

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
*Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura
Navale*

Via di Vallerano 139 - 00128 ROMA



**Progetto Preliminare per i Lavori di rifacimento dell'impianto di azionamento e controllo
delle pompe del Canale di Circolazione dell'INSEAN**



INDICE

1. Generalità sull'impianto Canale di Circolazione
2. Scopo e Descrizione delle opere
3. Opere da eseguire
 - 3.1 Schema generale del sistema.
 - 3.2 Indicazioni per l'installazione
 - 3.2.1 Motorizzazione del ricircolo dell'acqua in vena:
 - 3.2.2 Prestazioni richieste all'impianto
 - 3.2.3 Elenco di massima dei comandi su consolle

ALLEGATI

Schemi Quadri elettrici impianto esistente (inviati per email)
Situazione attuale delle consolle di controllo
Situazione desiderata delle consolle di controllo

1. Generalità sull'impianto

Il Canale di Circolazione del CNR-INSEAN è un impianto utilizzato come strumento scientifico, idoneo ad effettuare sperimentazioni di idrodinamica. E' costituito da un canale di circolazione verticale ad acqua, con superficie libera, a sezione rettangolare di dimensioni 360cm x 260cm. E' dotato di grandi oblò di osservazione sui lati e sul fondo della sezione di prova. Quest'ultima sezione è situata nella parte superiore del canale. E' possibile, mediante chiusura con coperchio della superficie libera della sezione di prova, eseguire prove in depressione fino ad una pressione di 30mbar. La velocità che la corrente d'acqua può raggiungere nella sezione di prova raggiunge i 5m/s.

Tali caratteristiche collocano questo impianto tra i pochi al mondo in quanto a dimensioni e possibilità sperimentali.

L'acqua è mossa da n. 2 pompe ad elica di grande potenza. Ognuna delle due pompe è trascinata da un motore in corrente continua, attraverso un riduttore meccanico di velocità.

2. Scopo e Descrizione delle opere

Il rifacimento dell'impianto di azionamento e controllo delle pompe del Canale di Circolazione è volto al ripristino dell'affidabilità delle sue prestazioni originali nonché al miglioramento dell'impianto utilizzando tecniche ed apparecchiature di più moderna concezione.

A tal fine si rende necessaria la sostituzione totale dell'attuale sistema di controllo della velocità dell'acqua in vena, compresi gli azionamenti dei motori delle pompe principali (quadro di macchina). Il nuovo sistema integrato sarà del tipo a logica programmabile (PLC) azionato e controllato da un operatore tramite un terminale (pannello) alloggiato nella consolle di comando, disposta in sala controllo, al piano 2°.

Nel pannello di controllo dovranno essere riportati tutti i parametri di funzionamento dell'impianto, attuali e futuri.

Prossimamente infatti il sistema di controllo e monitoraggio sarà integrato con una rete di sensori distribuiti sull'impianto. Ciò consentirà la puntuale verifica dello stato di esercizio degli impianti consentendo un regolare e controllato svolgimento delle misure idrodinamiche sui modelli nella zona di prova

