



CERTIFICATI BIANCHI Allegato 2.6 alla Guida Operativa

Guide Settoriali

IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

INDICE

1	GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO	3
1.1	Servizi di acquedotto	3
1.2	Servizi di depurazione	4
1.3	Servizi di fognatura	6
2	DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA	8
2.1	Servizi di acquedotto	9
2.1.1	<i>Impianti di dissalazione</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Impianti di potabilizzazione</i>	<i>10</i>
2.1.3	<i>Re-layout delle reti.....</i>	<i>10</i>
2.1.4	<i>Perdite di rete</i>	<i>11</i>
2.2	Servizi di depurazione	12
2.2.1	<i>La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione.....</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>Membrane a ultrafiltrazione.....</i>	<i>13</i>
2.3	Interventi di efficientamento energetico integrato.....	14
2.4	Ulteriori interventi di efficienza energetica.....	14
3	INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI	16
3.1	Sistemi di pompaggio.....	17
3.2	Servizio di acquedotto	17
3.3	Servizi di depurazione.....	19
4	BIBLIOGRAFIA	22

1 GLI IMPIANTI E LE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

La presente guida vuole fornire le metodologie di calcolo dei risparmi di energia primaria relativi agli interventi previsti dal D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. In particolare, nel documento saranno indicati gli interventi di efficienza energetica realizzabili sull'intero Servizio Idrico Integrato (di seguito SII), definito dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. come *"l'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili di fognatura e di depurazione delle acque reflue"*.

Le principali fasi del processo sono di seguito elencate:

1. captazione delle acque;
2. trattamento delle acque;
3. trasporto delle acque grezze o potabilizzate (adduzione e distribuzione);
4. trasporto dei reflui civili e industriali;
5. depurazione dei reflui civili e industriali.

Di seguito si riporta uno schema semplificato di un SII che indica le principali fasi del processo:

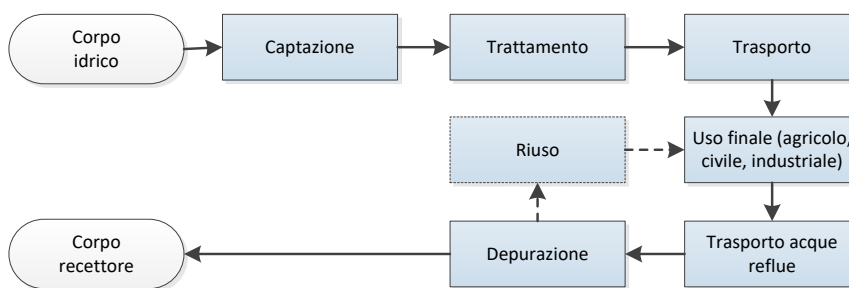


Figura 1: schema del servizio idrico integrato

Ad ognuno di tali servizi sottendono specifiche infrastrutture e processi che presentano peculiarità e tecnologie, e quindi consumi energetici, che dipendono da numerose variabili. A titolo esemplificativo e non esaustivo:

1. nella fase di captazione e trattamento delle acque: la tipologia di corpo idrico (superficiale - come fiume, lago, invaso artificiale, acque piovane - o sotterraneo - come sorgenti, falde sotterranee superficiali o profonde) e le caratteristiche dello stesso (caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua, portate dell'acqua, profondità delle falde, etc.);
2. nella fase di trasporto delle acque grezze o potabilizzate: distanza e dislivello fra il corpo idrico di captazione e l'utenza;
3. nella fase di trasporto delle acque trattate e dei reflui civili e industriali: la conformazione del territorio e le caratteristiche delle utenze o degli impianti di depurazione;
4. nella fase di depurazione dei reflui civili industriali: le caratteristiche dei reflui da trattare e dei corpi ricettivi di scarico, nonché le portate trattate.

1.1 Servizi di acquedotto

Gli impianti acquedottistici prevedono tre fasi di processo: la captazione, la potabilizzazione e l'immissione in rete di distribuzione.

La captazione e l'immissione in rete sono le fasi generalmente più energivore; in particolare gli impianti da acque sotterranee con prelievo tramite pozzo presentano, per la fase di pompaggio, maggiori consumi energetici rispetto agli impianti da acque superficiali. Di contro questi ultimi presentano maggiori consumi legati alla fase di potabilizzazione a causa dell'alta variabilità della qualità dell'acqua elaborata e quindi dei maggiori trattamenti da effettuare. Le tecnologie adottate variano a seconda della tipologia di inquinante da dover trattare e molte di esse sono le stesse utilizzate negli impianti di depurazione.

Il sistema di trasporto delle acque potabilizzate ha il compito di distribuire l'acqua dai punti di trattamento ai serbatoi di raccolta (rete di adduzione) e successivamente, tramite la rete di distribuzione, alle varie utenze.

I consumi energetici sono essenzialmente connessi ai sistemi di pompaggio e dipendono da numerose variabili come le portate, l'orografia del territorio, le tipologie di condotte (ovvero condotte che lavorano a gravità - in pressione o a pelo libero - o in sollevamento), le interconnessioni tra le condotte, la numerosità e la tipologia di serbatoi di raccolta e la tipologia di rete di distribuzione, che varia in funzione della localizzazione, tipologia, numerosità e densità delle utenze.

Secondo i dati del 2014 presentati nel *"Blue Book 2017: il settore idrico in Italia"* di Utilitalia, la rete acquedottistica italiana risulta alquanto vetusta, con più del 60% dell'infrastruttura posata da oltre 30 anni ed il 25% da oltre 50 anni; queste percentuali salgono nelle reti dei centri abitati.

Le tubazioni sono per circa il 33% in PVC, 28% in acciaio-ferro, 24% in ghisa (di cui la metà è costituita da "ghisa grigia" e quindi ad elevata fragilità) e 12% in materiale cementizio.

Le perdite di rete sono mediamente del 35%, con picchi del 45% nel Centro e nel Sud, contro il 26% del Nord.

1.2 Servizi di depurazione

Gli impianti di trattamento delle acque reflue civili e/o industriali hanno lo scopo di depurare i reflui dalle sostanze organiche e inorganiche, sedimentabili e non, al fine di permettere lo scarico delle acque trattate nel corpo idrico recettore entro i limiti di legge, o l'eventuale riuso delle acque stesse.

Quasi sempre, specialmente nel caso di sistemi fognari misti, a monte del depuratore è presente uno scolmatore, che ha lo scopo di regolare e gestire i flussi di reflui in ingresso agli impianti di depurazione.

