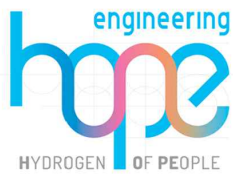


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - NEMETUN ISLAND
 63 WTG – 945 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettazione e Studio di Impatto Ambientale



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



Supervisione scientifica



4. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE

R.4 Relazione tecnico-illustrativa sottostazione offshore

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	02/24	1° emissione



		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 1 of 58

Nemetun Island Srl

Sottostazione Offshore

Relazione Tecnico Illustrativa

00	Draft revision	19/10/2023	MT	PB	MT
Rev.	Description	Date	Prepared	Checked	Approved

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 2 of 58

Summary

1. Sommario	5
2. Introduzione	6
2.1. Obiettivi del lavoro	7
2.1.1. Deliverables	7
3. Dati di input	9
4. Descrizione della Struttura Portante	10
4.1. Jacket	10
4.1.1. J-tubes	12
4.1.2. Attracchi	13
4.1.1. Dimensioni e peso	14
4.2. Fondazioni	15
4.3. Topsides	16
4.3.1. Dimensioni e peso	18
4.4. Installazione	19
4.4.1. Jacket	19
4.4.2. Pali	22
4.4.3. Topsides	24
5. Descrizione delle opere elettriche	26
5.1. Configurazione impiantistica e componenti principali	26
5.2. Gas Insulated Substation (GIS) 380kV	28
5.3. Gas Insulated Substation (GIS) 66kV	29
5.4. Trasformatori Elevatori	33
5.4.1. Olio biodegradabile	34
5.4.2. Sistema di raffreddamento	36
5.4.3. Vasca di raccolta olio	36
5.5. Reattori Shunt	37
5.6. Collegamenti in alta tensione delle apparecchiature	38
5.7. Ausiliari d'impianto	39
5.7.1. Alimentazione degli ausiliari di impianto	39
6. Descrizione del Sistema Antincendio	40
6.1. Norme di riferimento	40
6.2. Analisi normativa	40
6.3. Scelte progettuali	43
6.4. Pre-dimensionamento dei sistemi	44
6.4.1. Trasformatori/Reattori Shunt	44
6.4.2. Generatori diesel	48
6.4.3. Sale elettriche e sala controllo	49

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 3 of 58

6.4.4.	Eliporto	51
6.4.5.	Estintori portatili	53
6.5.	Elementi progettuali del sistema di rivelazione e segnalazione di allarme incendio	53
7.	Costi del Progetto	55
8.	Cronoprogramma	56
9.	Conclusioni	57
	Allegati	58

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 4 of 58

Indice delle figure

<i>Figura 1: Inquadramento dell'area interessata dalle sottostazione offshore</i>	9
<i>Figura 2: Vista isometrica della Sottostazione con indicazione dei componenti principali</i>	11
<i>Figura 3: J-tubes - vista in pianta e laterale</i>	12
<i>Figura 4: Jacket - vista da Ovest (Row 1) e da Sud (Row A)</i>	14
<i>Figura 5: Jacket - sezione orizzontale in prossimità del fondale e sezione verticale connessione al palo</i>	15
<i>Figura 6: Topsides - sezione verticale con indicazione dei livelli principali</i>	17
<i>Figura 7: Topsides - vista dall'alto</i>	18
<i>Figura 8: Jacket – sequenza di lancio</i>	20
<i>Figura 9: Jacket – sequenza di verticalizzazione e posizionamento sul fondo</i>	21
<i>Figura 10: Sequenza di installazione dei pali</i>	23
<i>Figura 11: Sequenza di installazione del Topsides – ingresso della cargo barge nel Jacket</i>	24
<i>Figura 12: Sequenza di installazione del Topsides – trasferimento del carico e uscita della cargo barge</i>	25
<i>Figura 13: Esempio tipico di baia GIS 380kV simile - Sezione Laterale</i>	28
<i>Figura 14: Esempio tipico di baia GIS 380kV simile - Vista dall'alto</i>	29
<i>Figura 15: GIS 66kV - Feeder - Vista Laterale</i>	30
<i>Figura 16: GIS 66kV - Coupler - Vista Laterale</i>	31
<i>Figura 17: GIS 66kV - 1 - Vista dall'alto</i>	31
<i>Figura 18: GIS 66kV -2 - Vista dall'alto</i>	32
<i>Figura 19: Caratteristiche olio SHELL DIALA S5 BD</i>	35
<i>Figura 20: Approccio prestazionale alla progettazione antincendio (tratto dallo standard ST-0145)</i>	41
<i>Figura 21: Principio dei sistemi ICAF</i>	45
<i>Figura 22: Configurazione di un sistema ICAF (senza serbatoio idrico)</i>	45
<i>Figura 23: Skid integrato di un sistema ICAF (fonte: Fireflex Systems)</i>	46
<i>Figura 24: Ubicazione ugelli protezione dei trasformatori e radiatori (a sinistra) e generatori (destra)</i>	48
<i>Figura 25: Esempio di un sistema ICAF stand-alone a dieci zone di scarica (dimensioni: 8 m x 5 m)</i>	49
<i>Figura 26: Tipica configurazione di un sistema DIFF standalone</i>	52
<i>Figura 27: Esempio di ugello pop-up per sistema DIFF</i>	52

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1: Selezione delle misure di protezione attiva</i>	42
<i>Tabella 2: Selezione delle soluzioni impiantistiche di rivelazione ed estinzione o controllo dell'incendio</i>	44
<i>Tabella 3: Pre-dimensionamento dei sistemi ICAF secondo NFPA 11 per la protezione di trasformatori e radiatori</i>	46
<i>Tabella 4: Pre-dimensionamento dei sistemi ICAF secondo NFPA 11 per la protezione di spill fires</i>	48
<i>Tabella 5: Pre-dimensionamento dei sistemi ad estinguente gassoso (IG-541)</i>	50
<i>Tabella 6: pre-dimensionamento del sistema ad estinguente gassoso (FK-5-1-12)</i>	50

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 5 of 58

1. Sommario

La presente relazione è stata redatta con l'obiettivo di fornire una descrizione generale d'impianto della sottostazione elettrica offshore per il progetto eolico denominato **Nemetun Island**, con l'intento di fornire i principali dati necessari alla realizzazione della stessa.

La sottostazione sarà installata al largo della costa di Vieste nella Regione Puglia (Figura 1).

Al fine di poter implementare la tipologia di sottostazione offshore basata su tecnologia "bottom fixed" (ovvero con struttura fissata al fondo marino), la configurazione del parco eolico è stata riconsiderata rispetto a quanto originariamente previsto. Nello specifico, il collocamento della sottostazione offshore è stato riportato a batimetrie inferiori e compatibili con la tecnologia di ancoraggio definita, per l'appunto su fondali con profondità di circa 170m.

Il progetto prevede l'installazione di un parco eolico offshore composto da n° 63 aerogeneratori, ciascuno di taglia pari a 15 MW, per una capacità complessiva di 945 MW.

Gli aerogeneratori previsti per il presente impianto sono del tipo "floating", per cui la struttura di sostegno degli stessi non è fissa al fondale marino ma è galleggiante. Questo comporta, tra le altre cose, la necessità di avere cavi di interarray (66kV) di tipo dinamico, ovvero capaci di resistere alle sollecitazioni a fatica dovute ad una struttura di sostegno non fissa.

L'iniziativa progettuale è stata realizzata da ESE Engineering Services for Energy Srl ("ESE"), società di ingegneria italiana con trent'anni di esperienza nei settori della generazione elettrica e dell'accumulo di energia con il supporto di TECON Srl ("Tecon"), una società di consulenza e di ingegneria specializzata nel settore offshore/marino.

La realizzazione del progetto Nemetun Island garantirà la produzione di un'importante quantità di energia elettrica da fonte rinnovabile, favorendo la transazione energetica e contribuendo al raggiungimento degli obiettivi previsti del PNIEC e dal PNRR.

L'energia prodotta è trasportata sul continente per mezzo di cavi sottomarini, mentre l'allaccio alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è, per mezzo di cavi terrestri, in antenna a 380kV su di un futuro ampliamento della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380kV "Foggia-Palo del Colle", previa realizzazione interventi secondo Piano Sviluppo Terna S.p.A.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, Terna ha comunicato che è necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Visto e considerato quanto sopra la presente relazione considera necessaria la realizzazione di una stazione aggiuntiva (stazione utente), anche necessaria per l'ottimizzazione della soluzione tecnica richiesta per la compensazione della potenza reattiva.

La soluzione "bottom fixed" è stata selezionata in relazione alla profondità del mare e alle modalità di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 6 of 58

2. Introduzione

La società di scopo Nemetun Island Srl (il “Cliente”), intende realizzare un grande impianto eolico offshore, a largo di Vieste, da 945 MW, chiamato a sua volta Nemetun Island.

L’impianto eolico trasmette verso terra l’energia elettrica prodotta tramite collegamenti in alta tensione a 380 kV che si allacciano alla rete di trasmissione nazionale.

Per studiare la miglior soluzione realizzativa per la sottostazione elettriche offshore, il Cliente ha selezionato due rinomate società di progettazione che hanno lavorato insieme per questo progetto:

- ESE, una società di ingegneria e consulenza con una vasta esperienza nei settori della generazione elettrica, dell’idrogeno e dell’accumulo di energia, incluse tutte le principali tecnologie innovative nel settore, e
- Tecon, una società di consulenza e di ingegneria specializzata nel settore offshore/marino che fornisce soluzioni su misura per clienti italiani e internazionali, seguendoli dallo studio di fattibilità fino alla realizzazione dell’opera.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 7 of 58

2.1. Obiettivi del lavoro

Sulla base della richiesta del Cliente, delle informazioni già ricevute e di ulteriori necessarie informazioni raccolte all'inizio del progetto, ESE e Tecon hanno realizzato uno studio con i seguenti obiettivi:

- dimensionare la sottostazione elettriche;
- definire la configurazione più idonea per la piattaforma;
- definire preliminarmente il layout d'impianto;
- stimare il costo della sottostazione e della piattaforma;
- valutare preliminarmente il BOP (Balance of Plant) relativo agli impianti e le relative dimensioni;
- presentare un'indicazione preliminare dei costi del progetto;
- presentare un'indicazione preliminare del cronoprogramma di progetto;
- preparare le informazioni necessarie per lo sviluppo di un modello 3D preliminare (importazione dati e realizzazione modello a carico del Cliente);
- sviluppare la documentazione preliminare della sottostazione per la presentazione della richiesta VIA.

2.1.1. Deliverables

Nello sviluppo del lavoro, ESE e Tecon hanno prodotto i seguenti documenti:

- Sistema Elettrico
 - o Schema unifilare di impianto
 - o Lista apparecchiature elettriche principali
- Layout e viste
 - o Planimetrie e sezioni delle piattaforme
 - o Planimetrie e sezioni dei componenti elettromeccanici
- Relazione Tecnica
 - o Descrizione del sistema elettrico
 - o Descrizione della piattaforma e relativa installazione
 - o Descrizione del sistema antincendio
- Strutture della piattaforma:
 - o Jacket – Alzate: Disegni bidimensionali delle alzate del Jacket con indicazione delle dimensioni globali e dei dimensionamenti di alcuni elementi principali
 - o Jacket – Piante Top e Bottom Frames: disegni bidimensionali del top e bottom frame del Jacket con indicazione delle dimensioni globali e dei dimensionamenti di alcuni elementi principali
 - o Jacket – Layout J-Tubes. le posizioni dei J-tubes entro cui verranno tirati gli ombelicali in ingresso e in uscita dalla piattaforma saranno preliminarmente definite.
 - o Jacket - Pali di fondazione e connessione dei pali al Jacket

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 8 of 58

- Topsides – Pianta ed Elevazioni Dei Deck: le piante e le elevazioni strutturali saranno definite in basa ai layouts e saranno riportate su disegni dedicati con l’indicazione dei principali dimensionamenti
- Costi
 - Budget preliminare per la realizzazione e la messa in opera dell’intero impianto (sottostazione e piattaforma)
- Cronoprogramma preliminare
 - Indicazione preliminare dei tempi di realizzazione della sottostazione

Nota: I disegni strutturali delle topsides sono basati su layouts di impianti simili e su precedenti esperienze con piattaforme di trasformazione con potenze installate e numero di linee (in entrata a 66kV e in uscita a 400kV) analoghi. La configurazione strutturale del Jacket e dei pali di fondazione sono basati su precedenti esperienze di piattaforme Oil&Gas realizzate su fondali analoghi e sui layout e i pesi delle topsides. Sono preliminarmente forniti degli schemi illustrativi delle principali operazioni marine necessarie all’installazione della piattaforma.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 9 of 58

3. Dati di input

Lo studio di fattibilità si basa sulle seguenti informazioni:

- Alimentazione
 - Impianto eolico da 945 MW complessivi, composto da n°63 aerogeneratori ciascuna da 15MW
- Localizzazione impianto
 - Offshore, mar Adriatico, posizione come da mappe fornite (Figura 1)
- Sottostazione elettriche
 - n°63 aerogeneratori del parco eolico offshore collegati alla sottostazione offshore in oggetto tramite n°1 collegamenti via cavo 66kV;
 - la sottostazione esporta l'energia prodotta dal parco eolico ad una sottostazione onshore tramite n°2 connessioni a 380kV, lunghe ciascuna ca 110km (comprehensive di quota marina + quota terrestre).



Figura 1: Inquadramento dell'area interessata dalle sottostazione offshore

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 10 of 58

4. Descrizione della Struttura Portante

Il campo eolico di Nemetun Island comprende una sottostazione offshore di tipo fisso installata in 170m di profondità d'acqua.

