACS	Illuminazione e spogliatoi	FM spogliatoi	Ventilazione spogliatoi	TOT
Energia Elettrica [kWh]	290.244	28.800	170.840	291.000		3.456	7.488	21.600	813.428
Energia Termica [kWh]	2.593.938				63.300				2.657.238

Tab.4.20 – Consumi globali netti della piscina 50m del centro Giulio Onesti

Di conseguenza è importante calcolare i relativi indicatori di consumo; questi vengono ricavati anche in funzione dell'eventuale quantità di gas consumato per permettere il confronto con gli altri impianti.

Nella Tab.4.21 sono riportati gli indicatori di consumo della piscina 50 in funzione delle superfici di vasca e del volume di acqua contenuto.

Energia / Fonte	Quantità	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia / Superficie vasca (mq)	Indicatore Energia / Volume vasca [mc]
Energia Elettrica [kWh]	813.428	950	2.375	856	342
Energia termica netta [kWh]	2.657.238	950	2.375	2.797	1.119
GAS consumato [mc]	326.122	950	2.375	343	137

Tab.4.21 – Indicatori di consumo della piscina 50m del centro Giulio Onesti, relativi ai consumi misurati dai contabilizzatori della centrale termica

Per fornire una chiara idea di quanto si può risparmiare con dei corretti interventi di risparmio energetico, è stato fatto il calcolo degli indicatori di consumo togliendo tutti i benefici derivanti da: utilizzo di teli antievaporazione, utilizzo della vasca di compenso e recupero del calore da condizionamento. Gli indicatori calcolati nella condizione base di mancata ottimizzazione sono riportati in Tab.4.22.

Energia / Fonte	Quantità	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia / Superficie vasca (mq)	Indicatore Energia / Volume vasca [mc]
Energia Elettrica [kWh]	813.428	950	2.375	856	342
Energia termica netta [kWh]	3.409.430	950	2.375	3.589	1.436
GAS consumato [mc]	418.438	950	2.375	440	176

Tab.4.22 – Indicatori di consumo della piscina 50m del centro Giulio Onesti, senza alcun intervento di risparmio energetico, ottenuta togliendo: recupero calore, teli antievaporazione, vasca di compenso

Allo stato attuale non si può non tenere conto degli interventi di risparmio energetico, se si volesse dare una dato realistico del comportamento della piscina bisognerebbe anche sottolineare come il calore recuperato dal condizionamento estivo viene integralmente speso per riscaldare la vasca.

Se si andasse a sottrarre, dal totale energia spesa, la quantità annuale ricavata dai desurriscaldatori (pari a 460.232 kWh) si otterrebbe la valutazione dell'indicatore mostrata in Tab.4.23.

Energia / Fonte	Quantità	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia / Superficie vasca (mq)	Indicatore Energia / Volume vasca [mc]
Energia Elettrica [kWh]	813.428	950	2.375	856	342
Energia termica netta [kWh]	2.197.006	950	2.375	2.313	925
GAS consumato [mc]	269.637	950	2.375	284	114

Tab.4.23 – Indicatori di consumo della piscina 50m del centro Giulio Onesti, considerati tutti gli interventi di risparmio effettuati, incluso il recupero di calore dal condizionamento estivo

Dal confronto della tabelle degli indicatori si evince come, in seguito agli interventi di ottimizzazione degli impianti, il risparmio energetico per riscaldamento si attesti attorno al 35%. Il consumo di elettricità è rimasto pressappoco invariato in quanto le motorizzazioni delle UTA e delle pompe non sono al momento modulabili.

4.17 Gruppo piscine 25 e tuffi, consumi e indicatori

Per il manufatto edile che contiene la piscina 25m e la piscina tuffi si ha purtroppo disponibilità di un contabilizzatore unico; pertanto non è possibile separare il calore fornito all'UTA per l'ambiente e quello fornito alla vasca per riscaldare l'acqua. Non è possibile ricavare, a causa della complessità e della suddivisione degli impianti, un dato di consumo elettrico. In ogni caso viene descritto il consumo di energia termica.

Si riportano in Tab.4.24 i consumi generali e gli indicatori, per la vasca e l'UTA sommate, delle due piscine 25m e tuffi: si fornisce una valore complessivo dell'energia di cui necessita l'intero sistema. Da considerare che il consumo mostrato include il risparmio ottenuto mediante l'utilizzo dei teli antievaporazione e della vasca di compenso. Questi valori non possono essere ricavati in quanto la parte di impianto in analisi non è dotata di misuratori su tutti i singoli servizi.

Energia assorbita da vasca + UTA [kWh]	Superficie [mq]	Volume acqua vasche 25 + tuffi [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
1.524.692	556	2.648	2742	575	332,5	69,8

Tab.4.24 – Indicatore di consumo per il riscaldamento dell’acqua di vasca e dell’aria ambiente (UTA) del gruppo piscine 25+tuffi del centro Onesti (fabbisogno netto da contabilizzatore, il dato del gas è ricavato per avere un paragone con altri impianti)

I dati delle due piscine vengono correttamente accorpate in quanto le condizioni di utilizzo, l’involucro edile che include le piscine, l’utilizzo dei teli antievaporazione, e la gestione, coincidono.

Per il gruppo piscine in oggetto è corretto fare la stessa considerazione fatta per la piscina 50. Anche in questo caso il consumo energetico dovrebbe essere diminuito della quantità di energia legata al calore recuperato dal condizionamento, come da Tab.4.25. I desurriscaldatori della centrale termofrigorifera hanno inviato, nell’ultimo anno, 171.001 kWh di calore al gruppo piscina 25 e tuffi.

Energia assorbita da vasca + UTA [kWh]	Superficie [mq]	Volume acqua vasche 25 + tuffi [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
1.353.691	556	2.648	2.435	511	295	62

Tab.4.25 – Indicatore di consumo per il riscaldamento dell’acqua di vasca e dell’aria ambiente (UTA) del gruppo piscine 25+tuffi del centro Onesti, ricavato da contabilizzatore escluso quanto fornito gratuitamente dai desurriscaldatori

Confrontando le due tabelle risulta evidente come, grazie al calore recuperato dal condizionamento, l’indicatore di consumo sia sceso di un 12% circa.