A livello impiantistico, a seconda dei differenti limiti normativi allo scarico si possono avere differenti configurazioni:

1. impianti di piccola potenzialità, dove è previsto solamente il trattamento primario (trattamenti preliminari, sedimentazione/chiariflocculazione e disinfezione);
2. impianti dove è previsto il trattamento primario e secondario (con un trattamento biologico per la rimozione della sostanza organica);
3. impianti che prevedono il trattamento terziario (rimozione di azoto e fosforo) per lo scarico in aree sensibili o per gli scarichi sul suolo.

Secondo i dati di Utilitalia aggiornati al 2014, il 95% degli impianti presenti prevede un trattamento almeno secondario e circa il 78% anche un trattamento terziario. Circa l'86% dei reflui trattati sono di natura civile, mentre il 12% di natura industriale ed il 2% ha altra provenienza.

In Figura 2 è riportato uno schema completo di un impianto di depurazione, dove è evidenziata in nero la linea acqua e in rosso la linea fanghi (si precisa che le specifiche sotto fasi di processo possono presentare una sequenzialità differente da quella indicata).

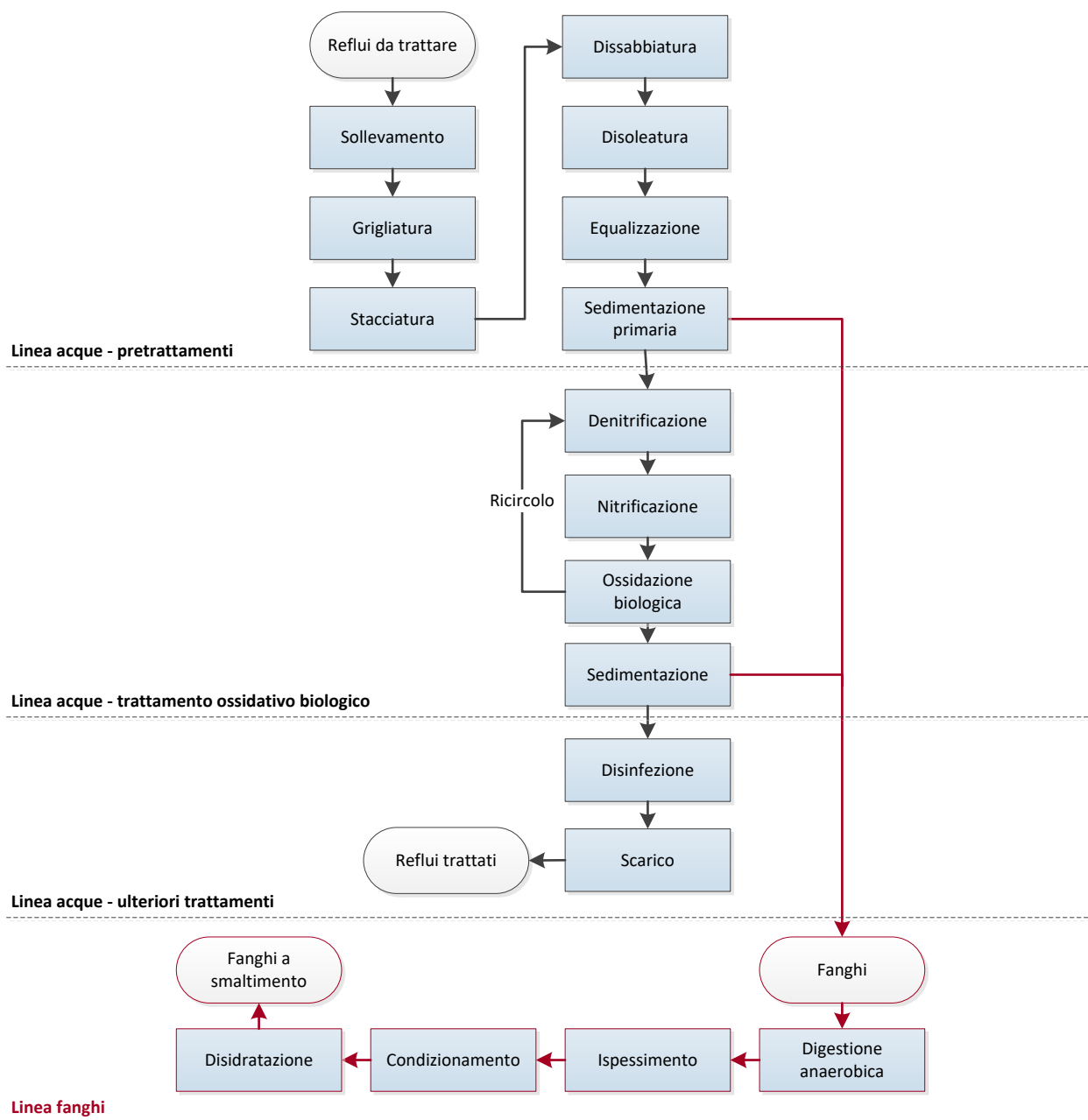


Figura 2: flusso del processo tipo di un impianto di depurazione

La **linea acque** prevede tre fasi principali di processo:

1. *pretrattamento*: durante questa fase le sostanze sedimentabili vengono eliminate dal refluo proveniente dal sistema fognario. Le sotto fasi di processo consistono nella grigliatura, stacciatura, dissabbiatura, disoleatura, equalizzazione e sedimentazione primaria.

Nel pretrattamento i consumi energetici sono connessi agli impianti di produzione di aria compressa (utilizzata per la pulizia delle attrezzature e per l'insufflaggio di aria in alcune sotto fasi di trattamento) e ai motori elettrici utilizzati per la sminuzzatura, la raccolta degli oli, gli agitatori e la movimentazione dei fanghi e dei reflui;

2. *trattamento ossidativo biologico*: durante questa fase il refluo viene depurato delle sostanze organiche presenti nell'acqua, grazie all'impiego di specifici microrganismi.

Gli impianti più diffusi e a maggiore efficienza di depurazione sono quelli a fanghi attivi. Molto spesso durante questo trattamento avviene la rimozione dell'azoto presente nei reflui con processi di denitrificazione e nitrificazione.

Negli impianti a fanghi attivi, l'ossidazione avviene tramite l'impiego di batteri aerobici. L'aerazione dei reflui può essere effettuata mediante aerazione meccanica (rimiscolamento continuo della superficie del refluo) o mediante insufflazione d'aria o di ossigeno. Al fine di migliorare la solubilità dell'ossigeno nel refluo, lo stesso viene costantemente mantenuto in movimento mediante agitatori. I consumi energetici, pertanto, sono connessi al funzionamento di tali componenti;

3. *ulteriori trattamenti* di affinamento del grado di depurazione: in questa fase possono essere attuati ulteriori trattamenti come la sedimentazione secondaria, la chiariflocculazione, la filtrazione su tela o la disinfezione (che può avvenire o tramite l'impiego di cloro e acido peracetico, o tramite ozonizzazione o attraverso i raggi UV).