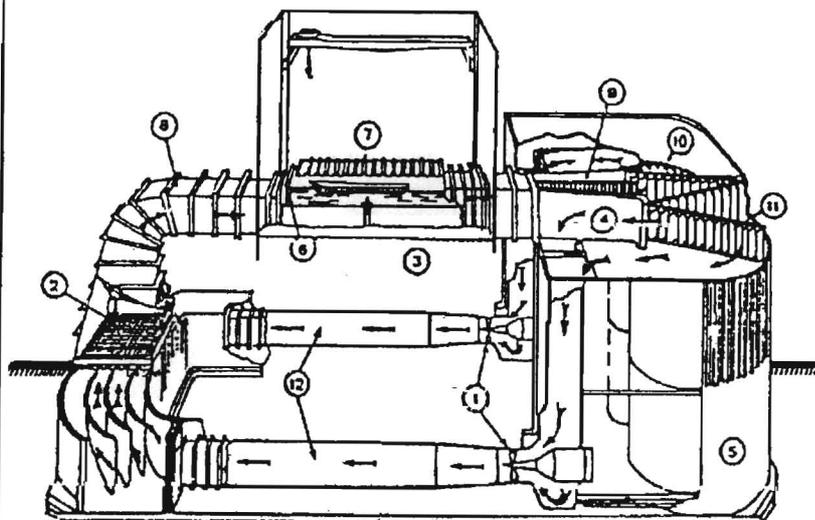
Pertanto il nuovo sistema di controllo sarà costituito da un pannello operatore strutturato su pagine. Per il momento il sistema di controllo delle pompe riporterà solo segnali relativi alla velocità di rotazione dei motori, i parametri elettrici in AC e DC del quadro macchina (tensioni, correnti, ecc.), le anomalie e gli allarmi (es. temperature) dei convertitori e delle apparecchiature del quadro macchina in genere, necessari alla visualizzazione e regolazione del sistema di velocità.

La schematizzazione dell'impianto, con alcuni dati caratteristici, è riportata di seguito.

I.N.S.E.A.N. - ISTITUTO NAZIONALE PER STUDI ED ESPERIENZE DI ARCHITETTURA NAVALE
Via di Vallerano n. 139 - 00128 ROME - Phone: +39 (6) 502991, Fax: +39 (6) 5070619

ITALY

CIRCULATING WATER CHANNEL (1978)



1. WATER IMPELLER
2. HONEYCOMB GRID
3. WORKING SECTION
4. DIVERGING DUCT
5. RESERVOIR WATER TANKS
6. BEGINNING FREE SURFACE
7. MOVABLE COVER
8. CORNUE
9. FLOW SEPARATOR
10. LEFT FLOW DEFLECTOR
11. RIGHT FLOW DEFLECTOR
12. PARALLEL TRUNKS

DESCRIPTION OF FACILITY: Vertical plane, free water surface channel, recirculating 4 million litres, variable water speed ($0 \div 5$ m/s), variable pressure (101 ± 3 kPa), rectangular constant cross-sectional shape with large viewing windows on either side of the test section, overhead traveling 15 tons crane for handling movable cover and large & heavy models. Special bord can be used on the top of working section, to cut free surface waves.

TYPE OF DRIVE SYSTEM: Two 4-bladed axial flow impellers, Ward-Leonard controlled, operating in two separate and parallel trunks.

TOTAL IMPELLER MOTOR POWER: 2 x 435 kW at 1500 rpm.

WORKING SECTION MAX VELOCITY: 5 m/s.

WORKING SECTION DIMENSIONS: Length = 10 m, width = 3.6 m, max. water depth = 2.25 m with 1.0 m of freeboard above the free water surface; it is possible to lower the water depth and operate at reduced speed.

MAX. AND MIN. ABSOLUTE PRESSURE: 1 atm, 0.03 atm.

INSTRUMENTATION: 3-component LDV; dye injection system for flow visualization experiments; pressure sensors; force measuring dynamometers; hydrophones and noise measuring equipment; hot film turbulence probes; data collection and systems control; high speed photographic system; model motor power supplies.

MODEL SIZE RANGE: 1.5 to 6 m.

TESTS PERFORMED: Cavitation, force measurement, noise and flow visualization tests on complete hull-appendage-propulsor models, out flow measurements on surface ships, submerged bodies, torpedoes, acoustic and vibration tests, propeller tests in uniform flow and behind the hull.

OTHER REMARKS: To reach higher speed up to 10 m/s it is planned to remove the main working section and to insert a second working section of 7 x 1.6 x 1.6 m size.

Scheda impianto

3. Opere da eseguire

I lavori oggetto del presente appalto, da realizzarsi nell'edificio denominato Canale di Circolazione

dell'INSEAN di Roma, via di Vallerano 139, sono da intendersi **A CORPO** e non a misura e tutte le indicazioni contenute nel presente documento sono fornite al fine di favorire la Ditta nella valutazione del lavoro.

