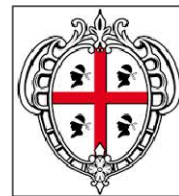




REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



Ente acque della Sardegna
- C a g l i a r i -

DGR n°5/8 del 24.01.2017 Piano regionale delle infrastrutture
Legge regionale 5/2015 art. 4 e art. 5 C. 13 (tabella E)
Rimodulazione del programma degli interventi a termini
della L.R. n° 6/2015, art. 10 C. 2 e 3.

Intervento q.1.b.3 MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO DI
SOLLEVAMENTO "COGHINAS II" (3B.P03)

*Fornitura ed installazione n. 2 pompe con relativi motori previo smontaggio e ripristino
funzionale n. 2 pompe Marelli PDV 350/400 E e relativi motori Marelli NTV 560 H4*

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

Relazione generale e tecnico-illustrativa

Allegato:

A1

PROGETTO REDATTO DAI SERVIZI TECNICI DELL'ENTE

Il Progettista

P.I. Massimo Durante
P.I. Andrea Tronci

Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Marco Cordeddu

Collaborazioni tecniche

Geom. Fabienna Usai
Sig. Pier Gavino Uldanck
Sig. Giovanni F. Meledina

Direttore del Servizio SEMS

Dott. Ing. Roberto Maurichi

Supporto al RUP

Dott. Ing. Giovanni Canu

Il Direttore Generale

Dott. Ing. Franco Ollargiu

Rev. 1 - Novembre 2019

Regione Autonoma della Sardegna

Ente Acque della Sardegna

Cagliari

DGR n° del 24.01.2017 Piano regionale delle infrastrutture

Legge regionale 5/2015 art. 4 e art. 5 C. 13 (tabella E)

Rimodulazione del programma degli interventi a termini

della L.R. n° 6/2015, art. 10 C. 2 e 3. Intervento q.1.b.3

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO "COGHINAS II" (3B.P03)

Fornitura ed installazione n. 2 pompe con relativi motori previo smontaggio e ripristino funzionale n. 2 pompe
Marelli PDV 350/400 E e relativi motori Marelli NTV 560 H4

Relazione generale

Sommario

PREMESSA.....	3
IL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE.....	4
DESCRIZIONE SINTETICA DELLO SCHEMA.....	5
VALUTAZIONI ENERGETICHE	20
INDIVIDUAZIONE DELLE LINEE SULLE QUALI INTERVENIRE	24
CARATTERISTICHE	24
COSTI.....	27
TEMPI DI REALIZZAZIONE	27
CONCLUSIONI.....	28

PREMESSA

Gli interventi di cui al presente progetto sono finalizzati alla manutenzione straordinaria dell'impianto di sollevamento "Coghinas II" (3B.P03).

Tale impianto rientra nell'insieme delle opere che costituiscono il Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (SIMR) della Regione Sardegna e nello specifico fanno parte dello Schema idraulico Coghinas – Mannu di Porto Torres (Muzzone Casteldoria- La Crucca) del Sistema 3 Nord Occidentale.

I lavori rientrano nella linea q.1.b "interventi di emergenza idrica sul sistema Temo-Cuga-Bidighinzu-Coghinas-Posada" per un importo complessivo di euro 3.810.000,00.

La linea di cui sopra è inserita nella programmazione denominata "Piano regionale delle infrastrutture" approvato con delibera della giunta n.22/1 del 07/05/2015 cui ha fatto seguito la convenzione stipulata tra l'Assessorato regionale dei LL.PP. e l'Enas del 23.10.2015. L'importo attribuito al presente intervento è pari a 500.000,00 euro.

La presente Relazione Generale Tecnico-Illustrativa del progetto di fattibilità tecnica ed economica viene redatta nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto di fattibilità tecnico-economica e nella "Scheda tecnica" allegata alla seconda integrazione alla convenzione di cui sopra e, poiché gli interventi previsti riguardano la manutenzione straordinaria dell'impianto preesistente, nel progetto di che trattasi non è richiesta alcuna indagine geologica, idrogeologica, idraulica, geotecnica, sismica, storica paesaggistica ed urbanistica, né verifiche preventive dell'interesse archeologico, né studi preliminari sull'impatto ambientale.

Nel proseguo verranno evidenziate le opere esistenti interessate e le attività di intervento, ricomprendendo le valutazioni tecniche, con riferimento ai concetti di affidabilità e manutenibilità degli impianti, le valutazioni energetiche con riferimento al contenimento dei consumi e alle eventuali misure per la produzione e il recupero dell'energia, con riferimento all'impatto sul piano economico-finanziario dell'opera.

Si provvederà ad indicare, inoltre, le caratteristiche prestazionali e le specifiche funzionali. Di seguito si illustra l'inquadramento degli interventi nell'ambito generale del SIMR e in particolare dell'opera acquedottistica a cui risulta funzionale fornendo di essa una breve descrizione.

Si riferirà in merito agli elaborati che costituiscono il progetto illustrandone i contenuti e descrivendo i criteri utilizzati per le scelte progettuali e riferendo in merito ai tempi valutati necessari per la realizzazione dell'intera prestazione.

IL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE

Con il termine Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (SIMR) della Sardegna, così come specificato nella Legge Regionale n. 19/2006 che ne definisce e regola la gestione, si intende "l'insieme delle opere di approvvigionamento idrico e adduzione che, singolarmente o perché parti di un sistema complesso, siano suscettibili di alimentare, direttamente o indirettamente, più aree territoriali o più categorie differenti di utenti, contribuendo ad una perequazione delle quantità e dei costi di approvvigionamento".

La gestione unitaria del suddetto sistema è affidata all'Ente Acque della Sardegna, ente strumentale della Regione Sardegna, e l'insieme delle infrastrutture che lo costituiscono coincide quindi con il sistema di fornitura dell'acqua all'ingrosso ai settori civile, irriguo, industriale ed idroelettrico.

Il sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna è costituito da:

- un insieme interconnesso di serbatoi artificiali e traverse di derivazione (nodi risorsa);
- un insieme di centri di domanda: civili, agricole, industriali, idroelettriche ed ambientali;
- un insieme di linee di collegamento tra i nodi risorsa e di linee di collegamento tra nodi risorsa e centri di domanda.

I nodi risorsa principali sono 58, di cui 24 traverse e 34 serbatoi di regolazione, con capacità complessiva attuale di circa 1,9 miliardi di m³. I centri di domanda servono una popolazione di 1,6 milioni di abitanti, circa 160.000 ha attrezzati per l'irrigazione e 11 zone industriali. Tale sistema, basato sull'utilizzazione delle risorse superficiali, rende disponibili circa il 75% delle risorse idriche oggi utilizzate in Sardegna. In misura minore vengono utilizzate anche acque sotterranee e non convenzionali.

Il territorio regionale è suddiviso, secondo quanto indicato nello studio di ricognizione e identificazione delle opere del sistema idrico multisetoriale, previsto dall'art. 30 comma 3 della Legge Regionale n. 19/2006 e al quale si fa riferimento, in sette zone idrografiche, a ciascuna delle quali corrisponde un Sistema idraulico:

- Sistema 1 – SULCIS, 1.646 km²;
- Sistema 2 – TIRSO, 5.372 km²;

- Sistema 3 – NORD OCCIDENTALE, 5.402 km²;
- Sistema 4 – LISCIA, 2.253 km²;
- Sistema 5 – POSADA-CEDRINO, 2.423 km²;
- Sistema 6 – SUD ORIENTALE, 1.035 km²;
- Sistema 7 – FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI, 5.960 km².
- Sistema 8 – Diga sul Rio Mogoro a Santa Vittoria e Diga sul Temo a Monte Crispu per la laminazione delle piene.

Il Sistema 3, al quale appartengono le opere oggetto degli interventi in progetto comprende i bacini dei corsi d'acqua principali del Coghinas, Alto Temo, Cuga, Bidighinzu e Mannu di Porto Torres.

La risorsa idrica è derivata principalmente dai suddetti corsi d'acqua presenti in questo territorio attraverso un insieme di sbarramenti, che consentono di intercettarla e regolarla, ed è vettoriata verso le utenze per mezzo di opere di adduzione e impianti di sollevamento, per mezzo dei quali è trasportata.

I suddetti sbarramenti sono tra loro collegati per costituire i quattro schemi idraulici nei quali il sistema è suddiviso:

- Schema A - Mannu di Pattada – Sos Canales (Monte Lerno – Sos Canales);
- Schema B – Coghinas – Mannu di Porto Torres;
- Schema C – Alto e Medio Temo – Cuga – Bidighinzu – Mannu Ozieri;
- Schema D – Mannu di Sindia;

Lo schema idraulico cui appartiene il sollevamento di Santa Maria Coghinas è il 3B: Coghinas – Mannu di Porto Torres con superficie del bacino idrografico Coghinas a Casteldoria pari a 2'377 km² con deflusso medio annuo del bacino Coghinas Casteldoria pari a 278,50 Mmc.

DESCRIZIONE SINTETICA DELLO SCHEMA

Il bacino idrografico del Coghinas alla diga di Casteldoria ha una superficie di 2377 km²; le risorse del Coghinas sono regolate dall'invaso di Monte Lerno sul Rio Mannu di Pattada, affluente in destra idraulica del Coghinas, dagli invasi sull'asta principale a Muzzone e Casteldoria e alimentano le utenze potabili, irrigue ed industriali dell'area nord occidentale

della Sardegna. Dall'invaso di Muzzone le acque vengono turbinate dalla centrale idroelettrica in prossimità della diga e quindi rilasciate in alveo. A circa 5 km dalla diga è ubicata la traversa di Donigaza - Contra Cana da cui vengono derivate le risorse per l'irrigazione della piana di Perfugas. Dall'adduzione irrigua per la piana di Perfugas viene attualmente alimentato l'impianto di potabilizzazione di Perfugas (schema n° 4 PRGA 1983). Nella configurazione futura prevista dal PRGA lo schema Perfugas verrà servito dall'impianto di potabilizzazione di Pedra Maggiore alimentabile da entrambe le condotte Coghinas 1 e 2. Le adduzioni a servizio dell'area di Sassari - Porto Torres - Alghero (condotte Coghinas 1 e 2) e dell'area della Bassa Valle Coghinas hanno origine dalla diga di Casteldoria. Dalla rete irrigua della Bassa valle del Coghinas viene attualmente alimentato con 40 l/s l'impianto di potabilizzazione di Badesi Schema n° 3 PRGA 1983, questo impianto sarà dismesso con la piena operatività dallo schema acquedottistico servito dall'impianto di Pedra Maggiore.