In questo caso i consumi energetici sono connessi ai motori elettrici utilizzati per la movimentazione dei fanghi e dei reflui, alle lampade UV e agli eventuali impianti di produzione di ozono.

La **linea fanghi** prevede il trattamento dei fanghi derivanti dalla linea acque, che vengono stabilizzati per permetterne lo smaltimento o il riuso. Secondo i dati di Utilitalia, al 2014, circa il 75% dei fanghi è destinato al riutilizzo, prevalentemente in agricoltura e per il compostaggio.

I principali trattamenti dei fanghi sono:

1. la *stabilizzazione biologica*, effettuata generalmente con impianti di digestione anaerobica, ma possono essere presenti anche impianti aerobici;
2. l'*ispessimento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua nei fanghi), che può essere effettuato per sedimentazione (gravità o flottazione) o centrifugazione. I consumi elettrici sono legati ai motori delle pompe, delle tramogge e dei raschiatori, nonché alle centrifughe o sistemi di aerazione;
3. il *condizionamento* (finalizzato alla riduzione del contenuto di acqua presente nelle sostanze colloidali), quasi sempre realizzato mediante l'impiego di sostanze chimiche;
4. la *disidratazione*, che può essere effettuata mediante:
 - a) sistemi meccanici, ovvero centrifugazione o filtrazione (sotto vuoto, con i filtri a nastro, a pori e a dischi; sotto pressione, con filtropresse, presse a vite e nastropresse);
 - b) sistemi termici, ovvero essiccatori o forni di incenerimento.

I consumi energetici variano sensibilmente in funzione dal carico idraulico e della caratteristica dei reflui (carico organico dei reflui, carico di nutrienti e presenza di altri inquinanti).

1.3 Servizi di fognatura

Il sistema di trasporto fognario convoglia i reflui dalle varie utenze agli impianti di depurazione. Anche in questo caso le variabili che influenzano i consumi sono molteplici e del tutto simili a quelle sopra indicate. I

consumi energetici della rete fognaria, comunque, sono in generale decisamente inferiori a quelli degli acquedotti in quanto è ancora prevalente il sistema di trasporto a gravità.

Secondo i dati di Utilitalia, al 2014, il 50% delle reti è di tipo misto a gravità (la percentuale sale a oltre il 70% nei grandi centri urbani), mentre il 37% è costituito da reti di acque nere separate a gravità; il 9% è costituito da reti per la raccolta di acque meteoriche ed il 3% è legato a reti di acque nere in pressione.

2 DESCRIZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE E DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Di seguito si riporta una tabella di sintesi di alcuni interventi realizzabili nel SII. In particolare, gli interventi sono suddivisi per tipologia di servizio (acquedotti, depurazione e fognatura) e sezione di impianto del servizio stesso. Per ogni singolo intervento, inoltre, viene riportata la modalità di accesso al meccanismo dei Certificati Bianchi.

Servizio idrico	Sezione di impianto del servizio idrico	Intervento	Tipo progetto
ACQUEDOTTO	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC
			PC
	Impianti di dissalazione	--	PC
	Impianti di potabilizzazione	Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione	PC
	Re-layout delle reti	Realizzazione di tratti di rete	PC
		Realizzazione di sistemi di pompaggio	PC
		Realizzazione di impianti di pompaggio	PC
		Realizzazione di serbatoi di accumulo	PC
		Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete	PC
	Perdite di rete	Gestione e controllo delle pressioni	PC (mc)
		Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite	PC (mc)
		Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura	PC
DEPURAZIONE	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC
			PC
	Trattamento ossidativo biologico	Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa	PC
		Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa	PC
		Sostituzione di sistemi di movimentazioni dei reflui	PC
		Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica	PC
		Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	PC
	Linea fanghi	Installazione o sostituzione di nuove centrifughe	PC
		Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici	PC
		Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici	PC
FOGNATURA	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC

PC: progetto a consuntivo;

PC(mc): progetto a consuntivo, misure comportamentali;

PS: progetto standard.

Tabella 1: tipologie di interventi realizzabili nel SII

Per il SII la tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii. indica i seguenti interventi:

Tipologia intervento	Vita utile (anni)		
	Nuova installazione	Sostituzione	Efficientamento integrato
Efficientamento reti elettriche, del gas e idriche	-	7	7
Sistemi a bolle fini per impianti di depurazione	7	5	-
Impianti di produzione dell'aria compressa	7	5	5
Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	7	5	-
Motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	7	5	-
Sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	7	5	5

Tabella 2: tipologie di interventi riconducibili al SII della tabella 1 del D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.

Inoltre, tra le misure comportamentali *“adozione di sistemi di segnalazione e gestione efficienti”* rientrano i sistemi di automazione e controllo. Per tale intervento, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”*. Pertanto, l'installazione di sistema di controllo verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi energetici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

Si precisa che, tutti gli interventi indicati [all'interno della Tabella 1 del presente documento](#), eccezion fatta per quelli che compaiono [all'interno della Tabella 1, dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii.](#), [ricadono](#) nella tipologia di intervento *“efficientamento reti elettriche, del gas e idriche”*. [Per accedere alla tipologia di intervento “efficientamento reti elettriche, del gas e idriche” sarà possibile realizzare anche uno solo degli interventi di cui alla Tabella 1 del presente documento.](#)

2.1 Servizi di acquedotto

2.1.1 Impianti di dissalazione

Attualmente, la dissalazione rappresenta un'importante fonte idrica alternativa per la produzione di acqua potabile, soprattutto nelle aree caratterizzate da scarsità idrica cronica. Le principali tecnologie di dissalazione disponibili si possono distinguere in processi termici e processi fisici, a seconda che l'energia utilizzata sia principalmente di tipo termico o meccanico. I primi processi separano i sali dall'acqua tramite evaporazione e condensazione, mentre i secondi fanno uso di membrane selettive che captano le particelle solide dall'acqua da trattare. Gli impianti MSF (Multi-Stage Flash) e MED (Multiple Effects Distillation) appartengono alla prima categoria, mentre quelli RO (Reverse Osmosis) alla seconda. Il processo più energivoro è rappresentato dalla tecnologia MSF mentre il processo di osmosi inversa si sta affermando soprattutto nelle recenti installazioni sia per il suo minor consumo specifico che per i recenti sviluppi tecnologici.

