

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi delle problematiche relative
alla progettazione e produzione
di una sala prove per sistemi ausiliari:
Il caso GEAT Algeria di Flenco Fluid System**



Relatore:

Prof. Maurizio Schenone

Candidato

Andrea Ena

A.A. 2018 - 2019

Indice dei contenuti

Abstract	4
1 L'azienda e la gestione di commessa	6
1.1 Le sedi e l'organizzazione interna.....	7
1.2 Storia e Evoluzione della Flenco Fluid System.....	8
1.3 Ilmed Group.....	9
1.3.1 <i>Divisione industriale</i>	9
1.3.2 <i>Divisione servizi</i>	10
1.4 Tipologia di commesse	10
1.4.1 <i>Build to print</i>	11
1.4.2 <i>Build to spec</i>	11
2 Gestione di commessa e ruolo del Project Engineer	13
2.1 Offerta e quotazione	15
2.2 Sviluppo progetto nell'area tecnica con approfondimento compiti PE.....	16
2.3 Trasmissione di un ordine di acquisto	20
3 Il progetto "Test Bench"	24
3.1 Definizione della tipologia di commessa	24
3.2 Panoramica progetto	25
3.3 Caratteristiche generali del test bench	27
3.3.1 <i>Planimetria della test area di Batna</i>	30
3.4 Scope of work	33
4 Analisi delle problematiche e delle soluzioni adottate	38
4.1 Problematica 1: Possibile contaminazione ambientale	38
4.2 Problematica 2: Presenza di liquidi infiammabili	40
4.3 Problematica 3: Il cooler	41
4.4 Problematica 4: Modifiche sulle valvole.....	43
4.5 Problematica 5: La certificazione DGM	47
4.6 Problematica 6: Realizzazione delle procedure di test	58
4.6.1 <i>Controllo preliminare</i>	59
4.6.2 <i>Lavaggio dei tubi per la pulizia</i>	60
4.6.3 <i>Test preliminare</i>	62

4.6.4	<i>Test funzionali</i>	70
4.7	Problematiche relative ad altre commesse.....	72
4.7.1	<i>Seal Gas Panel Tangguh 3</i>	72
4.7.2	<i>A162 Vizag</i>	73
5	Conclusioni	75
Allegati	.....	76
Allegato 1	.....	76
Allegato 2	.....	85
Allegato 3	.....	106
Allegato 4	.....	107
Allegato 5	.....	108
Appendici	.....	109
appendix A	– Device settings	109
appendix B	– Electric motors report	111
appendix C	- Level transmitter report.....	112
appendix D	– Transfer valves report.....	113
appendix E	- BPM-1 DATA REPORT	114
appendix H	– BPM-2 DATA REPORT	114
appendix J	– SOPM-1 DATA REPORT.....	114
appendix M	– SOPM-2 DATA REPORT.....	115
appendix P	– EBPM DATA REPORT.....	115
appendix Q	– ESPM DATA REPORT	115
Bibliografia e Documentazione	.....	116

Abstract

Argomento della seguente tesi è l'analisi delle attività svolte presso la **Flenco Fluid System Srl**.

Tale lavoro ha richiesto un lungo periodo di permanenza in azienda per poter tastare da vicino il ruolo di alcune figure presenti. Infatti durante quest'arco di tempo si è analizzato il lavoro svolto dai project engineers, detti semplicemente PE, e in particolar modo come questi risolvano le problematiche connesse alla gestione delle commesse che hanno in carico. Per poter quindi eseguire tale analisi si è reso necessario affiancare alcuni di loro supportandoli nella realizzazione di diversi progetti.

Uno dei progetti in cui si è avuto modo di approfondire il compito del project engineers è stata la commessa Test Bench. Tale progetto consiste in un banco prova per sistemi ausiliari di turbine destinate alla produzione di energia elettrica in Algeria, destinazione finale del sistema. Esso è costituito sostanzialmente da tre parti: la zona in cui sono inseriti i tank e gli ausiliari, il banco prova vero è proprio in cui vengono riposti i moduli da testare con il simulation loop e infine la control room definita come la "mente" dell'intero sistema.

Nella prima zona sono presenti cinque moduli ognuno costituito appunto da un serbatoio ed il sistema pompe e strumenti ad esso associato. Ciascun serbatoio contiene un fluido diverso come gasolio, olio lubrificante, acqua demineralizzata, acqua glicolata e estere fosfato.

La seconda zona oltre a comprendere il banco di appoggio dei vari sistemi da testare comprende quindi anche i tre moduli necessari a simulare le condizioni operative nei test funzionali. Per quanto concerne la control room, questa comprende i PLC destinati al controllo macchine oltre che i software di gestione dati.

Sotto richiesta del cliente, la commessa è suddivisa in due fasi ove la prima è quella di ingegnerizzazione, fase in cui si definiscono i componenti e gli strumenti necessari oltre che la realizzazione dei P&ID, mentre nella seconda si costituisce l'hardware del sistema, ossia si emettono gli ordini per i componenti selezionati e si dà avvio alla fase di produzione nello stabilimento produttivo di Trino Vercellese.

Il progetto rappresenta per la Flenco una novità in quanto in questa commessa, differente rispetto alle solite Build to Spec e Build to Print gestite dall'azienda, l'intera fase di progettazione e di messa in opera è a carico dei project engineers.

Essendo quindi una novità, deriva l'assenza di una commessa storica da poter prendere come riferimento, motivo per cui si sono presentate diverse problematiche durante la gestione e di cui si discute nella suddetta tesi.

Tra queste vi è l'ottenimento delle certificazioni dei componenti ad alta pressione richieste dal Ministero delle miniere algerino (DGM) e delle lunghe tempistiche connesse all'iter burocratico. Altre problematiche riguardano gli aspetti tecnici come quello di messa in sicurezza dell'intero test bench in quanto si opera con dei fluidi infiammabili oltre che per il rischio di contaminazione ambientale.

Durante il tirocinio, oltre al progetto Test Bench, per poter analizzare una maggiore varietà di complicazioni annesse alla gestione di una commessa, si sono seguite e riportate altre tipologie di commesse come il progetto Tangguh che riguarda la progettazione di un Seal Panel contenente un elevato numero di trasmettitori e valvole destinate al controllo di processo.

1 L'azienda e la gestione di commessa

Questo lavoro nasce dall'esperienza maturata all'interno della Flenco Fluid System Srl. In tale sede ho avuto l'opportunità di affiancare il Project Engineer, collaborando a diversi progetti e avendo così la possibilità di analizzare le problematiche relative a questo ruolo e più in generale all'interno dell'ufficio tecnico.

La Flenco Fluid System Srl, di seguito indicata come Flenco o FFS, fornisce un ampio range di prodotti e servizi per il mercato petrolchimico e energetico. Il core business è rappresentato dalla progettazione, sviluppo, e test di sistemi ausiliari alle macchine rotative, come turbine a gas e a vapore, compressori e pompe.

Nei quasi 30 anni di attività la Flenco ha collaborato con più di 30 clienti adattandosi alle sfide e dimostrandosi competitiva sia nel design concettuale che in quello di dettaglio.

I campi di specializzazione sono:

- Sistemi di lubrificazione;
- Sistemi di alimentazione per turbine a gas;
- Sistemi ausiliari alle macchine rotative (compressori e turbine)

I sistemi sono usualmente forniti in moduli, detti **skid**, a volte integranti la macchina asservita. Tali moduli includono: un basamento, la struttura di supporto, i componenti principali, le tubazioni, i cavi elettrici, la strumentazione e i controlli.

La progettazione modulare permette di ridurre lo spazio ed i tempi di installazione oltre che minimizzare il costo di trasporto dell'equipaggiamento. Inoltre, tutti i moduli sono caratterizzati da un design semplice che affiancato alla standardizzazione dei componenti permette la riduzione dei costi migliorando la qualità.

Più nello specifico le tipologie principali in cui si possono suddividere i sistemi usualmente realizzati sono:

- LUBE OIL SYSTEM: sistemi per la lubrificazione delle parti rotanti di turbine, compressori, pompe, generatori.
- LIQUID AND GAS FUEL SYSTEM: sistemi completi per l'alimentazione di turbine con combustibile liquido e gas a flusso e pressione adeguati. Sono qui inclusi i sistemi di misurazione della portata, filtrazione, raffreddamento e pompaggio.
- AUXILIARY BASE: sistemi "tutto in uno" composti da un sistema ausiliario per turbine a gas comprendente entrambi i sistemi sopracitati, ovvero lube oil system e liquid and gas fuel system, oltre l'atomize air system.

- RECIPROCATING AND CENTRIFUGAL COMPRESSOR PACKAGING: sistema completo dal design modulabile per compressori centrifughi o rotativi, oltre al compressore stesso comprende il basamento, il sistema di tubazioni, i componenti, gli strumenti ed i cavi elettrici.
- TANK AND PRESSURE VESSELS: serbatoi a pressione atmosferica o in pressione per diverse applicazioni. Realizzati e testati in accordo con gli standard EN (PED), ASME (U - STAMP), SQL.
- WATER AND STEAM INJECTION SYSTEM: sistemi per la riduzione delle emissioni di NOx nei gas di scarico delle turbine. Sono caratterizzati da pompe centrifughe, filtri e strumenti per la misura di portata, pressione e temperatura dell'acqua di iniezione.

1.1 Le sedi e l'organizzazione interna

Al suo interno l'azienda è strutturata in modo funzionale, ciò implica che le diverse attività siano raggruppate per funzioni fondamentali quali:

- Ufficio Vendite / Commerciale: all'interno del quale il personale si occupa di delineare preventivi e offerte commerciali per i clienti.
- Engineering / Ufficio Tecnico: nel quale ingegneri e disegnatori si occupano di progettare, disegnare e creare la Bill of Materials delle commesse.
- Ufficio Acquisti / Expediting: all'interno del quale vengono create e spedite le richieste di acquisto verso i fornitori, si provvede alla logistica e ci si assicura di rispettare le tempistiche di consegna.
- Amministrazione e Controllo di Gestione: il personale si occupa di disporre pagamenti, emettere fatture e gestire, dopo la chiusura di commessa, i bilanci consuntivati.
- Produzione e uffici dedicati: costituita dall'officina e dalle funzioni amministrative ad essa esclusivamente dedicati.

L'amministrazione e gli uffici principali si trovano nella sede di Avigliana (TO) dove appunto ho svolto le mie attività di tirocinio. Qui sono presenti:

- L'ufficio tecnico;
- L'ufficio acquisti;
- L'ufficio commerciale;
- L'amministrazione.

L'azienda dispone inoltre di altri uffici che svolgono le medesime mansioni nella sede di Calenzano (FI).

La sede produttiva principale, invece, si trova a Trino Vercellese (VC) dove si compiono tutte le fasi della produzione come:

- realizzazione dei basamenti e delle travature;
- assemblaggio dell'impianto;
- sabbiatura e verniciatura dei componenti;
- test e collaudo sui moduli;

Tutto ciò avviene grazie a tecnici specializzati che sfruttano aree e macchinari appositi. Queste due sedi Italiane sono il cuore dell'azienda, ma anche la presenza sul territorio estero è importante.

Il secondo stabilimento produttivo è a Ptuj, in Slovenia. Questa struttura vanta capacità pari a quelle della principale sede produttiva e può essere scelta come luogo di produzione in base alle preferenze del cliente e alla distribuzione del carico di lavoro.

Inoltre, per sviluppare e favorire un certo export anche in oriente la Flenco presenta anche un terzo stabilimento produttivo a Ningbo in Cina.

L'ufficio ingegneria della Flenco vanta esperienza e familiarità con le maggiori società del settore Oil & Gas e del business della Power Generation.

1.2 Storia e Evoluzione della Flenco Fluid System

La Flenco Fluid System fu fondata nel 1988 sotto il nome **FLuid ENgineering COmpany (Flenco)**. Nasce dunque come studio ingegneristico specializzato nel settore della fluidodinamica.

Nel 1996 la proprietà decide di sfruttare le competenze acquisite negli anni e realizzare i sistemi oltre che progettarli. Viene quindi inaugurato il primo stabilimento produttivo a Trino Vercellese dopo aver acquisito l'attività della Veelcont S.p.A., azienda specializzate nella realizzazione di strutture traviate.

Negli anni successivi, grazie a un mercato dell'energia in pieno boom, l'espansione dell'azienda avviene rapidamente.

Nel 1998 viene aperta una succursale in Messico per coprire più agevolmente il mercato nel nuovo continente, la Flenco De Mexico.

Nel 2000 nacque la Flenco d.o.o. in Slovenia e nel 2003 venne acquisita la Thermos Engineering per rafforzare la divisione incaricata dei sistemi ausiliari.

Nel 2004 fu avviata l'attività a Ningbo in Cina per consolidare la presenza nel mercato asiatico.

Nel 2007 e nel 2009 iniziarono la produzione gli stabilimenti rispettivamente di Cina e Messico.

Tra il 2011 e il 2012 la società passa nelle mani del **Gruppo Ilmed**, subendo un ridimensionamento che la porta a ridurre numero e importanza delle succursali estere, eccezion fatta per lo stabilimento in Slovenia.

Attualmente la Flenco Fluid System, dopo un periodo di crisi del settore dell'energia, sta riaffermando la sua affidabilità e re-ampliando il proprio mercato.

1.3 Ilmed Group

L'**Ilmed Group** è formato da compagnie che operano nell'industria e nel settore dei servizi. Scopo del gruppo è fornire idee, soluzioni, prodotti e servizi attraverso un sistema di sviluppo completo e integrato.

Il gruppo nasce nei primi del 1900 nel settore della lavorazione del legno e negli anni '60 il campo di interesse si allarga alla logistica della spedizione di questo stesso materiale. Fino agli anni '80 la logistica rimase la principale occupazione dell'azienda.

Da allora gli interessi del gruppo si sono diversificati, facendo il proprio ingresso in vari settori come il raffreddamento e trattamento delle acque industriali, la ventilazione, gli impianti per il settore energetico ambientale, la tutela ambientale e la riparazione di carrozzeria e interni delle automobili.

Si possono distinguere due divisioni principali: divisione industriale e divisione servizi.



Figura 1: Divisioni Ilmed Group

1.3.1 Divisione industriale

Fanno parte della **divisione industriale**: Ilmed Impianti, Ilmed Ventilazione Industriale e Flenco Fluid System.

La **Ilmed Impianti** si occupa di ricerca, progettazione e realizzazione di torri di raffreddamento per le acque di processo industriali. Altri suoi campi di interesse sono il trattamento delle acque e gli impianti di raffreddamento ad acqua.

La **Ilmed Ventilazione Industriale** è specializzata in ricerca, design e realizzazioni personalizzate di ventilatori assiali per applicazioni industriali.

1.3.2 Divisione servizi

La **divisione servizi** è composta dalla Ilmed Logistics, la Ilmed Immobiliare, la Car Clinic e l'Istituto Sant'Anna.

La **Ilmed Logistics and Technologies** offre soluzioni e servizi attraverso un processo di sviluppo integrato, dall'analisi di fattibilità all'implementazione del progetto.

Può vantare competenza sull'intera catena di fornitura, dalla pianificazione e monitoraggio delle attività logistiche, allo stoccaggio, al confezionamento e imballo delle merci, dalla gestione dei fornitori allo sviluppo del sistema informatico.

La **Ilmed Immobiliare** si occupa di progettazione e costruzione chiavi in mano di edifici ad uso civile ed industriale. Altro suo interesse è la manutenzione di stabili e il management di portfolio di proprietà immobiliari.

La **Car Clinic**, come il nome lascia intuire, si occupa della riparazione di automobili, nello specifico della carrozzeria e degli interni. Offre anche un servizio di riparazione a domicilio e può vantare varie partnership con diverse compagnie di assicurazione.

Il **Sant'Anna Institute**, o Sorrento Lingue, è un centro educativo riconosciuto a livello internazionale. Fornisce formazione di livello universitario negli studi artistici, umanistici e delle scienze del linguaggio. Inoltre è base per programmi di studio all'estero.

1.4 Tipologia di commesse

La **Flenco Fluid System Srl** lavora su commessa per conto di grosse aziende, quali General Electric, Alstom, Burckhardt Compression, Siemens, Dresser-Rand e Doosan Skoda Power, Nuovo Pignone appartenenti al settore della power generation. Queste inseriscono i prodotti della FFS all'interno di sistemi più complessi come centrali elettriche o impianti di estrazione petrolifera, per clienti finali in diverse parti del mondo. Alcune delle destinazioni più comuni sono quindi Iraq, Malaysia, Russia, Canada, Sud America, Chile, Turchia, Vietnam, Emirati Arabi e Giappone.

I clienti finali sono usualmente aziende multinazionali, come Eni e Total, nonché i Ministeri dell'Energia, dell'Acqua o dell'Elettricità.

A seguito dell'ordine del cliente, ha il via lo sviluppo di un progetto unico. Infatti, nonostante le tipologie siano ricorrenti, a causa di differenze nel sito di installazione e

nelle condizioni di lavoro ogni progetto è diverso dal precedente. Ciò comunque non esclude che all'interno dello stesso ordine vi siano due o più macchine gemelle con stessa destinazione.

Un progetto può essere poi formato da più commesse che si differenziano per tipologia di prodotto. Quindi all'interno di un singolo progetto può essere presente una sola commessa oppure due o tre e quindi più tipologie di impianto che andranno comunque ad inserirsi nello stesso sistema di destinazione finale.

Un esempio è lo skid denominato PR20, nella quale sono presenti tre sistemi (lube oil, seal and hydraulic systems)

Inoltre anche nel caso di macchine gemelle ma con date di consegna diverse, si assegnano ad ognuna numeri di commessa diversi per facilitarne la gestione; in caso di ugual data di consegna sarà invece unico.

Tali commesse si possono dividere principalmente in *Build to Print & Build to Spec*.

Il tempo stimato medio per l'ingegnerizzazione e la produzione di un impianto varia a seconda della tipologia ma, in generale, dall'acquisizione dell'ordine alla consegna trascorrono dai 6 ai 9 mesi.

1.4.1 Build to print

In questa tipologia di commessa il sistema è già progettato dal cliente stesso. Al momento della presa in carico dell'ordine infatti il cliente fornisce gli schemi funzionali in 2D (detti Pipe & Instrument Diagram o P&ID) e alcuni disegni in 3D per orientare correttamente i disegnatori progettisti. Oltre ai disegni vengono fornite le specifiche tecniche dove appunto il cliente riporta informazioni relative a tubazioni, strumentazioni, accessori, componenti principali e i fornitori da cui è possibile acquistare.

Nel Build To Print, il valore aggiunto che l'area ingegneria apporta alla commessa è moderato ma tutt'altro che trascurabile. È, infatti, necessario verificare la congruenza tra P&ID, isometrici e specifiche dei componenti, aiutando il cliente a correggere eventuali errori e ad ottimizzare l'impianto.

1.4.2 Build to spec

Anche in tale tipologia di commessa il cliente fornisce le specifiche, i P&ID del sistema da realizzare e la lista dei principali componenti (BOM). Tuttavia in questo tipo di commessa il *general arrangement* e tutti i costruttivi dei piping, basamenti e qualsiasi tipo di disegno necessario alla produzione vengono realizzati da Flenco.

La Build To Spec può essere a sua volta suddivisa in due tipologie:

- I *main items* e i fornitori sono definiti dal cliente;

- A partire da un *data sheet* può o no essere fornita una *vendor list* in cui vi è una lista di fornitori accettati dal cliente per qualsiasi componente;

BUILD TO PRINT	BUILD TO SPEC
Disegno fornito dal cliente	Disegno realizzato da Flenco
Unico fornitore imposto	Possibilità di selezionare più fornitori
BOM fornita dal cliente	BOM fornita dal cliente

2 Gestione di commessa e ruolo del Project Engineer

Scopo di questo paragrafo è fornire una panoramica sulla gestione della commessa e il ruolo svolto dal Project Engineer.

In Figura 2-1 si illustra sinteticamente il flusso della commessa all'interno dell'azienda, dalla richiesta di offerta alla riunione di chiusura commessa, indicando tra parentesi quadre gli enti e/o il personale coinvolti in ogni fase.

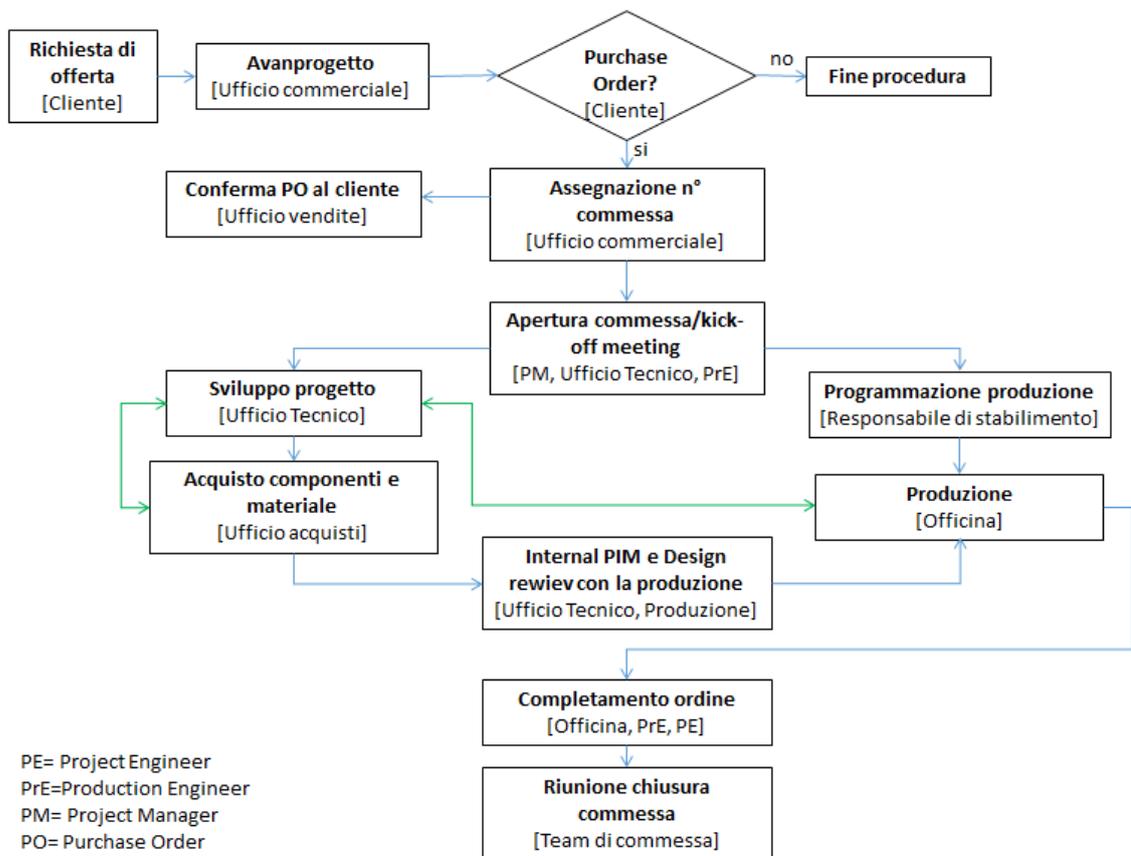


Figura 2: Flusso della commessa all'interno dell'azienda

Si introducono brevemente i tre ruoli di rilievo all'interno della gestione di commessa citati in Figura 2-1:

1. Project Engineer (PE), è il responsabile degli aspetti tecnici relativi alla commessa dal suo sviluppo alla scelta dei componenti e della gestione della documentazione tecnica. È inoltre la persona di riferimento per i clienti riguardo gli aspetti tecnici del progetto.
2. Production Engineer (PrE), si occupa dei metodi di realizzazione del sistema e dei problemi di produzione.

3. Project Manager (PM), è incaricato della gestione della commessa in tutto il suo percorso e ricopre il ruolo di tramite tra i vari enti aziendali per gli argomenti questa riguardanti. Inoltre si interfaccia con il cliente per gestire eventuali extracosti e scadenze.

Il ruolo di queste figure verrà ripreso in seguito, con particolare approfondimento su quella del PE essendo questa centrale nella tesi e nell'esperienza aziendale.

Il flusso della commessa all'interno dell'azienda inizia con la richiesta di offerta da parte del cliente, a cui l'ufficio commerciale risponde con l'offerta commerciale. Nel caso in cui questa, eventualmente a seguito di trattativa commerciale, venga accettata dal cliente quest'ultimo invia il Purchase Order (PO) all'azienda.

Il PO comprende in allegato tutti i documenti necessari a definire ciò che è richiesto alla FFS, dalle caratteristiche del sistema e del sito di installazione, alla documentazione tecnica e le certificazioni da far prevenire al cliente in corso d'opera o al momento della consegna dell'impianto.

Alla ricezione del PO segue l'assegnazione ufficiale del numero di commessa/e, la comunicazione di accettazione dell'ordine e l'apertura di commessa.

Durante l'apertura di commessa, o Kick-Off Meeting, viene creato il cosiddetto team di commessa formato da PM, PE, PrE, responsabile degli acquisti (CCS), disegnatore e elettrico. In questa occasione, inoltre, l'ufficio commerciale passa le informazioni in suo possesso ai membri di tale team, mettendoli in condizione di cominciare a pianificare e coordinare le mansioni. Vengono anche definite le scadenze da rispettare per la produzione, gli acquisti e la disegnazione e viene compilato il preventivo esecutivo, ovvero il file in cui si indicano i budget di spesa per le diverse categorie in cui sono divisi i componenti e materiali costituenti l'impianto, nonché il carico di ore lavoro atteso per completare ciascuna mansione.

A seguire a livello di stabilimento viene programmata la produzione, stabilendo le date fondamentali delle diverse fasi di produzione e creando così il Production Manufacturing Tool (PMT).

La fase di Engineering può quindi iniziare. I componenti dell'ufficio tecnico sviluppano il progetto, stabilendo le caratteristiche dell'impianto da realizzare e il materiale e componenti da acquistare. Viene così redatta, se non già fornita dal cliente, in maniera progressiva la Bill of Material (BOM), ovvero l'elenco di tutti i componenti, semilavorati e materiali necessari a realizzare l'impianto. Dunque mano a mano che questi vengono definiti, il PE rilascia le voci su software AS400, dando così il via libera al responsabile degli acquisti di procedere con le trattative con il fornitore e l'acquisto. In questa procedura viene data la precedenza ai componenti con tempo di consegna maggiore e a quelli necessari nelle prime fasi dell'assemblaggio, cosicché non si incorra in mancanze nel momento in cui sono necessari in produzione.

Una volta completate le prime fasi dell'ingegnerizzazione si tiene un incontro tra personale tecnico e responsabili della produzione, detto Preliminary Information Memorandum (PIM). Questo permette di trasmettere le conoscenze maturate sul progetto e discuterne i punti critici. Dopo questo meeting l'impianto può iniziare con l'assemblaggio del basamento, ovvero la struttura atta a sostenere l'intero sistema.

Da questo momento in poi l'attività di ingegnerizzazione, sviluppo, progettazione e acquisti proseguono in parallelo alla fase di produzione e assemblaggio.

L'attività del PE, inoltre, non si limita alla fase di sviluppo del progetto. Infatti la sua presenza è necessaria anche nelle fasi successive in caso di variazioni, revisioni o in appoggio alla produzione. Non capita di rado che i clienti varino le specifiche o i disegni in corso d'opera.

Una volta conclusa la produzione, i moduli vengono preparati per il trasporto e spediti per mezzo di compagnie specializzate, la commessa viene chiusa e fatturata e si tiene una riunione di fine commessa in cui il team valuta l'andamento della stessa. Tale riunione è un utile strumento di feedback per l'ente commerciale che sfrutta le informazioni ricevute per migliorare future quotazioni.

Nei paragrafi successivi si approfondiscono la fase di offerta e lo sviluppo del progetto all'interno dell'ufficio tecnico.

2.1 Offerta e quotazione

L'offerta commerciale è subordinata alla quotazione del sistema in questione da parte dell'ufficio commerciale. È necessaria una quotazione più accurata possibile per effettuare un'offerta competitiva ma che permetta all'azienda di non andare in perdita, mantenendo i margini di guadagno preventivati.

Ci sono principalmente tre possibili scenari conseguenti un'errata quotazione:

1. Quotazione errata in eccesso: si ottiene l'ordine. L'ordine è acquisito o grazie a credibilità e affidabilità dimostrate al cliente in precedenti progetti simili o grazie a quotazioni errate in eccesso anche da parte della concorrenza.
2. Quotazione errata in eccesso: non si ottiene l'ordine. L'offerta non è competitiva e il cliente opterà per una delle aziende concorrenti che, quotando in maniera corretta, hanno presentato offerte migliori e in linea con il budget.
3. Quotazione errata in difetto: si ottiene l'ordine. Avendo la concorrenza ben quotato il progetto, il cliente sceglie l'offerta della Flenco Fluid System essendo quella a lui più conveniente. L'azienda andrà in perdita o non raggiungerà i margini preventivati.

Il primo scenario, in un mercato globale e sempre più competitivo, è improbabile. Infatti, in un periodo non roseo per l'economia come quello attuale la concorrenza

lavora con margini sempre minori per garantirsi il lavoro. Il cliente, d'altra parte, avendo a sua volta budget risicati è disposto a cambiare fornitore più facilmente, indipendentemente dalle precedenti esperienze positive.

Il secondo scenario, oltre a portare a una perdita di guadagno, se diventa fisiologico porta al fallimento dell'azienda causa l'impossibilità di coprire i costi fissi.

Il terzo scenario è tra i più negativi. In caso il cliente sia di tipo occasionale e ci si accorga dell'errore nelle prime fasi del progetto può essere conveniente pagare la penale e ritirare l'offerta. D'altra parte, se il cliente è abituale, ritirare l'offerta dopo aver già acquisito l'ordine può portare all'esclusione della Flenco Fluid System dalle successive richieste d'offerta con grossi danni economici futuri; rimarrebbe dunque solo l'opzione di farsi carico dei costi non preventivati e fare in modo di non incorrere in eccessive perdite.

Per effettuare una quotazione accurata, l'ufficio commerciale, con la collaborazione dei PE e degli altri componenti dell'ufficio tecnico quando necessario, sviluppa l'avanprogetto.

L'avanprogetto, o progetto preliminare, consiste nel definire gli elementi necessari all'impianto e richiedere una prima offerta ai fornitori. Pur con una buona quotazione non è assicurata l'acquisizione dell'ordine, non è quindi possibile approfondire tutti gli aspetti e le possibili complicazioni del progetto perché questo richiederebbe un costo troppo alto in ore lavoro. L'avanprogetto avrà dunque un grado di approfondimento sufficiente a definire in linea di massima i costi che sosterrà l'azienda.

La collaborazione del PE in questa fase è richiesta nei casi in cui sia necessario valutare l'impatto di differenze nelle richieste tecniche del cliente rispetto ai precedenti progetti. In queste occasioni è infatti la persona meglio qualificata avendo approfondito tali aspetti nei sistemi già realizzati.

Scostamenti dei costi effettivi dai costi preventivati in questa fase rientrano nel rischio imprenditoriale, del quale comunque si tiene conto nel calcolo del margine atteso dal progetto.

La catena degli acquisti e lo sviluppo del progetto parte dunque del progetto preliminare.

