



Ricerca di Sistema elettrico

Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET - Parte B

Gustavo Cattadori, Alfredo Luce

VALUTAZIONE DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE ORIGINALE DELLA FACILITY
SPES-3 PRESSO LA SIET - PARTE B

Gustavo Cattodori, A. Luce (SIET)

Settembre 2013

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2012

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV Generazione

Obiettivo: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

Responsabile del Progetto: Felice De Rosa, ENEA

Titolo

Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – Parte B

Ente emittente SIET

PAGINA DI GUARDIA

Descrittori

Tipologia del documento: Rapporto Tecnico
Collocazione contrattuale: Accordo di programma ENEA-MSE su sicurezza nucleare e reattori di IV generazione
Argomenti trattati: Reattori e sistemi innovativi
Sicurezza Nucleare

Sommario

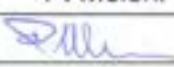
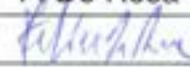
Viene presentata una dettagliata valutazione economica per le attività e gli approvvigionamenti necessari per il completamento della facility sperimentale SPES-3, progettata per la ricerca su reattori nucleari innovativi di tipo SMR (Small Modular Reactor). Il completamento della facility SPES-3 consentirebbe di disporre di uno strumento di assoluto valore internazionale per la ricerca /sviluppo e certificazione di sicurezza di questa filiera di reattori.

Il Progetto SPES-3 ha oggi raggiunto un grado di avanzamento molto importante essendo state completate le seguenti principali attività: progettazione di tutti i sistemi della facility, opere di predisposizione del sito, realizzazione della struttura portante, costruzione ed installazione di tutti i componenti del sistema "contenimento", costruzione ed installazione dei sistemi di emergenza, approvvigionamento ed installazione di componenti del sistema di alimentazione elettrica di potenza e del sistema di controllo, prove di qualificazione di prototipi di barre riscaldanti impiegate per la simulazione degli elementi di combustibile e prove di sviluppo di strumentazione speciale per la misura di parametri dei fluidi bi-fase.

Per il completamento della facility devono essere effettuate le seguenti principali attività: approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti per la simulazione del nocciolo del reattore, realizzazione ed installazione del Canale Centrale inclusi i relativi internals, approvvigionamento e montaggio delle pompe del circuito primario, approvvigionamento e montaggio di valvole e piping, approvvigionamento ed installazione della strumentazione e del sistema di acquisizione dati.

Dalla valutazione economica effettuata risulta che, per il completamento della facility SPES-3 presso la SIET SpA di Piacenza, sono necessari fondi pari a circa 8,5 M€, IVA esclusa, ed un tempo complessivo di 2,5 anni. Da una prima analisi dei possibili risparmi legati soprattutto al co-finanziamento delle imprese industriali coinvolte nel Progetto, è stato stimato un possibile risparmio di circa 2,65 M€ che ridurrebbe il costo totale a circa 5.9 M€. IVA esclusa.

Note**Copia n.****In carico a:**

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	09/09/2013	NOME	P. Meloni	NA	F. De Rosa
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		CONVALIDA	VISTO	APPROVAZIONE



EMITTENTE
issued by
Direzione
Production Unit
Management

CLIENTE: ENEA
client

COMMESSA: 1PNVCVZZ30152
client

DISCO:
disk

PAGINA:1 DI: 47
Page of

IDENTIFICATIVO:
document

02118 VE 13

Classe Ris.:
confidentiality

Allegati:
enclosures

TITOLO:
title **Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della facility SPES-3 presso la SIET – parte B**

REDATTORI:
prepared by **G. Cattadori, A. Luce**

SOMMARIO
abstract

LISTA DI DISTRIBUZIONE
distribution list

Ing. P. Meloni ENEA

0	30/08/2013	Emissione <i>Issue</i>	G. Cattadori A. Luce	A. Luce
REV <i>rev</i>	DATA <i>date</i>	DESCRIZIONE <i>description</i>	REDAZIONE <i>prepared by</i>	APPROVAZIONE <i>approved by</i>

Informazioni strettamente riservate di proprietà SIET SpA - Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui sono state fornite.
Confidential information property of SIET SpA - Not to be used for any purpose other than those for which it is supplied.

Mod. 00002QQ/a/4

0. INTRODUZIONE	4
1. SCOPO	5
2. DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO SPES-3	6
3. STATO ATTUALE DEL PROGETTO E DELLA REALIZZAZIONE DELLA FACILITY	7
4. ATTIVITA' SVOLTE E RELATIVI COSTI	12
4.1 Attività svolte nell'ambito del PAR-2006	12
4.2 Attività svolte nell'ambito del PAR-2007	14
4.3 Attività svolte nell'ambito del PAR-2008-2009	15
4.4 Attività svolte nell'ambito del PAR-2010	15
4.5 Attività svolte nell'ambito del PAR-2011	15
4.6 Attività previste nell'ambito del PAR-2012	16
5. COSTI PER IL COMPLETAMENTO DEL PROGETTO	22
5.1 Approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti	22
5.2 Realizzazione ed installazione del Canale Centrale	24
5.3 Approvvigionamento e installazione delle pompe del circuito primario	26
5.4 Approvvigionamento di piping & fittings	27
5.5 Approvvigionamento delle valvole	32
5.6 Montaggio del piping e delle valvole	38
5.7 Approvvigionamento e installazione della strumentazione e del Sistema di Acquisizione Dati	38
5.8 Riepilogo valutazione economica	39
5.9 Potenziali risparmi per collaborazioni con industrie nazionali	40
6. TEMPI PER IL COMPLETAMENTO DEL PROGETTO	42
7. CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE	45
8. CONCLUSIONI	46
9. RIFERIMENTI	47

TABELLE

TAB. 1 – COSTI DI PROGETTAZIONE E QUALITA'
TAB. 2 – COSTI PER ANALISI E CALCOLI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE
TAB. 3 – COSTI PER SVILUPPO SPERIMENTALE
TAB. 4 – COSTI PER APPROVVIGIONAMENTI E REALIZZAZIONI IMPIANTISTICHE
TAB. 5 – RIEPILOGO DEI COSTI PER PAR
TAB. 6 – RIEPILOGO DEI COSTI PER ATTIVITA'
TAB. 7 - SPECIFICHE TECNICHE DELLE BARRE RISCALDANTI SPES-3
TAB. 8 - DATI POMPE PRIMARIE SPES-3
TAB. 9 - TUBAZIONI
TAB. 10 – FONDI SEMIELLITTICI
TAB. 11 – FLANGE
TAB. 12 - CURVE
TAB. 13 – RIDUZIONE CONCENTRICHE
TAB. 14 – GIUNZIONI A T
TAB. 15 - VALVOLE A SFERA AD ATTUAZIONE PNEUMATICA
TAB. 16 – VALVOLE DI SICUREZZA
TAB. 17 – VALVOLE DI RITEGNO
TAB. 18 – VALVOLE DI REGOLAZIONE
TAB. 19 – VALVOLE MANUALI A GLOBO
TAB. 20 – SINTESI DELLA STRUMENTAZIONE SPES-3
TAB. 21 – VALUTAZIONE ECONOMICA STRUMENTAZIONE & DAS
TAB. 22 – VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL COMPLETAMENTO DI SPES-3

FIGURE

FIGURA 1 – SPES 3: SCHEMA DI FLUSSO
FIGURA 2 – SPES 3: LAY-OUT
FIGURA 3 – SALDATURA ON SITE DEL DRY-WELL DI SPES-3
FIGURA 4 – PROTOTIPI DI BARRE RISCALDANTI
FIGURA 5 – Sonda capacitiva per misura di grado di vuoto
FIGURA 6 – NUOVO INTERRUTTORE STAZIONE 130.000 V
FIGURA 7 – NUOVO TRASFORMATORE 130.000 / 3.000 V
FIGURA 8 – SERBATOI DEL CONTENIMENTO SPES-3 INSTALLATI SULLA STRUTTURA
FIGURA 9 - DISEGNO SCHEMATICO DELLA BARRA RISCALDANTE DEL FASCIO SPES-3
FIGURA 10 – CANALE CENTRALE SPES-3
FIGURA 11 – PROGRAMMA TEMPORALE PER IL COMPLETAMENTO DI SPES-3

0. INTRODUZIONE

Nell'ultimo decennio, i principali *Vendors* di impianti nucleari per la produzione di energia elettrica hanno proposto progetti di reattori SMR (Small Modular Reactor) che, pur sfruttando la tecnologia dei reattori tradizionali LWR (Light Water Reactor), rispetto ad essi, hanno una taglia nettamente inferiore: la potenza elettrica passa da valori di 1000÷1500 MW a valori inferiori a 300 MW. Da un punto di vista economico, lo svantaggio di un maggior rapporto tra costi di investimento e ricavi dalla produzione è, almeno in parte, compensato da importanti vantaggi: la possibilità di realizzazione in officina dei principali componenti e la loro “trasportabilità” riducono sensibilmente i tempi di cantierizzazione, mentre la modularità del reattore consente di avviare i Progetti, con costi relativamente bassi, e di integrarli successivamente in caso di necessità. Il marketing dei reattori SMR si concentra sui paesi medio-piccoli che non hanno esigenze di elevati consumi energetici, ma anche sui paesi energivori. Negli Stati Uniti, ad esempio, i reattori SMR sono stati proposti per sostituire parte del parco delle centrali a carbone di medio-piccola taglia, attualmente composto da molti impianti di tecnologia obsoleta che necessiterebbero di costosi interventi per la sostenibilità ambientale, nel caso dovessero proseguire l' esercizio nei prossimi decenni.

In genere, i reattori SMR sono di tipo PWR (Pressurized Water Reactor) integrato, ovvero tutti i principali componenti del circuito primario (elementi di combustibile, generatori di vapore, pompe, pressurizzatore) sono contenuti all'interno del pressure vessel e, anche per questo, si diversificano in modo sostanziale dagli impianti di maggiore taglia sia di seconda sia di terza generazione. La ricerca e sviluppo di questi reattori, iniziata a livello internazionale alla fine degli anni '90, comporta impegnative attività di calcolo numerico e, soprattutto, di sperimentazione su modelli in scala ridotta funzionanti alle condizioni prototipiche. Al di là delle necessarie esigenze tecnico-scientifiche, queste attività sono imposte dalle agenzie che sovrintendono la sicurezza degli impianti nucleari.

Nell'ambito di ricerca e sviluppo sopra descritto, si inserisce la facility sperimentale SPES-3, progettata, ed in parte realizzata, dalla SIET SpA in collaborazione con ENEA e CIRTEN, a fronte di finanziamenti derivanti dagli Accordi di Programma tra ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico nel periodo 2006-2012.

Il completamento della facility SPES-3 consentirebbe di disporre di uno strumento, di assoluto valore internazionale, per la ricerca / sviluppo e certificazione di sicurezza dei reattori SMR.

	Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – parte B	02118 VE 13 – Rev.0 Pagina 5 di 47
---	--	---------------------------------------

1. SCOPO

Il presente documento si prefigge lo scopo primario di fornire una valutazione dei costi e dei tempi necessari per il completamento della facility SPES-3, già progettata ed in fase di avanzata costruzione presso i Laboratori della SIET SpA a Piacenza.

Nello stesso documento sono anche descritte in forma sintetica le attività finora svolte nell'ambito del Progetto con tutti i costi già sostenuti.

2. DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO SPES-3

L'impianto sperimentale SPES-3 è un simulatore fisico di un reattore SMR da 1000 MW-th. A riferimento impiantistico era stato scelto il reattore IRIS, sviluppato da un consorzio internazionale capeggiato da Westinghouse (US) e partecipato da prestigiose organizzazioni internazionali del mondo dell'industria e della ricerca. L'impianto è stato progettato a piena scala in elevazione (altezza massima: circa 30 m) e con un fattore volumetrico di scala 1:100. Oltre alle dimensioni in elevazione, rispetto all'impianto di riferimento, sono stati mantenuti i seguenti parametri: i rapporti potenza su portata massica di fluido e potenza su volume (nei limiti imposti dalla potenza disponibile), il tempo di transito dei fluidi, i flussi termici medi ed, infine, le condizioni termodinamiche del fluido (pressione, temperatura, entalpia). SPES-3 simula il sistema primario, il sistema secondario fino alla valvola di isolamento delle linee principali del vapore, il sistema di contenimento (Dry Well, Quench Tanks, Reactor Cavity, Pressure Suppression System), i sistemi di sicurezza (Emergency Heat Removal System con le piscine Refueling Water Storage Tank, Emergency Boration Tank, Automatic Depressurization System, Long-term Gravity Make-up System e Direct Vessel Injection) e i "non-safety systems" (acqua alimento generatori, linee vapore, ausiliari).

I parametri di progetto sono:

- Potenza massima al canale riscaldato: 6.5 MW
- Pressione / Temperatura del sistema primario: 172.5 bar / 353 °C
- Pressione / Temperatura del sistema secondario: 172.5 bar / 353 °C
- Pressione / Temperatura dei componenti del contenimento: 15 bar / 198 °C

L'impianto è dotato di un sistema di acquisizione dati per la registrazione ed elaborazione dei segnali provenienti dalla strumentazione di processo e di prova, oltre ad un sistema automatico di regolazione/controllo appositamente progettato. Il numero di strumenti previsto è superiore a 600. Nelle figure 1 e 2 sono riportati, rispettivamente, lo schema di flusso semplificato ed il lay-out dell'impianto. Per tutte le informazioni e dati di dettaglio si rimanda ai documenti di riferimento [1], [2], [3], [4], [5], [6].

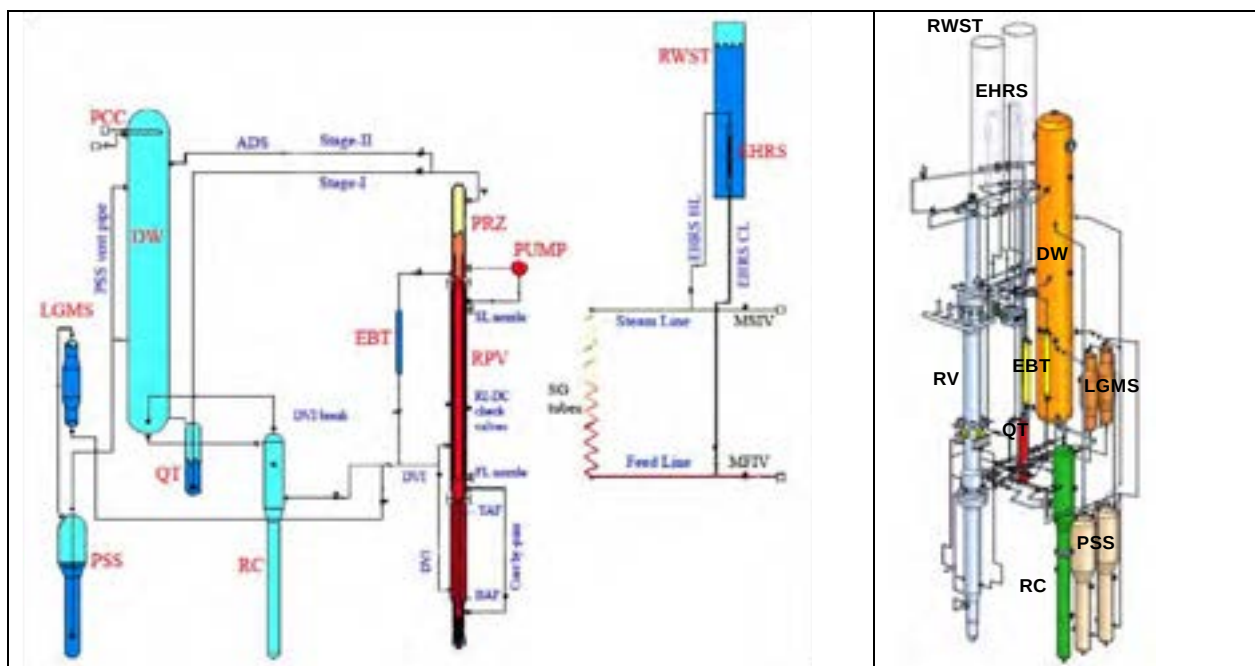


Figura 1 – SPES 3: schema di flusso

Figura 2 – SPES 3: Lay-out

3. STATO ATTUALE DEL PROGETTO E DELLA REALIZZAZIONE DELLA FACILITY

Il Progetto SPES-3 ha oggi raggiunto un grado di avanzamento molto importante essendo state completate le seguenti principali attività:

- a) Progettazione di tutti i sistemi della facility;
- b) Opere di predisposizione del sito;
- c) Realizzazione della struttura portante dell'impianto e relativi sistemi accessori (ascensore, carro-ponte);
- d) Costruzione ed installazione di tutti i componenti del sistema "contenimento";
- e) Costruzione ed installazione delle piscine e degli scambiatori di calore "Emergency Heat Removal System" (EHRS);
- f) Costruzione ed installazione dell'Emergency Boration Tank (EBT);
- g) Approvvigionamento ed installazione di componenti del sistema di alimentazione elettrica di potenza (interruttori 130 kV, trasformatore 130/3 kV, interruttori 3 kV);
- h) Operazioni di manutenzione straordinaria sui due gruppi di potenza da 4 MW e 8 MW utilizzati come generatori di corrente continua per il riscaldamento delle barre del canale di potenza;
- i) Approvvigionamento ed installazione di componenti del sistema di controllo (PLC);
- j) Prove di qualificazione di prototipi di barre riscaldanti impiegate per la simulazione degli elementi di combustibile effettuate su impianto di prova realizzato ad hoc;
- k) Prove di sviluppo di strumentazione speciale per la misura di parametri dei fluidi bi-fase.

Per il completamento della facility devono essere effettuate le seguenti principali attività:

- l) Approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti per la simulazione del nocciolo del reattore;
- m) Realizzazione ed installazione del Canale Centrale inclusi i relativi internals ed, in particolare, i generatori di vapore elicoidali;
- n) Approvvigionamento e montaggio delle pompe del circuito primario;
- o) Approvvigionamento e montaggio del piping e delle valvole;
- p) Approvvigionamento, installazione e cablaggio della strumentazione e del sistema di acquisizione / elaborazione dati.

Segue una rassegna fotografica illustranti alcune attività svolte e realizzazioni completate relative alla facility SPES-3.



Figura 3 – Saldatura on site del dry-well di SPES-3



Figura 4 – Struttura portante SPES-3 (lato nord)



Figura 4 – Prototipi di Barre Riscaldanti



Figura 5 – Sonda capacitiva per misura di grado di vuoto



Figura 6 – Nuovo interruttore stazione 130.000 V



Figura 7 – Nuovo trasformatore 130.000 / 3.000 V



Figura 8 – Serbatoi del contenimento SPES-3 installati sulla struttura

4. ATTIVITA' SVOLTE E RELATIVI COSTI

Tutte le attività direttamente collegate alla realizzazione e all'esercizio della facility SPES-3 sono di seguito sinteticamente descritte: progettazione e qualità, analisi e calcoli a supporto della progettazione, sviluppo sperimentale, approvvigionamenti e realizzazioni impiantistiche.

In queste attività sono state coinvolti generalmente tre attori principali: ENEA come committente del Progetto ma anche per analisi e verifiche tecniche, il CIRTEN prevalentemente per analisi e sviluppo sperimentale, la SIET per tutte le tipologie di attività. Alcune attività, in particolare quelle di realizzazione impiantistica, sono state subappaltate dalla SIET ad operatori qualificati.

Tutte le attività sono state effettuate nell'ambito dell'Accordo di Programma tra Ministero dello Sviluppo Economico ed ENEA, suddivise nei piani annuali di realizzazione (PAR)¹, come di seguito descritto.

Nella Tabelle 1 – 4 sono stati raccolti tutti i dati di costo consuntivo delle attività fin qui effettuate (o programmate, nel caso del PAR-2012) ripartiti, rispettivamente, in:

- 1) Progettazione e Qualità
- 2) Analisi e calcoli a supporto della progettazione
- 3) Sviluppo sperimentale
- 4) Approvvigionamenti e realizzazioni impiantistiche

Nelle Tabelle 5 e 6 è presentato il riepilogo dei costi di tutte le attività svolte dalle varie organizzazioni, ripartiti per PAR e per tipologia di attività rispettivamente.

Tutti i costi sono espressi in Euro, IVA compresa dove applicabile, in quanto è questo l'effettivo costo per l'utente finale del sistema elettrico.

Nel caso delle attività ENEA e CIRTEN, laddove non è stata reperita dalla consuntivazione l'esatto breakdown dei dati consuntivi, sono stati presi i dati di preventivo inseriti nei vari PAR. Questo non introduce un errore significativo nel risultato finale in quanto i preventivi sono stati generalmente rispettati e inoltre il grosso dei lavori è stato effettuato dalla SIET, che dispone invece di una consuntivazione esatta.

4.1 Attività svolte nell'ambito del PAR-2006

Si riporta una sintetica descrizione delle principali attività svolte.

Obiettivo LP2.A: Specifica di prova e matrice sperimentale

L'attività, che costituisce l'input per le attività di progettazione, ha riguardato la definizione dei requisiti e vincoli dei componenti e sistemi dell'impianto sperimentale SPES-3 e della matrice di prova sperimentale da eseguirsi per la simulazione delle sequenze incidentali, ritenute più significative per la validazione di codici.

Obiettivo LP2.B: Manuale di GQ

L'attività è consistita nella definizione del Piano della Qualità, sia per l'ENEA sia per la SIET, per l'esecuzione delle prove integrali sull'impianto sperimentale SPES-3 con riferimento a: organizzazione del Progetto, modalità di gestione della documentazione, modalità di controllo delle

¹ Si segnala che non c'è una esatta corrispondenza tra l'anno "nominale" del PAR e il periodo di effettivo svolgimento delle attività.

	Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – parte B	02118 VE 13 – Rev.0
		Pagina 13 di 47

varie fasi del Progetto.

Obiettivo LP2.C: Analisi di pre-test a supporto della progettazione

L'attività ha riguardato lo sviluppo del modello numerico dell'impianto SPES-3 per il codice di calcolo RELAP5 e l'esecuzione di simulazioni su transitori di riferimento. Sono stati emessi due documenti: il primo, "SPES3-IRIS facility nodalization for RELAP5 Mod 3.3 code and steady state qualification", concernente il modello dell'impianto SPES-3, il secondo, "SPES3-IRIS facility RELAP5 base case transient analyses for design support", relativo all'analisi dei cinque transitori ritenuti i più significativi per verificare l'adeguatezza dello scaling della facility rispetto al reattore di riferimento IRIS.

Obiettivo LP2.D: Progettazione concettuale facility SPES-3

L'attività ha condotto alla definizione preliminare delle dimensioni dei componenti dell'impianto SPES-3 e della loro configurazione impiantistica, oltre all'individuazione della strumentazione necessaria per la conduzione delle prove e l'acquisizione dei dati sperimentali. Studi a supporto sono stati effettuati dal CIRTEN.

Obiettivo LP2.E: Progettazione esecutiva facility SPES-3 con esclusione del canale centrale

L'attività aveva lo scopo di definire la configurazione complessiva dell'impianto SPES-3 sviluppando il progetto esecutivo ed il dimensionamento dei componenti, incluso il sistema di controllo e acquisizione dati.

Obiettivo LP2.F: Progettazione esecutiva del canale centrale

L'attività ha avuto riguardato la progettazione meccanica di tutti i componenti del canale centrale secondo le PED (Pressure Equipment Directive), la verifica di fattibilità costruttiva delle parti più critiche, l'elaborazione dei disegni del vessel con particolari costruttivi dei bocchelli e delle flange e della specifica tecnica e la definizione della sequenza di montaggio dei componenti.

