

ENEA

Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Progettazione e predisposizione del sito per l'impianto sperimentale SPES-3

Marco Rigamonti



Report RSE/2009/73



Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Progettazione e predisposizione del sito per l'impianto sperimentale SPES-3

Marco Rigamonti



PROGETTAZIONE E PREDISPOSIZIONE DEL SITO PER L'IMPIANTO SPERIMENTALE SPES-3

Marco Rigamonti (SIET)

Gennaio 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

Tema: Nuovo Nucleare da Fissione

Responsabile Tema: Stefano Monti, ENEA

INDICE

Lista delle tabelle	3
Lista delle figure	4
Introduzione e scopo	5
1. SPES-3, CONSIDERAZIONI GENERALI	5
2. ALLESTIMENTO DELL'IMPIANTO SPES-3 SULLA STRUTTURA SPES-2	6
2.1 SMANTELLAMENTO DELL'IMPIANTO SPES-2	6
2.1.1 Rimozione delle coibentazioni	9
2.1.2 Recupero dei componenti	9
2.2. UBICAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO	9
3. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO SPES-3 SU UNA NUOVA STRUTTURA	22
3.1 COMPONENTI E STRUTTURE COMUNI AI DUE IMPIANTI	24
3.2 PREDISPOSIZIONE DEL SITO	28
3.2.1 Progettazione della nuova struttura	28
3.2.2 Rimozione dell'ascensore	28
3.2.3 Spostamento e nuovo cablaggio dei quadri elettrici	29
3.2.4 Realizzazione di un nuovo ascensore	29
3.2.5 Modifica alle sbarrature di potenza di alimentazione delle barre riscaldanti	29
3.2.6 Modifica alle tubazioni di connessione agli impianti ausiliari	30
3.2.7 Montaggio dei componenti, sequenza delle operazioni	30
3.2.8 Apparecchi di sollevamento	31
3.3 ATTIVITA' SVOLTE	34
3.3.1 Movimentazione dei quadri elettrici SPES-2	34
3.3.2 Progettazione esecutiva della nuova struttura	34
4. CONCLUSIONI	46

LISTA DELLE TABELLE

Tab. 1 - Componenti principali	6
Tab. 2 – Tubazioni	7
Tab. 3 – Valvole	7
Tab. 4 – Strumentazione	7

LISTA DELLE FIGURE

Fig.1 - Vista parziale dell'impianto SPES-2	8
Fig.2 - Flow sheet dell'impianto SPES-2	8
Fig.3 - Allestimento SPES-3 sull'esistente struttura SPES-2	11
Fig.4 – Facility SPES-3, pianta del secondo piano	12
Fig.5 – Facility SPES-3, pianta del terzo piano	13
Fig.6 – Facility SPES-3, pianta del quarto piano	14
Fig.7 – Facility SPES-3, pianta del quinto piano	15
Fig.8 – Facility SPES-3, pianta del sesto piano	16
Fig.9 – Facility SPES-3, pianta del settimo piano	17
Fig.10 – Facility SPES-3, pianta dell'ottavo piano	18
Fig.11 – Facility SPES-3, pianta del nono piano	19
Fig.12 – Facility SPES-3, pianta del decimo piano	20
Fig.13 – Facility SPES-3, pianta dell'undicesimo piano	21
Fig.14 – Vano che ospiterà la nuova struttura, parzialmente occupato dall'ascensore e dai quadri elettrici delle pompe primarie SPES-2	23
Fig.15 – SPES-2, sala manovra	24
Fig.16 – Gruppi di trasformazione AT/MT	25
Fig.17 – Pompe per la feedwater (vista da E)	25
Fig.18 – Pompe per la feedwater (vista da N)	25
Fig.19 – Separatore per la raccolta del vapore scaricato	26
Fig.20 – Gruppo convertitore AC/DC (4MW)	26
Fig.21 – Trasformatore 4MW Fig.22	26
Fig.22 – Trasformatore 8MW	27
Fig.23 – Gruppo convertitore AC/DC (8MW)	27
Fig.24 – Attuale posizione dell'ascensore nel futuro vano SPES-3	32
Fig.25 – Quadri d'alimentazione SPES-2 nella posizione originaria	32
Fig.26 – Sistema di sbarre per alimentazione PC	32
Fig.27 – Movimentazione dei principali componenti	33
Fig.28 – Quadri d'alimentazione SPES-2 nella nuova ubicazione	34
Fig.29 – Allestimento SPES-3 sulla nuova struttura	35
Fig.30 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del secondo piano	36
Fig.31 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del terzo piano	37
Fig.32 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del quarto piano	38
Fig.33 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del quinto piano	39
Fig.34 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del sesto piano	40
Fig.35 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del settimo piano	41
Fig.36 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta dell'ottavo piano	42
Fig.37 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del nono piano	43
Fig.38 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del decimo piano	44
Fig.39 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta dell'undicesimo piano	45

Introduzione e scopo

L'IRIS (International Reactor Innovative and Secure) è un reattore nucleare di generazione 3+ ad acqua in pressione da 1000 MW termici. I principali componenti del circuito primario e dei circuiti secondari sono contenuti all'interno del recipiente in pressione, in particolare esso contiene: il combustibile, le barre di controllo, le pompe primarie di circolazione, il pressurizzatore ed i generatori di vapore.

Al fine di ottenere la certificazione del progetto (prevista per il 2015) l'USNRC ha richiesto l'esecuzione di una campagna di test termoidraulici di tipo integrato e ad effetti separati.

I test verranno effettuati su un impianto sperimentale, denominato SPES-3, che è giunto alla fase finale della progettazione e che verrà realizzato, nell'ambito dell'accordo di programma ENEA-MSE, presso la SIET a Piacenza.

Per quanto riguarda la collocazione dell'impianto SPES-3 all'interno dell'area sperimentale SIET sono state esaminate le seguenti soluzioni:

- 1) allestimento dello SPES-3 sulla struttura preesistente e conseguente smantellamento dell'impianto SPES-2 con mantenimento dei servizi ausiliari di uso comune, considerato che l'impianto sperimentale SPES-3 è, per volumetria ed elevazione, molto simile all'esistente SPES-2.
- 2) costruzione di una nuova struttura appositamente realizzata per ospitare SPES-3 in un vano adiacente e simmetrico alla struttura esistente. Questa soluzione consentirebbe il mantenimento dello SPES-2 che potrebbe essere utilizzato per esperimenti futuri. SPES-3 utilizzerà i sistemi ausiliari esistenti.

Il rinnovato interesse del governo italiano per il nucleare ha praticamente opzionato la seconda soluzione che prevede di realizzare una nuova struttura portante e di mantenere l'impianto SPES-2 che potrebbe essere in futuro utilizzato, senza sostanziali modifiche, per l'esecuzione di campagne sperimentali finalizzate ad approfondire le conoscenze sul reattore AP1000 e di soddisfare eventuali richieste dell'Autorità di Sicurezza Italiana nell'ipotesi che tale reattore sia preso in considerazione per il futuro piano energetico nazionale.

Sulla base di quanto sopra riportato, il presente documento definisce gli interventi da effettuare al fine di predisporre le aree per l'installazione del nuovo impianto SPES-3 nelle due ipotesi alternative sopraccitate e descrive le attività svolte per procedere all'installazione della nuova struttura di supporto.

1. SPES-3, CONSIDERAZIONI GENERALI

L'impianto SPES-3 è un simulatore sperimentale del reattore IRIS.

La simulazione di incidenti di rottura di tubazioni del circuito primario e secondario a partire dalle stesse condizioni nominali termofluidodinamiche del reattore, permette di studiare il comportamento globale del sistema e l'efficacia dei dispositivi di sicurezza.

Lo SPES-3 simula i circuiti primario, secondari e contenimento del reattore IRIS a piena elevazione e con un rapporto 1:100 in volume. Cio' significa indicativamente un'altezza di circa 30 m ed un ingombro in pianta di circa 60 m². Il primario ed i generatori di vapore sono inclusi in un simulatore del recipiente in pressione,

mentre la pompa di circolazione è esterna. I vari comparti del sistema di contenimento di IRIS sono simulati in SPES-3 per mezzo di serbatoi collegati da tubazioni. L'impianto è costituito da circuiti a pressioni diverse: il primario ed i tre circuiti secondari ad alta pressione ($P \text{ prog.} = 17.25 \text{ MPa}$, $T \text{ prog.} = 353.5 \text{ }^\circ\text{C}$), ed il contenimento a bassa pressione ($P \text{ prog.} = 2.0 \text{ MPa rel.}$, $T \text{ prog.} = 212.4 \text{ }^\circ\text{C}$).

2. ALLESTIMENTO DELL'IMPIANTO SPES-3 SULLA STRUTTURA SPES-2

L'impianto SPES-2 è installato all'interno della ex centrale termoelettrica Emilia che ospita gran parte degli impianti sperimentali SIET. La Centrale fu costruita negli anni venti e definitivamente dismessa nel 1984.

Tutti i componenti dell'impianto SPES-2, così come il suo predecessore SPES, sono sostenuti e vincolati ad una struttura in carpenteria metallica che si sviluppa dal piano governo dell'edificio centrale sino al sottotetto, per una elevazione complessiva di 28,5 m. La struttura è suddivisa in 8 piani tutti accessibili sia tramite ascensore adiacente alla struttura sia tramite scale interne. Il peso della struttura metallica e dei componenti d'impianto viene parzialmente scaricato sulle travature in cemento armato proprie dell'edificio della Centrale Emilia. In figura 1 è riportata una vista parziale della struttura che ospita l'impianto.

2.1 SMANTELLAMENTO DELL' IMPIANTO SPES-2

Il posizionamento dell'impianto SPES-3 all'interno della struttura che ospita lo SPES-2 implica la rimozione di componenti e tubazioni attualmente presenti nell'area stessa. Fanno eccezione le apparecchiature ausiliarie di tipo idraulico, pneumatico ed elettrico che saranno riutilizzate per l'impianto SPES-3 con modifiche non sostanziali. La figura 2 fornisce una rappresentazione schematica dell'impianto SPES-2 con i principali componenti da smantellare.

Le caratteristiche delle principali apparecchiature e tubazioni da rimuovere, previa rimozione della coibentazione (vedi par. 2.1.1), sono descritte nelle seguenti tabelle. Tutti i componenti verranno smaltiti ad eccezione di quelli riportati nel paragrafo 2.1.2

TAB. 1 - COMPONENTI PRINCIPALI

Pos.	Descrizione	N.	Materiale	Di [mm]	H [m]	Volume [dm ³]	Peso [kg]
1	Canale di Potenza - PC *	1	SA312 TP 316	216	10.45	218.75	2715
2	Generatore di Vapore - SG **	3	SA 182 – F304	173.1 423.0 ***	15.59	388	2960
3	Pressurizzatore - PR	1	X 2 Cr Ni Mo A 105 - AISI 304	134	6.80	95.4	800
4	Pompe primarie - PP	2	A182 F 6 NM	--	--	--	2500
5	Centraline di lubrificazione e tenuta PP	1					
6	Core Make up Tank - CMT	2	A 105/106	242	7.10	537	2450
7	In Containment Water Storage Tank	1	A 312 TP 304	****	9.03	5540	
8	Accumulatori - ACC	2	A312 TP 321	248	3.043	143	300

TAB. 2 - TUBAZIONI

Pos	Tubazioni	Materiale	Dimensioni	Lunghezza Totale [m]	Peso Totale [kg]
9	<ul style="list-style-type: none"> - hot legs (3" sch 80) - cold legs (3" sch 160) - pump suction (3" sch160 - 8" sch 160) - surge line (1" 1/2 sch 160) - balance lines - PRHR supply lines (3/4" sch 80 - 1" sch 80) - PRHR return lines 	Acciaio inox	3/4" - 8"	≈ 370	≈ 3200

TAB. 3 - VALVOLE

Pos	Valvole	Materiale	Dimensioni	Quantità	Peso
10	<ul style="list-style-type: none"> - valvole pneumatiche di regolazione - valvole di non ritorno a pistone - valvole di non ritorno a molla - valvole a sfera - valvole a globo manuali - valvole di sicurezza 	A 105 A 182 AISI 316 ASTM 182 F 22	3/4" - 8"	74	n.d.

TAB. 4 - STRUMENTAZIONE

Pos	Misuratori di portata	Materiale	Dimensioni	Quantità	Peso
11	<ul style="list-style-type: none"> - tubi di Venturi - orifici 	A 105- A 182 AISI 316	3/4" - 2"	28	n.d.