Dal Coghinas 1 e 2 vengono alimentati gli impianti di potabilizzazione di La Ciaccia, Castelsardo e Lu Bagnu (Schema 3 PRGA 1983), gli impianti di potabilizzazione di Pedra Maggiore e di Sorso.

La condotta Coghinas I termina nella vasca di accumulo di Porto Torres da cui viene alimentata l'area industriale omonima mentre la condotta Coghinas 2 termina nella vasca di Truncu Reale. Una condotta con funzionamento bidirezionale (con sollevamento nel verso Porto Torres - Truncu Reale) collega i terminali dei due adduttori. Da Truncu Reale sono servite le zone industriali di Sassari, l'impianto di potabilizzazione di Porto Torres – Sassari - Sorso (Schema n° 4 PRGA). Da Truncu Reale partono inoltre la condotta che termina nella vasca di compenso di Tottubella a servizio del Consorzio di Bonifica della Nurra e dell'area industriale di Alghero e la condotta Truncu Reale – Alghero che alimenta l'impianto di potabilizzazione di Alghero Monte Agnese (Schema n. 6 PRGA).

Nella condotta Truncu Reale-Tottubella possono essere immesse le risorse derivate dalla traversa sul rio Mannu di Porto Torres alla Crucca .

Premesse e sollevamento Coghinas 2

Le acque derivate dall'invaso di Casteldoria vengono sollevate mediante l'impianto 3B.P3 nella vasca di carico 3B.V3 da dove ha origine l'adduttore Coghinas 2 che termina alla vasca di Truncu Reale; lungo linea serve gli impianti di potabilizzazione di Pedra Maggiore (schema PRGA n° 1, in alternativa al Coghinas1), Castelsardo e quelli, seppure dismessi, di La Ciaccia e di Lu Bagnu, oltre alla presa depuratore e potabile di Sorso (attualmente

fuori servizio ma di probabile riattivazione nel prossimo futuro) e, dalla vasca terminale di Truncu Reale, l'impianto di potabilizzazione omonimo a servizio di Sassari (schema PRGA n° 4), le zone industriali di Sassari e l'impianto di potabilizzazione di M. Agnese a servizio di Alghero (schema NPRGA n°6) attraverso la specifica condotta di adduzione; mediante l'interconnessione con la linea Coghinas 1 può alimentare anche le utenze industriali di Porto Torres e le altre utenze servite dal Coghinas 1.

Impianto di sollevamento Coghinas 1 e 2

Il compresso ospitante gli impianti di sollevamento denominati Coghinas 1 e Coghinas 2 si trova nelle immediate vicinanze del comune di Santa Maria Coghinas (SS), in direzione sud-est lungo la strada denominata Via delle Terme.

Sono presenti n. 3 fabbricati, di cui due tra loro adiacenti ed ospitanti rispettivamente un locale adibito alle manutenzioni e le due sale pompe (una per ogni linea di sollevamento) con relativi dispositivi di alimentazione, monitoraggio e comando. Il terzo fabbricato, infine, ospita la casa di guardia.

L'impianto di sollevamento Coghinas 2 è costituito da cinque elettropompe centrifughe ad asse verticale con le seguenti caratteristiche:

Motore

Marca: *Ercole Marelli*

Tipo: *NTV 560 H4*

Potenza: *883 kw*

N. giri: *1490*

Tensione/Frequenza Alimentazione: *3000V / 50 Hz*

Pompa

Marca: *Ercole Marelli*

Tipo: *PDV 350/400 E*

Portata esercizio/nominale: *525/525 l/s*

Prevalenza esercizio/nominale: *111/121 m*

Anno: *1978*

Generalmente risultano in esercizio 3 (al massimo 4) pompe nella primavera-estate, durante la stagione irrigua/turistica, e massimo due pompe nella stagione invernale. L'impianto ha attualmente il seguente andamento giornaliero medio nei due periodi:

- **Stagione invernale:** una pompa sempre in servizio e la seconda che mantiene il livello in vasca con 4 avviamenti al giorno con intervalli di 4 ore di funzionamento e 2 di pausa con una portata media di 800l/s;
- **Stagione estiva:** due pompe sempre in servizio e la terza che mantiene il livello in vasca con 2 avviamenti al giorno con intervalli di 2 ore di funzionamento e 10 di pausa con una portata media di 1300l/s;

Visti i livelli di funzionamento di cui sopra, soprattutto in relazione alla dimensione ed alla tipologia dell'utenza servita, l'impianto deve essere mantenuto costantemente ad un buon livello di funzionalità, onde evitare l'insorgere di situazioni potenzialmente all'origine di gravi disservizi per tutto il territorio del nord Sardegna.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Scopo del presente progetto è l'intervento di manutenzione straordinaria dell'impianto di sollevamento Coghinas 2. Con l'integrale sostituzione del sistema motore-pompa sulle linee denominate 3 e 4.

L'intervento in programma prosegue nella medesima direzione già tracciata dagli interventi svolti nel medesimo impianto in seno al P.O.F.E.S.R. 2007-2013, ossia l'inserimento ex-novo di un sistema di avviamento per tutte e cinque le linee con inverter in media tensione, il quale permette sia l'avvio che la regolazione del numero di giri di due motori contemporaneamente, e la revisione completa delle elettropompe, con sostituzione delle tenute meccaniche per ottimizzare il funzionamento in continuo delle macchine, con evidenti vantaggi sia in termini energetici, che manutentivi e gestionali.

L'intervento in oggetto si inserisce in un più ampio programma di rinnovo delle maggiori componenti elettromeccaniche dell'impianto, oramai giunte a fine vita utile.

È, infatti, possibile osservare come l'intera linea di sollevamento Coghinas 2 sia stata realizzata nel 1979 e che, da quel momento, gli organi principali (pompe e motori), seppur soggetti a manutenzione ordinaria e straordinaria, non siano mai stati sostituiti.

Si può osservare conseguentemente come, globalmente, l'intervallo medio tra due interventi manutentivi successivi (sia programmati che conseguenti a rotture/arresti improvvisi) si sia accorciato sensibilmente e, pertanto, per quanto la linea di sollevamento sia parzialmente ridondante (nell'ottica dell'alternanza nel servizio continuativo), stia progressivamente decrementando il livello di affidabilità temporale e prestazionale dell'impianto.

A riprova di quanto sopra, si riporta un breve riepilogo degli interventi elettromeccanici ed idraulici più significativi svolti sulle cinque linee dell'impianto negli ultimi 10 anni (con relativo importo speso) ed il tempo totale di funzionamento delle stesse, aggiornato ad aprile 2019.

Linea 1		
05/07/2012	Manutenzione e ripristino autotrasformatore	€ 1 492,00
15/01/2014	Ceramizzazione	€ 2 630,00
07/02/2014	Revisione pompa	€ 3 870,00
07/02/2014	Sostituzione tenute	€ 19 113,00
22/12/2014	Smontaggio e sostituzione valvole di mandata	€ 13 396,15

09/06/2015	Smontaggio pompa per manutenzione basamento	€ 900,00
19/06/2015	Revisione trasformatore 15/3 kV 1250 kVA	€ 2 200,00
13/08/2015	Rimontaggio pompa	€ 1 030,00
21/08/2015	Rimontaggio motore riavvolto	€ 1 160,00
26/01/2018	Smontaggio e revisione	€ 600,00
19/06/2018	Rimontaggio allineamento e collaudo dopo revisione	€ 2 700,00
09/08/2018	Sostituzione tenuta meccanica (L.G.) e collaudo	€ 2 096,53
Totale		€ 51 187,68

Linea 2		
06/07/2009	Revisione motore BT	€ 8 362,80
30/05/2012	Revisione e ceramizzazione pompa	€ 12 470,80
28/05/2014	Revisione pompa	€ 3 870,00
28/05/2014	Sostituzione tenute	€ 19 113,00
29/09/2014	Smontaggio pompa per verifica e sostituzione cuscinetto	€ 2 837,19
21/10/2015	Smontaggio pompa per sostituzione cuscinetto	€ 1 700,00
25/11/2015	Smontaggio e sostituzione gommini accoppiamento gruppo	€ 1 714,42
22/07/2016	Smontaggio pompa	€ 400,00
09/08/2016	Rimontaggio allineamento e collaudo gruppo pompa	€ 3 685,50
26/09/2017	Sostituzione gommini giunto di accoppiamento gruppo pompa	€ 1 906,40
05/06/2018	Sostituzione Kit ricambio tenuta meccanica L.O.G. pompa	€ 730,00
13/06/2018	Rimontaggio allineamento e collaudo pompa	€ 600,00
18/07/2018	Sostituzione bulloneria basamento pompa	€ 400,00
Totale		€ 57 790,11

Linea 3		
10/06/2010	Revisione motoriduttore valvola	€ 1 140,00
11/06/2010	Manutenzione interruttore MT	€ 679,00
29/06/2010	Manutenzione aspiratore Trafo	€ 340,00
28/07/2010	Revisione pompa	€ 7 260,72
18/05/2011	Sostituzione trasformatore	€ 6 410,00
21/06/2012	Manutenzione riduttore valvola mandata	€ 996,00
06/06/2014	ceramizzazione	€ 2 630,00

06/06/2014	Revisione pompa	€ 3 270,00
06/06/2014	Sostituzione tenute	€ 19 113,00
23/09/2014	Smontaggio motore, montaggio e allineamento	€ 960,00
23/12/2014	Smontaggio e sostituzione valvole di mandata	€ 4 266,60
21/04/2015	Sostituzione tenuta meccanica	€ 18 642,96
30/01/2018	Smontaggio basamento per manutenzione	€ 665,00
06/03/2018	Rimontaggio pompa completa di basamento, collaudo	€ 4 480,80
18/07/2018	Sostituzione bulloneria basamento pompa	€ 400,00
Totale		€ 71 254,08