Obiettivo LP2.G: Rimozione degli impianti esistenti e predisposizione aree

Sono stati elaborati tre documenti concernenti la progettazione e predisposizione del sito per la realizzazione dell'impianto SPES-3. Il primo riguardante il piano di progettazione, che definisce le attività necessarie per l'installazione della nuova struttura portante, oltre alle modifiche da effettuare ai sistemi ausiliari esistenti (acqua alimento, scarico vapore, alimentazione elettrica del canale centrale) per rendere operativa la facility SPES-3. Tale documento descrive inoltre alcune attività operative di rimozione di alcuni componenti esistenti, allo scopo di predisporre l'area per l'installazione della nuova struttura di supporto. Il secondo documento riguarda la progettazione esecutiva della nuova struttura portante. Il terzo documento è la specifica tecnica da utilizzare per l'ordine di realizzazione della struttura.

Obiettivo LP2.H: Realizzazione impianti ausiliari / prima fase

Il lavoro ha riguardato principalmente attività propedeutiche all'adeguamento della nuova sottostazione elettrica ad alta tensione. In particolare è stata effettuata la progettazione esecutiva delle modifiche degli impianti elettrici di alta/media potenza ed è stato approvvigionato il nuovo interruttore 130 kV e relativi sistemi accessori. Il lavoro è documentato nel rapporto "Impianto

SPES-3: Realizzazione impianti ausiliari - prima fase.”

Obiettivi LP2.I ed LP2.L: Sviluppo strumentazione

ENEA e CIRTEN hanno iniziato un'attività di sviluppo sperimentale di strumentazione speciale per la misura di portate bifase.

4.2 Attività svolte nell'ambito del PAR-2007

Nel corso del PAR-2007 è stata effettuata una prima fase di attività realizzative dell'impianto SPES-3 oltre ad ulteriori attività progettuali a completamento e revisione di quanto già svolto nel PAR-2006. Nel seguito si riporta una descrizione sintetica delle attività effettuate e dei risultati conseguiti.

Obiettivo LP2.A: Realizzazione della struttura di supporto dell'impianto SPES-3

L'attività è consistita nella realizzazione e montaggio della struttura portante dell'impianto SPES-3 e dei relativi sistemi accessori, previa rimozione di un vecchio montacarichi. Le attività operative sono state affidate a ditte esterne tramite gara con procedura negoziata ai sensi del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i. (Codice degli Appalti Pubblici).

Obiettivo LP2.B: Design review dell'impianto SPES3 e follow-up del progetto di reattore di piccola-media taglia di tipo integrato

L'attività è consistita nella revisione del dossier di progetto prima di procedere all'emissione degli ordini verso terzi e nell'esecuzione delle azioni necessarie per rimuovere eventuali non-conformità progettuali, oltre al follow-up del progetto del reattore di piccola-media taglia di tipo integrato e lo svolgimento delle attività correlate.

Obiettivo LP2.C: Selezione strumentazione speciale per l'impianto SPES-3

Nel corso del PAR-2007 sono state condotte ricerche di mercato e studi, in ambito universitario e presso centri di ricerca, con lo scopo di individuare e approvvigionare la strumentazione speciale più idonea per le misure della portata di fluidi bifase. Per la misura della portata bifase si è arrivati alla conclusione che è opportuno utilizzare un set di strumenti eterogenei chiamato SPOOL PIECE. La realizzazione di uno SPOOL PIECE per la misura di portata bifase richiede lo sviluppo completo di alcuni strumenti e il miglioramento di altri. E' stato quindi elaborato il progetto di un misuratore di grado di vuoto basato sulla rilevazione della costante dielettrica del fluido costituito da miscela bifase (acqua liquida e vapore).

Obiettivo LP2.D: Progettazione e realizzazione circuito di prova delle canne scaldanti

E' stata progettato e realizzato presso l'area sperimentale della SIET un circuito di prova per la verifica delle prestazioni delle canne scaldanti da installare nella parte bassa del canale centrale dell'impianto SPES-3, prima di procedere all'emissione dell'ordine di approvvigionamento. In parallelo sono stati acquistati 8 prototipi di canne scaldanti da provare nel circuito. Per poter effettuare un confronto tra diversi produttori, 4 prototipi sono stati ordinati presso la ditta francese THERMOCOAX e altri 4 presso la ditta italiana ROTFIL di Torino.

Obiettivo LP5.C: Preparazione del programma di qualifica sperimentale

Nell'ambito delle attività di adeguamento tecnologico degli impianti ausiliari, è stata realizzata l'installazione del nuovo sistema di controllo dei laboratori sperimentali della SIET e dei relativi impianti ausiliari, composto da varie unità PLC (Programmable Logic Controller) collegate in rete. E' stato inoltre effettuato un' intervento straordinario di ripristino sui due gruppi di potenza denominati: "Gruppo 8 MW" e "Gruppo 4 MW" attraverso cui avviene l'erogazione di corrente continua per il riscaldamento dei canali di potenza dei suoi Grandi Impianti Sperimentali

4.3 Attività svolte nell'ambito del PAR-2008-2009

Obiettivo LP2.A: Prova integrale SPES-3 per reattori modulari di piccola-media taglia

Questo macro-obiettivo era suddiviso in task relative a: verifiche analitiche a supporto del progetto, verifiche sperimentali a supporto della progettazione/realizzazione di componenti, sviluppo strumentazione speciale e approvvigionamento componenti di alcuni sistemi dell'impianto SPES-3.

A.1: Verifiche analitiche a supporto del progetto

L'attività è stata svolta, come previsto, in due distinte sub-task consistenti: i) nell'analisi del comportamento a potenza ridotta dell'impianto SPES-3, ii) nella valutazione delle potenzialità della facility di simulare impianti SMR di diversa taglia aventi lo stesso schema funzionale e lay-out impiantistico.

A.2: Verifiche sperimentali a supporto della progettazione/realizzazione dei componenti SPES-3

E' stata effettuata la verifica sperimentale delle prestazioni di prototipi di barre scaldanti utilizzate sull'impianto SPES-3 per la simulazione del nocciolo di un reattore modulare di piccola-media taglia e per il funzionamento a potenza. Per tale verifica è stato utilizzato l'impianto realizzato nel secondo PAR presso l'area sperimentale della SIET, denominato CPB (Circuito Prova Barre).

A.3: Sviluppo Strumentazione Speciale

Le prove eseguite sui prototipi a caldo e a freddo della sonda capacitiva, per la misura del grado di vuoto di miscele acqua-aria e acqua-vapore, hanno consentito di verificare il principio di funzionamento e la messa a punto del sistema sviluppato alla SIET, per applicazioni sulle linee di rottura dell'impianto sperimentale SPES-3.

A.4: Fornitura in opera di componenti di alcuni sistemi dell'impianto SPES3

L'approvvigionamento della componentistica per la realizzazione dell'impianto SPES-3 ha riguardato principalmente il trasformatore della stazione elettrica coi relativi sistemi ausiliari, ed i serbatoi del sistema di contenimento: Dry-well, Quench tank, 2 PSS (Pressure Suppression System), Cavity, 2 LGMS (Long Term Gravity Make-up System), 2 EBT (Emergency Boration Tank), 3 scambiatori del sistema EHRS (Emergency Heat Removal System) e 2 piscine RWST (Refuelling Water Storage Tank).

4.4 Attività svolte nell'ambito del PAR-2010

Nessuna delle attività svolte nell'ambito dell PAR-2010 ha riguardato la facility SPES-3.

4.5 Attività svolte nell'ambito del PAR-2011

LP2 – Obiettivo D: Attività sperimentali a supporto degli studi di sicurezza

	Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – parte B	02118 VE 13 – Rev.0
		Pagina 16 di 47

LP2-D1: Verifiche analitiche a supporto di SPES-3

L'attività realizzata da SIET nell'ambito di questa task è stata focalizzata su simulazioni realizzate con il codice di sistema RELAP5 a supporto del progetto della facility SPES-3. In particolare sono stati simulati tre transitori sperimentali da condursi sulla facility: rottura della linea superiore EBT (Emergency Boration Tank) in condizioni BDBE (Beyond Design Basis Event), rottura singola della linea DVI da 1-inch (1-inch DVI line split break) in condizioni DBE (Design Basis Event), incidente di Fukushima (station black-out: loss off-site and on-site AC power).

LP2-D2: Prove sperimentali e verifiche analitiche su componenti critici per la simulazione di SMR

Il contributo SIET a questo obiettivo coincide con le prove eseguite su prototipi di barre scaldanti realizzate dalla ditta Thermocoax (F), per verificare la loro adeguatezza per un eventuale utilizzo nel canale di potenza dell'impianto SPES-3. La campagna di prove di qualifica è stata eseguita presso l'impianto Circuito Prova Barre presso i laboratori SIET (Piacenza).

LP2-D3: Sviluppo strumentazione speciale per impianti sperimentali

SIET ha sviluppato un prototipo di sonda capacitiva per la misura del grado di vuoto di miscele bifase acqua-vapore. La prima fase delle attività, eseguite nel PAR 2008-09, aveva portato allo sviluppo di un primo prototipo adatto ad operare a bassa temperatura e pressione. Nella seconda fase, portata avanti nel PAR2011, si è sviluppato un prototipo adatto per operare alle condizioni prototipiche delle linee di rottura dell'impianto SPES-3 (15 bar, 200°C). In parallelo, il CIRTEN (Politecnico di Torino) ha effettuato la caratterizzazione di uno Spool Piece costituito da un venturi classico e da un Wire Mesh Sensor.

LP2-D4: Adeguamento dello SPES-2 per prove di sicurezza

Sono state effettuate alcune attività di manutenzione straordinaria dei sistemi ausiliari dello SPES, previste come propedeutiche al riutilizzo dello SPES-2, ma funzionali anche allo SPES-3.

4.6 Attività previste nell'ambito del PAR-2012

Le attività previste riguardano l'obiettivo LP2-C del PAR 2012 "Sperimentazione a supporto degli studi sulla sicurezza" e rispondono all'indicazione contenuta nel piano triennale 2012-2014 della ricerca del sistema elettrico nazionale circa il completamento della facility SPES-3.

Tale obiettivo è suddiviso in due linee di attività.

C.1: Studi per il completamento della Facility SPES-3 presso la SIET

L'attività consiste nel pianificare il completamento della facility SPES-3, nell'ambito del piano triennale 2012-2014, alla luce della riduzione delle risorse economiche disponibili.

C.2: Sperimentazione su componenti critici e strumentazione prototipica per reattori innovativi

L'attività consiste nella messa a punto finale della strumentazione per la misura della portata bifase nella facility SPES-3.

L'attività preventivata per questa annualità sarà completata entro Settembre 2013.