2.2 Sviluppo progetto nell'area tecnica con approfondimento compiti PE

Si vuole qui approfondire il compito dell'ufficio tecnico, e in particolare del PE, dall'apertura di commessa alla produzione.

Una volta acquisito l'ordine e in seguito al Kick-Off Meeting (KOM) l'ufficio ingegneria prende in mano la gestione del progetto. Infatti fino a questo momento si era limitato ad un appoggio per l'ufficio commerciale.

In Figura 2-2 si schematizzano le macro-fasi del lavoro svolto dall'area tecnica e come queste sono collegate, indicando fra parentesi quadre quali risorse se ne fanno principalmente carico.

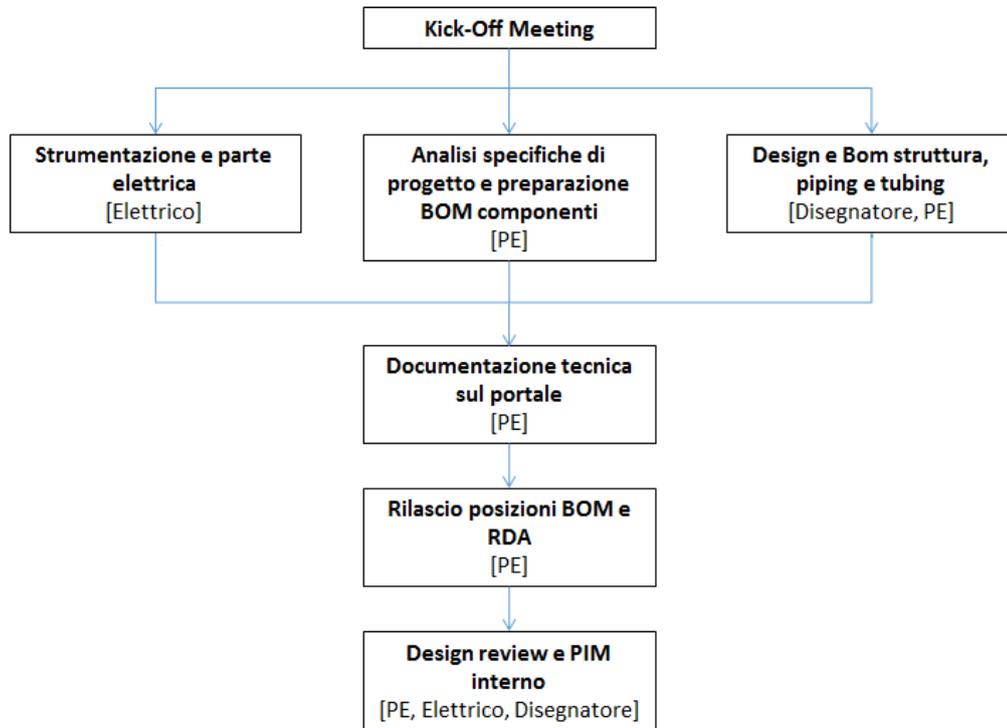


Figura 3: Macro fasi dello sviluppo del progetto nell'ufficio tecnico

Il *Kick-Off Meeting*, come già evidenziato, ha la funzione di trasferire le informazioni dell'ufficio commerciale a quello tecnico, selezionare il team di commessa, definirne il relativo carico di lavoro in termini di ore lavorative ed evidenziare le criticità. Più nello specifico:

- Il Project Manager (PM) e i responsabili dell'area ingegneria e disegnazione selezionano il team di commessa in base alla partecipazione all'avanprogetto e compatibilmente con il carico di lavoro;
- Il team di commessa analizza l'offerta commerciale e le criticità sotto l'aspetto tecnico (primo design review);
- Il PE verifica la disponibilità dell'ultima revisione delle specifiche applicabili e loro condivisione e inserimento sul portale Flenco;
- Il PM verifica la pianificazione delle varie attività in base a richieste del cliente e necessità dell'officina.

Inoltre il PE è incaricato della stesura del verbale della riunione secondo traccia concordata e consolidata.

A seguire diverse macro-fasi del lavoro vengono svolte parallelamente, o in alcuni casi in collaborazione, dai diversi elementi del team di commessa.

All'*Analisi specifiche progetto e preparazione BOM componenti principali* partecipa tutto il team tecnico di commessa ma la figura predominante è quella del PE. È suo compito l'analisi delle specifiche generali (Main Ordering Specification, Site information, Quality requirement, Component Specification, P&ID, Outline, Painting & Packing Specification, Device Summary, Piping Class, Test Specification), la gestione dei disegni dei componenti inviati dai fornitori dopo l'emissione dell'ordine.

Compito del PE è anche preparare le Bill of Material (BOM) dei componenti principali, comprendendo i requisiti di qualità e la documentazione richiesta al fornitore, acquistando tutto il materiale che non necessita di modifiche da parte dell'officina per essere assemblato. Inoltre affianca il disegnatore e l'elettrico nell'analisi rispettivamente delle specifiche meccaniche (Mechanical Outline, P&ID, Piping Specification, Instrument Specification, Primary Hook Up) e di quelle elettriche (Wiring Diagram, Electrical Outline, Electrical Hook Up, Cable Specification, Power Supply Specification, Instrument Specification).

La cura di *Strumentazione e parte elettrica* è interamente nelle mani dell'elettrico che viene affiancato dal disegnatore solo per verificare se l'impianto elettrico ed i cablaggi, così come sono stati progettati, consentano o meno le attività di manutenzione e che non interferiscano con le funzioni dell'impianto. Rientrano in questa macro-fase l'inserimento dei disegni dei prodotti sul portale Flenco, l'invio e la gestione della documentazione elettrica per il cliente con relativi commenti e modifiche oltre che la realizzazione dei disegni costruttivi e l'emissione della BOM della parte elettrica.

Il *Design e BOM struttura, piping e tubing* è affidato al disegnatore, con supervisione del PE e del responsabile area disegnazione. Il primo passo è la creazione del modello 3D dell'impianto, ottimizzando il design per minimizzare il costo nel rispetto delle specifiche applicabili e con corretta selezione dei materiali e caratteristiche meccaniche in funzione delle condizioni specifiche di progetto. Viene quindi realizzato il General Arrangement dell'impianto da sottoporre al cliente per approvazione o commenti e si procede poi a rifinire il modello ottimizzando il layout per consentire le attività di manutenzione. Infine il disegnatore rilascia la BOM di piping e tubing e realizza i disegni costruttivi. Questi ultimi devono essere di facile lettura per agevolare il lavoro a chi segue nella produzione.

Il PE, oltre a supervisionare e revisionare il General Arrangement e il modello 3D, è responsabile in questa fase della gestione delle deviazioni del progetto rispetto ai requisiti contrattuali, se necessarie, e della corrispondenza di documentazione contrattuale con il cliente in caso di modifiche e commenti.

La gestione de *Documentazione tecnica su portale* è compito del Project Engineer, qui compresa anche la gestione di eventuali aggiornamenti della documentazione contrattuale. Anche il *Rilascio posizioni BOM e RDA* sono a carico del PE.

Questa macro-fase è composta da:

- L'invio dei data sheet dei componenti principali al cliente per approvazione, attendendo, quando possibili, l'approvazione ufficiale prima del rilascio della distinta;
- L'indicazione della data di consegna dei componenti principali, da indicare nella richiesta di acquisto (RDA) secondo planning ricevuto dal PM;
- Rilascio RDA dopo verifica conformità con i costi previsti nel preventivo esecutivo.

A queste operazioni seguono la design review e PIM interna con la produzione.

La Tabella 2-1 mette in evidenza il ruolo del PE nelle diverse macro-fasi della gestione di commessa.

Tabella 1: Riepilogo ruolo del PE nella gestione di commessa

Macro-Fase	Attività Project Engineer
Avanprogetto	Appoggio per ufficio commerciale
Kick-Off Meeting	Analisi Criticità
	Verifica la disponibilità ultima revisione specifiche applicabili, loro condivisione e inserimento su portale Flenco
Analisi Specifiche Progetto e Preparazione BOM Componenti Principali	Analisi specifiche generali
	Preparazione BOM componenti principali
	Acquisto materiale pronto per assemblaggio
	Gestione disegni inviati dai fornitori
Design e BOM Piping & Tubing	Supervisione alla realizzazione del General Arrangement e del modello 3D
	Emissione eventuali deviazioni rispetto ai requisiti contrattuali
	Invio documentazione contrattuale al cliente con relativa gestione di modifiche/commenti
Documentazione Tecnica su Portale	Gestione aggiornamenti documentazione contrattuale
Rilascio Posizioni BOM e RDA	Invio data sheet al cliente per approvazione
	Rilascio RDA con date di consegna secondo planning e verifica compliance con preventivo esecutivo

2.3 Trasmissione di un ordine di acquisto

A termine della parte ingegneristica del progetto inizia quella di sviluppo dell'hardware in cui si ha come obiettivo fornire allo stabilimento produttivo gli elementi necessari per la produzione. In questa fase i PE, dopo aver definito la lista dei vari materiali (BOM) costituenti uno skid che devono essere ordinati, si occupano di instaurare le procedure di acquisto tramite una collaborazione con l'ufficio acquisti.

Di seguito si espone il processo prendendo come esempio l'acquisto di uno scambiatore di calore a fascio tubiero impiegato per trattare termicamente il gasolio del sistema 'liquid fuel'.

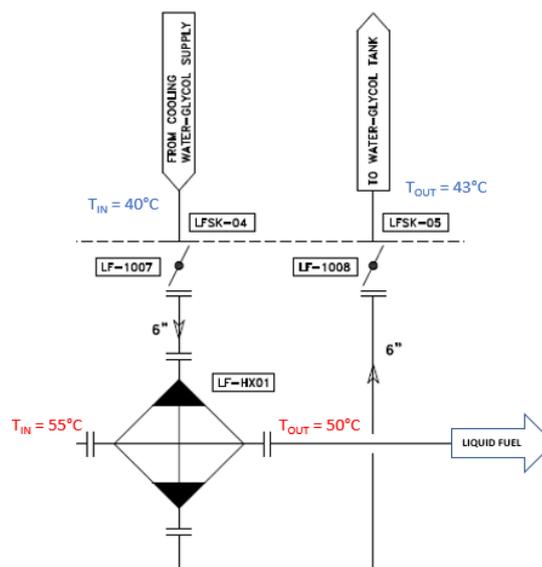


Figura 4: Schema unifilare estratto dal P&ID dello scambiatore

Tale componente ha come scopo primario quello di evitare che la temperatura del gasolio divenga eccessivamente elevata durante i test.

Come fluido vettore si è deciso di impiegare l'acqua glicolata derivante dallo skid adiacente a quello del 'liquid fuel'. In tale sistema si è ritenuto non necessario usare un chiller per poter abbassare ulteriormente la temperatura del fluido vettore rispetto a quella ambiente in quanto il test funzionale non richiede un ampio tempo di prova che avrebbe significato un eccessivo surriscaldamento del gasolio.

Dopo aver esaminato le specifiche riguardanti le procedure di prova degli skid, durante la fase progettuale si sono quindi selezionate le temperature di ingresso e uscita dallo scambiatore e quindi definita la potenza di scambio termico richiesta. Tali informazioni sono state poi trasmesse al fornitore in modo tale che potesse dimensionare lo scambiatore e consegnarci un'offerta.

SITE INFORMATION
 COUNTRY SITE: ALGERIA
 DESIGN CODE: ASME/ANSI B16.5 (FOR FLANGE)/PED/ATEX/CE.
 AMBIENT TEMPERATURE: min -5°C max 45°C
 INSTALLATION TYPE: OUTDOOR UNDER SHELTER
 AREA CLASSIFICATION: ATEX ZONE 2 IIA T3, IP65 for instru.; for motor IEC Std.
 MEASURING UNITS: SI UNITS: bar, C°, 1/m
 RATING: ANSI 150
 FLUID TYPE: DISTILLATE FUEL (Density 820 kg/m3 @ 40°C) HOT SIDE / 50% GLYCOL WATER COLD SIDE
 ELECTRICAL SUPPLY:
 MATERIAL ORIGIN: No Origin Limitation

MAIN DATA	DESCRIPTION	Rev A	NOTES
HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE			
MANUFACTURER:	VARIOUS		
MODEL:	TO BE DEFINED		Max. length 2800 mm
QTY:	1		
APPLICABLE SPEC/NORMATIVES.:	ALGERIAN DGM / SEE ABOVE/ ANSI B16.5 FLANGE RF 125-250 AARH		
TYPE:	Shell and Tube		
DUTY:	240 KW		
	SHELL SIDE	TUBE SIDE	
NORMAL FLOW:	Liquid Fuel 1600 l/m	Glycol Water 1400 l/m	
INLET TEMP:	Liquid Fuel 55	Glycol Water 40	
OUTLET TEMP:	Liquid Fuel 50	Glycol Water TED	
LF SIDE CONN.:	4" ANSI B16.5 FLANGE RF 125-250 AARH		
H2O + GLYCOL SIDE CONN.:	4" ANSI B16.5 FLANGE RF 125-250 AARH		
LF SIDE PRESS. DESIGN:	12,8 bar		
H2O + GLYCOL SIDE PRESS. DESIGN:	12,8 bar		
LF TEMP. DESIGN:	100 °C		
H2O + GLYCOL SIDE TEMP. DESIGN:	90 °C		
SHELL MATERIAL:	WCB		
TUBE SHEET MATERIAL:	WCB		
CHANGE OVER VALVE	N.A.		
FOULING FACTOR:	mfr. Std.		
Additional over design [%]	N.A.		
Max allowable pressure drop	1 bar		

Figura 5: Dati di progetto trasmessi al fornitore

Ottenuta l'offerta si è avviata la fase che comporta l'allineamento tecnico. In tale fase abbiamo chiesto al fornitore se fosse possibile apportare alcune modifiche allo scambiatore che ci ha proposto per poterlo appunto "allineare" alle nostre esigenze progettuali. Tra le varie modifiche vi è quella in cui si è chiesto al fornitore di traslare la posizione del bocchello d'ingresso S1 dell'acqua glicolata.

Una volta definite le modifiche si è chiesto al fornitore di aggiornare l'offerta informandolo anche del fatto che gli scambiatori necessitavano della certificazione ASME e del DGM algerino.

Dopo che il fornitore ha risposto alle nostre esigenze con una nuova offerta abbiamo deciso di prenderla in carico ritenendola congruente con il budget a disposizione oltre che con i tempi di fornitura.

Mediante l'RDA si è quindi proceduto con l'acquisto. L'RDA, richiesta di acquisto, è una procedura interna all'azienda in cui vengono forniti all'ufficio acquisti i dati contenuti nell'offerta del componente che si intende acquistare. Tale procedura avviene inizialmente caricando prima i dati in AS400 e poi informando l'ufficio acquisti.

In seguito l'ordine passa all'ufficio acquisti il quale si occupa di instaurare una trattativa col fornitore per ottenere uno sconto per quel prodotto.

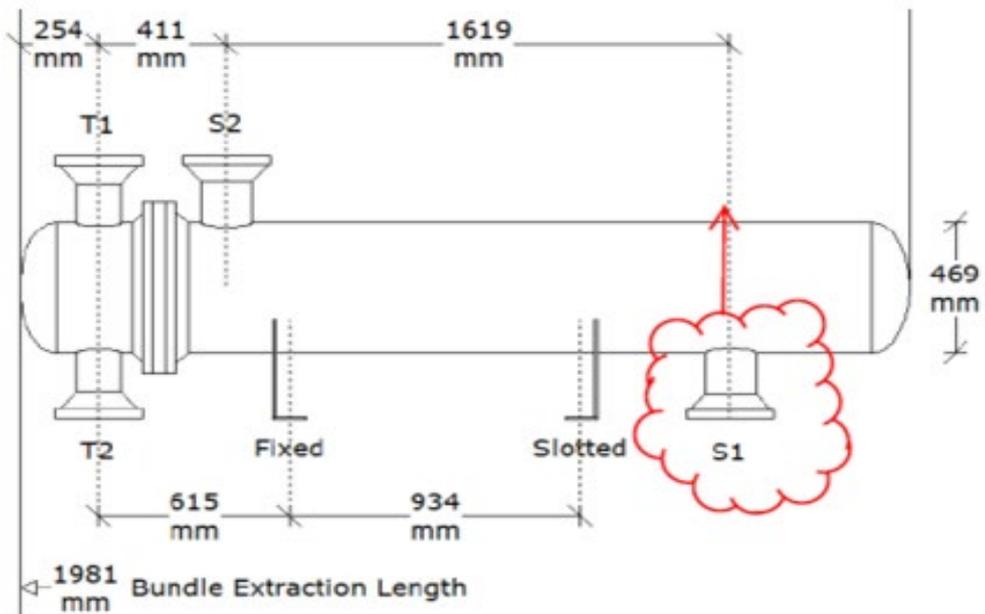


Figura 6: Revisione 0 dell'offerta

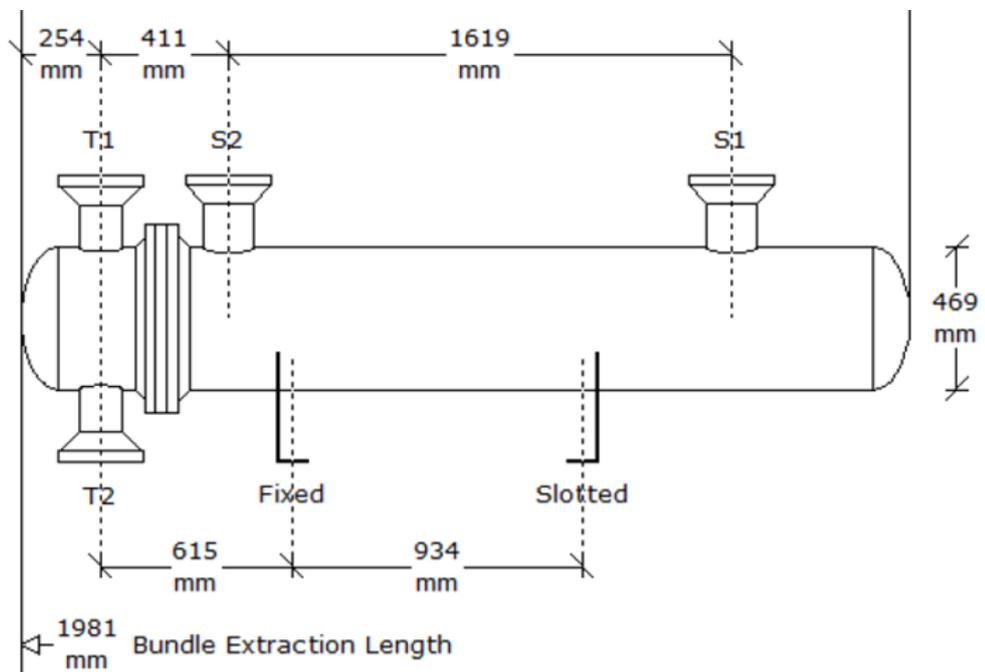


Figura 7: Revisione 1 dell'offerta

CREAZIONE
TECHNICAL
SPECIFICATION



RICERCA
FORNITORI



RDO



ALLINEAMENTO
TECNICO
OFFERTE
RICEVUTE

**UFFICIO
TECNICO**



VALUTAZIONE
DELLA MIGLIORE
OFFERTA



AS400
DATA ENTRY



RDA



CONTRATTAZIONE
COL FORNITORE



EMISSIONE
ORDINE



EXPEDITING

**UFFICIO
ACQUISTI**

3 Il progetto “Test Bench”

Per tutelare gli interessi della Flenco Fluid System e del cliente non verranno mostrati integralmente disegni isometrici, diagrammi o altra documentazione. Verranno riportati esclusivamente particolari di tale documentazione, quando si renderà necessario per fini espositivi.

3.1 Definizione della tipologia di commessa

La commessa 103600, che nel seguito verrà definita semplicemente *Test Bench*, si tratta di un progetto in cui è richiesta la progettazione, produzione, installazione e messa in servizio di un banco prova per moduli ausiliari impiegati nelle centrali a ciclo combinato dell’Algeria. Il cliente è una società nata tramite una ‘join venture’ tra General Electric e Sonelgaz chiamata ‘General Electric Algeria Turbines SPA’ ma nota anche come GEAT.

Si tratta di una Build To Spec ma a differenza della gran parte delle commesse gestite da FFS, dove vengono prodotti e realizzati dei moduli a partire da delle specifiche che riportavano un progetto già realizzato dal cliente, in questo caso si richiede invece all’azienda di occuparsi di tutta la fase di ingegnerizzazione oltre che alla produzione e messa in opera. Confidando sull’esperienza nella produzione di moduli, il cliente ha affidato all’azienda una tipologia di commessa che risulta una novità a casa Flenco, motivo per cui si è mostrata un’ardua sfida.

La principale problematica è stata l’assenza di un’esperienza precedente su cui basarsi e fare riferimento poiché la Flenco si è sempre occupata della realizzazione dei moduli e di testarli mediante procedure interne e non secondo procedure standard e ben dettagliate come invece è richiesto dal cliente. Un’altra importante problematica è stata la richiesta che prevedeva la realizzazione del “cervello” di tutto l’impianto ossia la fornitura di una *control room* sulla quale è collocato il PLC. Questo è un computer destinato ad esempio al controllo dei motori presenti nei vari moduli oltre a quelli appartenenti al banco prova. Inoltre a Flenco è stato chiesto la programmazione del PLC mediante linguaggio SFC applicando la tecnica Grafcet, attività del tutto nuova in azienda.

Vista quindi la complessità del progetto il responsabile dell’ufficio tecnico ha deciso di assegnargli due PE coordinati da un PM che ha avuto il compito di definire e far rispettare le *dead line*.

3.2 Panoramica progetto

Lo scopo principale del Test Bench è quello di verificare l'integrità e la funzionalità dei moduli ausiliari che verranno impiegati nelle centrali a ciclo combinato dell'Algeria.

Tale verifica, così per come ciascun componente meccanico, è assolutamente necessaria sia sotto un profilo legislativo in quanto vi sono alcune norme che ne impongono l'obbligatorietà, sia da un punto di vista legato semplicemente alla sicurezza. Infatti in tale contesto le condizioni operative possono essere considerate alquanto critiche poiché ad esempio vi è la presenza di fluidi infiammabili oppure perché gli stessi fluidi sono impiegati ad elevate pressioni e temperature.

Il cliente ha fornito una specifica in cui inizialmente sono indicati proprio i passaggi che costituiscono un collaudo. Le tre operazioni di validazione che saranno svolti dal team GEAT sono i seguenti:

1. **Controllo preliminare:** Ispezione visiva per convalidare la conformità dell'assemblaggio a P&ID, dwg, ecc.
2. **Test preliminare:** Impostazioni individuali o preimpostazione dei componenti, come il controllo del senso di rotazione dei motori.
3. **Verifica generale della funzionalità:** Fase principale e che si suddivide a sua volta in:
 - Flushing per la pulizia delle tubazioni;
 - Test funzionale;
 - Stoccaggio e preparazione per la spedizione;

Tutti questi passaggi saranno svolti nell'area di test locata a Batna che si trova appunto in Algeria.

Il test funzionale rappresenta il fulcro del progetto in quanto contiene le varie procedure di test che devono essere rielaborate a seconda del modulo che si dovrà testare. Fare una procedura richiede un attento studio del sistema da testare orientato alla conoscenza delle macchine e dei componenti presenti, delle pressioni operative e della posizione dei vari terminali (definiti *interconnecting point*), ossia i punti che consentono il collegamento dello skid all'intero sistema della centrale elettrica.

La conoscenza dei test funzionali è inoltre fondamentale per la determinazione e l'acquisto di tutti i componenti quali pompe, tank, filtri e trasmettitori.

Per agevolare lo svolgimento del progetto, GEAT e Flenco hanno concordato di suddividerlo in due fasi principali in cui nella prima ci si occupa della progettazione, fase puramente ingegneristica che culmina con la deposizione della documentazione richiesta al cliente, mentre nella seconda fase si avviano le operazioni di acquisto dei componenti dimensionati oltre che i primi stadi di produzione nello stabilimento di Trino. Anche la stessa suddivisione di un intero progetto ha rappresentato per la

Flenco una novità. Per favorire la pianificazione interna alle due fasi sono stati attribuiti due numeri di commessa differenti.

Tabella 2: Suddivisione del progetto

Numero commessa	Scopo	Dead line
103600	Progettazione, sviluppo P&ID, disegni preliminari	21/12/2018
103806	Sviluppo dell'hardware e produzione	05/07/2019

Sempre tramite accordi col cliente, la 103806 è suddivisa ulteriormente in due fasi:

- Fase 2.1 (definita *Degradè*): Acquisto dei componenti meccanici e il piping che costituiscono gli skid e i simulation loops.
- Fase 2.2: acquisto degli armadi contenenti gli inverter, sviluppo della control room e programmazione del PLC.

Per quest'ultima fase, vista la complessità, è stata fornita una *dead line* che è posticipata rispetto alla 2.1.

Tabella 3: Pianificazione della fase 1

2	KOM	0 g	gio 14/06/18	gio 14/06/18
3	Customer specifications review	2 s	gio 14/06/18	mer 27/06/18
4	First design review in Belfort (P&ID and layout approval)	0 g	gio 19/07/18	gio 19/07/18
5	P&ID	31 g	gio 28/06/18	gio 09/08/18
6	P&ID flushing definition	15 g	gio 28/06/18	mer 18/07/18
7	P&ID test definition	15 g	gio 28/06/18	mer 18/07/18
8	P&ID first issue dwg	5 g	gio 19/07/18	mer 25/07/18
9	P&ID review	11 g	gio 19/07/18	gio 02/08/18
10	P&ID final issue dwg	5 g	ven 03/08/18	gio 09/08/18
11	Layout definition (including ATEX zones) and DWG	14 g	gio 28/06/18	mar 17/07/18
12	Preliminary layout study	4 g	gio 28/06/18	mar 03/07/18
13	Layout review and preliminary estimated analysis for foundation load & ATEX zones	11 g	gio 28/06/18	gio 12/07/18
14	Layout preliminary issue 2D dwg	3 g	ven 13/07/18	mar 17/07/18
15	Design and DWG	62,5 g	lun 03/09/18	mer 28/11/18
16	3D modelization with components dwg	4,5 s	lun 03/09/18	mer 03/10/18
17	Calculation note	3 s	gio 04/10/18	mer 24/10/18
18	General Arrangement test bench (with foundation loads, lashing and lifting drawings)	0 g	mer 24/10/18	mer 24/10/18
19	General Arrangement approval by GEAT	2 s	gio 25/10/18	mer 07/11/18
20	Final layout issue DWG	5 g	gio 08/11/18	mer 14/11/18
21	Construction drawings (test skids and tanks)	2 s	gio 08/11/18	mer 21/11/18
22	Piping sketches (test skids, interconnecting and simulation loops)	2 s	gio 08/11/18	mer 21/11/18
23	Construction drawings of access (ladders, platforms)	2 s	gio 08/11/18	mer 21/11/18
24	Instruments outline + hook-up	2 s	gio 15/11/18	mer 28/11/18
25	Electrical outline + hook-up	2 s	gio 15/11/18	mer 28/11/18
26	ITEM definition and BOM	95 g	gio 19/07/18	mer 05/12/18
27	Main components selection (including relevant datasheets)	15 g	gio 19/07/18	mer 08/08/18

28	Minor components selection (valves, instruments)	4 s	gio 09/08/18	mer 12/09/18
29	Loose items selection	3 s	gio 13/09/18	mer 03/10/18
30	tank BOM	5 g	gio 22/11/18	mer 28/11/18
31	flushing and test skids BOM (including simulation loops skid & trolleys)	5 g	gio 22/11/18	mer 28/11/18
32	interconnecting piping/tubing BOM	5 g	gio 22/11/18	mer 28/11/18
33	platforms, ladders, grating, etc BOM	5 g	gio 22/11/18	mer 28/11/18
34	PLC and control room BOM	5 g	gio 18/10/18	mer 24/10/18
35	Electrical material BOM	5 g	gio 29/11/18	mer 05/12/18
36	Loose items BOM	3 g	gio 04/10/18	lun 08/10/18
37	Device summary of test bench	1 s	gio 29/11/18	mer 05/12/18
38	Electrical documents and PLC	80 g	gio 02/08/18	mer 28/11/18
39	Electrical load list	1 s	gio 09/08/18	mer 22/08/18
40	electrical material definition	10 g	gio 15/11/18	mer 28/11/18
41	Wiring diagrams	2 s	gio 13/09/18	mer 26/09/18
42	PLC + Control room definition (including Grafcet Diagrams)	10 s	gio 02/08/18	mer 17/10/18
43	Procedures definition (preliminary checks + endoscopic checks + flushing + test + storage)	55 g	gio 13/09/18	mer 28/11/18
44	Risk analysis completion	3 s	gio 04/10/18	mer 24/10/18
45	Preliminary checks procedures, including necessary tooling and equipment list	3 s	gio 08/11/18	mer 28/11/18
46	Gas pipes endoscopic test procedures, including necessary tooling and equipment list	3 s	gio 08/11/18	mer 28/11/18
47	Flushing procedures and equipment list	3 s	gio 08/11/18	mer 28/11/18
48	Functional Test procedures, including necessary tooling, set-up procedures, start&stop procedures and equi	3 s	gio 08/11/18	mer 28/11/18
49	Preservation and storage procedures, including necessary tooling	3 s	gio 08/11/18	mer 28/11/18
50	O&M Manuals + Spare parts list	3 s	gio 13/09/18	mer 03/10/18
51	Painting specification	3 g	gio 22/11/18	lun 26/11/18
52	Quality Control Plan	42 g	gio 19/07/18	ven 21/09/18
53	document check	14 g	gio 19/07/18	mar 07/08/18
54	first issue	3 g	mer 08/08/18	ven 10/08/18
55	final issue	10 g	lun 10/09/18	ven 21/09/18
56	Full documentation issue	16 g	gio 29/11/18	gio 20/12/18
57	Translation frozen documents	16 g	gio 29/11/18	gio 20/12/18
58	Full documentation issued to GE	0 g	gio 20/12/18	gio 20/12/18

3.3 Caratteristiche generali del test bench

Ciò che è richiesto al banco prova è che deve essere in grado di testare tutti i moduli ausiliari prodotti da GEAT. Tra questi sistemi vi sono: A035 / 969S / A246 / E025 / A245 / G002 / G015 / A160 / PR20 / A162.