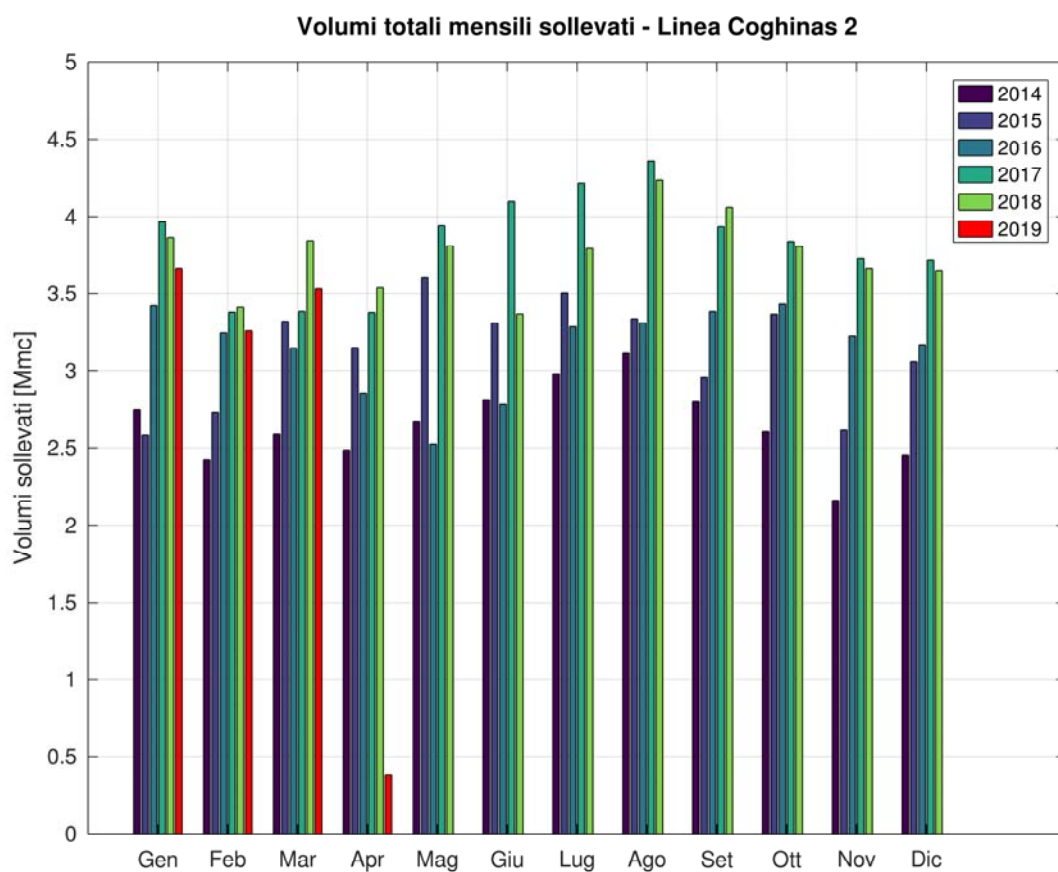
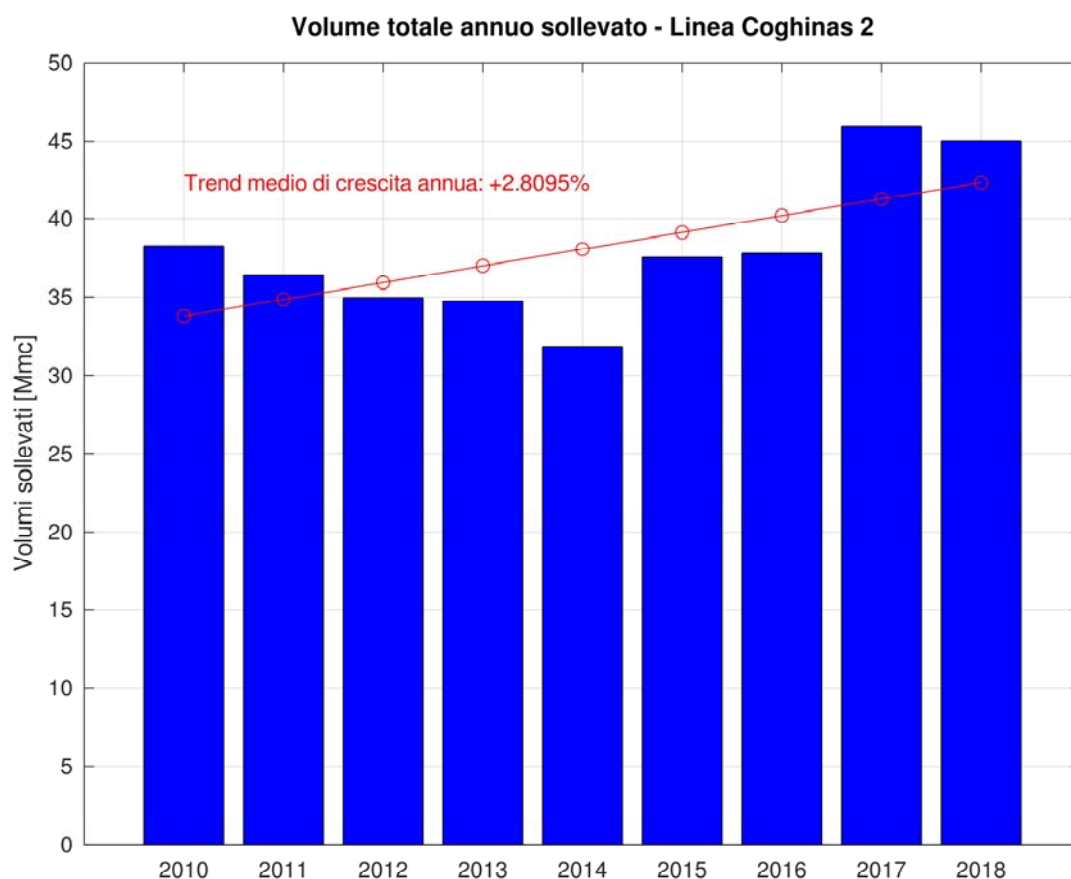
Linea 4		
06/07/2009	Revisione pompa	€ 11 741,00
04/03/2010	Revisione motoriduttore valvola	€ 1 140,00
08/09/2010	Manutenzione aspiratore Trafo	€ 407,50
18/07/2011	Avvolgimento motore Marelli NVT 500 N4 Kw883	€ 22 882,00
20/07/2011	Installazione tenuta meccanica su pompa	€ 25 836,40
02/07/2012	Smontaggio e ritiro autotrasformatore	€ 716,00
19/11/2014	Smontaggio e sostituzione cuscinetto reggispira	€ 1 431,39
20/11/2014	Smontaggio e sostituzione cuscinetto reggispira	€ 720,00
20/10/2015	Revisione pompa	€ 3 000,00
07/09/2016	Rimontaggio pompa	€ 3 000,00
Totale		€ 70 874,29

Linea 5		
06/05/2010	Revisione motore elettrico	€ 7 612,80
03/06/2010	Revisione pompa	€ 11 389,72
15/04/2014	Revisione pompa	€ 3 870,00
15/04/2014	Ceramizzazione	€ 1 154,00
15/04/2014	Sostituzione tenute	€ 19 113,00
22/07/2016	Allineamento gruppo motore-pompa	€ 500,00
07/09/2016	Sostituzione tenuta meccanica	€ 5 155,75
Totale		€ 48 795,27

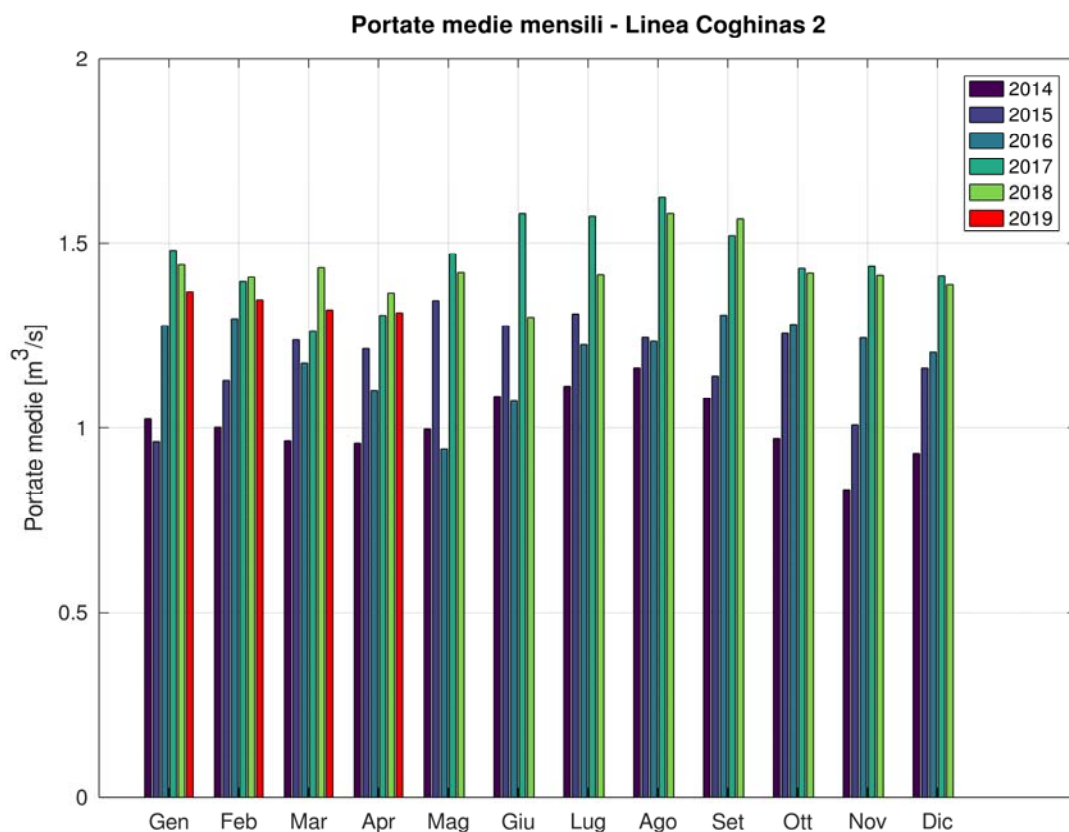
Come è possibile rilevare dal prospetto riportato a seguire, tutte le 5 pompe dell'impianto hanno lavorato, nello scorso quinquennio, circa 20.000 ore cadauna, ossia tra il 15 ed il 25 per cento del relativo monte ore complessivo, maturato, però, in un totale di 40 anni di attività. Ciò denota come l'impianto, sia stato sottoposto negli anni ad uno stress d'uso sempre crescente.