La struttura della sottostazione offshore è composta dai seguenti componenti:

- sottostruttura (Jacket);
- pali di fondazione;
- sovrastruttura (Topsides).

4.1. Jacket

Il Jacket corrisponde alla parte immersa della struttura della sottostazione offshore e consiste in una struttura reticolare saldata in acciaio tubolare a 4 gambe di forma tronco piramidale, che si estende dal fondale, - 170m, a elevazione +13.3m sul livello del mare. Gli elementi tubolari e diagonali di controventatura sono disposti su quattro file principali, con inclinazione di 1/20, e 5/6 piani orizzontali, con distanza massima di interpiano di 26m.

Il Jacket della sottostazione è studiato per essere installato mediante lancio da cargo barge. Per questo motivo nella sua struttura sono inseriti adeguati rinforzi (launch trusses). Questo metodo di installazione produce una struttura tendenzialmente più pesante rispetto a un Jacket da sollevare con crane vessel, ma consente tuttavia di ampliare il numero dei possibili installatori, con conseguente riduzione dei costi.

La parte alta della sottostruttura è configurata per consentire l'installazione del Topsides con il metodo del floatover. Presenta, inoltre, due false gambe, che permettono un'interfaccia Jacket/ Topsides su sei punti di appoggio. Insieme ai quattro appoggi in corrispondenza delle gambe principali, i due ulteriori punti di supporto centrali consentono la riduzione delle luci degli elementi di piano del Topsides lungo queste file.

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 11 of 58

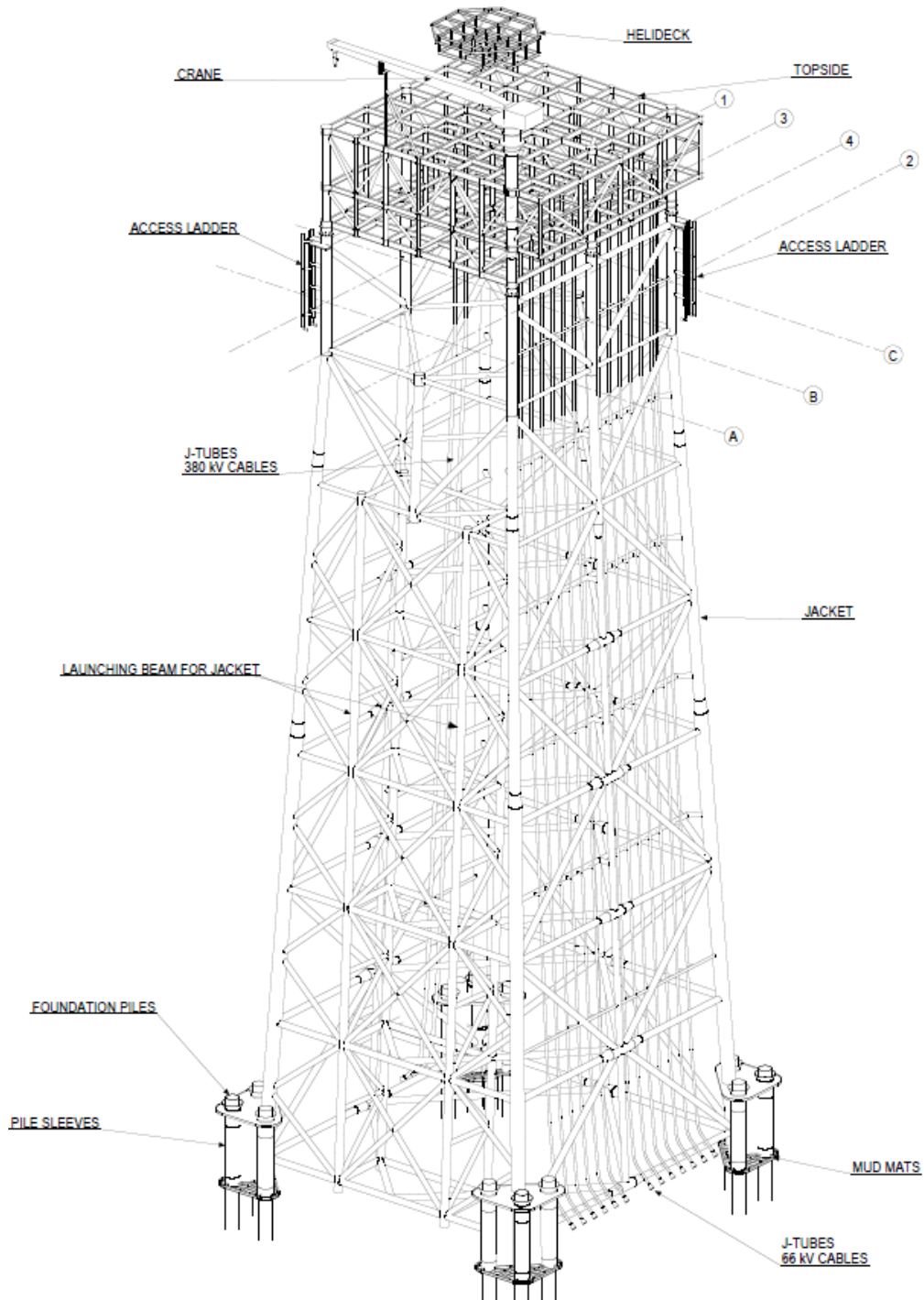


Figura 2: Vista isometrica della Sottostazione con indicazione dei componenti principali

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 12 of 58

4.1.1. J-tubes

I J-tubes sono tubi in acciaio che forniscono guida e protezione meccanica per i cavi sottomarini in risalita dal fondale, che sono contenuti al loro interno. I cavi entrano attraverso la campana predisposta sul fondo (bellmouth) e sono guidati fino a raggiungere il cable deck (+16.0m), piano a cui si trovano i sistemi di sospensione (hang-off).

All'interno della struttura del Jacket sono presenti n°13 J-tube di import da 16" e n°2 J-tubes di export da 24", opportunamente vincolati alla struttura del Jacket tramite un sistema di guide che limita la lunghezza delle campate libere e il rischio di vibrazioni indotte da vortici (VIV) in condizioni di corrente, onde e corrente e vento.

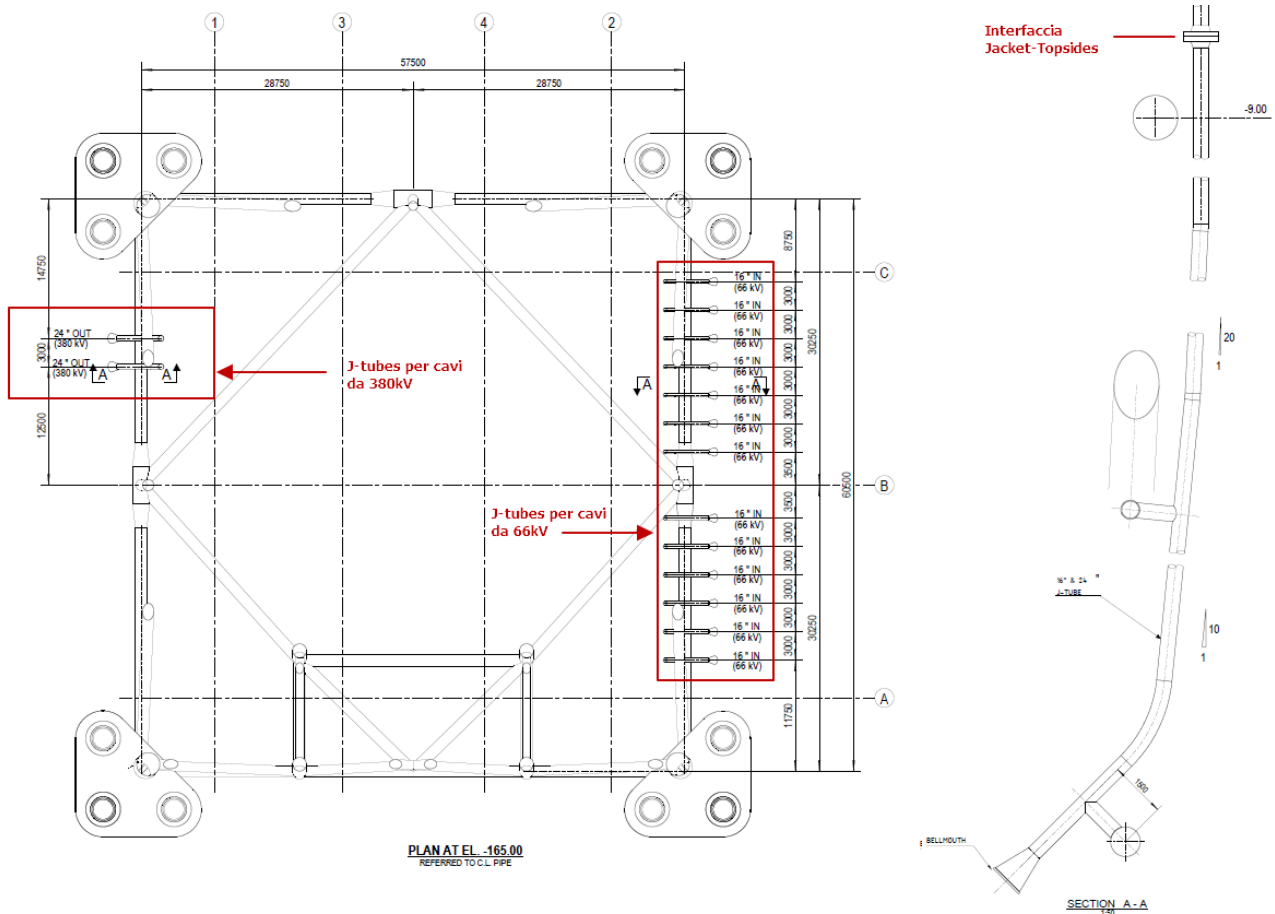


Figura 3: J-tubes - vista in pianta e laterale

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 13 of 58

I n° 13 J-tubes da 16" sono collocati sul lato Est della Piattaforma e al loro interno ospitano i cavi da 66kV in arrivo dagli aerogeneratori. I n°2 J-tube da 24" si trovano sul lato opposto (Ovest) e contengono i cavi da 380kV in uscita verso terra. I lati Nord e Sud Piattaforma rimangono liberi da cavi, essendo stesi sul fondale per assicurare su questi lati l'operabilità della gru di piattaforma e l'avvicinamento delle navi d'appoggio (supply vessel, walk-to-work vessel, crew transfer vessel), con ridotto rischio di danneggiamento dei collegamenti subacquei per caduta oggetti in fase di movimentazione.

I J-tubes sono adeguatamente dimensionati e conformati per permettere il passaggio dei dispositivi di tiro dei cavi (pulling heads). L'angolo di ingresso/uscita di 45° con l'orizzontale e l'altezza dal fondale di circa 2m forniscono flessibilità per l'installazione e limitano la flessione locale dei cavi.

4.1.2. Attracchi

La piattaforma è dotata di due attracchi disposti su due gambe del Jacket per consentire l'accesso dal mare tramite Crew Transfer Vessel (CTV). Gli attracchi sono fissati alla struttura principale e pertanto saranno installati insieme al Jacket.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 14 of 58

4.1.1. Dimensioni e peso

Altezza: 183.3m (da -170m a +13.3m da livello mare)
 Ingombro complessivo alla base: 74 m x 72 m
 Interasse gambe in testa al Jacket: 42 m x 45m
 Interasse gambe sul fondale: 61 m x 58 m
 N. di piani orizzontali: 7
 Elevazione piani orizzontali: el.-9.0m, -35.0m, -61.0m, -87.0m, -113.0m, -139.0m, -165.0m
 Peso stimato: 9500t

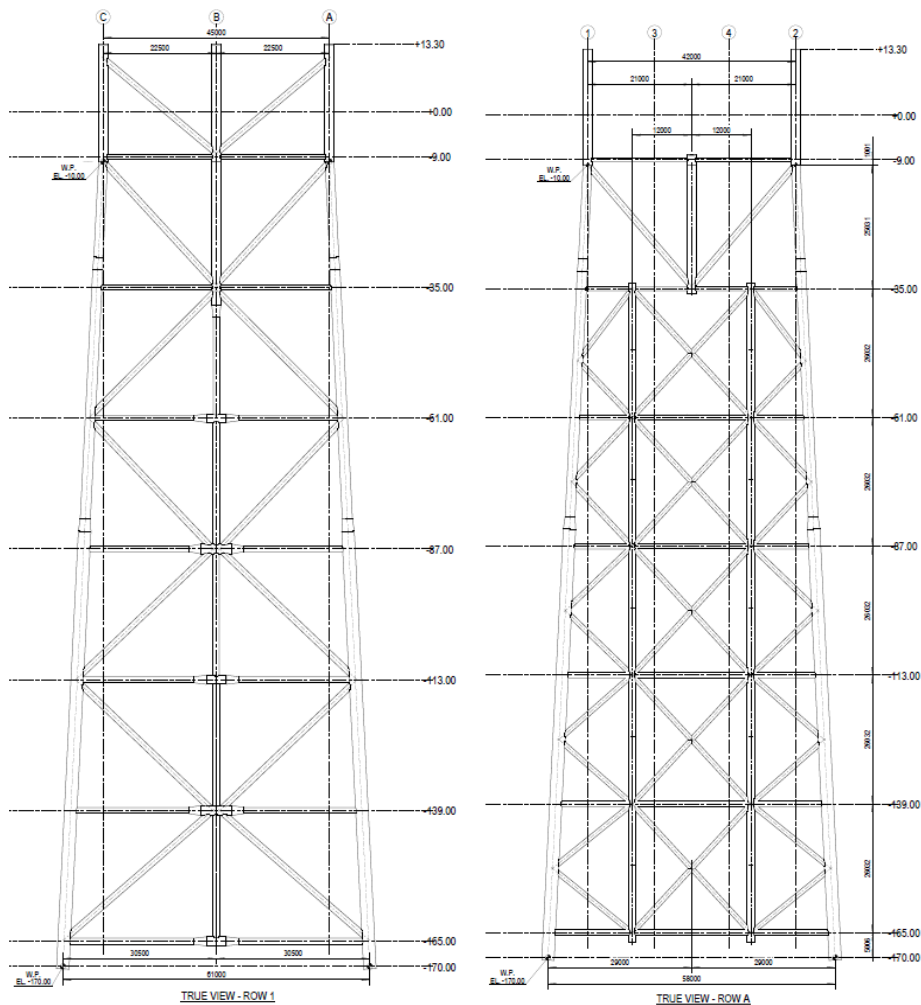


Figura 4: Jacket - vista da Ovest (Row 1) e da Sud (Row A)

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 15 of 58

4.2. Fondazioni

La sottostruttura delle sottostazione è ancorata al fondale mediante pali di fondazione di tipo 'skirt piles', posizionati ai quattro angoli. In questa fase di progetto sono stati considerati otto skirt piles (n°3 per angolo).