L'offerta ha ad oggetto il progetto esecutivo e la realizzazione delle opere.

L'impianto andrà riconsegnato funzionante in ogni sua parte, componente, macchinario, motore, strumento di misura od altro componente facente parte dell'impianto anche se non esplicitamente indicato nel presente disciplinare.

L'Appaltatore dovrà obbligatoriamente eseguire sopralluogo preliminare in fase di offerta, quale momento di verifica per ulteriore chiarimento delle specifiche di appalto.

Oltre al sistema di controllo più avanti descritto dovranno essere forniti in opera i cavi di potenza di alimentazione dei motori. I cavi dovranno essere idonei all'uso previsto, determinati anche dalle soluzioni tecniche progettuali. Tuttavia le sezioni dei conduttori non dovranno essere inferiori a 960mm^2 per polo e per motore.

Dovranno essere installati sui passaggi esistenti, previa rimozione dei vecchi cavi, e dovranno essere effettuati i collegamenti ad entrambe le estremità.

Nei lavori sarà incluso il trasporto a discarica dei materiali di risulta di qualunque natura e specie (cavi, carpenterie, componenti) con esclusione dell'armadio filtro che verrà spostato in luogo indicato dal Committente.

Di tali smaltimenti sarà data evidenza con bollettini/ricevute rilasciate da enti/società autorizzati

La ditta dovrà assolvere a tutti gli obblighi di legge per la sicurezza del cantiere e degli operai che vi opereranno.

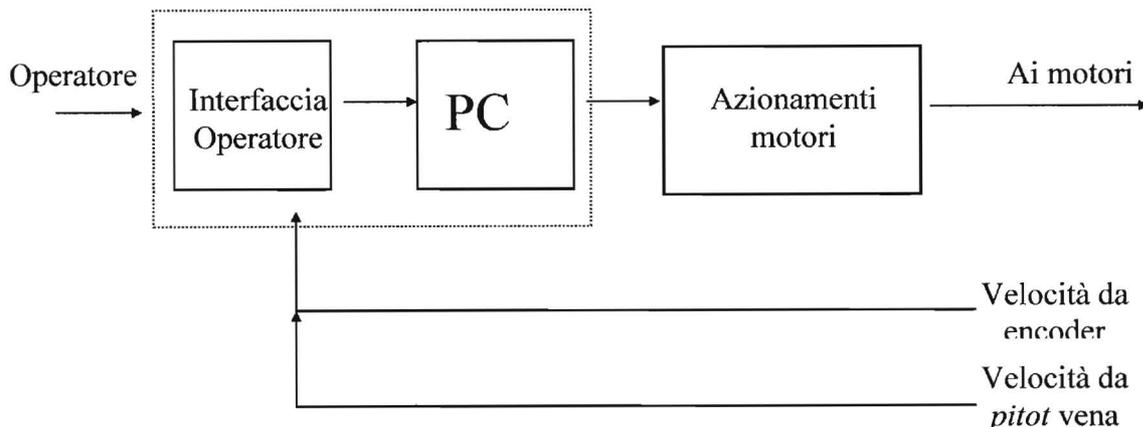
Costituirà parte integrante delle opere l'addestramento del personale all'utilizzo e alla manutenzione degli impianti che dovrà essere specificato in sede di offerta in termini di durata e tipologia degli interventi formativi.

Il manuale di uso e manutenzione dell'intero impianto e delle apparecchiature facenti parte dell'impianto stesso farà altresì parte delle opere.

3.1 Descrizione del sistema.

Il sistema di controllo sarà costituito da un terminale di interfaccia con l'operatore. Vi dovranno essere riportati il predispositore e l'indicatore di velocità, le segnalazioni di allarme/anomalie e quant'altro occorra per poter effettuare tutte le operazioni di supervisione e controllo velocità in modo agevole ed in completa sicurezza.

