


AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO
Area navigazione, idrovie e porti



Progettazione esecutiva e coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione
per la sostituzione del meccanismo a fune di chiusura delle porte di valle
della conca di navigazione di Cremona con nuovo meccanismo oleodinamico

PROGETTO ESECUTIVO

**ALL. B.2 - RELAZIONE TECNICA IMPIANTO OLEODINAMICO E
SISTEMA DI CONTROLLO E INDICAZIONE**

SCALA	CODICE	DATA	REV.
COMMITTENTE:  AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO Area navigazione, idrovie e porti Argine Cisa, 11 42022 Boretto (RE) R.U.P. Ing. Ettore Alberani		PROGETTAZIONE: Dott. Ing. Giannarturo Comola	

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. PORTA DI VALLE	3
1.2. LOCALI VARI (INTERVENTI ELETTRICI)	3
1.3. LOCALI VARI (INTERVENTI MECCANICI)	3
2. SITUAZIONE ATTUALE.....	3
2.1. PORTA DI VALLE	3
2.2. CABINA DI TRASFORMAZIONE.....	4
2.3. INTERVENTI MECCANICI VARI.....	4
3. PROBLEMI ATTUALI	5
4. SCELTE PROGETTUALI – PRINCIPI GENERALI	6
5. SCELTA DEL SISTEMA D'AZIONAMENTO DELLE PARATOIE DELLA PORTA DI VALLE CON CILINDRI OLEODINAMICI: DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO, DEI COMANDI E DELLE SEGNALAZIONI	7
5.1. PREMESSA	7
5.2. CARATTERISTICHE.....	7
5.3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI COMANDO	9
5.4. DESCRIZIONE SISTEMA DI CONTROLLO E INDICAZIONE DELLA POSIZIONE DELLE PARATOIE.....	12
6. DESCRIZIONE TECNICA DEI CILINDRI OLEODINAMICI PER LA MANOVRA DELL'ELEMENTO INFERIORE DELLA PARATOIA DI VALLE	13
6.1. SUPPORTI DEI MECCANISMI CILINDRO.....	13
6.2. DETERMINAZIONE DEGLI SFORZI	13
6.3. CARATTERISTICHE.....	14
6.4. NORME DI PROGETTO.....	15
6.5. DESCRIZIONE.....	15
7. DESCRIZIONE TECNICA DEI CILINDRI OLEODINAMICI PER LA MANOVRA DELL'ELEMENTO SUPERIORE DELLA PARATOIA DI VALLE	16
7.1. SUPPORTI DEI MECCANISMI A CILINDRO	16
7.1.1. <i>Criteria di sicurezza</i>	16

7.2.	CARATTERISTICHE.....	17
7.3.	NORME DI PROGETTO.....	17
7.4.	DESCRIZIONE.....	18
8.	MATERIALI PER ENTRAMBI I CILINDRI	18
9.	DISPOSITIVI DI INDICAZIONE DEL GRADO DI POSIZIONE E DI CONTROLLO CONTINUO DELLO SCOSTAMENTO DELL'ALLINEAMENTO DEL DIAFRAMMA .	19
9.1.	PARATOIA DI VALLE – ELEMENTO INFERIORE	19
9.1.1.	<i>Caratteristiche</i>	19
9.1.2.	<i>Descrizione</i>	19
10.	DISPOSITIVI DI INDICAZIONE DEL GRADO DI POSIZIONE E DI CONTROLLO CONTINUO DELLO SCOSTAMENTO DELL'ALLINEAMENTO DEL DIAFRAMMA .	21
10.1.	PARATOIA DI VALLE – ELEMENTO SUPERIORE	21
10.1.1.	<i>Caratteristiche</i>	21
10.1.2.	<i>Descrizione</i>	21
11.	VERIFICA DELLA CHIUSURA DELLE PORTE	22
11.1.	VERIFICA DELLA CHIUSURA DELLA PARATOIA DI VALLE - ELEMENTO INFERIORE CON BY- PASS APERTO E DEFLUSSO DELL'ACQUA IN CORSO.....	23
12.	PORTA VINCIANA DI SICUREZZA	23

1. PREMESSA

Il presente Progetto Esecutivo realizza l'adeguamento funzionale della porta di valle con la sostituzione del sistema di movimentazione a fune con un sistema a pistoni oleodinamici.

Si realizza inoltre la sostituzione del sistema oleodinamico della porta vinciana di sicurezza con in impianto moderno ed efficiente.

Vengono inoltre realizzate le integrazioni strutturali e i nuovi collegamenti elettrici e di gestione necessari..

1.1. PORTA DI VALLE

- Modifica azionamento paratoie
- Rifacimento quadri di potenza azionamento paratoie

1.2. LOCALI VARI (INTERVENTI ELETTRICI)

- Predisposizione nuove canalizzazioni per la distribuzione degli impianti elettrici

1.3. LOCALI VARI (INTERVENTI MECCANICI)

- Sostituzione della centralina oleodinamica delle porte vinciane con N° 2 centraline comandate da un unico quadro elettrico. Sostituzione dei cilindri oleodinamici.