Il banco di prova deve essere composto da:

- Un'area dedicata per ricevere la base dello skid da testare. La superficie del pavimento sarà costituita da lamiera metallica installata nel calcestruzzo (sorpasso di circa 5 mm dal terreno vicino);
- Una gru (50 t) per skid di carico/scarico. Il trasferimento dalla sala riunioni all'area di prova viene effettuato utilizzando un camion o un rimorchio specifico. L'acquisto della gru 50t non è incluso nello scopo;
- Cancelli per l'accesso agli skid in sicurezza;
- Serbatoi per la conservazione dei liquidi di prova;
- Tubazioni per collegamento skid al banco di prova;

- Cicli di simulazione composti da (per ciascun ciclo):
 - Una valvola di controllo o un orifizio multistadio per la simulazione delle perdite di carico;
 - Un misuratore di portata;
 - Un sensore di pressione;
 - Un sensore di temperatura;

Il ciclo di simulazione sarà indipendente per gli skid dotati di serbatoi di stoccaggio e funzionanti a circuito chiuso o integrati nelle tubazioni di uscita per gli skid che richiedono un serbatoio esterno;

- Pompe per il riempimento di pattini con un serbatoio di accumulo;
- Pompe di inoltro;
- Filtri per proteggere l'integrità dell'hardware;
- Diversi sensori (misuratore di portata, pressione, temperatura, ...) non inclusi nei cicli di simulazione;
- Sistema dedicato ad un'analisi continua dell'inquinamento da olio lubrificante;
- Martelli pneumatici montati su tubi per rimuovere le impurità durante il lavaggio;
- Conservazione o altra protezione contro l'inquinamento del suolo in caso di perdita;
- Un serbatoio per il recupero e lo stoccaggio di liquidi da ritenzioni. Questo serbatoio è chiamato "Sump tank";
- Pompe del serbatoio del pozzetto se necessario per la gestione dei fluidi in conservazione;
- Una sala di controllo insonorizzata che consente la gestione del controllo dei test;
- Scatole di alimentazione elettrica per l'alimentazione e il monitoraggio dei componenti dello skid;
- Sistema di riscaldamento e raffreddamento per fluido;
- Utensili di supporto utilizzati per una facile installazione dei vari tubi di collegamento;
- Carrelli dedicati per ogni skid, per riporre correttamente l'attrezzatura;

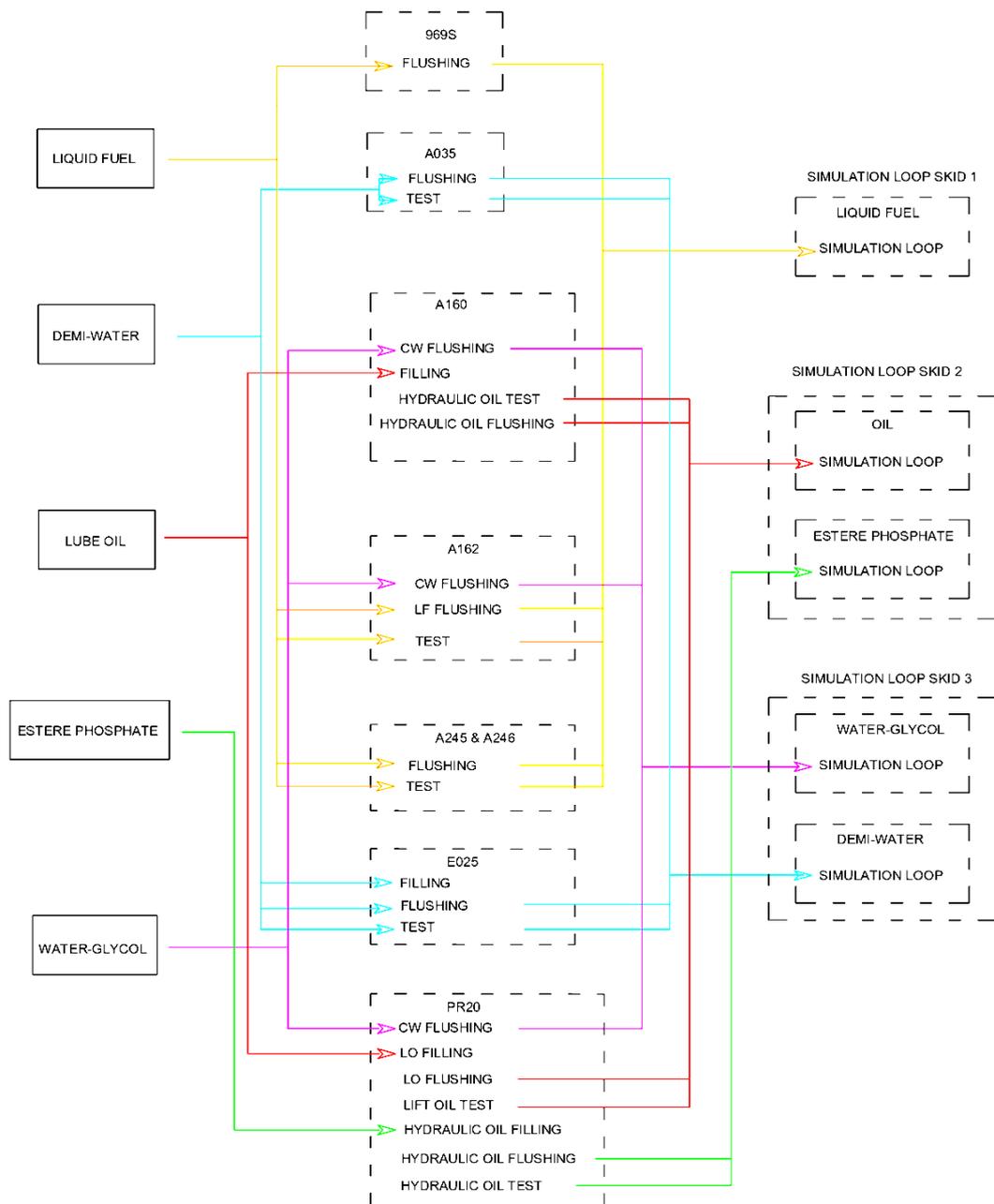


Figura 8: schema di funzionamento del banco prova

Nell'immagine di sopra vengono evidenziati i fluidi impiegati per ogni skid realizzato da GEAT. Nella parte centrale sono inoltre indicate le varie operazioni a cui sono interessati questi sistemi. Così come richiesto dalla specifica per ogni fluido corrisponde un ciclo di simulazione associato a quello skid.

3.3.1 Planimetria della test area di Batna

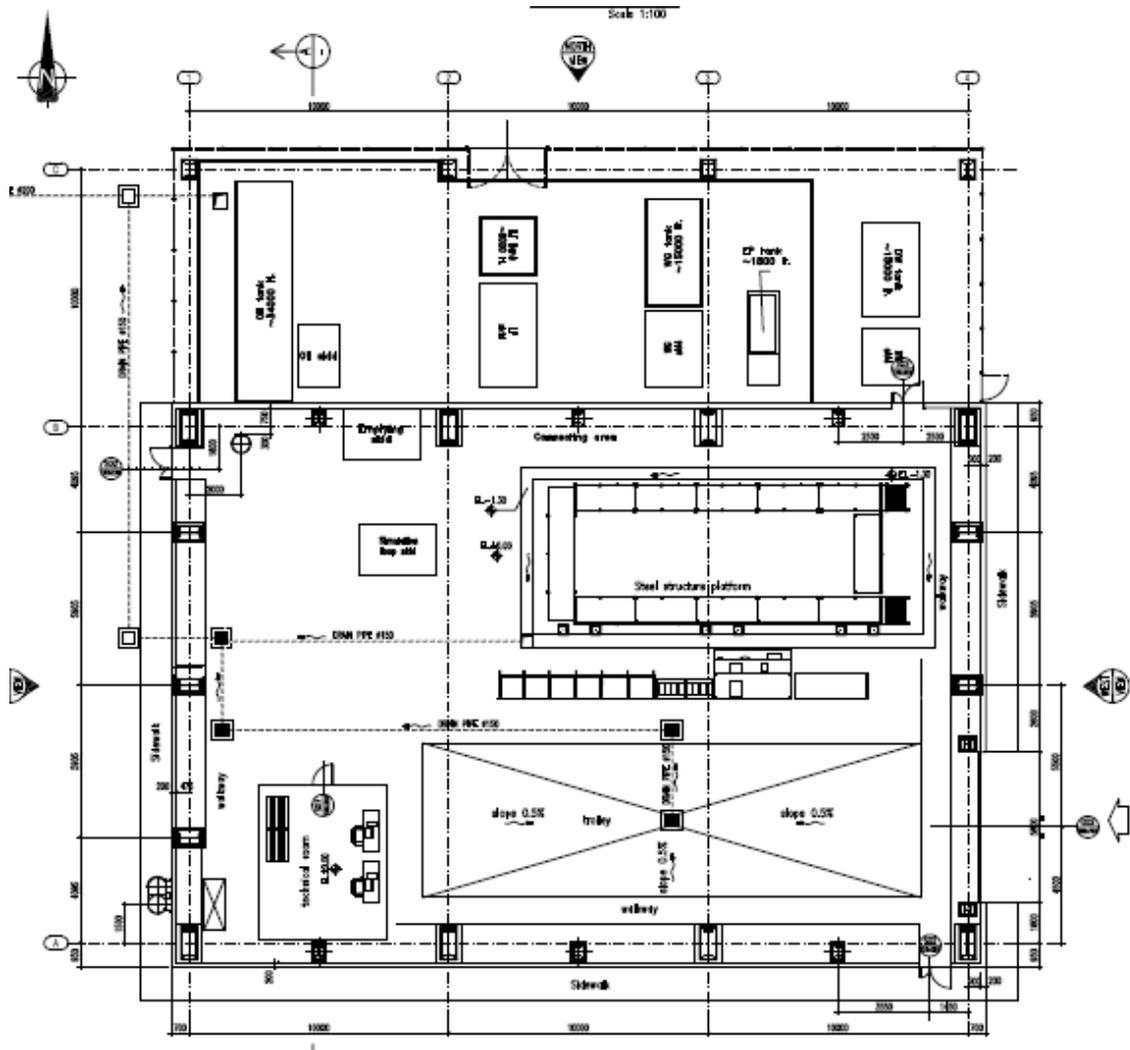


Figura 9: Planimetria della della sala prove

La test area è localizzata in uno stabilimento che al momento dell'assegnazione della commessa era in fase di costruzione. Il cliente quindi oltre alle specifiche tecniche ci ha fornito anche il layout dello stabilimento in modo tale da evidenziare gli spazi a disposizione per i nostri sistemi.

Tale sito è fondamentalmente suddiviso in due sezioni tramite una muratura ma collegate mediante una connecting area che rappresenta il punto di passaggio della mandata e il ritorno. La prima, in alto dell'immagine, è quella destinata a contenere i moduli ausiliari e i tank che verranno impiegati per i vari test. Qui vi è:

- Un Tank contenente del liquid fuel e il suo skid ausiliario costituito da una pompa di trasferimento, una pompa di ricircolo, un filtro, un cooler e i l'insieme di trasmettitori sia di pressione che di temperatura;
- Un Tank con olio lubrificante e lo skid ausiliario;

- Un Tank con acqua glicolata e il proprio skid, posizionati in prossimità del sistema con liquid fuel;
- Il sistema con l'estere fosfato, anch'esso costituito da un tank e un sistema di trasferimento del fluido,
- Il Tank con acqua demineralizzata e lo skid ad esso associato con la medesima funzione dei sistemi sopra enunciati;

La disposizione dei cinque sistemi non è casuale in quanto è frutto di una scelta ponderata avente come obiettivo la messa in sicurezza della zona. Infatti la sezione che comprende il sistema liquid fuel è un'area definita *Hazardous Area* dovuto al fatto che il gasolio è un fluido infiammabile e ciò ha richiesto che tra questo sistema e quelli adiacenti vi fosse una certa distanza che rispettasse la relativa normativa.

Oltre a questo, per evitare la contaminazione ambientale in caso di dispersione, tutti i sistemi ritenuti critici da questo punto di vista sono circondati da un muretto alto circa mezzo metro. A tal proposito si nota come il sistema con acqua demineralizzata non sia interna a questo muretto in quanto sia un fluido non critico.

I sistemi di questa sezione sono collegati alla connecting area mediante dei tubi in acciaio.

Nella seconda sezione, quella caratterizzata da un'area maggiore, vi è invece

- Il banco di appoggio dei sistemi da testare;
- I simulation loops;
- La zona di scarico dei moduli ausiliari;
- La control room;
- L'armadio contenente gli inverter;

I simulation loops sono degli skid costituiti da delle valvole, da degli orifizi e da dei trasmettitori di pressione. Il compito principale di questi moduli è quello di simulare le perdite di carico che si riscontrano nella turbina che verrà associata al sistema ausiliario testato. A differenza degli skid contenuti nella prima sezione, i simulation loops sono dimensionati secondo un rating pari a 600 mentre per gli altri si è ritenuto sufficiente un rating 150.

Il rating si tratta di una classificazione che tiene in considerazione delle pressioni di esercizio, quindi maggiore è tale numero e maggiore è la pressione con cui possono operare i componenti. Ciò è dovuto al fatto che nei simulation loops si opera con pressioni elevate tipiche dei sistemi ausiliari delle centrali elettriche a ciclo combinato. A tal proposito gli orifizi sono stati dimensionati in modo tale da abbattere queste pressioni e fare in modo che i fluidi ritornino ai tank corrispondenti con pressioni prossime a quelle ambiente (pressione dei fluidi presenti nei tank).

Per evitare un numero eccessivo dei basamenti contenenti i simulation loops si è pensato di impiegarne solo tre anziché 5 in modo tale da poter mettere quelli dell'acqua demineralizzata e glicolata in un unico basamento così come per l'estere fosfato e l'olio lubrificante impiegandone quindi uno solo per il gasolio.

ISOMETRIC OPPOSITE VIEW

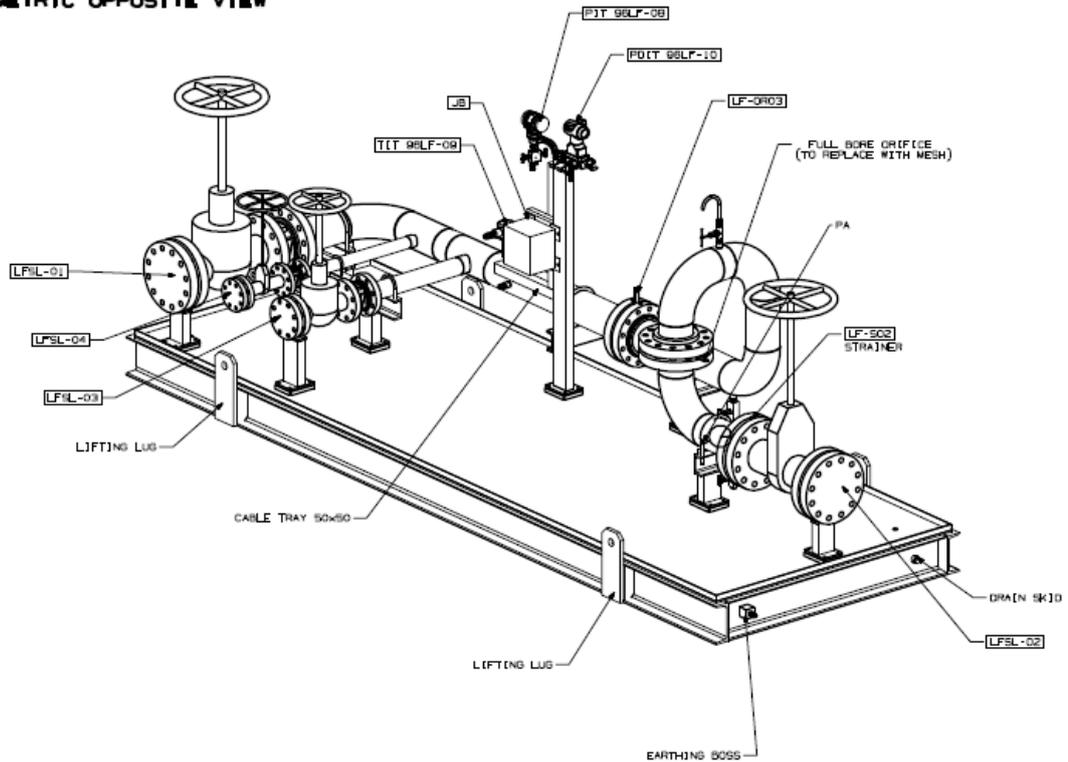


Figura 10: Simulation loop dei sistemi con liquid fuel

La connessione fra il banco di appoggio dei moduli ausiliari e i simulation loops avviene tramite dei tubi flessibili che sono anch'essi scopo di fornitura di Flenco mentre il ritorno ai tank avviene con dei tubi che passano sempre mediante la connecting area.

Di fondamentale importanza è la control room. Questa si tratta di una stanza preassemblata destinata a contenere gli operatori e i computer di controllo. Infatti le informazioni rilevate sul campo mediante i sensori sono trasferite con i trasmettitori direttamente ai PC. Ciò permette agli operatori di poter gestire i vari processi da remoto.

Come si può notare dal layout, la control room è posta dinanzi alla sezione di carico e scarico dei sistemi ausiliari. Tale parte è infatti stata dimensionata in modo tale da avere spazio a sufficienza per permettere le manovre dei camion. Si ricorda inoltre che le operazioni di scarico e carico avvengono tramite un carroponete che però non fa parte dello scopo di fornitura Flenco ma viene acquistato dallo stesso cliente.

3.4 Scope of work

Lo scope of work consiste in una parte della specifica tecnica fornita dal cliente in cui si mettono in evidenza gli obiettivi del lavoro che devono essere raggiunti dal vendor nella commessa assegnata.

Di seguito si espongono tali punti:

1. Definizione delle istruzioni per i controlli e le prove preliminari;
In questo punto il cliente desidera che vengano fornite le modalità con cui devono essere svolti i test preliminari. Tali test consistono ad esempio nel verificare il corretto verso di rotazione dei motori oppure fare in modo che tutto ciò che è nei P&ID sia effettivamente presente sul campo tramite semplici ispezioni visive.
2. Definire strumenti e attrezzature per effettuare controlli e test preliminari come descritto sopra;
Tali controlli possono richiedere strumenti come amperometri e voltmetri per verificare l'intensità di corrente e la tensione relativa ai motori elettrici.
3. Definizione dell'istruzione di controllo per test funzionali;
Parte più complessa del progetto è quella in cui è richiesto tramite questo punto, la realizzazione delle istruzioni dei test funzionali. Queste sono le istruzioni tecniche con cui gli skid portati nel test bench vengono appunto collaudati e sono quindi parte essenziale dell'intera commessa. Le istruzioni sono diverse per ogni skid e la loro complessità varia a seconda dal sistema che deve essere testato.
4. Definire l'elenco delle attrezzature necessarie per completare il test funzionale;
Tra le varie attrezzature necessarie per poter testare un sistema ausiliario vi devono essere serbatoi, tubazioni, pompe, riscaldatori e raffreddatori, filtri, strumentazione, anelli di simulazione e il sistema di sicurezza.
5. Definire il P&ID generale per l'area di test;
Tale documento è anche definito *General Arrangement* e consiste in una rappresentazione bidimensionale dell'area di prova. Qui vi sono contenuti tutti i componenti con i rispettivi tag number, le informazioni relative alle dimensioni dei tubi, i punti di connessione ai vari sistemi ausiliari etc.

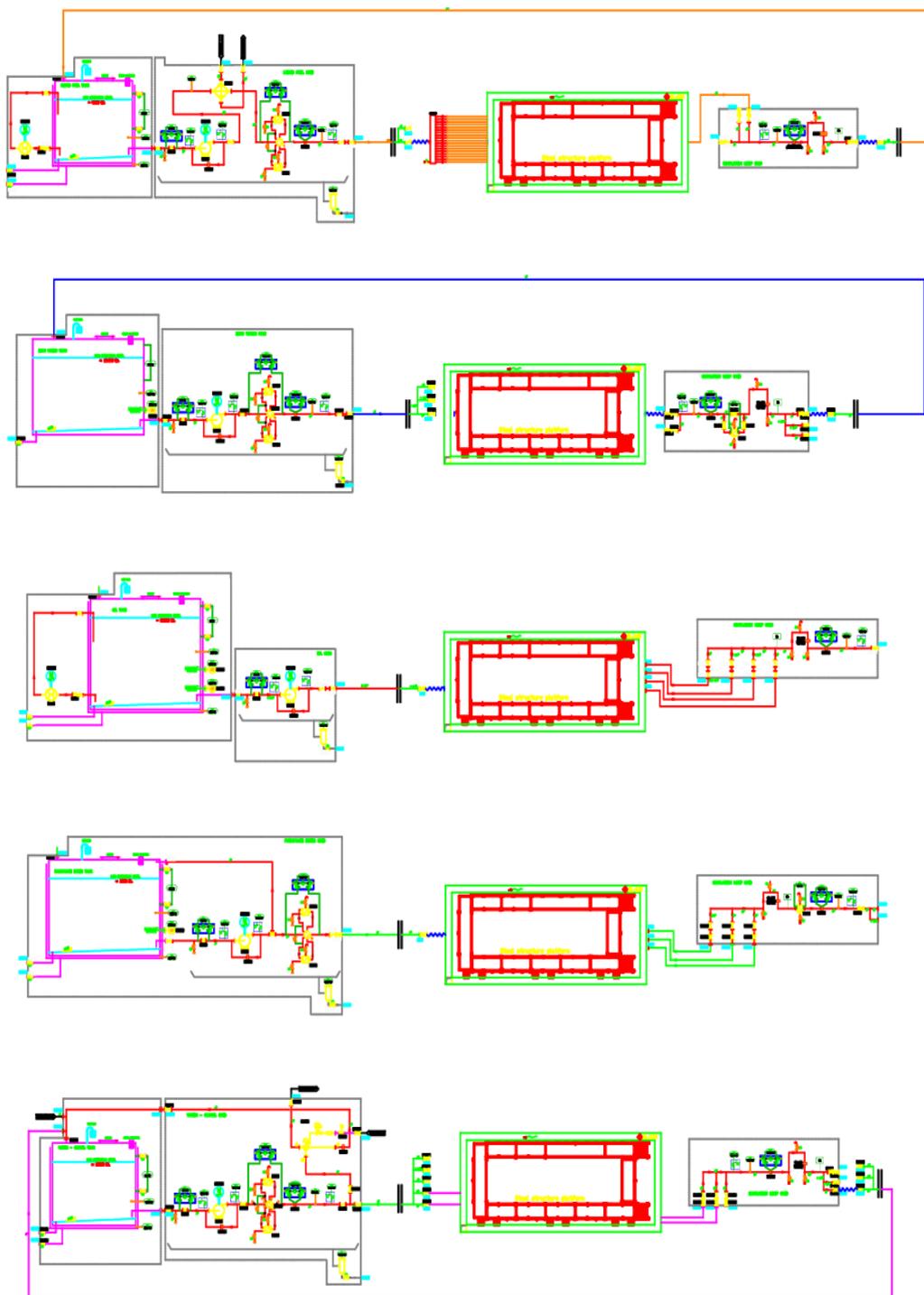


Figura 11: esempio di schema generale

6. Definire il layout dell'area di test;
 Il layout consiste nella planimetria del test bench. Qui viene decisa la locazione dei vari sistemi tenendo in considerazione diversi aspetti tra cui gli ingombri, la sicurezza del sistema. Il giusto collocamento dei moduli e delle apparecchiature è fondamentale anche per la manutenzione.

7. Dimensionare i tubi di collegamento;

I tubi di collegamento consentono l'unione fra la parte in cui risiedono i sistemi necessari alle prove e la sala in cui alloggianno gli skid da testare. Tali tubi si suddividono in quelli di mandata e in ritorno e possono essere in acciaio al carbonio o inox a seconda del fluido impiegato.

8. Definire la potenza elettrica richiesta;

In questo punto il cliente richiede di definire le potenze dei motori impiegati per alimentare le pompe così da poter verificare che l'alimentazione richiesta non ecceda quella disponibile. Ciò è fondamentale per evitare un blackout durante i test ma anche per poter realizzare l'armadio in cui risiedono i vari inverter.

9. Definire il diagramma di cablaggio dell'interfaccia per ogni skid (potenza e strumentazione);

Il *wiring diagramm*, o appunto diagramma di cablaggio, è anch'esso una sorta di P&ID in cui però vengono messi in evidenza i collegamenti elettrici tra i vari sistemi. Anche in questo caso i componenti sono associati ad un numero identificativo.

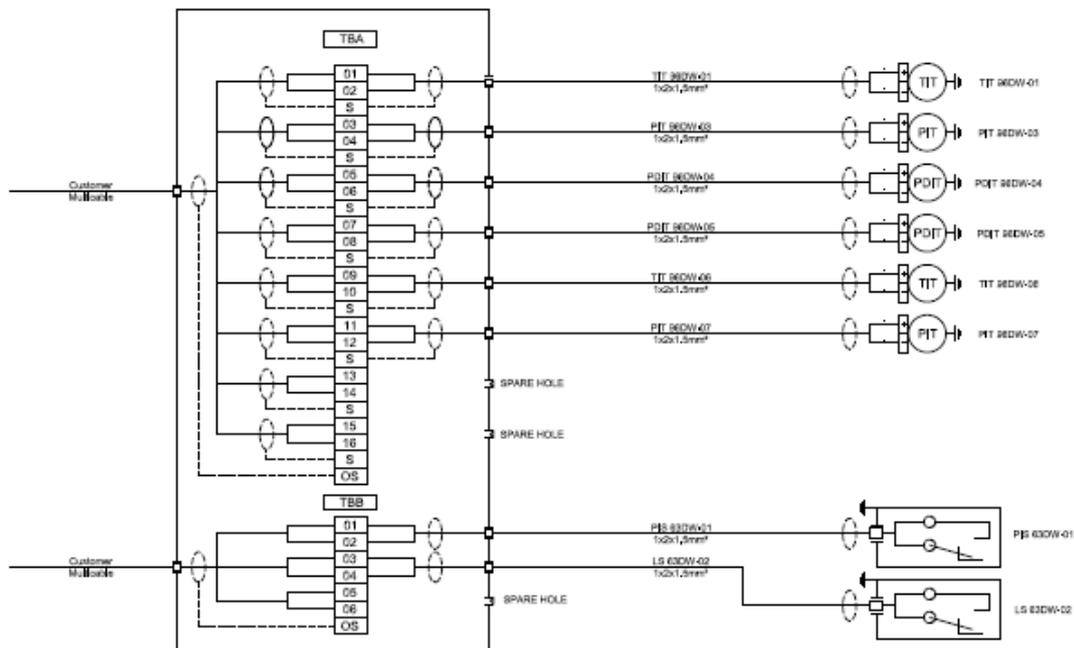


Figura 12: Wiring Diagramm del sistema Demi Water

10. Definire e localizzare le scatole di giunzione del banco di prova per l'interconnessione tra skid e banco prova;

Le scatole di giunzione sono dei morsetti in cui sono presenti i terminali elettrici dei cavi. Tramite queste scatole i cavi vengono uniti così che all'uscita ne venga impiegato uno solo che andrà alla control room o all'armadio inverter.

11. Realizzare la BOM;

La BOM, *Bill of materials*, si tratta di una lista che comprende tutti i componenti che devono essere acquistati. In questa lista vi sono quindi i motori, le pompe, gli strumenti di misurazione, il piping, i filtri e gli scambiatori di calore.

12. Definire e disegnare sul layout, la zona Atex per ogni skid;

Definire una zona Atex significa considerare il rischio dovuto alla presenza dei fluidi infiammabili. Nel nostro caso tale zona racchiude il sistema contenete il gasolio e il piano di appoggio degli skid da testare. Per cui i componenti contenuti in tali sistemi devono contenere la certificazione Atex.

13. Progettare e implementare strumenti per assistere l'operatore nell'assemblaggio e posizionamento di tubazioni e cicli di simulazione quando necessario.

14. Definire il controllore logico programmabile, l'input / output e sviluppare il test complessivo software di gestione dell'area.

In tale punto GEAT ci chiede di implementare i test funzionali in un PLC seguendo la tecnica dei diagrammi grafcet. Questo risulta un punto notevolmente complesso in quanto all'interno dell'azienda non vi è nessuno che si occupi dell'implementazione dei test nei PLC. Tuttavia la selezione e programmazione del PLC è una parte appartenente alla seconda fase del progetto che segue quindi la messa in opera del sistema meccanico.

15. Definire l'accesso necessario per eseguire tutte le operazioni (controllo, test, preparazione, ...) a evitare qualsiasi rischio EHS;

Per quanto riguarda la fornitura di energia, verrà fornito un unico punto di accesso per energia sulla macchina.

La registrazione di installazioni idrauliche, meccaniche, pneumatiche ed elettriche deve essere facile da eseguire per consentire operazioni di manutenzione sicure.

16. Fornire addestramento per l'operatore di produzione e manutenzione;

La formazione si svolgerà sul sito durante l'installazione e devono essere dispensati in francese dagli specialisti Flenco. La formazione deve includere tre moduli separati per operatori, metodi tecnici e manutenzione.

17. Analisi dei rischi per il banco di prova;

In tale analisi si evidenziano i possibili rischi che si possono presentare nel test bench. Il tutto è poi riportato in un documento che deve essere revisionato e certificato dall'ente opportuno. In tale documento oltre ai rischi devono essere messi in evidenza anche le possibili misure per evitarli.

I risultati finali sono:

- Istruzioni dettagliate per le verifiche preliminari e i test funzionali;
- Distinta materiali degli strumenti e delle attrezzature utilizzate per effettuare controlli e prove preliminari;
- Procedura / istruzioni dettagliate per la preparazione della conservazione e / o la spedizione degli skid;
- P & ID;
- Layout dell'area di test;
- Distinta componenti dell'apparecchiatura nell'area di prova;
- Disegno dettagliato dei tubi di collegamento e dei circuiti di simulazione;
- Disegno dettagliato del supporto dei tubi di collegamento e dei circuiti di simulazione;
- Disegno dettagliato dell'accesso (e degli strumenti associati, ladder, piattaforma, ecc.) per le varie operazioni effettuate nella zona di prova;
- Schema di cablaggio per area di prova e sala di controllo;
- Schema di cablaggio delle connessioni skid con l'area di prova;
- Elenco degli ingressi / uscite per il controllore logico programmabile;
- Elenco di sensori locali aggiuntivi per ogni skid;
- Diagramma Grafcet;
- Software di gestione della sala di controllo e documenti associati;
- Istruzioni per l'uso della sala di controllo;

4 Analisi delle problematiche e delle soluzioni adottate

4.1 Problematica 1: Possibile contaminazione ambientale

- *The type and equipment of the tanks shall comply with international and Algerian norm and standards applicable for this kind of part. For example but not limited to :*
 - *Single or double walls / retentions*
 - *Detection to be implemented*
 - *Blowholes*
 - *Access*
 - *purge*
 - *Filling*
 - *Level*
 - *...*

Dall'estratto della *Technical Specification* si osserva che il cliente ha richiesto che i *Tank* contenenti i fluidi impiegati per i test fossero dotati di una doppia parete. Tale richiesta è spiegabile dal fatto che il cliente fosse certo che vi fosse una normativa che imponesse questo accorgimento nei serbatoi.

La funzione della doppia parete se presente è quella di evitare che la parete primaria, ossia quella a contatto col fluido, in seguito a fenomeni di usura e corrosione che provocano la nascita di cricche e successivi fori, potesse inquinare l'ambiente circostante mediante la dispersione del fluido contenuto.

Tuttavia applicare tale tipo di precauzione pur essendo ottimale dal punto di vista della sicurezza ambientale presenta un notevole dispendio di tempo oltre che di denaro, inoltre tale spesa potrebbe non venir considerata durante la fase di trattazione col cliente.

In questo caso i PE considerate le possibili problematiche hanno optato di consultare un ente certificatore il quale li ha informati che non vi fosse alcuna normativa che obbligasse l'impiego di una doppia parete.