Fig. 1 - Vista parziale dell'impianto SPES-2

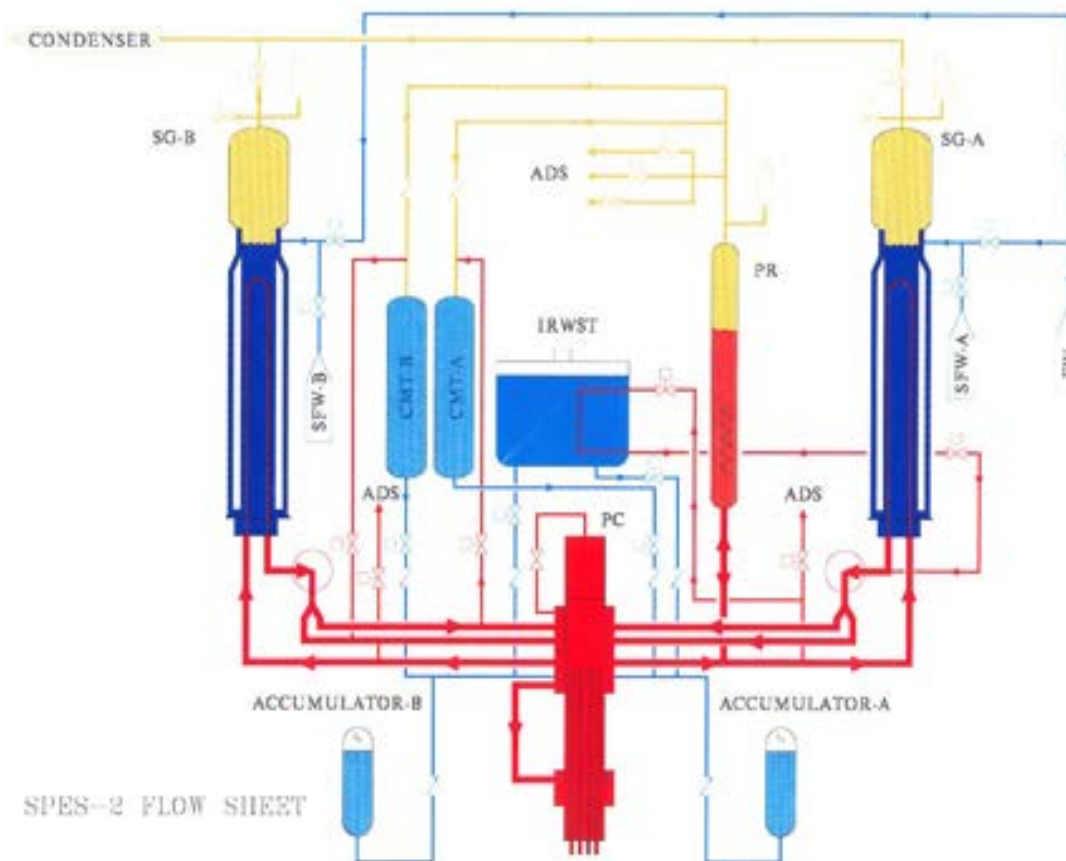


Fig.2 - Flow sheet dell'impianto SPES-2

2.1.1 Rimozione delle coibentazioni

Prima di procedere allo smantellamento dello SPES-2 è necessario effettuare la rimozione della coibentazione posta su gran parte dei componenti e delle tubazioni che costituiscono l'impianto sperimentale. La coibentazione è costituita da lana di roccia rivestita con un lamierino di contenimento in alluminio. In un numero limitato di posizioni è presente come coibente fibra ceramica.

Le operazioni necessarie alla rimozione sono le seguenti:

- montaggio dei necessari ponteggi;
- approntamento del confinamento statico in grado di contenere, nell'area di lavoro, le fibre di lana di roccia e le polveri provocate dalla scoibentazione dei manufatti;
- rimozione dei lamierini di contenimento;
- rimozione del coibente con eventuale utilizzo di liquido fissativo;
- inserimento del coibente rimosso all'interno di "big bag" omologati;
- trasferimento del materiale in discarica autorizzata.

I vari materiali utilizzati per la coibentazione dell'impianto non contengono fibre d'amianto. In ogni caso l'azienda incaricata delle operazioni dovrà predisporre tutti gli accorgimenti e dotarsi di tutte le attrezzature al fine di minimizzare la dispersione delle fibre nell'ambiente circostante.

2.1.2 Recupero dei componenti

Tutti i componenti, le flangiature e le tubazioni saranno smaltiti ad esclusione delle seguenti parti d'impianto che dovranno essere recuperate senza danneggiamento e stoccate all'interno di un apposito magazzino sito all'esterno nell'area SIET:

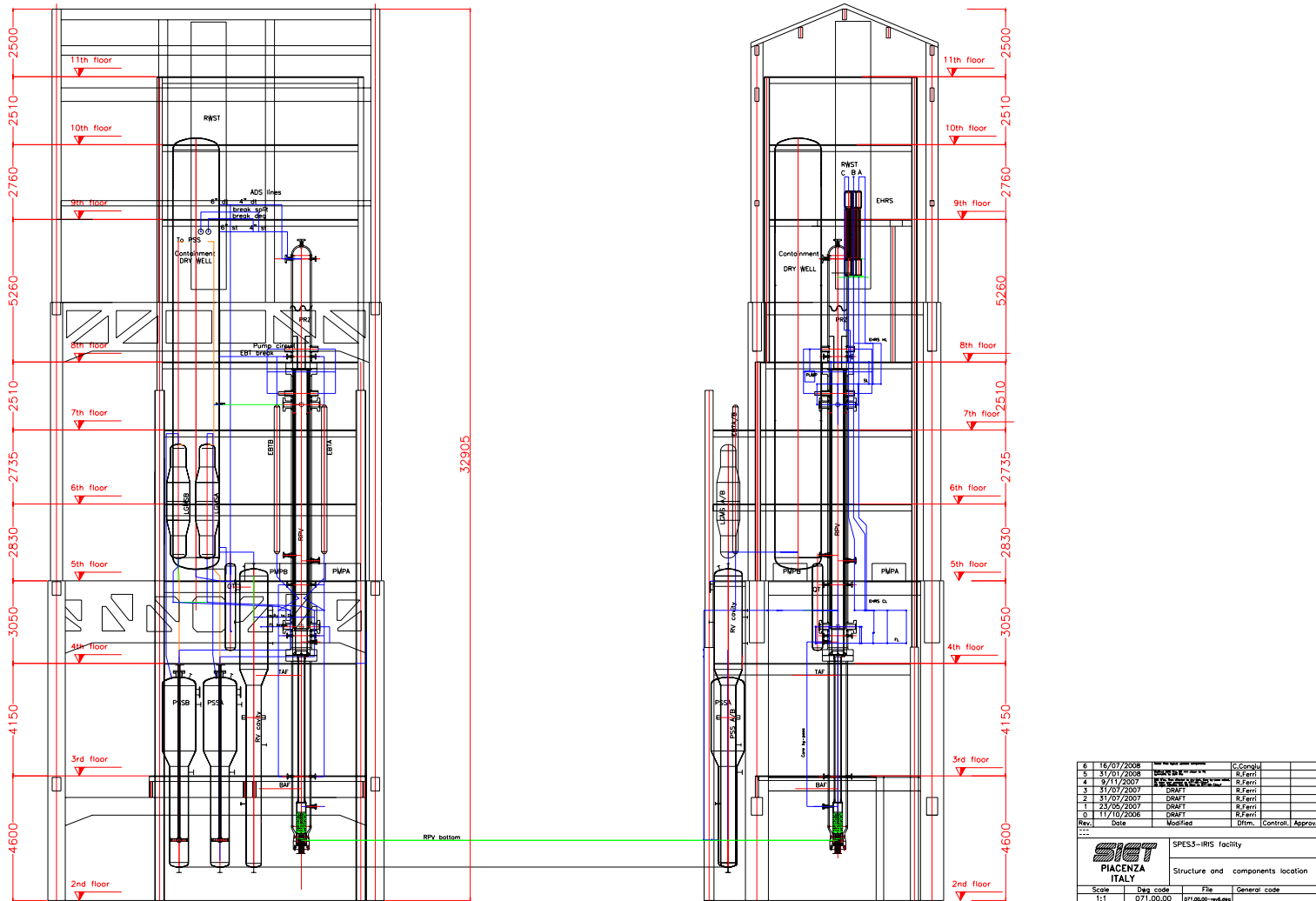
- valvole (tab.3);
- tutta la strumentazione (orifizi, tubi di venturi...) ad eccezione delle termocoppie;
- vessel del pressurizzatore (pos. 3, tab. 1);
- centraline di lubrificazione* e tenuta delle pompe primarie (pos. 5, tab. 1);
- accumulatori (pos. 8, tab. 1).

2.2. UBICAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO

L'allestimento dell'impianto SPES-3 all'interno della struttura esistente è riportata in figura 3. I piani di accesso ai componenti attualmente esistenti sulla struttura SPES-2 verranno mantenuti pur con le modifiche necessarie per l'installazione dei nuovi componenti. I disegni in pianta di ciascun piano della struttura SPES-3 con i relativi componenti sono mostrati nelle figg. 4 – 13. In alcuni casi insieme alla pianta viene riportato un secondo disegno che mostra (in verde) componenti posizionati a piani diversi ma collegati con piping ai componenti del piano descritto.

In ogni caso pur mantenendo inalterata gran parte della struttura esistente sarà necessario procedere ai seguenti lavori di adattamento/modifica:

- eventuali modifiche alla struttura necessarie per alloggiare i nuovi componenti;
- progettazione e realizzazione di interventi di rinforzo nei punti della struttura che non sono in grado di supportare l'incremento dei carichi;
- fornitura e posa di un carroponete avente portata di 20 t per consentire il posizionamento dei componenti del nuovo impianto;
- realizzazione e posa degli elementi di supporto (pattini, guide, staffe etc.);
- smontaggio e ripristino di parti di struttura, grigliati e parapetti necessari per l'installazione dei componenti;
- verniciatura con antiruggine delle nuove parti o delle parti modificate;
- verniciatura con smalto di tutta la struttura, sia esistente che modificata;
- estensioni della struttura con piani, scale, ballatoi aggiuntivi, che si rendessero necessarie per raggiungere determinati punti durante l'esercizio.



6	16/07/2008		C.Gonatti	
5	31/07/2008		R.Ferri	
4	9/11/2007		R.Ferri	
3	31/07/2007		R.Ferri	
2	31/07/2007	DRAFT	R.Ferri	
1	23/06/2007	DRAFT	R.Ferri	
0	11/10/2006	DRAFT	R.Ferri	
Rev.	Date	Modified	Difm.	Control. Approv.
...				
SPES3-IRIS facility				
PIACENZA ITALY				
Structure and components location				
Scale	Dep. code	File	General code	
1:1	071.00.00	071.00.00-m-6.dwg		