ATTIVITA'	PAR	COSTI (€) IVA INCLUSA				DOCUMENTAZIONE
		ENEA	CIRTEN	SIET	Totale	
Progettazione concettuale dell'impianto SPES-3	2006	21.000	50.000	384.000	455.000	FPN-P9LU-009 (SIET 01334RT07), XCIRTEN-P9LU-031, XCIRTEN-P9LU-035
Piano della Qualità	2006	16.000		60.000	76.000	FPN-P9LU-005, FPN-P9LU-006 (SIET 00024QQ06)
Progettazione esecutiva dell'impianto SPES-3	2006	13.000		564.000	577.000	FPN-P9LU-029 (SIET 1488ST09), FPN-P9LU-030 (SIET 01338ST07), FPN-P9LU-031(SIET 01487ST09), FPN-P9LU-032 (SIET 01466ST08), FPN-P9LU-033 (SIET 01455ST08)
Progettazione esecutiva del canale centrale	2006			357.900	357.900	SIET 01519ST09, SIET 01558ST09, SIET 01556ED09
Design Review dell'Impianto SPES-3	2007	18.000		205.080	223.080	NNFISS-LP2-017 (SIET 01 526 RT09)
Design Review del Piping	2007			102.000	102.000	NNFISS-LP2-034 (SIET 01 662 RT10)
Studi per il completamento della Facility SPES-3	2012	24.000	60.000	35.090	119.090	Preventivo attività in corso
TOTALE		92.000	110.000	1.708.070	1.910.070	

TAB. 1 – COSTI DI PROGETTAZIONE E QUALITA'

ATTIVITA'	PAR	COSTI (€) IVA INCLUSA				DOCUMENTAZIONE
		ENEA	CIRTEN	SIET	Totale	
Specifica di prova e matrice sperimentale	2006	16.000	15.000		31.000	FPN-P9LU-004
Analisi di pre-test a supporto della progettazione	2006	39.000		288.000	327.000	FPN-P9LU-017 (SIET 01423RT08), FPN-P9LU-035 (SIET 01489RT09)
Follow-up del Progetto IRIS	2007	15.000	20.000	114.120	149.120	NNFISS-LP2-018, NNFISS-LP2-041 (CERSE-POLIMI RL 1132/2010)
Verifiche analitiche a supporto del progetto	2008-09	20.000		118.896	138.896	NNFISS-LP2-048 (SIET 01 743 RT11), NNFISS-LP2-049 (SIET 01 757 RT11)
Verifiche analitiche a supporto di SPES-3	2011	20.000		180.000	200.000	RdS/2012/017 (SIET 01 811 RT11)
TOTALE		110.000	35.000	701.016	846.016	

TAB. 2 – COSTI PER ANALISI E CALCOLI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE

ATTIVITA'	PAR	COSTI (€) IVA INCLUSA				DOCUMENTAZIONE
		ENEA	CIRTEN	SIET	Totale	
Sviluppo strumentazione - progettazione e realizzazione sonda a termocoppia riscaldata per misure di velocità	2006	30.000			30.000	XTER-P9LU-001, XTER-P9LU-002, FPN-P9LU-007
Sviluppo strumentazione - selezione e qualifica strumentazione per misure termiche e fluidodinamiche	2006	20.000	40.000		60.000	XCIRTEN-P9LU-002
Selezione strumentazione speciale per l'impianto SPES-3	2007	22.000	30.000	119.760	171.760	NNFISS-LP2-010 (SIET 01 525 ST09), NNFISS-LP2-011 (SIET 01 605 ST10), NNFISS-LP2-028, NNFISS-LP2-032 (CERSE-POLITO RL 1256/2010), NNFISS-LP2-033 (CERSE-POLITO RL 1255/2010)
Progettazione e realizzazione circuito di prova delle canne scaldanti	2007	8.000		567.000	575.000	NNFISS-LP2-001 (SIET 01 510 ST09), NNFISS-LP2-030 (SIET 01 619 RT10)
Progettazione sonda capacitva per miscele bifase	2007			84.000	84.000	NNFISS-LP2-031 (SIET 01 651 ST10), NNFISS-LP2-009 (SIET 01 572 RT09)
Verifica sperimentale canne scaldanti 1a fase	2008-09	1.000		287.340	288.340	NNFISS-LP2-050 (SIET 01 725 RP11)
Sviluppo strumentazione speciale	2008-09	7.000	60.000	194.244	261.244	NNFISS-LP2-051 (SIET 01 768 RT 11), XCIRTEN-LP2-001 (CERSE-POLITO RL 1260/2011)
Verifica sperimentale canne scaldanti 2a fase	2011	10.000		200.000	210.000	RdS/2012/018 (SIET 01 814 RP12)
Sviluppo strumentazione speciale: realizzazione e prova sonda capacitiva	2011	10.000	25.000	230.000	265.000	RdS/2012/21 (SIET 01 877 RT12), RdS/2012/22 (SIET 01 877 RT12), RdS/2012/23
Sviluppo strumentazione speciale: realizzazione e prova "spool piece"	2012	6.000		164.910	170.910	Preventivo attività in corso
TOTALE		114.000	155.000	1.847.254	2.116.254	

TAB. 3 – COSTI PER SVILUPPO SPERIMENTALE

ATTIVITA'	PAR	COSTI (€) IVA INCLUSA				DOCUMENTAZIONE
		ENEA	CIRTEN	SIET	Totale	
Realizzazione impianti ausiliari: prima fase	2006	8.000		333.600	341.600	FPN-P9LU-037 (SIET 01504ST09)
Rimozione degli impianti esistenti e predisposizione aree	2006	8.000		180.000	188.000	FPN-P9LU-018 (SIET 01472RT08), XSIET-P9LU-001 (SIET 01515RT09), FPN-P9LU-028 (SIET 01516RT09)
Realizzazione della struttura di supporto dell'impianto SPES-3	2007	19.000		822.662	841.662	NNFISS-LP2-012 (SIET 01 618 RT10), NNFISS-LP2-035 (SIET 01 650 RT10)
Adeguamento tecnologico sistemi ausiliari impianto SPES	2007	16.000		285.120	301.120	NNFISS-LP5-011 (SIET 016 53 RT10), NNFISS-LP5-012 (SIET 016 61 RT10)
Fornitura e posa in opera serbatoi SPES-3	2008-09	5.000		912.326	917.326	NNFISS-LP2-059 (SIET 01 770 RT 11)
Fornitura e posa in opera nuovo trasformatore della sottostazione elettrica	2008-09	5.000		706.721	711.721	NNFISS-LP2-058 (SIET 01 771 RT 11)
Approvvigionamento componenti ausiliari e strumentazione varia	2008-09	1.000		76.000	77.000	Relazione finale SIET PAR2008-09
Installazione componenti ausiliari e strumentazione varia	2011	0		123.000	123.000	RdS/2012/025 (SIET 01907RT12)
TOTALE		62.000	0	3.439.428	3.501.428	

TAB. 4 – COSTI PER APPROVVIGIONAMENTI E REALIZZAZIONI IMPIANTISTICHE

Piano Annuale Realizzazione	COSTI (€) IVA INCLUSA			
	ENEA	CIRTEN	SIET	TOTALE
TOTALE PAR-2006	171.000	105.000	2.167.500	2.443.500
TOTALE PAR-2007	98.000	50.000	2.299.742	2.447.742
TOTALE PAR 2008-2009	39.000	60.000	2.295.527	2.394.527
TOTALE PAR-2011	40.000	25.000	733.000	798.000
TOTALE PAR-2012	30.000	60.000	200.000	290.000
TOTALE GENERALE	378.000	300.000	7.695.768	8.373.768

TAB. 5 – RIEPILOGO DEI COSTI PER PAR

ATTIVITA'	COSTI (€) IVA INCLUSA			
	ENEA	CIRTEN	SIET	TOTALE
PROGETTAZIONE E QUALITA'	92.000	110.000	1.708.070	1.910.070
ANALISI E CALCOLI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE	110.000	35.000	701.016	846.016
SVILUPPO SPERIMENTALE	114.000	155.000	1.847.254	2.116.254
APPROVVIGIONAMENTI E REALIZZAZIONI IMPIANTISTICHE	62.000	0	3.439.428	3.501.428
TOTALE GENERALE	378.000	300.000	7.695.768	8.373.768

TAB. 6 – RIEPILOGO DEI COSTI PER ATTIVITA'

5. COSTI PER IL COMPLETAMENTO DEL PROGETTO

Per il completamento della facility devono essere effettuate le seguenti principali attività:

- a) approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti per la simulazione del nocciolo del reattore;
- b) realizzazione ed installazione del Canale Centrale inclusi i relativi internals e, in particolare, i generatori di vapore elicoidali;
- c) approvvigionamento e montaggio delle pompe del circuito primario;
- d) approvvigionamento e montaggio del piping e delle valvole;
- e) approvvigionamento, installazione e cablaggio della strumentazione.

Nel presente capitolo, per ciascuna delle sopra citate attività, è riportata una stima dei costi corredata da informazioni complementari concernenti sia una descrizione dei materiali/prestazioni da acquistare sia indicazioni su come è stata ottenuta la stima effettuata.

E' inoltre fornito un elenco di attività minori o non ancora sufficientemente definite, la cui valutazione economica è esclusa dallo scopo del presente documento.

Nel paragrafo finale vengono prospettate possibilità di riduzione dei costi ottenibili coinvolgendo nel Progetto SPES-3 alcune industrie nazionali interessate al mercato internazionale del settore.

5.1 Approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti

Il combustibile nucleare del reattore di riferimento, nell'impianto SPES-3, è adeguatamente simulato da un fascio di barre in Inconel avente le stesse caratteristiche geometriche (diametro, passo, lunghezza) di quello del reattore. Tale fascio viene riscaldato per effetto Joule da resistenze elettriche "annegate", all'interno delle barre, in una polvere compattata di nitrato di boro.

Il fascio è costituito da n. 235 barre per una potenza totale di 6500 kW, appositamente progettate per l'applicazione SPES-3. In fase di ordine si dovrà tener conto di pezzi di ricambio: considerando sia le difficoltà realizzative di questi componenti speciali sia la severità delle condizioni di impiego sulla facility, è opportuno prevedere almeno n. 15 barre di ricambio, per un totale di n. 250. Delle 250 barre, 246 sono a potenza standard, mentre n. 4 dispongono di una extra potenza pari al 20% per tener conto del profilo radiale di flusso termico del reattore di riferimento.

La strumentazione del fascio consiste in n. 120 termocoppie per la misura della temperatura di parete interna delle barre. Le termocoppie sono presenti su n. 30 barre (n. 4 termocoppie per barra).

Nella figura 9 è rappresentato un disegno schematico della barra riscaldante del fascio SPES-3, mentre, nella tabella 7 sono riportati i dati salienti del medesimo componente.