2. SITUAZIONE ATTUALE

2.1. PORTA DI VALLE

La porta di valle è costituita da un portale di cemento amato nella cui parte superiore e alloggiata la cabina di manovra con i motori e gli argani per il

sollevamento della paratoia di chiusura. Le caratteristiche della porta di valle sono le seguenti:

Larghezza	12,00 m
Altezza	14,50 m
Elementi mobili	2
Quota sommità paratoia	42,40 m.s.m.m.
Livello massimo fiume Po: piena	41,07 m.s.m.m.
Livello idraulico minimo lato conca	28,85 m.s.m.m.
Battente massimo sulla soglia	9,45 m (verso il Po)
Senso di tenuta	Doppio, verso la conca e verso il Po

La movimentazione avviene con un sistema di sollevamento costituito da un gruppo elettromeccanico a due tamburi e funi rinviate a un contrappeso. Non sono presenti sulle paratoie dei meccanismi che bloccano le paratoie per eventuali rotture delle funi.

2.2. CABINA DI TRASFORMAZIONE

La conca è collegata alla rete di MT alla tensione di 15 kV.

Sono state recentemente realizzati i nuovi impianti elettrici di media e bassa tensione con trasformatore e quadri ubicati in nuove strutture prefabbricate poste nei pressi della rampa di accesso alla conca.

Il dimensionamento delle nuove apparecchiature è stato fatto in senso globale, cioè tenendo conto del programma di aggiornamento di tutte le attrezzature della conca.

2.3. INTERVENTI MECCANICI VARI

Il mantenimento dell'efficienza e dell'affidabilità impone il continuo monitoraggio e la puntuale manutenzione anche dei sistemi, che pur se di non quotidiano utilizzo, garantiscono la sicurezza negli eventi eccezionali.

In quest'ottica sono state definite nelle priorità la sostituzione delle tenute delle paratoie della porta di valle e la sostituzione delle ruote di scorrimento della paratoia inferiore di valle.

3. PROBLEMI ATTUALI

Sulla base delle problematiche esposte nel progetto esecutivo generale, per poter ripristinare l'affidabilità e la sicurezza delle operazioni è stato deciso di sostituire completamente il sistema di movimentazione delle paratoie del portale di valle; la parte più critica della conca, cioè le due porte, risulta così completamente rifatta rispondendo all'esigenza di continuare a garantire l'operatività del porto con la maggiore sicurezza e funzionalità assicurata dalle moderne tecnologie.

L'alimentazione elettrica è stata adeguata per rispettare le nuove normative, rispondendo alle richieste dell'ente fornitore per garantire lo stesso livello di efficienza ed affidabilità dei nuovi impianti.

4. SCELTE PROGETTUALI – PRINCIPI GENERALI

Per le porte di valle la scelta principale è la sostituzione del sistema di movimentazione delle paratoie.

La scelta del sistema è stata fatta sulla base delle funzioni che deve svolgere, sia quelle necessarie che quelle accessorie.

- La prima funzione è ovviamente il sollevamento delle paratoie ed il controllo della loro discesa in tutte le condizioni di battente di acqua.
- Viene garantita la sicurezza, cioè che la paratoia non precipita, in ogni situazione.
- Viene assicurata la perfetta orizzontalità della paratoia durante tutta la corsa.
- La velocità massima di sollevamento attuale, raggiunto l'equilibrio idrostatico, è di 14 m/min; essa può essere ridotta fino a 4 m/min senza provocare un importante allungamento nel tempo delle concate, ma con indubbio beneficio per le condizioni di lavoro delle paratoie a condizione che venga opportunamente definita la legge di apertura del by-pass per assicurare il costante innalzamento del livello dell'acqua che non causi pericolo per i natanti.
- Non sono state aumentate le forze in gioco né cambiati i loro punti d'applicazione per non esser costretti a costose modifiche strutturali.
- E' stata decisa l'installazione di semplici ma efficienti sistemi di controllo correzione e blocco per misurare facilmente tutte le grandezze importanti.
- I sistemi di costruzione e i materiali impiegati sono stati scelti per essere idonei all'ambiente in cui si trovano e consentire interventi di manutenzione facili e poco frequenti.

Per la porta vinciana si tratta del parziale ripristino delle gargamature, del rifacimento del quadro elettrico e dell'impianto elettrico esterno, della sostituzione

della centralina oleodinamica con N° 2 centraline e della sostituzione dei cilindri ed eventualmente delle tubazioni oleodinamiche.

5. SCELTA DEL SISTEMA D'AZIONAMENTO DELLE PARATOIE DELLA PORTA DI VALLE CON CILINDRI OLEODINAMICI: DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO, DEI COMANDI E DELLE SEGNALAZIONI

5.1. PREMESSA

L'opera è composta da una paratoia di luce 12,00 x 14,50 m, formata da un elemento inferiore di sbarramento della conca di dimensione 12,00 x 7,60 m, tenuta nei due sensi su quattro lati, e da un elemento superiore di dimensione 12,00 x 7,85 m, tenuta nei due sensi su tre lati, realizzante la massima ritenuta idrostatica. L'elemento inferiore assolve anche alla funzione di preapertura (a corsa e velocità limitata) per l'ottenimento dell'equilibratura idrostatica dei due elementi, prima di dare corso all'apertura totale della paratoia.