Linea	Ore lavorate al 01/03/2014	Ore lavorate al 03/04/2019	Totale ore lavorate nel periodo 2014- 2019
1	120483	141352	20869
2	62245	79734	17489
3	56483	86692	30209
4	57807	81270	23463
5	50744	70170	19426

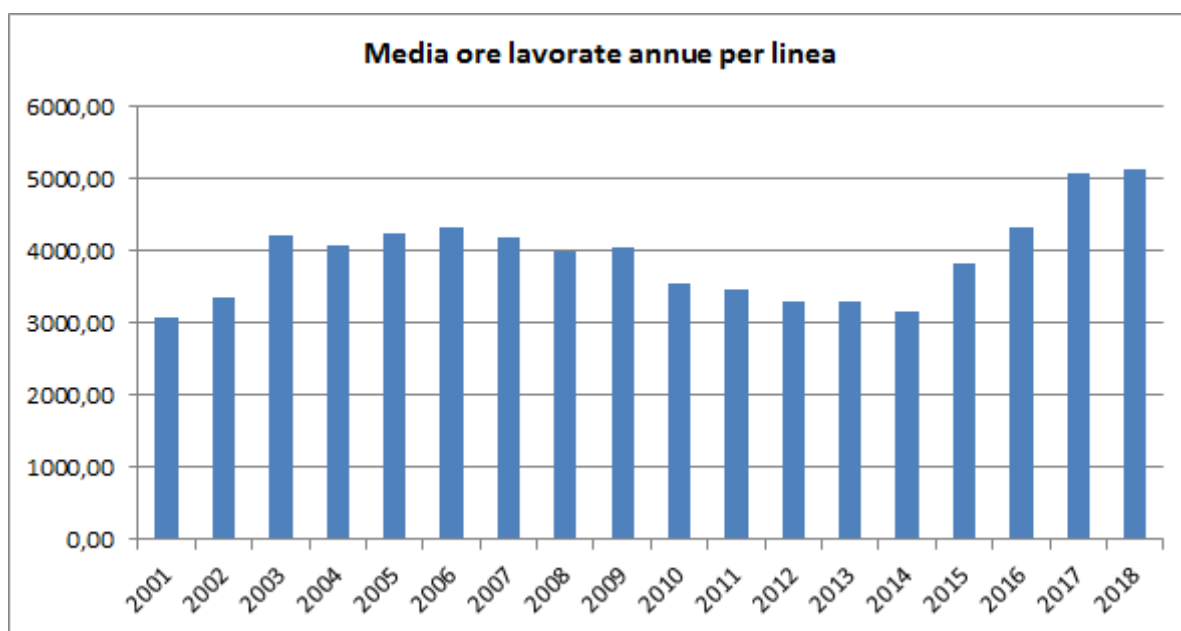
Le deduzioni di cui sopra sono avvalorate anche dall'analisi dei dati aggregati di attività dell'impianto di sollevamento. Da questi, infatti, è possibile rilevare contemporaneamente sia l'effettiva importanza della linea in termini assoluti (con un volume annuo sollevato compreso tra i 35 ed i 50 milioni di metri cubi d'acqua), sia il trend di costante crescita del volume pompato, a sua volta sintomatico di una costante crescita della richiesta durante tutto l'anno, con un trend di crescita medio poco inferiore al 3% annuo nell'ultima decade, pur mantenendo caratteristico il pattern alternato estate-inverno.

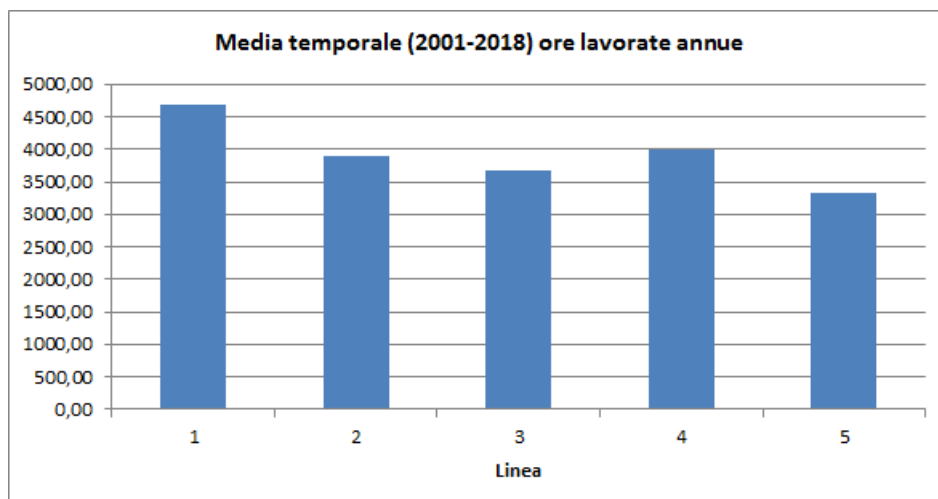


“DGR n.24.01.2017 – Piano Regionale delle infrastrutture L.R.5/2012 art. 4 e art. 5 C.13 (Tabella E)
 Rimodulazione del programma degli interventi a termini della L.R. n.6/2015 art. 10 c.2 e 3
 Intervento q.1.b3: Manutenzione straordinaria dell’impianto di sollevamento “Coghinas II” (3B.P03)



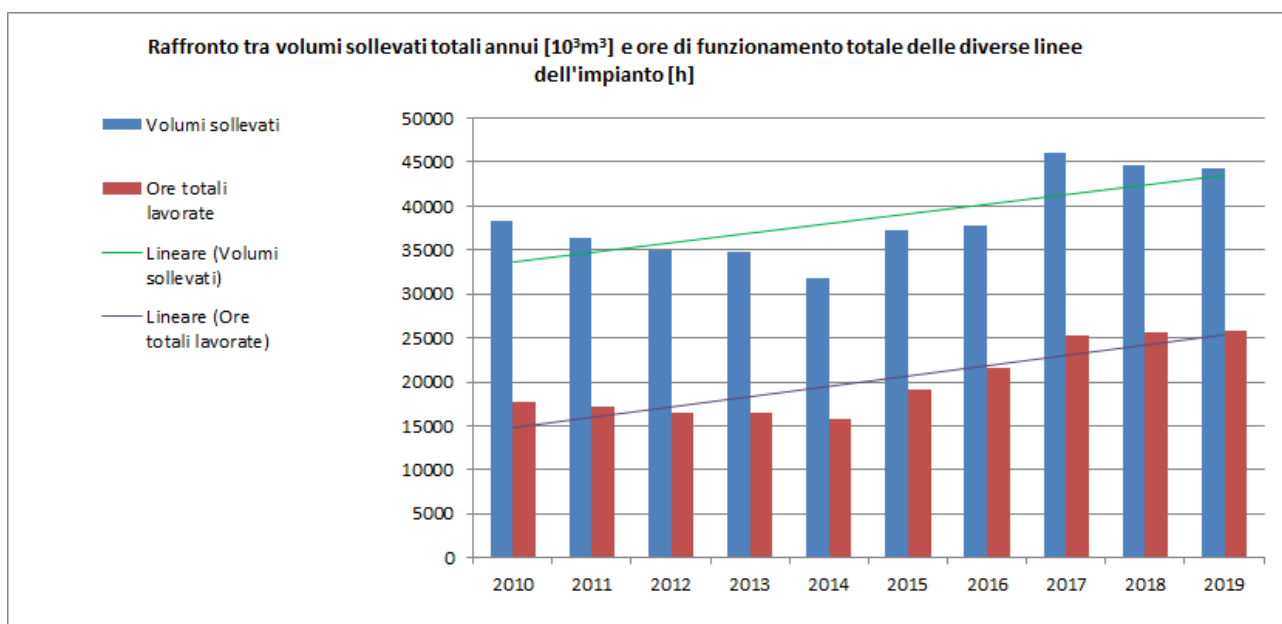
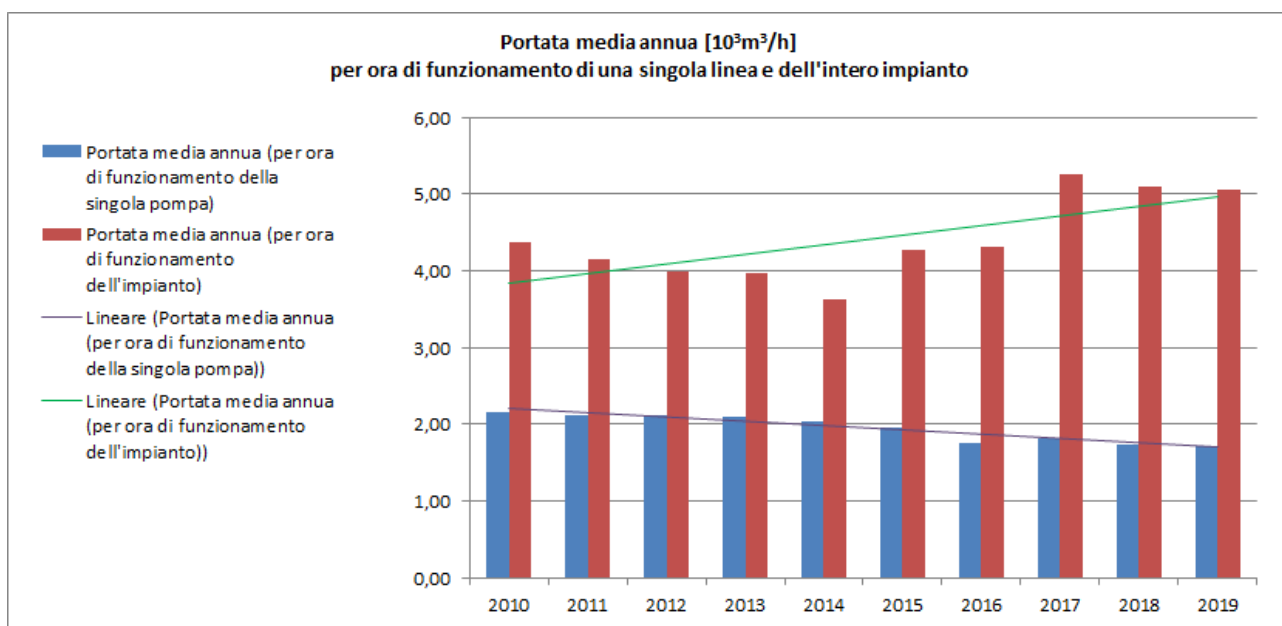
Riproponendo il medesimo approccio su scala temporale maggiore – 18 anni – e valutando le performances globali dell’impianto, è possibile fare ulteriori considerazioni del medesimo tenore.