Le possibili aree di miglioramento, data la complessità di tali impianti, sono assai variegata: dalla sostituzione tecnologica o revamping impiantistico (es: l'impiego delle più recenti tecnologie di osmosi avanzata-FO/deionizzazione capacitiva o l'ibridizzazione dell'impianto stesso) alla sostituzione di singoli componenti (quali pompe, generatori di calore o membrane più efficienti).

2.1.2 Impianti di potabilizzazione

La complessità impiantistica degli impianti di potabilizzazione è legata alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque in ingresso e in uscita, ovvero alla tipologia di fonte di approvvigionamento (acque superficiali, acque profonde), nonché alle portate in gioco (che comporta la presenza o meno di un equalizzatore).

Per le acque superficiali, l'art. 80 del D.gs. 152/2006 e s.m.i. identifica, a seconda della categoria di appartenenza dell'acqua da trattare, tre tipologie di impianti e livelli di trattamento:

- categoria A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- categoria A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- categoria A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione.

In particolare, gli impianti con trattamenti fisici semplici sono impianti in cui sono presenti solo le fasi di grigliatura, sedimentazione, staccatura e filtrazione.

Gli impianti con trattamenti fisico-chimici normali e spinti sono invece impianti in cui è presente la fase di chiariflocculazione e quelle necessarie alla correzione delle caratteristiche chimiche dell'acque (ad es. addolcimento, stabilizzazione, deferrizzazione, demanganizzazione, desilicazione, fluorazione e defluorazione, aerazione).

Agli impianti sopra indicati possono aggiungersi ulteriori trattamenti quali:

- la disinfezione: possibile grazie a processi chimici (clorazione, cloro-ammoniazione, ozonizzazione) e/o fisici (irraggiamento con raggi ultravioletti (UVC), attinizzazione, processi oligodinamici);
- l'affinamento: possibile grazie ai seguenti all'aerazione, la chiariflocculazione, la disinfezione, l'adsorbimento su carbone attivo.

Per gli impianti di potabilizzazione da acque profonde la complessità impiantistica è decisamente inferiore e le fasi di trattamento che è possibile identificare sono: ossidazione, adsorbimento su carboni attivi, disinfezione e accumulo finale.

A seconda della complessità impiantistica, gli interventi di efficienza energetica possono interessare l'intero impianto o solo una fase di trattamento.

2.1.3 Re-layout delle reti

Per re-layout delle reti si intende la realizzazione contestuale di tutti o parte degli interventi (installazione, dismissione, sostituzione) su sistemi di pompaggio, tratti di rete e serbatoi; rientra in questa casistica anche la realizzazione di interconnessioni tra acquedotti.

Molto spesso questi interventi sono connessi alla realizzazione di interventi di distrettualizzazione, meglio descritti nei paragrafi successivi.

Interventi di questo tipo comportano:

1. un'ottimizzazione del bilanciamento delle reti tra punti di prelievo (maggiore sfruttamento dell'energia potenziale, utilizzo di pozzi con minore prevalenza, etc.) ed utilizzo;
2. una riduzione delle perdite idriche;
3. una riduzione delle perdite di carico nelle condotte.

2.1.4 Perdite di rete

Una parte delle perdite idriche totali deriva da quantitativi apparentemente persi, che scaturiscono da volumi sottratti senza autorizzazione, per esempio allacci abusivi, o da errori di misura dei contatori (*perdite idriche apparenti*). Le *perdite idriche reali*, calcolate come differenza tra perdite idriche totali e apparenti, rappresentano la componente fisica delle perdite dovute a corrosione o deterioramento delle tubazioni, rotture o giunzioni difettose.

Le perdite idriche reali possono essere ridotte e gestite attraverso gli interventi di seguito indicati.

2.1.4.1 Gestione e controllo delle pressioni

Come ampiamente evidenziato in letteratura, la riduzione della pressione e dei transitori di pressione nella condotta dovuta alla gestione delle valvole è in assoluto la strategia di maggiore efficacia tra quelle possibili. Infatti la frequenza media con cui si verificano le rotture e la quantità di acqua dispersa dipendono quasi linearmente dalla pressione di esercizio. È perciò necessario ridurre e gestire efficientemente le pressioni nella rete al fine di ridurre le perdite, pur erogando la minima pressione operativa richiesta.

Una delle possibili tecniche per la riduzione delle sollecitazioni alle quali è sottoposta la rete, è l'installazione di valvole di riduzione sulla rete di distribuzione (Pressure Valve Reduction-PVR), al fine di modulare la pressione al valore desiderato evitando pressioni in eccesso e picchi che porterebbero al decadimento meccanico delle condotte.

Ai fini del controllo delle pressioni, invece, la distrettualizzazione della rete è una delle tecniche più efficaci. Questa consiste nella suddivisione del sistema idrico in piccoli "distretti" con un numero limitato di ingressi e uscite, monitorati tramite misuratori di portata (comporta una fase di modellazione matematica del comportamento della rete, individuazione di aree a pressioni omogenee, inserimento di valvole di chiusura e PVR, e molto spesso ridimensionamento dei sistemi di pompaggio e interventi di re-layout come sopra indicato).

Sono generalmente individuabili due tecniche di distrettualizzazione: DMA (District Metering Areas) e PMA (Pressure Managed Areas). La principale differenza tra le due tecniche consiste nell'installazione nelle PMAs di sistemi di monitoraggio delle pressioni e gestione-controllo dei flussi dai serbatoi e dei sistemi di pompaggio. Si tratta di software che, quasi in tempo reale rispetto alla curva di domanda delle singole aree, regolano gli azionamenti degli inverter delle varie pompe e delle PVR.

2.1.4.2 Adozione tecniche di controllo attivo delle perdite

Per tecniche di controllo attivo delle perdite si intendono tutte quelle metodologie che consentono di identificare proattivamente perdite non segnalate e localizzarle puntualmente. Si possono distinguere due fasi principali: monitoraggio e circoscrizione delle perdite e conseguente localizzazione puntuale.

Il monitoraggio e circoscrizione delle perdite può avvenire mediante:

1. sistemi di misurazione installati sulla rete (ad esempio durante i lavori di re-layout o distrettualizzazione);
2. sistemi di prelocalizzazione satellitare.

La localizzazione puntuale delle perdite, invece, può avvenire mediante tecniche di "pinpointing" di tipo acustico e non acustico.

Infine, si ritengono particolarmente vantaggiosi gli interventi di protezione delle condotte, mediante l'installazione di sistemi di protezione catodica.

Si precisa che, ai fini dell'accesso al meccanismo dei certificati bianchi, sono ammissibili esclusivamente le tecniche monitoraggio e circoscrizione delle perdite.