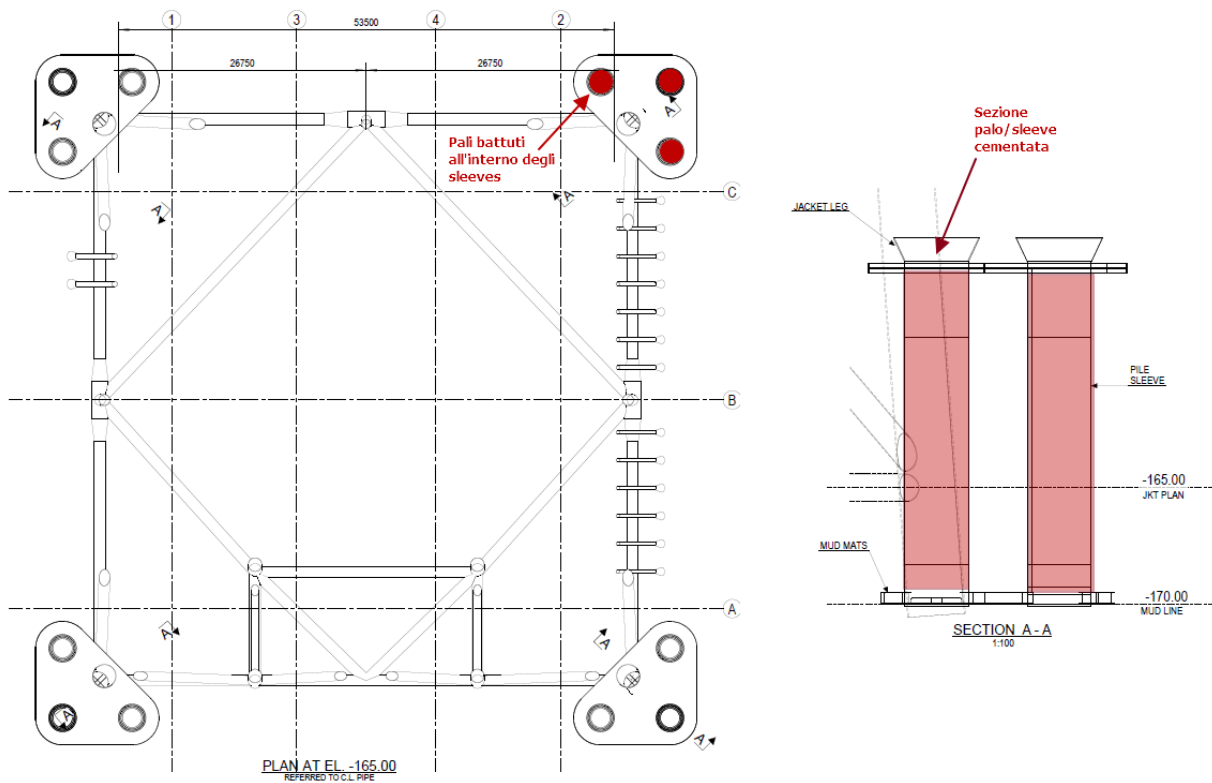


Figura 5: Jacket - sezione orizzontale in prossimità del fondale e sezione verticale connessione al palo

I n°12 pali in acciaio sono a punta aperta del diametro compreso tra 2000mm e 2500mm.

La lunghezza dei pali dovrà essere definita e verificata sulla base degli effettivi dati meteomarini e geotecnici del sito.

I pali sono infissi nel terreno a mezzo battitura (con battipalo idraulico subacqueo) attraverso delle opportune guide (pile sleeves) saldamente connesse alla base del Jacket.

Una volta raggiunta l'infissione di progetto, i pali saranno collegati al Jacket pompando malta di cemento nell'intercapedine tra palo e guida con apposito sistema di iniezione.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 16 of 58

I pali battuti possono essere impiegati per diverse tipologie di terreno, e questa caratteristica li rende particolarmente adatti anche nel caso di depositi eterogenei. Possibili limitazioni all'installazione di pali per battitura sono rappresentate dalla presenza di orizzonti cementati o litificati, i quali possono determinare lo snervamento e successiva deformazione progressiva della sezione del palo. Anche in assenza di tali ostacoli il numero di colpi necessari all'installazione del palo stesso può diventare eccessivo a seconda delle caratteristiche del martello impiegato e della resistenza offerta dal terreno penetrato. Per questa ragione, prima di procedere all'installazione è necessario eseguire un'analisi di 'battibilità' del palo, simulando la propagazione dell'onda d'urto indotta dal martello ed il conseguente avanzamento dello stesso.

Se l'infissione mediante battitura non fosse possibile, si può ricorrere alla trivellazione. Anche in questo caso la struttura del Jacket è opportunamente configurata per consentire la perforazione dalla superficie, predisponendo una piattaforma di lavoro temporanea sopra il Jacket e guide per il caisson di perforazione lungo le sue gambe.

Sulla base di precedenti esperienze su progetti simili realizzati su fondali analoghi in varie aree del mondo, si stima un peso complessivo dei n°12 pali di circa 5400t.

4.3. Topsides

Il Topsides, o sovrastruttura, è una struttura tralicciate a n°4 livelli, al cui interno si trovano tutte le apparecchiature elettriche, gli impianti e il modulo alloggi.

I principali livelli previsti sono (quote rispetto al livello del mare):

- Livello 1 – el +16.0m - Cable deck e Main deck: piano a cui arriva la sommità dei J-tubes, dedicato a fornire adeguata portata e spazio per i sistemi di pulling e per il routing dei cavi ai GIS 66kV e 380kV; e a cui si trovano main transformers e shunt reactors;
- Livello 2 - el. +23.0m – Utility deck: semi-piano a cui sono alloggiati i GIS 66kV, 380kV e le control rooms;
- Livello 3 - el. +28.6m – Accommodation: semi-piano intermedio per gli alloggi;
- Livello 4 - el. +34.0m - Weather deck: copertura di capacità portante adeguata al carico e la movimentazione di attrezzature, che alloggia i cooler dei main transformers/shunt reactors e i generatori diesel;
- Livello 5 - el.+37.0m - Helideck: piano di appontaggio per elicotteri.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 17 of 58

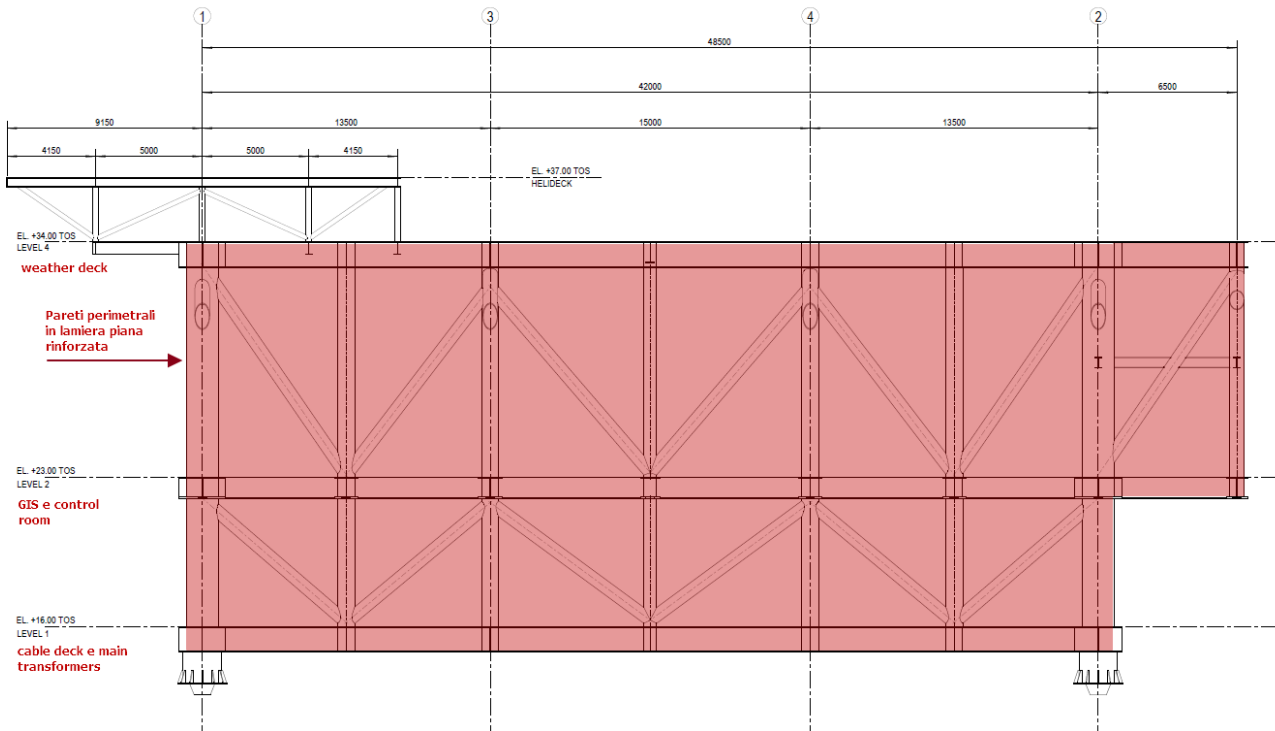


Figura 6: Topsides - sezione verticale con indicazione dei livelli principali

La struttura dei Topsides si appoggia sul Jacket in corrispondenza delle sei colonne principali, disposte su due file con maglia principale di 42m x 45m.

La struttura dei Topsides è completamente chiusa rispetto all'ambiente marino: le pareti esterne, la copertura e i piani di calpestio sono realizzati con pannelli di acciaio saldati e rinforzati.

Sopra i Topsides è previsto un eliporto ottagonale. Il diametro del cerchio inscritto, definito in base alla taglia dell'elicottero di riferimento, è stato preliminarmente fissato in 18.0 m (adatto per AW149, Bell 412). Il piano di appontaggio è previsto a +37.0 m da livello mare.

All'interno delle strutture dei Topsides sono previste due torri scala a servizio di tutti i piani, in posizioni diametralmente opposte rispetto al centro della piattaforma.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 18 of 58

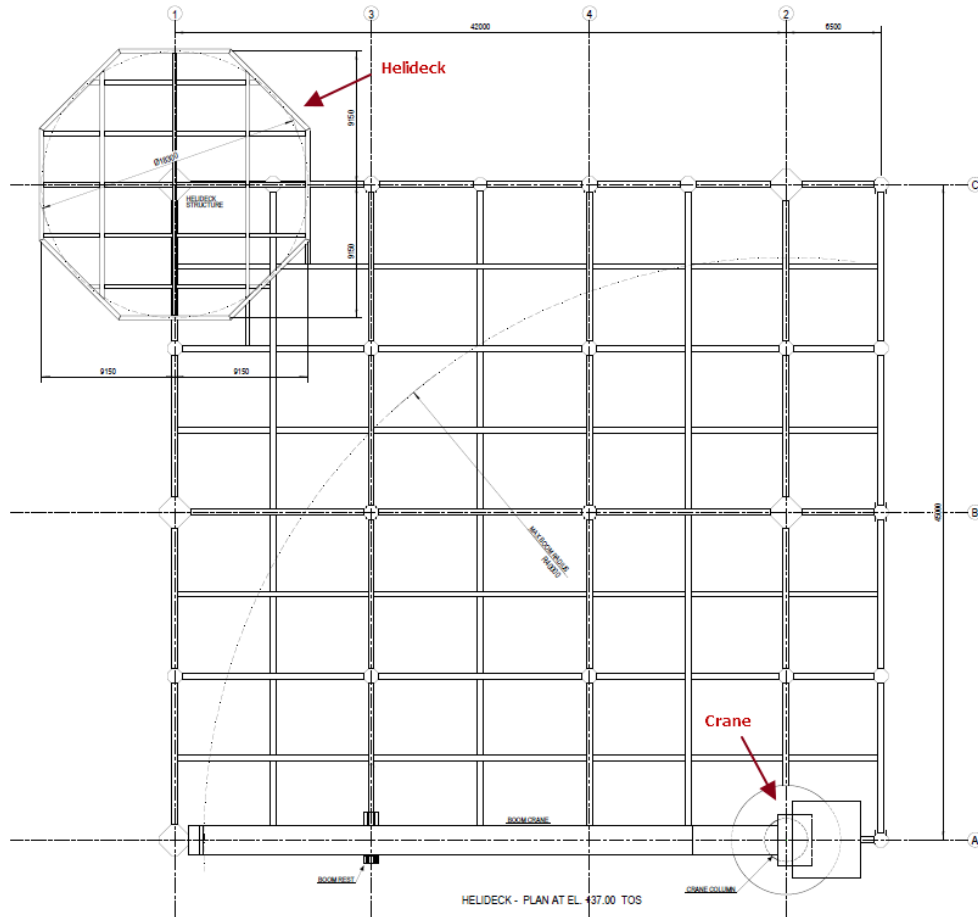


Figura 7: Topsides - vista dall'alto

4.3.1. Dimensioni e peso

Le principali caratteristiche del Topsides sono di seguito riportate:

Ingombro massimo previsto:	L=58.0 m, B=58.0 m, H=24.0m
Interasse colonne principali:	42.0 m x 45.0m
N. di piani di servizio:	n.4 + n.1 eliporto
Elevazione piani di servizio dal livello mare:	+16m, +23m, +28.6m, +34m, +37m
Peso previsto:	5000 t

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 19 of 58

4.4. Installazione

4.4.1. Jacket

La sequenza tipica di installazione di un Jacket delle dimensioni previste consiste in:

- messa in galleggiamento del Jacket;
- verticalizzazione in acqua;
- posizionamento sul fondo.