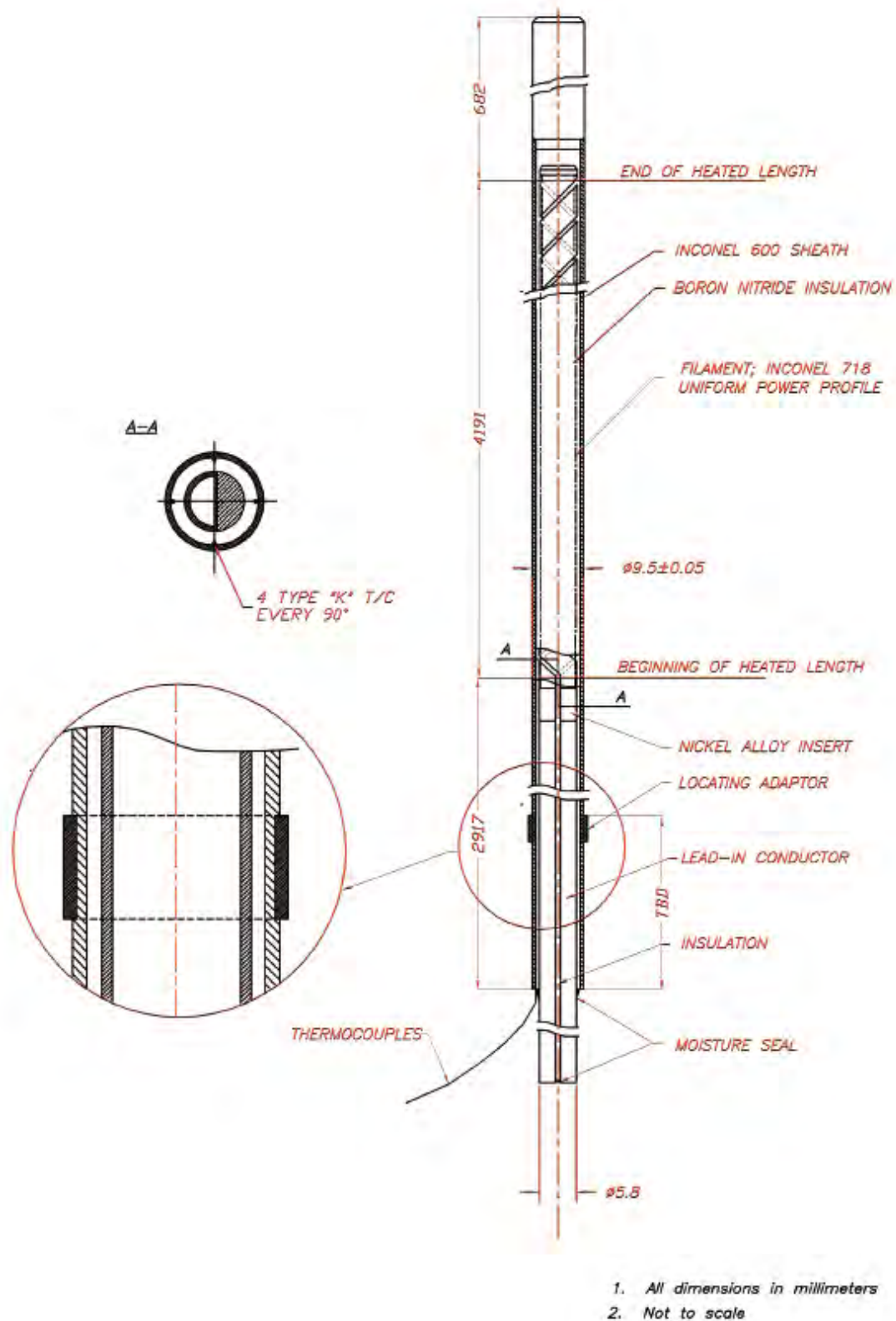


Figura 9 - Disegno schematico della barra riscaldante del fascio SPES-3

Pressione di Progetto	17,25 MPa
Temperatura di Progetto	700 °C
Lunghezza riscaldata	4191 ± 75 mm
Diametro esterno	9.5 ± 0,05 mm
Lunghezza totale	7790 mm
Profilo di flusso termico assiale	uniforme
Massima tensione di esercizio	144 V DC
Tensione di esercizio	127 V DC
Corrente delle barre potenziate	261 A
Resistenza elettrica delle barre potenziate	0,487 Ω
Potenza delle barre potenziate	33,1 kW
Corrente delle barre standard	217 A
Resistenza elettrica delle barre standard	0,584 Ω
Potenza delle barre standard	27,6 kW
Grado di finitura superficiale	< 3,2 μm
Materiale delle barre	Inconel
Materiale del filamento riscaldante	Monel o Inconel
Materiale dell'isolante elettrico	Nitrato di Boro

Tabella 7 - Specifiche tecniche delle barre riscaldanti SPES-3

La valutazione economica delle barre riscaldanti si basa su una recente offerta (Maggio 2013) richiesta ad un Laboratorio canadese di provata esperienza in questo tipo di forniture.

Il valore totale corrisponde a **Euro 2.645.000**, IVA esclusa.

Il valore sopra riportato include le attività di procurement, collaudo, trasporto e di interfaccia con il fornitore in tutte le fasi progettuali e realizzative. E' invece escluso il montaggio delle barre, la cui valorizzazione è considerata nel successivo paragrafo dedicato al Canale Centrale.

5.2 Realizzazione ed installazione del Canale Centrale

Il Canale Centrale SPES-3 rappresenta "il cuore" della facility sperimentale in quanto simula il cosiddetto "reattore integrato" inclusivo di tutti i principali componenti del circuito primario. Il Canale Centrale, figura 10, è un Pressure Vessel in acciaio inossidabile che si sviluppa per un' altezza di circa 23 m, avente un diametro esterno massimo di 0,76 m ed una massa totale di circa 40.000 kg (esclusi gli internals). Esso è costituito da tre parti interconnesse da accoppiamenti flangiati:

- una parte inferiore che alloggia il fascio di barre riscaldanti di cui al paragrafo 5.1;
- una parte intermedia che alloggia i generatori di vapore a tubi elicoidali;
- una parte superiore costituente il pressurizzatore.

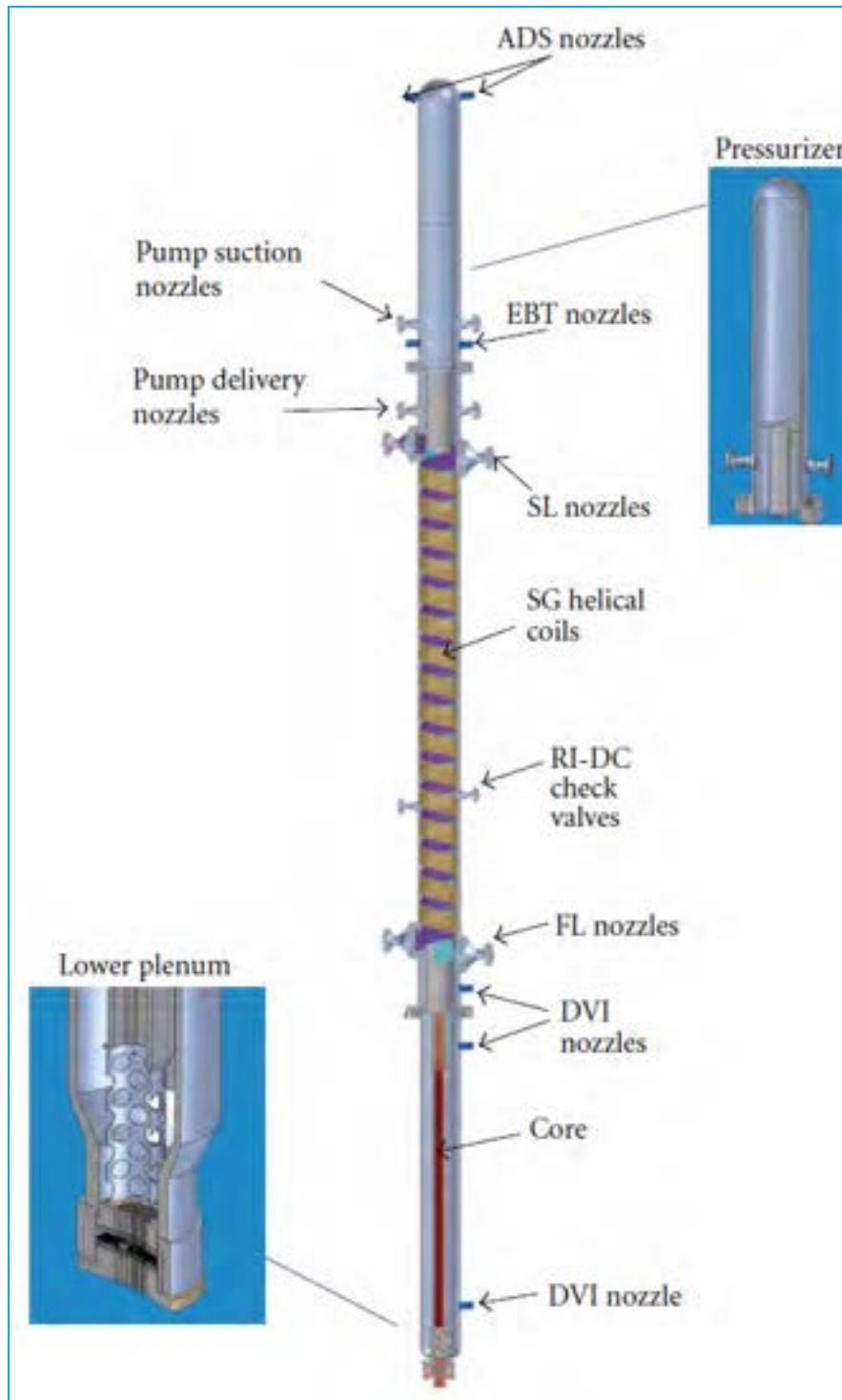


Figura 10 – Canale Centrale SPES-3

Tutte le parti sono provviste di bocchelli flangiati per la connessione del Canale Centrale agli altri componenti/sistemi di SPES-3 (es.: feed line e steam line dei generatori di vapore, circuiti di emergenza, tubazioni di connessione al contenimento, pompe primarie).

Per una descrizione di dettaglio delle varie parti e degli internals, si rimanda ai documenti di riferimento [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13] .

Le varie parti del Canale Centrale saranno realizzate in officina, trasportate presso la sede della SIET e assemblate in loco sulla struttura portante (alta circa trenta metri), già costruita all'interno di un edificio industriale sede dei “grandi impianti sperimentali” della SIET. Per la movimentazione ed installazione del Canale Centrale SPES-3 è stata redatta apposita procedura in riferimento [14].

La valutazione economica relativa a realizzazione, collaudo, trasporto, montaggio ed installazione in opera del Canale Centrale è stata affidata alla ATB Riva Calzoni SpA di Roncadelle (BS), che ha fornito il valore di **Euro 3.500.000** IVA esclusa.

La quota di fabbricazione include il piping delle pompe primarie.

Si è assunto che tutte le suddette attività siano svolte da ATB Riva Calzoni senza interventi di SIET che pertanto non sono stati contabilizzati nella presente valutazione.

5.3 Approvvigionamento e installazione delle pompe del circuito primario

Le pompe primarie del reattore integrato IRIS sono, al pari degli altri principali componenti del primario, installate all'interno del Pressure Vessel. Esse sono complessivamente otto, una per ciascuno dei generatori di vapore, e si trovano al di sopra del fascio elicoidale dei medesimi. Nella facility SPES-3 non è possibile allocare le pompe all'interno del Canale Centrale per la limitata disponibilità di spazi imposta dal fattore volumetrico di scala (1:100).

Il progetto della facility SPES-3 prevede di simulare le pompe di IRIS con un numero inferiore di pompe (una o due) che garantiscano, complessivamente, una portata pari alla somma delle portate delle otto pompe di IRIS (scalata di un fattore 100) e pari prevalenza. Queste pompe sono installate all'esterno del Canale Centrale all'altezza della corrispondente zona di interfaccia tra vessel dei generatori vapore e vessel del pressurizzatore. Un sistema di piping corredato da valvole garantisce un'adeguata simulazione dei flussi di acqua tra ingresso e uscita dei generatori di vapore.

Le pompe in oggetto sono a flusso assiale caratterizzate da un elevato rapporto portata/prevalenza. Esse devono funzionare con fluido ad elevate temperature (~ 330 °C) ed elevate pressioni in aspirazione (~ 155 bar). Pompe di queste caratteristiche non sono facilmente reperibili sul mercato, anche per il limitato numero di potenziali costruttori. Una possibile soluzione era stata indicata dalla Westinghouse nel 2006 con l'individuazione di un fornitore negli Stati Uniti.

Questo fornitore ha proposto una soluzione con due pompe uguali disposte in serie. Nella tabella 8 sono riportate le caratteristiche salienti delle pompe (con riferimento a ciascuna pompa).

Fluido di processo	Acqua
Prevalenza	12,2 m
Portata volumetrica	75,7 l/s
Temperatura di esercizio	328 °C
Pressione in aspirazione	15,5 MPa
NPSH disponibile	46 m
NPSH richiesto	6,9 m
Rendimento	77 %
Connessione in aspirazione	Flangiata 8" 2500# RF
Connessione in mandata	Flangiata 8" 2500# RF
Motore elettrico	380 V, trifase, 50 Hz
Velocità di rotazione	1440 RPM
Potenza	7.44 kW

Tabella 8 - Dati pompe primarie SPES-3

Il valore economico della fornitura è stimato, complessivamente, in **Euro 313.000**, IVA esclusa.

Il valore sopra riportato include un fattore di incertezza legato all'aggiornamento dei costi, il trasporto del materiale e le attività di procurement.

5.4 Approvvigionamento di piping & fittings

L'impianto SPES-3 presenta diverse tubazioni le cui funzioni sono descritte in dettaglio nel documento di riferimento [15]. Oltre alle tubazioni dei circuiti ausiliari e di emergenza, sono presenti quelle di connessione tra il vessel del Canale Centrale ed i serbatoi che simulano i vari volumi del contenimento. Sono inoltre previste linee per la simulazione delle rotture che innescano i transitori incidentali.