Fig. 3 - Allestimento SPES-3 sull'esistente struttura SPES-2

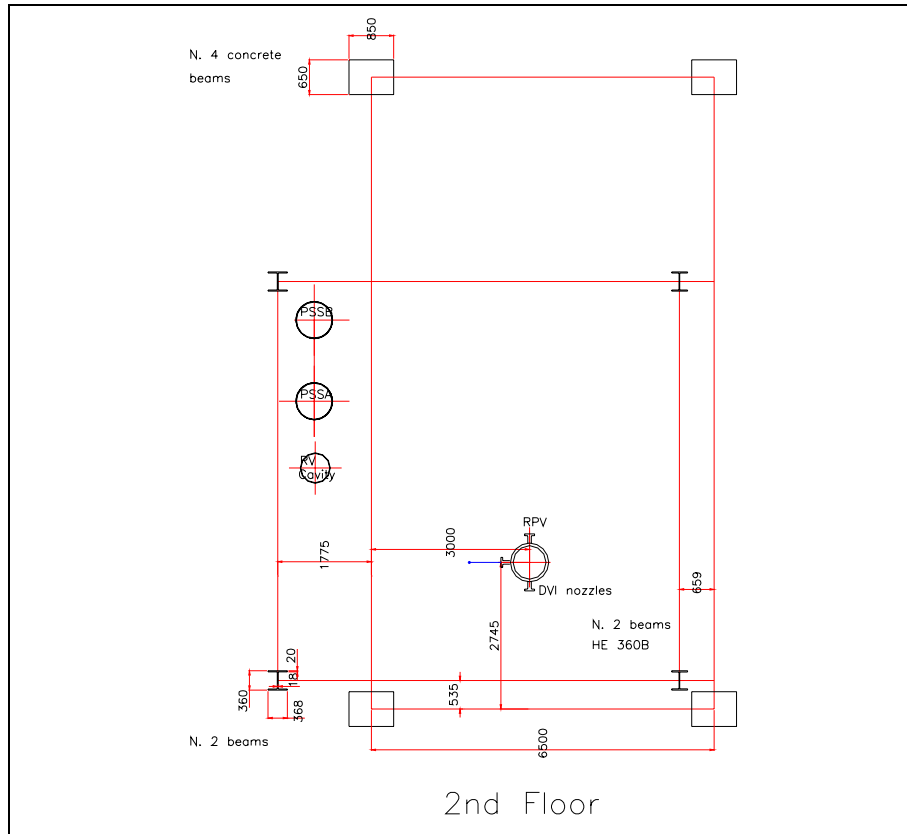


Fig.4 – Facility SPES-3, pianta del secondo piano

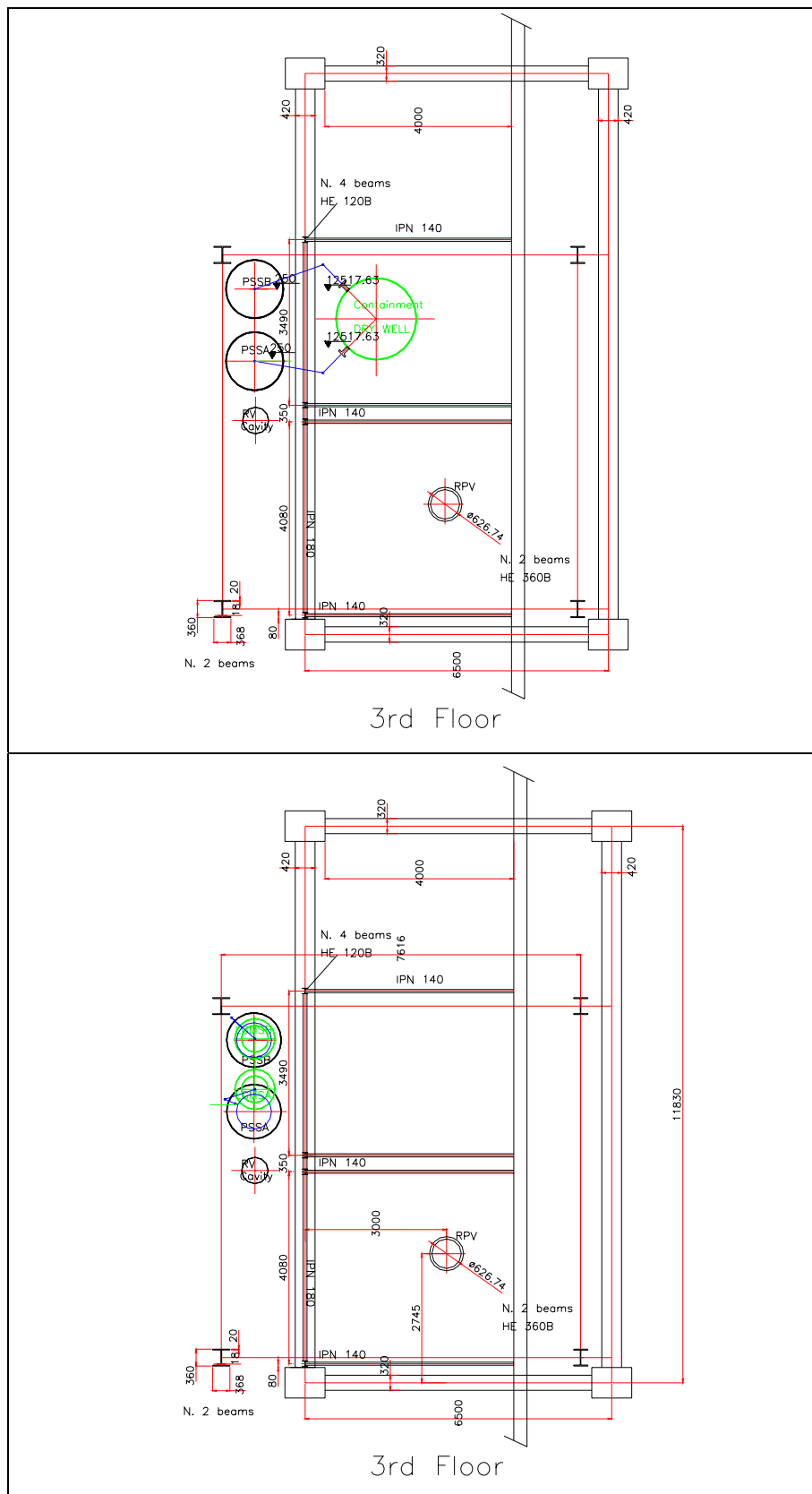


Fig.5 – Facility SPES-3, pianta del terzo piano

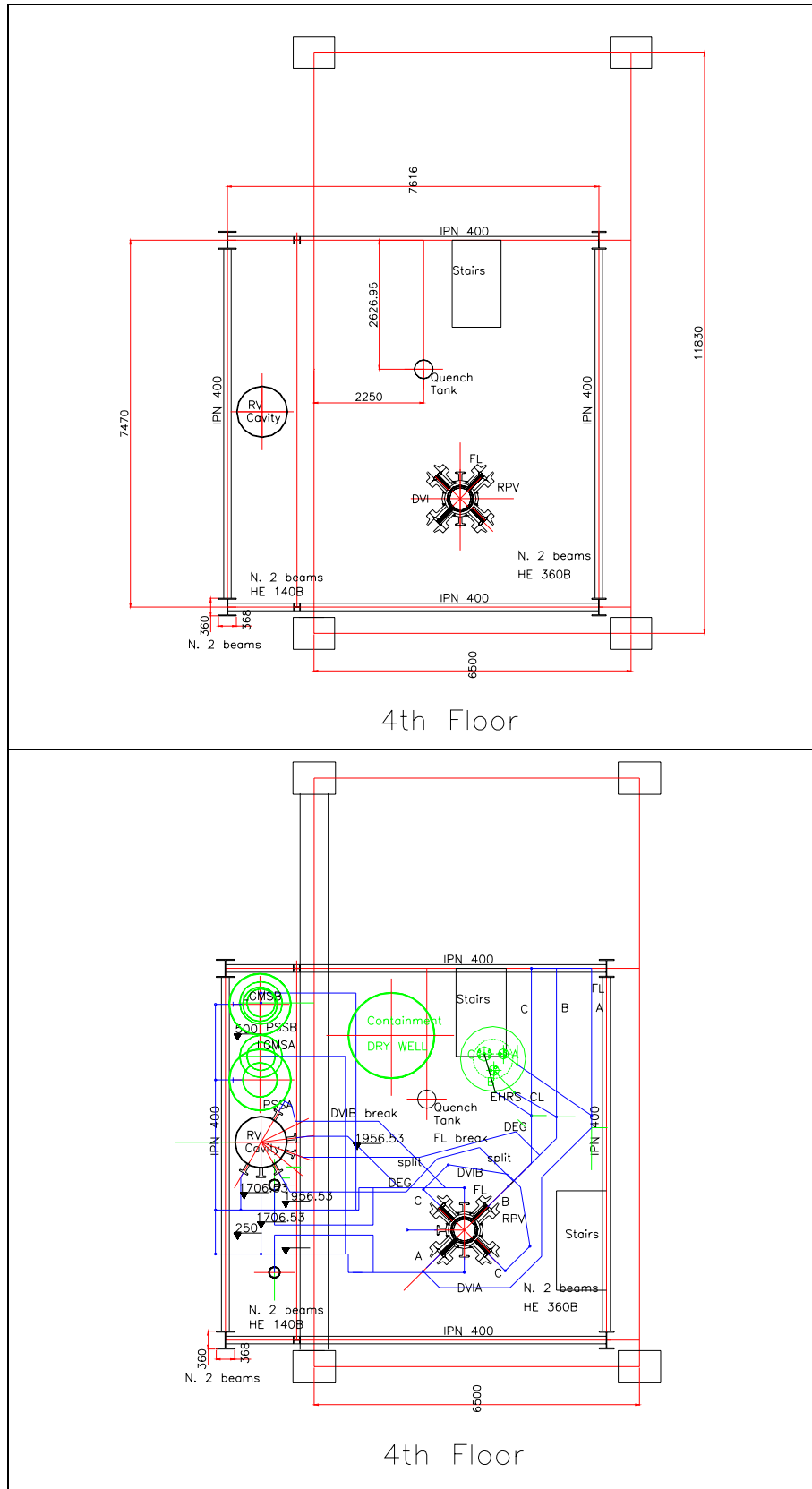


Fig.6 – Facility SPES-3, pianta del quarto piano

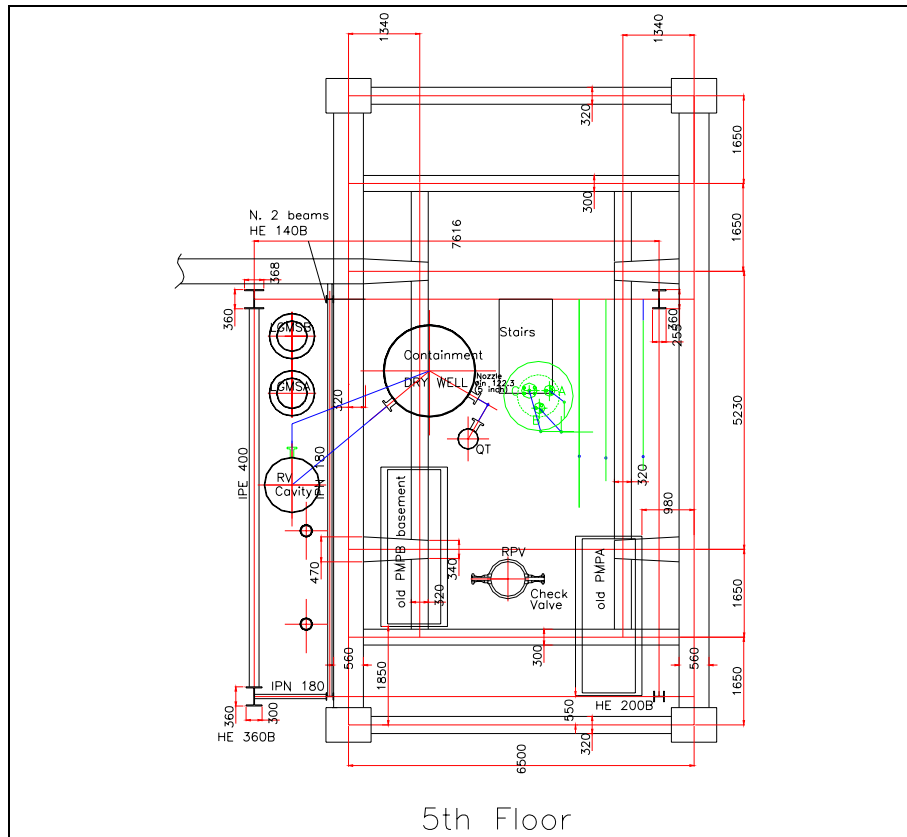


Fig.7 – Facility SPES-3, pianta del quinto piano

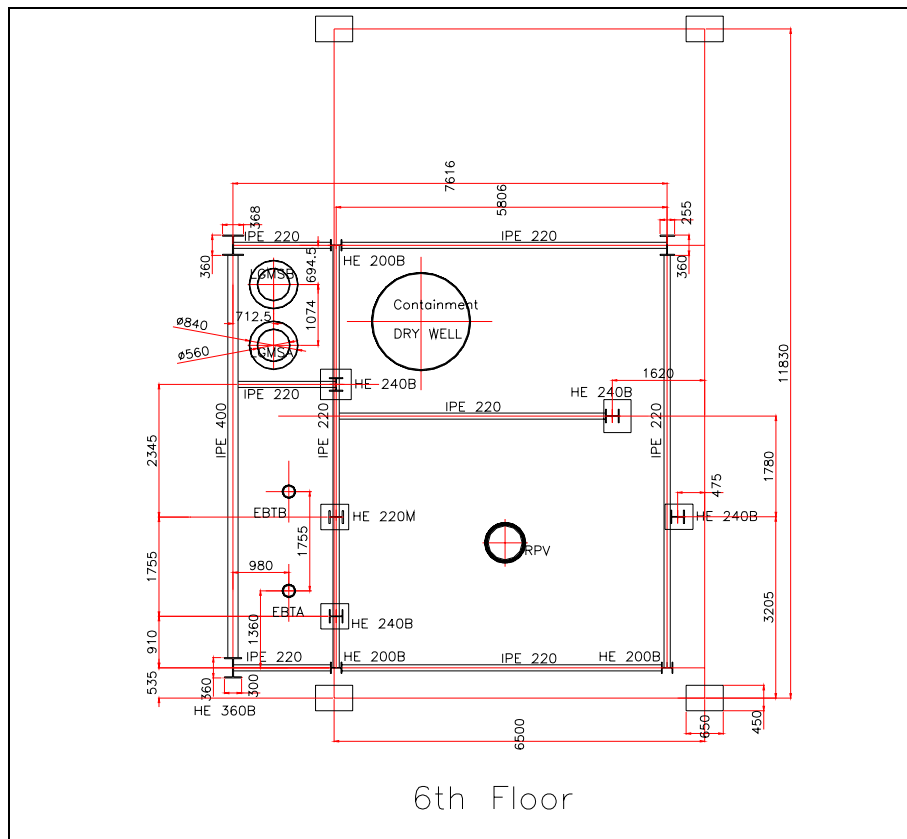


Fig.8 – Facility SPES-3, pianta del sesto piano

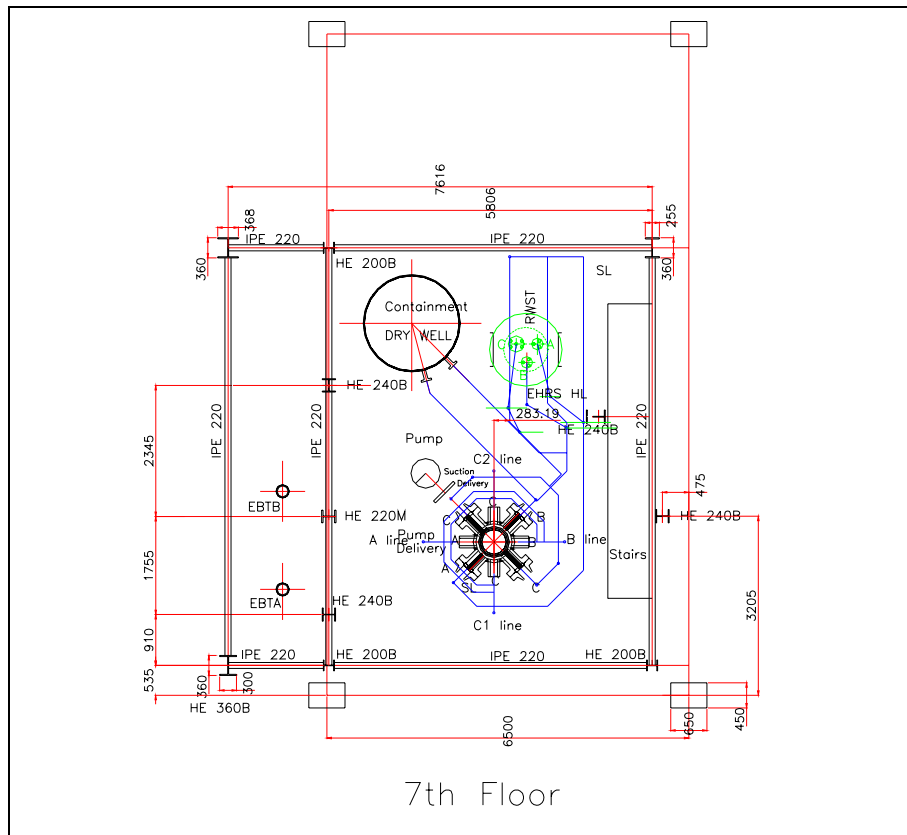


Fig.9 – Facility SPES-3, pianta del settimo piano