La messa in galleggiamento del Jacket dalla posizione di trasporto su bettolina è effettuata tramite lancio del Jacket dalla bettolina stessa. Questa metodologia di installazione è stata adottata per consentire di ampliare il numero dei possibili installatori, a fronte di un aumento del peso delle strutture rispetto a un tradizionale Jacket sollevato, il quale tuttavia richiederebbe mezzi di sollevamento di maggiore capacità e di più difficile reperibilità.

Di seguito sono descritte le fasi di installazione del Jacket della sottostazione.

Lancio e messa in galleggiamento

Prima di iniziare le operazioni di installazione del Jacket sarà eseguito un accurato sopralluogo del fondale nella zona di installazione in modo da individuare eventuali ostacoli da rimuovere e verificare che il fondale sia regolare. Data la profondità, il sopralluogo potrà essere eseguito tramite ROV (Remote Operated Vehicle). Il trasporto dal cantiere di costruzione al sito di installazione avverrà caricando il Jacket su bettoline da trasporto di adeguata capacità, attrezzate con vie di corsa e bilancino di varo (launching barge). Il Jacket sarà costruito e trasportato in orizzontale.

Una volta in prossimità del sito di installazione iniziano le operazioni di varo.

La sequenza delle operazioni necessarie a varare il Jacket è brevemente descritta qui di seguito:

- sono per prima cosa tagliati e rimossi i rizzaggi che assicurano il Jacket alla bettolina durante il trasporto;
- la barge viene poi zavorrata in modo da abbassare la poppa e assumere l'assetto previsto per inizio varo;
- si inizia a muovere il Jacket verso poppa utilizzando il sistema di tiro o spinta di cui la barge deve essere dotata;
- spostando il Jacket verso poppa l'angolo di sbandamento longitudinale della barge aumenta fino a raggiungere il valore critico, che corrisponde all'angolo a cui il Jacket inizia a scivolare senza bisogno di sistemi esterni di tiro o spinta;

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 20 of 58

- in queste condizioni il Jacket continua la sua corsa fino a quando il baricentro supera la cerniera del bilancino e il bilancino ruota insieme al Jacket che si immerge in acqua e si separa dalla barge;
- a fine lancio il Jacket rimane in equilibrio nella posizione di galleggiamento libero.

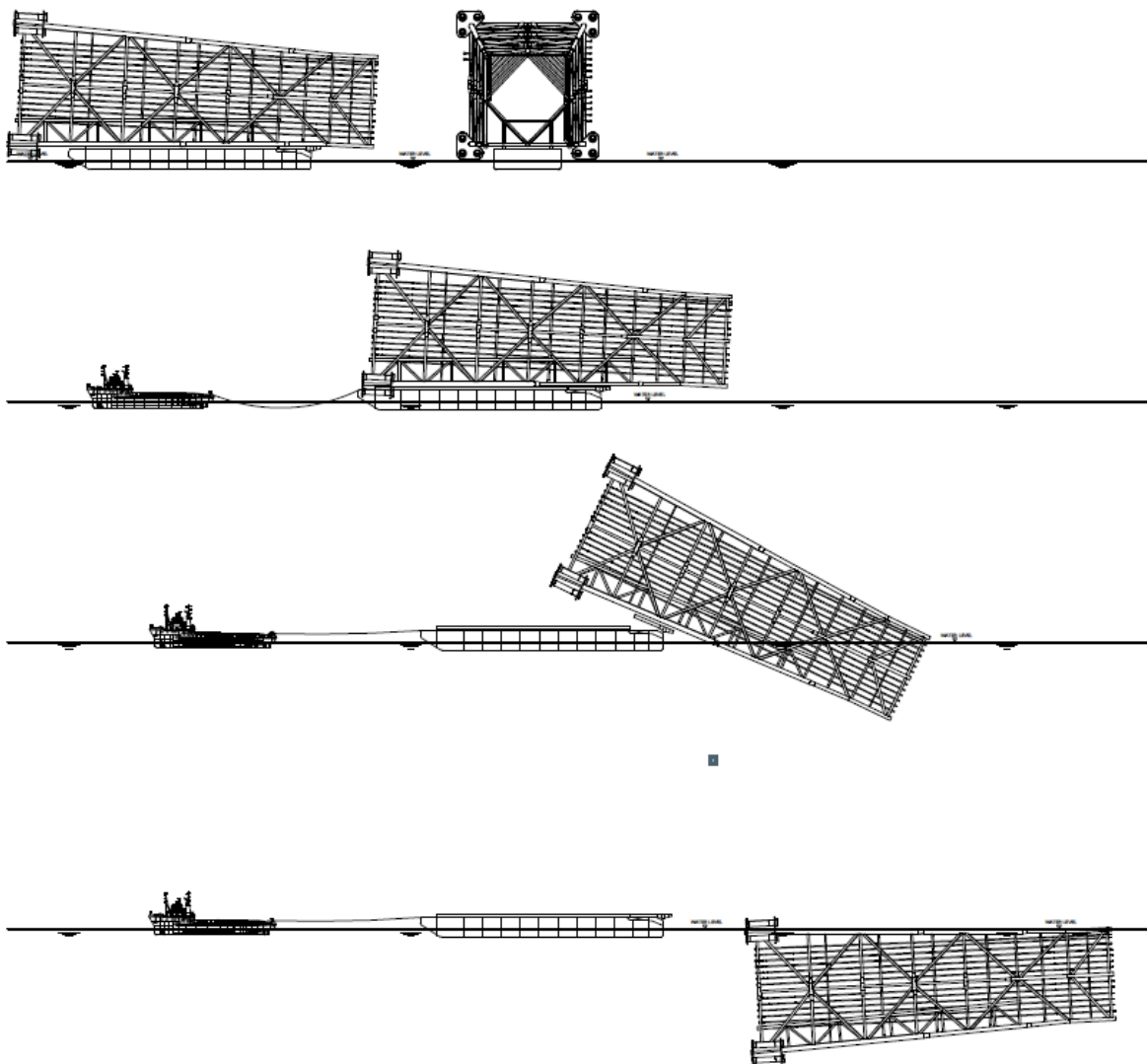


Figura 8: Jacket – sequenza di lancio

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 21 of 58

Verticalizzazione e posizionamento sul fondo

La verticalizzazione del Jacket in acqua viene ottenuta operando come descritto qui di seguito:

- la barge predisposte per la verticalizzazione e preinstallate sulla testa del Jacket vengono collegate al gancio della gru;
- l'operazione inizia sollevando il gancio della gru e quindi sollevando la testa del Jacket che inizia la rotazione;
- continuando a sollevare il gancio e contemporaneamente allagando alcuni compartimenti nella parte bassa del Jacket si completa la verticalizzazione del Jacket;
- una volta controllata la verticalità del Jacket si inizia a calare il gancio fino a quando il Jacket tocca il fondo del mare;
- dopo un ulteriore controllo della verticalità il peso viene completamente scaricato sul fondo e rimane in equilibrio supportato dalle piastre temporanee di fondazione (mud-mats).

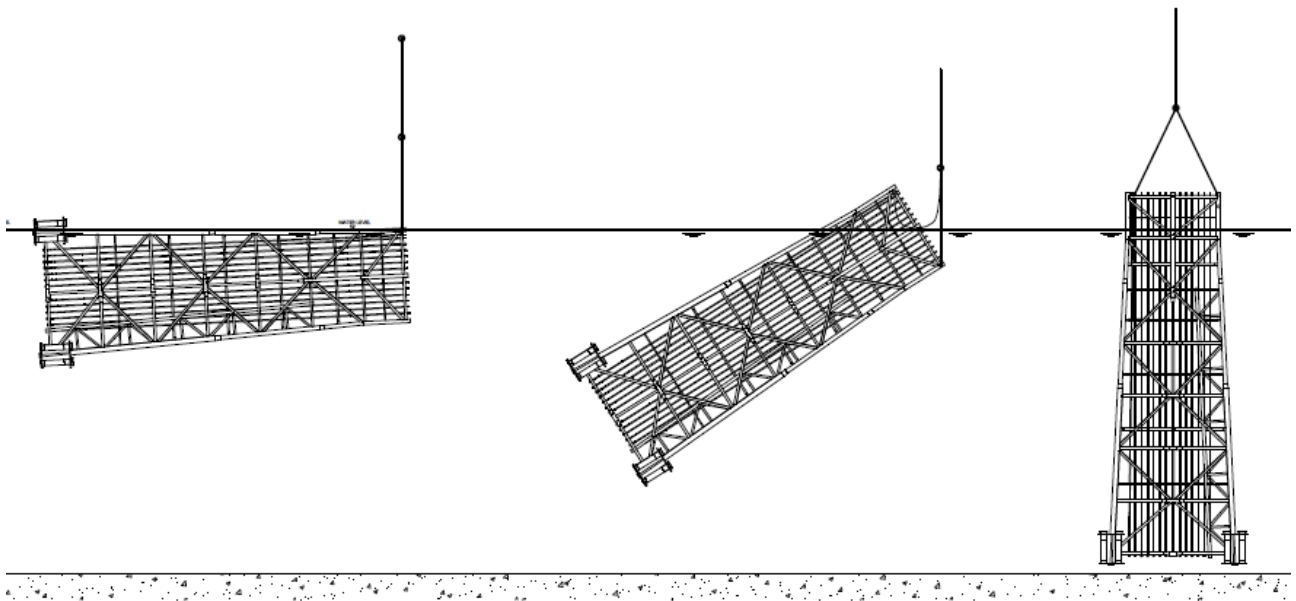


Figura 9: Jacket – sequenza di verticalizzazione e posizionamento sul fondo

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 22 of 58

4.4.2. Pali

Le fondazioni della piattaforma sono costituite da n°12 pali di diametro compreso tra 2.0m e 2.5m.

I pali saranno infissi nel terreno fino alla penetrazione di progetto.

I pali saranno prefabbricati in unico pezzo e trasportati al sito di installazione su un'apposita bettolina, o sulla stessa bettolina sulla quale sarà trasportato il Jacket.

La sequenza di installazione e battitura dei pali è brevemente descritta qui di seguito:

- i pali saranno verticalizzati direttamente sulla bettolina di trasporto o sulla crane barge in funzione dell'attrezzatura di cui disporrà l'installatore. In alternativa, i pali potranno anche essere varati dalla bettolina direttamente in acqua tramite rotolamento e poi verticalizzati in mare. In quest'ultimo caso i pali dovranno essere opportunamente fondellati;
- il palo sospeso alla gru sarà calato nel tubo guida (sleeve) e penetrerà nel terreno fino a raggiungere la sua penetrazione di equilibrio; a questo punto la gru sarà scollegata;
- la gru sarà utilizzata per sospendere il battipalo; il battipalo da utilizzare sarà idraulico e in grado di operare anche sott'acqua; le caratteristiche del battipalo dovranno essere tali da garantire il raggiungimento dell'infissione di progetto senza provocare sollecitazioni eccessive nel palo stesso;
- il battipalo sarà appoggiato sulla testa del palo e si inizieranno le operazioni di battitura;
- la battitura terminerà quando tutti i pali avranno raggiunto l'infissione di progetto;
- dopo la battitura si procederà alla cementazione dei pali, che consisterà nell'iniezione di malta di cemento nell'intercapedine tra palo e guida;
- la cementazione avverrà attraverso le linee di cementazione preinstallate sul Jacket. La tenuta del cemento nell'intercapedine dovrà essere garantita attraverso appositi sistemi di ritenuta attivi (inflatable packers) o passivi (grout seals), che saranno installati nella parte inferiore degli sleeves in base a quanto stabilito in sede di progetto di dettaglio. Nel caso in cui qualche componente del sistema di cementazione non funzionasse come previsto e ci fossero quindi delle perdite, si utilizzeranno le procedure di emergenza atte a garantire che in ogni caso il collegamento cementato tra palo e gamba raggiunga l'efficienza richiesta.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 23 of 58