Informato di ciò, GEAT ha imposto ugualmente che fosse confermata la richiesta iniziale indipendentemente dalle normative. In questa circostanza l'azienda non è riuscita ad ottenere un risparmio ma bensì le è stato attribuito un costo supplementare relativo alla produzione dei tank.

La richiesta del cliente anche da un punto di vista costruttivo ha provocato dei disagi come:

- Aumento delle dimensioni e quindi degli ingombri del tank il quale si traduce in maggiori difficoltà anche nel trasporto;

- Difficoltà nella connessione dei dispositivi impiegati per rilevare i livelli dei fluidi nei tank;

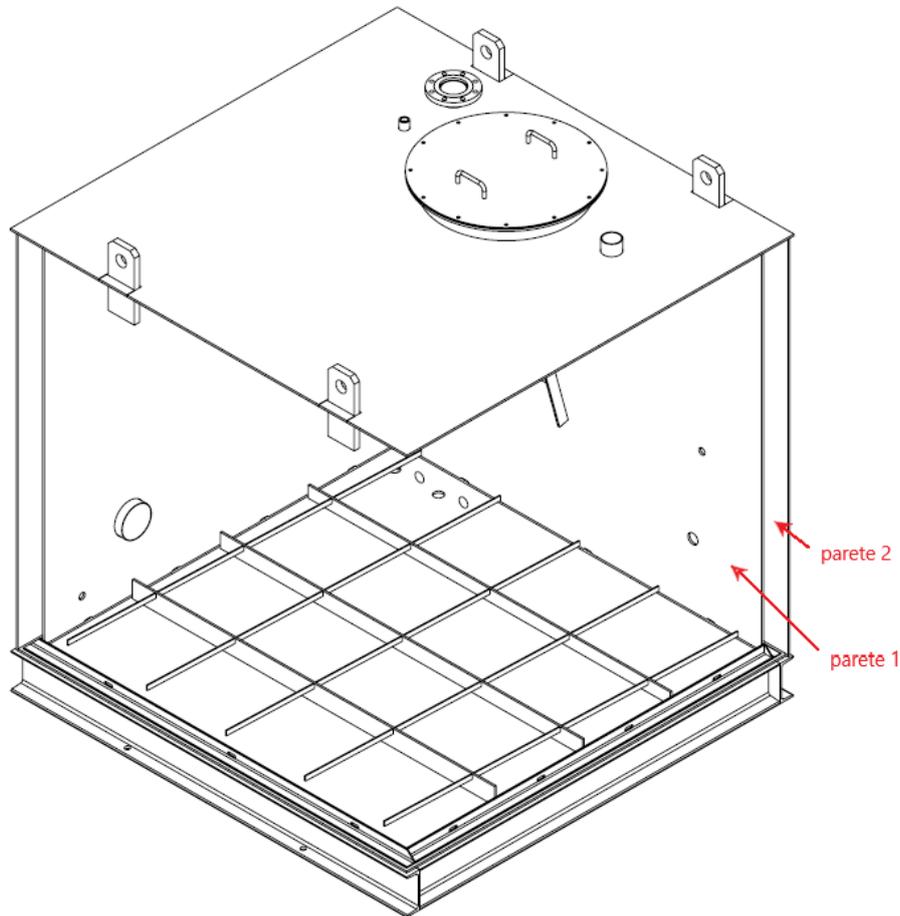


Figura 13: Disegno del "liquid fuel tank"

Per evitare la dispersione dei fluidi impiegati per i vari test si è scelto di realizzare attorno al banco prova una sorta di fossa avente un fondo di circa un metro e mezzo rispetto al piano di calpestio, coperta chiaramente con una griglia. Tale soluzione ha lo scopo di raccogliere i vari fluidi in caso di perdite e permettere un facile drenaggio impedendo la contaminazione dell'ambiente circostante.

Inoltre per lo stesso motivo si è scelto di proteggere sempre il banco prova con delle barriere in modo tale che eventuali flussi potessero oltrepassare la fognatura di raccolta dei fluidi dispersi.

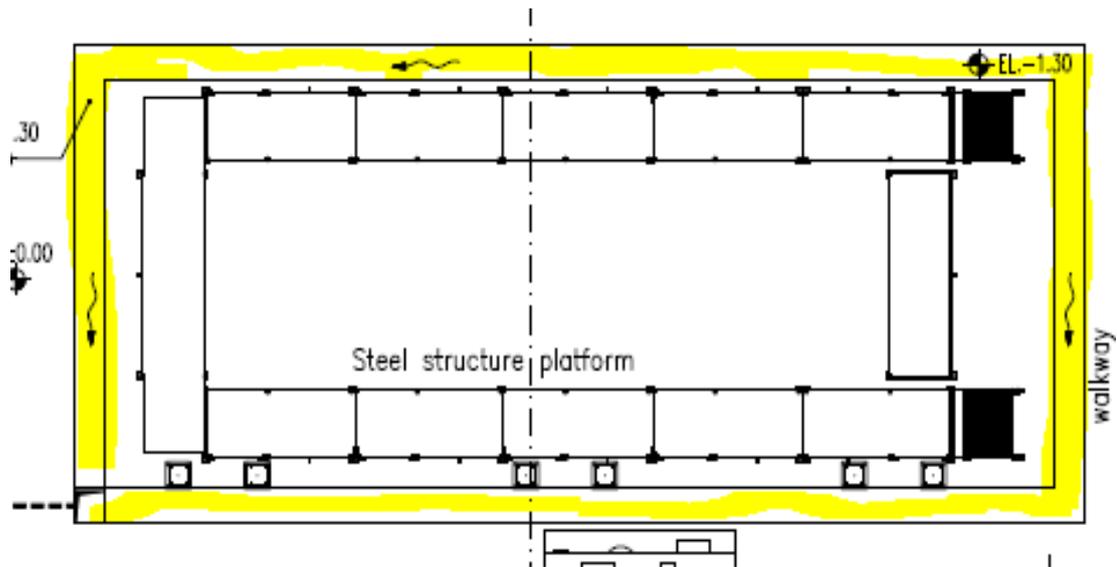


Figura 14: Fossa di raccolta dei fluidi dispersi

4.2 Problematica 2: Presenza di liquidi infiammabili

ATEX è l'acronimo di "ATmosphere EXplosive". Una atmosfera esplosiva è una miscela di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri con aria, in determinate condizioni atmosferiche nelle quali, dopo l'innesco, la combustione si propaga alla miscela infiammabile. Affinché si formi un'atmosfera potenzialmente esplosiva, la sostanza infiammabile deve essere presente in una determinata concentrazione; se la concentrazione è troppo bassa (miscela povera) o troppo alta (miscela ricca) non si verifica alcuna esplosione, si produce solamente una reazione di combustione, se non addirittura nessuna reazione.

Per la messa in sicurezza da rischi di incendi, a causa della presenza di liquidi infiammabili come il gasolio, inizialmente il cliente ha chiesto che tutti i componenti e i dispositivi contenuti all'interno del sito fossero classificati ATEX. Soddisfare tale richiesta in realtà si sarebbe mostrato oneroso dal punto di vista economico in quanto qualsiasi componente caratterizzato da una certificazione ATEX presenta un costo superiore rispetto ad uno con una semplice certificazione SAFE area.

Per evitare quindi un costo extra si è pensato che una possibile soluzione sarebbe stata quella di "isolare" il modulo che opera con il gasolio dagli altri che invece dal punto di vista dell'infiammabilità non presentano alcun rischio. Ciò ha implicato la necessità di ridefinire la posizione dei moduli interessati ponendo ad una distanza di sicurezza il sistema con gasolio. Tale distanza è comunque normata e per il nostro caso consiste in circa sei metri.

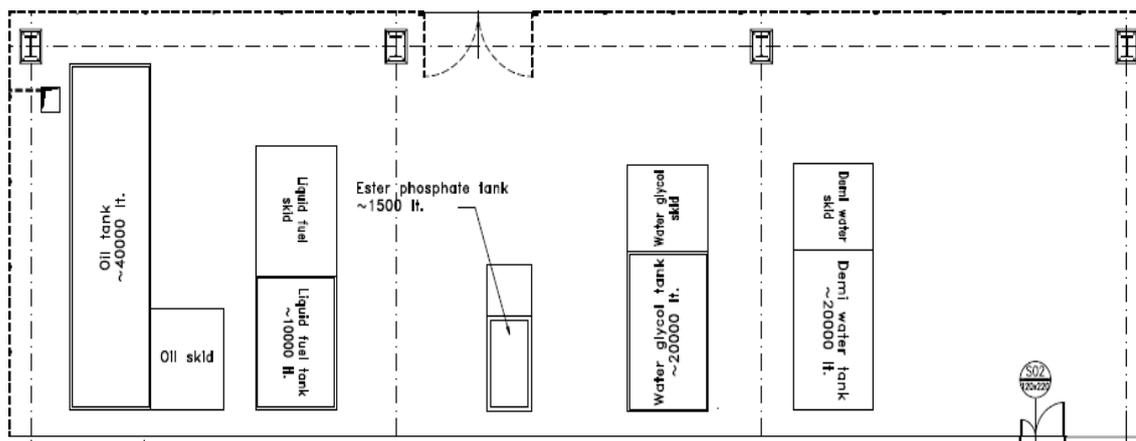


Figura 15: Vecchia configurazione

Oltre a questo accorgimento, per mettere in sicurezza l'intero Test Bench da eventuali rischi di incendi, si è scelto di porre sotto certificazione ATEX anche il banco di appoggio dei moduli da testare e l'armadio contenente gli inverter dei motori.

Anche in questo caso le nostre proposte sono state riferite al cliente durante una conference call settimanale dove ha poi dato la propria approvazione.

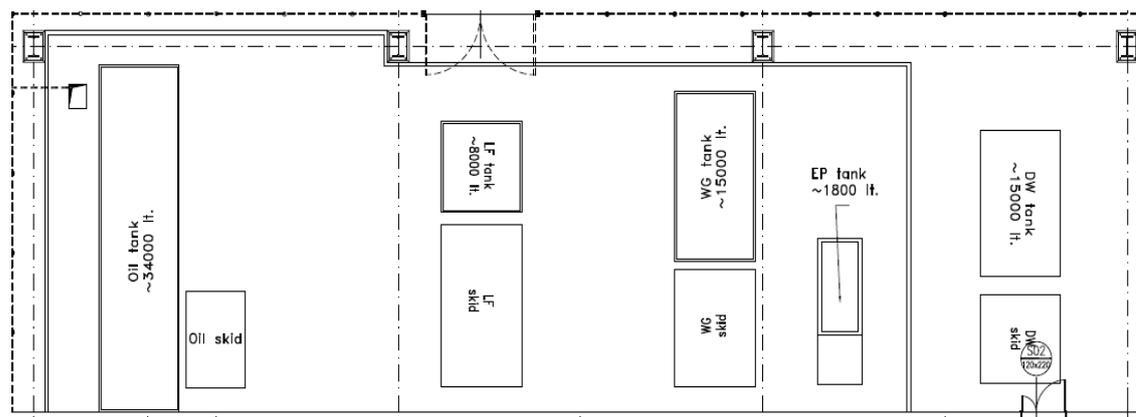


Figura 16: Nuova configurazione

4.3 Problematica 3: Il cooler

Lo scambiatore di calore, o cooler, si tratta di un componente appartenente al sistema *liquid fuel*. La sua funzione è quella di raffreddare il gasolio impiegato per testare alcuni moduli come il "969S" e il "A160".

Per svolgere tale raffreddamento nello scambiatore viene fatto fluire un fluido vettore che è acqua glicolata proveniente dal sistema *water glycol*, dimensionato anch'esso dall'ufficio tecnico Flenco. Nel dimensionamento si è deciso di non raffreddare l'acqua glicolata con un "chiller" avendo ritenuto che la temperatura alla quale tale fluido è

tenuta, ossia quell'ambiente, è sufficiente a portare alla temperatura richiesta il gasolio del banco prova.

Tra i dati di progetto che si sono scelti vi sono quindi le temperature dei due fluidi, i materiali del cooler e le dimensioni.

Durante la fase di presa in carico della commessa della commessa si era stabilito che il tipo di scambiatore da impiegare dovesse essere a fascio tubiero in cui l'acqua glicolata passa attraverso i tubi lambiti appunto dal gasolio (lato mantello).

Così come per tutti i componenti costituenti l'intero Test Bench, è stato imposto anche per lo scambiatore un budget. Avendo quindi un budget, i dati di progetto e selezionato il tipo di scambiatore si è proceduto con la trasmissione della richiesta di offerta ai vari fornitori, operazione in cui pure il sottoscritto ha preso parte.

Tale fase non si è mostrata semplice in quanto quasi tutti i fornitori hanno riscontrato delle problematiche nella presentazione dell'offerta. Infatti tale componente richiede la compilazione del dossier obbligatorio per il ministero delle miniere algerino, pratica non del tutto banale per un produttore visto e considerati i costi e le tempistiche richieste. Ciò inoltre implica che un fornitore deve assegnare tale compito ad una specifica figura oppure ad un ente certificatore.

Per la Flenco quindi si è trattato di un costo supplementare a quello di produzione. Tuttavia le offerte che alla fine sono state acquisite erano praticamente simili in termini di costi ma avevano il problema che tale costo risultasse il doppio rispetto a quello stimato significando un eccessivo sforamento del budget imposto.

Visto e considerato la problematica abbiamo deciso di affrontare il problema in un meeting in cui oltre ai PE interessati e il sottoscritto hanno preso parte pure il project manager e il PE responsabile dell'ufficio tecnico.

Per risolvere tale problema allora si è pensato di optare per uno scambiatore a piastre il quale però si tratta di un componente inusuale per tali tipi di sistemi.

Per poter valutare la possibilità di impiegare lo scambiatore a piastre è stato assegnato al sottoscritto il compito di verificare che questo componente fosse impiegabile con del gasolio. Dopo una serie di ricerche su vari cataloghi di produttori si è riscontrata la possibilità di utilizzarlo purchè vengano utilizzate delle guarnizioni idonee fatte con un elastomero detto NBR.

Informati quindi i PE e il PM, e soprattutto proposta tale soluzione al cliente che poi ha acconsentito a tale variante, si è proceduto nuovamente con la trasmissione delle richieste di offerta tenendo i dati di progetto uguali.

Dalle offerte ottenute si è constatato che la scelta di optare per un diverso cooler fosse quella appropriata in quanto le dimensioni richieste sono di gran lunga inferiori rispetto a quelle di uno scambiatore a fascio tubiero, implicando minori ingombri, e soprattutto un costo decisamente inferiore.

Lo scambiatore a piastre si è infatti mostrato un componente che ha presentato un costo pari a circa il 50% di quello stimato. Tuttavia tale scelta ha comunque comportato alcuni successivi problemi come le modifiche ai disegni preliminari inizialmente forniti al cliente e l'aggiornamento del sistema di controllo dati aziendale, modifiche che hanno richiesto un tempo supplementare.

4.4 Problematica 4: Modifiche sulle valvole

Nella seconda fase del progetto in cui si è proceduto con l'acquisto del materiale contenuto nella BOM, tra questi vi sono le valvole impiegate nei vari sistemi.

Nel progetto Test Bench sono state utilizzate le seguenti tipologie di valvole come:

- Gate valve;
- Globe valve;
- Check valve;
- Ball valve;
- Butterfly valve;
- Needle valve;

Una delle problematiche è dovuto all'elevato numero di questo item oltre al fatto che queste hanno presentato diametri e rating differenti a seconda del sistema in cui esse si presentano. Ciò ha implicato la complessità della fase di fornitura di cui si è occupato proprio il sottoscritto.

La prima fase è consistita in un processo di catalogazione e classificazione. Ci siamo occupati inizialmente di suddividerle in base al sistema ausiliario in cui fossero contenute, ossia nello skid e nel simulation loop. Inoltre un ulteriore suddivisione ha riguardato il fluido con cui queste debbano operare.

Le prime valvole che sono state interessate da questa procedura di classificazione sono state le Butterfly e le Check valve. Le prime sono presenti unicamente negli skid mentre le seconde sia negli skid e sia nei simulation loop.

Tabella 4: RDA iniziale

FLENCO FLUID SYSTEM		103806	Type	Flenco offer		17-0147_AV Rev 10		RdA date		11/02/2019		
Supplier		GEAT	Qty	Project name/type		Test bench "Algeria"		System RTS		05/07/2019		
Notes			Rif. Offerta n° del		Goods to be delivered to				Manufacturing plant		TRINO	
Pos.	Supplier	Group / BoM	Item code or description	Rif.	u.m.	Qty	Delivery date in FLENCO WORKSHOP	LT weeks	Unit price	Disc.	Budget (specify IF EXTRA cost)	
1		18.041.000THER	10380602009366 GATE VALVE 1 1/2" #150		Nr	2	03/06/2019					
2		18.041.000THER	10380602009368 GATE VALVE 4" #600		Nr	2	03/06/2019					
3		18.041.000THER	10380602009370 GATE VALVE 2" #600		Nr	2	03/06/2019					
4		18.041.000THER	10380602009372 GATE VALVE 1 1/2" #150		Nr	2	03/06/2019					
5		18.041.000THER	10380602009374 GATE VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019					
6		18.041.000THER	10380602009376 GATE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					
7		18.041.000THER	10380602009378 GATE VALVE 1 1/2" #150		Nr	2	03/06/2019					
8		18.041.000THER	10380602009380 GATE VALVE 1" #150		Nr	2	03/06/2019					
9		18.041.000THER	10380602009386 GATE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
10		18.041.000THER	10380602009389 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
11		18.041.000THER	10380602009391 GLOBE VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019					
12		18.041.000THER	10380602009394 GLOBE VALVE 2" #600		Nr	1	03/06/2019					
13		18.041.000THER	10380602009396 GLOBE VALVE 1 1/2" #600		Nr	1	03/06/2019					
14		18.041.000THER	10380602009398 GLOBE VALVE 1" #600		Nr	1	03/06/2019					
15		18.041.000THER	10380602009400 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
16		18.041.000THER	10380602009403 GLOBE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					
17		18.041.000THER	10380602009405 GLOBE VALVE 6" #600		Nr	1	03/06/2019					
18		18.041.000THER	10380602009407 GLOBE VALVE 2" #150		Nr	1	03/06/2019					
19		18.041.000THER	10380602009409 GLOBE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					
20		18.041.000THER	10380602009411 GLOBE VALVE 6" #600		Nr	1	03/06/2019					
21		18.041.000THER	10380602009413 GLOBE VALVE 3" #600		Nr	1	03/06/2019					
22		18.041.000THER	10380602009415 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
23		18.041.000THER	10380602009418 BALL VALVE 1 1/2" #150		Nr	1	03/06/2019					
24		18.041.000THER	10380602009420 BALL VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019					
25		18.041.000THER	10380602009422 BALL VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019					
26		18.041.000THER	10380602009424 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
27		18.041.000THER	10380602009426 BALL VALVE 1/2" #800 MPT		Nr	1	03/06/2019					
28		18.041.000THER	10380602009428 BALL VALVE 1 1/2" #150		Nr	1	03/06/2019					
29		18.041.000THER	10380602009430 BALL VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019					
30		18.041.000THER	10380602009432 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					
31		18.041.000THER	10380602009434 BALL VALVE 6" #150		Nr	2	03/06/2019					
32		18.041.000THER	10380602009436 BALL VALVE 6" #600		Nr	2	03/06/2019					
33		18.041.000THER	10380602009438 BALL VALVE 2" #600		Nr	1	03/06/2019					
34		18.041.000THER	10380602009440 BALL VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					
35	BULK	18.041.000THER	10380602009447 NEEDLE VALVE 3/4" BW X 1/2" MPT-F		Nr	14	03/06/2019					
36	BULK	18.041.000THER	V158A/433P005 NEEDLE VALVE 3/4" MPT-F		Nr	6	03/06/2019					
37	BULK	18.041.000THER	V158A/433P005 NEEDLE VALVE 3/4" MPT-F		Nr	12	03/06/2019					
38	PRECISION	18.041.000THER	V1372A/393P057 CHECK VALVE 1/2" MPT-F		Nr	18	03/06/2019					
41												
TOTAL									€	-	€	-
Executed by: <i>Andrea Ena</i>			IMPEGNARE DA MAGAZZINO SLOVENIA			Transit time to be considered (Ws) - T = truck; A = AIR-freight; S = SEA-freight						
Checked by:			ITA	EU	1 (T)	US	2,5 (A)	US	1,5 (T)	6 (S)		
			trino	trino	trino	trino	Ningbo	trino	trino	trino		

Una volta catalogate si è proceduto con la richiesta di offerta ai vari fornitori chiedendo che questi rispettassero l'ordine con cui erano classificate e soprattutto che ci preventivassero il giusto numero di valvole (operazione che può sembrare scontata).

I fornitori dopo qualche sollecito ci hanno dato le offerte che abbiamo richiesto sebbene in alcuni casi non abbiano rispettato le nostre richieste in quanto qualcuno di essi ci ha quotato o un numero sbagliato di valvole oppure delle valvole con caratteristiche differenti da quelle chieste.

Terminata quindi la fase di allineamento tecnico e di caricamento della distinta su AS400, si è stabilito di trasmettere gli ordini di acquisto a due fornitori differenti. Per quanto concerne le check valve, queste hanno presentato un lungo delivery time che si tratta di circa 16-18 settimane, per cui la consegna di queste avviene praticamente a ridosso della dead line.

Dopo esserci occupati delle prime due tipologie di valvole si è proceduto con la classificazione delle restanti tipologie di valvole con il medesimo approccio. Per le needle in particolare si è deciso di evitare l'acquisto ma di usare direttamente quelle contenute nel magazzino di Trino comportando quindi un importante risparmio.

La maggiore problematica che si è affrontata per questi componenti si è avuta quando abbiamo ricevuto l'offerta da parte del fornitore che vende le ball valve. Infatti quest'ultima tipologia di valvola è quella che ha presentato un costo maggiore e in particolar modo quelle con diametro di 6" e rating 600. Il costo eccedeva di gran lunga il budget anche perché il loro numero era elevato.

Discusso di questo problema con i PE e il PM si è deciso di evitare l'impiego delle ball valve e di sostituirle con delle gate che presentano un costo decisamente inferiore.

Oltre a questa modifica, sempre per una questione di budget, si è deciso di ridurre il size del piping per tutte quelle configurazioni caratterizzate da un diametro di 6".

Le ripercussioni su tali decisioni sono state molto importanti in quanto hanno causato le seguenti azioni:

- Modifiche di tutti i P&ID;
- Nuova classificazione delle valvole;
- Bloccare gli ordini di acquisto delle valvole da 6" (come le check)
- Modifica delle connessioni;
- Modifica dei disegni CAD;
- Emissioni di nuove richieste di offerta;

Per quanto riguarda le modifiche ai P&ID si è pensato di realizzare un unico schema in cui comparissero tutti i sistemi e quindi di apportare le varie modifiche prima su questo in modo tale da avere un unico disegno di riferimento. Dopo si è quindi proceduto con la modifica di tutti gli schemi relativi a ciascun sistema ausiliario.

Tabella 5: RDA finale

		103806	Type |	Flenco offer		17-0147_AV Rev 10	RdA date		06/03/2019				
Notes		GEAT	Qty |	Project name/type		Test bench "Algeria"		System RT S		05/07/2019			
Rif. Offerta		n° del		Goods to be delivered to				TRINO		Manufacturing plant		TRINO	
Pos.	Supplier	Group / BoM	Item code or description	Rif.	u.m.	Qty	Delivery date in FLENCO WORKSHOP	LT weeks	Unit price	Disc.	Budget (specify IF EXTRA cost)		
1		8.041.00OTHER	10380602009366 GATE VALVE 1 1/2" #15		Nr	2	03/06/2019						
2		8.041.00OTHER	10380602009368 GATE VALVE 4" #600		Nr	2	03/06/2019						
3		8.041.00OTHER	10380602009370 GATE VALVE 2" #600		Nr	2	03/06/2019						
4		8.041.00OTHER	10380602009372 GATE VALVE 1 1/2" #15		Nr	2	03/06/2019						
5		8.041.00OTHER	10380602009374 GATE VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019						
6		8.041.00OTHER	10380602009376 GATE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
7		8.041.00OTHER	10380602009378 GATE VALVE 1 1/2" #15		Nr	2	03/06/2019						
8		8.041.00OTHER	10380602009380 GATE VALVE 1" #150		Nr	2	03/06/2019						
9		8.041.00OTHER	10380602009386 GATE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
10		8.041.00OTHER	10380602009389 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019						
11		8.041.00OTHER	10380602009391 GLOBE VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019						
12		8.041.00OTHER	10380602009394 GLOBE VALVE 2" #600		Nr	1	03/06/2019						
13		8.041.00OTHER	10380602009396 GLOBE VALVE 1 1/2" #6		Nr	1	03/06/2019						
14		8.041.00OTHER	10380602009398 GLOBE VALVE 1" #600		Nr	1	03/06/2019						
15		8.041.00OTHER	10380602009400 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019						
16		8.041.00OTHER	10380602009403 GLOBE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
17		8.041.00OTHER	10380602009405 GLOBE VALVE 6" #500		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
18		8.041.00OTHER	10380602009407 GLOBE VALVE 2" #150		Nr	1	03/06/2019						
19		8.041.00OTHER	10380602009409 GLOBE VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
20		8.041.00OTHER	10380602009411 GLOBE VALVE 6" #600		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
21		8.041.00OTHER	10380602009413 GLOBE VALVE 3" #600		Nr	1	03/06/2019						
22		8.041.00OTHER	10380602009415 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019						
23		8.041.00OTHER	10380602009418 BALL VALVE 1 1/2" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
24		8.041.00OTHER	10380602009420 BALL VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
25		8.041.00OTHER	10380602009422 BALL VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
26		8.041.00OTHER	10380602009424 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019						
27		8.041.00OTHER	10380602009426 BALL VALVE 1/2" #800		Nr	1	03/06/2019						
28		8.041.00OTHER	10380602009428 BALL VALVE 1 1/2" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
29		8.041.00OTHER	10380602009430 BALL VALVE 1" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
30		8.041.00OTHER	10380602009432 BALL VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
31		8.041.00OTHER	10380602009434 BALL VALVE 6" #150		Nr	2	03/06/2019					CANCELLATO	
32		8.041.00OTHER	10380602009436 BALL VALVE 6" #600		Nr	2	03/06/2019					CANCELLATO	
33		8.041.00OTHER	10380602009438 BALL VALVE 2" #600		Nr	1	03/06/2019					CANCELLATO	
34		8.041.00OTHER	10380602009440 BALL VALVE 6" #150		Nr	1	03/06/2019						
35		8.041.00OTHER	10380602009376 GATE VALVE 4" #150		Nr	2	03/06/2019					NEW	
36		8.041.00OTHER	10380602009482 GATE VALVE 2" #600		Nr	1	03/06/2019					NEW	
37		8.041.00OTHER	10380602009484 GATE VALVE 4" #600		Nr	2	03/06/2019					NEW	
38		8.041.00OTHER	10380602009403 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					NEW	
39		8.041.00OTHER	10380602009405 GLOBE VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019					NEW	
40		8.041.00OTHER	10380602009409 GLOBE VALVE 4" #150		Nr	1	03/06/2019					NEW	
41		8.041.00OTHER	10380602009411 GLOBE VALVE 4" #600		Nr	1	03/06/2019					NEW	
TOTAL									€ -			€ -	
Executed by: <i>Andrea Eni</i>		Transit time to be considered (Ws) - T = truck; A = AIR-freight; S = SEA-freight											
Checked by:		ITA	0,5 (T)	EU	1 (T)	US	2,5 (A)	US	trino	trino	1,5 (T)	trino	6 (S)
		trino		trino		trino		Ningbo	trino	ptuj	trino	ningbo	

Una volta terminata questa operazione, si sono evidenziate tutte le nuove valvole e successivamente sono state caricate sul software aziendale. Contemporaneamente a questa fase si è chiesto al disegnatore di aggiornare quindi i disegni CAD seguendo come riferimento i vari P&ID. Infine dopo una verifica è stato emesso l'RDA all'ufficio acquisti il quale si è occupato di informare i fornitori di tali variazioni e quindi procedere con l'acquisto delle nuove valvole.

Oltre a ciò, tali variazioni hanno influito anche sulle dimensioni delle connessioni tra i vari moduli. Le connessioni riguardano in particolar modo la selezione dei flessibili che consentono di collegare la connecting area al banco prova. Ridurre il size di un terminale ha significato ridurre anche il costo dei terminali di un flessibile in quanto questi sono flangiati (essendo i terminali parte consistente del prezzo di un flessibile).

4.5 Problematica 5: La certificazione DGM

Tra le cause che hanno comportato una certa difficoltà nell'approvvigionamento di alcuni componenti vi è il DGM algerino. Come già discusso nella prima parte del seguente elaborato, benchè FFS progetti e realizzi dei sistemi che si possono considerare standard da un punto di vista della produzione, non si può dire altrettanto per quanto riguarda la selezione dei componenti in conformità alle specifiche tecniche fornite dal cliente e in particolar modo alle *compliance spec* incluse in questi documenti.

La *compliance spec* è un documento all'interno del quale vengono indicate le certificazioni richieste affinché un sistema ausiliario o semplicemente un suo componente possa essere esportato nello Stato dove andrà utilizzato.

E' chiaro quindi che questa specifica varia per ciascuna commessa in quanto i prodotti Flenco vengono esportati in diverse nazioni a cui è associata una documentazione propria.

Come detto è compito del PE fare in modo che venga rispettato questo documento durante la fase di approvvigionamento del materiale.

Nel caso Test Bench la *compliance spec* fornita da GEAT ha riguardato in particolar modo il certificato DGM che va ad impattare sostanzialmente i componenti in pressione.

La prima problematica che abbiamo dovuto affrontare riguarda la limitata esperienza della Flenco con la gestione di questo documento. Ossia i PE incaricati non hanno mai avuto modo di studiare bene cosa comportasse esportare un pressure vessel in Algeria. Tuttavia ciò è stato un beneficio in quanto il sottoscritto ha avuto modo di istruirsi insieme a coloro che hanno gestito la commessa e quindi trovare insieme una soluzione alle problematiche relative al dossier algerino.

Il primo passo che quindi abbiamo compiuto è stato studiare la *compliance spec* e comprendere quali dei nostri componenti sarebbero stati impattati.