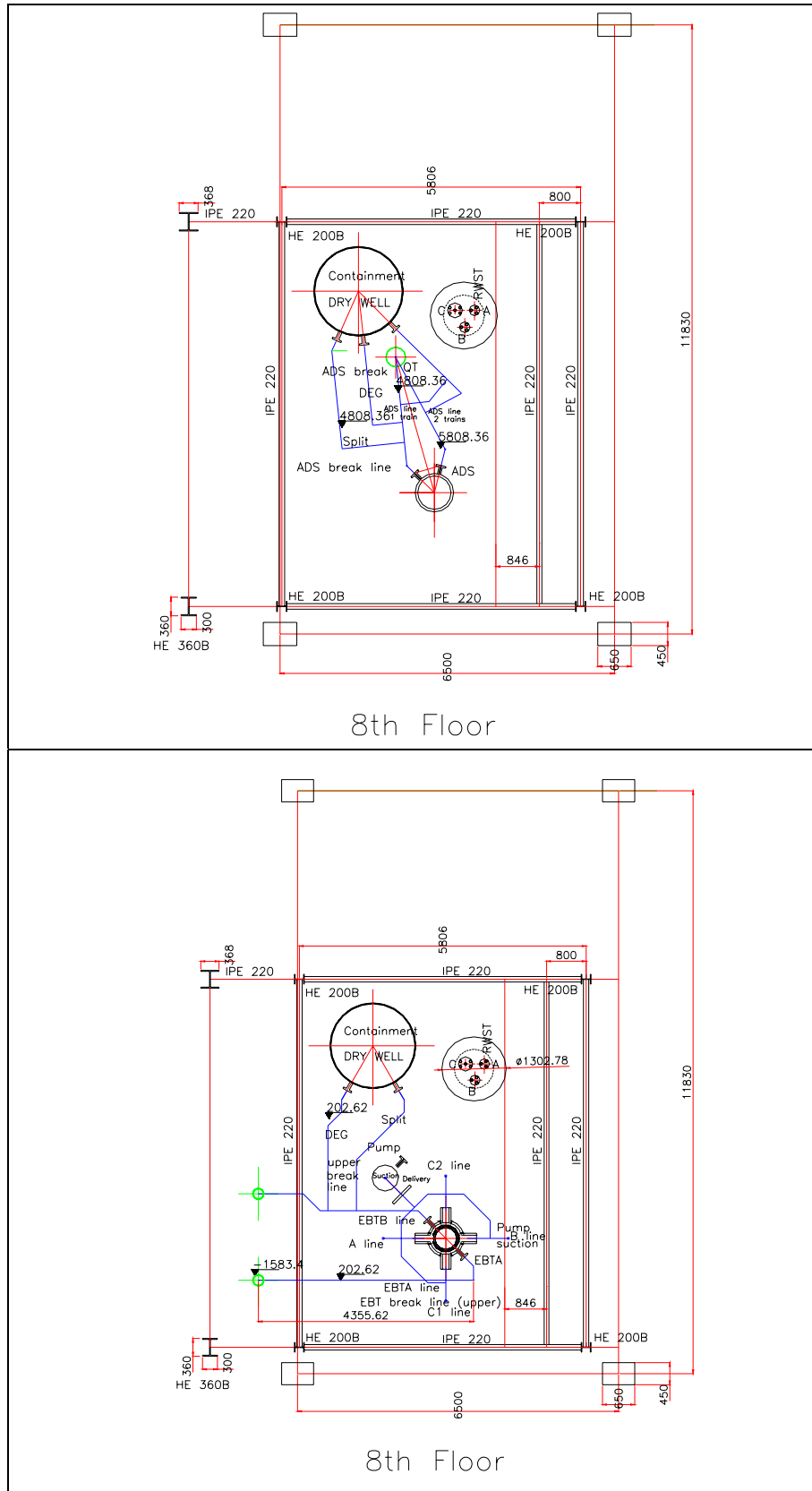


Fig.10 – Facility SPES-3, pianta dell’ottavo piano

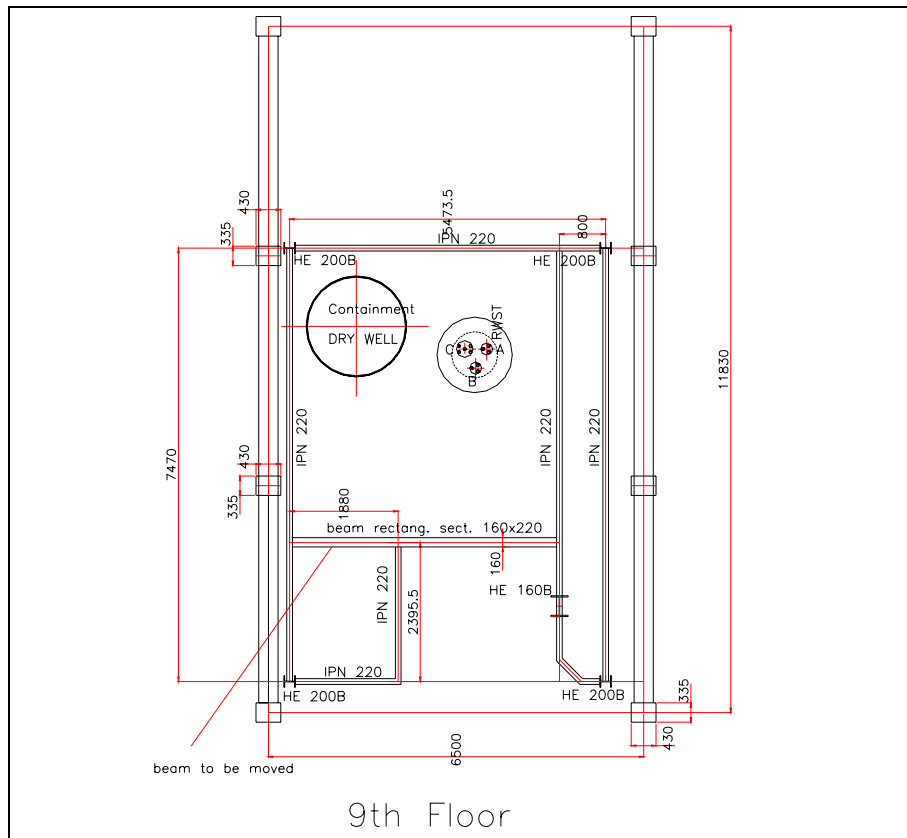


Fig.11 – Facility SPES-3, pianta del nono piano

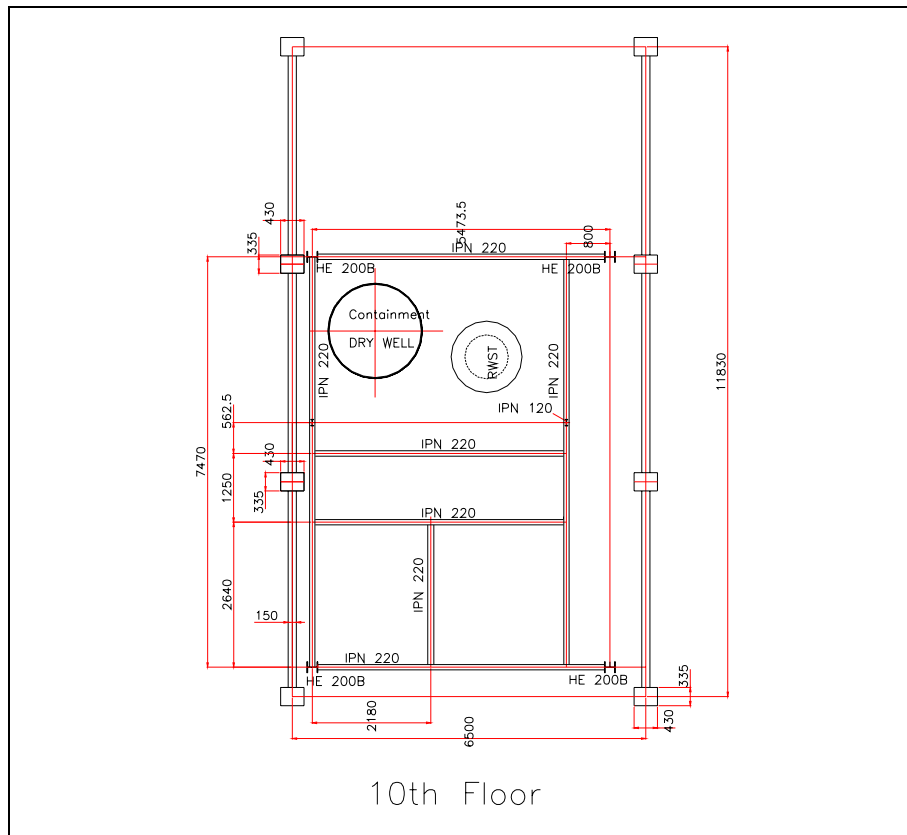


Fig.12 – Facility SPES-3, pianta del decimo piano

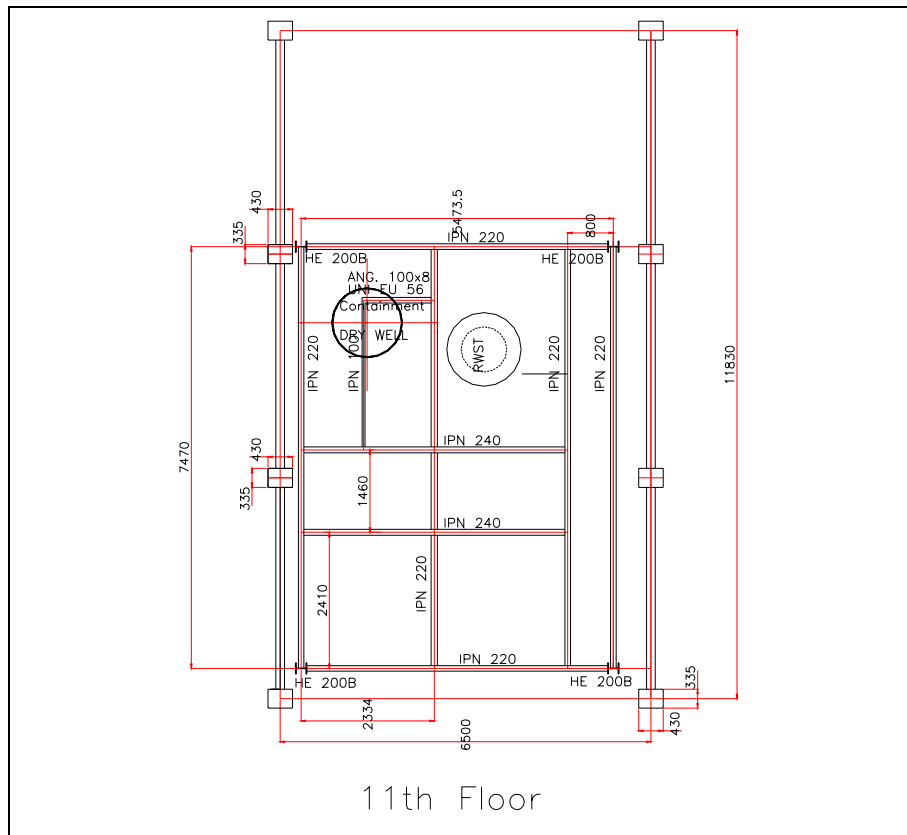


Fig.13 – Facility SPES-3, pianta dell'undicesimo piano

3. REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO SPES-3 SU UNA NUOVA STRUTTURA

Questa opzione richiede la realizzazione di una nuova struttura portante in una zona con determinati requisiti in altezza: $h > 32,5$ m.