Il piping dell'impianto SPES-3 è progettato in acciaio inossidabile ed include le seguenti tipologie di componenti:

- Tubazioni
- Fondi semiellittici
- Flange
- Curve
- Riduzioni concentriche
- Giunzioni a T

Nelle tabelle 9, 10, 11, 12, 13 e 14 sono riportati gli elenchi di piping & fittings con le caratteristiche dei materiali in oggetto.

Tabella 9 - Tubazioni

DN	SCH	Lunghezza, m
3/8"	40	46
1/2"	40	32
1"	40	19
1" 1/4	40	7
1" 1/2	40	11
2"	40	7
2" 1/2	40	33
3"	40	15
4"	40	9
5"	40	3
3/8"	80	15
1/2"	80	71
3/4"	80	35
1"	80	2
1" 1/4	80	28
1" 1/2	80	26
2"	80	44
2" 1/2	80	14
3"	80	2
5"	80	2
8"	80	2
1" 1/2	160	17
2" 1/2	160	12
TOTALE		452

Tabella 10 – Fondi semiellittici

DN	SCH	N°
5"	80	2
8"	80	2
TOTALE		4

Tabella 11 – Flange

DN	Classe	Tipo	SCH	Finitura	Numero
1/2"	2500	Welding neck	80	LM/LF	40
3/4"	2500	Welding neck	80	LM/LF	33
1"	2500	Welding neck	80	LM/LF	6
1"1/4	2500	Welding neck	80	LM/LF	13
1"1/2	2500	Welding neck	80	LM/LF	33
1"1/2	2500	Welding neck	160	LM/LF	31
2"	2500	Welding neck	80	LM/LF	35
2"1/2	2500	Welding neck	80	LM/LF	7
2"1/2	2500	Welding neck	160	LM/LF	16
3"	2500	Welding neck	80	LM/LF	3
1/2"	2500	Slip on		LM/LF	3
1"	2500	Slip on		LM/LF	2
1/2"	2500	Blind		LM/LF	9
2"	2500	Blind		LM/LF	2
2"1/2	2500	Blind		LM/LF	5
4"	2500	Blind		LM/LF	2
2"1/2	600	Slip on		LM/LF	5
1/2"	300	Welding neck	40	RF	9
1"1/4	300	Welding neck	40	RF	3
2"	300	Welding neck	40	RF	5
4"	300	Welding neck	40	RF	2
1/2"	300	Slip on		RF	35
1"1/4	300	Slip on		RF	4
1"1/2	300	Slip on		RF	4
2"	300	Slip on		RF	5
2"1/2	300	Slip on		RF	14
3"	300	Slip on		RF	3
4"	300	Slip on		RF	13
5"	300	Slip on		RF	5
TOTALE					347

Tabella 12 - Curve

DN	SCH	TIPO		N°
1/2"	40	90°	Long Radius	31
1"	40	90°	Long Radius	5
1" 1/4	40	90°	Long Radius	11
1" 1/2	40	90°	Long Radius	2
2"	40	90°	Long Radius	8
2" 1/2	40	90°	Long Radius	13
2" 1/2	40	90°	Short Radius	3
3"	40	90°	Long Radius	18
4"	40	90°	Long Radius	5
4"	40	90°	Short Radius	3
5"	40	90°	Long Radius	4
1/2"	80	90°	Long Radius	39
3/4"	80	90°	Long Radius	15
1" 1/4	80	90°	Long Radius	9
1" 1/2	80	90°	Long Radius	16
2"	80	90°	Long Radius	19
2" 1/2	80	90°	Long Radius	6
2" 1/2	80	90°	Short Radius	3
1" 1/2	160	90°	Long Radius	8
2" 1/2	160	90°	Long Radius	5
TOTALE				223

Tabella 13 – Riduzione Concentriche

DN	SCH	N°
2" 1/2 x 4"	160	2
1" 1/2 x 2"	160	2
3/4" x 1/2"	80	14
3/4" x 1" 1/4	80	6
1"1/4 x 1/2"	80	5
1"1/2 x 1/2"	80	3
2" 1/2 x 1" 1/4	80	5
2" x 1/2"	80	2
2" x 3/4"	80	3
2" x 1" 1/2	80	3
2" x 3"	80	5
2" 1/2 x 3"	80	4
1" 1/2 x 3"	80	5
1" x 1/2"	40	2
1/2" x 1" 1/4	40	8
1" x 2" 1/2	40	4
3/4" x 1" 1/4	40	3
1"1/4 x 2" 1/2	40	4
1" 1/2 x 1"	40	3
1" 1/2 x 3"	40	5
2" x 1/2"	40	5
2" x 3"	40	5
2" 1/2 x 4"	40	5
3" x 2"	40	3
3" x 2" 1/2	40	2
3" x 4"	40	5
5" x 4"	40	3
TOTALE		116

Tabella 14 – Giunzioni a T

DN	SCH	Tipo	N°
2" 1/2	160	TEE uguale	3
1" 1/2	160	TEE uguale	5
1/2"	80	TEE uguale	7
3/4"	80	TEE uguale	3
1" 1/4	80	TEE uguale	3
1" 1/2	80	TEE uguale	4
2"	80	TEE uguale	6
2" 1/2	80	TEE uguale	2
2" 1/2 x 1"	80	TEE ridotto	2
2" 1/2 x 2"	80	TEE ridotto	2
2" x 1"	80	TEE ridotto	3
2" x 1" 1/4	80	TEE ridotto	3
2" x 3/4"	80	TEE ridotto	2
1" 1/2 x 3/4"	80	TEE ridotto	4
1/2"	40	TEE uguale	8
2" 1/2	40	TEE uguale	3
4"	40	TEE uguale	2
3" x 1" 1/2	40	TEE ridotto	2
1/2"	80	TEE uguale a 45°	2
TOTALE			66

Il valore complessivo stimato da SIET per la voce piping & fittings assomma a **Euro 159.000**, IVA esclusa. Questo valore è stato calcolato sulla base di offerte recenti (Maggio 2013), tenendo conto di tutte le attività necessarie per il procurement.

5.5 Approvvigionamento delle valvole

Sull'impianto SPES-3 è prevista l'installazione di n. 136 valvole con funzioni legate all'intercettazione, la regolazione e lo scarico di sicurezza dei fluidi di processo.

Nelle tabelle 15, 16, 17, 18 e 19 sono riportati gli elenchi delle valvole con le caratteristiche fondamentali, ripartiti nelle seguenti tipologie.

- Valvole di intercettazione a sfera
- Valvole di sicurezza
- Valvole di ritegno
- Valvole di regolazione
- Valvole manuali a globo

Tabella 15 - Valvole a sfera ad attuazione pneumatica

N°	Pressione di progetto, MPa	Temperatura di progetto, °C	Fluido	Diametro e Rating	Attacchi	Materiale corpo
1	17,25	353,5	fluido bifase	2" ½ Ansi 2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
2	17,25	353,5	fluido bifase	2 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
3	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
4	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
5	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
6	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
7	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
8	17,25	353,5	fluido bifase	1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
9	17,25	353,5	fluido bifase	1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
10	17,25	353,5	fluido bifase	1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
11	17,25	353,5	fluido bifase	3/8" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
12	17,25	353,5	fluido bifase	3/8" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
13	17,25	353,5	fluido bifase	3/4" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
14	17,25	353,5	fluido bifase	3/4" ANSI2500	Flangia LF	Acciao INOX
15	17,25	353,5	fluido bifase	3/4" ANSI2501	Flangia LF	Acciao INOX
16	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/4" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
17	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/4" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
18	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
19	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
20	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
21	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
22	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
23	17,25	353,5	fluido bifase	1 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
24	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
25	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
26	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
27	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
28	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
29	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
30	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangia LF	Acciao INOX
31	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
32	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
33	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
34	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
35	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio
36	17,25	353,5	Vapore surriscaldato e saturo	2 1/2" ANSI2500	Flangia LF	Acciao al carbonio

Tabella 16 – Valvole di Sicurezza

N°	Pressione di apertura MPa	Temperatura °C (fluido alle condizioni di apertura)	Portata massima kg/s	Fluido	Sovrappressione %	Contropressione MPa	Diametro orifizio mm	Diametro e Rating	Attacchi	Materiale corpo
1	164,3	350	7,30	Vapore saturo	5	0,3	25	2 1/2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
2	164,3	350	7,30	vapore saturo	5	0,3	25	1 1/2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
3	164,3	350	2,00	vapore saturo	5	0,3	10	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
4	18,2	212	9,44	vapore saturo	10	0,2	80	4" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
5	164,3	350	2,00	vapore saturo	5	0,3	10	1" ANSI2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
6	18,2	212	2,00	vapore saturo	10	0,2	12	1 1/2" x 2" ANSI 300	Filettati	Acciaio al carbonio
7	18,2	212	2,00	vapore saturo	10	0,2	12	1 1/2" x 2" ANSI 300	Filettati	Acciaio al carbonio
8	18,2	212	0,56	vapore saturo	10	0,2	50	2 1/2" ANSI300	Flangiati	Acciaio al carbonio
9	18,2	212	2,00	vapore saturo	10	0,2	12	1 1/2" x 2" ANSI 300	Filettati	Acciaio al carbonio
10	18,2	212	2,00	vapore saturo	10	0,2	12	1 1/2" x 2" ANSI 300	Filettati	Acciaio al carbonio
11	18,2	212	0,10	vapore saturo	10	0,2	5	1/2" ANSI 2500	Filettati	Acciaio al carbonio
12	18,2	212	0,10	vapore saturo	10	0,2	5	1/2" ANSI 2500	Filettati	Acciaio al carbonio
13	164,3	350	0,10	Acqua sottoraffreddata	5	0,3	5	1/2" ANSI 2500	Filettati	Acciaio al carbonio
14	164,3	350	0,10	Acqua sottoraffreddata	5	0,3	5	1/2" ANSI 2500	Filettati	Acciaio al carbonio
15	164,3	350	0,10	Acqua sottoraffreddata	5	0,3	5	1/2" ANSI 2500	Filettati	Acciaio al carbonio

Tabella 17 – Valvole di Ritegno

N°	Pressione di progetto MPa	Temperatura di progetto °C	Fluido	Diametro e Rating	Attacchi	Materiale corpo
1	17,3	354	Acqua / Vapore	1/2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inossidabile
2	17,3	354	Acqua / Vapore	1/2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inossidabile
3	2,0	212	Acqua / Vapore	2 1/2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
4	2,0	212	Acqua / Vapore	2 1/2" ANSI300	Flangiati	Acciaio inossidabile
5	17,3	354	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inossidabile
8	17,3	354	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inossidabile
6	17,3	354	Acqua sottoraffreddata	1 1/4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio al carbonio opt. SS
7	17,3	354	Acqua sottoraffreddata	1 1/4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio al carbonio opt. SS
8	17,3	354	Acqua surriscaldata	1 1/2" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio al carbonio opt. SS
9	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
10	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
11	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
12	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
18	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
19	2,0	212	Acqua sottoraffreddata	3/8" ANSI300	Flangiati	Acciaio inossidabile
32	2,0	212	Vapore / aria	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
33	2,0	212	Vapore / aria	1" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile
34	2,0	212	Vapore / aria	1" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inossidabile

Tabella 18 – Valvole di Regolazione

	Diametro e Rating	Fluido	Pressione a monte, MPa (progetto /esercizio)	Pressione di esercizio, MPa (a valle)	Temperatura, °C (Progetto-Esercizio)	Portata massima, kg/s	Materiale corpo
1	2" ANSI 2500	Vapore surriscaldato / saturo	17,25 / 5,5	4,5	353,5 / 300	3,25	Acciaio al carbonio
2	1 1/2" ANSI 2500	Acqua sottoraffreddata	17,25 / 9	6	353,5 / 210	0,8125	Acciaio al carbonio
3	1 1/2" ANSI 2500	Acqua sottoraffreddata	17,25 / 9	6	353,5 / 210	0,8125	Acciaio al carbonio
4	1 1/2" ANSI 2500	Acqua sottoraffreddata	17,25 / 9	6	353,5 / 210	1,625	Acciaio al carbonio
5	3" ANSI 300	Acqua sottoraffreddata	1,6 / 0,3	0,1	100 / 40	0,222	Acciaio al carbonio