5 Piscina 25 del Foro Italico, Roma

5.1 La struttura

Il centro sportivo del Foro Italico comprende una quantità notevole di impianti, tra questi, una piscina da 25 metri all'aperto. L'impianto natatorio, tolte piccole pause per le chiusure festive, lavora praticamente per undici mesi all'anno.

La piscina presenta misure pari a 24.6 x 12.6 x 1.3 e, quindi, una superficie di 310 mq ed un volume di acqua pari a 403 mc.

La piscina è coperta in inverno con un pallone pressostatico e viene scoperta per quattro mesi estivi. Il volume d'aria contenuto nel pallone è di circa 12.000mc. Ovviamente, nei mesi estivi risultano nulli i consumi per riscaldamento e tenuta in pressione del pallone, ventilazione ed illuminazione.

E' un impianto di minore complessità e volume d'acqua dove, ad esempio, non vengono utilizzati i teli antievaporazione. E' dotato di piccoli spogliatoi da dieci docce.

Dal punto di vista energetico non vengono impiegati sistemi di produzione o conversione dell'energia particolarmente complessi: la centrale termica è a gas.

5.2 La contabilizzazione

Sono stati installati, circa dieci mesi addietro, i contabilizzatori di calore sulla centrale termica. Al momento non è disponibile un anno intero di misura ma, per i pochi mesi rimanenti, i valori mancanti sono stati interpolati con sufficiente affidabilità. In aggiunta un contatore di energia elettrica valuta i consumi dell'intero centro; i consumi particolari del singolo impianto sono stati scorporati in proporzione all'utilizzo ed ai carichi, misurati ai quadri elettrici dei diversi sottoimpianti.

I contabilizzatori misurano e separano i consumi energetici, misurati in kWh, della singola piscina 25m per quanto riguarda le seguenti utilizzazioni:

- riscaldamento acqua di vasca,
- riscaldamento e pressurizzazione pallone presso statico,
- riscaldamento ACS.

Nella Tab.5.1 vengono riportati i valori di energia misurati dai contabilizzatori per l'ultimo anno, al netto dei rendimenti di caldaia.

Utenza	Nov [kWh]	Dic [kWh]	Gen [kWh]	Feb [kWh]	Mar [kWh]	Apr [kWh]	Mag [kWh]	Giu [kWh]	Lug [kWh]	Ago [kWh]	Set [kWh]	Ott [kWh]	TOT [kWh]
Vasca	17.200	63.000	62.100	57.200	60.800	66.200	86.200	49.400	60.000	46.500	31.000	27.800	627.400
ACS	1.900	4.000	5.500	5.700	6.000	3.600	2.900	5.200	4.000	4.400	3.000	2.700	48.900
UTA Pallone	22.100	83.300	80.100	71.600	61.000	17.800	0	0	0	0	15.000	45.600	396.500
TOT	41.200	150.300	147.700	134.500	127.800	87.600	89.100	54.600	64.000	50.900	49.000	76.100	1.072.800
149.457 mc di gas consumati													
269.084 kWh elettrici consumati													
Rendimento di caldaia a gas pari a circa 0.74													

Tab.5.1 – Contabilizzazione del calore utilizzato dalla piscina 25 (al netto dei rendimenti di trasformazione) e dati di consumo complessivi

Nella Tab.5.2 vengono anche riportati i consumi approssimativi di energia elettrica. Questi sono essenzialmente legati ai principali carichi presenti:

- pompe di ricircolo e filtraggio,
- pompe della caldaia a gas,
- ventilazione,
- illuminazione,
- prese di corrente ed asciugacapelli.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Quantità	kWh	22.828	20.931	20.060	20.823	29.061	25.664	23.657	18.781	22.725	22.725	20.662	21.168	269.084

Tab.5.2 – Dettaglio dei consumi di energia elettrica per i servizi della piscina 25 m

5.3 La centrale termica

Il riscaldamento dell'acqua di vasca nonché dell'aria per il pallone pressostatico vengono effettuati mediante una tradizionale centrale termica a gas. La centrale include due caldaie, una da 750kW ed una da 860kW, per un totale di 1,6 MW. Di fatto, le caldaie alimentano anche un altro impianto con le stesse necessità, pertanto detta potenzialità andrebbe considerata dimezzata e pari a circa 800 kW.

In base ai dati raccolti a consuntivo, si valuta il rendimento globale della centrale termica pari a circa 0.74. Si nota inoltre come il rendimento cali vistosamente, non solo in questo caso, quando si parla di caldaie che presentano le seguenti condizioni al contorno:

- caldaia tradizionale con tecnologia comune,
- centrale termica di piccola potenza dedicata ad un solo piccolo impianto e non ad un centro sportivo di grandi proporzioni,
- mancanza di integrazione con altri sistemi di recupero ed utilizzo del calore,
- mancanza di possibilità di modulazione ed ottimizzazione del sistema.

5.4 Riscaldamento dell'acqua della vasca per rinnovo continuo e riempimento

Viene anche in questo caso sostituito circa un 8-10% del volume dell'acqua di vasca al giorno. Per valutare il calore necessario è sufficiente considerare la portata d'acqua di rinnovo e la differenza di temperature tra acquedotto e vasca (rispettivamente, 13°-28° C).

Superficie [mq]	Volume acqua vasca [mc]	Energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
310	403	627.400	2.024	1.557

Tab.5.3 – Indicatori di consumo netti (da contabilizzatore) per riscaldamento acqua di rinnovo piscina 25

Da notare come, rispetto ai dati delle altre piscine del centro Onesti, i numeri in gioco aumentino in maniera vistosa; si ricorda che l'impianto in questione soffre delle seguenti condizioni ambientali:

- copertura invernale con pallone pressostatico,
- assenza di teli antievaporazione,
- minore rendimento della centrale termica.

Pesa più o meno alla stessa maniera il consumo di energia per riempimento totale. Di fatto si tratta anche di una quota di energia abbastanza piccola rispetto al resto. Si riporta il consumo per il riscaldamento integrale dell'acqua di vasca in caso di rinnovo completo per svuotamento.

Superficie vasca [mq]	Volume acqua vasca [mc]	T [°C]	Energia assorbita per riscaldamento integrale acqua [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
310	403	15	7.012	22,6	17,4

Tab.5.4 – Indicatore di consumo netto per riscaldamento integrale dell'acqua di vasca

5.5 Riscaldamento dell'acqua di vasca per il reintegro da sfioro

Va anzitutto premesso che anche la piscina in oggetto è stata correttamente dotata di vasca di compenso. L'impianto ha una frequentazione di circa 5.000 persone per anno. Per i suddetti motivi si trascura la quantità di acqua di sfioro.