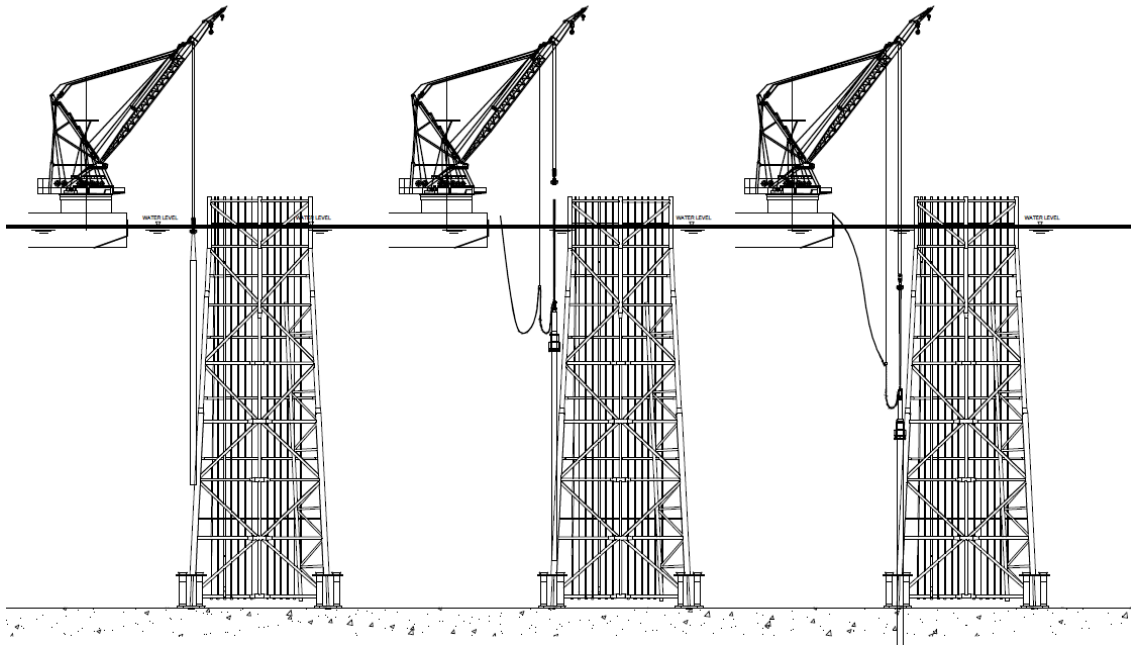


Figura 10: Sequenza di installazione dei pali

Se le caratteristiche del fondale lo richiedessero, l'installazione dei pali potrebbe avvenire tramite perforazione del suolo (pali trivellati). Anche in questo caso l'installazione sarebbe effettuata dopo quella del Jacket e la perforazione sarebbe eseguita direttamente dalla superficie, senza necessità di adottare trivelle subacquee, predisponendo adeguate guide per il casing di perforazione lungo le gambe del Jacket e una piattaforma temporanea per l'ancoraggio della trivella sopra il Jacket stesso.

I pali trivellati sono installati in tre fasi: la perforazione con asportazione del terreno, la posa del palo e l'iniezione della malta cementizia. Il primo tratto della sezione del palo (casing) è battuto mediante battipalo idraulico subacqueo attraverso i sedimenti superficiali fino al raggiungimento della sommità dello strato duro/roccioso. Questa operazione risulta necessaria principalmente per assicurare la stabilità del foro durante la perforazione. In seguito, la trivellazione avviene attraverso il casing infisso, fino al raggiungimento della profondità di progetto. I materiali risultanti da questa attività sono rimossi e riportati in superficie mediante la circolazione dei fanghi di perforazione. A questo punto si procede con la posa del palo in acciaio all'interno del foro (insert pile) e alla successiva iniezione di malta, mediante una linea di cementazione dedicata in uscita sul fondo del palo stesso. Al fine di garantire la resistenza a sfilamento desiderata è necessario caratterizzare correttamente non solo l'attrito all'interfaccia tra malta e terreno, ma anche quello tra malta e tubo in acciaio, in quanto quest'ultimo potrebbe in alcune circostanze governare la capacità ultima dell'ancoraggio. Per questa ragione lungo il fusto del palo vengono realizzate delle nervature circolari concentriche dette 'shear keys', al fine di aumentare l'aderenza tra armatura e malta.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 24 of 58

4.4.3. Topsides

Il Topsides sarà installato operando il floatover sulla sottostruttura. Il concetto base del floatover è quello di trasportare il Topsides completo fino al sito di installazione su una cargo barge standard e di eseguire l'installazione sopra il Jacket preinstallato senza necessità di Heavy Lifting Vessel (HLV). Infatti, questo metodo di installazione consiste nel far entrare la cargo barge all'interno del Jacket e nel posizionare il Topsides direttamente sopra di esso. La struttura del Jacket è adeguatamente configurata per permettere questa operazione: la parte superiore delle file Nord e Sud è aperta (Jacket slot) per permettere l'accesso della barca. Una volta in posizione, la barca viene mantenuta ferma e, agendo sul suo sistema di ballastaggio, la sovrastruttura viene gradualmente abbassata. In questo modo avviene il trasferimento progressivo del carico dalla barca alla sottostruttura e l'accoppiamento tra le gambe delle relative strutture (mating). Sulla sommità delle gambe del Jacket, o al di sotto delle gambe del Topsides, sono generalmente predisposti dei sistemi di transizione per l'assorbimento dei carichi d'impatto (LMU), che si possono generare in fase di mating.

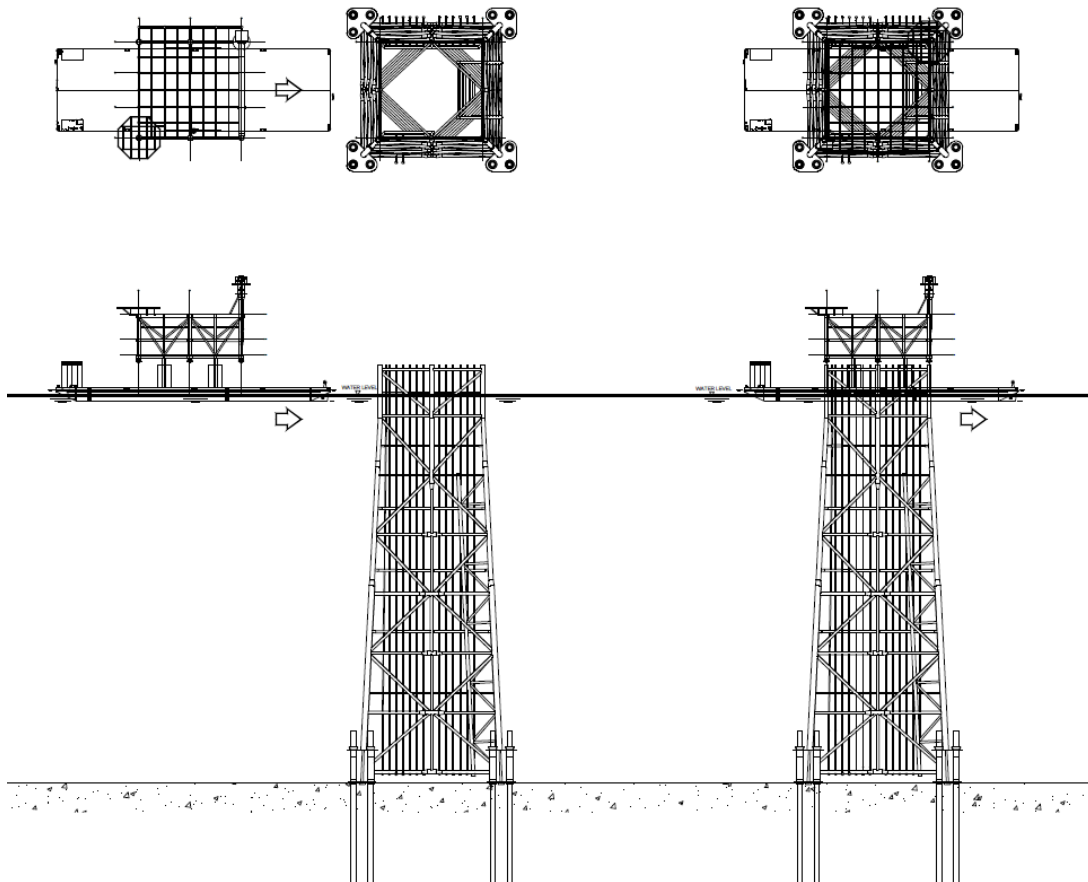


Figura 11: Sequenza di installazione del Topsides – ingresso della cargo barge nel Jacket

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 25 of 58

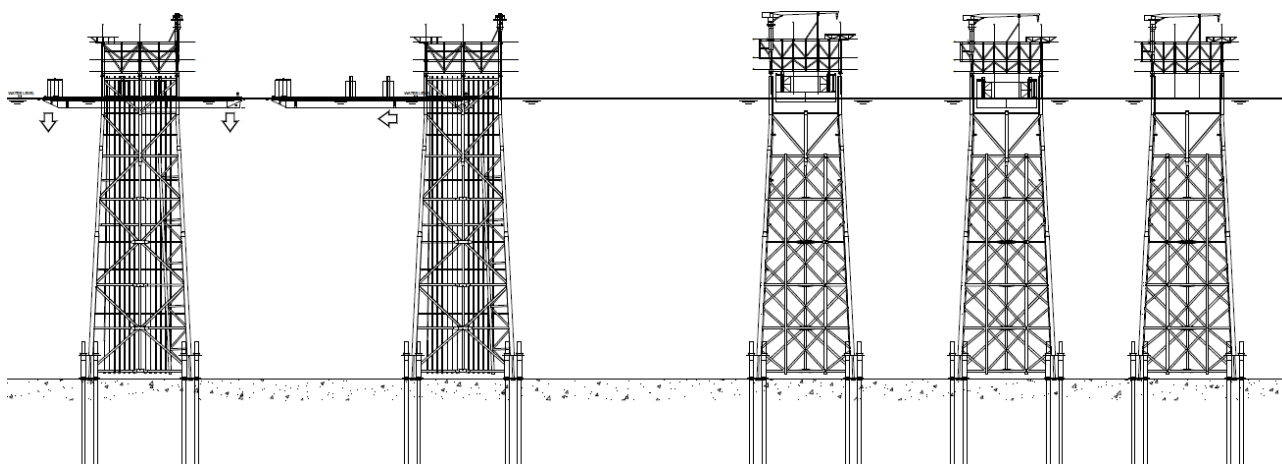


Figura 12: Sequenza di installazione del Topsides – trasferimento del carico e uscita della cargo barge

Per permettere l'installazione con floatover, il Topsides deve essere adeguatamente supportato. Il Deck Support Frame (DSF) è una struttura tralicciata in acciaio che sostiene il Topsides durante la fase di movimentazione dal cantiere alla cargo barge (load-out) e la fase di trasporto su cargo barge al sito di installazione. Il Topsides può essere costruito direttamente sul DSF, utilizzandolo in questo modo anche come supporto di cantiere, oppure il DSF può essere costruito indipendentemente dal Topsides e collocato al di sotto di esso prima di eseguire il load-out. Il DSF fornisce l'altezza necessaria per l'operazione di floatover sopra il Jacket e contribuisce a distribuire i carichi statici e dinamici derivanti dalla massa del Topsides sulla struttura della barca in modo adeguato.

A seconda del design sviluppato, sul DSF possono essere richiesti ulteriori dispositivi di supporto del Topsides in grado di assorbire i carichi d'impatto e velocizzare la fase di separazione.

Il sistema di ormeggio necessario per l'operazione di floatover deve essere dimensionato per rispettare i movimenti previsti della cargo barge, le condizioni ambientali del sito e la geometria adottata. Le linee e le loro pretensioni sono calcolate e regolate per fornire un posizionamento preciso della barge sopra la sottostruttura e per ridurre al minimo gli effetti del suo moto.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 26 of 58

5. Descrizione delle opere elettriche

La sottostazione elettrica offshore in oggetto convoglia la potenza prodotta dall'impianto eolico verso terra. Il parco eolico è composto da n°63 turbine eoliche di potenza unitaria pari a 15 MW. La sottostazione raccoglie la potenza delle turbine, raggruppate in n°11 stringhe. Più precisamente, n°6 stringhe sono connesse al GIS 66kV-1 e n°5 stringhe sono connesse al GIS 66kV-2.

Tali stringhe sono collegate tramite cavi sottomarini a 66kV agli stalli dei GIS 66kV presenti nella sottostazione elettrica offshore.

Ogni sottostazione innalza il livello di tensione da 66kV a 380kV tramite n°2 Trasformatori Elevatori di potenza nominale pari a 580MVA.

La sottostazione offshore è collegata alla RTN tramite due collegamenti in cavo, denominati L1 e L2, ciascuno della lunghezza complessiva (marino + terrestre) di circa 110km.

5.1. Configurazione impiantistica e componenti principali

La sottostazione è composta da n°2 GIS 66kV e da n°1 GIS 380kV, come di seguito descritto.

Il GIS 66kV-1 è formato da:

- n°6 stalli (baie) in ingresso dal parco eolico;
- n°2 stalli (baie) per alimentazione dei n°2 trasformatori ausiliari utili all'alimentazione degli ausiliari di impianto;
- n°2 stalli collegati ai Trasformatori Elevatori da 580MVA per innalzare il livello di tensione a 380kV;
- il sistema è diviso in due semisbarre collegate tramite un congiuntore normalmente aperto. Ogni semisbarra è equipaggiata con trasformatore di tensione e sezionatore di messa a terra ad alta velocità.

Il GIS 66kV-2 è formato da:

- n°5 stalli (baie) in ingresso dal parco eolico;
- n°2 stalli collegati ai Trasformatori Elevatori da 580MVA per innalzare il livello di tensione a 380kV;
- il sistema è diviso in due semisbarre collegate tramite un congiuntore normalmente aperto. Ogni semisbarra è equipaggiata con trasformatore di tensione e sezionatore di messa a terra ad alta velocità.

Il GIS 380kV comprende n°2 baie necessarie per:

- collegamento tramite n°2 cavi sottomarini alla sottostazione onshore per l'esportazione dell'energia prodotta dall'impianto eolico;

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 27 of 58

- collegamento ai n°2 Trasformatori Elevatori 66/380kV;
- collegamento dei n°4 Reattori Shunt da 250MVA ciascuno, previsti per la compensazione dell'energia capacitiva dovuta al collegamento in cavo.