Tabella 19 – Valvole manuali a globo

N°	Pressione di progetto, MPa	Temperatura di progetto, °C	Fluido	Diametro e Rating	Attacchi	Materiale del corpo
1	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	4" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
2	2	212,4	Vapore	4" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
3	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
4	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
5	17,25	353,5	Acqua / Vapore	3/4" ANSI 2500	Tasca a saldare	Acciaio inox
6	17,25	353,5	Acqua / Vapore	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
7	17,25	353,5	Acqua / Vapore	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
8	17,25	353,5	Acqua / Vapore	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
9	17,25	353,5	Acqua / Vapore	2" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
10	17,25	353,5	Acqua / Vapore	2" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
11	17,25	353,5	Acqua / Vapore	2 1/2" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
12	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
13	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
14	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
15	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
16	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
17	2	212,4	Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
18	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
19	2	212,4	Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
20	2	212,4	Acqua / Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
21	2	212,4	Vapore	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
22	17,25	353,5	Acqua / Vapore	2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al C / Ottone
23	1,6	100	Acqua sottoraffreddata	2" PN10	Filettati	Acciaio al C / Ottone
24	1,6	100	Acqua sottoraffreddata	2" PN10	Filettati	Acciaio al carbonio
25	1,6	100	Acqua sottoraffreddata	2" PN10	Filettati	Acciaio al C / Ottone
26	1,6	100	Acqua sottoraffreddata	2" PN10	Filettati	Acciaio al carbonio
27	17,25	353,5	Vapore surriscaldato	1" ANSI 2500	Tasca a saldare	Acciaio al carbonio
28	17,25	353,5	Vapore surriscaldato	1" ANSI 2500	Tasca a saldare	Acciaio al carbonio
29	17,25	353,5	Vapore surriscaldato	1" ANSI 2500	Tasca a saldare	Acciaio al carbonio
30	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
31	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
32	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
33	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	4" ANSI 2500	A saldare BW	Acciaio inox
34	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
35	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio inox
36	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inox
37	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inox
38	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inox
39	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inox
40	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio inox
41	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	1/2" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al C / Ottone
42	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
43	2	212,4	Acqua sottoraffreddata	2" ANSI 300	Flangiati	Acciaio al carbonio
44	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	3/4" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
45	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	3/4" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio
46	17,25	353,5	Acqua sottoraffreddata	3/4" ANSI 2500	Flangiati	Acciaio al carbonio

Il valore complessivo stimato da SIET per la voce Valvole assomma a **Euro 461.000**, IVA esclusa. Questo valore è stato calcolato sulla base di offerte recenti (Giugno 2013), tenendo conto di tutte le attività necessarie per il procurement.

5.6 Montaggio del piping e delle valvole

Per il montaggio in opera di piping & fittings di cui al paragrafo 5.4 e di tutte le valvole di cui al paragrafo 5.5, è stato calcolato da SIET un valore complessivo di **Euro 252.000**, IVA esclusa.

Tale valutazione include controlli non distruttivi e coibentazione delle tubazioni; per la parte prefabbricazione/saldature/montaggio in opera si basa su una recente offerta (giugno 2013), mentre per attività complementari, quali controlli non distruttivi e coibentazione si è fatto ricorso a valutazioni basate sull'esperienza.

5.7 Approvvigionamento e installazione di strumentazione e Sistema Acquisizione Dati

La facility SPES-3 deve essere dotata di idonea strumentazione per il rilievo dei parametri caratteristici dell'impianto e per la loro registrazione ed elaborazione durante l'effettuazione degli esperimenti.

E' richiesta la misurazione di n. 601 grandezze fisiche, come dettagliato nella tabella 20 sotto riportata. Nella tabella sono anche indicate le tipologie di strumenti considerati.

Grandezza Fisica	Numero	Strumenti	Note
Pressione	182	trasmettitori di pressione relativa o differenziale, a span variabile	n. 37 pressione relativa + n. 145 pressione differenziale Sono incluse le misure impiegate su misuratori di portata a pressione differenziale
Temperatura	255	Termocoppie di tipo K	n. 180 temperature di fluido + n. 75 temperature di parete metallica Sono escluse n. 120 temperature del fascio di barre riscaldanti, il cui costo è incluso nel attività di approvvigionamento del fascio
Portata di Fluido	58	Orifizi, Venturimetri, Turbine	Sono escluse le portate di fluido bifase
Grandezze elettriche	13	Wattmetri, shunt, voltmetri	n.1 potenza + n.9 corrente + n.3 tensione
Spostamenti lineari ed angolari	93	LVDT e Potenzimetri	-----
TOTALE MISURE	601		

Tabella 20 – Sintesi della strumentazione SPES-3

Per la registrazione ed elaborazione dei segnali della strumentazione è necessario

l'approvvigionamento di un sistema di acquisizione e elaborazione dati dotato di schede per un totale di n. 768 canali.

La valutazione economica di tutte le voci relative alla strumentazione e sistema di acquisizione dati è riassunta nella tabella 21 ed include il valore del materiale e delle attività di procurement, taratura, installazione e cablaggio.

Il valore complesso stimato da SIET corrisponde a **Euro 1.205.000**, IVA esclusa.

FACILITY SPES-3		STRUMENTAZIONE & SISTEMA ACQUISIZIONE DATI						
#	Grandezza Fisica Misurata	Numero Strumenti / Canali SAD	Strumenti / Schede SAD, €	Materiali Accessori €	Procurement €	Taratura €	Installazione & Cablaggio €	Totale, €
1	Pressione (a, b)	182	187.024	82.067	12.467	51.870	73.674	407.102
2	Temperatura, (c, d)	255	16.830	17.348	17.468	48.450	83.028	183.124
3	Portata Fluido (e)	58	125.400	-	7.946	103.994	27.223	264.563
4	Grandezze Elettriche (f)	13	4.191	363	2.740	7.436	3.718	18.448
5	Spostamenti Lineari e Angolari	93	13.504	9.207	6.371	8.835	15.550	53.466
6	TOTALE MISURE	601	346.949	108.985	46.991	220.585	203.192	926.702
7	Sistema Acquisizione Dati	768	106.445	10.138	8.234	57.095	96.611	278.522
8	TOTALE GENERALE		453.394	119.123	55.225	277.680	299.803	1.205.224

Tabella 21 – Valutazione Economica Strumentazione & DAS

5.8 Riepilogo valutazione economica

La tabella sotto riportata riepiloga tutte le voci di valutazione economica illustrate nei paragrafi precedenti.

Descrizione	Valore (IVA Esclusa) €	Riferimenti
Approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti	2.645.000	§ 5.1
Realizzazione ed installazione del Canale Centrale	3.500.000	§ 5.2
Approvvigionamento e installazione pompe primarie	313.000	§ 5.3
Approvvigionamento di piping & fittings	159.000	§ 5.4
Approvvigionamento delle valvole	461.000	§ 5.5
Montaggio del piping e delle valvole	252.000	§ 5.6
Approvvigionamento / installazione strumenti /SAD	1.205.000	§ 5.7
TOTALE	8.535.000	

Tabella 22 – Valutazione Economica per il completamento di SPES-3

In considerazione del grado di approssimazione delle valutazioni effettuate, si ritiene che l'incertezza associata al costo totale per il completamento di SPES-3 sia dell'ordine del 10%.

Dalla valutazione sono escluse alcune voci minori e/o non ancora sufficientemente definibili. In particolare:

- a) eventuali tracciature elettriche che si rendessero necessarie per i serbatoi del contenimento per compensare deviazioni delle capacità termiche rispetto al reattore di riferimento;
- b) la strumentazione speciale per misure bifase;
- c) connessioni elettriche di potenza al fascio di barre riscaldanti;
- d) connessioni meccaniche ai sistemi del secondario ed ausiliari;
- e) i costi ENEA per la gestione del Progetto.

La somma dei costi relativi alle suddette voci rientra comunque nella banda di incertezza con cui è stata effettuata la valutazione economica della facility.

5.9 Potenziali risparmi per collaborazioni con industrie nazionali

La valutazione economica sopra riportata è basata sui normali prezzi di mercato praticati dai vari operatori coinvolti nel progetto. Vengono qui valutati i potenziali risparmi che si conseguirebbero nel caso di coinvolgimento nel Progetto di alcune industrie nazionali che potrebbero co-finanziarlo, con meccanismi diversi, con lo scopo di migliorare la visibilità nel mercato internazionale del settore.

a) Approvvigionamento del fascio di barre riscaldanti

Per la fornitura delle barre riscaldanti è stata considerata la sola offerta di STERN Laboratories inc. di Hamilton, Ontario, Canada in quanto questa organizzazione è considerata, a livello internazionale, quella che offre le maggiori garanzie tecniche per questa tipologia di materiali speciali. L'esperienza del Laboratorio STERN deriva non solo dalla progettazione e realizzazione di *fuel simulators*, ma anche dalla disponibilità di facility sperimentali in grado di provare questi componenti nelle condizioni di reale funzionamento del reattore.

Nel corso del Progetto SPES-3 sono stati collaudati prototipi di barre di fornitura Thermocoax (Francia) e Rotfil, Torino (Italia). I risultati delle prove di collaudo hanno dimostrato che è necessario un ulteriore stadio di sviluppo tecnologico perchè questi fornitori possano raggiungere un'affidabilità accettabile. In tale ottica, è stata considerata l'opzione di intraprendere questa attività di sviluppo con la società italiana Rotfil conseguendo, in tal modo, due obiettivi:

- qualificare una ditta italiana per un'attività di elevato contenuto tecnologico, seppure di nicchia, con possibili ricadute su altre produzioni;
- risparmiare una cifra significativa rispetto all'opzione STERN.

La suddetta attività di sviluppo comporterebbe una forte collaborazione tra Rotfil e SIET per l'effettuazione di varie campagne sperimentali su prototipi di barre (prodotti da Rotfil) presso i Laboratori della SIET sul circuito di prova già utilizzato in passato.

Si stima che la collaborazione Rotfil-SIET possa consentire un risparmio di circa **800.000 Euro**, IVA esclusa, rispetto al valore indicato nel paragrafo 5.1.

b) Realizzazione ed installazione del Canale Centrale

	Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – parte B	02118 VE 13 – Rev.0
		Pagina 41 di 47

La stima dei costi di realizzazione e installazione in opera del Canale Centrale è basata sui valori indicati dalla ATB Riva Calzoni SpA. Questa ditta è stata scelta in quanto, oltre ad essere internazionalmente riconosciuta come industria qualificata per questa tipologia di fornitura, si è dichiarata disponibile a co-finanziare il Progetto per le motivazioni sopra riportate. Tale disponibilità era già stata manifestata, insieme con altre ditte del settore (Morandini, Resta), mediante una lettera inviata al Ministero dello Sviluppo Economico in data 18 Maggio 2012 e recentemente ribadita a SIET e CIRTEN.

Il risparmio conseguibile con il suddetto co-finanziamento è pari a circa **1.300.000 Euro**, IVA esclusa.

c) Attività di General Contracting (SIET)

Per tutte le attività per il completamento dell'impianto SPES-3 si è considerata la SIET S.p.A. come affidataria, da parte dell'ENEA, dell'attività di General Contracting oltre che di alcune attività operative dirette, come peraltro avvenuto per i lavori già completati. Le attività in carico alla SIET sono quindi: Project Management, Quality Assurance, design review, sicurezza, procurement (redazione specifiche tecniche di acquisto, ricerca e qualifica fornitori, emissione ordini, controlli dei materiali in accettazione), interfaccia tecnica con fornitore per lavorazioni speciali, supervisione lavori subappaltati, installazione e verifica strumentazione, sviluppo SW del sistema acquisizione/elaborazione dati, collaudi vari, manutenzioni infrastrutture e servizi, disegni as built e reporting.