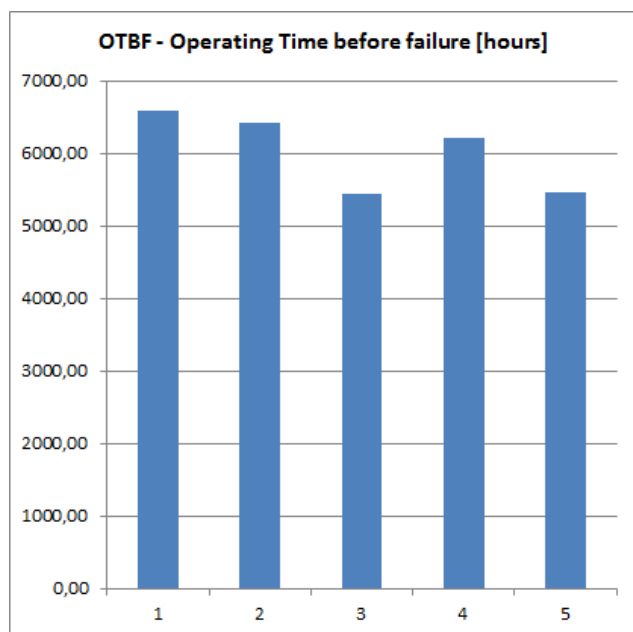
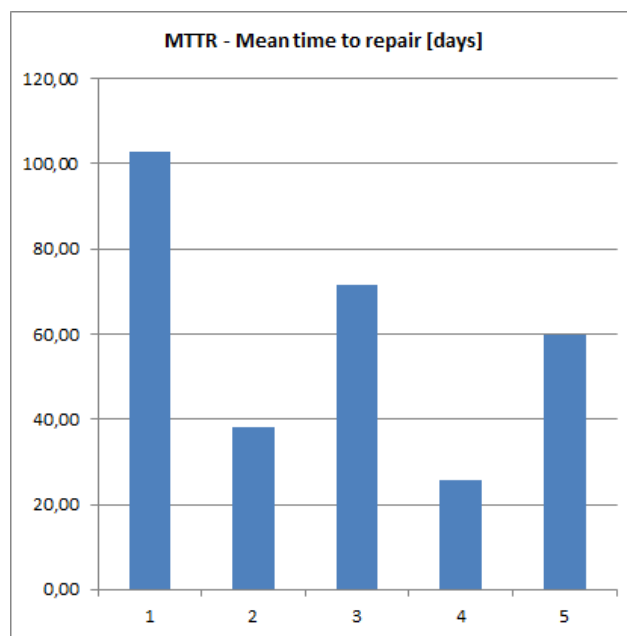
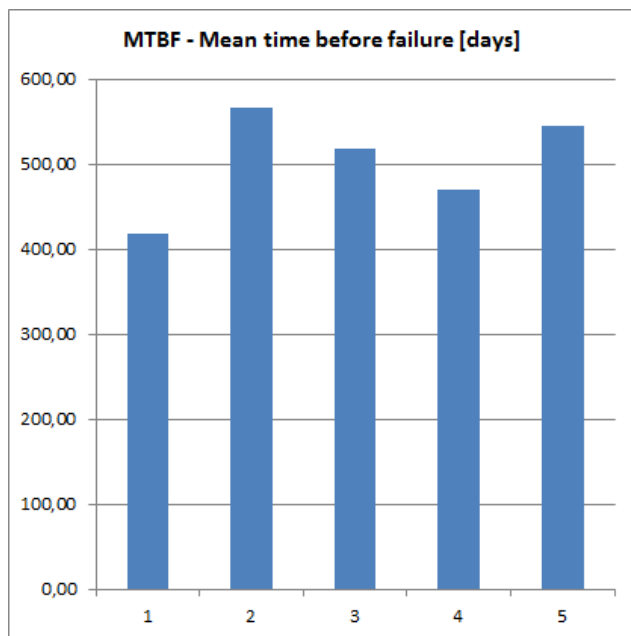
In particolare, dai grafici di cui sopra, è possibile vedere come la linea 1 sia quella mediamente più utilizzata (con 4500 ore di funzionamento medio annuo) mentre il trend dell'attività dell'impianto nel suo complesso si conferma in netta crescita.

Spostando il focus sul rapporto ore di funzionamento/volumi sollevati si assiste contemporaneamente all'incremento delle ore lavorate ed al decremento della portata media, con conseguente decremento del rapporto volumi sollevati per ora di funzionamento. Ossia, a parità di volume sollevato, si rileva un incremento delle ore di funzionamento dell'impianto e, quindi, un decremento delle portate medie. Ciò è attribuibile al recente avvio del funzionamento con Inverter dal 2014.



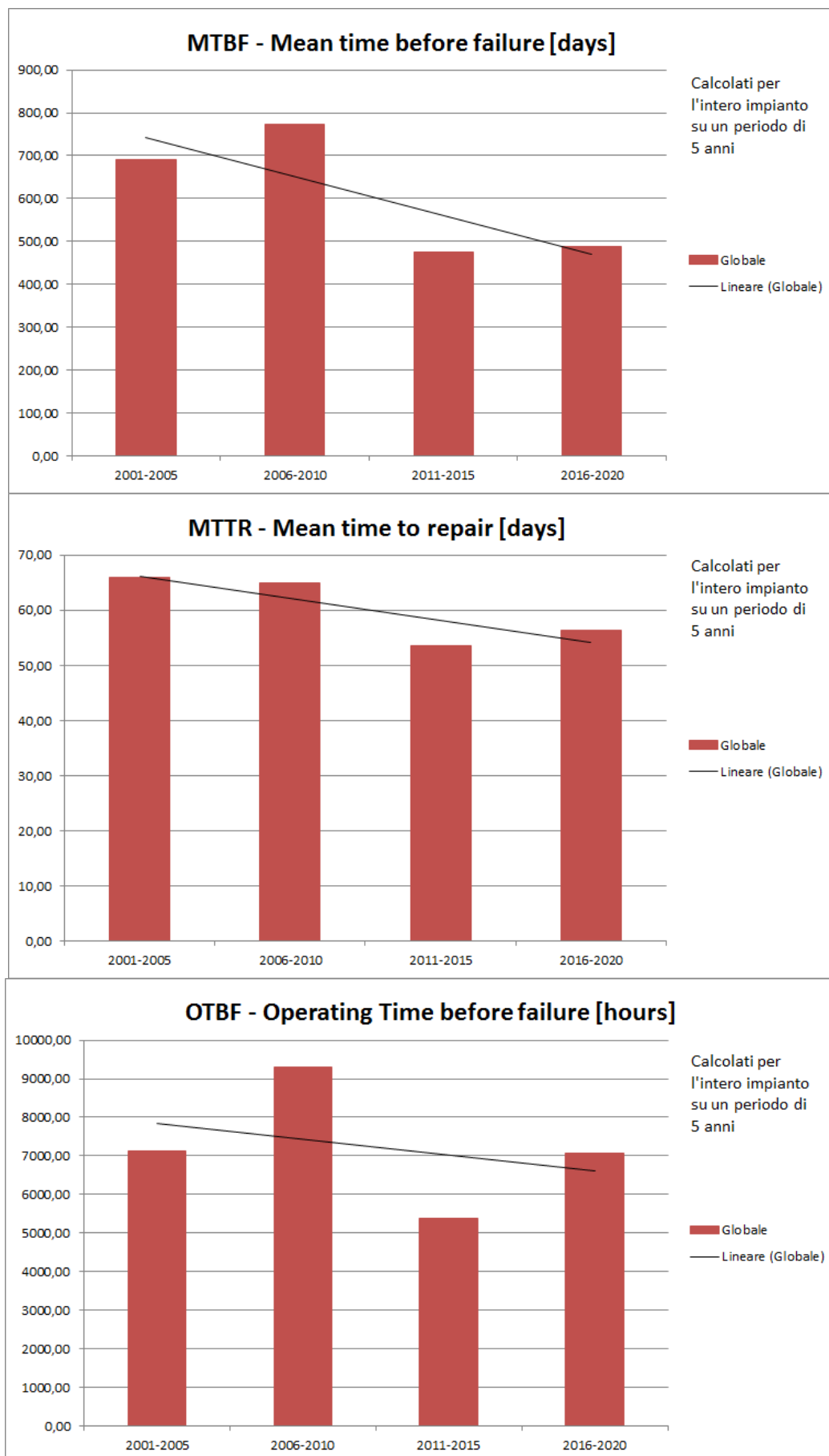
La possibilità del funzionamento a giri variabili (sotto inverter) permette una regolazione più raffinata, prediligendo periodi di funzionamento più lunghi con portate minori, limitando, conseguentemente, il numero di accensioni/spegnimenti.

Dal punto di vista dell'affidabilità delle macchine, è possibile leggere i principali indici di riferimento, ossia MTBF (*Mean Time Before Failure*), MTTR (*Mean Time to repair*) e OTBF (*Operating time before failure*) valutati sia per ogni linea sull'intero tempo di osservazione (2001-2019), che globalmente per l'impianto su intervalli di cinque anni.