La sistemazione più idonea per l'impianto sperimentale SPES-3 risulta essere la zona adiacente allo SPES-2 la cui struttura portante è ubicata in un ampio vano della zona Sud della Centrale Emilia.

Quest'area infatti è l'unica zona della Centrale nella quale si raggiunge l'altezza necessaria per la realizzazione del simulatore IRIS. Essa inoltre risulta pressoché libera in quanto solo parzialmente occupata dall'ascensore di servizio e da alcuni quadri elettrici appartenenti allo SPES-2. Tutti gli spazi necessari sono disponibili e le strutture murarie e metalliche esistenti forniscono un supporto adeguato alle masse che devono essere inserite. In Fig.14 (unione di due immagini) è riportato il vano, attualmente occupato in parte dall'ascensore SPES-2, dove verrà ubicato SPES-3. La distanza estremamente ridotta tra le due aree consente, con limitate modifiche, di utilizzare i servizi ausiliari dello SPES-2 anche per SPES-3 con notevole risparmio di costi. L'edificio della sala controllo SPES-2 sarà utilizzato anche per SPES-3 senza sostanziali modifiche. A causa della condivisione dei componenti ausiliari, della sala manovra e per motivi legati alla disponibilità di potenza elettrica i due simulatori potranno essere operativi solamente in modo alterno. Tale limitazione è sicuramente accettabile in quanto la probabilità di utilizzo contemporaneo dei due impianti è estremamente bassa.



Fig. 14 – Vano che ospiterà la nuova struttura, parzialmente occupato dall'ascensore e dai quadri elettrici delle pompe primarie SPES-2

3.1 COMPONENTI E STRUTTURE COMUNI AI DUE IMPIANTI

I componenti e le strutture che saranno condivisi dai due impianti sperimentali sono:

1. sala controllo (fig. 15);
2. trasformatore AT/MT da 10 MVA con gli impianti accessori per l'alimentazione di tutto l'impianto (Fig. 16);
3. sistema di preparazione dell'acqua alimento costituito da serbatoio da 90 m³, pompa centrifuga, pompe alternativa alta pressione (Fig. 17 e 18), preriscaldatore a vapore;
4. sistema di scarico vapore costituito da separatore (Fig. 19) condensatori e serbatoi;
5. tre Trasformatori MT/BT per una potenza complessiva di circa 2.5 MVA per l'alimentazione di tutte le utenze a 400 e 230 V;
6. un gruppo di conversione AC-DC con potenza nominale 4 MW e corrente nominale 25 000 A, per l'alimentazione del canale di potenza che simula il nocciolo, idoneo per la gestione dei transistori (Fig. 20 e 21);
7. un gruppo di conversione AC-DC con potenza nominale di 8 MW e corrente nominale 50 000 A con le stesse funzioni del precedente ma idoneo per lo stazionario iniziale (Fig. 22 e 23);
8. Sbarature in rame di elevata sezione per il trasferimento della corrente dai gruppi di potenza alla struttura che ospita il simulatore;
9. quadri elettrici per l'alimentazione delle candele del pressurizzatore;
10. quadri elettrici per l'alimentazione della pompa primaria ;
11. pompa alternativa alta pressione per il carico del circuito primario;
12. sistema di raffreddamento costituito da serbatoio, pompe centrifughe primarie, pompe centrifughe di pressurizzazione, scambiatore per il raffreddamento del circuito.



Fig. 15 - SPES-2, sala manovra



Fig. 16 - Gruppi di trasformazione AT/MT



Fig.17 - Pompe per la feedwater (vista da E)



Fig.18 - Pompe per la feedwater (vista da N)



Fig.19 - Separatore per la raccolta del vapore scaricato



Fig.20 - Gruppo convertitore AC/DC (4MW)



Fig.21 - Trasformatore 4MW



Fig.22 -Trasformatore 8MW



Fig.23 - Gruppo convertitore AC/DC (8MW)

3.2 PREDISPOSIZIONE DEL SITO

Al fine di poter realizzare l'impianto SPES-3 su una nuova struttura nell'area sopradescritta, sono necessarie le seguenti azioni:

- progettazione della nuova struttura;
- rimozione dell'esistente ascensore;
- spostamento e nuovo cablaggio quadri elettrici delle pompe SPES-2;
- realizzazione di un nuovo ascensore;
- modifica alle sbarrature di potenza di alimentazione delle barre riscaldanti;
- modifica alle tubazioni di connessione agli impianti ausiliari;
- montaggio dei componenti.

3.2.1 Progettazione della nuova struttura

La progettazione della nuova struttura di sostegno dei componenti di SPES-3 richiede l'esecuzione delle seguenti fasi:

- ricognizione e rilievi di dettaglio delle strutture in cemento armato e acciaio esistenti;
- progettazione concettuale della nuova struttura e valutazione dei carichi permanenti e accidentali indotti dai componenti e impianti da sostenere;
- individuazione del modello e dello schema di calcolo più idoneo che tenga conto delle nuove strutture e dell'influenza su quelle esistenti;
- dimensionamento della nuova struttura e calcolo di verifica delle tensioni nelle membrature (nuove ed esistenti) secondo le normative vigenti;
- progettazione di dettaglio dei collegamenti e dei particolari costruttivi e redazione degli opportuni disegni;
- calcoli di resistenza relativi alla struttura in cemento armato esistente.

3.2.2 Rimozione dell'ascensore

Il montacarichi che serve l'impianto SPES-2 (Fig. 24) è collocato all'interno del vano prescelto. Per l'ubicazione del simulatore IRIS, è necessario quindi provvedere alla sua rimozione prima di effettuare i lavori per la realizzazione della nuova struttura. Il rivestimento del vano corsa, realizzato in fibra ceramica, richiede l'intervento di una ditta specializzata nella rimozione delle coibentazioni in materiali potenzialmente pericolosi. Le operazioni previste, previa comunicazione del piano di lavoro agli organi competenti, possono essere così riassunte:

- montaggio di idonei ponteggi sui lati N e O del vano di corsa;

- confinamento delle polveri provocate dalla scoibentazione dei manufatti;
- collaudo del cantiere mediante prova di tenuta;
- allestimento delle unità di decontaminazione del personale e dei materiali;
- rimozione del lamierino di contenimento;
- rimozione, mediante raschiatura, del materiale coibente con eventuale utilizzo di liquido fissativo;
- deposito del materiale contenente fibra ceramica in appositi sacchi, recanti dicitura di legge, che verranno poi posizionati all'interno di recipienti omologati;
- raccolta e aspirazione delle polveri residue;
- campionamenti (ASL) per la restituzione dell'area alle lavorazioni meccaniche;
- sezionatura della sala macchine, del vano di corsa e della cabina previo posizionamento degli organi di sollevamento provvisori.

3.2.3 Spostamento e nuovo cablaggio dei quadri elettrici

I quadri elettrici che alimentano le pompe primarie SPES-2 si trovano su un ballatoio all'interno del vano che ospiterà la nuova struttura SPES-3 (fig.25). E' quindi indispensabile il trasferimento delle attrezzature, è necessario effettuare:

- marcatura dei cavi e dei relativi contatti all'interno dei quadri;
- scollegamento degli attuali quadri;
- movimentazione dei quadri;
- nuovo collegamento.

3.2.4 Realizzazione di un nuovo ascensore

Il nuovo ascensore, che servirà entrambi gli impianti SPES-2 e SPES-3, verrà collocato a ridosso del lato N del vano che ospiterà la nuova facility e verrà realizzato una volta ultimata la nuova struttura metallica.

L'ascensore avrà caratteristiche simili a quelle attuali (dimensioni cabina 1x1.5 m) e sarà realizzato nel completo rispetto degli standard di sicurezza.

L'ascensore sarà raccordato alla struttura mediante rampe di sbarco in grigliato metallico con telaio di supporto in profilati.

3.2.5 Modifica alle sbarrature di potenza di alimentazione delle barre riscaldanti

I gruppi di conversione AC/DC da 4 e 8 MW sono connessi al canale di potenza SPES-2 tramite una duplice sbarratura in rame ciascuna composta da 18 sbarre aventi sezione 120x15 mm (Fig. 26). La stessa soluzione tecnica sarà adottata anche nel nuovo impianto sperimentale. La posizione del canale di potenza dello SPES-3 risulta traslata di circa 15 m rispetto a quella del canale SPES-2, ciò rende indispensabile la modifica del layout

delle esistenti sbarrature con la realizzazione di un nuovo duplice tratto lungo circa 20 m. La massa totale di rame che è necessario acquistare per provvedere alla modifica indicata risulta essere pari a circa 10 t.

3.2.6 Modifica alle tubazioni di connessione agli impianti ausiliari

La facility sarà collegata ai circuiti ausiliari con tubazioni che veicolano fluidi diversi, le caratteristiche delle tubazioni principali sono:

Alimento (feed water),	diametro medio 2"
Scarico vapore,	diametro medio 6"
Alimento acqua di raffreddamento	diametro medio 2"
Scarico acqua di raffreddamento	diametro medio 2"
Aria compressa	diametro medio 1"1/2

Vi sono poi altre tubazioni ausiliarie di piccolo diametro non incluse nel precedente elenco.

Tutte le linee dovranno essere prolungate rispetto alle esistenti di circa 15-20 m realizzando saldature, supporti ed inserendo flangie; per le linee di alimento e scarico vapore sarà necessario prevedere coibentazioni in lana minerale con finitura esterna in lamierino di alluminio.

3.2.7 Montaggio dei componenti, sequenza delle operazioni

I serbatoi ed i componenti saranno scaricati nel cortile nella zona prospiciente il lato O della Centrale Emilia, l'ingresso nell'edificio avverrà attraverso il portone lato O ed il corridoio situato al piano zero.

Allo scopo saranno utilizzati dei carrelli e sarà realizzata una rampa metallica per superare il dislivello di circa 50 cm tra il cortile e l'interno. Il grigliato che si trova immediatamente all'ingresso sarà rinforzato con travi metalliche provvisorie.

La soletta può portare al massimo un carico di 1000 kg/m² dovrà quindi essere rinforzata in quanto il peso della sezione centrale del vessel può variare dalle 16 alle 20 tonnellate. I componenti saranno fatti avanzare mediante argani provvisori.

Una volta giunti sotto il vano di carico i componenti saranno agganciati al carroponete di servizio caratterizzato da una portata di 20 t. Lo spazio a disposizione consentirà di porre i serbatoi in verticale facendo traslare la parte inferiore su carrelli e sollevando la parte superiore.

Dopo essere stati posti in verticale attraverso l'apertura esistente nella soletta del primo piano (4.2 x 5.7 m), i componenti saliranno lungo la zona centrale della struttura dove uno spazio di carico con dimensioni di almeno 2x2 m sarà lasciato libero e costituirà una sorta di "pozzo" per il sollevamento dei componenti.

La figura 27 illustra la sequenza di movimentazione dei principali componenti (in verde). I serbatoi a sbalzo saranno posati nel seguente ordine:

- PSS (Pressure Suppression System) B;
- PSS A;
- LGMS (Long-term Gravity Mitigation System) B;
- LGMS A;
- Cavity (in due sezioni anche flangiate).

Per posizionarli è necessario operare una traslazione verso Nord con parziale rotazione, come mostrato nel disegno SEZ 1 di Fig 27. Per effettuare questo spostamento sarà necessario utilizzare argani provvisori fissati alla struttura.