2.1.4.3 Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura

Tra le strategie più onerose dal punto di vista economico è possibile indentificare il rinnovamento della rete su ampia scala secondo piani di intervento anche di medio-lungo tempo. Come indicato nei paragrafi precedenti, la rigenerazione degli asset di rete comprende la sostituzione o il reling di intere condotte e l'installazione/sostituzione/dimissione di nuove sistemi di pompaggio o serbatoi. Contestualmente a tali interventi è possibile prevedere l'installazione valvole PVR, misuratori di portata e pressione.

2.2 Servizi di depurazione

Come indicato nei precedenti paragrafi, la sezione più energivora negli impianti di depurazione è quella del trattamento ossidativo biologico della linea acque, legato alle fasi di rimozione delle sostanze organiche, dell'azoto e del fosforo. I consumi energetici sono connessi principalmente agli impianti di produzione e diffusione dell'aria, nonché ai sistemi di agitazione dei reflui all'interno delle vasche.

2.2.1 La linea dell'aria compressa nelle vasche di ossidazione

La linea di produzione dell'aria compressa è composta dalla sezione di produzione, distribuzione e diffusione dell'aria.

La *produzione di aria compressa* utilizzata per l'ossidazione dei carichi inquinanti avviene tramite l'utilizzo di compressori o soffianti (in caso di elevate portate e basse pressioni). Le pressioni di esercizio variano in base alle applicazioni ma sono solitamente inferiori a 3 bar.

Le principali tipologie di compressori utilizzate sono quelle a lobi, a vite o centrifughi. La scelta della tipologia di compressore varia in funzione della portata di aria richiesta e della pressione di impianto: per basse portate e livelli di pressione intorno ai 3 bar vengono utilizzati compressori a vite, mentre nel caso di pressioni intorno ad 1 bar, ma elevate portate, si utilizzano i compressori centrifughi. Negli impianti che presentano delle richieste variabili nel corso dell'anno sono presenti due diverse tipologie di compressori che possono coprire l'intero range di funzionamento richiesto dall'impianto di depurazione, con maggiore efficienza del sistema.

Sul mercato, inoltre, sono presenti compressori con tecnologie ibride nelle quali si sfrutta il principio di funzionamento dei compressori a vite ma con profili delle viti simili a quelli a lobi.

Il sistema di generazione dell'aria compressa è spesso gestito mediante appositi sistemi di regolazione delle portate dell'aria prodotta in funzione delle reali necessità delle vasche di ossidazione attraverso delle apposite sonde immerse nelle vasche. Infatti, sulla base delle misure dei parametri caratteristici dei reflui (COD, Ammonio, fosforo), è possibile regolare la portata di aria prodotta in funzione del reale fabbisogno.

In alcuni impianti di depurazione l'aria compressa è stata sostituita con l'utilizzo di ossigeno puro in modo da aumentare le potenzialità e la resa della fase di ossidazione.

Tra i sistemi di *diffusione dell'aria* maggiormente utilizzati vi sono quelli a bolle fini, i quali offrono un'elevata resa di trasferimento di ossigeno (SOTE¹ superiore al 20%) e una riduzione del consumo di energia elettrica delle soffianti. I terminali di diffusione possono essere ceramici, o a membrana e con geometrie tubolari o a disco. La loro efficienza varia in funzione della sommergezza, della dimensione delle bolle, dei flussi d'aria specifici sui diffusori, della densità dei diffusori in vasca nonché della loro disposizione.

In generale, l'efficienza energetica di aerazione delle linee di aria compressa è quantificabile con il parametro SAE (Standard Aeration Efficiency), espresso in kgO₂/kWh e tiene conto del contributo congiunto delle **due** sezioni di impianto sopra indicate (produzione e distribuzione).

2.2.2 Sistemi di movimentazione dei reflui nelle vasche di ossidazione

Negli impianti di depurazione i mixer hanno la funzione di movimentare i liquami, per garantire l'omogeneizzazione in vasca ed una maggiore efficacia di assorbimento dell'ossigeno da parte dei batteri. Per tale motivo l'utilizzo di mixer ha un impatto diretto sulla resa del processo di abbattimento degli inquinanti.

I due principali sistemi di mixer utilizzati nei sistemi di depurazione sono ad eiezione o a miscelazione.

I mixer ad eiezione sono sistemi di insufflaggio di aria (eiettori aria-acqua) o di acqua (idroeiettori) costituiti principalmente da una pompa e da un ugello per l'immissione di aria o acqua, che consentono la movimentazione del fluido nelle vasche di trattamento. I mixer a miscelazione sono invece costituiti da un motore elettrico che movimenta un'elica che imprime il moto al fluido da trattare. L'utilizzo dei sistemi ad eiezione o a miscelazione varia in base alle condizioni di funzionamento dell'impianto (ad esempio in funzione della tipologia di refluo da trattare, della forma e dimensioni della vasca etc.).

2.2.3 Membrane a ultrafiltrazione

La sezione dell'impianto di depurazione nella quale si trovano le membrane a ultrafiltrazione è quella relativa al processo biologico. La filtrazione del refluo, a seguito di pretrattamenti di depurazione, può essere realizzata attraverso l'utilizzo di membrane a ultrafiltrazione, impiegate in due differenti configurazioni impiantistiche:

- *side-stream*, dove il refluo viene inviato all'unità di filtrazione esterna;
- *sub merged membrane*, dove le membrane sono nella vasca dei fanghi attivi, e il refluo da trattare viene aspirato tramite le membrane filtranti.

Una volta filtrato, il permeato viene inviato ai successivi passaggi di depurazione o direttamente allo scarico. Il consumo energetico di tale sezione è relativo alla richiesta d'aria compressa per lo scuotimento delle membrane per pulirle dal fango accumulato, affinché esse possano mantenersi efficienti nel tempo. Oltre ai diffusori d'aria sommersi, per lo scuotimento possono essere presenti anche delle pompe operanti in controcorrente per il controlavaggio delle membrane. Il materiale di cui sono costituite (polipropilene) consente loro di subire torsioni senza subire danni.

Le ragioni principali che inducono a rimuovere i depositi dalle superficie delle membrane sono molteplici, tra cui: mantenere un'efficienza operativa massima, prevenire danni permanenti alle membrane, mantenere

¹ SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency, espresso in termini percentuali come il rapporto tra il contenuto di ossigeno trasferito ed il contenuto di ossigeno in aria

l'integrità del processo, mitigare i danni alle componenti a valle delle unità di filtrazione. Il controlavaggio è la tecnica più diffusa di pulizia delle membrane. Ci sono però incrostanti che non vengono rimossi dai controlavaggi e per essi è richiesto l'aggiunta di agenti chimici che aumentano l'efficienza di rimozione.