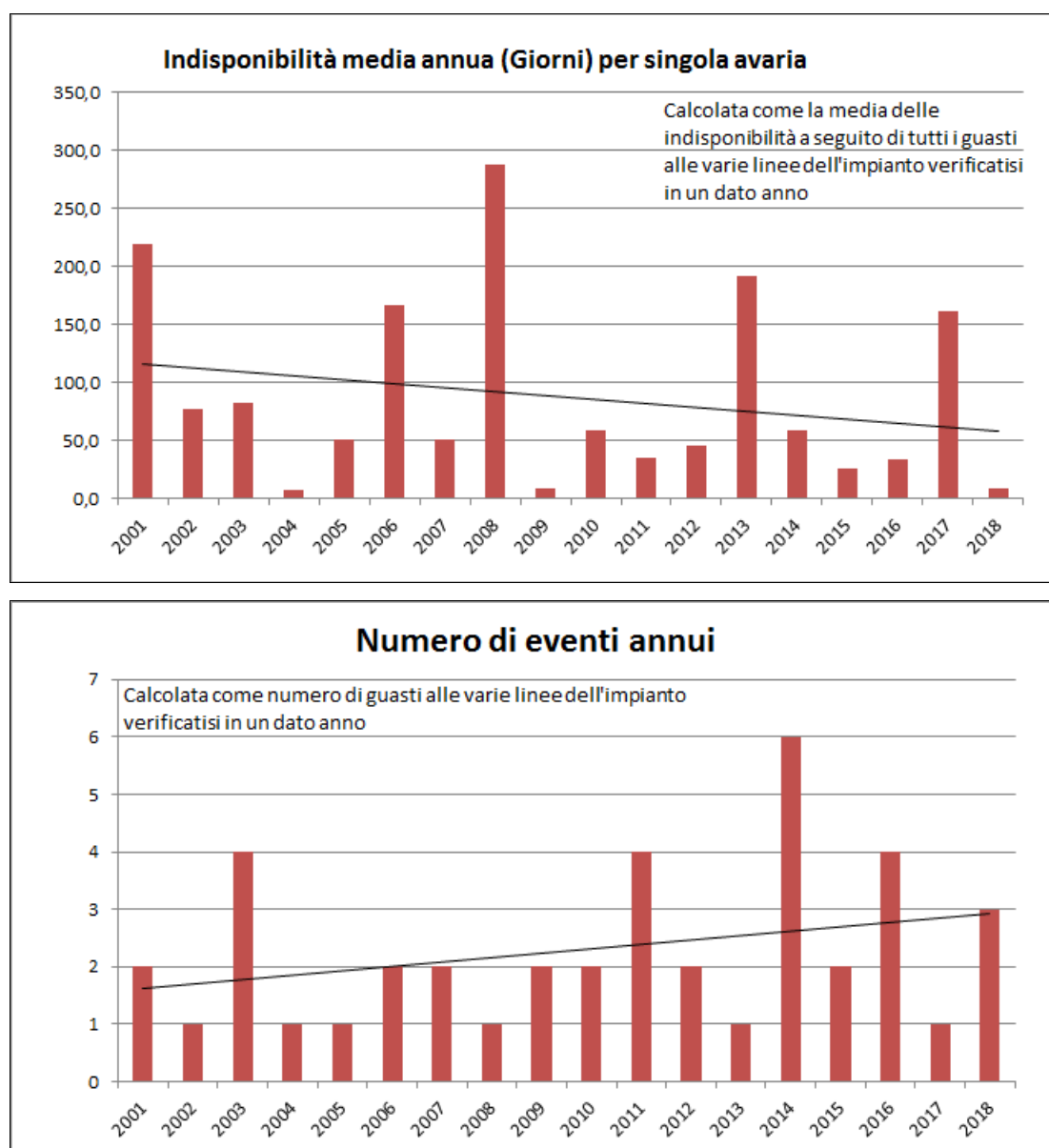


Dall'analisi sulle singole macchine, è possibile rilevare che le macchine che presentano le performances globalmente peggiori sono, in ordine, quelle delle linee 3, 5 e 4. Delle tre, però, per la linea 5 è già in previsione un intervento di ripristino funzionale con sostituzione delle tenute meccaniche con nuove di diversa e migliore concezione (per un importo di circa 9.500 euro), che si concluderà entro il 2019 ed in seguito al quale ci si attende un incremento delle performances di affidabilità.

Le conclusioni di cui sopra, inoltre, trovano conferma, tenendo conto anche delle spese in programma per il 2019, nelle spese totali per singola macchina presentate precedentemente. Da queste, infatti si può verificare come le pompe 3, 4 e 5 siano quelle che, ad oggi, hanno richiesto il maggiore impegno economico.



Valutando i trend globali si evince, invece, come i tre indici principali presentino la tendenza a diminuire in valore assoluto. In pratica, si assiste alla diminuzione in parallelo del tempo medio tra due guasti (sia in termini di giorni naturali che in termini di ore lavorate) e del tempo medio di fermo per riparazione.



Valutando, infine, in parallelo ai summenzionati indici il tempo di effettiva indisponibilità dell'impianto o anche solo di alcune delle sue parti, è possibile rilevare come nel tempo si è verificata la diminuzione del tempo medio di fermo/indisponibilità parziale/totale dell'impianto e l'incremento del numero di eventi annui. Globalmente, infatti, si rileva l'incremento del numero di interventi risolti in maniera sempre più celere. Ciò è

riconducibile al cambiamento nel paradigma manutentivo, che ha visto un reindirizzamento delle energie nel prevenire il danno attraverso un'adeguata azione di monitoraggio costante dello stato delle macchine. Prediligendo, quindi, un'azione preventiva ad un'azione reattiva. Tale approccio permette di ridurre drasticamente l'insorgere di fermi dovuti a gravi danneggiamenti della macchina (che producono fermi lunghi) a costo di portare a termine numerosi brevi interventi volti a mantenere a livelli accettabili lo stato di conservazione delle componenti.

VALUTAZIONI ENERGETICHE

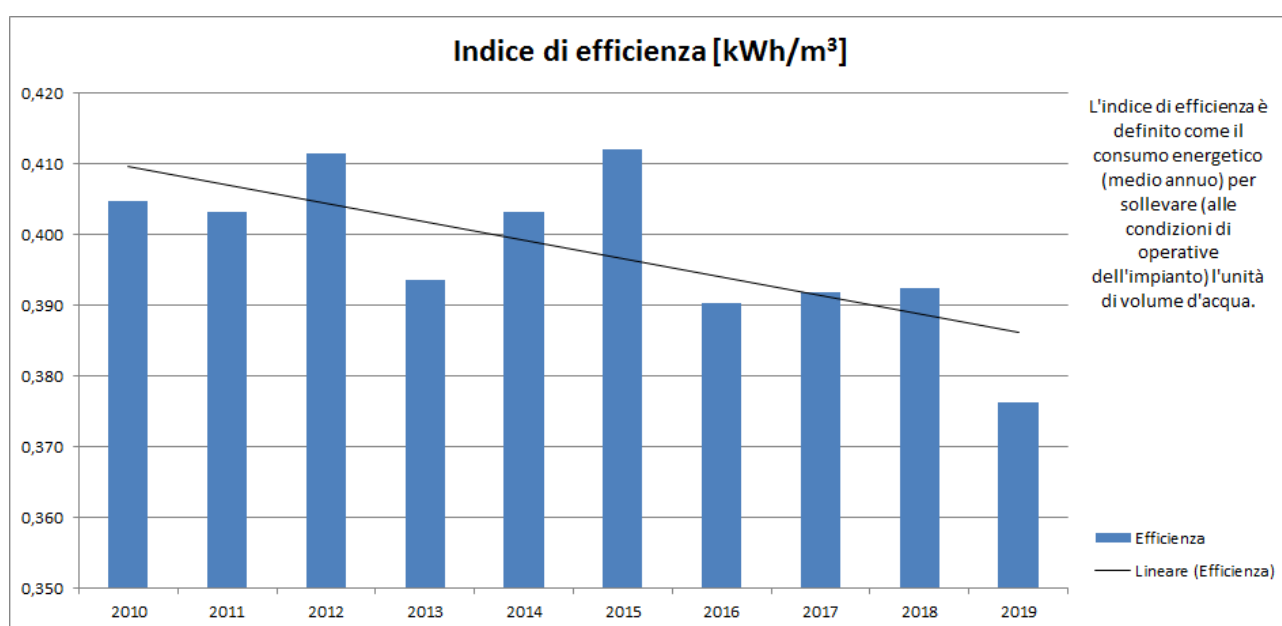
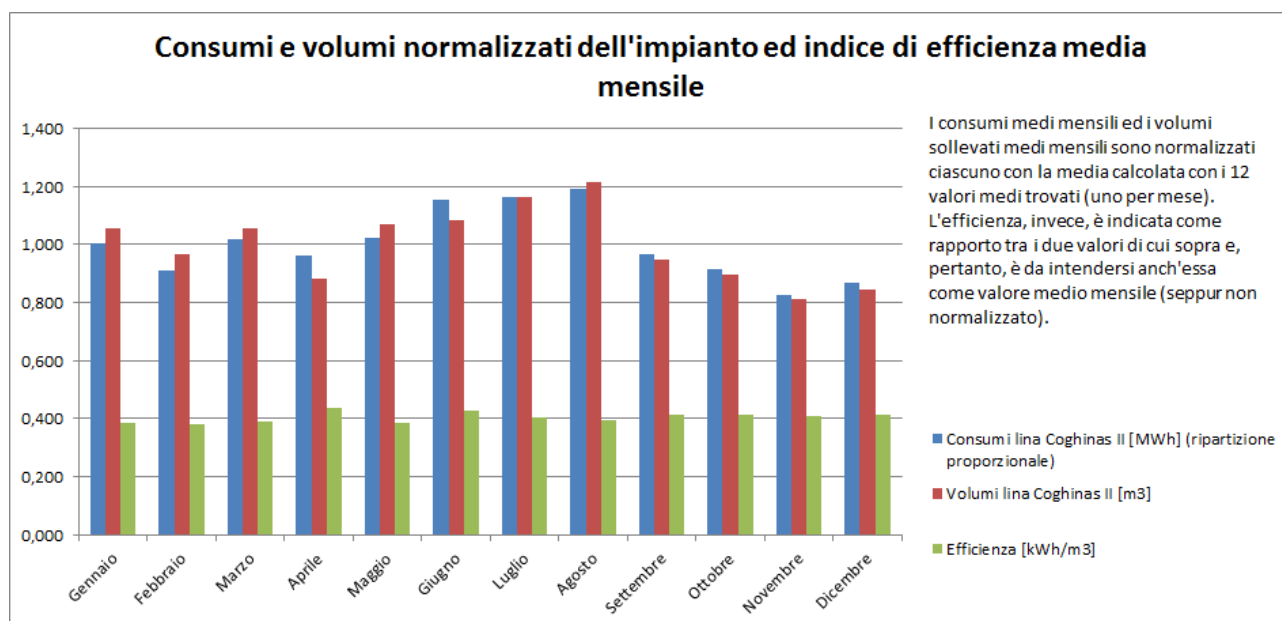
Relativamente al contenimento dei consumi energetici, anche con riferimento all'impatto sul piano economico-finanziario dell'opera, sarebbe utile valutare l'andamento storico dell'efficienza delle linee di sollevamento, in relazione agli interventi che le medesime hanno subito.

Per l'impianto di sollevamento di S.M. Coghinas, purtroppo, è disponibile unicamente il dato di efficienza aggregato, ossia relativo all'intero impianto (pompe linee Coghinas I e Coghinas II) per il periodo 2010-2017.