I due elementi della paratoia sono svincolati come manovra operativa, essendo ogni elemento guidato entro propri gargami e manovrato da meccanismi indipendenti.

5.2. CARATTERISTICHE

La soluzione innovativa di manovra prevede la completa eliminazione degli attuali meccanismi ad argani elettromeccanici con funi e contrappesi, sostituiti con 2+2 meccanismi a cilindro oleodinamico collegati direttamente con apposite strutture metalliche alle estremità superiori dei rispettivi elementi.

Ogni cilindro, a doppia asta sfilante, è del tipo a semplice effetto; la discesa degli elementi della paratoia avviene per gravità.

L'energia idraulica di comando viene fornita da due centraline oleodinamiche, una per ogni elemento di paratoia, con due gruppi elettropompa per elemento

superiore e due per l'elemento inferiore funzionanti normalmente in parallelo, più un terzo gruppo elettropompa per l'elemento inferiore, dotato di pompa singola, che svolge una funzione di sicurezza.

L'installazione delle centraline è stata prevista all'interno delle cabine, ove attualmente sono posizionati gli organi elettromeccanici.

Per l'installazione dei cilindri è stata prevista un'apertura protetta sul tetto delle cabine laterali con una sovrastruttura in acciaio e pannelli isolanti che contiene i cilindri oleodinamici e i serbatoi d'olio ausiliari.

Al fine di mantenere invariata la disposizione e l'equilibrio dei carichi gravanti sui torrini, i contrappesi degli attuali meccanismi, non più necessari alla manovra, rimangono fissi nella posizione attuale, appesi ad aste metalliche, sostenuti da telai che utilizzano gli stessi ancoraggi delle vecchie strutture.

Il nuovo sistema di comando tiene particolarmente conto dell'esigenza di un elevato livello di sicurezza e le fonti d'energia sono ridondate, prevedendo la manovra d'apertura con due elettropompe in marcia.

Nel caso di avaria di un gruppo di pompaggio, l'operazione viene egualmente garantita da un solo gruppo, ovviamente con un tempo di manovra raddoppiato. Per non gravare eccessivamente sulle potenze elettriche installate, la velocità di manovra normale in apertura e chiusura è stata definita di circa 4 m/min, per cui la completa apertura dell'elemento inferiore sarà realizzata in un tempo di circa 4 min, mentre per l'elemento superiore tale tempo sarà di circa 2,4 min. Le potenze elettriche installate sulle centrali oleodinamiche sono per l'elemento inferiore di 37+37 kW e 22+22 kW per il superiore. La massima potenza elettrica assorbita in fase di sollevamento sarà di 22+22 kW per la centrale di valle superiore, e di 37+37 kW per la centrale di valle inferiore, dato che il terzo gruppo elettropompa funziona solo in caso di guasto di uno degli altri due gruppi.

La pressione oleodinamica di progetto massima per l'impianto è di 190 bar, tenendo conto dei margini di sicurezza necessari rispetto a quella normale d'esercizio.

Tutte le tubazioni oleodinamiche sono previste d'acciaio inossidabile, con giunzioni a flangia, saldate al TIG. I tubi esterni vengono coibentati e protetti.

I cilindri sono ancorati su supporti oscillanti per cui l'alimentazione del flusso in pressione (salita/discesa) agli stessi viene fatta attraverso prese con tubi flessibili protetti.

Con l'obiettivo di garantire la massima sicurezza delle paratoie quando sono sollevate (ipotesi di eventuale rottura degli attacchi dei cilindri di sollevamento nell'analisi dei rischi) e per non intervenire in modo pesante sulle paratoie stesse è stato definito di sostenere il peso della paratoia con un solo cilindro. Ciò comporta un aumento della pressione di progetto dei cilindri, lasciando inalterata la pressione di progetto per alcune centraline oleodinamiche. La pressione di progetto dei cilindri è di 190 bar.

Tavola n. TM2100 Paratoia di valle. Layout impianti oleodinamici.

5.3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI COMANDO

Ogni gruppo elettropompa, salvo il terzo gruppo, è costituito da un motore elettrico accoppiato direttamente ad una pompa oleodinamica doppia.

Durante la fase di preapertura dell'elemento inferiore della paratoia di valle, corrispondente ad una corsa di 1000 mm, entrambi i gruppi elettropompa sono in funzione ma solo le pompe di piccola cilindrata vengono utilizzate per la preapertura, per l'inizio della fase di totale apertura e per il rallentamento finale.

Vengono usate anche durante la fase di chiusura per il pilotaggio dello sblocco delle valvole che mantengono, in appoggio sull'olio, gli stantuffi dei cilindri in posizione di totale apertura delle paratoie.