Dagli stalli dei trasformatori abbassatori del GIS 66kV-1, l'energia è distribuita agli ausiliari di sottostazione tramite n°2 trasformatori AT/BT. Ogni trasformatore si collega al quadro principale di Bassa Tensione che alimenta a sua volta gli ausiliari di impianto.

Il sistema in BT è caratterizzato da:

- n°1 quadro di Bassa Tensione a 400V per l'alimentazione dei sottoquadri ausiliari. Il quadro è diviso in n°3 semisbarre con due interruttori di accoppiamento sbarre automatico (ATS). Il quadro è normalmente alimentato dai due trasformatori ausiliari ed in caso di emergenza da n°2 generatori diesel;
- Sistema in corrente continua (DC UPS);
- Gruppo di continuità in corrente alternata (AC UPS).

In aggiunta a quanto sopra, sono previsti tutti i sistemi ausiliari d'impianto, necessari al corretto funzionamento della sottostazione, quali ad esempio:

- Sistema di controllo e protezione;
- Sistema HVAC;
- Sistema antincendio;
- Sistema luci e prese;
- Sistema di ausilio alla navigazione;
- Sistema di videosorveglianza;
- Sistema trattamento acqua.

Il dettaglio della distribuzione elettrica è rappresentato nel diagramma unifilare allegato a questa relazione "12083-EBG-001 Single Line Diagram".

Il dettaglio della disposizione in pianta dei componenti è rappresentato nel layout allegato a questa relazione "12083-LDL-001 Layout Substation".

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 28 of 58

5.2. Gas Insulated Substation (GIS) 380kV

Ogni baia GIS 380kV della sottostazione è formata dalle seguenti componenti:

- Terminali cavo di alta tensione in ingresso dal Trasformatore Elevatore;
- n°3 scaricatori di tensione monofase;
- n°3 trasformatori di tensione monofase;
- n°1 sezionatore di terra ad alta velocità;
- n°1 sezionatore (di linea) trifase;
- n°1 sezionatore di terra;
- n°3 trasformatori di corrente per ogni fase;
- n°1 interruttore trifase (comando uni-tripolare);
- n°1 sezionatore di terra;
- n°1 sezionatore (di linea) trifase;
- n°3 trasformatori di tensione monofase;
- n°1 sezionatore di terra ad alta velocità;
- Terminali per cavi di collegamento RTN;
- Per il collegamento di ciascun Reattore Shunt:
 - n°1 sezionatore (di linea) trifase;
 - n°1 sezionatore di terra ad alta velocità;
 - Terminali per cavi di collegamento Reattore Shunt.

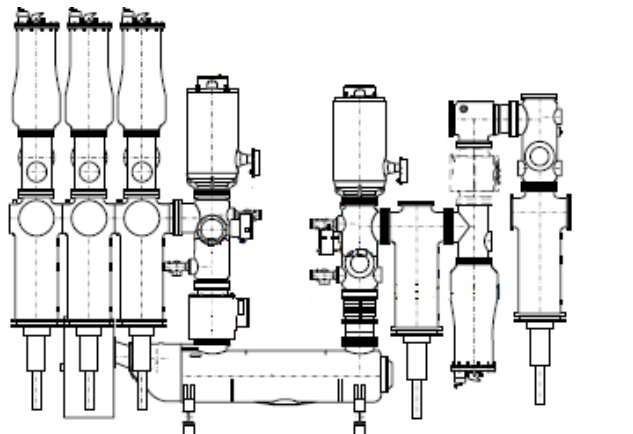


Figura 13: Esempio tipico di baia GIS 380kV simile - Sezione Laterale

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 29 of 58

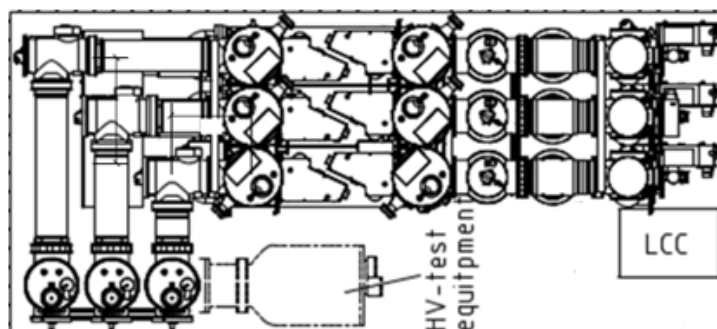


Figura 14: Esempio tipico di baia GIS 380kV simile - Vista dall'alto

5.3. Gas Insulated Substation (GIS) 66kV

La sottostazione in oggetto prevede n°2 GIS 66kV.

I GIS 66kV sono utilizzati per raccogliere l'energia elettrica prodotta dalle n°11 stringhe di turbine eoliche e, tramite gli stalli di trasformazione, innalzare il livello di tensione da 66kV a 380kV. Entrambi i GIS 66kV sono equipaggiati con congiuntore essendo provvisti di due semisbarre, mentre solamente il GIS 66kV-1 contiene n°2 stalli aggiuntivi per i trasformatori ausiliari.

Al fine di aumentare l'affidabilità globale del sistema elettrico di sottostazione, ciascun GIS 66kV è collegato ad entrambi i Trasformatori Elevatori (TR), nello specifico:

- GIS 66kV-1 – Sbarra A, interconnessa con avvolgimento 330MVA TR-1;
- GIS 66kV-1 – Sbarra B, interconnessa con avvolgimento 330MVA TR-2;
- GIS 66kV-2 – Sbarra A, interconnessa con avvolgimento 250MVA TR-1;
- GIS 66kV-2 – Sbarra B, interconnessa con avvolgimento 250MVA TR-2.

Tramite la configurazione d'impianto sopra descritta, in caso di guasto di uno dei due Trasformatori Elevatori, il rimanente trasformatore potrà esportare l'eventuale potenza generata da tutte le turbine eoliche (previa chiusura dei congiuntori di entrambi i GIS 66kV), ovviamente comunque entro i limiti di capacità di ciascun trasformatore.

Per il livello di tensione in oggetto (66kV), è presente sul mercato una nuova tecnologia GIS denominata "Clean Air", aria pulita. Rispetto al classico isolamento tramite SF6, la tecnologia "Clean Air" risulta leggermente più ingombrante a fronte però di un costo che è leggermente inferiore.

Per il dimensionamento della sottostazione in oggetto è stata selezionata la soluzione "Clear Air" in vista di una possibile regolamentazione europea che dovrebbe escludere l'utilizzo di SF6 nel caso in cui fosse disponibile una soluzione tecnologica equivalente non inquinante.

Considerando le n°6 stringhe degli aereogeneratori, le n°2 baie verso i Trasformatori Elevatori, le n°2 uscite verso i trasformatori ausiliari e il congiuntore, il numero massimo degli stalli che compongono il GIS 66kV-1 è n°12.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 30 of 58

Considerando le n°5 stringhe degli aereogeneratori, le n°2 baie verso i Trasformatori Elevatori e il congiuntore, il numero totale degli stalli che compongono ciascun GIS 66kV-2 è n°9.

Ogni baia (ad eccezione del congiuntore) è formata dalle seguenti componenti:

- Terminali cavo di alta tensione in ingresso dalle turbine eoliche o in uscita verso i Trasformatori Elevatori ed ausiliari;
- n°3 scaricatori di tensione monofase;
- n°1 sezionatore di terra ad alta velocità;
- n°3 trasformatori di tensione monofase (opzione);
- n°1 sezionatore (di linea) trifase con lame di messa a terra;
- n°3 trasformatori di corrente per ogni fase;
- n°1 interruttore trifase (comando uni-tripolare);
- n°1 sezionatore (di linea) trifase con lame di messa a terra.

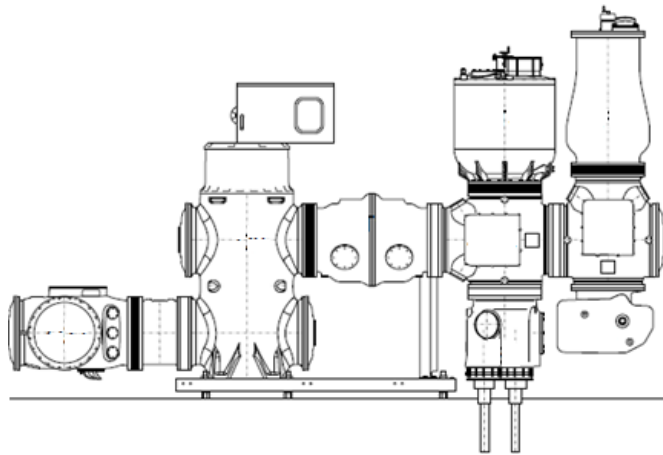


Figura 15: GIS 66kV - Feeder - Vista Laterale

Il GIS 66kV è composto da n°2 semisbarre, ognuna munita di trasformatori di tensione e sezionatore di messa a terra ad alta velocità, collegate tramite congiuntore.

La baia del congiuntore invece include le seguenti componenti:

- n°1 sezionatore (di linea) trifase con lame di messa a terra;
- n°3 trasformatori di corrente monofase;
- n°1 interruttore trifase (comando uni-tripolare);
- n°3 trasformatori di corrente monofase;
- n°1 sezionatore (di linea) trifase con lame di messa a terra.

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 31 of 58

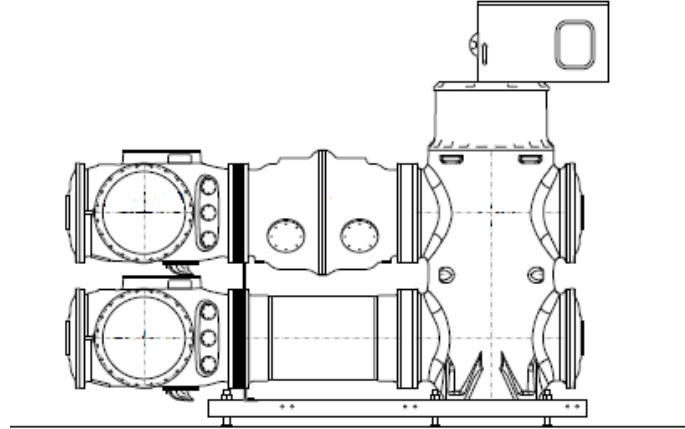


Figura 16: GIS 66kV - Coupler - Vista Laterale

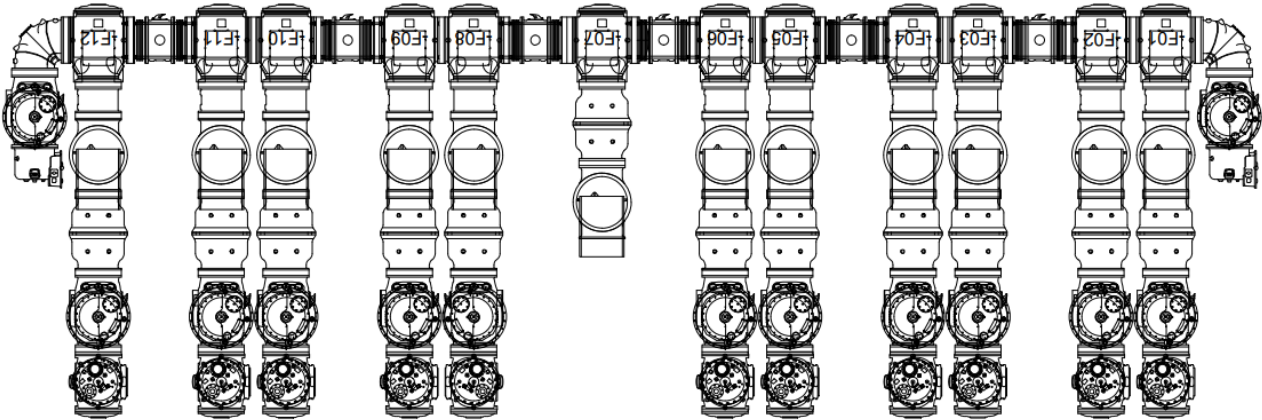


Figura 17: GIS 66kV - 1 - Vista dall'alto

		
<p>DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00</p>	<p align="center">Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore</p>	<p>DATE: 19/10/2023 PAGE: 32 of 58</p>

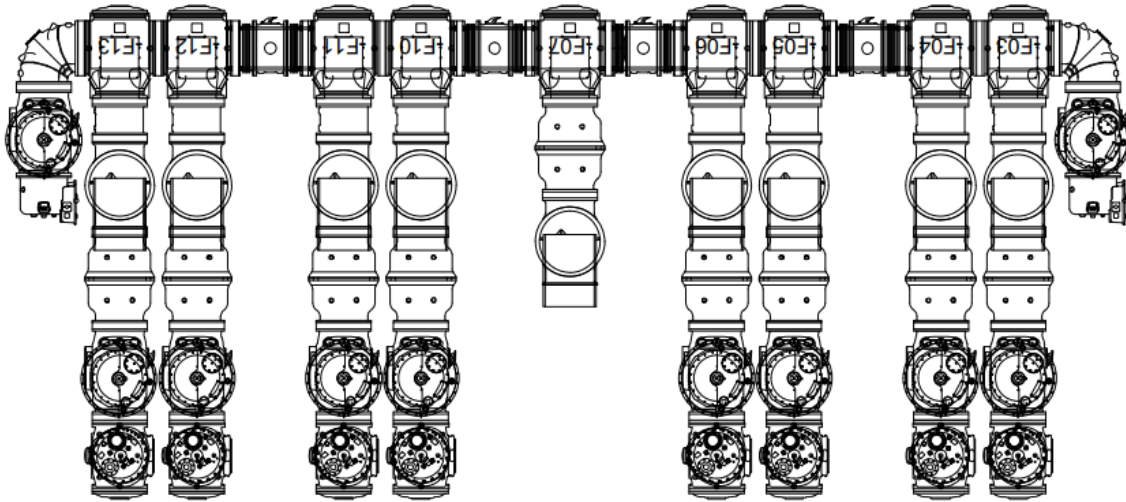


Figura 18: GIS 66kV -2 - Vista dall'alto

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 33 of 58

5.4. Trasformatori Elevatori

Secondo il progetto attuale la sottostazione include n°2 Trasformatori Elevatori da 580MVA equipaggiati con un sistema di raffreddamento del tipo OFWF (Olio Forzato, Acqua Forzata).