Ogni tipologia di pulizia ha diverse caratteristiche:

- controlavaggio: processo ad intermissioni regolari;
- lavaggio ad aria: strategia di mantenimento tra un ciclo di controlavaggio e l'altro, migliora il trasferimento di massa, effettua un'azione di scuotimento sulle fibre della membrana stessa;
- risciacquo: processo da realizzare anche contemporaneamente al ciclo di filtrazione oppure durante il controlavaggio;
- lavaggio chimico o controlavaggio chimico: metodo utilizzato come strategia di mantenimento realizzato per abbattere principalmente i depositi organici;
- lavaggio sul posto: tecnica usata come strategia di ripristino a seguito di sporcamento pesante e persistente.

2.3 Interventi di efficientamento energetico integrato

Di seguito vengono forniti alcuni esempi di progetti di efficienza energetica per le tipologie di intervento riportate all'interno della Tabella 2 del presente documento, che prevedono la casistica di efficientamento energetico integrato:

- per gli *“Impianti di produzione dell'aria compressa”*, la contestuale sostituzione dei motori elettrici dei sistemi di produzione dell'aria compressa con motori più efficienti dotati di inverter e l'adozione di un sistema di controllo dei compressori in funzione della quantità di reflui attualmente presenti nelle vasche di ossidazione;
- per i *“sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter”*, la contestuale sostituzione dei motori dei sistemi di pompaggio con motori più efficienti e la sostituzione delle giranti con giranti caratterizzate da migliori prestazioni fluidodinamiche;

Nei casi di efficientamento integrato, il calcolo dei risparmi dovrà essere effettuato con riferimento al consumo specifico del *“Sistema tecnologico assunto come punto di riferimento”*, ad esempio i risparmi relativi al primo dei precedenti esempi dovranno essere quantificati rispetto alla riduzione dei consumi energetici tra ex ante ed ex post dei sistemi di produzione dell'aria compressa. Pertanto, la realizzazione dei sopra indicati interventi verrà incentivata in relazione alla riduzione dei consumi specifici rispetto alle condizioni ex ante del sistema tecnologico assunto come punto di riferimento.

2.4 Ulteriori interventi di efficienza energetica

In aggiunta agli specifici interventi sopra descritti, è possibile considerare anche i seguenti interventi di efficienza energetica:

- per la linea fanghi degli impianti di depurazione: come sopra descritto, le sezioni della linea fanghi più energivore sono quella di ispessimento e quella di disidratazione. Gli interventi possibili in queste sezioni riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori, pompe, centrifughe, filtro presse, essiccatori e forni;
- per la linea acqua degli impianti di depurazione: nella sezione di pretrattamento, gli interventi possibili riguardano l'installazione o sostituzione di componenti più efficienti come motori e pompe;

- nella rete fognaria, i possibili interventi riguardano l'installazione di sistemi di pompaggio più efficienti.

3 INDIVIDUAZIONE DEGLI ALGORITMI PER IL CALCOLO DEI RISPARMI ENERGETICI ADDIZIONALI

La seguente tabella elenca brevemente gli interventi realizzabili, le modalità di presentazione e gli indicatori caratteristici delle diverse sezioni di impianto del SII, in riferimento a quanto previsto dalla Tabella 1 dell'Allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 e ss.mm.ii..

Servizio idrico	Sezione di impianto del servizio idrico	Intervento	Tipo progetto	Indicatore	Algoritmo
ACQUEDOTTO	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC	Rendimento	1
	Impianti di dissalazione	--	PC	kWh/m ³ *	2
	Impianti di potabilizzazione	Realizzazione o efficientamento di nuovi impianti di potabilizzazione	PC	kWh/m ³ *	2
	Re-layout delle reti	Realizzazione di tratti di rete	PC	kWh/m ³ *	3
		Realizzazione di sistemi di pompaggio	PC	kWh/m ³ *	3
		Realizzazione di impianti di pompaggio	PC	kWh/m ³ *	3
		Realizzazione di serbatoi di accumulo	PC	kWh/m ³ *	3
		Contestuale realizzazione/dismissione/sostituzione di serbatoi di accumulo, sistemi di pompaggio, tratti di rete	PC	kWh/m ³ *	3
	Perdite di rete	Gestione e controllo delle pressioni	PC (mc)	kWh/m ³ *	3
		Adozione di tecniche di controllo attivo delle perdite	PC (mc)	kWh/m ³ *	3
		Modifica dei layout e rinnovo su ampia scala dell'infrastruttura	PC	kWh/m ³ *	3
DEPURAZIONE	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC	--	--
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC PC	Rendimento	1
	Trattamento ossidativo biologico	Sostituzione di sistemi di produzione e distribuzione dell'aria compressa	PC	SAE	4
		Sostituzione dei sistemi di diffusione dell'aria compressa	PC	da valutare	da valutare
		Sostituzione di sistemi di movimentazioni dei reflui	PC	SAE	4
		Realizzazione di nuove vasche di ossidazione biologica	PC	SAE	4
		Membrane a ultrafiltrazione per impianti di depurazione	PC	Nm ³ /m ² /h, -**	5, -**
	Linea fanghi	Installazione o sostituzione di nuove centrifughe	PC	da valutare	da valutare
		Installazione o sostituzione di nuovi sistemi di disidratazione meccanici	PC	da valutare	da valutare
		Installazione o sostituzione di sistemi di disidratazione termici	PC	da valutare	da valutare
FOGNATURA	Installazione motori, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter		PS o PC	--	--
	Sistemi di pompaggio	Installazione o sostituzione sistemi di pompaggio, anche accompagnati dall'installazione o sostituzione dei relativi inverter	PC	Rendimento	1

Progetti a consuntivo;

PC(mc): Progetto a consuntivo, misure comportamentali;

PS: progetti standard

*Nei casi meglio precisati nel paragrafo 3.2 l'indicatore da considerare è kWh/m³/m

** Qualora siano presenti ulteriori componenti per la pulizia delle membrane (ad es. le pompe per il controllavaggio) andrà individuato un opportuno indice di consumo specifico e algoritmo di calcolo per la rendicontazione dei risparmi legati all'intervento

Tabella 3: algoritmi di calcolo dei risparmi

Di seguito si riporta più dettagliatamente quali sono le informazioni minime da trasmettere per la presentazione di progetti relativi agli interventi precedentemente descritti e gli algoritmi per il calcolo dei risparmi.