Quando vengono utilizzate solo le pompe piccole, quelle grandi vengono mantenute pilotate con la mandata in by-pass.

Per la fase di completa apertura vengono sommate le portate di entrambe le due pompe doppie.

Al fine di ottenere un perfetto sincronismo di movimento, un opportuno circuito con divisore volumetrico a due motori oleodinamici a pistoncini di uguale cilindrata è stato previsto per garantire che il flusso d'olio, in mandata dalle pompe o in scarico dai cilindri, venga ripartito in parti uguali.

Come ulteriore affinamento sulla precisione del movimento sincrono dei cilindri ad ogni estremità laterale dell'elemento di paratoia, sono stati previsti dispositivi d'indicazione con trasmettitori elettrici di posizione ridondati (encoders assoluti) che, mediante apparecchiatura elettronica, controllano lo scostamento relativo. L'utilizzo di encoders assoluti assicura la memoria della posizione (lettura) anche in mancanza di alimentazione .

In fase d'apertura nel caso di superamento di un certo valore di scostamento del sincronismo, massimo 5cm di disallineamento tra i due cilindri, si attivano opportune elettrovalvole che sottraggono sul ramo individuato il flusso d'olio eccedente, a valle del divisore di flusso. Viceversa avviene durante la fase di chiusura.

Opportune segnalazioni di preallarme e blocco intervengono in caso di fuori sincronismo grave.

Durante la fase di chiusura, la pressione esistente nei cilindri per effetto della massa ad essi collegata direttamente, determina un flusso d'olio che viene messo in scarico, controllato da due valvole di strozzamento, una, attivata da due elettrovalvole, che consente la discesa rapida, e l'altra, sempre attiva e tarabile manualmente, che determina invece la discesa lenta e i rallentamenti.

Ogni valvola è dotata di un dispositivo di ampia regolazione del flusso d'olio, quindi è possibile ottimizzare le velocità di chiusura e di rallentamento finale. I punti d'intervento dei rallentamenti e della preapertura vengono definiti con elaborazione dei segnali provenienti dai trasmettitori di posizione (encoders assoluti) e da opportuni interruttori di prossimità posti sul dispositivo di segnalazione della corsa dell'elemento.

Per permettere, durante la fase di chiusura, il riempimento delle camere superiori dei cilindri, sono stati previsti dei serbatoi sopraelevati posti in prossimità dei cilindri, che forniscono per aspirazione il flusso necessario. I serbatoi, per l'esigenza di non immettere continuamente aria nuova e quindi umida (anche se ci sono i filtri), possono andare in pressione con una pressione max di 5 bar. Essi saranno dimensionati e omologati secondo le norme ISPELS.

La capacità di tali serbatoi è stata dimensionata ottimizzandola tenendo conto delle portate disponibili dalle pompe e del contenimento dei diametri delle tubazioni per il travaso dell'olio all'interno dei cilindri.

Tali serbatoi vengono posizionati sopra il tetto, essi saranno coibentati per evitare problemi di condensa e quindi formazione dell'acqua. Il ricircolo continuo dell'olio dalla centralina permette un preriscaldamento dell'olio stesso. L'aria all'interno del serbatoio viene filtrata attraverso un filtro con sali per la deumidificazione. Un sistema di rilevamento acqua nel fondo del serbatoio segnala eventuali presenze d'acqua.

L'utilizzo del sistema del divisore di flusso con due motori a pistoni accoppiati e con due valvole proporzionali di spillamento per il controllo delle corse permette l'operazione manuale in emergenza, senza l'ausilio del PLC del sistema, comandando le due elettrovalvole poste in parallelo a quelle proporzionali. Un unico operatore può dal pannello di controllo visualizzare l'allineamento dei cilindri tramite un display che riceve i segnali di posizione dagli encoders, e può azionare tramite un selettore la salita, la discesa e il blocco dei cilindri, e tramite due pulsanti l'apertura delle elettrovalvole che controllano l'allineamento dei cilindri bypassando le valvole proporzionali. Tutte le principali elettrovalvole e valvole manuali portano dei micro di posizione per permettere il loro monitoraggio sullo stato di AP e CH.

La pressione di mandata nei due tubi di alimentazione dei cilindri viene monitorata sul pannello di comando locale con manometri analogici e con

trasduttori di pressione sul pannello di comando remoto per il controllo continuo del carico sui cilindri.

La centralina oleodinamica, il divisore di flusso e i serbatoi vengono montati sopra delle vasche per il contenimento di eventuali perdite d'olio.

Le centraline sono dotate di una pompa di ricircolo olio, termostatate per mantenere una temperatura minima di esercizio. Le centraline sono predisposte per l'attacco di un eventuale scambiatore di calore olio - aria.

5.4. DESCRIZIONE SISTEMA DI CONTROLLO E INDICAZIONE DELLA POSIZIONE DELLE PARATOIE

La logica delle sequenze operative viene governata da un controllore programmabile, ad elevata sicurezza, con controlli ridondati e con alimentazione sotto UPS. Ogni inserimento o mancanza di pressione viene controllato da apposite apparecchiature che, mediante elaborazione dei segnali, forniscono l'indicazione di condizioni di stato normale o di allarme.