<p>1. DESCRIPTION</p> <p>This DIS specification will identify the documentation required to meet the Algerian government (DGM/MIM) compliance requirements. When specified in Engineering Ordering drawings or Engineering Specifications, equipment suppliers shall provide GE compliance documentation for the applicable equipment being supplied for a given project. The following sections below will detail the required documents, a transmittal method and a compliance documentation maintenance procedure. A schedule for when document shall be submitted can be found in sec 6.1.2. Documentum will be used by GE to receive documentation from Vendors.</p>			
<p>2. REFERENCES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Website: Ministry of Industry & Mines in Algeria (DGM/MIM) : http://www.mipi.dz/?Monsieur-le-Ministre-de-l • DGM - Legal texts: http://www.mem-algeria.org/legis/index.htm • Executive Decree N°90-245 dated 18 August 1990 related to equipment working under gas pressure. See http://www.mem-algeria.org/fr/legis/control_sec90-245.htm • Executive Decree N°90-246 dated 18 August 1990 related to equipment working under steam pressure. See http://www.mem-algeria.org/fr/legis/control_sec90-246.htm • Executive Decree N°90-411 dated 22 December 1990. See http://www.mem-algeria.org/fr/legis/secu_90_411.pdf • Circular N°2 dated 21 July 1993 related to regulatory technical control of treatment and storage of hydrocarbons installations as well as electric power production installation. See http://www.mem-algeria.org/fr/legis/env_circ_2.pdf 			
<p>3. ALGERIAN LEGISLATION</p> <p>For the purpose of ensuring public safety, the Algerian government has introduced regulatory requirements for design, manufacturing and testing. These inspections and tests have always been exercised by engineers from Algerian Ministry of Industry and Mining, Direction of Patrimony Protection (DPP) or its delegates.</p> <p>Applicable regulations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Circular" N°2 of July 21st, 1993 • "Decree" 90-245 of August 18th, 1990 • "Decree" 90-246 of August 18th, 1990 			
<p>4. REQUIREMENTS</p> <p>Machinery and Equipment are qualified as "impacted" if they verify criterion listed in the following Algerian decrees and circulars.</p> <p>4.1. General Requirements</p> <p>4.1.1. Decree 90 - 245: Gas Pressure Vessels (Extract translated in English)</p> <p>« Article 2 »</p> <p>Are submitted to the present settlement, the following detailed equipment (...):</p>			
<p>© General Electric Company 2012 - 2018 All rights reserved. The information herein is Proprietary and Technically Exclusive content of the General Electric Company and/or its legitimate affiliates.</p>			
 GE Power	Document Type: Specification	Sheet Size A	
	Document Title: DIS-603, Algerian DPEM Compliance Requirements		
Creation Date 2012-02-08	Drawing No 103T3011	Revision -	Sheet 2 of 44

Figura 17: estratto della compliance spec

Successivamente si è pensato di ottenere informazioni a riguardo da un ente certificatore che nel nostro caso è stato Bureau Veritas in modo tale da avere una linea guida da seguire (assistenza che ha richiesto un costo). Prima di procedere con la

trattazione si descrive cos'è un ente certificatore e in particolar modo chi è Bureau Veritas.

Bureau Veritas è un'azienda francese, fra i leader a livello mondiale nella valutazione ed analisi dei rischi legati alla qualità, all'ambiente, alla salute, alla sicurezza e alla responsabilità sociale (QHSE-SA). Il gruppo fornisce servizi di valutazione di conformità e certificazione negli ambiti della qualità, della salute, della sicurezza, dell'ambiente e della responsabilità sociale in tutti i settori, sia pubblici sia privati, dall'industria ai servizi. Le principali attività consistono nell'ispezione, nella verifica e certificazione di beni ed impianti, progetti, prodotti e sistemi, in riferimento a standard interni, a norme obbligatorie e volontarie a livello nazionale ed internazionale, per fornire un rapporto di conformità. L'attività del gruppo può consistere, ad esempio, nella verifica delle differenti fasi del ciclo di vita di un immobile, nel test di materiali o prodotti di consumo, nella classificazione delle navi o di piattaforme offshore, nel controllo dell'impatto ambientale di uno stabilimento industriale, nell'ispezione di merci prima della spedizione, o nella certificazione di prodotti e sistemi. Tali azioni creano valore aggiunto per il cliente armatore attraverso un supporto nella gestione del rischio, nel controllo della filiera e nell'incremento dei risultati socio-economici.

Tale ente oltre ad aver garantito un'assistenza al nostro team si è proposto anche di fornire ausilio ai nostri fornitori nella compilazione della documentazione da spedire a GEAT.

Dopo quindi un'attenta analisi della specifica e aver discusso con un delegato di BV si è scoperto che i componenti interessati da tale certificazione fossero quelli che operano al di sopra di una certa pressione come il cooler e i filtri.

1. Equipment for production or storage or making use of compressed gas, liquefied or dissolved, or pressurized and overheated liquid are included within the scope of dossier transmitted to DGM for approval when:
 - The effective pressure exceeds four (4) Bar [0.5 MPa];
 - The product of the maximum effective working pressure in bars multiply by the capacity in litre exceeds the number eighty (80).

This paragraph doesn't include compressors and piping network, fire extinguishers, generators and acetylene receivers.

Frame of motors and pumps as well as air chambers envelop (pneumatic) are not included by this rule.

Lesson Learned: Equipment and Piping having Lube Oil and Liquid Fuel are not impacted by DGM requirements because they are usually not in the steam phase at their service temperature. However, Liquid fuel filters and Liquid Fuel heat exchangers of A162 skid needs to be considered as impacted by DGM requirements based on DPEM experience in Koudiet, Boutlélis and Hassi R Mel.

Figura 18: Estratto dalla compliance spec

BV ci ha informato inoltre che pure i tubi in pressione che presentano un diametro superiore agli 80 mm sono soggetti a certificazione DGM.

Di quest'ultimo aspetto si è discusso con GEAT nella settimanale conf call il quale ci ha fatto presente che per il progetto in esame non era però necessario.

Item soggetto a DGM? (Specchietto)



SI	NO
<ul style="list-style-type: none">▪ PSV (sempre)▪ Piping, valvole (no PSV)<ul style="list-style-type: none">▪ Diam interno ≥ 80 mm▪ Pressione ≥ 10 bar(g) (o 4 bar(g))▪ Diam x Pressione ≥ 1500 (o 1000)▪ Quadri elettrici, cavi<ul style="list-style-type: none">▪ Tensione $\geq 5,5$ kV▪ Compressori<ul style="list-style-type: none">▪ Pressione ≥ 10 bar(g) (o 4 bar(g))▪ Pressione x Portata (in m³/min) ≥ 50 (o 20)▪ Pressure vessel, tank<ul style="list-style-type: none">▪ Pressione ≥ 4 bar(g)▪ Pressione x Volume (in litri) ≥ 80	<ul style="list-style-type: none">▪ Piping, valvole (no PSV)<ul style="list-style-type: none">▪ Diam interno < 80 mm OPPURE▪ Pressione < 10 bar(g) (o 4 bar(g)) OPPURE▪ Diam x Pressione < 1500 (o 1000)▪ Quadri elettrici, cavi<ul style="list-style-type: none">▪ Tensione $< 5,5$ kV▪ Compressori<ul style="list-style-type: none">▪ Pressione < 10 bar(g) (o 4 bar(g)) OPPURE▪ Pressione x Portata (in m³/min) < 50 (o 20)▪ Pressure vessel, tank<ul style="list-style-type: none">▪ Pressione < 4 bar(g) OPPURE▪ Pressione x Volume (in litri) < 80

Figura 19: Estratto dalla documentazione fornita da BV

Una volta che abbiamo appreso quali fossero gli elementi della BOM soggetti a DGM ci siamo focalizzati su ciò che costituiva il dossier da fornire al ministero delle miniere algerino.

Fondamentalmente il dossier da fornire sono due di cui uno preliminare e uno definitivo. Entrambi devono essere realizzati dal fornitore del pressure vessel. Quello preliminare deve essere obbligatoriamente creato prima che il componente sia prodotto mentre quello finale, ossia quello definito, deve accompagnarlo durante la fase di spedizione. Per entrambi i dossier, affinché tutto possa essere spedito in Algeria, è chiaramente richiesta l'approvazione da parte del ministero.

Si espone ora ciò che è richiesto nel dossier preliminare considerando la specifica principale:

	DOSSIER REGLEMENTAIRE
LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DES MINES (MIM)	
L'INDUSTRIE ET DES MINES	
Réalisation du contrat relatif à la fourniture d'équipements et de prestation pour la réalisation de la centrale électrique en cycle combiné de Oumache III	
	Fabricant GENERAL ELECTRIC
DESIGNATION DE L'EQUIPEMENT	
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
DOSSIER D'ETUDE PRELIMINAIRE	
CONTRAT	
	Fabricant GENERAL ELECTRIC Inc
N° KDM N° .....SPE	
RAISON SOCIALE OU FOURNISSEUR	
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	

Figura 20: Front del dossier preliminare

Nella prima pagina del documento vi sono 4 voci che devono essere compilate.

La prima, quella in cui deve essere indicato la designazione del componente, e l'ultima dove va indicata la ragione sociale del fornitore, sono a carico del fornitore, mentre le restanti due in cui va indicato un numero sono a carico di GEAT.

Affinchè il documento possa essere almeno preso in considerazione dal ministero è necessario che quei campi debbano essere compilati adeguatamente dai soggetti interessati.

PRELIMINARY DOSSIER SOMMAIRE <i>(Table of Contents)</i>
1. LETTRE DE DEMANDE D'APPROBATION — <i>(Letter from Project Manager asking for DP Approval)</i>
2. CERTIFICATION DES SIGNATURES DU FABRICANT (*) – <i>Legalization of the Manufacturer's Signatures</i>
3. CERTIFICAT DE CONFORMITE ET DE VISITE INTERIEURE ET EXTERIEURE (*) – <i>Conformity Certificate, Certificate of Internal and External Inspection</i>
4. ETAT DESCRIPTIF – <i>Descriptive Data Summary</i>
5. NOTES DE CALCUL - - <i>Calculation Notes</i>
6. PLANS DETAILLES AVEC INDEX (format A4 ou A3) – <i>Detailed Drawing and Equipment List</i>
7. SPECIFICATION DE PROCEDURES DE SOUDAGE (WPS) – <i>Welding Procedure Specification</i>
8. SPECIFICATION DE TRAITEMENT THERMIQUE (s'il y a lieu) – <i>Heat Treatment Specification (if applicable)</i>
9. SPECIFICATION D'INSPECTION ET D'EPREUVE HYDROSTATIQUE – <i>Quality Control Plan</i>
* Le visa du consulat d'Algérie le plus proche du lieu de fabrication est exigé pour les documents désignés d'un Astérix. Chacun de ces documents est à établir en deux exemplaires originaux
La rédaction de la pièce n°1 est à la charge de L'Entrepreneur les autres pièces sont à fournir par le fabricant.
Le fabricant ne pourra pas commencer la fabrication avant l'obtention de l'accord de MIM (délai y compris délai de transmission, un mois après la demande)
L'accord sera signifié au fabricant par l'Entrepreneur.

Figura 21: sommario del dossier preliminare

Nella pagina successiva viene esposto il sommario del dossier, che altro non è che la lista dei documenti che devono esservi contenuti al suo interno. Come indicato al di sotto di tale sommario, il punto 1 è a carico dell'appaltatore (GEAT) mentre la restante documentazione è a carico del fornitore.

Di seguito viene mostrato in cosa consiste la lettera di domanda di approvazione considerando un progetto differente rispetto al test bench che però ha richiesto ugualmente la compilazione del dossier preliminare per l'esportazione di uno scambiatore di calore:

DOCUMENT N° 1

LETTRE DE DEMANDE D'APPROBATION

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES
Direction de la Protection du Patrimoine Energétique
et Minier
Tour A, Val d'Hydra, Ben Aknoun, Alger
A l'attention de Monsieur le Directeur

N/Réf :

V/Réf :

OBJET : Contrat : SOCIETE ALGERIENNE DE PRODUCTION DE L'ELECTRICITE/ Contrat
N° /KDM /

PROJET : Réalisation du Contrat relatif à la fourniture des Turbines à Gaz, Turbines à Vapeur,
Alternateurs, Systèmes de Contrôle Commande et les Pièces de Rechange y afférentes pour la
réalisation de six (06) Centrales Electriques en Cycle Combiné ()

Dossier d'étude préliminaire

Monsieur Le Directeur,

Nous avons l'honneur de vous soumettre pour approbation le présent " Dossier d'Etude
Préliminaire" relatif à l'équipement **Atomizing Air Heat Exchanger** repère n°
destiné à être incorporé aux installations des ouvrages concentrés du projet décrit ci-dessus.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur Le Directeur, nos sincères salutations.

Figura 22: Estratto dal dossier preliminare di un cooler

Il secondo certificato invece rappresenta un documento che deve essere riferito alla camera di commercio locale. Qui devono comparire le firme del project engineer, del responsabile della qualità e del QA manager della società che si occupa di realizzare quel prodotto.

Il terzo documento è un certificato di conformità in cui appunto si certifica l'adeguatezza di quel componente il quale dev'essere firmato da parte del direttore generale della società.

DOCUMENT N° 3

**CERTIFICAT DE CONFORMITE ET DE VISITES INTERIEURE ET
EXTERIEURE**

CONFORMITY CERTIFICATE, CERTIFICATE OF INTERNAL AND EXTERNAL VISIT

Je soussigné: *I hereby
certify:*

Nom/ *family Name:*

Prénom/*First Name*

Ministre Général de la Société/*General Manager of
..... (Adresse exacte/exact postal address)*

Certifie que l'équipement (N°.....), destiné aux installations de one (01) Centrales
Electriques en Cycle Combiné (GEAT_01) sera conçu et fabriqué conformément aux documents soumis pour
approbation à la Le ministre de l'industrie et des Mines (MIM) du Patrimoine Energétique et Minier, répondra
en tous points aux règlements applicables en Algérie identifiés dans l'annexe I du présent document.

*Certifies that the equipment (N°) to be integrated into the combined cycle Power plant (GEAT_01) will be
designed and manufactured in accordance with documents submitted for approval to MIM – Ministry of Industry and
Mines, and will answer in all respects with the applicable regulations in Algeria identified in Annexe I of such
document.*

Cet équipement sera, avant de le présenter à l'épreuve réglementaire de la Le ministre de l'industrie et
des Mines (MIM) du Patrimoine Energétique et Minier, visité intérieurement et extérieurement par un
Technicien désigné par mes soins. La vérification portera sur la conformité de la pièce de l'équipement avec son
plan de construction, l'exactitude des renseignements figurant sur l'état descriptif, notamment en ce qui concerne
les épaisseurs de tôles, les caractéristiques du métal et les modes d'assemblage.

*Our authorized representative will inspect this equipment (interior and exterior) prior to its presentation to the MIM
inspector for testing. The inspection will ensure that the equipment conforms to our fabrication drawings and assembly
methods as per the approved preliminary dossier, information shown in the Descriptive Data Summary is true and exact,
notably wall thickness of plates, metal characteristics.*

Je certifie par ailleurs, que toutes les pièces d'équipement présentant un vice quelconque de construction ne
seront pas présentées à l'épreuve. *Furthermore, I certify that any equipment, which has any construction defect, shall
not be subject to testing.*

A/at

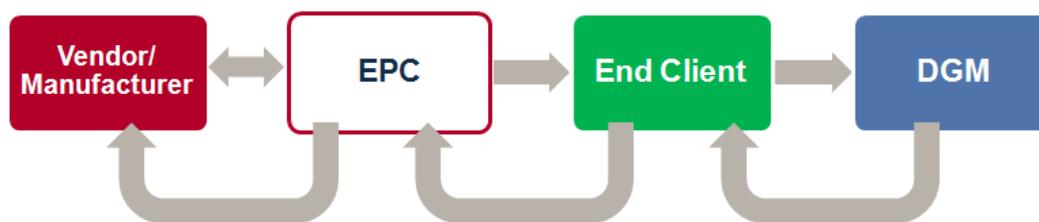
le/Date:

LE FABRICANT/ The Manufacturer

LE CONSULAT ALGERIEN

Figura 23: Certificato di conformità

Nel quarto certificato sono presenti le caratteristiche tecniche del componente
insieme alle informazioni relative al fornitore come ragione sociale e sede legale.



Il punto iniziale consiste nella compilazione del dossier da parte del fornitore e successivo trasferimento al compratore, che nel nostro caso è appunto Flenco il quale si deve occupare di verificare che tutti i campi siano stati compilati correttamente e che non vengano omesse alcune parti. Flenco deve poi trasferire a sua volta il documento all'End Client (GEAT) che ha il compito di allegare sia la documentazione numero 1 (domanda di approvazione) e compilare i campi presenti nel front. Infine l'End Client deve inoltrare il tutto al ministero algerino e attendere l'approvazione.

Si rammenta che tutto questo iter deve avvenire prima che il materiale deve essere prodotto. Se e solo se il ministero fornisce il proprio consenso, avviene il percorso inverso, che culmina con l'inizio della fase di produzione.

Oltre alla complessità dell'iter dovuto alle numerose parti coinvolte vi è da considerare un ulteriore aspetto legato alle tempistiche ad esse associate:

1. Compilazione del dossier preliminare da parte del fornitore - 4 settimane
2. Verifica del dossier preliminare da parte del team DGM di GE - 2 settimane
3. DGM per la convalida del file preliminare - 6 settimane
4. Compilazione del fascicolo finale da parte del fornitore, compresi i test - 6 settimane
5. DGM per convalidare il file finale - 6 settimane

Ciò ha notevolmente influito sul tempo di approvvigionamento, infatti si è reso necessario muoversi con largo anticipo nelle richieste di offerta ai fornitori interessati in modo tale da poter aver il materiale nelle date prestabilite.

Un'altra difficoltà si è mostrata durante la fase di allineamento tecnico in quanto alcuni fornitori non davano la propria disponibilità alla fornitura essendo consapevoli della complessità che richiedeva la compilazione della documentazione.

Anche da un punto di vista dei costi vi sono stati alcuni impatti in quanto i fornitori poi selezionati ci hanno fatto pagare un costo supplementare non trascurabile. Ad esempio per il cooler tale costo ha influito per circa il 20% della fattura del fornitore.

In seguito quindi alla fase di produzione, viene prodotto il dossier finale il quale riprende per buona parte la certificazione del preliminare ma con l'aggiunta della procedura di test.

DOCUMENT NO 22	
CERTIFICAT D'ESSAI	
<i>Hydraulic Test Certificate</i>	
.....	
Je certifie par la présente que : <i>I hereby Certify that</i>	
Désignation équipement / <i>designation:</i>	
N° Item / <i>Serial Number:</i>	
Service / <i>Service:</i>	
a été mis à l'épreuve d'une manière satisfaisante sous une pression hydrostatique de :	
<i>Has been satisfactory tested under a hydrostatic pressure of :</i>	
Bar effectif / <i>Effective bar :</i>	
Durée / <i>Duration:</i>	
(ou / <i>or</i>)	
a été mis à l'épreuve suivante d'une manière satisfaisante :	
<i>has obtained satisfactory result to the following test</i>	
Désignation d'essai/ <i>Test designation</i> -*-*-	
Fabricant / <i>Manufacturer:</i>	
Date :	
Signature :	
Visiteur Délégué / <i>Delegated visitor</i>	
Date :	
Signature :	
Date :	
Signature :	
Date :	
Signature :	
Note : (*) Certificats d'essais pour les équipements électriques et de levage seront préparés et contre signés	

Figura 25: Certificato di test

Il test che precede il trasferimento nel sito finale, deve essere svolto presso l'azienda produttrice e deve essere svolto sotto l'osservazione da parte di un delegato del ministero algerino come mostrato nell'immagine di sopra in cui è rappresentato il certificato di test che richiede appunto le firme di questa figura.

4.6 Problematica 6: Realizzazione delle procedure di test

Tra le maggiori difficoltà riscontrate nella gestione della commessa GEAT Algeria vi sono state le definizioni delle procedure di test relative a tutti i sistemi ausiliari che verranno collaudati nella sala prove.

Ciò è stato dovuto al fatto che in tutte le passate commesse gestite dalla Flenco i vari collaudi, relativi però ai sistemi prodotti dall'azienda stessa, venissero svolti secondo delle procedure interne definite dagli stessi operatori degli stabilimenti produttivi in cui tali sistemi venissero realizzati.

Tali procedure in gran parte dei casi non erano state documentate ma venivano solamente trascritti i risultati ossia se ad esempio un componente che veniva testato non avesse mostrato problematiche oppure se gli strumenti funzionassero adeguatamente etc.

Come riportato nella *scope of work*, invece in questa commessa è stato richiesto espressamente di definire delle procedure e che soprattutto queste fossero chiare e facilmente applicabili. Risulta inoltre evidente che questa documentazione abbia richiesto una certa rilevanza essendo fondamentalmente la parte principale di tutta la commessa.

Anche in questo caso quindi la maggiore problematica è stata l'inesperienza nel trattare questo tipo di documentazione e l'assenza di un addetto esperto che si occupasse unicamente di questo tipo di lavoro.

Per risolvere questo problema allora si è deciso insieme ai PE di commessa di analizzare e studiare le procedure adottate generalmente da GE per testare i propri sistemi ausiliari riportandole però al nostro caso. Uno dei primi passi è stato infatti quello di reperire tale documentazione e considerarne una linea guida.

Al sottoscritto è stato affidato il compito di studiare la procedura di collaudo di un sistema ausiliario chiamato PR20. Tale studio è stato parte integrante dello stage svolto in azienda in quanto ha richiesto un tempo abbastanza esteso.

Il PR20 è un modulo che viene impiegato per la lubrificazione (lube oil) dei cuscinetti che sostengono gli alberi delle turbine impiegati nelle centrali elettriche ed inoltre è utilizzato per l'azionamento delle valvole ad azionamento pneumatico (seal oil).

Si vede ora quali siano le fasi principali che costituiscono un collaudo così come richiesto nella specifica fornita dal cliente.

L'area di test deve consentire al team di GEAT di eseguire diversi tipi di operazioni di validazione suddivise in 3 fasi:

- **Controllo preliminare**
Ispezione visiva per convalidare la conformità dell'assemblaggio a P & ID, dwg, ecc.

- **Test preliminare**
Impostazioni individuali o preimpostazione dei componenti, controllo del senso di rotazione dei motori.
- **Verifica della funzionalità generale che si suddivide in 3 diverse parti:**
 - Lavaggio dei tubi per la pulizia;
 - Test funzionali;
 - Preparazione allo stoccaggio / spedizione;

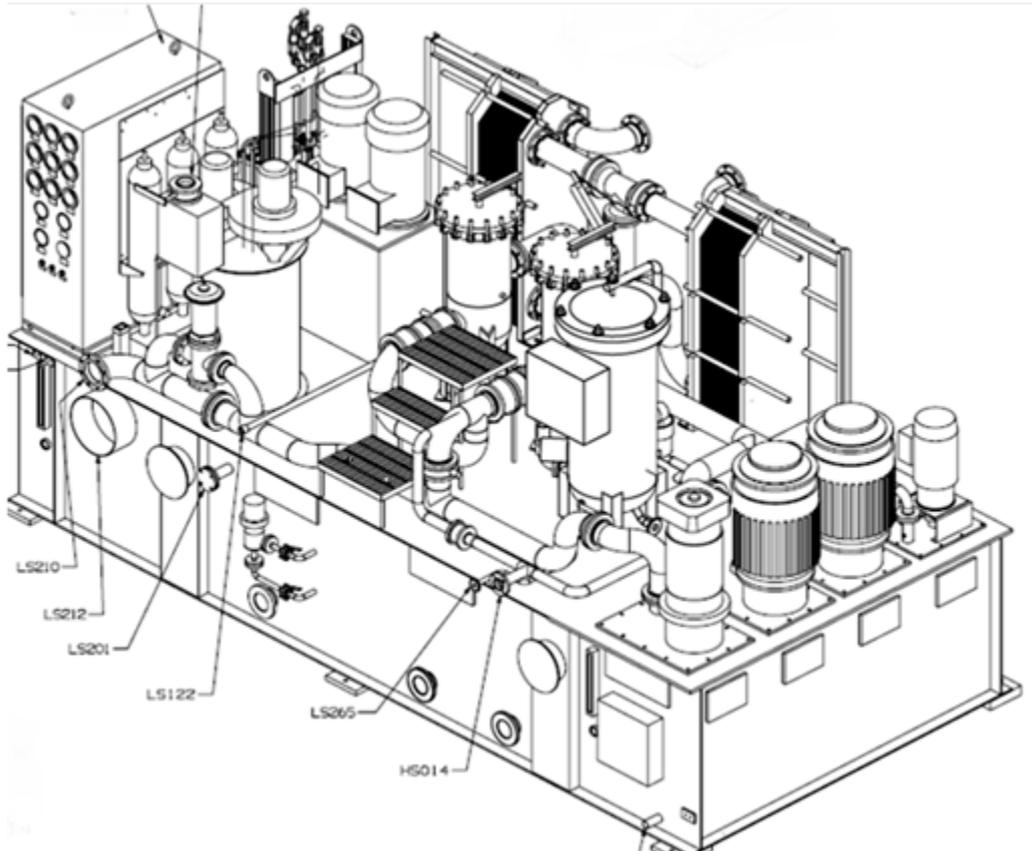


Figura 26: General Arrangement del PR20

Nella seguente trattazione si esporranno e si spiegheranno le varie fasi descritte sopra e si indicheranno quali sono state le motivazioni che ci hanno portato ad adottare alcuni provvedimenti. Si ricorda che tutta la documentazione fornita è in lingua inglese e in francese motivo per cui tali procedure saranno mostrate in inglese.

4.6.1 Controllo preliminare

Questa prima parte è quella che ha mostrato maggiore semplicità in quanto si tratta di richiedere un controllo visivo per verificare ad esempio che tutto ciò che compare nei disegni sia poi effettivamente presente sul campo. [VEDI ALLEGATO 1]

Questa fase è costituita da:

- 1. Dimensional check;**
Controllo che prevede la verifica delle dimensioni dei componenti in accordo all'Outline Drawing.
- 2. P&ID check;**
Controllo che prevede la verifica delle dimensioni dei componenti in accordo all'P&ID.
- 3. Piping and tubing check**
Verifica che prevede che le specifiche relative ai tubi siano rispettate.
- 4. Stress free check**
In tale punto si esamina che non siano presenti dei difetti nei componenti.
- 5. Tagging check**
Ispezione dei tag identificativi dei materiali.
- 6. Component label check**
Controllo delle proprietà del materiale.
- 7. Flow direction check**
Verifica del posizionamento dei componenti in accordo della direzione del flusso.
- 8. Coupling check**
Ispezione delle connessioni.
- Mechanical integrity check**
- 9. Access to valves and instruments**
Controllo dell'accessibilità alle valvole e agli strumenti.
- 10. Wiring diagram and continuity check**
Controllo delle connessioni presenti nelle morsettiere relative al cablaggio elettrico.
- 11. Painting check**
Verifica della verniciatura in accordo alla specifica applicata.
- 12. Quality documentation check**
Controllo qualità e della documentazione ad essa associata.
- 13. Instrument certificate check**
Controllo della calibrazione e accuratezza degli strumenti impiegati.

4.6.2 Lavaggio dei tubi per la pulizia

Una volta terminata la fase di controllo preliminare inizia la fase di *flushing* ossia la pulizia del piping. Tale parte è necessaria per evitare la contaminazione dei fluidi operativi che vengono impiegati quali olio ISO VG 32 e estere fosfato.

Per verificare che il piping sia pulito è stato acquistato un analizzatore di particelle che però viene montato nel simulation loop posto a valle del sistema ausiliario da testare.

L'acquisto di tale componente non è stato semplice in quanto presenta un elevato costo e quindi per evitare notevoli spese che avrebbero comportato uno sfioramento del budget si è pensato di impiegarne solo uno per tutti i fluidi che vengono impiegati in questa fase.

La selezione, che ha visto partecipare il sottoscritto, è stata lunga in quanto è stato complesso definire un componente del genere che andasse bene per tutti i fluidi poichè tutti presentano caratteristiche differenti (ad esempio olio e acqua).

Il flushing si suddivide a sua volta in tre parti [**vedi allegato 2**]:

- **Lube oil and Seal oil Flush set-up;**

4.1.2: All orifices removed and replaced with full size spacers. Pressure regulating valve shall be removed and replaced with SS spool piece.

Per evitare di danneggiare alcuni componenti durante la pulizia abbiamo pensato di suggerire la loro rimozione temporanea e reinserirli solo una volta che è terminata questa fase.

- **Flushing Requirements;**

In questa parte relativa alla pulizia si forniscono agli operatori le linee guida affinché tale processo possa essere compiuto in maniera adeguata. L'obiettivo è quello di fare in modo che il grado di pulizia finale sia concorde al NAS 6, ossia che le dimensioni delle particelle non eccedano i 10 micron. Si è pensato quindi che tale fase debba essere svolta secondo una certa portata e temperatura del fluido.

4.2.2: Two times the normal flow rate per leg (LS210, LS122 and HS014 as per the PR20L) is the goal for the flush. Motor maximum nameplate amps shall not be exceeded. If the flow rate drops below 80% of the starting value at any time during the flush, remove and clean the mesh screen or filter in the oil return line.

LS210, LS122 e HS014 sono i terminali del PR20 ossia i punti d'ingresso del fluido di pulizia.

4.2.4: Attach mechanical vibrators to the lube piping. Vibrate the lube piping while flushing for a 2-hour period. It is not necessary to vibrate the piping after the first 4 hours of the flush.

I vibratori, di cui il sottoscritto si è occupato dell'acquisto, sono dei piccoli dispositivi che vengono avvitati ai tubi e il quale intensità di vibrazione può variare a seconda del diametro del tubo. Per questi componenti si è pensato di acquistarne due per ogni dimensione del pipe a cui saranno collegati. Una volta attivati questi consentono di rimuovere le impurità depositate nelle pareti dei tubi facilitandone quindi la rimozione.

4.2.5: All piping shall be flushed for a minimum of 15 hours; alternating between each filter & heat exchanger leg every 2 hours.

I filtri che verranno utilizzati sono quelli del sistema ausiliario stesso. Tuttavia per il flushing si è pensato di impiegare anche uno schermo filtrante caratterizzato da una certa meshatura in modo tale da verificarne successivamente il grado di pulizia.

4.2.12a: Ensure the case drains of both lift oil pumps have been pre-filled with clean oil and isolation valves FV25 and FV26 are in fully open position.

FV25 e FV26 sono la nomenclatura adottata per le valvole impiegate per la regolazione del flusso nel sistema ausiliario.

4.2.12b: Verify lift oil supply line isolation valve FV-55 is open and filter drain valve FV-52 is closed.

Si è ritenuto fondamentale fare in modo che venisse verificata la pressione di aspirazione per fare in modo che le pompe non avessero difficoltà nel pescaggio del fluido a causa delle impurità. In questo punto si suggerisce infatti di fare ciò mediante un indicatore di pressione chiamato PS-270E.

- **System Restoration;**

Per procedere quindi con il test si richiede di reinstallare tutti i componenti che sono stati rimossi in precedenza come gli orifizi, valvole e elementi filtranti e rimuovere inoltre tutti i componenti di ausilio al flushing come i vibratori o gli schermi di filtraggio.

4.6.3 Test preliminare

Come già accennato, in questa fase si deve procedere con alcune verifiche quali ad esempio il verso di rotazione del motore o che alcune valvole di regolazione funzionino in modo opportuno.

Prima però si suggerisce agli operatori di effettuare le dovute verifiche ossia che tutti i componenti siano presenti, che il sistema sia opportunamente pulito o che alcuni materiali siano dotati delle proprie etichette di identificazione.

Successivamente si richiede la preparazione sia della parte meccanica (5.2) sia di quella elettrica (5.3) come esposto di seguito.

Si evidenzia che a termine della documentazione di test sono presenti una serie di appendici di cui si richiede la compilazione nel campo durante i test.

5.3.4: Connect AC and DC power to MCC's in accordance with the PR20 module and MCC wiring diagrams.