Il contatore d'acqua installato sulla tubazione del reintegro dichiara un consumo annuo di circa 8000 mc, con un impegno medio giornaliero di 23 mc.

Di fatto, considerata l'affluenza bassissima si parlerebbe di una quantità di sfioro per immersione di circa 2 mc al giorno che non è neanche paragonabile al ricambio giornaliero di 23 mc. Il consumo di calore per reintegro da sfioro è di poco influente sul consumo totale per il rinnovo continuo.

Di fatto si rileva che, per una buona progettazione/gestione dell'impianto, è necessario comprendere con sufficiente precisione quale è il limite di utilizzo della piscina; non in tutti i casi potrebbe essere conveniente realizzare una vasca di compenso. In alternativa, per evitare di buttare l'acqua di sfioro nello scarico, per gli impianti piccoli o con bassa affluenza, si possono utilizzare sistemi più economici come ampi canali di sfioro o gli skimmer.

Considerando sempre il danno minimo di sfioro dovuto alla presenza statica della persona, questo con 80 litri di sfioro procapite, si valuta approssimativamente la perdita di energia in caso di uscita diretta in fogna. La differenza di temperatura nella zona climatica di Roma (D), tra acquedotto e vasca, è di 15 gradi.

Nella Tab.5.5 si valuta l'energia minima risparmiata grazie all'utilizzo della vasca di compenso. Ovviamente, al valore calcolato per sfioro da volume immerso andrebbe aggiunta la quota parte legata allo sfioro da movimento.

Differenza temperature tra acquedotto e vasca °C	Calore specifico acqua kWh/mc°K	Quantità persone anno	Volume acqua riscaldata di sfioro [mc]	Energia per riscaldamento o acqua di reintegro dello sfioro [kWh]	GAS risparmiato (con rend.caldia a 0.74 e 9.7 kWh per mc di gas) [mc]	Superficie vasca [mq]	Volum e acqua vasca [mc]	Indicatore E.T./superf [kWh/mq]	Indicatore E.T./volum e vasca [kWh/mc]
15	1,16	5.000	400	6.960	970	310	403	22,5	17,1

Tab.5.5 – Risparmio minimo di energia ed indicatori di risparmio per l'impiego della vasca di compenso nella piscina 25m del Foro Italico

E' da evidenziare come il risparmio minimo ottenuto sul consumo di gas è pari a meno di 1.000 euro per anno. Vale a dire che, in questo caso, con la attuale affluenza, si potrebbe anche omettere la vasca di compenso; anche se va detto che l'affluenza potrebbe cambiare in maniera sostanziale in futuro e ciò non è ovviamente noto.

5.6 Riscaldamento degli ambienti

Nella Tab.5.6 è riportato l'indicatore di consumo legato al riscaldamento dell'ambiente coperto che include la piscina da 25 metri. Tale dato è ricavato da un contabilizzatore che è stato montato sulla condotta che alimenta la UTA della piscina 25.

Per una completa comprensione dei dati espressi, si deve tenere conto che nei quattro mesi estivi la piscina viene scoperta e non c'è più necessità del riscaldamento.

Superficie [mq]	Volume coperto [mc]	Energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
510	12.000	396.500	777,5	33

Tab.5.6 – Indicatore di consumo netto (da contabilizzatore) per il riscaldamento del pallone piscina 25

5.7 Illuminazione del locale piscina

L'illuminazione del locale piscina, chiuso dal pallone nei mesi invernali è realizzato mediante proiettori da 1000W per una potenza totale impegnata di circa 6 kW.

Mediamente l'impianto luci viene acceso per una media di 5 ore al giorno per 300 giorni l'anno. Sono riportati gli indicatori di consumo per l'illuminazione della piscina da 25 metri.

Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume edificio [mc]	Indicatore E/superf [kWh/mq]	Indicatore E/volume edificio [kWh/mc]
9.000	510	12.000	17,6	0,75

Tab.5.7 – Indicatore di consumo annuale per l'illuminazione della piscina da 25 metri

5.8 Ricircolo e filtraggio

Il ricircolo dell'acqua di vasca, che include anche il filtraggio, è generato da una pompa da 7,5 kW di potenza. Il sistema è sempre attivo h24 per motivi di ricambio, di igiene e di depositi.

Complessivamente, per l'intero anno si valuta un consumo di 65.700 kWh per movimentare l'acqua di ricircolo dell'impianto.

Nella Tab.5.8 sono quindi riportati gli indicatori di consumo del pompaggio della piscina 25m.

Energia [kWh]	Superficie vasca [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore EE/superficie vasca [kWh/mq]	Indicatore EE/volume vasca [kWh/mc]
65.700	310	403	212	163

Tab.5.8 – Indicatore di consumo annuale per il pompaggio acque nella vasca 25

5.9 Ventilazione

Il sistema di ventilazione è attivo continuamente h24, anche per il sostentamento del pallone; la ventilazione è sempre attiva anche al fine di prevenire la formazione di muffe e tenere in buono stato di conservazione la struttura edile. Pertanto, a parte i quattro mesi circa in cui l'impianto è scoperto, si contano circa 250 giorni di attività. Il volume del pallone è di 12.222 mc.

L'UTA ha una motorizzazione che assorbe, a pieno regime, circa 4 kW, questo per i 250 giorni di utilizzo della piscina coperta.

Nella Tab.5.9 si conferma l'indicatore di consumo valutato per la ventilazione della piscina; tale dato è riferito ai dati di superficie e di volume dell'area coperta dal pallone.

Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore E/superf [kWh/mq]	Indicatore E/volume [kWh/mc]
24.000	510	12.000	47	2

Tab.5.9 – Indicatore di consumo annuale per la ventilazione delle piscina 25

5.10 Riscaldamento degli spogliatoi

Gli spogliatoi, in questo caso, risultano di circa 50 metri quadri e denotano necessità energetiche ridottissime rispetto al generale consumo dell'impianto.

Vengono pertanto trascurati.

5.11 Acqua calda sanitaria per le docce

Il consumo di acqua calda sanitaria è valutabile mediante i contatori ed il contabilizzatore di calorie installato nella centrale termica della piscina 25m. Il consumo di energia per il riscaldamento della sola ACS è di 48.900 kWh netti.