Successivamente si posizioneranno:

- RWST (Refueling Water Storage Tank) AB parte bassa con scambiatore;
- RWST C parte bassa con scambiatore;
- RWST AB parte alta (posa provvisoria sul 9° piano);
- RWST C parte alta (posa provvisoria sul 9° piano);
- DW (Dry Well) in 3 sezioni da saldare sul posto - parte bassa;
- DW - parte media;
- DW - parte alta;
- RPV (Reactor Pressure Vessel) - parte bassa;
- RPV - parte media;
- RPV - parte alta;
- QT (Quench Tank) ;
- Pompa primaria.

Prima di iniziare la realizzazione del piping si porteranno in posizione le parti alte delle RWST mediante "tirfor" (la loro posizione è troppo elevata per consentire il posizionamento tramite il carroponete).

Nel corso della progettazione esecutiva del componente RPV dovranno essere verificati gli effetti di eventuali cambiamenti geometrici della parte esterna e delle flange.

3.2.8 Apparecchi di sollevamento

Sulla nuova struttura sarà posizionato un carroponete con portata di circa 20 t e con la trave mobile orientata in direzione Est-Ovest. L'installazione delle piscine RWST limiterà la corsa del carroponete a circa il 50% della zona di lavoro. Con una soluzione Nord-Sud sarebbe in ogni modo inibito il movimento sopra le zone più importanti.

Oltre al carroponete con movimento lungo entrambe le coordinate, sarà installata una rotaia al disopra della zona a sbalzo che ospita: Cavity, PSS LGMS. Su questa rotaia sarà installato, durante le fasi di montaggio, un paranco con circa 5000 kg di portata dedicato all'installazione dei suddetti componenti.

Completeranno la dotazione almeno due "tirfor" da 1500 kg e alcuni martinetti idraulici.



Fig. 24 - Attuale posizione dell'ascensore nel futuro vano SPES-3

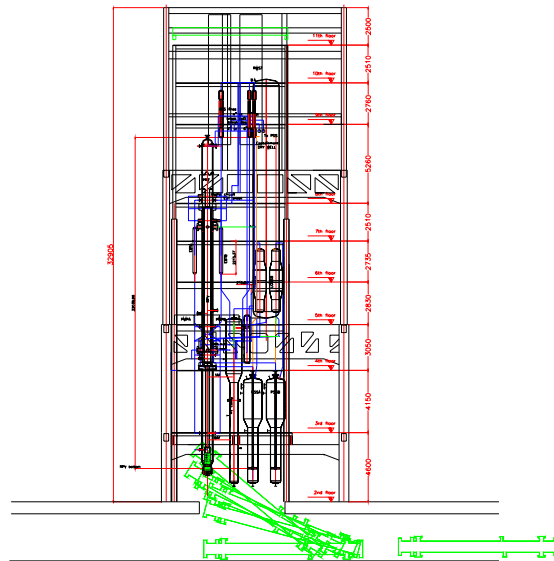


Fig. 25 Quadri d'alimentazione SPES-2 nella posizione originaria

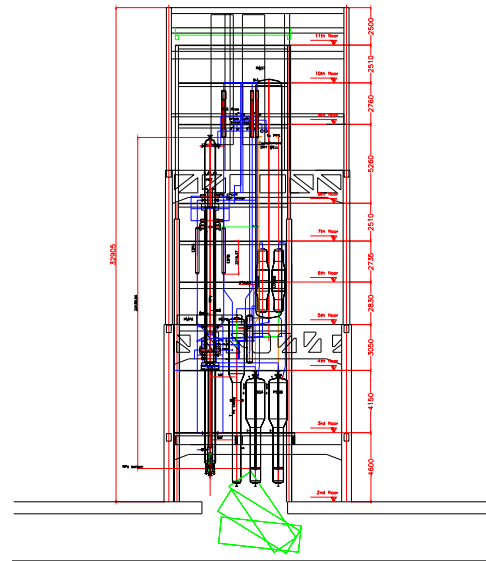


Fig. 26 Sistema di sbarre per alimentazione elettrica barre scaldanti

SEZ 3 Inserimento parte centrale RPV



SEZ 2 Inserimento parte centrale DW



SEZ 1 Posizionamento PSS

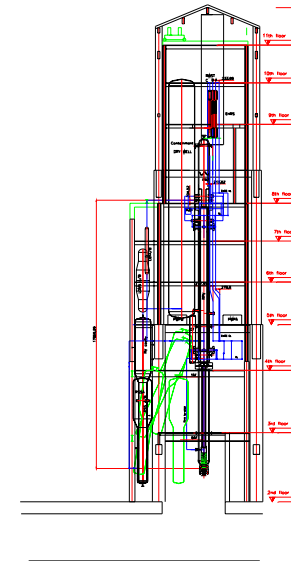


Fig. 27 - Movimentazione dei principali componenti

3.3 ATTIVITA' SVOLTE

3.3.1 Movimentazione dei quadri elettrici SPES-2

Al fine di liberare l'area destinata alla costruzione della nuova struttura è stato necessario provvedere alla rimozione dei quadri elettrici che alimentano le pompe primarie dell'impianto SPES-2. I quadri sono stati riposizionati su un ballatoio già esistente sulla struttura SPES-2, Fig. 28, posizionato a NE rispetto alla precedente ubicazione. Al fine di effettuare lo spostamento è si è provveduto allo disconnessione dei collegamenti e ad nuovo cablaggio nella posizione finale dei quadri elettrici.

3.3.2 Progettazione esecutiva della nuova struttura

Il progetto esecutivo della nuova struttura [1] prevede montanti metallici costituiti da profilati ad H ad ali larghe con dimensioni da HE280B a HE360B. L'altezza totale (comprensiva delle strutture metalliche già esistenti) è di 39,9 m e presenta dieci piani di calpestio in grigliato di ferro supportati da strutture orizzontali realizzate con profilati ad L con dimensioni, per le travi principali, da IPN 400 a IPE 220.

Le dimensioni in orizzontale della struttura sono 7.47 x 7.62 m per i piani fino al 8° e 5.46 x 7.47 m per i successivi. La Fig. 29 riproduce il disegno della struttura con i serbatoi ed i componenti del simulatore. Le figure da 30 a 39 mostrano le disposizioni dei vari componenti dello SPES-3 nella nuova struttura ai singoli piani.



Fig. 28 Quadri d'alimentazione SPES-2 nella nuova ubicazione.