Impianto di S.M. Coghinas – Rendimento							
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.73	0.73	0.73	0.74	0.72	0.73	0.73	0.74

Relativamente a tale dato, inoltre, si segnala come il medesimo non possa fornire informazioni di rilievo sulle singole linee di sollevamento (Coghinas 1 e Coghinas 2) e, ancor meno, sulle singole elettropompe.

Con l'obiettivo di ottenere un dato, per quanto indicativo, relativo unicamente alla linea di interesse, si è provveduto ad una ripartizione dei volumi proporzionale ai volumi sollevati ed alla quota di sollevamento.

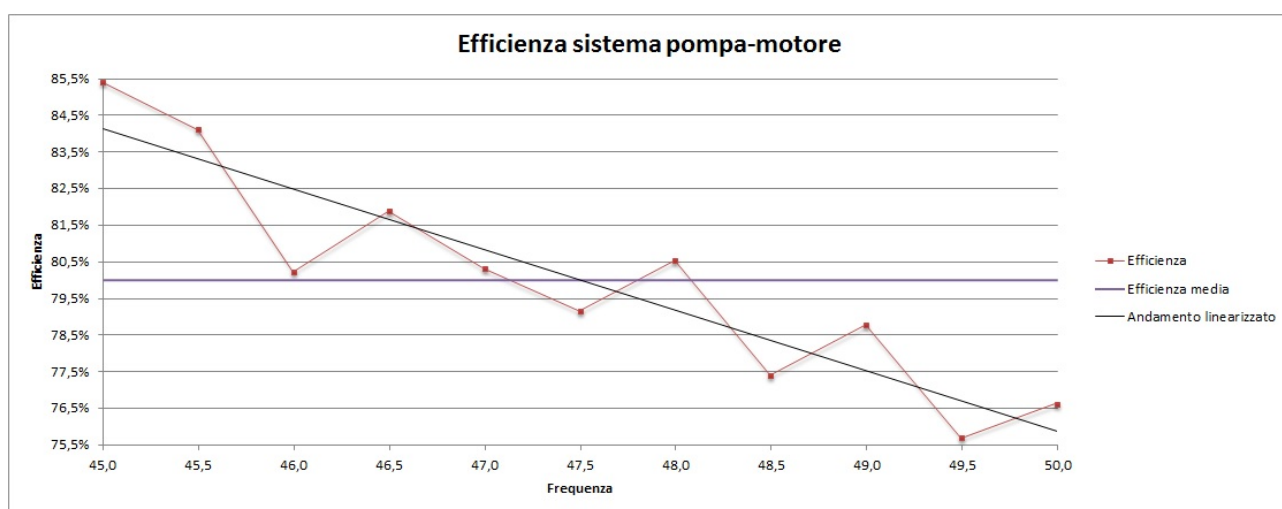
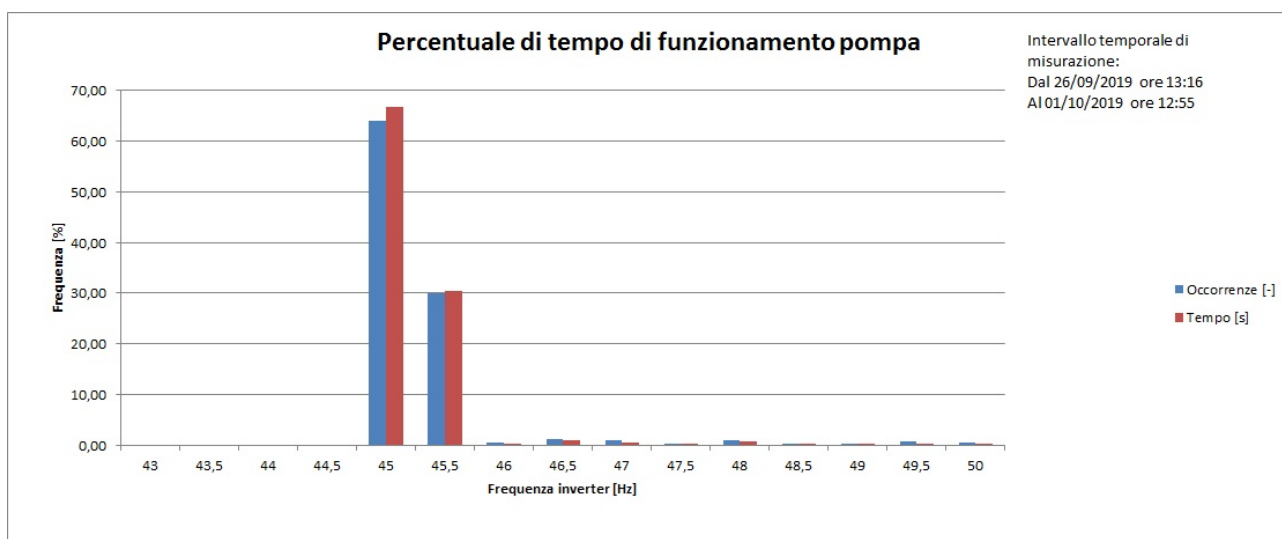


Dalle elaborazioni svolte è stato possibile verificare come l'andamento dei consumi segua con buona aderenza il trend annuale dei volumi sollevati e che l'efficienza dell'impianto stia progressivamente migliorando.

In particolare è possibile rilevare come l'indice di consumo energetico, definito come il consumo (kWh) per sollevare l'unità di volume (m^3). Per questo indice si rileva un trend di costante decrescita, a riprova del fatto che i recenti interventi di efficientamento dell'impianto stanno dando i frutti sperati, riducendo la spesa energetica per unità di volume sollevato.

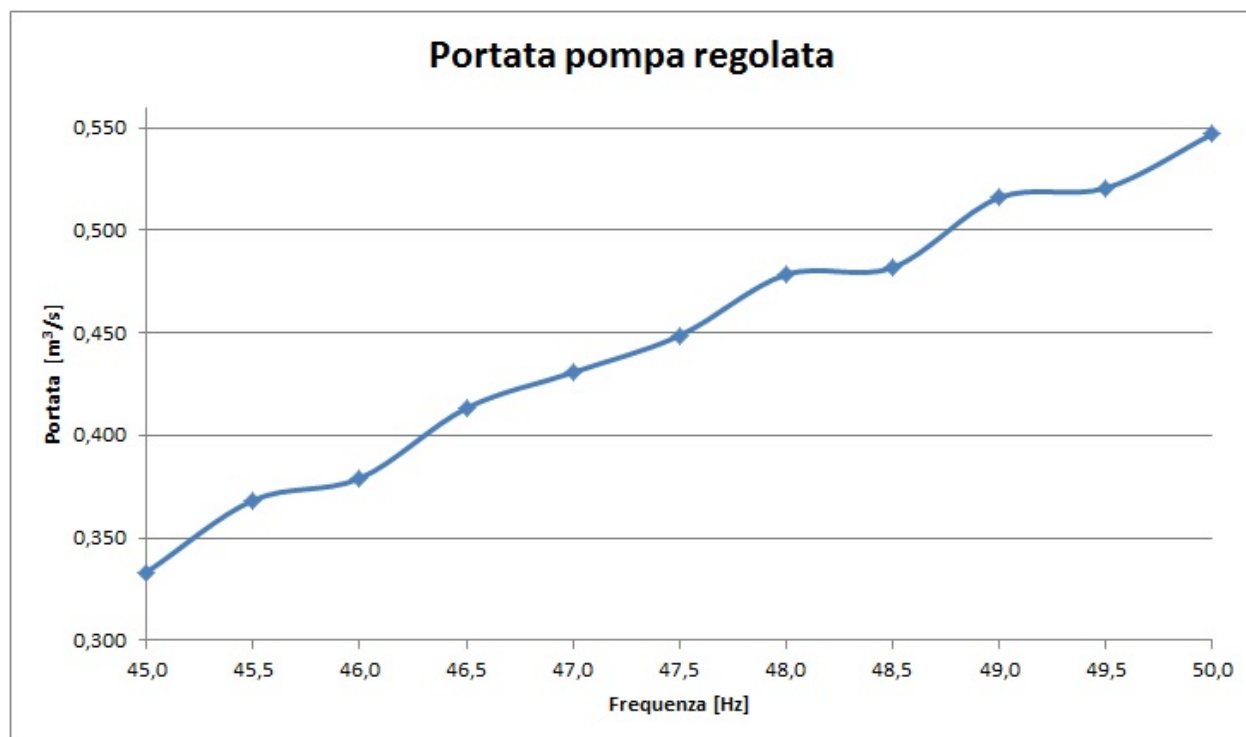
L'attività di monitoraggio energetico (oltre che di altre grandezze caratteristiche del sistema) è, però, attualmente in fase di implementazione e, pertanto, non è possibile portare avanti valutazioni maggiormente dettagliate.

Per ovviare alla mancanza di dati storici di funzionamento significativi, si è provveduto ad un monitoraggio locale dell'impianto, ed in particolare del funzionamento di una pompa (la n. 3, utilizzata in regolazione, ossia a giri variabili con l'ausilio di uno dei due inverter presenti). Tale monitoraggio ha permesso, da una parte di verificare quale, effettivamente, fosse l'attuale regime di utilizzo della pompa soggetta a regolazione e, parallelamente, stimare, seppur in maniera indicativa, il rendimento del sistema pompa motore con funzionamento regolato con inverter.



I risultati delle analisi di cui sopra sono sintetizzate nei due grafici suesposti, dai quali è possibile verificare come l'inverter venga utilizzato principalmente per mantenere una pompa ad una frequenza compresa tra i 45 e i 45.5 Hz, con una portata sollevata

compresa tra i 325 e i 375 litri al secondo. Tale configurazione permette il funzionamento prolungato della pompa regolata, consentendo il progressivo riempimento della vasca di carico, senza comportare ripetute e repentine accensioni e spegnimenti della pompa.



Nonostante la soluzione rilevata implichi già di per se un incremento di efficienza dell'impianto, a seguito dell'integrale rinnovo/sostituzione delle elettropompe, si avrà necessariamente un ulteriore incremento di efficienza energetica, quantomeno dovuto all'inserimento di componentistica moderna, esente da usura e rispondente alle caratteristiche tecniche prescritte. A ciò vi è da aggiungere che la nuova componentistica, al contrario dell'esistente, dovrà essere necessariamente predisposta da progetto al funzionamento con inverter e, pertanto, permetterà un più ampio campo di funzionamento ottimale il quale, a sua volta, amplierà il range dei funzionamenti ottimali disponibili per la gestione dell'impianto.