La struttura del sistema di controllo è riportata di seguito:



Il PLC, con struttura modulare, dovrà avere la possibilità di alloggiare schede I/O anche oltre a quelle necessarie al funzionamento del sistema, per successivi ampliamenti a segnali digitali e/o analogici.

Il segnale "velocità da pitot vena" farà parte di quei segnali che in futuro verranno inviati all'interfaccia operatore ma che fin d'ora vanno predisposti quali ingressi al sistema.

Il pannello di controllo dovrà essere inserito in una consolle, del tipo a leggione anch'essa facente parte della f.o. alloggiata in sala controllo.

Un PC, con appropriato software¹, dovrà consentire di gestire e tenere sotto controllo le grandezze caratteristiche più sotto riportate, impostando i set di parametri caratterizzanti il ciclo di marcia desiderato (rampa di accelerazione, velocità finale, ecc.).

Oltre a questa modalità, dovrà essere mantenuta la possibilità di regolare la velocità delle pompe, come sulla consolle attuale, da potenziometro. Pertanto sulla nuova consolle dovrà trovare posto anche un potenziometro di tipo rotativo.

L'operatore dovrà avere la possibilità di effettuare la manovra del sistema automaticamente o manualmente impostando il ciclo di marcia desiderato (selezionando o meno il set di parametri predefinito). Il raggiungimento della/e velocità impostata/e sarà comunicato automaticamente, in modo visivo e/o sonoro, sulla stessa postazione di comando dell'impianto.

L'avviamento del sistema (accensione delle pompe) dovrà essere segnalato in maniera acustica e visiva al piano -1 (sala pompe), a segnalare l'approssimarsi della messa in moto dell'impianto, consentendo al personale ivi presente di essere avvisato con adeguato anticipo.

Le grandezze, parametri e segnali sopra menzionati, gestiti dal software del PC ed interfacciabili con l'operatore, sul pulpito, saranno (un elenco, sempre di massima, ma più dettagliato è riportato in seguito):

- comando di avvio e d'arresto dell'impianto
- impostazione della o delle velocità da raggiungere nel ciclo di marcia
- rampa di accelerazione
- rampa di decelerazione
- segnalazione allarmi
- segnalazione guasti/anomalie

Il numero di giri delle due pompe di circolazione dell'acqua dovrà essere impostabile in maniera:

- autonoma tra le due potendo quindi realizzarsi delle differenze di numero di giri, questo al fine di considerazioni di tipo idrodinamico che possono necessitare di diverse velocità tra i due flussi;
- congiunta, in modo che le due velocità di rotazione siano uguali, contenute entro uno scarto di 0,02giri/s

Altra caratteristica fondamentale del Sistema di Controllo della Velocità dovrà essere un accurato ed efficiente sistema di diagnosi dei guasti dei processi e delle apparecchiature al fine di risalire alla causa dell'anomalia di funzionamento in modo agevole e celere, anche in caso di guasti causanti l'interruzione dell'alimentazione.

Dovrà essere prevista la registrazione su file dei dati caratterizzanti i cicli di marcia (velocità, stato dei processi e dei dispositivi, ecc.). Ciò al fine di avere un valido complemento al sistema di diagnosi sopra accennato (per risalire alle cause di malfunzionamento) nonché, ai fini di prevenzione guasti, sarà un utile riferimento per stabilire i tempi e gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria; risulterà infine utile per tenere sotto controllo l'eventuale degrado delle prestazioni del sistema (per es. attraverso la registrazione delle correnti assorbite) con il tempo.

L'insieme degli attuatori, dei dispositivi di interfaccia fra essi ed i PC/PLC, dei convertitori AC/DC, delle apparecchiature di potenza relative al sistema di controllo della velocità, i quadri elettrici ed in generale tutte le apparecchiature installate dovranno essere progettate e realizzate per operare negli ambienti nei quali dovranno permanentemente funzionare, tenendo conto delle particolari condizioni climatiche (temperatura, umidità).