Energia [kWh]	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicat. E.T./superf. [kWh/mq]	Indicat. E.T./volume [kWh/mc]
48.900	50	140	978	349,3

Tab.5.10 – Indicatore di consumo netto per l'energia dedicata alla ACS degli spogliatoi

5.12 Illuminazione interna degli spogliatoi

In questo caso, pochi tubi fluorescenti per illuminazione dei 50 ma di spogliatoio possono essere trascurati rispetto al consumo elettrico generale.

5.13 Forza motrice degli spogliatoi

La forza motrice degli spogliatoi è principalmente dedicata agli asciugatori ad aria calda. L'utilizzo medio comprende l'uso di 4 asciugatori da 2kW ciascuno. Le potenze impiegate dagli altri generici e utilizzatori risultano trascurabili. In funzione della affluenza e delle misure effettuate si ritiene corretto fornire una tabella di consumo come la Tab.5.11.

	Energia [kWh]	Superficie [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	Indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
	3.000	50	140	60	21,4

Tab.5.11 – Indicatore di consumo per la FM dello spogliatoio piscina 25

5.14 Ventilazione

Per la ventilazione non sono disponibili dati in quanto, come accade su impianti piccoli, questa viene effettuata mediante l'apertura delle finestre o l'utilizzo di estrattori d'aria dalla risibile potenza. La ventilazione degli spogliatoi, viene pertanto trascurata.

5.15 Indicatori di consumo

Per chiarire infine il consumo dell'impianto all'aperto del Foro Italico si riporta la Tab.5.12 con gli indicatori generali di consumo.

Energia / Fonte	Quantità	Superf. [mq]	Volume [mc]	Indicatore Energia / Superficie vasca (mq)	Indicatore Energia / Volume vasca [mc]
Energia Elettrica [kWh]	269.084	310	403	868	668
Energia termica netta [kWh]	1.072.800	310	403	3.461	2.662
GAS consumato [mc]	149.457	310	403	482	371

Tab.5.12 – Indicatori generali di consumo della piscina 25 scoperta del Foro Italoico

Dai dati appena presentati si nota con evidenza l'elevato consumo. Ciò è certamente riconducibile al fatto che la piscina è all'aperto, chiusa in inverno con pallone pressostatico, e che, per il momento, non vengono ancora impiegati i teli antievaporazione. Purtroppo la piscina in oggetto è integrata in un circolo molto più grande suddiviso in numerosi impianti sportivi; le diverse gestioni ed amministrazioni non permettono facilmente di ottimizzare il centro sportivo a livello globale come si dovrebbe.

6 Piscine della zona climatica E

Per avere una migliore comprensione di quanto accade in un impianto, a livello nazionale, oltre alle piscine di competenza del CONI Servizi nella zona D di Roma, sono state indagate anche alcune piscine della zona climatica più fredda (E).

La maggior parte delle piscine analizzate risultano essere private o statali a gestione privata; il responsabile della gestione degli impianti ha, nella quasi totalità dei casi, fatto espressa richiesta di segretezza di tutti i dati comunicati. Tale richiesta viene, nel rispetto della legge, rispettata pieno presentando solamente i dati e le caratteristiche degli impianti analizzati ma non i nomi ed i siti.

6.1 Piscina EA

Si tratta di una piscina coperta del nord Italia, questa è dotata di una vasca 12x25 e gestisce una affluenza di circa 110.000 utenti per anno.

L'impianto è dotato di vasca di compenso e si nota una sufficiente attenzione al risparmio energetico da parte dell'amministrazione.

In questo impianto non vengono utilizzati teli antievaporazione.

Il riscaldamento degli ambienti e la ventilazione sono sempre attivi, in funzione dell'utilizzo e del mantenimento delle migliori condizioni termoigrometriche per le persone e per la struttura.

Nelle Tab.6.1 e Tab.6.2 vengono mostrati i consumi e gli indicatori elettrici e di gas per un intero anno di esercizio dell'impianto. Non sono disponibili contabilizzatori sui singoli utilizzatori.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Elettr.	kWh	21.917	19.879	24.721	23.709	24.629	21.521	13.777	2.466	16.272	21.501	24.036	22.769	237.197
GAS	mc	23.892	21.587	19.925	12.511	4.434	2.527	2.760	2.055	3.471	10.849	16.282	16.580	136.873

Tab.6.1 – Consumi annuali della piscina EA della zona climatica E

Energia elettrica [kWh]	GAS[mc]	Superficie [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E.el./superf.vasca [kWh/mq]	Indicatore E.el./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf.vasca [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
237.197	136.873	300	690	791	344	456	198

Tab.6.2 – Indicatori di consumo annuali della piscina EA della zona climatica E

Non appare evidente nessuna osservazione particolare, i consumi di gas sono leggermente maggiori della norma e ciò potrebbe essere legato alla temperatura esterna mediamente minore rispetto a quella della zona D.

Per quanto riguarda il consumo di energia elettrica sembra rientrare nella media; la variazione legata al cambio di zona climatica non sembra pesare particolarmente.

6.2 Piscina EE

Si tratta di un impianto natatorio, anche questo con piccola palestra annessa ed alcuni spazi servizi del tutto trascurabili come carico energetico, della zona climatica E, con una vasca 12x25. La costruzione che racchiude l'impianto è in cemento armato e presenta una sufficiente coibentazione.

Il relativo circolo sportivo dichiara una media di 105.000 utenti per anno.

Va considerato che la piscina non è provvista della vasca di compenso e la quantità di acqua in eccesso sfiora direttamente in fogna.

In questo caso non vengono presi particolari accorgimenti dal punto di vista della ottimizzazione e del risparmio; infatti non vengono impiegati i teli antievaporazione.

La ventilazione è sempre attiva ed il riscaldamento, insieme, garantiscono una corretta gestione delle temperature e dell'umidità.

Nelle Tab.6.3 e Tab.6.4 vengono riportati i dati generali di consumo e gli indicatori per l'impianto in oggetto.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Elettr.	kWh	21.891	21.639	23.710	25.802	27.563	22.160	21.728	3.657	22.792	28.521	24.743	22.923	267.129
GAS	mc	22.622	25.377	24.087	16.842	9.746	2.641	2.005	1.500	31.400	45.300	54.700	55.856	258.576

Tab.6.3 – Consumi annuali della piscina EE della zona climatica E

Si nota come il consumo, sia di gas sia elettrico, sia molto maggiore della precedente; ciò, con buona approssimazione, dipende dalla mancanza della vasca di compenso che può dare grosse perdite con acqua di reintegro molto fredda e grandi affluenze.