La posizione assoluta degli elementi della paratoia alle due estremità e di scostamento di sincronismo, viene segnalata da apposita strumentazione a lettura digitale. Un dispositivo di acquisizione dati su video, segnala tutte le funzioni in atto. In caso di scostamento della posizione di completa apertura degli elementi, un opportuno comando automatico provvede al recupero della posizione, compensando così eventuali piccoli trafileamenti di olio nel circuito e nei cilindri.

Il posto di comando e controllo principale è previsto da un banco di comando centralizzato ubicato in cabina di manovra della Conca.

Localmente, con apposite predisposizioni, si possono effettuare manovre volontarie sotto logica a mezzo del controllore programmato, oppure svincolato dallo stesso. Tutte le impostazioni delle soglie e dei valori di funzionamento e di blocco sono accessibili solo attraverso codice d'accesso.

Disegni :

TM2200 Paratoia di valle elemento superiore. Schema impianto oleodinamico

TM2900Paratoia di valle elemento inferiore. Schema impianto oleodinamico

TM2302Paratoia di valle elemento superiore e inferiore. Disposizione dei finecorsa

TM2303Paratoia di valle elemento superiore e inferiore. Sequenze operative

6. DESCRIZIONE TECNICA DEI CILINDRI OLEODINAMICI PER LA MANOVRA DELL'ELEMENTO INFERIORE DELLA PARATOIA DI VALLE

6.1. SUPPORTI DEI MECCANISMI CILINDRO

La trave avente le dimensioni di 1.930 x 1.050 mm è realizzata in ferri profilati saldati fra loro posizionata a quota 56,00+100 mm e utilizza per il fissaggio i tiranti M20 esistenti uscenti dal piano di calpestio.

Un doppio telaio montato su supporti oscillanti permette l'oscillazione del cilindro nei due sensi.

6.2. DETERMINAZIONE DEGLI SFORZI

La determinazione dello sforzo in trazione in fase di preapertura è stato eseguito considerando tutte le forze passive stimate per eccesso. Per la paratoia inferiore, attraverso la registrazione delle letture delle celle di carico, sono stati ottenuti i carichi reali agenti sulle funi di sollevamento nelle diverse fasi.

CRITERI DI SICUREZZA

Il valore ottenuto è stato aumentato del 25%.

- La pressione di esercizio massima dell'impianto oleodinamico è di 165 bar
- La pressione di progetto è di 190 bar
- La pressione di prova è di $190 \times 1.5 = 285$ bar

In condizioni eccezionali, caso di paratoia tutta sollevata e senza spinte idrostatiche, un solo cilindro deve essere in grado di sostenere il peso della

paratoia di 49100 kg compresi di pesi dei cilindri. Tale carico deve essere aumentato del 15% per effetti dinamici in caso di rottura repentina di un cilindro:

$$49100 \times 1.15 = 56465 \text{ kg}$$

Pressione max 186.7 bar

Tale pressione risulta essere inferiore a quella di progetto

6.3. CARATTERISTICHE

Meccanismo a cilindro a semplice effetto a due sfilanti per la manovra dell'elemento inferiore:

– Diametro 1° sfilante	330/260 mm
– Sezione netta 3	32.436 mm ²
– Sforzo in trazione	500.000 N
– Pressione	154 bar
– Corsa per preapertura max	1000 mm
– Velocità di manovra	0,15 m/min
– Diametro 1° sfilante	330/260 mm
– Sezione netta	32.436 mm ²
– Sforzo in trazione	280.000 N
– Pressione	86,5 bar (154) (*)
– Corsa di completamento	6.950 mm
– Velocità di manovra	3,9 m/min
– Diametro 2° sfilante	230/120 mm
– Sezione netta	30.237 mm ²
– Sforzo in trazione	280.000 N
– Pressione	92,6 bar (154) (*)
– Corsa	8.950 mm
– Velocità di manovra	4,1 m/min

(*) I numeri tra parentesi si riferiscono ai dati del progetto preliminare.

6.4. NORME DI PROGETTO

CNR 10011

DIN 19704-1 Hydraulic steel structures

DIN 2413 Design of steel pressure pipes

ASME sez. VIII

Pressione di progetto 190 bar

Pressione di prova 285 bar

6.5. DESCRIZIONE

Corpo cilindrico superiore costituito da un tubo levigato internamente ad una rugosità di 0,2 μm completo di perni di rotazione d'acciaio montati su snodi sferici senza manutenzione.

Fondello inferiore d'acciaio completo di boccola di guida, guarnizioni di tenuta del tipo a V, anello raschiatore di gomma, raschiatore per ghiaccio in bronzo GCU Sn5, Zn5, Pb5 (UNI EN 5013).

Stantuffo d'acciaio completo di fasce di guida in resina, guarnizioni di tenuta del tipo a V.