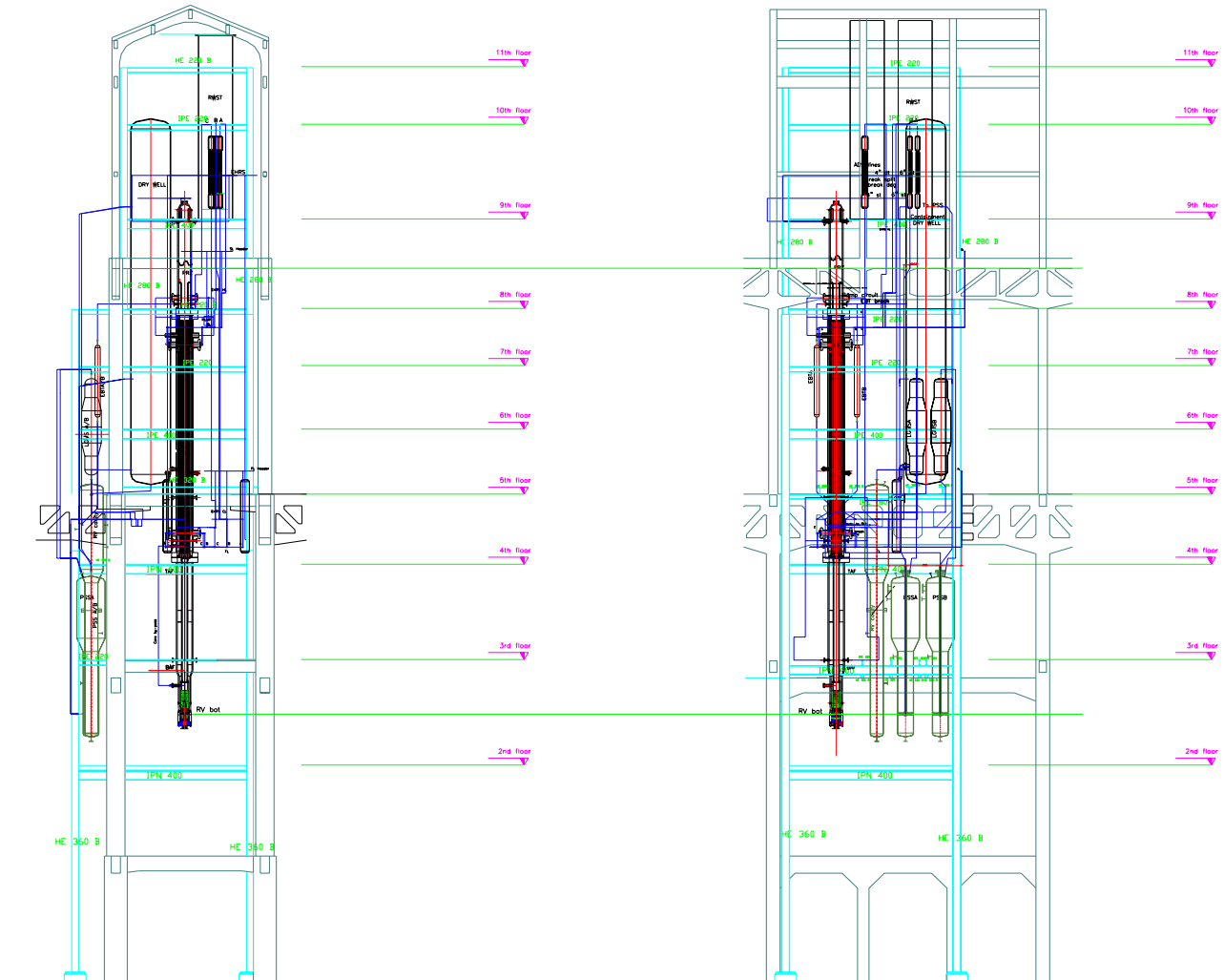


Fig.29 - Allestimento SPES-3 sulla nuova struttura

2nd Floor

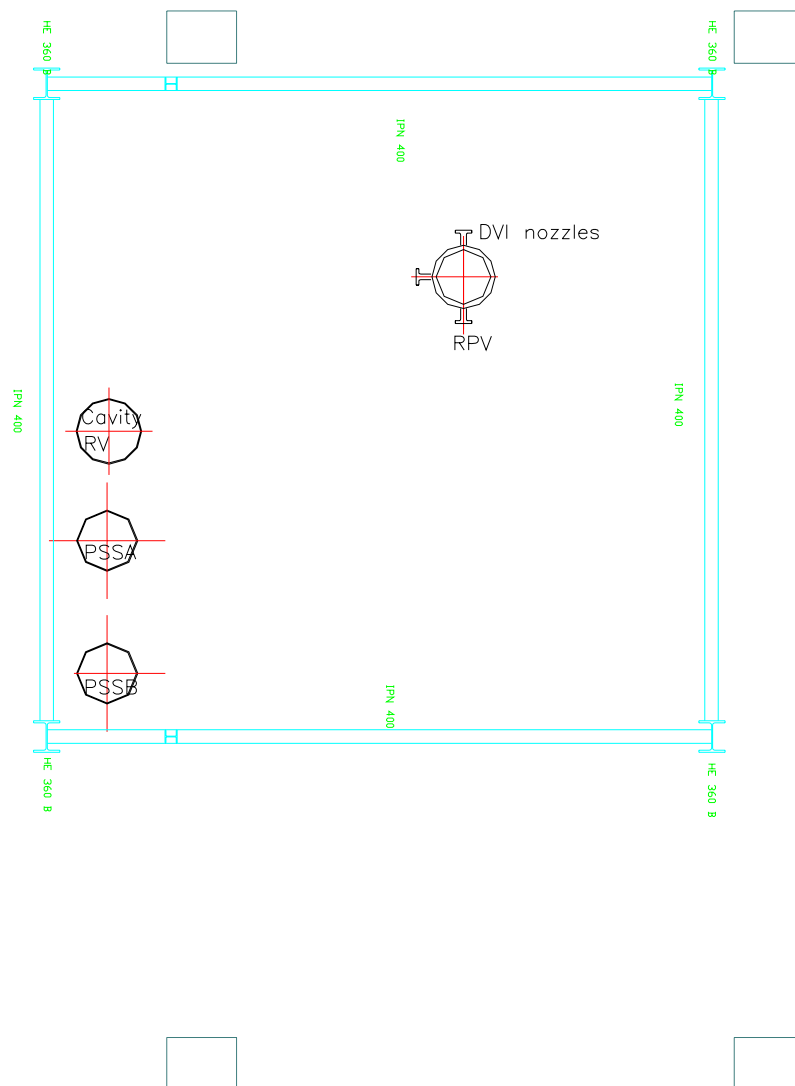


Fig.30 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del secondo piano

3rd Floor

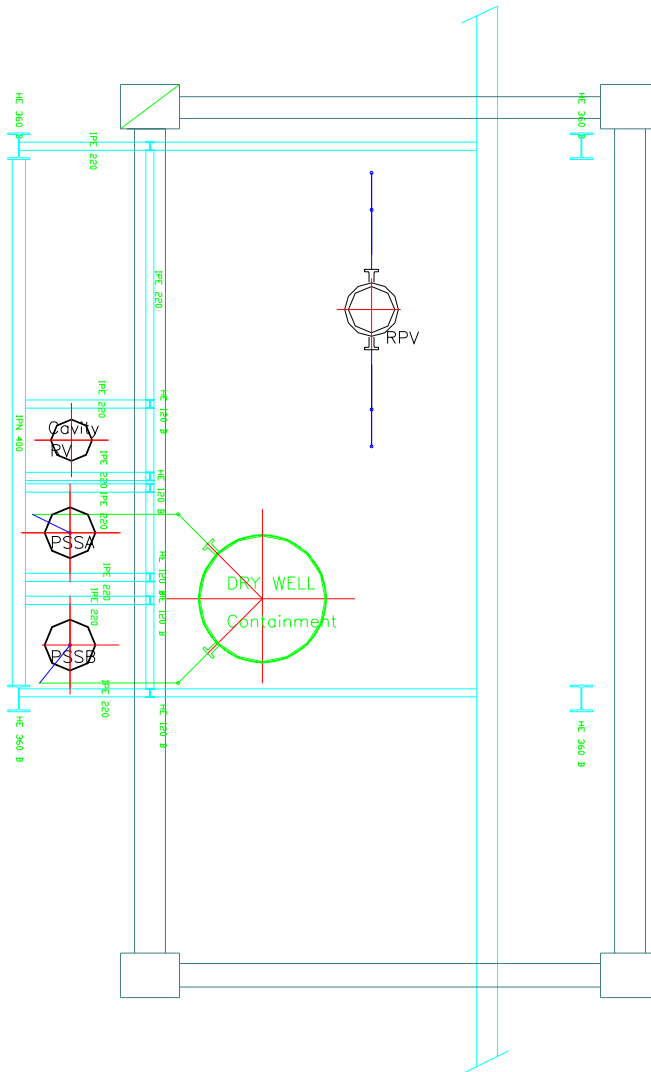


Fig.31 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del terzo piano

4th Floor

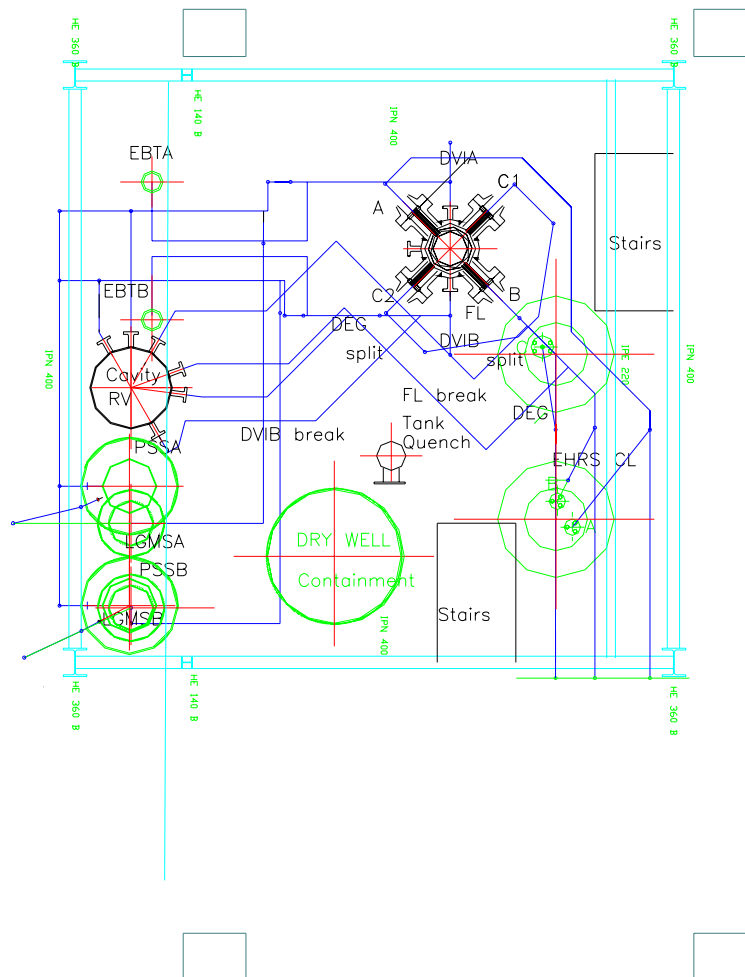


Fig.32 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del quarto piano

5th Floor

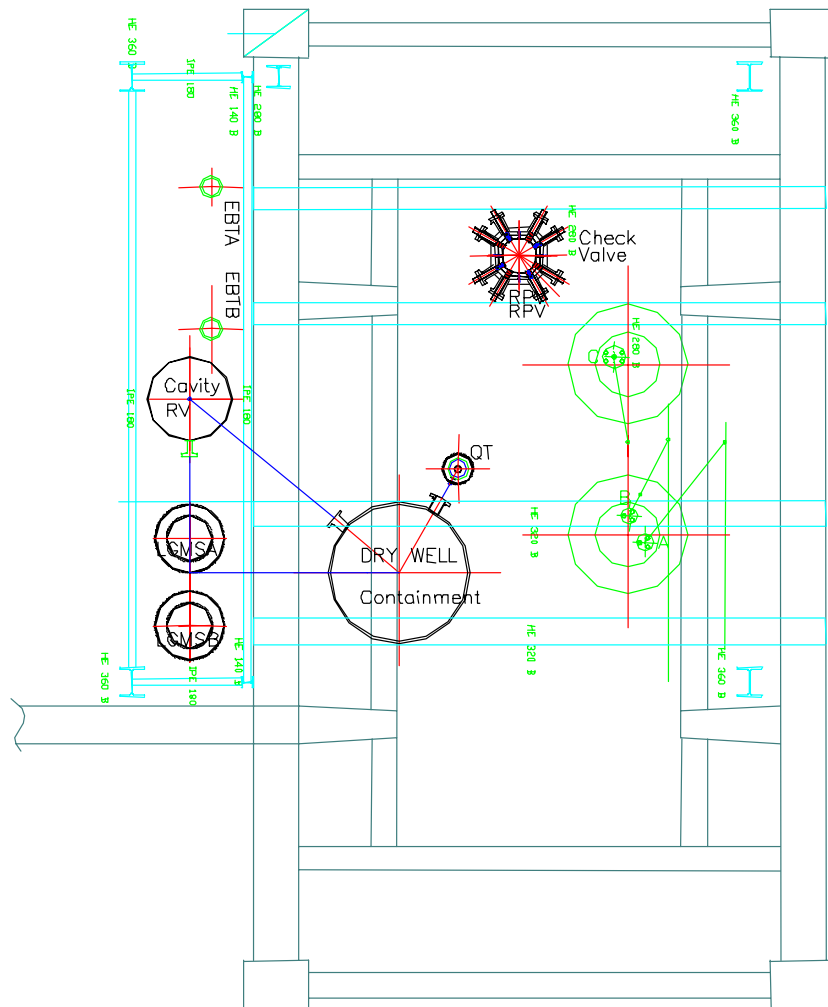


Fig.33 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del quinto piano

6th Floor

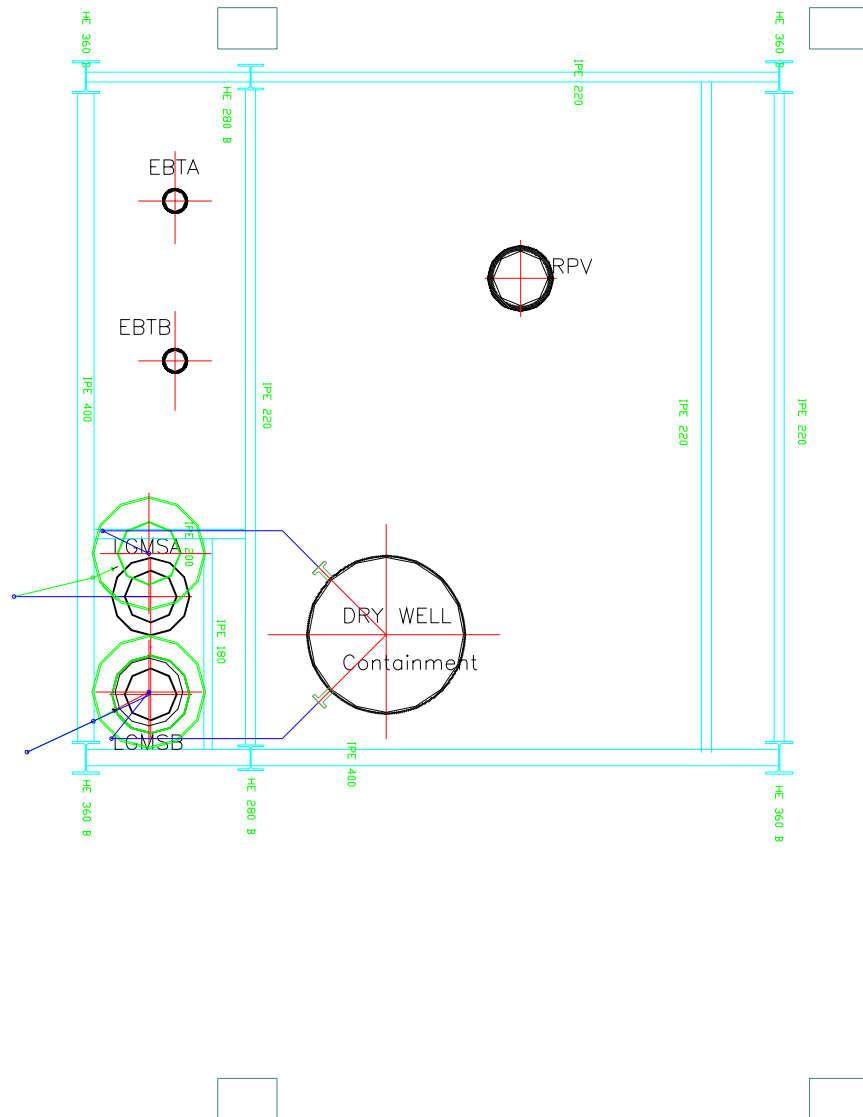


Fig.34 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del sesto piano

7th Floor

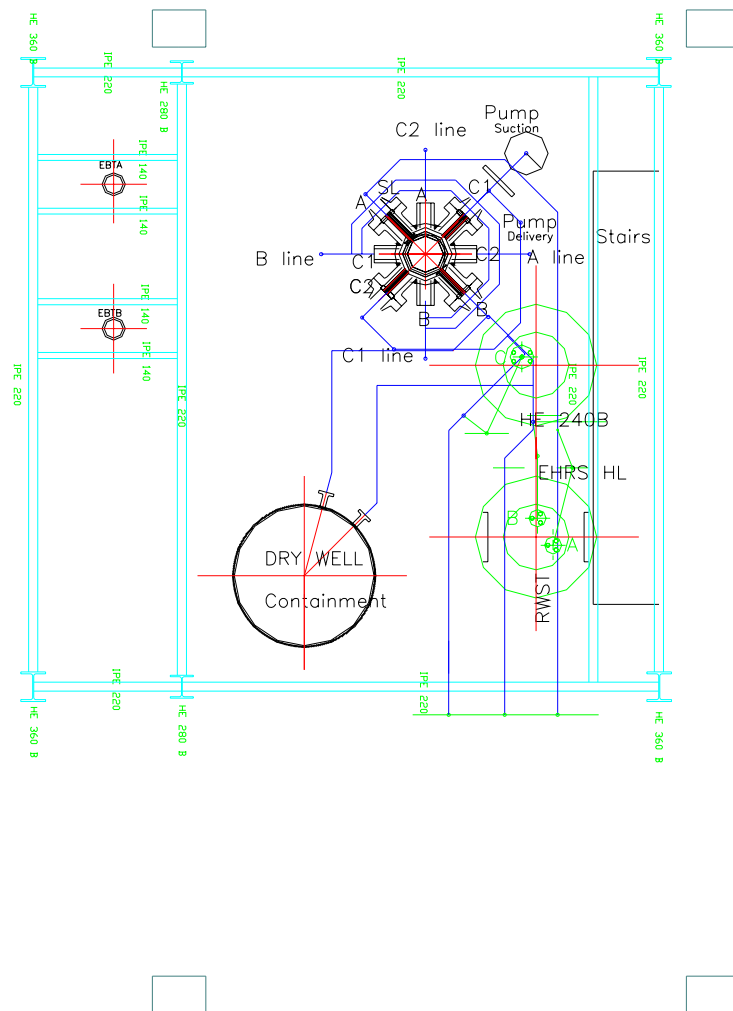


Fig.35 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del settimo piano

8th Floor

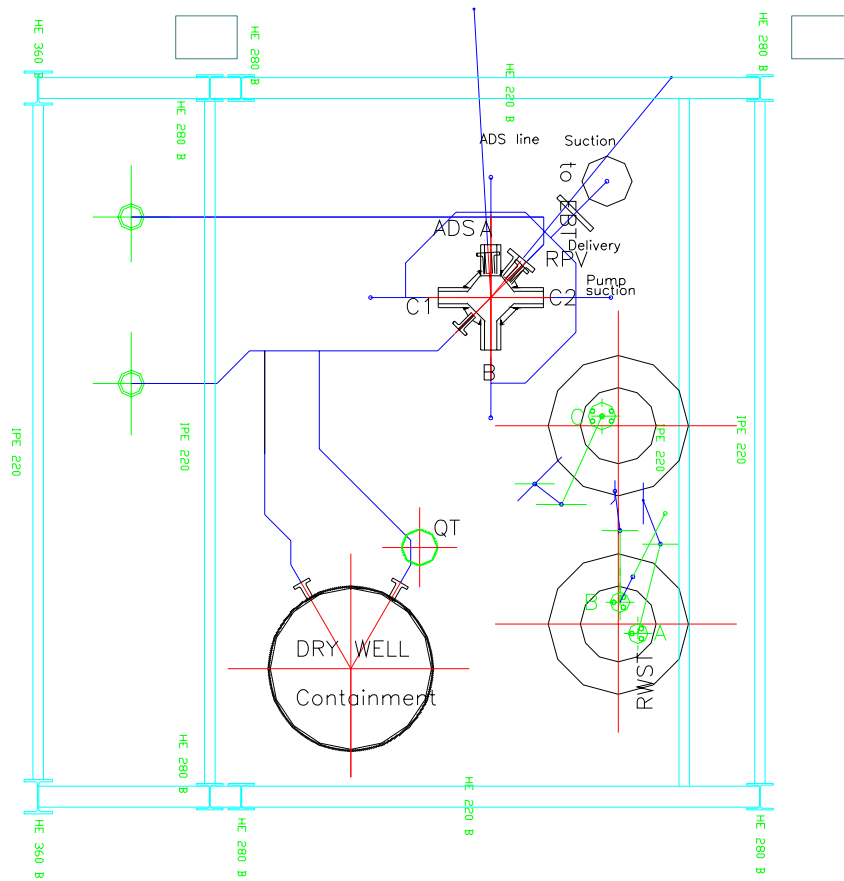


Fig.36 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta dell'ottavo piano

9th Floor

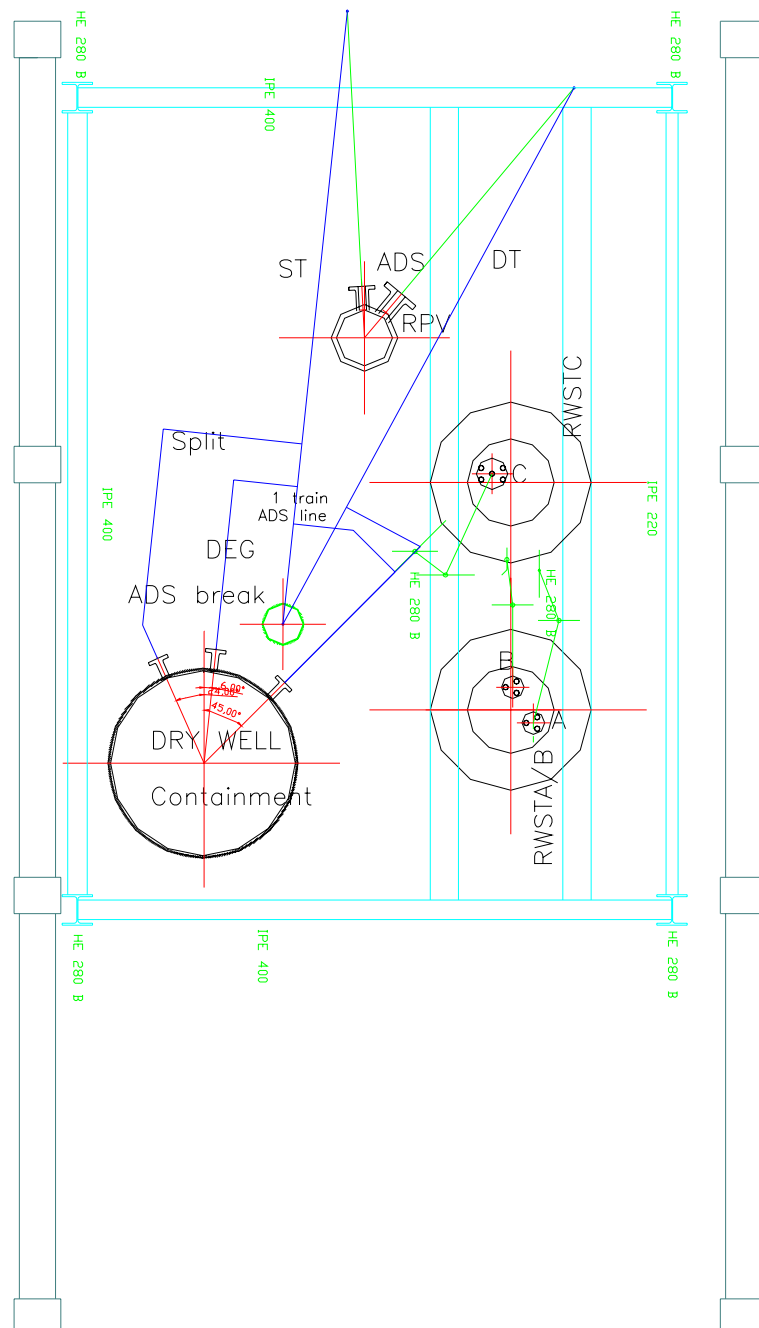