Energia elettrica [kWh]	GAS[mc]	Superficie [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E.el./superf.vasca [kWh/mq]	Indicatore E.el./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf.vasca [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
267.129	258.576	300	625	890	427	862	414

Tab.6.4 – Indicatori di consumo annuali della piscina EE della zona climatica E

6.3 Piscina EM

Tale impianto, contenuto in un involucro edile di cemento armato, sufficientemente coibentato, contiene una vasca 12x25.

Come affluenza, vengono ospitati circa 112.000 nuotatori all'anno.

In questo caso la piscina è dotata di vasca di compenso ma non vengono impiegati i teli antievaporazione. La ventilazione è sempre attiva, insieme al riscaldamento da caldaia a gas, per il mantenimento delle migliori condizioni di umidità e temperatura.

In tabella i risultati dei consumi e degli indicatori generali annuali.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Elettr.	kWh	51.838	46.822	51.790	50.170	38.082	33.456	18.317	3.474	23.086	35.589	29.973	31.491	414.088
GAS	mc	13.776	31.674	22.399	16.477	15.028	8.985	3.629	2.054	9.300	15.991	18.900	13.776	200.214

Tab.6.5 – Consumi annuali della piscina EM della zona climatica E

Si evidenziano elevatissimi consumi, sia di elettricità sia di gas. Nella Tab.6.6 vengono riportati gli indicatori di consumo per meglio chiarire quanto verificato.

Energia elettrica [kWh]	GAS[mc]	Superficie [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E.el./superf.vasca [kWh/mq]	Indicatore E.el./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf.vasca [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
414.088	200.214	300	640	1.380	647	667	313

Tab.6.6 – Indicatori di consumo annuali della piscina EM della zona climatica E

Per quanto riguarda il gas, data la temperatura corretta sempre mantenuta all'interno, si suppone che l'eccessivo consumo sia legato alla zona climatica fredda e ad un rendimento di caldaia sotto la media.

Per quanto riguarda il consumo di energia elettrica c'è da fare una importante considerazione. Il piano vasca della piscina in oggetto risulta illuminato con proiettori a scarica in quantità tale da fornire un illuminamento abbondante, forse eccessivo.

Va considerato che gli ambienti visionati sono stati valutati tra i 200 ed i 500 lux di illuminamento medio; in alcuni casi anche più basso. Anche se va considerato che il valore di 500 sarebbe quello più corretto per un ambiente dedicato allo sport vengono spesso riscontrati i valori più disparati; talvolta buona parte delle luci vengono volutamente tenute spente negli allenamenti normali proprio per motivi di risparmio.

Fatte le debite considerazioni, va quindi sottolineato che una piscina media può essere illuminata con una potenza impegnata che varia dai 5 ai 50 kW. Ciò significa avere una spesa per illuminazione che può variare nel range da 1.000 a 20.000 € per anno.

Per quanto detto si sottolinea come è praticamente impossibile confrontare gli indicatori di consumo degli ambienti anche dal punto di vista dell'illuminazione.

7 Piscine della zona climatica C

Al fine di comprendere al meglio come si comportano gli impianti ed i manufatti anche nelle zone più calde, oltre alle piscine di competenza del CONI Servizi, sono state indagate anche alcune piscine nelle zone climatiche più calde (C).

7.1 Piscina CA

La piscina in oggetto, situata a SUD nella zona climatica C, contiene una vasca 12,5x25 e tratta circa 40.000 utenti per anno.

L'involucro murario ed il tetto sono in materiale prefabbricato coibentato e le trasmittanze non sono note, come nella maggior parte dei casi. I relativi dati di consumo sono riportati in Tab.7.1.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Elettr.	kWh	7.690	7.372	7.203	6.647	6.096	5.261	4.944	4.361	5.502	6.119	6.668	6.302	74.165
GAS	mc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51.958

Tab.7.1 – Consumi annuali della piscina CA della zona climatica C

L’impianto è dotato della vasca di compenso e vengono impiegati i teli antievaporazione al fine di ridurre ulteriormente il calore disperso.

Non viene impiegato alcun sistema di riscaldamento dell’aria del locale vasca e non vi è installata nessuna UTA. Non è presente neanche un impianto di ventilazione ed il ricambio d’aria è lasciato alla normale circolazione.

Come si nota dai dati di assorbimento si ha un consumo di gas relativamente basso se si considera che, non essendoci il riscaldamento dell’ambiente, il calore della vasca riscalda anche l’aria sovrastante.

In compenso si nota un consumo elettrico bassissimo; ciò è legato al fatto che non vi è alcuna ventilazione o trattamento dell’aria. Da valutare anche se viene disattivato l’impianto di filtraggio durante la notte; fatto sospettabile a giudicare dal basso livello di consumo elettrico.

L’impianto viene di fatto esercito con quantità di condensa eccessive in tutte le zone; questo dimostrando un futuro rischio per il mantenimento della struttura ed una umidità relativa di certo non confortevole per i nuotatori e per gli eventuali spettatori.

Energia elettrica [kWh]	GAS[mc]	Superficie [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E.el./superf.vasca [kWh/mq]	Indicatore E.el./volume vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/superf.vasca [mc/mq]	Indicatore GAS/volume vasca [mc/mc]
74.165	51.958	312	469	238	158	167	111

Tab.7.2 – Indicatori di consumo della piscina CA (zona C)

7.2 Piscina CB

La piscina in oggetto, situata in zona climatica C, contiene tre vasche per un totale di 1200 mq di superficie e di 2450 mc di volume di vasca. Una delle tre è una vasca da 50m che viene utilizzata con altissima frequenza per vari tipi di sport; di fatto si parla di un impianto abbastanza importante che conta circa 250.000 utenti per anno. La costruzione è in prefabbricato sufficientemente coibentato ed è ben posizionata vicino al mare in un clima mite.

L’impianto, oltre alle tradizionali caldaie a gas è dotato di un sistema solare termico realizzato con tubi sotto vuoto. La superficie di pannello impiegata è pari a circa 120 mq.

Il sistema solare riesce a fornire, a seconda della radiazione solare, una energia termica che si aggira attorno ai 120.000 kWh per anno.