Corpo intermedio costituito da un tubo levigato internamente ad una rugosità di 0,2 μm ed esternamente con riporto di nichel per uno spessore di 60 μm e di cromo duro per uno spessore di 40 μm .

Asta finale di collegamento al diaframma in tubo con riporto di nichel per uno spessore di 60 μm e di cromo duro per uno spessore di 40 μm , completa di snodo sferico senza manutenzione, perno d'acciaio inossidabile. Struttura metallica di collegamento al diaframma in profilati d'acciaio. L'alimentazione del cilindro intermedio può esser fatta con doppia camicia nel cilindro o con condotti interni telescopici. Tubazioni oleodinamiche montate sul cilindro d'acciaio inossidabile con flange a saldare SAE 6000 psi.

Valvola di blocco istantaneo di sicurezza incorporata nella camicia del cilindro

Disegni:

TM2100 Paratoia di valle Layout impianti oleodinamici.

TM3000 Paratoia di valle elemento inferiore Disegno del cilindro oleodinamico.

TM3100 Paratoia di valle elemento inferiore Telaio di sostegno del cilindro DX (motore).

TM3101 Paratoia di valle elemento inferiore Telaio di sostegno del cilindro SN (condotto).

7. DESCRIZIONE TECNICA DEI CILINDRI OLEODINAMICI PER LA MANOVRA DELL'ELEMENTO SUPERIORE DELLA PARATOIA DI VALLE

7.1. SUPPORTI DEI MECCANISMI A CILINDRO

La trave avente le dimensioni di 1.270 x 750 mm è realizzata in ferri profilati saldati fra loro posizionata a quota 56,00+100 mm e utilizza per il fissaggio i tiranti M20 esistenti uscenti dal piano di calpestio.

Un doppio telaio montato su supporti oscillanti permette l'oscillazione del cilindro nei due sensi.

7.1.1. Criteri di sicurezza

Le sollecitazioni ricavate dal calcolo sono state aumentate, per sicurezza del 25%

- La pressione di esercizio massima dell'impianto oleodinamico è di 119 bar
- La pressione di progetto è di 190 bar
- La pressione di prova è di $190 \times 1.5 = 285$ bar

In condizioni eccezionali, caso di paratoia tutta sollevata e senza spinte idrostatiche, un solo cilindro deve essere in grado di sostenere il peso della paratoia di 27155 kg più i pesi dei cilindri di 1200 kg. Totale 28355 kg

Tale carico deve essere aumentato del 15% per effetti dinamici in caso di rottura repentina

$$28355 \times 1.15 = 32608 \text{ kg}$$

Pressione max 185 bar

Tale pressione risulta essere inferiore a quella di progetto.

7.2. CARATTERISTICHE

Meccanismo a cilindro a semplice effetto a due sfilanti per la manovra dell'elemento superiore:

– Diametro 1° sfilante	260/210 mm
– Sezione netta	18.456 mm ²
– Sforzo in trazione	220.000 N
– Pressione	119.2 bar
– Corsa	4.825 mm
– Velocità di manovra	3,9 m/min
– Diametro 2° sfilante	180/100 mm
– Sezione netta	17.592 mm ²
– Sforzo in trazione	170.000 N
– Pressione	96,6 bar (119) (*)
– Corsa	4,825 mm
– Velocità di manovra	4,1 m/min

(*) I numeri tra parentesi si riferiscono ai dati del progetto preliminare.

7.3. NORME DI PROGETTO

CNR 10011

DIN 19704-1 Hydraulic steel structures

DIN 2413 Design of steel pressure pipes

ASME sez. VIII

Pressione di progetto 190 bar

Pressione di prova 285 bar

7.4. DESCRIZIONE

Corpo cilindrico superiore costituito da un tubo levigato internamente ad una rugosità di 0,2 µm completo di perni di rotazione d'acciaio montati su snodi sferici senza manutenzione.

Fondello inferiore d'acciaio completo di boccola di guida, guarnizioni di tenuta del tipo a V, anello raschiatore di gomma, raschiatore per ghiaccio in bronzo GCU Sn5, Zn5, Pb5 (UNI EN 5013). Stantuffo d'acciaio completo di fasce di guida di resina, guarnizioni di tenuta del tipo a V.

Corpo intermedio costituito da un tubo levigato internamente ad una rugosità di 0,2 µm ed esternamente con riporto di nichel per uno spessore di 60 µm e di cromo duro per uno spessore di 40 µm.

Asta finale di collegamento al diaframma in tubo con riporto di nichel per uno spessore di 60 µm e di cromo duro per uno spessore di 40 µm, completa di snodo sferico senza manutenzione, perno d'acciaio inossidabile. Struttura metallica di collegamento al diaframma di profilati d'acciaio. Tubazioni oleodinamiche montate sul cilindro d'acciaio inossidabile con flange a saldare SAE 6000 psi. L'alimentazione del cilindro intermedio può esser fatta con doppia camicia nel cilindro o con condotti interni telescopici. Valvola di blocco istantaneo di sicurezza incorporata nella camicia del cilindro.