3.1 Sistemi di pompaggio

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi sui sistemi di pompaggio.

n.	Algoritmo
1	$RISP = \sum \left[\left(\frac{\eta_{post}}{\eta_{bas}} - 1 \right) \times E_{post} \right] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- η_{bas} , η_{post} i rendimenti da scheda tecnica delle pompe nella situazione di baseline ed ex post;
- E_{post} l'energia elettrica consumata dalla pompa nella situazione ex post;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il valore di rendimento della pompa deve essere quello complessivo della macchina comprensivo della quota idraulica, volumetrica e meccanica. Il dato da considerare è quello da scheda tecnica nelle condizioni nominali di progetto.

Il programma di misura, pertanto, dovrà prevedere la misura giornaliera dei seguenti parametri di controllo e parametri funzionali all'algoritmo:

- E_{post} , consumi di energia elettrica di ciascuna pompa [kWh];
- Volumi di acqua elaborati dal sistema di pompaggio [m³].

Al fine di garantire una corretta individuazione del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come mostrato di seguito, con relativa documentazione di supporto (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline			Ex Post		
		Stazione di pompaggio 1	Stazione di pompaggio n	Stazione di pompaggio 1	Stazione di pompaggio n
Tipologia di pompa	--						
Portata	m ³ /h						
Prevalenza	m						
Potenza	kW						
Presenza inverter	Si/No						
Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto	%						
Efficienza del motore	%						
Anno di installazione	--						

Tabella 4: tabella di sintesi da fornire per interventi sui sistemi di pompaggio

3.2 Servizio di acquedotto

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi su impianti di dissalazione o potabilizzazione; l'algoritmo può essere adottato per l'intero impianto o per sezioni di impianto.

n.	Algoritmo
2	$RISP = \sum [(CS_{bas} - CS_{post}) \times W_{out_post}] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- CS_{bas} , CS_{post} i consumi specifici dell'impianto o della sezione d'impianto, definiti come rapporto tra l'energia elettrica consumata e i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione di impianto stessa nella situazione di baseline ed ex post [kWh/m³];
- W_{out_post} i volumi di acqua in uscita dall'impianto o dalla sezione d'impianto nella situazione ex post [m³];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Nel rispetto della definizione di “risparmio addizionale”, si precisa che il confronto tra la situazione di baseline ed ex post deve avvenire a parità di qualità dell'acqua in uscita. In caso di variazione tra le due configurazioni, sarà necessario introdurre opportuni coefficienti di normalizzazione.

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi di re-layout o di riduzione delle perdite di rete.

n.	Algoritmo
3	$RISP = \left(\frac{\sum EE_{bas}}{\sum W_{aut_bas} + \sum W_{exp_bas}} - \frac{\sum EE_{post}}{\sum W_{aut_post} + \sum W_{exp_post} - \Delta W_{app}} \right) \times (\sum W_{aut_post} + \sum W_{exp_post} - \Delta W_{app}) \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- EE l'energia elettrica consumata dai sistemi di pompaggio [kWh];
- $\sum W_{aut}$ la somma dei volumi autorizzati forniti alle utenze (fatturati o non fatturati) [m³];
- $\sum W_{exp}$ la somma dei volumi esportati verso altri sistemi acquedottistici [m³];
- ΔW_{app} la differenza tra le perdite apparenti nella situazione di baseline ed ex post. Tale termine è da applicarsi solo se maggiore di zero [m³];
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- consumi di energia elettrica dei sistemi di pompaggio [kWh];
- W_{aut} , volumi autorizzati ceduti alle utenze [m³];
- W_{exp} , volumi esportati verso altri sistemi [m³].

Si rappresenta che sarà possibile effettuare un monitoraggio con una frequenza diversa da quella giornaliera nel caso in cui il proponente dimostri che le misure effettuate siano comunque rappresentative dei consumi e dei volumi annuali e tengano conto delle possibili variazioni e influenze delle variabili operative che le caratterizzano.

Inoltre, dovranno essere quantificate le perdite apparenti (W_{app}) nella situazione di baseline e, con frequenza pari a quella di rendicontazione, le perdite apparenti nella situazione ex post (fornendo adeguata documentazione a supporto dei valori individuati).

Nel rispetto della definizione di “risparmio addizionale”, si precisa che, qualora vengano effettuati interventi che comportano una variazione della prevalenza dei sistemi di pompaggio tra la situazione ex ante ed ex post, sarà necessario garantire che il calcolo dei risparmi venga effettuato a parità di condizioni (ovvero di prevalenza della situazione ex post). Pertanto, l’algoritmo 3 dovrà essere modificato prevedendo l’introduzione dell’indicatore $kWh/m^3/m_{prevalenza}$.

A titolo esemplificativo, alcune casistiche possono essere ricondotte alle seguenti: realizzazione di interventi di re-layout e realizzazione, potenziamento o dismissioni di sistemi di pompaggio; realizzazione di interconnessioni tra sistemi acquedottistici.

Al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, nonché del contesto di riferimento, in fase di presentazione di un progetto sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline			Ex post		
Perdite di rete							
M1a – perdite idriche lineari*	$m^3/km /gg$						
W_{Ltot}^*	m^3						
W_{in}^*	m^3						
W_{out}^*	m^3						
W_{app}	m^3						
Misuratori per la misura di W_{aut}	n.						
W_{aut}	m^3						
Misuratori per la misura di W_{exp}	n.						
W_{exp}	m^3						
L_p^*	Km						
M1b – perdite idriche percentuali*	%						
Sistemi di pompaggio		Stazione di pompaggio 1	Stazione di pompaggio n	Stazione di pompaggio 1	Stazione di pompaggio n
Tipologia di pompa	--						
Portata	m^3/h						
Prevalenza	m						
Potenza	kW						
Presenza inverter	Si/No						
Efficienza della pompa in condizioni nominali di progetto	%						
Efficienza del motore	%						
Anno di installazione	--						
Serbatoi		Serbatoio 1	Serbatoio n	Serbatoio 1	Serbatoio n
Prevalenza	m						

*Definizione degli indicatori come da Deliberazione del 27 dicembre 2017 917/2017/R/IDR Allegato A, artt. 7 e 8

Tabella 5: tabella di sintesi da fornire per interventi sul servizio di acquedotto

3.3 Servizi di depurazione

Di seguito è riportato l’algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili da interventi nella sezione di trattamento ossidativo biologico.

n.	Algoritmo
4	$RISP = \left(\frac{1}{SAE_{bas}} - \frac{1}{SAE_{post}} \right) \times kgO_2 \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- kgO₂ la quantità di ossigeno presente nel volume di aria elaborato dal sistema di produzione dell'aria compressa nella situazione ex post e pari alla quantità di aria (espressa in Sm³) per 0,285 kgO₂/Sm³_{aria}² ;
- SAE_{baseline} (Standard Aeration Efficiency) l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione di baseline [kgO₂/kWh] pari al rapporto tra i kgO₂ forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;
- SAE_{ex post} l'efficienza di aerazione in condizioni reali riferita alla soluzione ex post, pari al rapporto tra i kgO₂ forniti e l'energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere il monitoraggio giornaliero dei seguenti parametri:

- portata d'aria fornita al sistema di produzione [Sm³/h];
- energia elettrica consumata dal sistema di produzione dell'aria compressa [kWh]. Si specifica che nel caso in cui l'intervento preveda la contestuale sostituzione dei mixer, dovranno essere monitorati anche tali consumi;
- concentrazione dell'ossigeno disciolto nelle vasche di ossidazione [ppmO₂].