¹ Tale software dovrà rispondere ai seguenti requisiti: facilità di utilizzo, velocità di accesso ai parametri da modificare, velocità di esecuzione delle istruzioni, similitudine con altri software in dotazione dell'Istituto.

L'impianto fornito (quadro elettrico) dovrà essere dotato di un interruttore generale di macchina atto a sezionare elettricamente l'intero impianto..

I materiali, le apparecchiature, gli strumenti che saranno impiegati dalla Ditta appaltatrice dovranno essere forniti, se previsto da disposizioni normative e di legge, di eventuale certificazione/omologazione; dovranno altresì essere prodotti da case costruttrici di primaria importanza, presenti sul mercato e di facile reperibilità sul territorio nazionale.

Le case costruttrici di tali apparecchiature dovranno essere presenti sul territorio nazionale con propri centri assistenza e punti vendita.

E' facoltà della Ditta appaltatrice, in relazione alla complessità tecnologica delle opere, presentare proposte di soluzioni tecniche differenti migliorative, di quelle proposte nel progetto preliminare.

3.2 Indicazioni per l'installazione

I progetti definitivo ed esecutivo dovranno essere sviluppati utilizzando supporti software idonei a generare file grafici in formato DXF o DWG e file di testo in formato Word per Windows. La compatibilità dei software utilizzati con quelli citati, se differenti, dovrà essere tale da garantire in modo agevole l'eventuale manipolazione dei file di progetto e di gestione dell'impianto da parte dell'Istituto.

I progetti dovranno essere sviluppati in conformità con le normative tecniche e le leggi vigenti

Inoltre dovranno contenere:

- piano temporale ed organizzazione dell'intervento per la realizzazione delle opere;
- descrizione degli impianti corredata di disegni, elaborati grafici, schemi meccanici, elettrici ed elettronici unifilari e multifilari laddove necessario, delle caratteristiche tecniche dei componenti, delle descrizioni dettagliate delle parti elettriche, elettroniche e meccaniche, sezioni e particolari costruttivi delle opere in oggetto;
- documentazione dettagliata dei software di sviluppo utilizzati (produttore/versione/release), listati dei software, copie di backup e software dell'ambiente di sviluppo;
- relazioni e calcoli dimensionali e di verifica;
- modulistica per l'esecuzione delle verifiche ed elenco delle prove da eseguirsi a fine lavori.
- studi, calcoli, eventualmente necessari, a giudizio del Committente, durante l'esecuzione delle opere.
- le istruzioni di funzionamento, corredate di documentazione fotografica e disegni con sopra chiaramente riportate le manovre da eseguire per una corretta conduzione degli impianti.

Per quanto riguarda i quadri elettrici e la consolle dovranno essere allegati i disegni esecutivi meccanici, mostranti il sistema di costruzione adottato ed i particolari più rilevanti, quali:

- tipologia della carpenteria e dimensioni;
- fissaggio delle morsettiere e delle canalette di cablaggio
- disegni d'assieme ed installazione;
- caratteristiche degli organi di manovra, sezionamento, e di protezione da installare;
- schemi funzionali e planimetrici in formato UNI con simbologia a norme CEI;

a cura dell'Appaltatore dovranno essere inoltre inseriti in dettaglio i calcoli dimensionali e di verifica relativi a:

- *portata in regime permanente per cavi elettrici;*
- *c.d.t. percentuale per i cavi delle utenze;*
- *protezione delle utenze contro il sovraccarico e cto. cto;*
- *impianti di protezione per le persone;*
- *dimensionamento dei convertitori*

Per ciò che concerne il pannello di controllo dovrà essere presentata l'architettura delle pagine di visualizzazione dei comandi, strumenti, indicatori ecc.

E' onere della Ditta esecutrice l'aggiornamento, ad opere ultimate, della documentazione riportante i cambiamenti apportati durante lo svolgimento dei lavori (le planimetrie riportanti l'esatta ubicazione delle apparecchiature, il percorso e la tipologia delle condutture, gli schemi elettrici, elettronici, meccanici e

quant'altro possa servire in futuro per condurre una manutenzione agevole, tempestiva e completa degli impianti).