L'MCC si tratta di un sistema elettrico che viene interfacciato alla control room e il quale principale compito è la regolazione dei motori calettati alle pompe.

Si ricorda che il PR20 è costituito da quattro pompe impiegate per la parte di lubrificazione di cui due a corrente alternata e due a corrente continua (le pompe di emergenza). Vi sono inoltre altre due pompe che però sono utilizzate per il sistema di azionamento oleodinamico.

Level Transmitter

5.7.3: Verify the level transmitter signals listed in MLI VE14 are consistent with the actual levels called out on the VR20. At a time convenient such as filling or draining of the lube oil tank verify that the level transmitter is reading properly at minimum of 2 points; low level and low low level. It would be preferable to verify at normal level as well.

In questa fase si consiglia di verificare il corretto funzionamento dei livellostati posti sul serbatoio considerando la lettura di alcuni livelli di olio contenuto al suo interno.

Il livello dell'olio nel serbatoio deve essere portato al normale livello operativo prima di azionare le pompe. Ciò garantirà che dopo l'avvio delle pompe e il riempimento del sistema, rimanga abbastanza olio nel serbatoio per il corretto funzionamento delle pompe.

Transfer valves

In questa fase si richiede il controllo dell'operatività delle valvole di trasferimento ad esempio verificandone la tenuta. Oltre a documentarne il loro funzionamento si chiede inoltre di registrare temperatura e pressione del fluido oltre ai dati relativi al sistema di pompaggio associato alla linea.

5.8.1: With one main lube oil pump operating to supply rated flow, open equalization valve (FV-23), observe oil flow through the cooler vent sight glass of the alternate leg before attempting to switch the transfer valve (FV-19). Verify smooth operation of the transfer valve (FV-19) and record in the test results. After transfer, close equalization valve (FV-23) and verify that isolation has been achieved and there is no oil flow through the high point vent sight glass of the off line cooler. Verify that the transfer valve operation does not cause abnormal disturbances in system stability. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure and cooler DP before and after the switch. Complete sanity check on all instrumentation to verify that the system is operating as intended.[APPENDIX D]

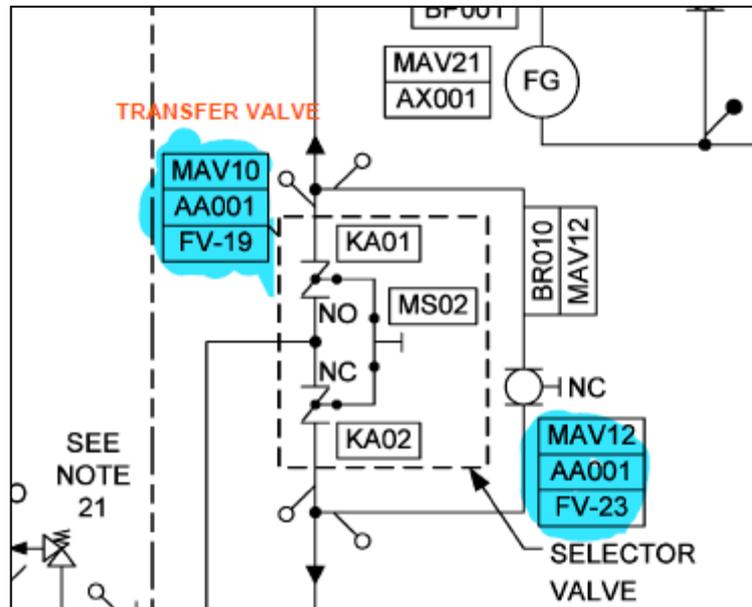


Figura 27: estratto del P&ID del PR20

Main AC Lube Oil Pumps and Motors

In questa fase ci siamo occupati di definire una procedura adeguata volta a verificare il corretto funzionamento dei motori e pompe presenti nel sistema ausiliario in questione.

Per fare ciò abbiamo pensato di far operare le pompe a diversi valori di portata ad esempio al 90%, 100% e 110% di quella nominale generalmente trasferita suggerendo di misurare e registrare in ogni punto di lavoro la pressione nel pipe, la temperatura dell'olio e i dati relativi al motore della pompa (voltaggio e amperaggio).

Come si vede nell'allegato il test inizia prima con le pompe alimentate in corrente alternata e poi con quelle in corrente continua.

- 5.9.1: Start main AC pump **BPM-1**. Ensure all instrumentation sensing lines are purged of air.
- 5.9.2: Adjust test setup throttling valve in lube oil test piping to achieve the rated AC bearing flow at LS210 with the oil between **110 – 130 degrees Fahrenheit**. The rated AC bearing flow is the "Normal Flow" value reported in the table on the PR20L. **[615 GPM]**
- 5.9.3: Adjust pressure-regulating valve **FV-17** to achieve **40 PSI** at LS210. Repeat adjustment of test setup throttling valve in lube oil test piping and FV-17 as needed to achieve both rated flows and 40 PSI at LS210. After this initial setting of FV-17, it should not be adjusted for the remainder of the functional test.
- 5.9.5: Transfer to alternate lube oil cooler and lube oil filter using the previous steps. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. **[APPENDIX F]**

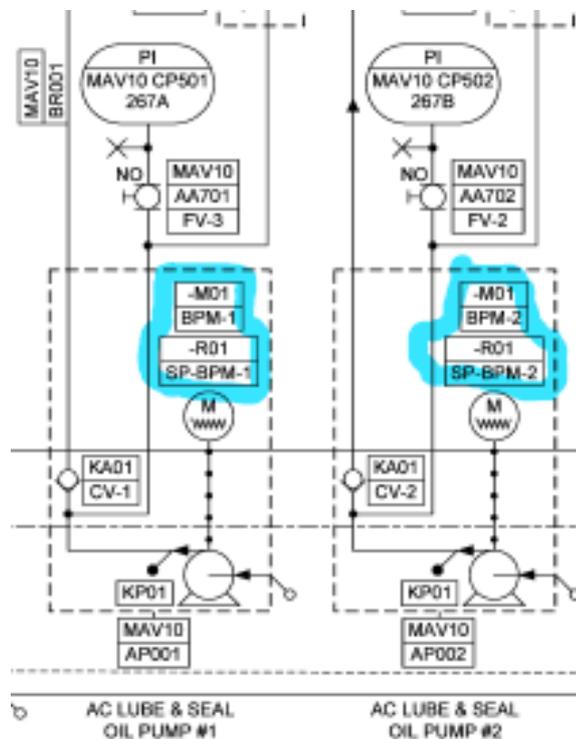


Figura 28: Pompe AC del PR20

5.9.6: Adjust throttling valve in test piping to achieve 110% rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. [APPENDIX G]

5.9.7: Adjust throttling valve in test piping to achieve 90% rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. [APPENDIX G]

Terminato il test sul BPM-1 si esegue un led/lag in cui la pompa in attività viene fatta spegnere lentamente e contemporaneamente si fa attivare la pompa gemella BPM-2.

Sul led/lag viene svolta una procedura ad hoc di cui si discute successivamente.

Dopo il led/lag si procede eseguendo sulla pompa 2 il medesimo test della 1.

5.9.8: Without making any adjustment to throttling valve in test piping, perform led / lag pump transfer from BPM-1 to BPM-2. Trend start/stop commands, pump discharge pressure, PT-266 pressure and LS210 discharge pressure through to stop of BPM-1.

Seal Oil Pumps and Motors (vedi 5.10)

Anche sul sistema di tenuta richiediamo che venga svolta una verifica sull'efficienza delle macchine operatrici. Il test che proponiamo è fondamentalmente uguale a quello del sistema di lubrificazione e anche in questo caso chiediamo che vengano registrati i dati nei vari appendici di fine documentazione.

Emergency Oil Pumps and Motors

Così come per le pompe in corrente alternata anche per le pompe di emergenza si è suggerito di effettuare i test a diverse portate.

L'unica differenza rispetto al precedente test sta nel fatto che alla fine richiediamo di raccogliere alcuni dati dopo che le pompe sono state spente e riaccese. Questo serve per controllare i tempi di reattività di queste macchine.

*5.11.10: Shutdown and restart DC Lube Oil Pump from a complete standstill. Capture trend data: inrush current and starter supply voltage with respect to time. Include report in documentation package. The intent is to ensure the startup current **does not exceed 3.5x FLA**; this in turn verifies the timing of the starter contactors.*

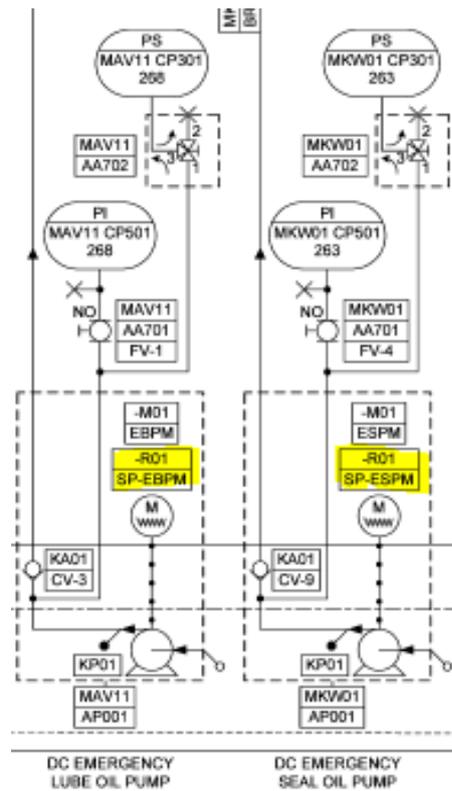


Figura 29: Pompe DC del PR20

Lift Oil Pumps and Motors

Nel punto 5.12 del test allegato vengono indicate le modalità di collaudo del sistema ad elevata pressione.

Tale sistema ha il compito di azionare le servo valvole poste in prossimità della turbina. Così come per le altre pompe anche in questo caso si procede inizialmente con l'ispezione visiva dei vari componenti e strumenti.

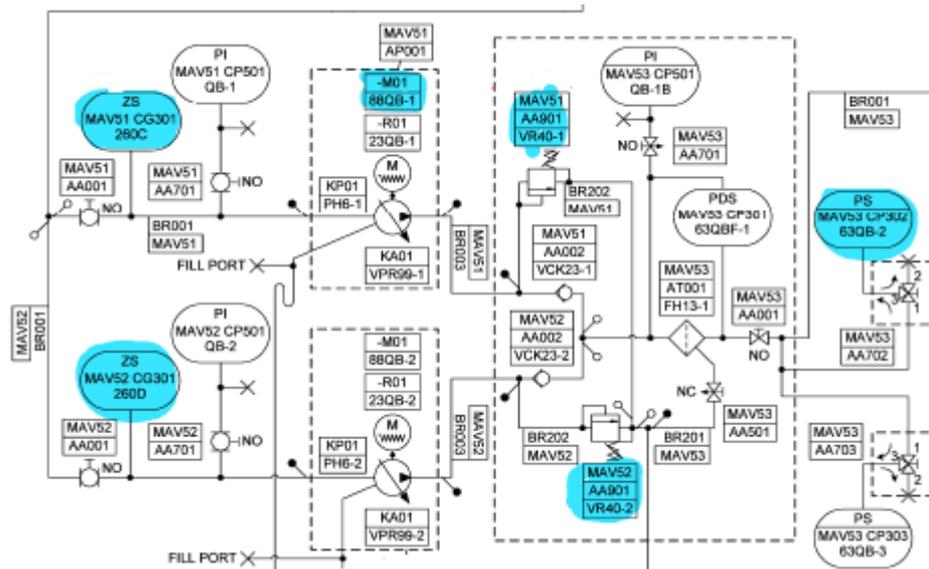


Figura 30: Sistema ad alta pressione

Le pompe in questo sistema sono due e presentano le medesime caratteristiche. S'inizia con il testare la pompa 88QB-1 e poi la 88QB-2 (vedi estratto P&ID).

5.12.1 Start lift oil pump, **88QB-1**.

Si richiede di verificare che la valvola di sicurezza posta a valle della pompa regoli lentamente la pressione all'interno del piping riportandola a quella massima di progetto. Tale valore di pressione deve poi essere indicato nel trasmettore di pressione PT-274A. In questa maniera facciamo in modo che il sistema simuli le condizioni operative più critiche.

5.12.7: *Slowly close the throttling valve in the lift oil test piping to fully closed. All flow should be through relief valve **VR40-1** to drain. Slowly adjust relief valve VR40-1 (clockwise) until the pressure at PT-274A (local indication at transmitter) reach the max value reported for LS122 in PR20L schematic (circa 3600 PSI).*

5.12.9: *Measure the current being drawn by the lift oil pump motor and ensure that they **do not exceed** nameplate full load amps.*

Dopo aver registrato i dati si fa in modo di riportare la pressione a quella nominale.

5.12.10: *Adjust lift oil pump compensator (counter-clockwise) to obtain the normal system pressure defined for LS122 in PR20L using PT-275 (local indication at transmitter).*

Tabella 6: esempio di tabella usata per registrare i dati

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-1	VOLTAGE		VAC		
	CURRENT		AMPS		
	OIL FLOW		GPM		

Nel punto 5.12.14 suggeriamo di verificare la stabilità del sistema portando la pressione ad un valore molto più basso rispetto a quello operativo e di tenere le pompe azionate per circa 30 minuti. Successivamente la valvola di regolazione dev'essere chiusa e affinché la prova possa ritenersi soddisfacente non vi devono essere fluttuazioni di pressione.

*5.12.14: Open the throttling valve in the lift oil test piping until the pressure of the system drops **50 PSI**. Run pumps at this pressure for **30 minutes**, and then test for pressure compensator stability as follows. Close the throttling valve in the lift oil test piping completely. Pressure should hold at set point without any cyclic fluctuations. Open throttling valve rapidly (without exceeding pump capacity). Pressure should hold at some value slightly below set point and the gauge should not show any evidence of pump compensator hunting.*

Si è inoltre ritenuto opportuno verificare che il sistema di bloccaggio della valvola di isolamento non interferisse con l'azionamento del motore evidenziandolo nel seguente punto.

*5.12.15: Verify the hardwired interlock permissive of the inlet isolation valve **FV-25** limit switch **ZS-260C**. With lift oil pump **88QB-1** shut down set **FV-25** to approximately half open, attempt **88QB-1** start. Verify that the hardwired interlock permissive inhibits motor start.*

La medesima procedura viene adottata anche per la pompa **88QB-2** come riportato nel punto 5.12.18.

4.6.4 Test funzionali

Lube Oil Pump Led/Lag Transfer & Backup Tests (5.13)

Si riporta a questo punto la parte principale di un test. La linea guida che è stata adottata in questa fase è quella di verificare l'operatività del sistema ausiliario quando su questo si passa da l'utilizzo di una pompa ad un'altra. Come già anticipato questa operazione è chiamata Led/Lag. Inoltre, sempre per il seguente test, si è pensato di simulare un improvviso arresto delle pompe in modo tale da osservare la reattività delle pompe di emergenza.

I risultati di questo test verranno utilizzati per verificare le costanti del ritardo di scatto a bassa pressione dell'olio lubrificante nel software, pertanto è importante registrare la pressione minima osservata e la durata dell'evento.

Il test che vengono svolti sono due ma simili, l'unica differenza consiste che la prima prova è svolta senza l'MCC ossia il sistema che controlla la regolazione dei motori.

Test 1

*5.13.1: Verify AC lube oil pump motor **BPM-1 is running in auto** and that AC lube oil pump motor **BPM-2** is available in **standby** for an auto start. Adjust throttling valve in lube oil test piping to achieve the rated AC bearing flow at LS210 with the oil between 110 – 130°F. Verify pressure at LS210 is 40 +/-2 psig.*

- *From the suitcase controller initiate an AC lube oil pump lead/lag transfer from BPM-1 to BPM-2;*
- *During the transfer, BPM-2 should start and produce normal running conditions before BPM-1 is commanded off;*
- *Verify that there is no loss of flow or system pressure during the transfer;*
- *Record pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter on LS210;*
- *Repeat the transfer test by performing a transfer from AC lube oil pump motor **BPM-2** to **BPM-1**;*

*5.13.2: Verify AC lube oil pump motor BPM-1 is **running in auto** and that AC lube oil pump motor **BPM-2** is available in **standby** for an auto start. Also verify that the DC lube oil pump motor EBPM is available and in standby mode and that DC seal oil pump motor ESPM is locked out at the DC Starter.*

Test 2

In questa fase inizia il test con l'ausilio del MCC attraverso il quale si può osservare ciò che avviene dopo un arresto forzato della pompa 1. In questo caso ci si aspetta che in seguito allo spegnimento di questa pompa si attivino istantaneamente la pompa 2 e la pompa di emergenza in quanto al sistema di controllo motore non è chiesto di mantenere bloccata la pompa 2 dopo l'arresto della 1.

- *Perform a second lead/lag transfer test but this time initiate test from the MCC;*
- *On running pump motor BPM-1, press **stop** on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;*
- *BPM-1 is expected to stop and BPM-2 is expected to start via sequencing from the suitcase controller;*
- *It is also anticipated that the DC lube oil pump motor EBPM will start;*
- *Record pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter on LS210;*
- *Repeat the transfer test again by performing a transfer from AC pump motor BPM-2 to AC pump motor BPM-1. Record the pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility transmitter on LS210;*

In questo punto si ripete la prova ma facendo in modo che l'MCC tenga bloccata la pompa 2 in seguito all'arresto della pompa 1 in modo tale che l'unica pompa ad attivarsi sia quella di emergenza.

*5.13.3: Verify AC lube oil pump motor **BPM-1** is running in auto and that AC lube oil pump motor BPM-2 is **locked out at the MCC**. Verify that the DC lube oil pump motor EBPM is available and in standby mode and the DC seal oil pump motor ESPM is locked out at the DC Starter.*

- *On running pump motor BPM-1, press stop on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;*
- *Motor BPM-1 is expected to stop, Motor BPM-2 **will not be available** and the DC lube oil pump motor EBPM is expected to start via sequencing from the suitcase controller;*
- *Record the pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter in LS210;*

Seal and lift Oil Pump Lead/Lag Transfer & Backup Tests

Così come per la parte di lubrificazione si richiede di svolgere il lead/lag test anche per il sistema di tenuta e per quella ad alta pressione. Si è ritenuto di impiegare per questi due sistemi le stesse modalità descritte per il sistema di lubrificazione.

Altri test

Una volta terminato il test si suggerisce agli operatori di procedere anche con le verifiche relative alla sicurezza acustica per fare in modo che l'intensità rumorosa dei dispositivi ritenuti rumorosi, come le pompe, non eccedano gli 85 dB previsti dalla legge. Per fare ciò si è reso opportuno acquistare dei fonometri.

Altro test che si richiede di svolgere, prendendo come riferimento i collaudi Flenco svolti negli stabilimenti produttivi, è quello di misurare anche le vibrazioni delle pompe impiegando dei comuni vibrometri che dotati di una sonda sono in grado di rilevare l'ampiezza delle vibrazioni lungo i tre assi.

4.7 Problematica 7: Sviluppo del quadro inverter

La definizione e la conoscenza dei test di collaudo si è ritenuta fondamentale per due aspetti:

- Per conoscere tutte le macchine coinvolte in un test e quindi la relativa potenza richiesta;
- Per fornire le istruzioni necessarie alla programmazione di un *grafcet diagram* da implementare nel PLC;

Per quanto concerne il primo aspetto, si è deciso con GEAT che le pompe poste nei moduli realizzati da FFS debbano essere regolate mediante una semplice regolazione *on-off*, ciò implica che per queste macchine non è quindi richiesto l'uso degli inverter.

Questi sono invece richiesti per le pompe poste sui sistemi ausiliari che si devono collaudare. Questo spiega l'importanza dello sviluppo delle procedure in quanto tramite la loro conoscenza è stato possibile evitare l'impiego di un inverter per macchina e quindi risparmiare un elevato costo.

Prima di progettare il quadro inverter, tramite l'ausilio degli elettrici della FFS, abbiamo analizzato quali siano le macchine che operino in contemporanea e quali invece lavorino individualmente. Oltre ciò si è definita la potenza richiesta da ciascuna di esse in modo tale poi da poter selezionare l'inverter che garantisca questa potenza.

Tutte queste informazioni sono state documentate in un file chiamato *load list* in cui viene appunto indicata la logica di test. In tale file vengono appunto elencati i motori coinvolti per ogni skid ausiliario.

Ad esempio per il PR20, come definito nella procedura, si è deciso di impiegare due inverter. Uno viene utilizzato per regolare le pompe alimentate da un motore AC mentre l'altro per azionare le pompe che operano in corrente continua.

Tabella 7: Logica di test

Skid da testare	Skid di test usati	Motori attivi su skid da testare
9695 (flushing only)	LF skid (37 kW)	-
A035 (test)	DW skid (30 kW)	1 AC x 185 kW
A035 (preservation)	WG skid (30 kW)	1 AC x 185 kW
A160 (LO filling)	LO skid (11 kW)	-
A160 (LO test)	WG skid (30 kW)	1 AC x 93,2 kW or 1 AC x 22,4 kW 1 DC x 14,9 kW or 1 DC x 14,9 kW
A160 (HP test)	-	1 AC x 45 kW
A160 (CW flushing)	WG skid (30 kW)	-
A160 (Gas test)	-	1 AC x 45 kW
A162 (LF test)	LF skid (37 kW) WG skid (30 kW)	2 AC x 160 kW
A162 (CW flushing)	WG skid (30 kW)	-
A162 (LO flushing only)	LO skid (11 kW)	-
A245 (test)	LF skid (37 kW)	1 AC x 37 kW
A246 (test)	LF skid (37 kW)	-
E025 (filling)	DW skid (30 kW)	-
E025 (test)	-	1 AC x 18,5 kW
E025 (filling for preservation)	WG skid (30 kW)	-
E025 (preservation)	-	1 AC x 18,5 kW
PR20 (LO filling)	LO skid (11 kW)	-
PR20 (LO test)	WG skid (30 kW)	1 AC x 110 kW or 1 AC x 37 kW 1 DC x 30 kW or 1 DC x 23 kW
PR20 (HP filling)	PE skid (4 kW)	-
PR20 (HP test)	-	1 AC x 18,5 kW
PR20 (CW flushing)	WG skid (30 kW)	-

Stabilita la logica di test, gli elettrici si sono occupati di dimensionare il quadro e decidere la corretta posizione all'interno dello stabilimento facendo in modo che questo avesse le dimensioni più limitate possibili e soprattutto che fosse locato in un punto facilmente accessibile alla manutenzione.

4.8 Problematiche relative ad altre commesse

Durante il soggiorno in azienda ho avuto modo di collaborare con altri PE anche in altri progetti oltre a quello sinora descritto. Ciò si è ritenuto particolarmente utile ai fini dell'apprendimento di questa attività in quanto mi ha permesso di affrontare la principale problematica connessa al lavoro del PE ossia la gestione contemporanea di più commesse.

In particolar modo si è lavorato su due commesse differenti: "Seal Gas Panel Tangguh" e "A162 6F.03 Vizag".

4.8.1 Seal Gas Panel Tangguh 3

In questa commessa, di cui il cliente è Siemens, è stato richiesto di realizzare un pannello in cui vengano posti un elevato numero di strumenti e i trasmettitori ad essi associati oltre che a delle valvole destinate alla regolazione della portata di gas.

Tale pannello va infatti connesso ad una turbina a gas destinata alla produzione di energia elettrica in Indonesia.

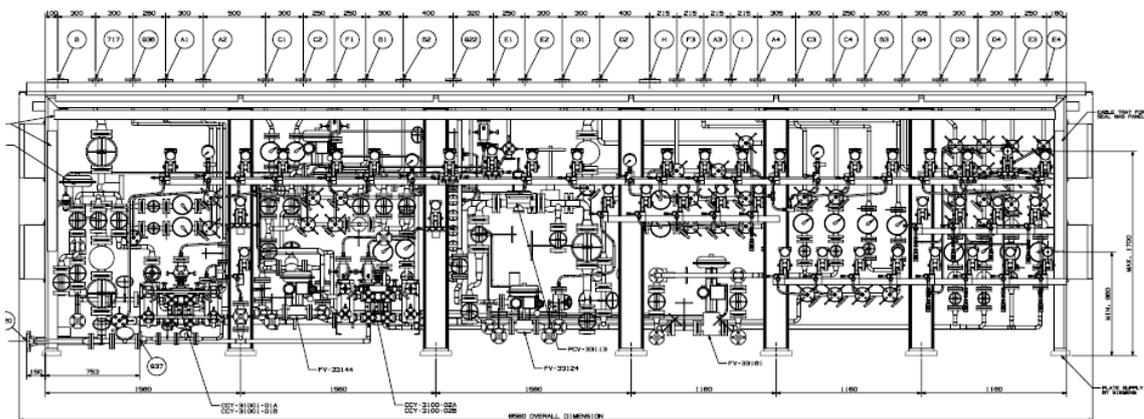


Figura 31: Seal gas Panel

La complicazione che è stata affrontata in questa commessa riguarda il ritardo della consegna relativa alla documentazione che il cliente ci ha richiesto.

Tale documentazione ha compreso dei file FST (vedi allegato 3) in cui venivano indicate le caratteristiche degli strumenti presenti nel pannello. Il ritardo accumulato era causato dalle continue modifiche che il cliente ci ha richiesto come ad esempio la calibrazione degli indicatori di pressione. Visto quindi l'elevato numero di questi strumenti tali modifiche ai datasheet ci ha richiesto una notevole spesa di tempo.

Oltre a ciò abbiamo dovuto affrontare anche delle problematiche di comunicazione interna fra gli addetti alla documentazione di Siemens. Infatti, in alcuni casi un

operatore di Siemens ci richiedeva delle modifiche che successivamente venivano contraddette da un proprio collega.

In definitiva, grazie ad un lavoro di team, siamo comunque riusciti a fornire la documentazione corretta al cliente.

4.8.2 A162 Vizag

Nella commessa Vizag, il contractor General Electric Europe ci ha chiesto di realizzare un sistema ausiliario costituito da più moduli destinati al trasferimento del gasolio, dell'acqua e dell'aria compressa. Così come tutti i sistemi ausiliari sviluppati da Flenco, anche questo viene connesso ad una turbina destinata alla generazione di energia elettrica in una centrale dell'India.

Vista la destinazione e i fluidi impiegati nel sistema, in questo caso come prima cosa si è ritenuto necessario informarci sulle certificazioni richieste e soprattutto verificare quali componenti fossero impattati.

Per gli ambienti ritenuti esplosivi in India è richiesta una certificazione che è del tutto simile all'ATEX con la sola differenza che in questo Stato è chiamata PESO (The Petroleum and Explosives Safety Organisation). Ciò ha implicato che tutti i componenti associati al sistema con gasolio venissero acquistati con questo tipo di documentazione.

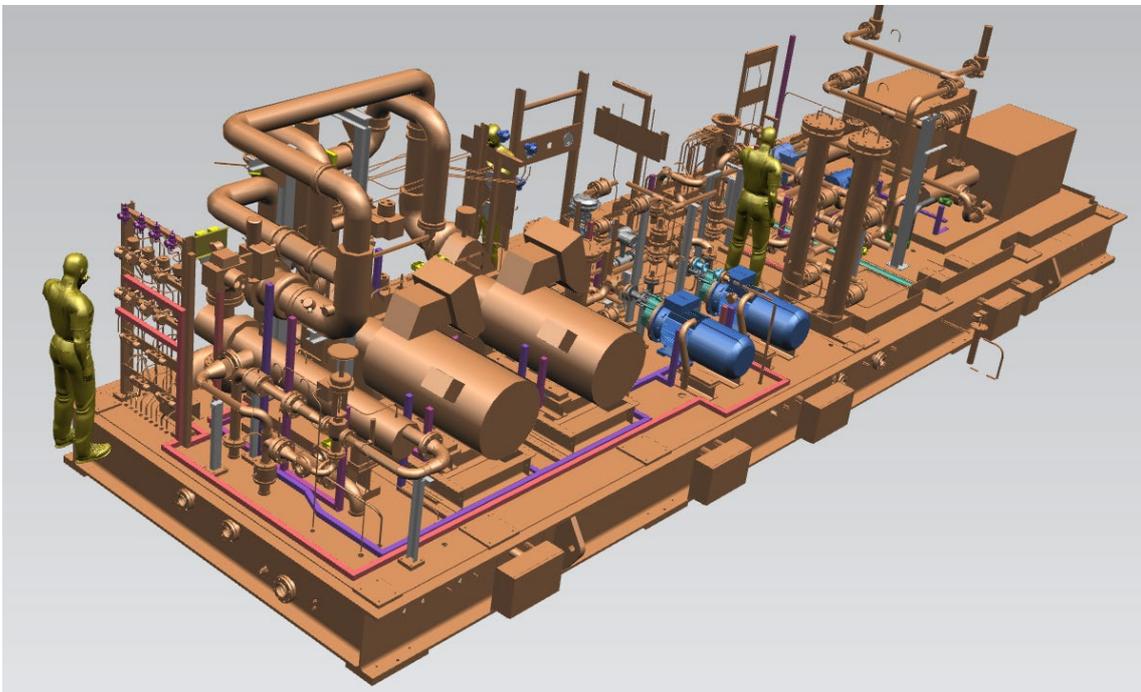


Figura 32: A162 Vizag;

Tra le varie attività richieste in questo progetto vi è quella di definizione e selezione dei misuratori di pressione e temperatura. In questo lavoro, di cui il sottoscritto si è occupato, è richiesta la conoscenza delle caratteristiche del fluido che attraversa i tubi. Una volta note pressione e temperatura del fluido nelle varie linee è possibile scegliere i rispettivi strumenti in funzione del range richiesto.

Realizzate le distinte per ciascun strumento e definito il fornitore si è proceduto con la trasmissione degli ordini di acquisto. Tuttavia, in questo progetto il fornitore ci ha fatto notare che l'ordine che ha ricevuto non poteva essere compiuto in quanto venivano richiesti degli strumenti con caratteristiche differenti rispetto a quelli proposti. Ciò è stato dovuto ad alcuni errori di trascrizione durante la realizzazione delle distinte del materiale. Quindi una volta svolte le opportune correzioni si è ritrasmesso l'ordine di acquisto che è poi stato accettato dal fornitore.

5 Conclusioni

Alla conclusione dello stage in azienda, la commessa “Test Bench GEAT” non era ancora terminata. Infatti, una volta finalizzati gli aspetti tecnici, la progettazione e l’acquisto dei materiali, il progetto è passato allo stabilimento produttivo di Trino dove erano in corso di svolgimento le attività di fabbricazione e preassemblaggio; il termine di tali operazioni era previsto a cavallo della consegna finale, per la fine di luglio 2019.

L’analisi delle problematiche affrontate e delle rispettive soluzioni nel progetto in questione si sono dimostrate particolarmente interessanti non solo dal punto di vista formativo e ai fini dello stage, ma anche in un’ottica di crescita del know-how tecnico aziendale.

Lo sviluppo delle procedure è un importante esempio in questo senso: infatti, grazie all’esperienza maturata dall’azienda nella produzione di sistemi ausiliari, è stato possibile sviluppare delle procedure di test interne alla FFS.