INDIVIDUAZIONE DELLE LINEE SULLE QUALI INTERVENIRE

Contrariamente a quanto previsto il precedente livello progettuale, dall'approfondimento dello studio delle performances tecniche ed energetiche delle cinque linee dell'impianto, fermi restando i summenzionati limiti del dato disponibile, è stato possibile rilevare come le linee più indicate per l'intervento specificato sono quelle identificate dai numeri 3 e 4

LINEA 3		Codice Asset	LISO 064
Motore		Pompa	
Codice Asset	MLSO 065	Codice Asset	PLSO 064
Marca	ERCOLE MARELLI	Marca	ERCOLE MARELLI
Numero di matricola/serie	836775	Numero di matricola/serie	59
LINEA 4		Codice Asset	LISO 065
Motore		Pompa	
Codice Asset	MLSO 068	Codice Asset	PLSO 065
Marca	ERCOLE MARELLI	Marca	ERCOLE MARELLI
Numero di matricola/serie	836773	Numero di matricola/serie	58

CARATTERISTICHE

A miglior determinazione delle opere in progetto, si riporta a seguire l'elenco delle caratteristiche minime richieste per la fornitura e i lavori che dovranno essere garantiti:

Pompa

- Tipologia: Pompa centrifuga ad asse verticale monostadio;
- Portata esercizio/nominale: 525/525 l/s
- Prevalenza esercizio/nominale: 111/121 m
- Tenute meccaniche: Tipo “a cartuccia”
- Predisposizione per funzionamento a frequenza variabile con inverter
- Giri: 1500 rpm
- Curva di funzionamento tale da garantire la massima efficienza nell'intervallo compreso tra 1300 e 1500 rpm
- Livelli prestazionali e di efficienza almeno pari a quelli prescritti in capitolato, mantenendo la configurazione verticale e limitando, per quanto possibile, gli interventi di adattamento dell'esistente.
- La pompa dovrà avere un valore di NPSH il più basso possibile per evitare fenomeni critici di cavitazione in aspirazione.

- Il fornitore dovrà garantire progetto e costruzione delle elettropompe presso le proprie officine e dovrà effettuare le Prove presenziate e certificate, presso il proprio Centro Prove od altro centro, comunque conforme alle prescrizioni di Hydraulic Institute con criteri di accettabilità secondo ISO 9906 grado1, Idonee a consentire :
 - a. Prova NPSH
 - b. Assorbimento all'asse della pompa valutato tramite utilizzo di torsiometro.

Motore Elettrico

- Motore asincrono trifase con rotore in corto circuito;
- Predisposto per Servizio continuo e avviamenti ripetuti;
- Alimentazione tramite inverter (predisposizione per funzionamento a frequenza variabile);
- Tensione nominale 3000 V \pm 5%;
- Frequenza 50 Hz;
- Numero di poli 4;
- Potenza: 883 kW;
- N. giri: 1490;
- Temperatura ambiente 40°;grado di protezione IP 45;
- Servizio S1;
- Termistori PTC negli avvolgimenti;
- Forma costruttiva V1 (Esecuzione con flangia e fori passanti lisci);
- Classe isolamento F/H;
- Raffreddamento ad aria;
- Potenza nominale maggiore del 10% di quella assorbita dalla pompa nelle condizioni più sfavorevoli (1890 mc/h - 120 mt);
- Fattore di potenza a 100% del carico maggiore di: 0,82;
- Corrente nominale 210 A;
- Massa: inferiore a 6.000 kg in ordine di sollevamento;
- Livelli prestazionali e di efficienza almeno pari a quelli specificati in capitolato;
- Rispetto delle caratteristiche elettriche, fisiche e meccaniche disponibili nell'impianto;

Carpenterie di adattamento

L'appaltatore dovrà sviluppare la migliore soluzione di adattamento delle nuove pompe all'impianto esistente, tale da garantire oltre al corretto funzionamento delle nuove pompe, anche la celere e semplice retrocompatibilità con le vecchie pompe. In tal ottica, pertanto, non potrà essere prevista alcuna soluzione che implichi la modifica irreversibile dell'impianto o che ne vari in maniera rilevante la modalità di funzionamento sia idraulico che elettrico.

Installazione Elettropompe

Dovranno essere inclusi e compresi nella fornitura la supervisione di personale altamente qualificato del Costruttore/Fornitore delle pompe all'installazione avviamento in loco e la verifica sull'impianto dei valori delle performances garantite delle pompe.

Revisione elettropompe sostituite

Le componenti sostituite dovranno essere sottoposte a revisione completa (sia della parte elettrica che di quella idraulica), con sostituzione di tutte le componenti eccessivamente usurate e/o comunque non in grado di permettere il regolare ed ottimale funzionamento dei sistemi.

Al termine dell'intervento, le elettropompe dovranno risultare perfettamente funzionanti e predisposte per la conservazione presso il magazzino dell'impianto.

È, altresì, possibile affermare sin d'ora che verranno predilette tutte le soluzioni tecniche e gestionali utili al fine di garantire non solo una maggiore efficienza ed affidabilità dell'impianto nel suo complesso, ma anche la maggiore durabilità del medesimo impianto, inteso sia nella sua globalità che nelle sue singole componenti.

Per il raggiungimento di quanto detto sopra l'appalto dovrà essere aggiudicato con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

COSTI

Per il ripristino funzionale dell'impianto di sollevamento, si prevede un importo a base d'asta di 379.502,40 euro oltre alle somme a disposizione per euro 120.497,60.

L'importo progettuale di cui sopra, da affidare con tipologia di appalto misto (Lavori e Forniture), è stato determinato tenendo conto della seguente stima:

Cat. SOA	Descrizione	Importo	% sul totale	% manodopera
OG6	Revisione pompe sostituite	€ 20.000,00	5,270	52,400
OG6	Realizzazione carpenteria di adattamento	€ 26.337,60	6,940	48,599
OG6	Attività di installazione pompe e motori	€ 5.705,70	1,503	79,745
OG6	Attività di collaudo pompe e motori presso stabilimento appaltatore e impianto ENAS	17.504,80	4,613	35,647
	Totale LAVORI	€69.548,10	18,326	48,988
---	Acquisto pompe	€ 149.902,62	39,500	0
---	Acquisto motori	€ 157.551,68	41,515	0
	Totale FORNITURE	€307.454,30	81,015%	0
---	Sicurezza	€ 2.500,00	0,658	79,745
	TOTALE	€379.502,40	100	9,503

Da quanto detto e come riportato nel quadro economico allegato, deriva un importo complessivo per l'intervento di euro 500.000,00 che trova integrale copertura nell'importo disponibile per l'intervento.

TEMPI DI REALIZZAZIONE

Per la realizzazione delle opere in oggetto si stima che i lavori complessivamente possano essere completati in **180** giorni naturali e consecutivi.

CONCLUSIONI

Da quanto sopra esposto, discende inequivocabilmente come l'avanzato grado di vetustà delle componenti principali dell'impianto stia rendendo ostico oltre che oneroso mantenere il prescritto (e soprattutto il futuro) livello di affidabilità unicamente attraverso interventi programmati di manutenzione ordinaria/straordinaria o di riparazione contingente sulle componenti in questione. Questo, anche in un ottica di manutenzione preventiva e predittiva avanzata. Il tutto, in uno scenario che vedrà crescere progressivamente lo stress cui verrà sottoposto l'impianto nel futuro, con un maggiore impegno orario delle singole elettropompe, sia per la maggior richiesta di volumi, sia per il nuovo funzionamento con inverter.

Pertanto, in ordine al mantenimento del necessario livello di funzionalità e affidabilità dell'intero impianto, si rende funzionale l'integrale sostituzione dei sistemi motore-pompa, cominciando dalle linee denominate 3 e 4, poiché attualmente versanti nello stato peggiore e non soggette a manutenzione nel breve periodo e, pertanto, versano ragionevolmente nel peggior stato manutentivo e, pertanto, per prime andranno incontro a problematiche di varia natura con il conseguente arresto.

Parallelamente, sempre con l'obiettivo di incrementare l'affidabilità globale dell'impianto, si prevedrà la revisione completa delle componenti sostituite (motori e pompe) che verranno mantenuti in impianto come "Riserva fredda".

In tale maniera sarà possibile, non solo incrementare il grado di affidabilità globale dell'impianto, ma anche limitare fortemente i tempi di fermo dovuti a guasti od altri eventi fortuiti e non prevedibili, garantendo pertanto, in ogni occasione, la continuità del servizio.

Con la disponibilità di due elettropompe complete a riserva, infatti, sarà possibile provvedere istantaneamente alla sostituzione di ben due pompe in eventuale avaria, permettendo la riparazione delle medesime nei tempi consueti, senza mai perdere il grado di ridondanza ordinario dell'impianto, minimizzando, pertanto, il rischio di fermata complessiva dell'impianto.

Nel complesso, le operazioni di manutenzione straordinaria sull'impianto di sollevamento Coghinas 2, visto l'importante ruolo strategico della linea (sia in riferimento ai punti di fornitura attualmente serviti sia in riferimento a quelli potenzialmente servibili in caso di arresto – programmato od improvviso – della linea parallela Coghinas 1), si rivelano determinanti al fine del mantenimento del necessario grado di funzionalità e affidabilità che l'impianto deve imprescindibilmente mantenere in ordine all'insospendibile servizio che il medesimo deve garantire ai più importanti centri urbani e industriali del nord Sardegna, anche in vista delle rilevanti oscillazioni di domanda che si verificano nei diversi periodi dell'anno a causa delle diverse attività antropiche che in predetta zona si esplicano ed in vista del trend di crescita della domanda che si è andato a delineare negli ultimi anni.

Sotto tale ottica, anche la prevista rigenerazione dei gruppi motore-pompa sostituiti, che verranno mantenuti come scorta a freddo per l'impianto, risulta essere funzionale all'obiettivo ultimo, ossia il raggiungimento di un livello di affidabilità e servizio tale da minimizzare i disservizi sia per numero che per durata.

Inoltre, nell'ottica del monitoraggio tecnico dell'impianto, animato dalle medesime necessità di cui sopra, con l'eventuale disponibilità di risorse finanziarie (ribassi d'asta) si provvederà ad integrare ed ampliare il sistema a sostegno della manutenzione predittiva ed ad integrazione del sistema di monitoraggio energetico di prossima implementazione. Il tutto al fine di poter raggiungere un approfondimento del monitoraggio funzionale al sempre maggiore efficientamento dell'impianto nel suo complesso.