In questo caso non vengono utilizzate le vasche di compenso e non sono impiegati i teli antievasporazione.

La tipologia di impianto è di tipo tradizionale con la centrale termica a gas per la produzione di calore ed una fornitura di energia elettrica, in bassa tensione, per l'alimentazione di macchine e servizi.

Nella Tab.7.3 vengono indicati i consumi di energia, al netto di quanto prodotto in aggiunta dal sistema solare termico. Nella Tab.7.4 i relativi indicatori di consumo.

	Uni/Mis	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
Elettr.	kWh	27.954	27.977	25.200	23.548	23.548	23.778	21.775	8.894	20.405	22.084	25.646	25.992	276.801
GAS	mc	16.081	17.873	11.577	10.260	9.941	2.267	615	121	1.795	4.987	3.645	11.608	90.770

Tab.7.3 – Consumi annuali della piscina CB della zona climatica C

Energia elettrica [kWh]	GAS [mc]	Superfici e [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore E.el./superf. vasca [kWh/mq]	Indicatore E.el./volum e vasca [kWh/mc]	Indicatore E.T./volum e vasca [kWh/mc]	Indicatore E.T./volum e vasca [kWh/mc]	Indicatore GAS/supe rf.vasca [mc/mq]	Indicatore GAS/volum e vasca [mc/mc]
276.801	90.770	1.200	2.450	231	113	983	479	76	37

Tab.7.4 – Indicatori di consumo della piscina CB (zona C, vicina al mare)

Gli indicatori della Tab.7.4, per la precisione, andrebbero diminuiti di un 10% di energia termica se si considerasse l'utilizzo dell'energia gratuita del sistema solare.

I dati relativi all'impianto appena descritto confermano che non risulta effettivamente facile calcolare indicatori affidabili sul tema in oggetto; questo a causa della elevata variabilità delle condizioni al contorno e della quantità di variabili in gioco. Si potrebbe ipotizzare un consumo molto basso di energia per il posizionamento vicino al mare o per il piccolo ausilio fornito dal sistema solare termico ma, il fatto che le quantità siano così contenute, lascia pensare che influiscano numerosi altri fattori, anche sulla gestione, che andrebbero meglio approfonditi.

8 Conclusioni

Il presente lavoro di ricerca nasce dallo studio dell'anno precedente (2012), il quale aveva come tema l'analisi dei consumi del centro sportivo Giulio Onesti del CONI sito in Roma. Nel precedente lavoro i contabilizzatori erano appena stati installati e non era disponibile un anno di misure. In ogni caso, dalle misure fatte a campione, si era già avuta certezza del peso energetico delle piscine sul totale dell'intero impianto.

Il presente lavoro ha come scopo finale quello di comprendere a pieno il comportamento particolare degli impianti natatori ed i migliori interventi di risparmio energetico attuabili.

Ad oggi sono disponibili, presso il CONI Servizi, tutte le misure dell'anno 2012 sia per l'impianto del centro Onesti sia per l'impianto del Foro Italo.

Come si rileva dai dati prelevati a consuntivo, gli impianti natatori assorbono più della metà dell'energia necessaria al sostentamento dell'intero centro sportivo Onesti. Solo la climatizzazione di alcuni grandi volumi edificati o di grandi palestre risulta quasi comparabile.

In questa sede, si rileva anche che il principale fabbisogno di energia delle piscine è legato alle necessità di riscaldamento dell'acqua della vasca, alla circolazione e filtraggio dell'acqua, alla movimentazione ed al riscaldamento dell'aria per la climatizzazione dei locali; in seconda battuta pesano, di meno, anche l'acqua calda sanitaria, l'illuminazione, gli asciugacapelli e qualche piccolo servizio legato al circolo sportivo.

Al fine di confrontare i risultati ottenuti anche a impianti di differenti zone climatiche è stata fatta una indagine anche su impianti esterni ed a gestione privata distribuiti in diverse zone d'Italia.

La risposta dei gestori privati, contattati dando totale e gratuita disponibilità a studiare la situazione dell'impianto, è stata incredibilmente bassa ed ha sottolineato il disinteresse e la scarsa preparazione tecnica della maggior parte degli addetti.

E' stata fatta una approfondita indagine sugli impianti installati nelle sede CONI, sulle metodologie di manutenzione, sulle strategie di gestione e sugli interventi di risparmio energetico messi in opera. Per ogni intervento analizzato sono stati presentati i dati di consumo, di rendimento e di risparmio ottenuto.

Gli interventi progettati e seguiti dal CONI Servizi, nei centri sportivi di competenza, denotano tutti risvolti positivi e pertanto vengono di seguito descritti.

Si dimostra, in questa sede, come le scelte di ottimizzazione correttamente progettate con capacità tecniche ed economiche portano effettivamente risparmi che le ripagano in pochi anni.

Si dimostra anche che investire denaro e risorse umane nell'ottimizzazione di un sistema energivoro porta benefici per il mantenimento dell'impianto nel tempo, per l'efficienza del servizio, per il risparmio energetico, per la diminuzione dei costi e per la soddisfazione dei tecnici impiegati.

Si dimostra inoltre che un ufficio tecnico è necessario in un impianto natatorio e che dovrebbe essere d'obbligo in qualsiasi impianto complesso; il costo del personale addetto sarebbe di certo ripagato dal risparmio energetico e dal miglioramento del servizio.

9 Risultati della ricerca

9.1 Indicatori di consumo

Gli indicatori di consumo sono stati calcolati in funzione della superficie delle piscine ed in funzione del volume delle vasche, questo perché la maggior parte dell'energia utilizzata è destinata a riscaldare e filtrare l'acqua. I valori sono stati ricavati per ogni singola struttura e, ove possibile, per ogni singolo utilizzatore. Per dare una idea generale di quanto ricavato, si riportano gli indicatori generali di consumo in Tab.8.1.

Non è possibile trovare una regola che leghi gli indicatori ad una logica o ad una regola matematica. Le prove sono state fatte relazionando i consumi generali alla superficie dell'acqua, al volume dell'acqua, al volume della struttura, al numero di persone e ad altre variabili; appare ovvio che le menzionate variabili di riferimento sono influenzate da effetti fisici e da comportamenti di gestione non prevedibili e non correlati tra loro. L'unica variazione regolare, e banalmente spiegabile, è la leggera diminuzione degli indicatori di energia termica che si rileva spostandosi verso zone climatiche più calde.