Si è trattato di un lavoro che ha fatto tesoro della pluriennale esperienza di Flenco, del contributo significativo dovuto a un rapporto costruttivo con i clienti storici, e del lavoro di sintesi e rielaborazione svolto nel corso dello stage. Un lavoro importante, i cui risultati sono stati molto apprezzati non solo internamente alla Flenco, ma anche da parte del cliente; un’esperienza sicuramente utile non solo come testimonianza di uno stage formativo, ma anche e soprattutto come know-how acquisito da parte di una piccola realtà industriale come Flenco.

La scelta di puntare sullo sviluppo di know-how e di un servizio molto flessibile e orientato alle esigenze del cliente è un fattore decisivo sul mercato; in questo senso questa esperienza può dirsi importante non solo ai fini dello stage e di questa tesi, ma anche nell’ottica di fornire all’azienda ospitante uno strumento in più per migliorare la sua offerta e i suoi servizi.

Il progetto che è stato oggetto della tesi ha dato un segnale importante, accreditando l’azienda sul mercato come una delle poche in grado di trasmettere e monetizzare efficacemente una parte importante del proprio know-how.

Non meno significativo il contributo che il progetto ha fornito alla Flenco nel rafforzare la propria partnership con un importante cliente: aspetto molto importante e assolutamente non trascurabile negli odierni settori Oil&Gas e Power Generation.

Un’attività come quella descritta permette al PE di affinare le proprie competenze relative alla gestione di commessa ma allo stesso tempo disvilupparne di nuove: in termini tecnici, contribuendo alla realizzazione delle procedure di collaudo, ma anche, in termini gestionali dimostrando la propria versatilità in nuove attività che presentano

un elevato grado di complessità. In questo senso l'esperienza di stage non può che essere considerata come estremamente positiva.

Secondo il parere personale del sottoscritto, il progetto "Test Bench GEAT" è stato fortemente voluto ed ottenuto dalla Flenco perché ritenuto strategico sia per acquisire e sviluppare nuove conoscenze e abilità sia per rafforzare i rapporti con uno dei principali clienti con cui l'azienda ha lavorato in maniera proficua negli ultimi 15 anni.

A tal proposito posso definire questo progetto come una sorta di investimento fatto dall'azienda per i motivi sopra citati. Infatti, la commessa è stata consapevolmente acquisita con dei margini di guadagno più bassi rispetto a quelli che usualmente si ottengono mediamente dagli altri lavori.

Nonostante questo, ho notato una grande abilità da parte del team di commessa nello studiare e applicare delle soluzioni efficaci che hanno permesso di contenere i costi e rispettare i budget assegnati, per esempio utilizzando il più possibile materiale stoccato a magazzino.

Per quanto riguarda l'aspetto gestionale, inizialmente si erano forse sottostimate le ore di ingegneria necessarie a sviluppare un progetto di tale mole e complessità. Infatti, nella fase iniziale, l'intero progetto era stato assegnato ad un unico PE. Solo durante lo sviluppo dello stesso, si sono resi conto che erano necessarie più risorse per traguardare la consegna dei sistemi nei tempi contrattuali. In quest'ottica, io stesso, insieme ad altre risorse sono stato coinvolto come supporto al PE di progetto.

Le risorse impiegate, nonostante la poca esperienza nell'affrontare questo genere di commessa, si sono mostrate molto idonee e degli eccellenti tutor in quanto hanno, oltre ad aver svolto la propria attività egregiamente, anche provveduto ad istruirmi e rendermi partecipe ad ogni problematica riscontrata che è stata sempre risolta in maniera assai efficace.

Inoltre, ritengo l'esperienza in azienda particolarmente utile da un punto di vista formativo in quanto fra le varie attività, ho appreso l'importanza di lavorare in team dove ognuno svolge il suo ruolo e assolve i compiti a lui assegnati col fine del raggiungimento dell'obiettivo comune.

Allegati

Allegato 1

**PRELIMINARY ACTIVITIES
AND CHECKS PROCEDURE FOR**

PR20

OIL MODULE

GEAT



PRELIMINARY ACTIVITIES
AND CHECKS PROCEDURE
FOR PR20

Document
18.041.PP.PR20
Sheet: 1

PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH

INDEX

1	SCOPE	2
2	APPLICABLE DOCUMENTS	2
3	SKID POSITIONING	2
4	CHECK PROCEDURES	3
4.1	Dimensional check.....	3
4.2	P&ID check	3
4.3	Piping and tubing check.....	3
4.4	Stress free check.....	3
4.5	Tagging check	3
4.6	Component label check.....	3
4.7	Flow direction check.....	3
4.8	Coupling check.....	4
4.9	Mechanical integrity check.....	4
4.10	Access to valves and instruments	4
4.11	Wiring Diagram and continuity check	4
4.12	Painting check.....	4
4.13	Quality Documentation check.....	4
4.14	Instrumentation Certificate check	4
5	PRELIMINARY CHECK REPORT	5

						A
A	10/12/18	First issue	A.Ena	M.Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	PRELIMINARY ACTIVITIES AND CHECKS PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.PP.PR20
		Sheet: 2
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

1 SCOPE

This specification defines all preliminary activities to carry out before starting the performance tests of ("MLI") PR20 oil Module.

The scope of this specification is limited to those tests and inspections applicable to the complete assembled skid.

2 APPLICABLE DOCUMENTS

DESCRIPTION	SPEC. NUMBER
GE Ordering Dwg.	221A4430
Wiring Diagram	125T2894
GE Device Summary	130T8879
P&ID	108T4929
GE Outline Drawing	124T4229
GE Painting Specification	222T0005
General Specification	124T4258

3 SKID POSITIONING

Position the module in the test area using the proper lifting device and fix it to the metal ground plate.

Check that no damages occurred during the lifting and positioning phase.

Check the levelling of the skid.

Connect the earthing provisions.

Install the scaffolding in the access area.

						A
A	10/12/18	First issue	A.Ena	M.Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	PRELIMINARY ACTIVITIES AND CHECKS PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.PP.PR20
		Sheet:3
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

4 CHECK PROCEDURES

4.1 Dimensional check

Verify that the piping, tubing, arrangement of components, overall dimensions, delivery limits, etc. are correct and in full agreement with the applicable Outline Drawing. A check list, mark-up procedure, or other means shall be used to document this verification process. The completed check list shall form part of the test record for that skid and shall be attached with the other test data. Any deviations from Outline Drawing shall be corrected before proceeding with the test.

4.2 P&ID check

Verify that the piping, tubing, arrangement of components etc. is correct and in full agreement with the applicable P&ID. A check list, mark-up procedure, or other means shall be used to document this verification process. The completed check list shall form part of the test record for that skid and shall be attached with the other test data. Any deviations from P&ID shall be corrected before proceeding with the test.

4.3 Piping and tubing check

Check that used pipe and tubing are in line with applicable piping specification in terms of material, size, schedule, rating and thickness if possible.

4.4 Stress free check

Random check on flange connections that no stresses are present.

4.5 Tagging check

Check that all assembled equipment has tag nameplate in accordance with applicable P&ID.

4.6 Component label check

Check that all components installed on the system have main properties and units in line with applicable components technical specifications.

4.7 Flow direction check

Check that all equipment has been installed with the right flow direction (non-return and other valves, pump suction and discharge, plate orifices, strainers).

						A
A	10/12/18	First issue	A.Ena	M.Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	PRELIMINARY ACTIVITIES AND CHECKS PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.PP.PR20
		Sheet: 4
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

4.8 Coupling check

Random check on flange, tubing and fitting connections verifying proper closing in line with recommended torque values.

4.9 Mechanical integrity check

Check the mechanical integrity of all components, tubing and cables.

4.10 Access to valves and instruments

Check that is provided a good accessibility to all handles and indicators.

4.11 Wiring Diagram and continuity check

Check that all connections inside JB's are compliant to applicable Wiring Diagram.

The continuity of all skid wiring shall be verified using a suitable ohmmeter. The continuity of complete piping of the system shall be verified too.

Insulation resistance of all control wiring shall also be verified using a suitable method.

4.12 Painting check

Check that all components, baseplate and enclosure are painted according to the applicable Painting Specification (color, thickness, absence of drops, welding slags and porosity).

4.13 Quality Documentation check

Check the availability of all documents required by ITP (hydrostatic test, material certificates, calibration certificates, etc.); verify that all the points of this document have been correctly done.

4.14 Instrumentation Certificate check

Check that all instruments used for the performance test have a valid calibration certificate and adequate accuracy.

						A
A	10/12/18	First issue	A.Ena	M.Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	



PRELIMINARY ACTIVITIES
AND CHECKS PROCEDURE
FOR PR20

Document
18.041.PP.PR20
Sheet: 5

PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH

5 PRELIMINARY CHECK REPORT

PR20 LIQUID FUEL RECIRCULATION MODULE

For *GEAT*:

Test Engineer

Name :
Date :

Technical Approval

Name :
Date :

Witnessed by

Name :
Company :
Date :

GEAT Test Engineer

Name :
Date :

						A
A	10/12/18	First issue	A.Ena	M.Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

Allegato 2

Test Procedure

PR20

OIL MODULE

GEAT

INDEX

1	scope.....	2
2	APPLICABLE DOCUMENTS.....	2
3	PREPARATION.....	2
4	Flushing of pipes for cleaning	3
4.1	Lube oil and Seal oil Flush set-up	3
4.2	Flushing Requirements	3
4.3	System Restoration	5
5	Functional testing.....	5
5.1	Pretest Requirements	5
5.2	Mechanical Preparation	5
5.3	Electrical Preparation	5
5.4	MCC Testing.....	6
5.5	Motor Pre-test	7
5.6	System Set Up.....	7
5.7	Level Transmitter.....	7
5.8	Transfer valves.....	7
5.9	Main AC Lube Oil Pumps and Motors	8
5.10	Seal Oil Pumps and Motors	10
5.11	Emergency Oil Pumps and Motors	11
5.12	Lift Oil Pumps and Motors	12
5.13	Lube Oil Pump Led/Lag Transfer & Backup Tests	17
5.14	Seal Oil Pump Lead/Lag Transfer & Backup Tests.....	18

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 2
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

1 SCOPE

This document specifies the minimum requirements for functionally testing of the lube, seal and lift oil systems of a PR20 module with local MCCs and independent lube and seal oil systems. These tests are intended to verify the operation of the tank and it's on base components and is not intended to test the system operation in conjunction with the steam turbine, gas turbine, and/or generator. In order to indicate conformity with this specification and to qualify the lube oil module design for acceptance by the General Electric Company, the module shall be tested in accordance with this specification as a production test.

2 APPLICABLE DOCUMENTS

Description	spec. number
GE ORDERING DWG.	
WIRING DIAGRAM	
GE DEVICE SUMMARY	
P&ID PR20 Combined Lube & Hydraulic Module	145E4776
Test_Bench_P&ID_PR20 Flushing	18.041.XX
Test_Bench_P&ID_PR20 Drain after Flushing	18.041.XX
GE Outline Drawing	124T4229
GE Painting Spec	222T0005
Preliminary Check Procedure for PR20	18.041.PP.PR20
Lube Oil System Flush Specification	398A1446
General Specification	124T4258

3 PREPARATION

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	<p style="text-align: center;">TEST PROCEDURE FOR PR20</p>	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 3
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

Before proceeding with the actions described below, be sure to have carried out all checks described by Preliminary Check Procedure for PR20.

4 FLUSHING OF PIPES FOR CLEANING

4.1 Lube oil and Seal oil Flush set-up

4.1.1 All major piping assemblies must be installed and supported in their final position. Temporary supports are not permitted.

4.1.2 All orifices removed and replaced with full size spacers. Pressure regulating valve shall be removed and replaced with SS spool piece.

4.1.3 Install a temporary 100 mesh screen upstream of lube oil and seal oil heat exchangers and on simulation loop.

4.1.4 Remove filter cartridges from both the lube oil filter vessels and both seal oil filter vessels.

4.1.5 All filter and heat exchanger drain tubes shall be installed and valves set to full closed. These valves shall be opened only after filter elements are replaced prior to lift oil system flush.

4.1.6 All tubing to instrumentation shall be isolated with valve or plug.

4.1.7 Lift oil pumps and lift oil manifold to be bypassed so all welded lift oil pipe work is flushed and returned through test screen.

4.1.8 The flushing oil must be continuously filtered through a filter to reduce recirculation of dirt particles. Before starting the flushing of the system install the flushing cartridges with an adequate filtration degree (maximum 25 micron degree) on duplex filter of test skid.

4.1.9 Energizing electric heaters associated with the lube oil conditioning module may be necessary to bring the lube oil up to proper temperature for main lube oil pump start (>70degF) and flushing.

4.2 Flushing Requirements

4.2.1 The reservoir should be filled with flushing oil to the minimum operation level, taking into account volume required for oil piping and components located on the module, so that the oil pumps are submerged and operating properly during all phases of the flush. Oil used for flushing shall be selected based on requirements of GEK 120498 and GEK 107395.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

4.2.2 Two times the normal flow rate per leg (LS210, LS122 and HS014 as per the PR20L) is the goal for the flush. Motor maximum nameplate amps shall not be exceeded. If the flow rate drops below 80% of the starting value at any time during the flush, remove and clean the mesh screen or filter in the oil return line.

4.2.3 Flushing temperature throughout the flush shall be maintained at 160°F – 180°F. Flush can not start until the flushing oil has reached 170°F +/-10°F.

4.2.4 Attach mechanical vibrators to the lube piping. Vibrate the lube piping while flushing for a 2-hour period. It is not necessary to vibrate the piping after the first 4 hours of the flush.

4.2.5 All piping shall be flushed for a minimum of 15 hours; alternating between each filter & heat exchanger leg every 2 hours.

4.2.6 Following the 15 hour flush install 100 mesh screens at the module outlets (LS210, LS122 & HS014) and before the flush/test setup filters.

4.2.7 Flush through the screens for one hour. The preliminary flush is considered acceptable when the screens are free of dirt.

4.2.8 If any screen fails the cleanliness requirement, remove all screens and flush for a minimum of one hour prior to reinstalling the screens and repeat the one hour acceptance flush.

4.2.9 If the screens are still not clean, repeat the additional one hour acceptance flush as many times as is necessary until all screens are clean.

4.2.10 Upon meeting preliminary cleanliness requirements above for lube oil and seal oil systems, including each filter and each cooler, with AC pumps off start DC pumps and flush for two hours. Check screens at the end of two hours.

4.2.11 Inspect and clean both lube oil and both seal oil filters, install elements and remove lift oil system bypass and reconnect piping to pump suction and manifold outlet.

4.2.12

- Ensure the case drains of both lift oil pumps have been pre-filled with clean oil and isolation valves FV25 and FV26 are in fully open position.
- Verify lift oil supply line isolation valve FV-55 is open and filter drain valve FV-52 is closed.
- Run one main AC pump and ensure PS-270E indicates sufficient oil pressure for the lift oil pump suction. Start lift oil pumps in turn and flush for one hour (each).
- During this flush open filter and cooler drains in both lube oil and seal oil systems (run one seal oil pump also).
- Check screens at the end of one hour, if the screens are not free of debris as listed above, repeat the one hour flush as many times as necessary until preliminary cleanliness requirements are met as above.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 5
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

4.2.13 The flush shall be considered complete when all loops have passed the preliminary cleanliness test through visual inspection of the temporary screens **and** when the oil cleanliness meets or exceeds NAS 6 or ISO 17/15/12 requirements at each discharge connection (LS210, HS014 and LS122)

4.3 System Restoration

Inspect and clean seal oil filter vessels. Install all valves, orifices, filter elements and connections that were removed for flushing. Remove temporary screens upstream of coolers. Set all manual valves per the schematic PR20L. Prepare the unit for functional testing.

5 FUNCTIONAL TESTING

5.1 Pretest Requirements

- 5.1.1 Verify oil tank and piping have been flushed.
- 5.1.2 Verify all equipment removed for performance of flush is reinstalled and all wiring is complete.
- 5.1.3 Verify all tagging and labeling is complete.

5.2 Mechanical Preparation

- 5.2.1 Install ground straps to diagonally opposite corners of module.
- 5.2.2 Prior to beginning the functional test it is necessary to check all piping, tubing and valves against the fluid schematic and assembly drawings.
- 5.2.3 Check all connections for tightness (includes all flange bolts and blanked connections).

5.3 Electrical Preparation

5.3.1 Verify all electrical devices identified on the applicable schematic have the appropriate ratings, set points and/or ranges per the device summary (VE14 or 0414)[**APPENDIX A**].

5.3.2 The controller must be connected to the system. An example set of connections is included below. Continuity checks shall be completed as the controller is connected.

- 4 Foundation Field Bus Segment Connections
- 2 Simplex Profibus Connection
- 1 Cable Connection for MCC Electrical Data Highway (Ethernet for Smart Relay)

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

- 8 Analog In (4-20mA connections)
- 2 Analog Out (4-20mA connections) for BOPM Speed Command
- 6 Contacts (ETD Limit Switches)
- 3 Solenoid outputs for ETDs
- DC Common for ETD Limit Switches
- 2 Contacts for Lift Oil Discharge Pressure Switch

5.3.3 Wire in the connection boxes at the component must be long enough to reconnect three times but not more than five times.

5.3.4 Connect AC and DC power to MCC's in accordance with the PR20 module and MCC wiring diagrams.

- 2 AC 3 Phase Power Supplies
- 2 Single Phase Power Supplies
- 2 DC Power Supplies (max)
- 2 DC Control Power Supplies

5.3.5 Verify FFB and Profibus device addresses are correct, set as required.

5.3.6 Verify that all equipment is grounded. Motor frames shall be grounded directly to the skid.

5.4 MCC Testing

5.4.1 Verify all connections are torqued properly and are not loose.

5.4.2 Verify MCC's are grounded.

5.4.3 Verify motors are connected to proper bus per wiring diagram.

5.4.4 Verify MM200 settings are correct for driven motors.

5.4.5 Verify MCC vendor documentation certifies that internal wiring and software setup is correct and MM200 firmware version is correct and same for all starters.

5.4.6 Verify MCC vendor documentation certifies that all unused functions of the MM200 starters are disabled before start of functional test.

5.4.7 Using the suitcase controller laptop or another computer perform a "Ping" test of the EDH network. To perform this test, connect an Ethernet cable from the test computer to one of the spare ports of an EDH network switch. Using a command prompt window on the test laptop, ping each of the components on the EDH network and verify there is a response. This test will verify IP addresses for each device have been assigned and that all of the internal MCC network cables are functioning.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	<p style="text-align: center;">TEST PROCEDURE FOR PR20</p>	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 7
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

5.5 Motor Pre-test

5.5.1 Verify nameplate information on all motors agrees with Load List and that the smart relay (MM200's) settings are correct in the corresponding motor starter circuit.

5.5.2 Verify that all motors are greased.

5.5.3 Jog all motors and visually check each motor for correct rotation, correct rotation as necessary. Note that this step should be completed with the use of the provided suitcase controller and locally to ensure that start/stop control commands by both methods are correct.

5.5.4 Verify motor anti-condensation heaters operate properly and that they are in operation when motor is not running. Record voltage and current; calculate heater power and record result.[APPENDIX B]

5.6 System Set Up

5.6.1 Verify all filter cartridges are installed in each lube oil filter housing, seal oil filter housing and oil conditioning unit.

5.6.2 Verify flow measuring orifice FO-7 is out and full area spacer is in.

5.6.3 Install calibrated facility pressure transmitters or differential pressure transmitter across flow measuring orifice.

5.6.4 Install calibrated facility pressure transmitter upstream of FV-17 in oil sample port SP-3.

5.7 Level Transmitter

5.7.1 The tank should be left filled with clean oil (NAS 6) after flush. Add any additional oil required.

5.7.2 The level transmitter may be bench calibrated in a test setup that matches the geometry the tank design. The calculated off-set should be included in the test report. [APPENDIX C].

5.7.3 Verify the level transmitter signals listed in MLI VE14 are consistent with the actual levels called out on the VR20. At a time convenient such as filling or draining of the lube oil tank verify that the level transmitter is reading properly at minimum of 2 points; **low level and low low level**. It would be preferable to verify at normal level as well.

5.7.4 The tank oil level should be brought to the normal operating level before operating any pumps. This will ensure that after the pumps are started and the system is filled enough oil will remain in the tank to properly operate the pumps.

5.8 Transfer valves

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.8.1 With one main lube oil pump operating to supply rated flow, open equalization valve (FV-23), observe oil flow through the cooler vent sight glass of the alternate leg before attempting to switch the transfer valve (FV-19). Verify smooth operation of the transfer valve (FV-19) and record in the test results. After transfer, close equalization valve (FV-23) and verify that isolation has been achieved and there is no oil flow through the high point vent sight glass of the off line cooler. Verify that the transfer valve operation does not cause abnormal disturbances in system stability. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure and cooler DP before and after the switch. Complete sanity check on all instrumentation to verify that the system is operating as intended.[APPENDIX D]

5.8.2 With one main lube oil pump operating to supply rated flow, open equalization valve (FV-22), observe oil flow through the lube oil filter vent sight glass of the alternate leg before attempting to switch the transfer valve (FV-20). Verify smooth operation of the transfer valve (FV-20) and record in the test results. After transfer, close equalization valve (FV-22) and verify that isolation has been achieved and there is no oil flow through the high point vent sight glass of the off line lube oil filter. Verify that the transfer valve operation does not cause abnormal disturbances in system stability. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure and filter DP before and after the switch. [APPENDIX D]

5.8.3 With one main seal oil pump operating to supply rated flow, open equalization valve (FV-86), observe oil flow through the cooler vent sight glass of the alternate leg before attempting to switch the transfer valve (FV-87). Verify smooth operation of the transfer valve (FV-87) and record in the test results. After transfer close equalization valve (FV-86) and verify that isolation has been achieved and there is no oil flow through the high point vent sight glass of the off line cooler. Verify that the transfer valve operation does not cause abnormal disturbances in system stability. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure and seal oil cooler DP before and after the switch. [APPENDIX D]

5.8.4 With one main seal oil pump operating to supply rated flow, open equalization valve (FV-91), observe oil flow through the seal oil filter vent sight glass of the alternate leg before attempting to switch the transfer valve (FV-90). Verify smooth operation of the transfer valve (FV-90) and record in the test results. After transfer close equalization valve (FV-91) and verify that isolation has been achieved and there is no oil flow through the high point vent sight glass of the off line seal oil filter. Verify that the transfer valve operation does not cause abnormal disturbances in system stability. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure and seal oil filter DP before and after the switch.

5.9 Main AC Lube Oil Pumps and Motors

5.9.1 Start main AC pump **BPM-1**. Ensure all instrumentation sensing lines are purged of air.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.9.2 Adjust test setup throttling valve in lube oil test piping to achieve the rated AC bearing flow at LS210 with the oil between **110 – 130 degrees Fahrenheit**. The rated AC bearing flow is the “Normal Flow” value reported in the table on the PR20L. [**615 GPM**]

5.9.3 Adjust pressure-regulating valve **FV-17** to achieve **40 PSI** at LS210. Repeat adjustment of test setup throttling valve in lube oil test piping and FV-17 as needed to achieve both rated flows and 40 PSI at LS210. After this initial setting of FV-17, it should not be adjusted for the remainder of the functional test.

5.9.4 Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. Begin trending all instrumentation connected to the controller. Record data points at pre-determined time intervals.[**APPENDIX E**]

5.9.5 Transfer to alternate lube oil cooler and lube oil filter using steps in section 5.8. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17.[**APPENDIX F**]

5.9.6 Adjust throttling valve in test piping to achieve 110% rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17.[**APPENDIX G**]

5.9.7 Adjust throttling valve in test piping to achieve 90% rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17.[**APPENDIX G**]

5.9.8 Without making any adjustment to throttling valve in test piping, perform led / lag pump transfer from BPM-1 to BPM-2. Trend start/stop commands, pump discharge pressure, PT-266 pressure and LS210 discharge pressure through to stop of BPM-1.

5.9.9 Running on BPM-2 alone.

5.9.10 Measure and record LS210 flowrate, oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17.[**APPENDIX H**]

5.9.11 Adjust throttling valve in test piping to achieve **100%** rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. [**APPENDIX I**]

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.9.12 Adjust throttling valve in test piping to achieve **110%** rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. [APPENDIX I]

5.9.13 Adjust throttling valves in test piping to achieve **90%** rated AC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, pressure upstream of pressure regulating valve (FV-17), LS210 pressure and filter DP. Record the position of FV-17. [APPENDIX I]

5.9.14 Stop main AC pump BMP-2.

5.9.15 Compare results from Pump 1 and Pump 2 and ensure that they produce reasonably similar results.

5.10 Seal Oil Pumps and Motors

5.10.1 Start Seal Oil pump SOPM-1.

5.10.2 Adjust throttling valve in test piping to achieve rated seal oil flow at HS014. The rated AC seal oil flow is the “Normal Flow” value reported in the table of the PR20L. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP.[APPENDIX J]

5.10.3 Transfer to alternate seal oil cooler and seal oil filter using steps in section 5.8. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP. Complete sanity check on all instrumentation to verify that the system is operating as intended. [APPENDIX K]

5.10.4 Adjust throttling valves in test piping to achieve 110% of rated seal oil flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP.[APPENDIX L]

5.10.5 Adjust throttling valves in test piping to achieve 90% of rated seal oil flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP. [APPENDIX L]

5.10.6 Without making any adjustment to throttling valve in test piping, perform led / lag pump transfer from SOPM-1 to SOPM-2. Trend start/stop commands, pump discharge pressure, PT-269A pressure and HS014 discharge pressure through to stop of SOPM-1.

5.10.7 Running on SOPM-2 alone.

5.10.8 Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP.[APPENDIX M]

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.10.9 Adjust throttling valve in test piping to achieve rated seal oil flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP[**APPENDIX N**]

5.10.10 Adjust throttling valves in test piping to achieve 110% of rated seal oil flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP[**APPENDIX O**].

5.10.11 Adjust throttling valves in test piping to achieve 90% of rated seal oil flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor voltage, motor amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A pressure, HS014 pressure, HS014 flow, and seal oil filter DP.[**APPENDIX O**]

5.10.12 Stop Seal Oil pump SOPM-2.

5.10.13 Compare results from Pump 1 and Pump 2 and ensure that they produce reasonably similar results.

5.11 Emergency Oil Pumps and Motors

5.11.1 Commission the DC starter for DC bearing oil pump, **EBPM**

- Verify stand-by field current
- Lower speed setting to lower than expected (to protect motor from over speed on initial start)
- Start motor
- Verify proper battery voltage (95% to 100% of nominal)
- Adjust speed to meet expected nameplate (note AC pumps shall be off)

5.11.2 Adjust throttling valve in test piping to achieve the rated DC bearing flow at LS210. The rated DC bearing flow is **73%** of the “Normal Flow” value reported in the table on the PR20L. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure, LS210 flow and filter DP.[**APPENDIX P**]

5.11.3 Adjust throttling valves in test piping to achieve **110%** rated DC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure, LS210 flow and filter DP. [**APPENDIX P**]

5.11.4 Adjust throttling valves in test piping to achieve **90%** rated DC flow at LS210. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-266 pressure, LS210 pressure, LS210 flow and filter DP. [**APPENDIX P**]

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 12
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

5.11.5 Shutdown and restart DC Lube Oil Pump from a complete standstill. Capture trend data: inrush current and starter supply voltage with respect to time. Include report in documentation package. The intent is to ensure the startup current **does not exceed 3.5x FLA**; this in turn verifies the timing of the starter contactors.

5.11.6 Commission DC starter for DC seal oil pump **ESPM**.

5.11.7 Adjust throttling valve in test piping to achieve the rated DC seal flow at HS014. The rated DC seal flow is the “**Maximum Flow**” value reported in the table on the PR20L. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A Pressure, HS014 pressure, HS014 flow and seal oil filter DP.[**APPENDIX Q**]

5.11.8 Adjust throttling valves in test piping to achieve **110%** rated DC flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A Pressure, HS014 pressure, HS014 flow and seal oil filter DP.[**APPENDIX Q**]

5.11.9 Adjust throttling valves in test piping to achieve **90%** rated DC flow at HS014. Measure and record oil temperature, motor armature voltage, motor armature amperage, field voltage, field amperage, motor RPM, pump discharge pressure, PT-269A Pressure, HS014 pressure, HS014 flow and seal oil filter DP.[**APPENDIX Q**]

5.11.10 Shutdown and restart DC Seal Oil Pump from a complete standstill. Capture trend data: inrush current and starter supply voltage with respect to time. Include report in documentation package. The intent is to ensure the startup current **does not exceed 3.5xFLA**; this in turn verifies the timing of the starter contactors.

5.12 Lift Oil Pumps and Motors

5.12.1 Start main AC lube oil pump **BPM-1**. Verify oil temperature is between **100F** and **140F** (target 120F) downstream of oil coolers before proceeding.

5.12.2 Ensure the case drains of both lift oil pumps have been pre-filled with clean oil prior to starting lift oil pumps.

5.12.3 Verify lift oil supply line isolation valve **FV-55** is open and filter drain valve **FV-52** is closed.

5.12.4 Verify limit switches **ZS-260C/D** contacts are actuated with isolation valves in the open position. Switch contact (NO) shall be closed within 5% of valve full open to ensure that the switch properly engages on full open of valve.

5.12.5 Verify that the relief valves **VR40-1** and **VR40-2** are set to open at lowest possible setting (fully counter-clockwise).

5.12.6 Start lift oil pump, **88QB-1**.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.12.7 Adjust lift oil pump compensator for maximum pressure setting (fully clockwise). Note: pressure should not rise appreciably.

5.12.8 Slowly close the throttling valve in the lift oil test piping to fully closed. All flow should be through relief valve **VR40-1** to drain. Slowly adjust relief valve VR40-1 (clockwise) until the pressure at PT-274A (local indication at transmitter) reach the max value reported for LS122 in PR20L schematic.

5.12.9 Measure the current being drawn by the lift oil pump motor and ensure that they **do not exceed** nameplate full load amps.

5.12.10 Adjust lift oil pump compensator (counter-clockwise) to obtain the normal system pressure defined for LS122 in PR20L using PT-275 (local indication at transmitter).

5.12.11 Open the throttling valve in the lift oil test piping to obtain normal system flow as indicated on the PR20L.

5.12.12 Measure and record motor voltage, motor amperage, and oil flow.

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-1	VOLTAGE		VAC		
	CURRENT		AMPS		
	OIL FLOW		GPM		

5.12.13 With system running at normal pressure/flow verify the maximum volume stop is set correctly. This test can be performed by slowly increasing system flow via opening the throttling valve in the lift oil test piping until the system pressure (as indicated by PT-275) starts to decrease. Monitor FLA during this procedure, do not exceed nameplate FLA. This condition indicates the set point of normal pressure/max flow of the pump. Measure and record motor voltage, motor amperage, and oil flow. Verify that FLA does not exceed the nameplate; dial down max volume stop if required.

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-1	VOLTAGE		VAC		
	CURRENT		AMPS		
	OIL FLOW		GPM		

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	



**TEST PROCEDURE
FOR PR20**

Document
18.041.TP.PR20
Sheet: 14

PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH

5.12.14 Open the throttling valve in the lift oil test piping until the pressure of the system drops **50 PSI**. Run pumps at this pressure for **30 minutes**, and then test for pressure compensator stability as follows. Close the throttling valve in the lift oil test piping completely. Pressure should hold at set point without any cyclic fluctuations. Open throttling valve rapidly (without exceeding pump capacity). Pressure should hold at some value slightly below set point and the gauge should not show any evidence of pump compensator hunting. Hunting can be detected by the following methods:

- The pressure gauge needle will travel back and forth covering a range of 15-75 PSI. This will occur in a regular manner at .24 to 1 CPS;
- An ammeter measuring motor phase current will fluctuate one or two amps in time with the pressure gauge;

The successful completion of this test shall be documented in the test report.