Ciascun trasformatore è del tipo “a tre avvolgimenti” avendo per l’appunto, oltre all’avvolgimento 380kV, due avvolgimenti a 66kV, nello specifico: un avvolgimento a 66kV dimensionato per una potenza di 330MVA e un avvolgimento 66kV dimensionato per una potenza di 250MVA.

Il dimensionamento dei Trasformatori Elevatori è stato considerato in ottica di parziale ridondanza. In caso di guasto di uno dei due Trasformatori Elevatori, il rimanente Trasformatore Elevatore è in grado di esportare l’energia da entrambi i GIS 66kV, fino alla sua massima potenza di 580 MVA (330+250MVA).

la massima potenza (massima corrente nominale) da almeno uno dei due GIS 66kV.

La taglia dei trasformatori verrà comunque ottimizzata in fasi più avanzate del progetto, sulla base delle necessità di funzionamento e delle scelte strategiche del Cliente.

Gli avvolgimenti a 380kV dei trasformatori hanno isolamento uniforme e sono collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l’eventuale connessione a terra.

La connessione a terra dell’avvolgimento AT sarà concordata con Terna in relazione alle esigenze della rete nel punto di connessione.

Gli avvolgimenti a 66kV sono collegati a triangolo e sono collegati a terra tramite un trasformatore e relativo resistore (NER).

L’avvolgimento AT dei trasformatori elevatore è dotato di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa tra $\pm 12.5\%$ della tensione nominale.

I trasformatori elevatori sono opportunamente dimensionati per consentire il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima (assumendo un fattore di potenza di 0.9 in anticipo/ritardo) e comunque con una potenza apparente complessiva superiore al 110% della Pn dell’impianto, come richiesto dall’*“Allegato A.17 - Centrali eoliche - Condizioni generali di connessione alle reti AT - Sistemi di protezione regolazione e controllo”* di Terna.

I trasformatori sono progettati con classe di isolamento A e sono dotati di una serie di sensori/e relè in grado di monitorare le condizioni del sistema di isolamento, le condizioni del sistema di raffreddamento e la temperatura degli avvolgimenti.

I sensori e i relè installati a bordo del trasformatore sono progettati per resistere alle condizioni ambientali di installazione. Il trasformatore è equipaggiato con un sistema di monitoraggio online per la condizione dell’olio/gas (es. rilevatore di umidità dell’olio/gas). Il rilevatore è di tipo ad allerta precoce e consente di prevedere attività di manutenzione basate sul monitoraggio delle condizioni di olio/gas.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 34 of 58

La valutazione meccanica del trasformatore e del variatore sotto carico comprende misure per contenere gli effetti delle vibrazioni a cui è soggetta la sottostazione a causa delle onde e del vento.

Le caratteristiche target per la progettazione dei trasformatori sono:

- durevole;
- affidabile;
- ridurre al minimo i costi operativi durante la durata prevista.

A tal proposito i trasformatori sono progettati per:

- resistere alle condizioni ambientali aggressive dovute all'ambiente marino di installazione;
- ottimizzare i pesi e le dimensioni;
- favorire il trasporto e le operazioni di manutenzione;
- prevenzione della rottura del tank:
 - per aumentare l'affidabilità della sottostazione (in caso di rottura il trasformatore è inutilizzabile);
 - diminuire il rischio incendio dovuto alla fuoriuscita dell'olio;
 - diminuire il rischio di fuoriuscita dell'olio che potrebbe danneggiare l'ambiente.

5.4.1. Olio biodegradabile

Per evitare il rischio di contaminazione dell'ambiente, oltre a sistemi di captazione di eventuali perdite interni alla struttura, il trasformatore è stato progettato per essere riempito con olio biodegradabile (esempi di olio: SHELL DIALA S5 BD, NYTRO® BIO 300 X, etc... di cui di seguito caratteristiche di dettaglio) tale da non arrecare danni all'ambiente anche in caso di rilascio in mare.

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 35 of 58

TYPICAL PROPERTIES OF SHELL DIALA S5 BD

PROPERTIES	METHOD	IEC 60296, TYPE A MINIMUM	IEC 60296, TYPE A MAXIMUM	SHELL DIALA S5 BD TYPICAL
Appearance	IEC 60296	Clear, free from sediment and suspended matter	Clear, free from sediment and suspended matter	Complies
Density @20°C	kg/m ³	ISO 3675	895	816
Kinematic Viscosity @ 100°C	mm ² /s	ISO 3104		2.2
Kinematic Viscosity @ 40°C	mm ² /s	ISO 3104	12	7.4
Kinematic Viscosity @ -20°C	mm ² /s	ISO 3104		115
Kinematic Viscosity @ -30°C	mm ² /s	ISO 3104	1 800	253
Kinematic Viscosity @ -40°C	mm ² /s	IEC 61868		1 000
Flashpoint P.M.	°C	ISO 2719	135	161
Pour Point	°C	ISO 3016		-40
Fire - Point	°C	ISO 2592		186
Acidity	mg KOH/g	IEC 62021-1		0.01
Corrosive Sulphur		DIN 51353		Not corrosive
Total Sulphur Content	mg/kg	ASTM D5185		500
Potentially Corrosive Sulphur		IEC 62535		Not corrosive
Breakdown Voltage Untreated	kV	IEC 60156	30	40
Breakdown Voltage After Treatment	kV	IEC 60156	70	75
Dielectric Dissipation Factor (DDF) @90°C		IEC 60247		0.005
Oxidation Stability 500h / 120°C		IEC 61125		High grade oil, Type A
Total Acidity	mg KOH/g			0.3
Sludge	%m			0.05
Dielectric Dissipation Factor (DDF) @90°C				0.05
Water content (Drums/IBC)	mg/kg maximum	IEC 60814		40
Water content (Bulk)	mg/kg maximum	IEC 60814		30
2-Furfural and related compounds content	mg/kg	IEC 61198		Not detectable
Stray gassing under thermo-oxidative stress		IEC 60296, procedure in Clause A.4 (oil saturated with air) in presence of copper		Non stray gassing
-Hydrogen (H ₂) -Methane (CH ₄) -Ethane (C ₂ H ₆)				< 50 µl/l < 50 µl/l < 50 µl/l
DBDS content		IEC 62697-1		Not detectable (< 5 mg/kg)
Metal passivator additives	mg/kg	IEC 60666		Not detectable
Oxidation inhibitor content (DBPC)	%m	IEC 60666		0.23
PCA Content	%m	IP346		3
PCB content	mg/kg	IEC 61619		Not detectable
Biodegradability	%	OECD 301B		Readily Biodegradable

These characteristics are typical of current production. Whilst future production will conform to Shell's specification, variations in these characteristics may occur.

*Sulphur content below 1ppm detection limit of ASTM D5185.

SHELL
LUBRICANT SOLUTIONS

Figura 19: Caratteristiche olio SHELL DIALA S5 BD

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 36 of 58

5.4.2. Sistema di raffreddamento

La tipologia di raffreddamento indicata OFWF (Olio Forzato, Acqua Forzata) è stata selezionata in relazione alla consistente potenza nominale necessaria.

La presente relazione assume inoltre che a bordo macchina verranno installati scambiatori acqua demineralizzata/olio, mentre sono previsti scambiatori aggiuntivi acqua demineralizzata/aria per il rilascio del calore in ambiente. A fasi successive di progetto l'ottimizzazione del sistema di raffreddamento, per cui un possibile utilizzo di acqua di mare per riduzione ingombri e pesi scambiatori.

Per facilitare il raffreddamento dei trasformatori i relativi radiatori sono posti all'esterno.

I radiatori sono collegati ai trasformatori tramite dei tubi di dimensioni adeguate a permettere la circolazione dell'acqua di raffreddamento. In particolare, i radiatori sono collocati al Livello 4 - el. +34.0m - Weather deck della struttura.

5.4.3. Vasca di raccolta olio

I trasformatori previsti in sottostazione offshore sono installati all'interno di stanze dedicate equipaggiate con vasca di raccolta olio. La vasca di raccolta olio è parzialmente annegata all'interno della struttura per ottimizzarne i relativi ingombri. La vasca copre una superficie tale da poter raccogliere eventuali fuoriuscite e/o perdite d'olio dal trasformatore. La vasca di raccolta olio è dimensionata in modo tale che il suo volume possa contenere non solo l'intera quantità d'olio presente all'interno del trasformatore ma anche il volume di acqua/schiuma necessario in caso di incendio dello stesso.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 37 of 58

5.5. Reattori Shunt

In accordo a quanto richiesto dall' "Allegato A.17 - Centrali eoliche - Condizioni generali di connessione alle reti AT - Sistemi di protezione regolazione e controllo" gli scambi di potenza reattiva devono essere minimizzati per non influire negativamente sulla regolazione di tensione. In particolare, in caso di impianto fermo (in corrispondenza della potenza attiva $P=0$ ed in assenza di regolazione della tensione) la massima potenza reattiva che può essere scambiata è uguale a 0.5MVA_r. Inoltre, in caso di impianto attivo (scambio di potenza) si dovranno rispettare le curve di capability al punto di consegna.

Sulla base di quanto in precedenza, il presente studio considera necessari Reattori Shunt utilizzati per compensare la potenza reattiva capacitiva generata da:

- cavi sottomarini di collegamento dalla sottostazione a terra;
- cavi terrestri di collegamento dall'approdo alla sottostazione onshore;
- cavi sottomarini di interconnessione tra gli aerogeneratori e verso la sottostazione (interarray).

Il maggior peso nella generazione di potenza capacitiva è dato dai cavi di collegamento dalla sottostazione offshore alla stazione a terra (marino + terrestre). La lunghezza complessiva di collegamento considerata è di ca 110 km per ciascuno dei due collegamenti.

Essendo attualmente assunta una sottostazione utente onshore, i Reattori Shunt sono installati sia all'interno della sottostazione offshore sia all'interno della sottostazione onshore. Si precisa tuttavia però che, vista la lunghezza significativa dei collegamenti in cavo ed il livello di tensione di trasmissione particolarmente elevato (380kV), si lascia a fasi successive lo studio di rete del sistema, per cui potrebbe risultare opportuno valutare l'utilizzo di STATCOM per la compensazione della potenza reattiva, in sostituzione degli attuali Reattori di Shunt e/o inserire Reattori di Shunt intermedi in modo anche da ottimizzare il dimensionamento dei cavi sottomarini (andando infatti a ridurre il valore massimo di "charging current").

La tipologia di cavo marino/terrestre e quindi le sue relative caratteristiche non sono ancora definite. Per un dimensionamento preliminare si è quindi assunta una capacità specifica pari a 0.20 μ F/km. Con questi input e considerata la minor ma pur sempre presente potenza capacitiva generata dai cavi di collegamento delle stringhe di aerogeneratori, si stima una potenza reattiva da compensare di ca 1000MVA_r per ciascun collegamento.

Non sono stati trovati al momento Reattori Shunt in commercio con taglie nell'ordine di quelle precedentemente descritte. Visto e considerato quanto in precedenza sono quindi previsti:

- n°2 Reattori Shunt ciascuno da 250MVA per compensazione offshore linea L1;
- n°2 Reattori Shunt ciascuno da 250MVA per compensazione offshore linea L2;
- n°2 Reattori Shunt ciascuno da 250MVA per compensazione onshore linea L1;
- n°2 Reattori Shunt ciascuno da 250MVA per compensazione onshore linea L2.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 38 of 58

La taglia dei Reattori Shunt sarà comunque rivista in fase avanzata di progetto, considerando i parametri effettivi dei cavi sottomarini ma anche i parametri dei trasformatori che, avendo natura induttiva, favoriranno la compensazione della potenza reattiva capacitiva.

Riassumendo, sono quindi previsti:

- n°4 Reattori Shunt installati in sottostazione offshore;
- n°4 Reattori Shunt installati in sottostazione onshore.

I Reattori Shunt sono collegati in derivazione all'uscita dei collegamenti in cavo (si veda come riferimento il doc. "12083-EBG-001 Single Line Diagram").

I Reattori Shunt sono isolati in olio con raffreddamento ONAN (Olio Naturale, Aria Naturale). Per facilitare il raffreddamento i relativi radiatori sono posti all'esterno. I radiatori sono collegati ai Reattori Shunt tramite dei tubi di dimensioni adeguate a permettere la circolazione dell'olio di raffreddamento. In particolare, i radiatori sono collocati al Livello 4 - el. +34.0m - Weather deck della struttura.

Per rispettare le curve di capability i Reattori Shunt devono essere a "taglia variabile" e possono essere disconnessi, in caso di manutenzione, tramite gli appositi sezionatori presenti nello stallo di linea a 380kV (si sottolinea che la disconnessione tramite sezionatori può essere eseguita solo in condizioni di fuori tensione).

Analogamente a quanto già descritto in precedenza, anche i Reattori Shunt sono previsti con vasca di raccolta olio.

5.6. Collegamenti in alta tensione delle apparecchiature

I collegamenti in alta tensione (66kV e 380kV) sono definiti preliminarmente nel layout, come da documenti allegati "12083-LDL-001 Layout Substation".

In particolare, i GIS 66kV sono collegati alle turbine eoliche (stringhe) per mezzo di cavi 66kV sottomarini tramite l'ausilio dei J-tubes.