Nelle ricerche degli anni passati si è dimostrato come gli indicatori di consumo possono essere stabili, ed anche fornire una affidabile previsione di consumo, solo in ambienti dove i carichi sono legati a frequenziazioni costanti, rispondenti a statistiche stabili, ed a frequentatori che mediamente si comportano e consumano similmente; ad esempio, questo vale per gli uffici e le abitazioni mentre per i supermercati già si risente fortemente delle scelte di gestione.

Altro fattore che pesa non poco sulla valutazione degli indicatori è che, tolti i tecnici del CONI Servizi, la gran parte dei gestori privati non ha strumenti di rilevazione, non è in grado di fare misure e tantomeno di assicurare la correttezza del dato rilevato. Infatti, alcuni impianti non sono stati valutati in quanto i dati comunicati risultavano scorrelati tra loro ed eccessivamente al di fuori dalla media. Per gli impianti più vicini è stato possibile superare tale problema procedendo mediante accurato sopralluogo.

Nel caso delle piscine non può essere fatta una standardizzazione degli indicatori: di fatto questi non possono essere sfruttati per le previsioni di consumo.

Gli indicatori non sono stabili e non sono prevedibili per le seguenti motivazioni:

- le condizioni al contorno, strutturali, impiantistiche, di utilizzo e climatiche cambiano in continuazione o sono particolarmente diverse da impianto ad impianto (anche all'interno della stessa zona climatica),
- le norme igieniche, di benessere e sportive vengono spesso disattese o, talvolta, anche esagerate in senso migliorativo incidendo pesantemente sui consumi,
- la gestione tecnica e quella economica di un impianto cambiano da sito a sito e, spesso, accade anche che non collaborano tra di loro operando in maniera del tutto scollegata,
- nella maggior parte dei siti valutati, escluso il caso particolare del CONI Servizi, una valida gestione tecnica ed energetica non viene sostenuta lasciando funzionare l'impianto esclusivamente con l'eventuale manutenzione a guasto.

PISCINE CONI ZONA C (Roma)		Unità di misura	TOT	Superf. vasca [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore / mq vasca	Indicatore / mc vasca
Foro Italico Scoperta 25m	Elettr.	kWh	269.084	310	403	868	668
<i>pallone, no teli, vasca comp.</i>	Gas	mc	149.457	310	403	482	371
Giulio Onesti Tuffi+25m	Elettr.	kWh	-	556	2.648	-	-
<i>coperta, teli, vasca comp.</i>	Gas	mc	164.020	556	2.648	295	62
Giulio Onesti 50m	Elettr.	kWh	890.934	950	2.375	938	375
<i>parz. coperta, teli, vasca comp., recupero CDZ</i>	Gas	mc	269.637	950	2.375	284	114

PISCINE ZONA E		Unità di misura	TOT	Superf. vasca [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore / mq vasca	Indicatore / mc vasca
EA	Elettr.	kWh	237.197	300	690	791	344
<i>coperta, no teli, vasca comp.</i>	Gas	mc	136.083	300	690	454	197
EE	Elettr.	kWh	267.129	320	625	835	427
<i>coperta, no teli, no vasca comp.</i>	Gas	mc	258.576	320	625	808	414
EM	Elettr.	kWh	414.088	345	640	1.200	647
<i>coperta, no teli, vasca comp.</i>	Gas	mc	200.214	345	640	580	313

PISCINE ZONA C		Unità di misura	TOT	Superf. vasca [mq]	Volume vasca [mc]	Indicatore / mq vasca	Indicatore / mc vasca
CA	Elettr.	kWh	74.165	312	470	238	158
<i>coperta, teli, vasca comp., no UTA, no ventilazione</i>	Gas	mc	51.958	312	470	167	111
CB	Elettr.	kWh	276.801	1.200	2.450	231	113
<i>coperta, no teli, no vasca comp., solare termico</i>	Gas	mc	81.511	1.200	2.450	68	33

Tab.8.1 – Tabella riassuntiva degli indicatori di consumo delle piscine analizzate

Gli indicatori di consumo, per quanto esposto, vengono indicati esclusivamente come valutazione del consumo di un impianto e, come appare logico, non necessariamente della validità del sistema/impianto e della relativa gestione.

9.2 *Interventi di risparmio energetico*

Nell'ambito del presente lavoro si è indagato sugli interventi di ottimizzazione realizzati e su quelli futuri o fattibili in generale, di seguito brevemente riassunti in due sezioni distinte.

Una prima parte comprende gli interventi realizzati dal CONI Servizi che sono descritti e supportati dai relativi dati in questo lavoro. La seconda parte riguarda gli interventi possibili e comunque consigliabili definiti a seguito dell'esperienza e delle collaborazioni fatte nell'ambito del lavoro qui presentato.

Gli interventi di risparmio energetico, valutati positivamente nell'ambito del presente lavoro di ricerca sugli impianti CONI, grazie alle attività ed alla collaborazione del CONI Servizi, sono i seguenti:

- installazione dei contabilizzatori di calore per supervisionare gli assorbimenti degli utilizzatori, il funzionamento delle singole macchine di centrale, il funzionamento del sistema completo di centrale e dei relativi rendimenti specifici e globali,
- utilizzo di più caldaie a gas in batteria per seguire meglio il carico, a seconda degli utilizzi e dei periodi dell'anno, mantenendo sempre le macchine a regime ed il rendimento massimo; è comunque consigliabile installare impianti a portata variabile con caldaie dotate di bruciatori modulanti,
- impiego di pompe di calore reversibili che forniscono la possibilità di produrre sia il freddo sia il caldo; a volte le condizioni termiche ambientali e quelle contrattuali delle forniture di energia rendono più conveniente produrre il caldo con una PDC piuttosto che con la caldaia a gas,
- analisi continua delle proposte economiche di fornitura dell'energia, sia elettrica sia termica, ed eventuale cambio dei contratti, delle forniture o delle strategie di gestione dell'impianto,
- impiego di teli antievaporazione durante le ore di inattività, dato che l'evaporazione è colpevole di almeno il 50% delle perdite dell'impianto,
- installare contatori di acqua sulle tubazioni di reintegro e di filtraggio per modulare correttamente le portate di rinnovo e di filtraggio dell'acqua evitando inutili sprechi,
- installare i contatori dell'acqua sulle principali via di ingresso e di uscita per avere, mediante differenza, l'allarme in caso di perdite dall'impianto o dalla vasca,
- installare i rompigitto ed i rubinetti temporizzati o a fotocellula nelle docce; questo per risparmiare acqua, calore, e ventilazione,
- utilizzare gli scambiatori di calore per prelevare calore utile dalle batterie calde degli impianti frigoriferi e di condizionamento,
- controllare di frequente lo stato dell'impianto elettrico e delle relative perdite, nonché del rifasamento dei motori installati su pompe, ventilanti e compressori,
- coibentare correttamente tutte le tubazioni, i canali e gli impianti per evitare le dispersioni termiche e i trasferimenti di energia termica non desiderati,

- utilizzo delle vasche di compenso per non perdere in fogna l'acqua, già riscaldata, proveniente dallo sfioro delle vasche.