TM2100 Paratoia di valle Layout impianti oleodinamici.

TM2400 Paratoia di valle elemento superiore Disegno del cilindro oleodinamico.

TM2500 Paratoia di valle elemento superiore Telaio di sostegno del cilindro DX e SN.

8. MATERIALI PER ENTRAMBI I CILINDRI

Ferri profilati	(Fe360/430B) S235 S275 JR EN 10025
Lamiere	(Fe510B) S355 JR EN 10025
Tubo	(Fe510B) S355 JR UNI 7729
Perni di oscillazione superiori	(Fe510 B) S355 JR EN 10025

Fondelli dei cilindri	(Fe510 B) S355 JR EN 10025
Stantuffi	(Fe510 B) S355 JR EN 10025
Boccole di guida	G CuAlFe4 UNI5275
Guarnizioni di tenuta e raschiatore	NBR (Nitril-Butadiene)
Perno inferiore	AISI431 Bonificato
Bulloneria	8.8 UNI 3740 Zinc. Pass.
Tubazioni oleodinamiche con flange AISI 304	

9. DISPOSITIVI DI INDICAZIONE DEL GRADO DI POSIZIONE E DI CONTROLLO CONTINUO DELLO SCOSTAMENTO DELL'ALLINEAMENTO DEL DIAFRAMMA

9.1. PARATOIA DI VALLE – ELEMENTO INFERIORE

9.1.1. Caratteristiche

- Corsa verticale dell'elemento inferiore 16.900 mm
- Diametro medio carrucola alveolata 300 mm
- Diametro primitivo ruota dentata Z 22 denti
 - passo catena a rulli 19.05 mm medio tamburo scanalato 133,86 mm
- Rapporto riduttore coassiale 2,9
- Corsa contrappeso 2600 mm
- Rapporto finale fra corsa diaframma e corsa contrappeso 1:6,49

9.1.2. Descrizione

Il dispositivo è costituito da quanto segue:

- Asta diam. 40 mm collegata al diaframma con catena ad anelli calibrata d'acciaio inox AISI 316 per il trasferimento del moto dal diaframma tensionata con carico circa 60 kg.
- Carrucola alveolata in ghisa per catena calibrata montata su albero veloce del riduttore a ingranaggi coassiale .

- Riduttore a ingranaggi di tipo coassiale rapporto 1:2,9 Coppia in uscita 250 Nm
- Ruota dentata motrice per catena a rulli montata su albero lento del riduttore
- Catena a rulli passo 19,05 mm
- Carter superiore di protezione di lamiera d'acciaio inossidabile con protezione sagomata anti scarrucolamento della catena calibrata.
- Sacco raccogli catena di lamiera d'acciaio.
- Contrappeso d'acciaio completo di indice peso indicativo 380 kg.
- Ruota dentata di rinvio per catena a rulli montata su albero con cuscinetti a sfere .
- Struttura metallica d'acciaio di guida e scorrimento del contrappeso con piede d'appoggio ancorato sul telaio di supporto del cilindro.
- Scala graduata di ottone con numeri e lettere incise e verniciate.
- Microinterruttori di prossimità del tipo induttivo per il rallentamento posizione ed extracorsa montati a bordo della colonna .
- Trasduttori di posizione assoluti su ciascun lato completi di carter sagomato di protezione di lamiera d'acciaio inossidabile.

Disegni di riferimento:

TM3500 Paratoia di valle elemento inferiore. Sistema di controllo e indicazione della posizione della paratoia

10. DISPOSITIVI DI INDICAZIONE DEL GRADO DI POSIZIONE E DI CONTROLLO CONTINUO DELLO SCOSTAMENTO DELL'ALLINEAMENTO DEL DIAFRAMMA

10.1. PARATOIA DI VALLE – ELEMENTO SUPERIORE

10.1.1. Caratteristiche

- Corsa verticale dell'elemento superiore 9.650 mm
- Diametro medio carrucola alveolata 300 mm
- Diametro primitivo ruota dentata Z 22 denti
 - passo catena a rulli 19,05 mm 133,86 mm
- Rapporto riduttore coassiale 2,9
- Corsa contrappeso 1496 mm
- Rapporto finale fra corsa diaframma e corsa contrappeso 1:6,49

10.1.2. Descrizione

Il dispositivo è costituito da quanto segue:

- Asta diam. 40 mm collegata al diaframma con catena ad anelli calibrata d'acciaio inox AISI 316 per il trasferimento del moto dal diaframma pensionata con carico circa 60 kg.
- Carrucola alveolata in ghisa per catena calibrata montata su albero veloce del riduttore a ingranaggi coassiale .
- Riduttore a ingranaggi di tipo coassiale rapporto 1:2,9 Coppia in uscita 250 Nm
- Ruota dentata motrice per catena a rulli montata su albero lento del riduttore
- Catena a rulli passo 19,05 mm
- Carter superiore di protezione di lamiera d'acciaio inossidabile con protezione sagomata anti scarrucolamento della catena calibrata.