Per le attività sopra riportate, le ore-uomo necessarie sono state quotate alle tariffe usualmente applicate per contratti analoghi.

A fronte della possibilità di utilizzare l'impianto SPES-3 per attività commerciali, la SIET ha valutato di poter contribuire al Progetto con un investimento in termini di riduzione delle tariffe orarie del personale.

Conseguentemente è stato stimato un risparmio per il Committente di **550.000 Euro**, IVA esclusa.

Tale contributo dovrà essere preventivamente approvato dal CdA della SIET SpA.

d) Sponsorizzazioni varie

Come evidenziato al capitolo 5, il completamento della facility SPES-3 richiede, oltre alla realizzazione di componenti speciali (Canale Centrale, fascio di barre riscaldanti), anche la fornitura di materiali standard (piping & fittings, valvole, strumenti, ecc.).

Per quest' ultime forniture, è possibile richiedere ai produttori/fornitori contributi in termini di sconti speciali a fronte di azioni pubblicitarie come, ad esempio, l'esposizione del loro marchio presso la facility e la citazione sulle pubblicazioni internazionali prodotte nel corso della vita dell'impianto.

Questo meccanismo di sponsorizzazione viene citato per completezza di informazione ma, allo stato, non è possibile quantificarlo.

e) Accordi di partnership con co-beneficiari

Le valutazioni di cui sopra sono state effettuate al netto dell'IVA, come è usuale per le transazioni

commerciali. Al valore finale dovrà essere aggiunta l'IVA con l'aliquota attualmente vigente (21%). Nel caso, come fin qui avvenuto, i fondi ministeriali per lo SPES-3 venissero assegnati all'ENEA come Committente delle opere, il valore di riferimento per il completamento dell'impianto SPES-3 è quello IVA compresa in quanto l'ENEA non può usufruire della detrazione dell'IVA.

Se però venissero messi in atto accordi di partenariato per cui le imprese coinvolte nell'attività venissero considerate co-beneficiarie, l'IVA potrebbe essere omessa, in quando i soggetti beneficiari sarebbero in questo caso soggetti sia attivi che passivi rispetto all'IVA e potrebbero quindi usufruire della detrazione.

Questo aspetto viene riportato per completezza di informazione e andrà approfondito nelle sedi competenti.

f) Riepilogo dei potenziali risparmi

Sommando i contributi di tutte le voci quantificate ai precedenti punti a), b), c), il risparmio totale, rispetto al valore riportato in tabella 22, è pari a circa **2.650.000 Euro**, IVA esclusa. Tale valore potrà essere incrementato dai contributi derivanti da sponsorizzazioni varie.

Nel caso di accordi di partenariato con co-beneficiari (punto e) potrebbe anche essere risparmiata l'IVA sul contratto al general contractor SIET.

6. TEMPI PER IL COMPLETAMENTO DEL PROGETTO

	Valutazione dei costi per la realizzazione della configurazione originale della Facility SPES-3 presso la SIET – parte B	02118 VE 13 – Rev.0
		Pagina 43 di 47

Il tempo per il completamento della facility è stimato in circa 2,5 anni, senza considerare eventuali interruzioni legate alla indisponibilità dei fondi.

Nella figura 11 è riportato una programma temporale con le principali linee di attività del Progetto e con quello che allo stato attuale si stima essere il percorso critico (in rosso).

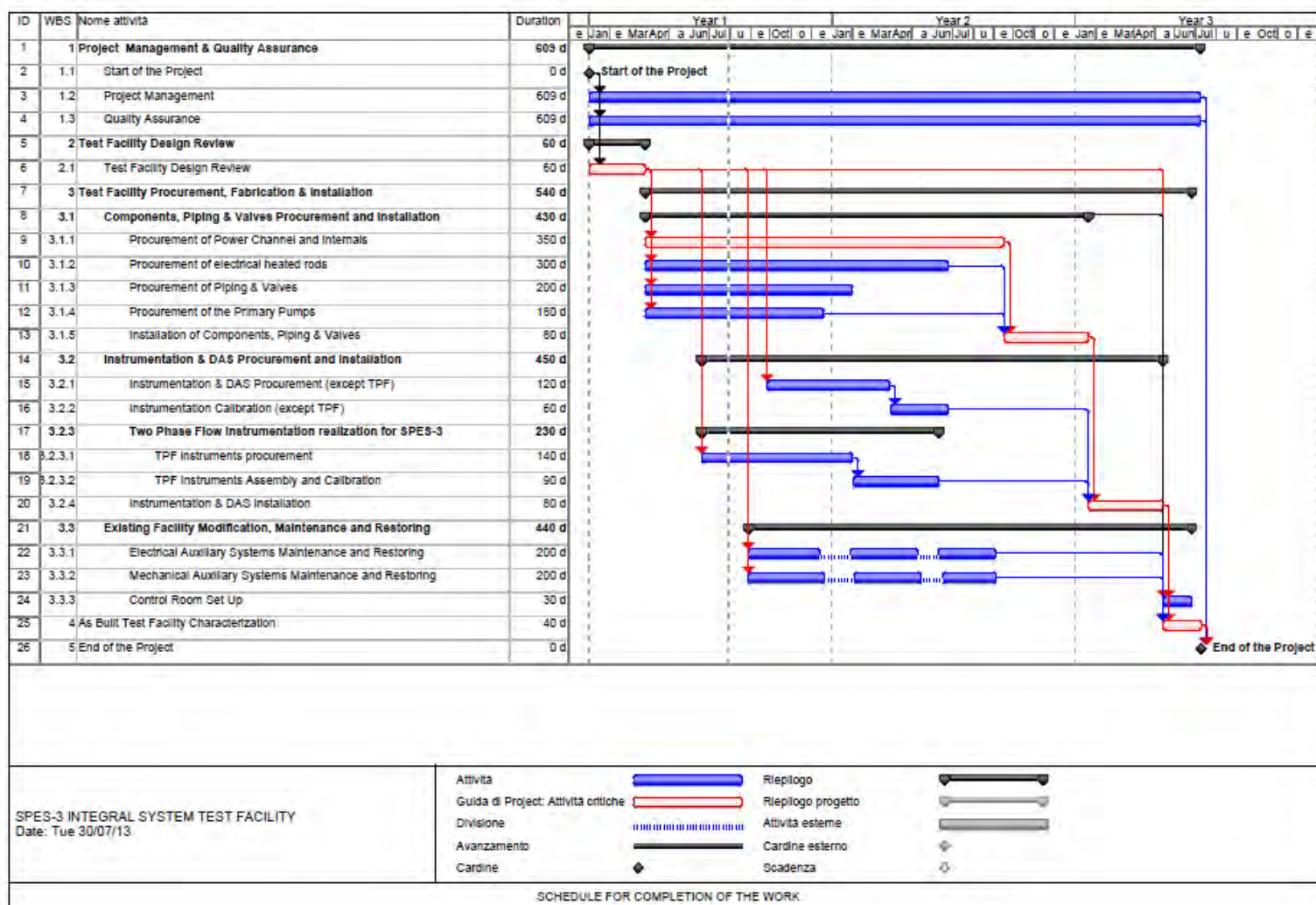


Figura 11 – Programma temporale per il completamento di SPES-3

7. CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE

Le valutazioni economiche ed i tempi indicati ai precedenti capitoli 5 e 6 sono state effettuate nell'ipotesi di operare sul mercato senza particolari vincoli derivanti dall'applicazione del codice degli appalti pubblici (D.lgs. 163/2006).

Poichè i lavori dovrebbero essere finanziati prevalentemente con fondi pubblici, è presumibile invece che il Codice degli Appalti Pubblici debba essere applicato. Ciò comporta svantaggi e vantaggi:

- gli svantaggi derivano da un incremento dei tempi e dei costi dell'attività di procurement per la necessità di dover istruire delle gare europee per la maggior parte delle forniture, tranne in casi particolari in cui la specificità del prodotto e/o il co-finanziamento possano giustificare l'affidamento diretto (es.: Canale Centrale, barre riscaldanti opzione Rotfil);
- i vantaggi derivano dai maggiori risparmi che presumibilmente si potrebbero conseguire nel caso fosse l'ENEA a provvedere direttamente all'acquisizione di alcune forniture di materiali standard (strumenti, schede acquisizione dati, ecc.), potendo accedere a convenzioni CONSIP o al MEPA (Mercato Elettronico della Pubblica Amministrazione).

Una stima economica degli effetti di quanto sopra non è oggetto del presente lavoro.

8. CONCLUSIONI

Dalla valutazione economica effettuata risulta che, per il completamento della facility SPES-3 presso la SIET SpA di Piacenza, sono necessari fondi pari a circa **8,5 M€, IVA esclusa (circa 10,3 M€ IVA inclusa)** ed un tempo complessivo di 2,5 anni.

Da una prima analisi dei possibili risparmi legati soprattutto al co-finanziamento delle imprese industriali coinvolte nel Progetto, è stato stimato un possibile risparmio di circa **2,65 M€** che ridurrebbe il costo totale a circa **5,9 M€ IVA esclusa (circa 7,1 M€ IVA inclusa)**.

Nel caso che i principali operatori industriali coinvolti, e che si sono dichiarati disponibili al co-finanziamento, venissero considerati co-beneficiari, i valori di riferimento per il committente sarebbero quelli IVA esclusa.

Si ritiene quindi che la soluzione più vantaggiosa dal punto di vista economico sia quella di un accordo di partnerariato con i co-beneficiari.

9. RIFERIMENTI

- [1] ENEA FPN-P9LU-029 (SIET 01334RT07), “Conceptual design of the SPES3-IRIS facility”, 5/9/2008
- [2] ENEA FPN-P9LU-029 (SIET 1488ST09), “Impianto SPES3 - Progetto esecutivo: Elenco elaborati”
- [3] ENEA FPN-P9LU-030 (SIET 01338ST07), “Impianto SPES3 - Progetto esecutivo: Specifica tecnica dei serbatoi”, 19/03/2009
- [4] ENEA FPN-P9LU-031 (SIET 01487ST09): “Impianto SPES3 – progetto esecutivo: dimensionamento e caratteristiche delle tubazioni”, 25/03/09
- [5] ENEA FPN-P9LU-032 (SIET 01466ST08): “Impianto SPES3 – progetto esecutivo: dimensionamento e caratteristiche delle valvole”, 25/03/09
- [6] ENEA FPN-P9LU-033 (SIET 01455ST08), “SPES3-IRIS: Caratteristiche tecniche della strumentazione e del sistema di acquisizione dati, regolazione e controllo dell'impianto”, 13/03/09
- [7] SIET 1519ST09, “Specifica tecnica per la progettazione esecutiva del Canale Centrale del simulatore sperimentale del reattore IRIS
- [8] SIET 01556 ED 10, “Dossier di progettazione del canale centrale dell'impianto SPES-3: Elenco documenti”, 29/03/10
- [9] SIET 01593 ED 10, “Dossier di progettazione del canale centrale dell'impianto SPES-3: Specifiche e Relazioni”, 29/03/10
- [10] SIET 01594 ED 10, “Dossier di progettazione del canale centrale dell'impianto SPES-3: Disegni”, 29/03/10
- [11] SIET 01595 ED10, “Dossier di progettazione del canale centrale dell'impianto SPES-3: Note e rapporti di calcolo”, 29/03/10
- [12] SIET 01595 ED, “Dossier di progettazione del canale centrale dell'impianto SPES-3: Note e rapporti di calcolo”, 29/03/10
- [13] SIET 01559 ST09, “Progettazione Canale Centrale SPES3: Installazione strumentazione”, 23/03/10
- [14] SIET 01558 ST09, “Progettazione Canale Centrale SPES3: Movimentazione ed installazione sulla struttura”, 26/02/10
- [15] SIET 01662 RT10, “Impianto SPES3 – Design Review del Piping”, 24/09/10