Fig.37 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del nono piano

10th Floor

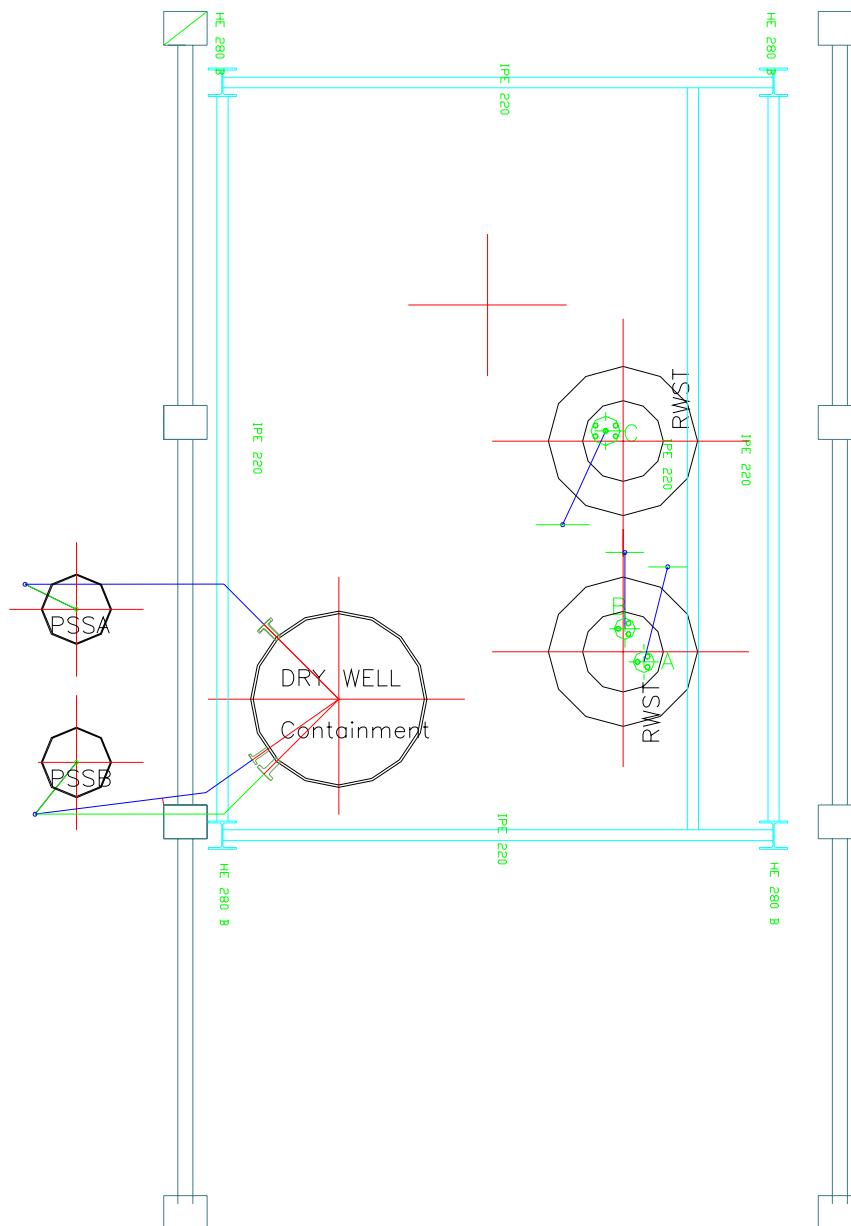


Fig.38 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta del decimo piano

11th Floor

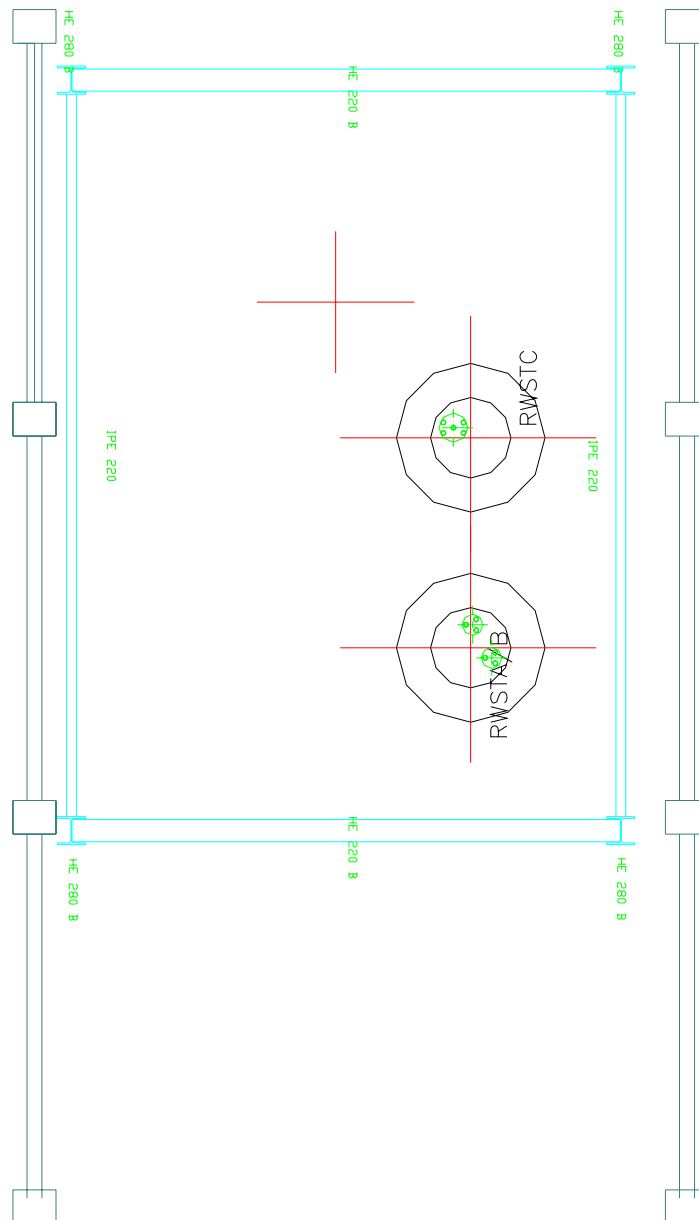


Fig.39 – Facility SPES-3 sulla nuova struttura, pianta dell'undicesimo piano

4. CONCLUSIONI

L'impianto SPES-3 può essere allestito sia sulla struttura che attualmente ospita lo SPES-2 (con conseguente smantellamento di tale impianto) o in alternativa su una nuova struttura da erigersi in un'area adiacente a quella in cui sorge SPES-2. Tecnicamente non vi sono controindicazioni a nessuna delle due soluzioni prese in considerazione.

Il governo italiano ha recentemente mostrato deciso interesse al rilancio dell'energia nucleare e alla realizzazione di centrali nucleari di terza generazione. Ciò rende plausibile la ripresa dell'attività di ricerca legata all'esecuzione di campagne sperimentali sull'impianto SPES-2 e fa propendere per l'allestimento di SPES-3 su una nuova struttura indipendente senza ricorrere allo smantellamento dell'esistente impianto.