- Sacco raccogli catena di lamiera d'acciaio.
- Contrappeso d'acciaio completo di indice peso indicativo 380 kg.
- Ruota dentata di rinvio per catena a rulli montata su albero con cuscinetti a sfere .
- Struttura metallica d'acciaio di guida e scorrimento del contrappeso con piede d'appoggio ancorato sul telaio di supporto del cilindro.
- Scala graduata di ottone con numeri e lettere incise e verniciate.
- Microinterruttori di prossimità del tipo induttivo per il rallentamento posizione ed extracorsa montati a bordo della colonna .
- Trasduttori di posizione assoluti su ciascun lato completi di carter sagomato di protezione di lamiera d'acciaio inossidabile.

Disegni di riferimento:

TM3400 Paratoia di valle elemento superiore. Sistema di controllo e indicazione della posizione della paratoia

11. VERIFICA DELLA CHIUSURA DELLE PORTE

Le porte dovranno potersi chiudere in qualsiasi situazione.

La chiusura, come nel sistema di funzionamento attuale, è affidata esclusivamente al peso proprio, con la differenza che mentre prima parte del peso era controbilanciato dai contrappesi, nella nuova soluzione, con la loro eliminazione, tutto il peso della porta agisce attivamente.

La paratoia di valle, elemento superiore, ha un peso proprio di 27.155 kg e i contrappesi che vengono eliminati hanno un peso di 12.000 + 12.000 kg, si tratta di un incremento della forza attiva del 88%.

La paratoia di valle, elemento inferiore, ha un peso proprio di 47.500 kg e i contrappesi che vengono eliminati hanno un peso di 17.000 + 17.000 kg, si tratta di un incremento della forza attiva del 71,5%.

Di tutte le manovre possibili quella che risulta attualmente più critica è la chiusura con tutto il by-pass aperto e con deflusso dell'acqua in corso.

Si tratta di una manovra non ordinaria ma possibile in caso di emergenza e quindi si è proceduto alla verifica della sua eseguibilità sia praticamente che a calcolo.

11.1. VERIFICA DELLA CHIUSURA DELLA PARATOIA DI VALLE - ELEMENTO INFERIORE CON BY-PASS APERTO E DEFLUSSO DELL'ACQUA IN CORSO

Carico idrostatico sulla soglia	10.400 mm
Luce netta	12.000x7.410 mm
Peso calcolato dai disegni costruttivi "Terni"	47.500 kg
Interasse tenute orizzontali	7.410 mm
Interasse tenute verticali	12.330 mm
Diametro ruote/ perni	950/150 mm
Pressione media	0,61 bar
Coefficiente di attrito acciaio inox-Lubrite	0,16 (min. 0,08)
Coefficiente di rotolamento delle ruote sulle piste	0,20 (min. 0,10)
Coefficiente di attrito gomma/acciaio in acqua	0,80
Per il calcolo vedi Relazione tecnica B.1 Strutture di sostegno cilindri.	

12. PORTA VINCIANA DI SICUREZZA

La porta vinciana di sicurezza è posta immediatamente a monte dei panconi di valle conca.

Da tempo si manifestano alcune deficienze nel funzionamento di cui le principali appaiono le seguenti:

- tenute perimetrali sui tre lati per il contatto dei piani (gomma/acciaio)
- movimentazione delle ante

Per le deficienze dei piani di appoggio di tenuta delle gomme, che appaiono ancora in buone condizioni, si rende necessario un intervento sulle gargamature che invece appaiono piuttosto usurate.

L'ipotesi più immediata è l'applicazione di un piatto di acciaio inossidabile al posto di quello al carbonio esistente.

Tale soluzione comporterebbe la necessità di spostare le cerniere di rotazione della porta con un onere sproporzionato alle finalità dell'intervento.

Si è pertanto optato per il ripristino del piano di contatto fra telaio murato e profilo porta di tenuta con un intervento più leggero di manutenzione consistente nelle seguenti operazioni da eseguire in opera:

- pulizia della struttura perimetrale;
- individuazione con prove non distruttive di eventuali micro cricche;
- riparazioni e ripristini con leggere saldature ad elettrodo;
- molatura in piano;
- controlli con prove non distruttive.

Per quanto riguarda il movimento di azionamento delle ante composto da due cilindri oleodinamici, una centralina oleodinamica, tubazioni olio, quadri di comando, nel loro complesso tutti i componenti presentano un notevole deterioramento. Si rende pertanto necessario provvedere ai seguenti interventi:

- fornitura e posa in opera di due nuove centraline oleodinamiche dotate di un gruppo elettro-pompa e pompa a mano di emergenza per l'azionamento dei due cilindri di manovra della porta, completa di tubazioni olio in acciaio inox in sostituzione dell'esistente,
- smontaggio e sostituzione dei due cilindri esistenti,
- fornitura e posa in opera di un quadro locale di comando e di controllo in sostituzione dell'esistente, completo dei collegamenti elettrici.