Questi ultimi documenti saranno parte integrante, insieme alla relazione tipologica dei componenti installati, della DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ che l'Appaltatore rilascerà alla consegna degli impianti finiti.

A cura dell'Appaltatore dovrà essere, inoltre, prodotto il piano dettagliato di uso e manutenzione dell'impianto. Quest'ultimo comprenderà:

a. elenco e fornitura dei componenti e delle parti di ricambio necessarie agli interventi di manutenzione ordinaria per un periodo di due anni;

b. elenco e fornitura dei componenti e delle parti di ricambio necessarie, in caso di guasto, alla minimizzazione dei tempi di fermo impianto.

c. piano di procedure *ricerca guasti*;

d. i programmi temporali indicanti le necessarie revisioni e sostituzioni di apparecchiature.

Il punto a. farà parte integrante della fornitura.

Tutti i software funzionali alla operatività dell'impianto dovranno essere utilizzati esclusivamente con regolare licenza d'uso originale poiché copia dei file sorgenti potrà essere richiesta dall'Amm.ne appaltante o comunque essere custodita dall'Appaltatore per conto dell'Amm.ne appaltante medesima.

Dovranno altresì essere forniti tutti i software, completi di tutti gli eventuali moduli inerenti il funzionamento dei dispositivi installati (software per la gestione degli azionamenti, per la gestione del computer di controllo, etc.) corredati di manuali e licenza d'uso.

3.2.1 Motorizzazione del ricircolo dell'acqua in vena:

le pompe generanti il flusso d'acqua sono azionate da 2 motori in corrente continua le cui caratteristiche sono:

Casa costruttrice: CGE Unelec Alsthom

Tensione max: continua, 440V

Corrente max: 1225A

Servizio: continuo

Eccitazione: separata, 165V 11.2A

Isolamento: classe F

Numero di giri al minuto: 1540/1800 rpm

Potenza Motori (n.2): 506 kW ciascuno

Rapporto di riduzione dei riduttori motore/elica: 11.55 (1500:130)

I motori andranno revisionati. In particolare andranno eseguite:

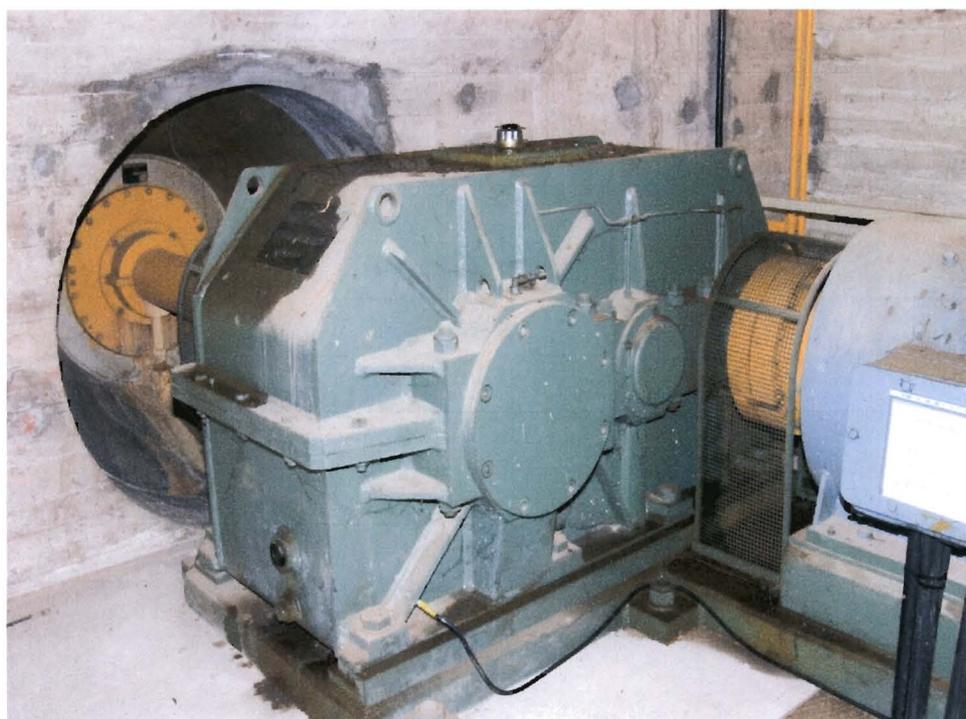
1. *analisi termografica ad infrarossi del motore;*
2. *Misura del livello di isolamento dei circuiti di eccitazione ed armatura prima e dopo l'attività di manutenzione;*
3. *Pulizia mediante soffiaggio di aria essiccata dei condotti di aerazione;*
4. *Sostituzione filtri posti sui boccaporti di aerazione;*
5. *Pulizia degli avvolgimenti mediante soffiaggio di aria essiccata ed eventuali detergenti idonei;*
6. *Verifica delle condizioni del collettore;*
7. *Verifica dei supporti portaspazzole;*
8. *Verifica a mezzo endoscopio industriale dello stato interno del motore;*
9. *Verifica ed eventuale sostituzione delle spazzole;*
10. *Verifica dello stato dei collegamenti e integrità dei conduttori elettrici;*
11. *Verifica dell'integrità della morsettiera;*
12. *Controllo del serraggio dei conduttori sulla morsettiera;*
13. *Pulizia con opportuni detergenti della struttura esterna del motore;*