5.12.15 Verify the hardwired interlock permissive of the inlet isolation valve **FV-25** limit switch **ZS-260C**. With lift oil pump **88QB-1** shut down set FV-25 to approximately half open, attempt 88QB-1 start. Verify that the hardwired interlock permissive inhibits motor start.

5.12.16 Verify the hardwired interlock permissive of the header pressure switch **PS-270E**. With lift oil pump 88QB-1 shut down, close PS-270E instrument isolation valve **FV-36** and open instrument vent valve **FV-36A** to atmosphere attempt 88QB-1 start. Verify that the hardwired interlock permissive inhibits motor start.

WARNING: Do not shut off the main AC pump during the above tests while the lift oil pump motors are in operation.

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-1	MAX.FLOW		GPM		
	CURRENT		AMPS		
	COMPENSATOR		PSIG		
	RELIEF VALVE		PSIG		

5.12.17 Stop lift oil pump 88QB-1 and fully open the throttling valve in the lift oil test piping.

WARNING: Assure Lift Oil Pump (**88QB-2**) discharge pressure as measured by pump discharge pressure transmitter **PT-274B DOES NOT fall below 200 psig**. If discharge pressure falls below **200 psig**, shut down

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 15
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

motor immediately and re-adjust valving to increase backpressure before restarting motor. Operating the pump at low discharge pressure will result in damage to the pump.

5.12.18 Start lift oil pump, **88QB-2**.

5.12.19 Adjust lift oil pump compensator for maximum pressure setting (fully clockwise). Note: pressure should not rise appreciably.

5.12.20 Slowly close the throttling valve in the lift oil test piping to fully closed. All flow should be through relief valve **VR40-2** to drain. Slowly adjust relief valve VR40-2 (clockwise) until the pressure at PT-274B (local indication at transmitter) reach max value for LS122 reported in PR20L.

5.12.21 Measure the current being drawn by the lift oil pump motor. Record motor currents and ensure that they do not exceed nameplate full load amps.

5.12.22 Adjust lift oil pump compensator (counter-clockwise) to obtain system pressure at the LS122 normal value reported in the PR20L schematic using PT-275 (local indication at transmitter).

5.12.23 Open throttling valve in the lift oil test piping to obtain normal system flow as indicated for LS122 on the PR20L.

5.12.24 Measure and record motor voltage, motor amperage, and oil flow.

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-2	VOLTAGE		VAC		
	CURRENT		AMPS		
	OIL FLOW		GPM		

5.12.25 With system running at normal pressure/flow verify the maximum volume stop is set correctly. This test can be performed by slowly increasing system flow via opening the throttling valve in the lift oil test piping until the system pressure (as indicated by PT-275) starts to decrease. Monitor FLA during this procedure, do not exceed nameplate FLA. This condition indicates the set point of normal pressure/max flow of the pump. Measure and record motor voltage, motor amperage, and oil flow. Verify that FLA does not exceed the nameplate; dial down max volume stop if required.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 16
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-2	VOLTAGE		VAC		
	CURRENT		AMPS		
	OIL FLOW		GPM		

5.12.26 Open the throttling valve in the lift oil test piping until the pressure of the system drops **50 PSI**. Run pumps at this pressure for **30 minutes**, and then test for pressure compensator stability as follows. Close the throttling valve in the lift oil test piping completely. Pressure should hold at set point without any cyclic fluctuations. Open throttling valve rapidly (without exceeding pump capacity). Pressure should hold at some value slightly below set point and the gauge should not show any evidence of pump compensator hunting. Hunting can be detected by the following methods:

- The pressure gauge needle will travel back and forth covering a range of 15-75 PSI. This will occur in a regular manner at .24 to 1 CPS;
- An ammeter measuring motor phase current will fluctuate one or two amps in time with the pressure gauge;

5.12.27 The successful completion of this test shall be documented in the test report.

5.12.28 Verify the hardwired interlock permissive of the inlet isolation valve **FV-26** limit switch **ZS-260D**. With lift oil pump 88QB-2 shut down set FV-26 to approximately half open, attempt 88QB-2 start. Verify that the hardwired interlock permissive inhibits motor start.

5.12.29 Verify the hardwired interlock permissive of the header pressure switch **PS-270E**. With lift oil pump **88QB-2** shut down, close PS-270E instrument isolation valve **FV-36** and open instrument vent valve FV-36A to atmosphere attempt 88QB-2 start. Verify that the hardwired interlock permissive inhibits motor start.

WARNING: Do not shut off the main AC pump during the above tests while the lift oil pump motors are in operation.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	TEST PROCEDURE FOR PR20	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet:17
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

DEVICE	ACTION			SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
88QB-2	MAX.FLOW		GPM		
	CURRENT		AMPS		
	COMPENSATOR		PSIG		
	RELIEF VALVE		PSIG		

5.13 Lube Oil Pump Led/Lag Transfer & Backup Tests

5.13.1 Verify AC lube oil pump motor **BPM-1 is running in auto** and that AC lube oil pump motor **BPM-2** is available in **standby** for an auto start. Adjust throttling valve in lube oil test piping to achieve the rated AC bearing flow at LS210 with the oil between 110 – 130°F. Verify pressure at LS210 is 40 +/-2 psig.

- From the suitcase controller initiate an AC lube oil pump lead/lag transfer from BPM-1 to BPM-2;
- During the transfer, BPM-2 should start and produce normal running conditions before BPM-1 is commanded off;
- Verify that there is no loss of flow or system pressure during the transfer;
- Record pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter on LS210;
- Repeat the transfer test by performing a transfer from AC lube oil pump motor **BPM-2 to BPM-1**;

5.13.2 Verify AC lube oil pump motor **BPM-1 is running in auto** and that AC lube oil pump motor **BPM-2** is available in **standby** for an auto start. Also verify that the DC lube oil pump motor EBPM is available and in standby mode and that DC seal oil pump motor ESPM is locked out at the DC Starter.

- Perform a second lead/lag transfer test but this time initiate test from the MCC;
- On running pump motor BPM-1, press **stop** on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;
- BPM-1 is expected to stop and BPM-2 is expected to start via sequencing from the suitcase controller;
- It is also anticipated that the DC lube oil pump motor EBPM will start;
- Record pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter on LS210.
- The results of this test will be used to verify lube oil low pressure trip delay constants in the software so it is important to record the minimum pressure observed as well as the duration of the event;

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

	<p style="text-align: center;">TEST PROCEDURE FOR PR20</p>	Document
		18.041.TP.PR20
		Sheet: 18
PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH		

- Repeat the transfer test again by performing a transfer from AC pump motor BPM-2 to AC pump motor BPM-1. Record the pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility transmitter on LS210;

5.13.3 Verify AC lube oil pump motor **BPM-1** is running in auto and that AC lube oil pump motor BPM-2 is locked out at the MCC. Verify that the DC lube oil pump motor EBPM is available and in standby mode and the DC seal oil pump motor ESPM is locked out at the DC Starter.

- On running pump motor BPM-1, press stop on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;
- Motor BPM-1 is expected to stop, Motor BPM-2 will not be available and the DC lube oil pump motor EBPM is expected to start via sequencing from the suitcase controller;
- Record the pressures from PT-266, PT-267A, PT-267B, PT-268, PDT-271 and facility pressure transmitter in LS210;

5.14 Seal Oil Pump Lead/Lag Transfer & Backup Tests

5.14.1 Verify AC seal oil pump motor **SOPM-1** is running in auto and that AC seal oil pump motor **SOPM-2** is available in standby for an auto start. Adjust throttling valve in seal oil test piping to achieve the rated AC seal flow at **HS014** with the oil between 110 – 130°F. The rated AC seal flow is the “Normal Flow” value reported in the table on the PR20L.

- From the suitcase controller initiate an AC seal oil pump lead/lag transfer from motor **SOPM-1** to motor **SOPM-2**;
- During the transfer, motor **SOPM-2** should start and produce normal running conditions before motor **SOPM-1** is commanded off;
- Record pressures from PT-269A, PT-263A, PT-263B, PT-263, PDT-272 and facility pressure transmitter on HS014;
- Repeat the transfer test by performing a transfer from AC pump motor SOPM-2 to AC pump motor SOPM-1;

5.14.2 Verify AC seal oil pump motor SOPM-1 is running in auto and that AC seal oil pump motor SOPM-2 is locked out. Verify that DC seal oil pump motor ESPM is available and in standby mode and DC bearing oil pump motor EBPM is locked out at the DC Starter.

- On running pump motor SOPM-1, press stop on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;
- Motor SOPM-1 is expected to stop, Motor SOPM-2 will not be available and the DC seal oil pump motor is expected to start via sequencing from the suitcase controller;
- Record the pressures from PT-269A, PT-263A, PT-263B, PT-263 and PDT-272 and facility pressure transmitter on HS014;

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

5.14.3 Verify AC lube oil pump motor BPM-1 is running; Verify lift oil pump motor 88QB-1 is running in auto and that lift oil pump motor 88QB-2 is available in standby for an auto start. Adjust throttling valve in lift oil test piping to achieve the rated flow at LS122 with the oil between 110 – 130°F. The rated flow is the “Normal Flow” value reported in the table on the PR20L.

5.14.4 **88QB-2**. During the transfer, motor 88QB-2 should start and produce normal running conditions before motor 88QB-1 is commanded off. From the suitcase controller initiate a lift oil pump lead/lag transfer from motor **88QB-1** to motor. Verify that there is no loss of flow or system pressure during the transfer. The lead/lag transfer should be automatic from the suitcase controller sequencing.

- Record the pressures from PT-274A, PT-274B, PT-275, PT-266 and facility pressure transmitter on LS122;
- Repeat the transfer test by performing a transfer from pump motor **88QB-2** to pump motor **88QB-1**;

5.14.5 Verify lift oil pump motor 88QB-1 is running in auto and that AC lift oil pump motor 88QB-2 is available in standby for an auto start. Perform a second lead/lag transfer test but this time initiate test from the MCC.

- On running pump motor 88QB-1, press stop on the MM200 keypad to simulate a protective trip or loss of bus voltage;
- Motor 88QB-1 is expected to stop and Motor 88QB-2 is expected to start via sequencing from the suitcase controller;
- Record pressures from PT-274A, PT-274B, PT-275, PT-266 and facility pressure transmitter on LS122.
- Repeat the transfer test again by performing a transfer from lift oil pump motor 88QB-2 to AC lift oil pump motor 88QB-1.
- Record pressures from PT-274A, PT-274B, PT-275, PT-266 and facility pressure transmitter on LS122.

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	



TEST PROCEDURE
FOR PR20

Document

18.041.TP.PR20

Sheet: 20

PROJECT NAME: GEAT TEST BENCH

For *GEAT*:

Test Engineer

Name :

Date :

Technical Approval

Name :

Date :

Witnessed by

Name :

Company :

Date :

GEAT Test Engineer

Name :

Date :

						A
A	25/01/19	First issue	A. Ena	M. Stefania	F.Castelli	
Revision	Date	Description	Issued	Checked	Approved	

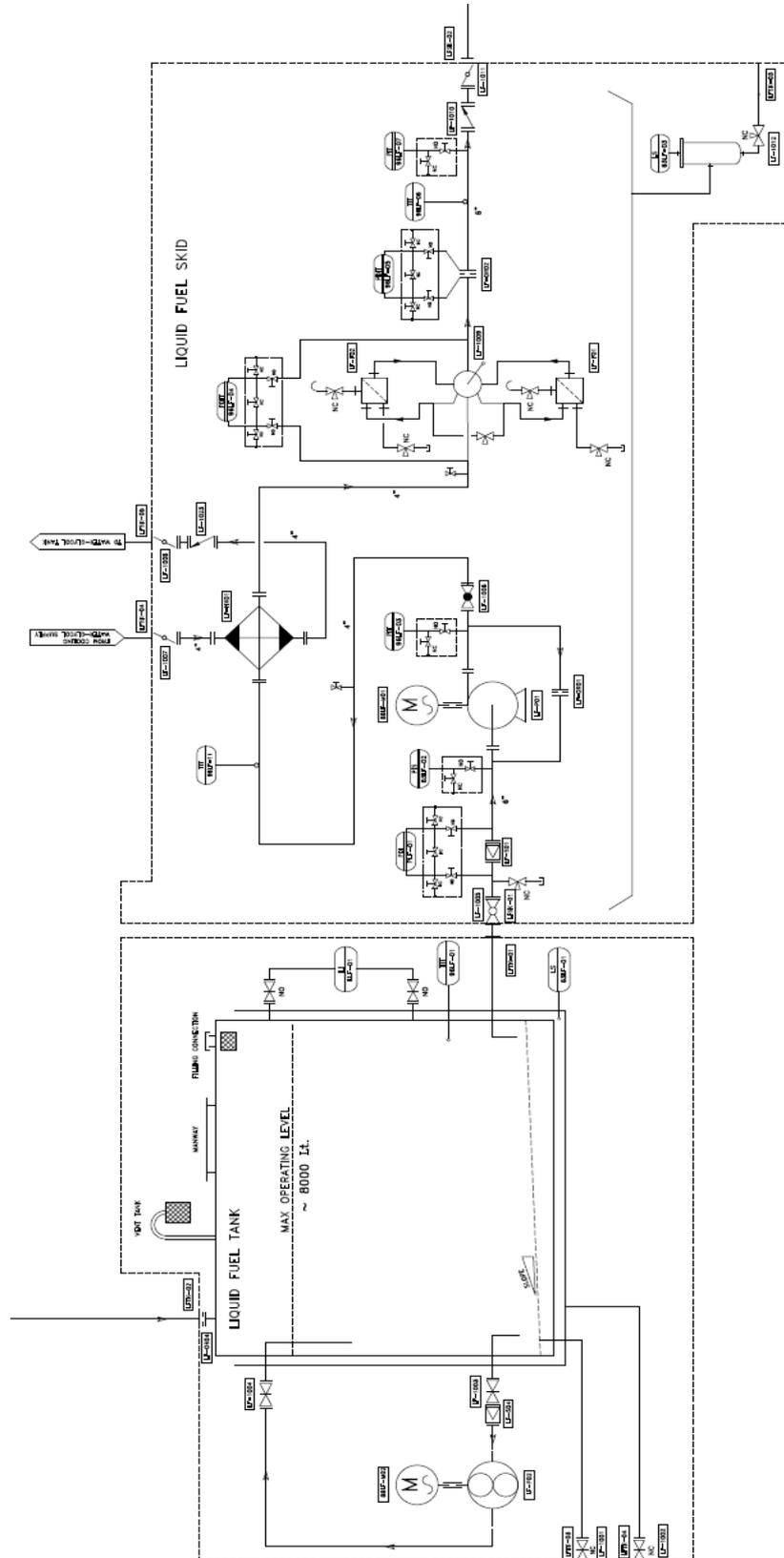
Allegato 3

File IST di un indicatore di flusso

GENERAL	1	Tag Number	Purchase Order No.	071-FIT -33107A	1176255	
	2	Service		071C3100102 PRIM SL NDE		
	3		P&ID No.		TEP-1176255-C01-0001-001	
	4	Line No.	Equipment	071-C-31001		
	5	Line Size	Line Schedule			
	6	Line I.D.	Line Wall Thickness	(0 mm)	In (0 mm)	
	7					
PROCESS CONDITIONS	8	Fluid	Phase	Methane+others	Gas/Vapor	
	9			Minimum	Normal	Maximum
	10	Operating Flow	kg/h		43,4	
	11	Operating Pressure	kgf/cm ² -a	5	9,1	38
	12	Operating Temperature	°C	-163	75,2	180
	13	Operating Density	kg/m ³		8,67	
	14	Operating Velocity	m/s		94,1	
	15	Vapor Pressure	kg/cm ²			
	16	Viscosity	cP		13120	
	17	Specific Heat Ratio Cp/Cv				
	18	Compressibility Factor (Z)				
	19	Base Pressure	Base Temperature	9,1 kg/cm ²	75,2	°C
	20	Base Density		kg/m ³		
	21	Max. Allow. DP Loss	Molecular Weight	kg/cm ²		
	22	Dsg. Press./Full Vac.	Dsg. Temp. (Min/Max)	38,76 kgf/cm ² -a /	-29	/ 185 °C
	METER	23	Type	Orientation	Variable Area Flowmeters	
		24	Tube Size	Tube Material	1"	316L
		25	Liner Material			
26		Floating Type	Floating Material	Cone	316L	
27		Floating Press. Range	Floating Temp. Range		-40...+200	
28		Process Conn. Type	Process Conn. Mtrl.	Flaged, ASME B16.5	AISI 316L	
29		Process Conn. Size	Process Conn. Rating	3/4" shape RF	#600	
30		Wetted O-Ring Mtrl.	Body Material		AISI 316L	
31		Meter Scale Type	Meter Scale Range	Linear		
32		Meter Scale Units	Meter Factor	kg/h		
TRANSMITTER/ GAUGE	33	Instrument Range	Min. | Max.	7,7 kg/h	77 kg/h	
	34	Calibration Range	Min. | Max.	7,7 kg/h	77 kg/h	
	35	Over Pressure	Cable Length			
	36	Elevation	Suppression	10000		
	37	Body Material	Body Rating	SS316L	ANSI 600	
	38	Wetted Material	Bolt Material	SS316L	SS316L	
	39	Housing	Painting	SS316L	YES	
	40	Process Connection	Cable Entry	3/4" #600 RF	M20 x 1.5mm	
	41	Accuracy	Response Time	1,6%		
	42	Output Signal	Power Supply	4-20 mA HART 7	24 V DC LOOP POWERED	
	43	Damping Time	Static Pressure Limit			
	44	Linear. of Output	Failure Mode	YES	YES	
	45	SIL Certification	Engineering Unit	1	kg/h	
	46	Enclosure Certif.	Zero & Span Adjust.	Ex d		
	47	Mounting	Element Type	Horizontal		
	48	Manufacturer	Model	KROHNE	H250/RR/M40R/ESK-Ex-SE	
OPTIONS	49	Special Paint	Magnetic Filters			
	50	NACE Compliance	Needle Valves			
	51	Float Damping	Heat Tracing Extens.			
	52	Pointer Damping	Name Plate		Yes,provided	
	53	Calibration		calibration certificate 5 points		
	54					

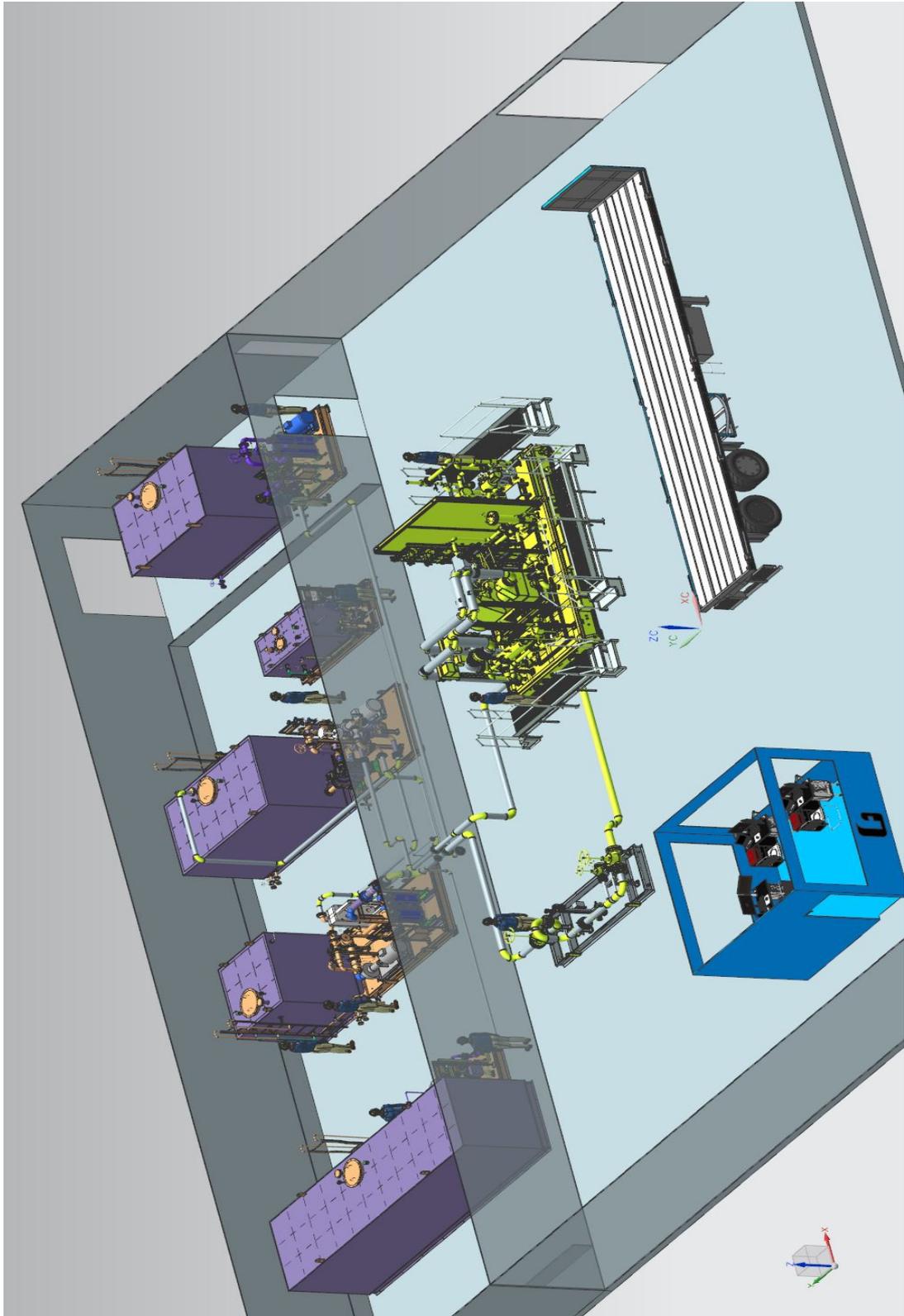
Allegato 4

P&ID Liquid fuel, Test Bench GEAT



Allegato 5

General Arrangement Drawing Test Bench GEAT



Appendici

Appendix A – Device settings

Pressure Transmitter calibration record

ITEM	CONDITIONS	PRESSURE (PSIG)		OUTPUT (mA)	
		SPECIFICATION	RECORD	SPECIFICATION	RECORD
PT-270	ZERO	0		4	
	MAX	90		20	

Pressure Switch calibration record

ITEM	NORM	Set point (PSIG)		(X) When completed
		Open at	Close at	
PS-263	NO-CES	Inc. 40 ± 2	Dec.	X
PS-265A	NC-CEC	Dec. 111 ± 4		
PS-266A	NC-CEC	Dec. 95 ± 4		
PS-267A	NO-CES	Inc. 40 ± 2		
PS-267B	NO-CES	Inc. 40 ± 2		
PS-268	NO-CES	Inc. 40 ± 2		
PS-270A	NC-CES	Dec. 10 ± 1		
PS-270B	NC-CES	Dec. 6 ± 1		
PS-270C	NC-CES	Dec. 6 ± 1		
PS-270D	NC-CES	Dec. 6 ± 1		
PS-270E	NC-CES	Inc. 6 ± 1		
PS-271A	NO-CEC	Inc. 15 ± 0.3 (PSID)		
PS-271B	NO-CEC	Inc. 15 ± 0.3 (PSID)		
PS-271G	NO-CEC	Dec. 4 ± 0.1 (INH2O)		
PS-273A		Inc. 25 ± 2 (PSID)		
PS-280A	NO-OES	Inc. 2300		
PS-280B	NO-OES	Inc. 2300		
PS-281	NC-CES	Dec. 1950		
PS-281D	NC-CES	Dec. 1650		
PS-281E	NC-CES	Dec. 1650		
PS-281F	NC-CES	Dec. 1650		
PS-282	NC-CES	Dec. 200		
PS-3404	NC-CES	Dec. 90		

Limit Switch test record

ITEM	NORM	Closed/Open	(X) When completed
ZS-260C	NO-CEC	Contact closed with valve shut	
ZS-260D	NO-CEC	Contact closed with valve shut	
ZS-200C			
ZS-201C			
ZS-203A			
ZS-203B			
ZS-203C			
ZS-203D			
ZS-203E			
ZS-211AC			
ZS-211BC			
ZS-216			
ZS-220A			
ZS-220B			
ZS-2445A			
ZS-2445B			
ZS-280A			
ZS-280B			
ZS-2996			

Level Switch calibration record

ITEM	NORM	Set point (mm)		(X) When completed
		Open at	Close at	
LS-260	NO-CEC	Dec. 203,2	Inc. 177,8	X
	NO-CEC	Inc.	Dec.	X

Temperature Switch

ITEM	NORM	Set point (°C)		(X) When completed
		Open at	Close at	
TS-260	NC-OEC	Dec. 35±1.7	Dec.	X

Appendix B – Electric motors report

DEVICE	ACTION		
M01-BPM-1	TEST VOLTAGE		VAC
	TEST FREQUENCY		HZ
	ROTATION		
R01-SP-BPM-1	VOLTAGE		VAC
	CURRENT		AMPS
	POWER		WATTS
M01-BPM-2	TEST VOLTAGE		VAC
	TEST FREQUENCY		HZ
	ROTATION		
R01-SP-BPM-2	VOLTAGE		VAC
	CURRENT		AMPS
	POWER		WATTS
M01-EBPM	TEST VOLTAGE		VAC
	TEST FREQUENCY		HZ
	ROTATION		
R01-SP-EBPM	VOLTAGE		VAC
	CURRENT		AMPS
	POWER		WATTS
M01-ESPM	TEST VOLTAGE		VAC
	TEST FREQUENCY		HZ
	ROTATION		
R01-SP-ESPM	VOLTAGE		VAC
	CURRENT		AMPS
	POWER		WATTS

Appendix C - Level transmitter report

LT-260	ACTUAL	UNCORRECTED	OFFSET	SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
LOW LOW					
LOW					
NORMAL					
HIGH					
FINAL CALCULATED OFFSET					

LT-280	ACTUAL	UNCORRECTED	OFFSET	SIGNOFF	
				OPERATOR	WITNESS
LOW LOW					
LOW					
NORMAL					
HIGH					
FINAL CALCULATED OFFSET					

Appendix D – Transfer valves report

		FV-19/FV-23
OIL TEMPERATURE [C°]		
MOTOR VOLTAGE [V]		
MOTOR AMPERAGE [A]		
MOTOR RPM		
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]		
PT-266 PRESSURE [PSI]		
LS210 PRESSURE [PSI]		
COOLER DP	BEFORE SWITCH [PSI]	
	AFTER SWITCH [PSI]	

		FV-20/FV-22
OIL TEMPERATURE [C°]		
MOTOR VOLTAGE [V]		
MOTOR AMPERAGE [A]		
MOTOR RPM		
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]		
PT-266 PRESSURE [PSI]		
LS210 PRESSURE [PSI]		
COOLER DP	BEFORE SWITCH [PSI]	
	AFTER SWITCH [PSI]	

		FV-86/FV-87
OIL TEMPERATURE [C°]		
MOTOR VOLTAGE [V]		
MOTOR AMPERAGE [A]		
MOTOR RPM		
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]		
PT-269A PRESSURE [PSI]		
HS014 PRESSURE [PSI]		
COOLER DP	BEFORE SWITCH [PSI]	
	AFTER SWITCH [PSI]	

Appendix E- BPM-1 DATA REPORT

	TIME 1	TIME 2	TIME 3
OIL TEMPERATURE [C°]			
MOTOR VOLTAGE [V]			
MOTOR AMPERAGE [A]			
MOTOR RPM			
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]			
PT-266 PRESSURE [PSI]			
LS210 PRESSURE [PSI]			
FILTER DP [PSI]			

Appendix H – BPM-2 DATA REPORT

	TIME 1	TIME 2	TIME 3
LS210 FLOWRATE [GPM]			
OIL TEMPERATURE [C°]			
MOTOR VOLTAGE [V]			
MOTOR AMPERAGE [A]			
MOTOR RPM			
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]			
PT-266 PRESSURE [PSI]			
LS210 PRESSURE [PSI]			
FILTER DP [PSI]			

Appendix J – SOPM-1 DATA REPORT

OIL TEMPERATURE [C°]	
MOTOR VOLTAGE [V]	
MOTOR AMPERAGE [A]	
MOTOR RPM	
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]	
PT-269 PRESSURE [PSI]	
HS014 PRESSURE [PSI]	
HS014 FLOW [GPM]	
SEAL OIL FILTER DP [PSI]	

Appendix M – SOPM-2 DATA REPORT

OIL TEMPERATURE [C°]	
MOTOR VOLTAGE [V]	
MOTOR AMPERAGE [A]	
MOTOR RPM	
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]	
PT-269 PRESSURE [PSI]	
HS014 PRESSURE [PSI]	
HS014 FLOW [GPM]	
SEAL OIL FILTER DP [PSI]	

Appendix P – EBPM DATA REPORT

	100% rated flow	110% rated flow	90% rated flow
OIL TEMPERATURE [C°]			
MOTOR ARMATURE VOLTAGE [V]			
MOTOR ARMATURE AMPERAGE [A]			
FIELD VOLTAGE [V]			
FIELD AMPERAGE [V]			
MOTOR RPM			
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]			
PT-266 PRESSURE [PSI]			
LS210 PRESSURE [PSI]			
LS210 FLOW [GPM]			
FILTER DP [PSI]			

Appendix Q – ESPM DATA REPORT

	100% rated flow	110% rated flow	90% rated flow
OIL TEMPERATURE [C°]			
MOTOR ARMATURE VOLTAGE [V]			
MOTOR ARMATURE AMPERAGE [A]			
FIELD VOLTAGE [V]			
FIELD AMPERAGE [V]			
MOTOR RPM			
PUMP DISCHARGE PRESSURE [PSI]			
PT-269A PRESSURE [PSI]			
HS014 PRESSURE [PSI]			
HS014 FLOW [GPM]			
FILTER DP [PSI]			

Bibliografia e Documentazione

- Cahier des charges technique revision 1, *General Electric*;
- P&ID, LUBE OIL (STEAM TURBINE SYSTEM), drawing number 145E4776;
- Dècret Executif 90-245 del 18/08/1990 (APG);
- Dècret Executif 90-246 del 18/08/1990 (APV);
- Dècret Executif 90-411 del 22/12/1990 (electrique);
- Ministère de l'Énergie - Algérie - CIRCULAIRE n° 04
- Ministère de l'Énergie - Algérie - CIRCULAIRE n° 02
- Arrêté interministériel del 12/12/1992
- Décret 88-35 del 16/02/1988
- www.thenational.ae
- www.genewsroom.com/press-releases/ge-power-and-sonelgaz-strengthen-power-sector-mark-digital-industrial-transformation
- www.wikipedia.org/wiki/Bureau_Veritas
- www.petzl.com/CH/it/Professionale/Le-atmosfere-a-rischio-di-esplosione--la-normativa-ATEX