Gli altri interventi di ottimizzazione possibili e consigliabili, valutati nell'ambito della presente ricerca, sono di seguito descritti:

- autoproduzione mediante cogeneratore a combustibile (generalmente a gas) per la produzione di energia elettrica e termica,
- utilizzo di caldaie a condensazione e, comunque, ad alto rendimento,
- impiego delle pompe di calore reversibili quando la differenza di temperatura tra interno ed esterno lo favorisce,
- utilizzo di condizionatori ad assorbimento ove ci sia disponibilità di cascami di calore da caldaia o da cogeneratore,
- utilizzare gli impianti solari termici per riscaldare o preriscaldare l'acqua calda sanitaria o, se le quantità lo permettono, anche di vasca,
- ventilare correttamente l'ambiente in maniera da evitare che l'aria calda, anche a causa dell'evaporazione, si stratifichi in alto, dove ci sono maggiori dispersioni termiche o dove non serve il calore,
- costruire barriere al vento per le piscine all'aperto al fine di diminuire l'evaporazione durante le ore di utilizzo,
- utilizzare macchine (in genere pompe e ventilanti) dotate di motori controllati da inverter elettronici che permettono la regolazione di velocità e, quindi, la corretta parzializzazione delle portate,
- utilizzare più pompe in parallelo in maniera da poterle attivare a seconda delle necessità e della portata necessaria, se non si intende investire denaro per nuovi azionamenti elettrici di potenza a frequenza variabile,
- dimensionare correttamente o parzializzare l'impianto di rinnovo e filtraggio sulla base di quanto richiesto dalle norme ed in funzione dell'affluenza,
- sfruttare il calore contenuto nell'acqua espulsa in fogna per riscaldare l'acqua di rinnovo; può essere fatto mediante uno scambiatore o una vasca di scambio,
- impiego di scambiatori per il preriscaldamento dell'aria esterna di ricambio mediante l'aria calda espulsa dagli ambienti riscaldati,
- impiego e regolazione della luce naturale come risparmio sull'illuminazione e sull'apporto di calore agli ambienti riscaldati; ove non possibile, impiegare lampade a basso consumo controllando ed ottimizzando continuamente l'accensione e la regolazione,
- si raccomanda la sostituzione integrale dell'acqua di vasca in estate per avere un ΔT minore tra vasca ed acquedotto.

10 Sviluppi futuri della ricerca

Il lavoro di ricerca descritto in questa sede, descrive l'indagine energetica effettuata su almeno una decina di impianti natatori; nell'ambito delle indagini fatte sul campo è stata valutata la validità degli interventi di risparmio energetico rilevati e sono stati calcolati i relativi indicatori di consumo.

La ricerca non può fornire standardizzazioni o indicazioni di previsione dei consumi a causa della grande quantità di variabili fondamentali che descrivono i sistemi.

Le infinite possibilità di gestione di un impianto non consentono di generalizzare la progettazione in un campo particolarmente complesso come quello delle piscine.

Il lavoro che dovrebbe proseguire il presente consiste, di natura, nella stesura di un vero e proprio manuale di progettazione ottimizzata degli impianti natatori.

Tale idea nasce anche dalla realtà dei fatti: in molti impianti italiani, con l'intento di raggiungere un minuscolo risparmio immediato, si progetta, si modifica e si gestisce il sistema in modo non adeguato; tale comportamento rischia di causare conseguenze o danni di valore molto più rilevanti dell'eventuale beneficio conseguito.

Si ritiene opportuno redigere una rigida linea guida sul tema, non solo relativa alla progettazione, ma anche alla manutenzione, alla gestione e ed al mantenimento delle condizioni di ottimizzazione in esercizio.

11 Criticità riscontrate nel corso del lavoro

La principale problematica riscontrata nell'ambito del presente lavoro consiste nella scarsissima partecipazione da parte dei gestori; le difficoltà principali nascono proprio al momento della ricerca di un contatto o al primo colloquio, ammesso che si riesca ad averlo.

Fatta salva la gestione del CONI Servizi, in quanto opera continuativamente in sito come ufficio tecnico competente e responsabile del sistema, la media dei gestori contattati risponde nella seguente maniera:

- 90% non risponde alle ripetute e motivate richieste di contatto,
- 5% risponde alla richiesta di contatto ma non si dimostra competente e non è in grado di reperire dei dati,
- 2% non intende divulgare i dati e non ha alcun interesse a favorire la ricerca,
- 3% dopo ripetuti contatti e visite di persona, concede utili informazioni.

La complessità degli impianti obbliga a effettuare puntigliosi sopralluoghi per comprendere il processo e la strategia di gestione; se questo lavoro non viene fatto con attenzione la valutazione energetica dell'impianto ha poco senso. Il lavoro è risultato pertanto pesante e particolarmente difficoltoso in quanto non tutti permettono ad esterni di fare ripetuti sopralluoghi e misure.

La maggior parte dei pochi misuratori installati sono esclusivamente conta calorie. Difficilmente si trovano contatori di energia elettrica installati sui singoli servizi; l'analisi del carico elettrico, non trascurabile rispetto al totale dei consumi, viene generalmente trascurata. Si è spesso reso necessario recarsi sull'impianto per effettuare indagini e misure elettriche a campione.

La maggior parte dei gestori è sembrata non particolarmente formata dal punto di vista tecnico e, pertanto, non in grado di comprendere e condividere idee, le linee guida e gli eventuali consigli.

Purtroppo si deve rilevare che la maggior parte dei gestori non ha compreso la manifesta utilità di partecipare ad una ricerca statale per condividere gratuitamente idee e linee guida migliorative.