14. *Stesura di una scheda tecnica di manutenzione motore;*

Per i punti 1,2,8,14, dovranno essere forniti i report cartacei e digitali (grafici, tabelle, immagini, ecc.).

Sui due riduttori andranno eseguite le seguenti manutenzioni:

- *sostituzione dei filtri olio meccanici sul corpo dei riduttori;*
- *controllo del motore di circolazione dell'olio;*
- *controllo della pompa ad ingranaggi di circolazione olio;*
- *sostituzione dell'olio del riduttore*



Motore e Riduttore

RZ

3.2.2. Prestazioni richieste all'impianto

L'opera di cui in oggetto dovrà verificare le seguenti specifiche di progetto:

- Sincronismo di marcia delle due pompe entro lo 0.5 % della velocità istantanea ma con giri pompe singolarmente impostabili.
- Velocità angolare delle due pompe.

Risoluzione ≤ 0.05 giri/s

Sono ammessi i seguenti errori massimi:

Errore sul mantenimento della velocità nel tempo:

$$\varepsilon = \frac{|\omega_i - \omega_m|}{\omega_i} \cdot 1000 \leq 1 \quad (b)$$

dove ω_i è la velocità angolare istantanea (misurata in un periodo di rivoluzione) e ω_m la velocità angolare media (misurata su base tempi un secondo).

La ω_i dovrà essere misurata con una accuratezza dello 1,0 per mille.

Il THD dovrà essere inoltre minore del 5% in tensione e del 10% in corrente.

3.2.3 Elenco di massima dei comandi su consolle

La consolle troverà posto nella sala controllo sita al secondo piano dell'impianto. Dovrà essere collocata in una posizione adiacente a quelle attualmente in uso. Sarà idonea ad essere utilizzata da uno o più operatori seduti di fronte ad esse e contemporaneamente dovrà lasciare libera la visuale sulla camera di prova.

L'accensione e lo spegnimento dell'impianto saranno assicurate da un interruttore a chiave.

Saranno disposti sulla pagina video della consolle (alla pagina Circolazione Acqua) i seguenti comandi e segnalazioni, il cui elenco è esemplificativo e non esaustivo:

1. regolazione velocità
2. accensione pompa 1
3. accensione pompa 2
4. velocità turbina, 1, 2 e 1+2
5. differenza velocità
6. anomalie ed allarmi