Nel rispetto della definizione di “risparmio addizionale”, si precisa che il SAE_{baseline} non può essere un valore fisso, ma dipenderà dalla quantità di O₂ prodotto; pertanto dovrà essere definita un'opportuna funzione in relazione alla quantità dell'ossigeno prodotto. Inoltre, al fine di garantire una corretta individuazione di tutte le variabili che influenzano i consumi energetici, dovrà essere effettuato il calcolo dei seguenti parametri nelle condizioni ex post:

- SOTR, Standard Oxygen Transfer Rate [kgO₂/h];
- SOTE, Standard Oxygen Transfer Efficiency [%].

Infine, in fase di presentazione di un progetto, sarà necessario fornire una tabella di sintesi, così come riportato di seguito, supportata da relativa documentazione (documenti di progetto, schede tecniche, etc.).

Parametri descrittivi	u.m.	Baseline	Ex post
SOTR	kgO ₂ /h		
SOTE	%		
Tipologia di impianto di produzione	--		
Aria	Nm ³ /h		
Potenza elettrica sistema di produzione	kW		

² Calcolato considerando una densità dell'aria di 1,225 kg/Sm³ e la frazione massica dell'ossigeno del 23,3%

Tipologia di sistema di diffusione	--		
Potenza elettrica mixer	kW		
SAE	kgO ₂ /kWh		
Valore medio annuo di COD in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di COD in uscita	mg/l		
Valore medio annuo di Azoto in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di Azoto in uscita	mg/l		
Valore medio annuo di Fosforo in ingresso	mg/l		
Valore medio annuo di Fosforo in uscita	mg/l		
Portata media annua trattata	m ³		
Abitanti equivalenti	AE		

Tabella 6: tabella di sintesi da fornire per interventi sulla sezione di trattamento ossidativo biologico

Di seguito è riportato l'algoritmo per la contabilizzazione dei risparmi generabili dall'intervento di installazione di membrane a ultrafiltrazione.

n.	Algoritmo
5	$RISP = [(AS_{baseline} - AS_{ex\ post}) \times CS_{aria compressa} \times S] \times f_e$

essendo:

- RISP il risparmio di energia primaria, espresso in tep;
- $AS_{baseline}$ la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane ante intervento, espressa in [Nm³/h/m²];
- $AS_{ex\ post}$ la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane post intervento, espressa in [Nm³/h/m²];
- $CS_{aria\ compressa}$ consumo specifico dei compressori a servizio delle membrane, espresso in [kWh/Nm³];
- S Superficie delle membrane in esercizio, espressa in m²;
- f_e il fattore di conversione pari a 0,000187 tep/kWh, in caso di prelievo di energia elettrica dalla rete elettrica nazionale.

Il programma di misura dovrà prevedere la misura del consumo di energia elettrica consumata dai compressori e della quantità di aria compressa richiesta per lo scuotimento delle membrane come variabile operativa. Per interventi di “Nuova installazione” in impianti di depurazione di reflui civili, il valore di riferimento da adottare per la richiesta di aria specifica per lo scuotimento delle membrane a ultrafiltrazione pari a 0,25 Nm³/h/m², funzione della superficie delle membrane. Qualora siano utilizzati ulteriori componenti per la pulizia delle membrane (ad esempio le pompe per il controlavaggio), il soggetto proponente dovrà proporre un algoritmo di calcolo idoneo, differente dall'algoritmo di calcolo n. 5 della presente guida settoriale, per determinare i risparmi energetici addizionali conseguibili sulla base della specifica configurazione dell'impianto oggetto di intervento.

4 BIBLIOGRAFIA

- Relazione 11 aprile 2018, 268/2018/I/IDR, “*Relazione di trasmissione dell’elenco degli interventi necessari e urgenti per il settore idrico ai fini della definizione della sezione «acquedotti» del piano nazionale di cui all’articolo 1, comma 516, della legge n. 205/2017*”;
- Deliberazione 27 dicembre 2017, 917/2017/R/IDR, “*Regolazione della qualità tecnica del servizio idrico integrato ovvero di ciascuno dei singoli servizi che lo compongono (RQTI)*”;
- Deliberazione 23 febbraio 2017, 89/2017/R/IDR, “*Chiusura dell’indagine conoscitiva, avviata con deliberazione dell’autorità 595/2015/R/IDR, sulle modalità di individuazione delle strategie di pianificazione, adottate nei programmi degli interventi del servizio idrico integrato*”;
- *Blue Book 2017: il settore idrico in Italia*, Utilitalia;
- *Advances in Water Loss management: an international perspective*, C. Merks, M. Fantozzi, A. Lambert, luglio 2017;
- *EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM*, European Union, 2015;
- *Energia ed efficienza energetica del servizio idrico integrato*, RSE, Ricerca di Sistema 2016 Prot. 17002208;
- *Integrazione sistema elettrico-sistema idrico: stato dell’arte*, RSE, Ricerca di Sistema, 2015 Prot. 16001900;
- *Guida operativa per il servizio idrico integrato*, ENEA, 2014;
- *La gestione di perdite e pressioni idriche a Reggio Emilia*, M. Fantozzi, F. Calza, rivista servizi a rete settembre-ottobre 2014;
- *Risparmio energetico nei sistemi di approvvigionamento idropotabile. Captazione, trattamento e distribuzione*, di C. Collivignarelli (a cura di), S. Sorlini, Maggioli Editore, 2014;
- *Rapporto sulle performance ambientali: Italia 2013*, OCSE, p. 148;
- *Relazione sperimentale tra perdite ed energia in reti idriche alimentate da pompe a giri variabili*. Artina & al 2010. L’ACQUA, 2/2010 Supplemento, pagg. 45-48;
- *Linee guida per la gestione delle perdite idriche nelle reti*, progetto Interreg IV Italia-Austria GAP-UK, 2008;
- <http://www.associazioneanea.it>;
- <http://www.autorita.energia.it>;
- <http://www.leakssuite.com>;
- <https://iwa-connect.org>.