Dai GIS 66kV sono presenti baie dedicate per: i n°2 trasformatori ausiliari e i n°2 Trasformatori Elevatori. I collegamenti sono rispettivamente in cavo e in condotto sbarra. La scelta di optare per una soluzione in condotto sbarre è dovuta alla rilevante portata richiesta. L'utilizzo dei cavi in tale situazione richiederebbe l'ausilio di più linee in parallelo con raggi di curvatura maggiori rispetto all'utilizzo dei condotti sbarra. In ogni caso la definizione dell'utilizzo dei cavi o dei condotti sbarra verrà definita in una fase più avanzata del progetto.

Il collegamento in alta tensione dai Trasformatori Elevatori al GIS 380kV è in cavo. Stessa soluzione è applicata per il collegamento dal GIS 380kV ai Reattori Shunt e per l'esportazione dell'energia verso terra tramite i cavi sottomarini. Questi ultimi utilizzano, come per i cavi in ingresso dalle stringhe delle pale eoliche, i J-Tubes per la salita/discesa dalla piattaforma.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 39 of 58

5.7. Ausiliari d’impianto

Gli ausiliari d’impianto della sottostazione sono alimentati tramite il quadro denominato “LVSG-AUX”. Il quadro è diviso in tre semi sbarre. Ciascuna delle due sbarre A e B è alimentata da un trasformatore ausiliario dedicato (sistema di potenza ausiliario principale), mentre la sbarra E è alimentata da n°2 generatori diesel di emergenza (sistema di potenza ausiliario di emergenza).

Il quadro principale di bassa tensione alimenta tutti gli ausiliari di sottostazione, comprese le utenze presenti relative al controllo delle turbine eoliche e i servizi ausiliari per permettere l’alloggio del personale durante le manutenzioni.

Il sistema di potenza ausiliario di emergenza è attivato in caso di guasto del sistema di potenza ausiliario principale ed è dimensionato per poter alimentare almeno per 18h i seguenti servizi essenziali:

- Luci di emergenza;
- Luci di navigazione e altri sistemi di segnalamento della sottostazione;
- Impianto antincendio;
- Sistema di varo della scialuppa di salvataggio;
- Sistema di controllo e comunicazione;
- Sistema di allarme.

Per questi sistemi è inoltre prevista connessione a sistema AC/DC UPS per garantire la continuità di alimentazione anche durante la transizione da sistema ausiliario principale a quello di emergenza.

Per ogni quadro, il sistema UPS è completamente ridondato e include due carica batterie, due sistemi di batterie e due inverter.

5.7.1. Alimentazione degli ausiliari di impianto

Dal momento che la sottostazione dovranno essere permanentemente in funzione, parte dei servizi ausiliari necessiteranno di alimentazione anche nel caso in cui l’impianto eolico sia fermo e non produca.

Per rispondere a questa necessità, ma anche per eventuali emergenze, sono stati previsti n°2 generatori diesel d’emergenza con avvio automatico.

Si è tuttavia già stabilito che, in una fase più avanzata di progetto, potrà essere valutata la realizzazione di un piccolo impianto fotovoltaico sulla parte più alta del top-side in modo da utilizzare il più possibile fonti rinnovabili, minimizzando il consumo di combustibile.

L’impianto fotovoltaico sarà verosimilmente accoppiato ad un piccolo sistema di accumulo elettrochimico (a batterie).

Si noti che, in genere in caso di fermo produzione, sarebbe possibile l’alimentazione degli ausiliari tramite energia dalla rete, soluzione che però potrebbe essere svantaggiosa a causa delle perdite di connessione.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 40 of 58

6. Descrizione del Sistema Antincendio

6.1. Norme di riferimento

- DNV-ST-0145 Offshore substations - Edition 2020-10 - Amended 2021-09
- SOLAS, Chapter II-2
- NFPA 11, 2021 edition - Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam
- NFPA 15, 2022 edition - Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
- NFPA 20, 2022 edition - Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
- FSS-Code (Fire Safety Systems Code) - Res. MSC.98(73)
- CAP 437, 2021 edition - Standards for offshore helicopter landing areas

6.2. Analisi normativa

Lo standard DNV-ST-0145 introduce requisiti prescrittivi minimi per raggiungere i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:

- garantire l'evacuazione sicura del personale;
- ridurre al minimo il rischio di incendio e di esplosione;
- fornire la tempestiva rivelazione di incendio e di fughe di gas;
- effettuare lo sfogo di sovrappressioni pericolose;
- controllare eventuali incendi, limitandone i danni e la propagazione.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 41 of 58

L'approccio prescrittivo dello standard si completa con un approccio prestazionale, basato sul seguente metodo iterativo:

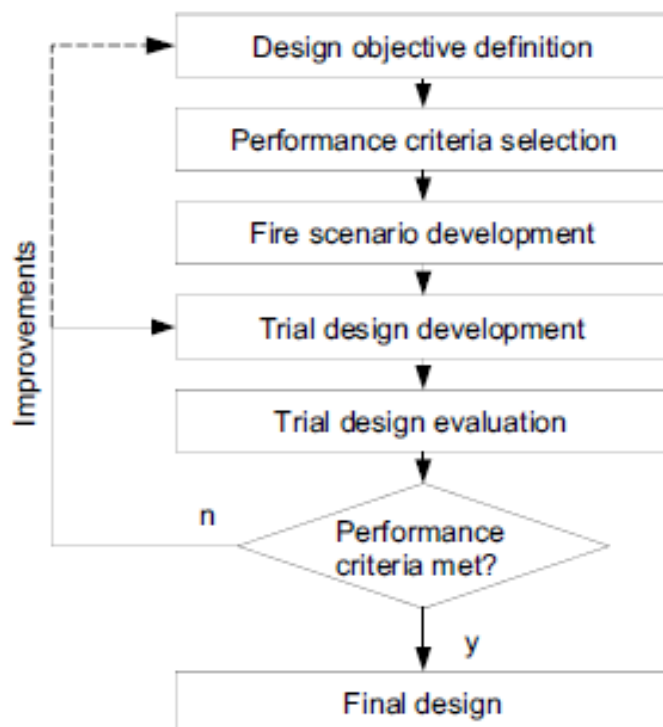


Figura 20: Approccio prestazionale alla progettazione antincendio (tratto dallo standard ST-0145)

Nella presente relazione le misure di protezione attiva sono state derivate dall'approccio prescrittivo, in assenza di un documento generale di valutazione del rischio di incendio e di esplosione.

In tale contesto, gli scenari di incendio previsti dallo standard sono così individuabili:

- incendio nei trasformatori principali ed ausiliari, dovuto a sovraccarico, degrado dell'olio, assenza o guasto del sistema di raffreddamento;
- incendio in sala quadri a causa di guasti, carenza di manutenzione, procedure operative scorrette;
- incendio in sala quadri LV associato a corto circuito o sovraccarico;
- incendio generatore diesel di emergenza causato da guasto, perdita o malfunzionamento;
- incendio in sala controllo o nelle aree destinate all'alloggio del personale dovuto a fumo di sigaretta, guasto di dispositivi elettrici, o scarsa pulizia degli ambienti.

Le misure di protezione attiva contro l'incendio indicate nello standard ST-0145 sono riassunte nella seguente tabella:

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 42 of 58

Area	Tipologia di protezione suggerita
Tutte	Estintori portatili
Sale trasformatori (principali, shunt)	Sistemi a base d'acqua, quali water spray o water mist, sistemi a schiuma ad alta espansione
Sale generatori	Sistemi a base d'acqua, quali water spray o water mist, sistemi a schiuma ad alta espansione, sistemi ad estinguente gassoso
Sale controllo, sale batterie, sale quadri, sale IT e telecomunicazioni	Sistemi ad estinguente gassoso o water mist
Alloggi o depositi di bagagli, aree comuni	Impianti sprinkler o estintori portatili
Depositati di liquidi combustibili, ivi inclusa la sala pompe antincendio, depositi di bombole di gas infiammabili	Sistemi a base d'acqua, quali water spray o water mist, sistemi a schiuma ad alta espansione
Locali contenenti bombole di gas non infiammabili	Estintori portatili
Eliporto	Impianto automatico a schiuma

Tabella 1: Selezione delle misure di protezione attiva

L'aggiunta di agente schiumogeno ai sistemi a base d'acqua è considerata preferenziale; pertanto, tale indicazione è stata considerata nel dimensionamento dei sistemi.

Non sono stati considerati i monitori per lo spegnimento degli incendi, prediligendo impianti fissi sulla base della normale assenza di personale nella sottostazione.

I paragrafi 6.5.2 ~ 6.5.6 dello standard introducono specifiche prescrizioni progettuali basate su FSS Code, MODU Code, circolari MSC, standard NFPA e altri standard internazionali, che sono affrontate analiticamente nei capitoli seguenti.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 43 of 58

6.3. Scelte progettuali

Sulla base delle indicazioni dello standard ST-0145, si individuano le seguenti soluzioni impiantistiche di rivelazione ed estinzione di incendio.

Area	Soluzione impiantistica per lo spegnimento incendi	Soluzione impiantistica per la rivelazione di incendio
Tutte	Estintori portatili o estintori carrellati	-
Sale trasformatori ad olio (n°2 trasformatori 380/66kV, n°4 reattori shunt 380kV, e relativi radiatori ad olio)	Sistemi a schiuma con aria compressa (ICAF) progettati secondo NFPA 11, in alternativa ai sistemi water spray secondo NFPA 15	Rivelazione termica lineare sul perimetro, rivelazione termica puntiforme di tipo rate compensated o termico-termovelocimetrica per la superficie superiore
Locali trasformatori in resina (n°2 trasformatori ausiliari 66kV/400V)	Nessun impianto (solo estintori manuali carrellati)	Rivelazione termica puntiforme di tipo rate compensated o termico-termovelocimetrica
Locali trasformatori di messa a terra (n°4 trasformatori)	Nessun impianto (solo estintori manuali carrellati)	Rivelazione termica puntiforme di tipo rate compensated o termico-termovelocimetrica
Generatori di emergenza (n°2)	Sistema a schiuma con aria compressa (ICAF) progettato secondo NFPA 11, in alternativa al sistema water spray a schiuma secondo NFPA 11/15	Rivelazione termica puntiforme di tipo rate compensated o termico-termovelocimetrica e rivelazione di fiamma
Locali GIS	Nessun impianto (solo estintori portatili)	Rivelazione di fumo e termica di tipo rate compensated o termico-termovelocimetrica
Locale batterie	Nessun impianto (solo estintori portatili)	Rivelazione di fumo, rivelazione catalitica di idrogeno

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 44 of 58

Sale elettriche (GIS 380kV + GIS 66kV + WPO electrical and control room, sala elettrica principale)	Sistema ad estinguente gassoso (gas inerte IG-541)	Rivelazione di fumo puntiforme
Sala controllo	Sistema ad estinguente gassoso (gas alogenato FK-5-1-12)	Rivelazione di fumo puntiforme
Locale HVAC	Nessun impianto (solo estintori portatili)	Rivelazione di fumo puntiforme e termica combinata (multisensori)
Uffici, depositi, alloggi, deposito di bagagli, aree comuni	Nessun impianto (solo estintori portatili)	Rivelazione di fumo puntiforme
Cucina o locale cottura	Nessun impianto (solo estintori portatili)	Rivelazione termica puntiforme
Eliporto	Impianto automatico a schiuma tipo DIFF	Rivelazione di fiamma

Tabella 2: Selezione delle soluzioni impiantistiche di rivelazione ed estinzione o controllo dell'incendio

6.4. Pre-dimensionamento dei sistemi

Si riportano di seguito i sistemi di estinzione e rilevazione previsti.

6.4.1. Trasformatori/Reattori Shunt

La soluzione tecnologica più innovativa per la protezione di trasformatori/reattori shunt consiste nei sistemi ICAF (Integrated Compressed Air Foam), che contemplano un impianto a diluvio in cui avviene la miscelazione di liquido concentrato schiumogeno, aria compressa e acqua all'interno di una camera di miscelazione (mixing chamber) per la successiva erogazione della schiuma attraverso ugelli costruiti e approvati per l'erogazione di schiuma.

L'aria compressa è fornita mediante un set di bombole in pressione (160 bar) che, a seguito di attivazione elettrica sul trim della camera di miscelazione, pressurizzano sia il serbatoio dell'agente schiumogeno che il serbatoio dell'acqua, effettuandone la miscelazione in rapporto 90% aria-10% schiumogeno verso la rete di distribuzione, dimensionata secondo un software di calcolo proprietario.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 45 of 58

Il sistema ICAF con serbatoio idrico pressurizzato è stato scelto per ovviare all'esigenza di un gruppo di pompaggio a bordo, nonché per limitare la richiesta idrica e per smaltire minori volumi di acqua contaminata in caso di incendio.

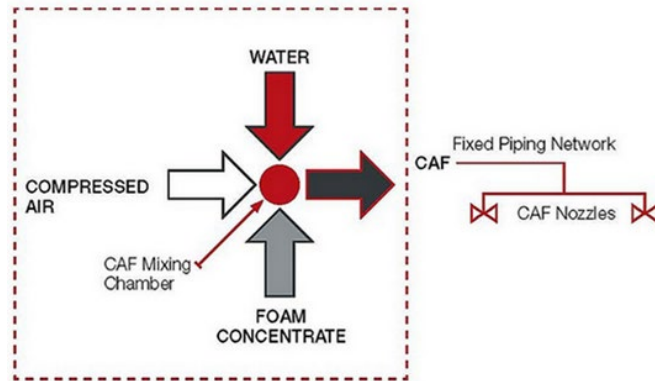


Figura 21: Principio dei sistemi ICAF

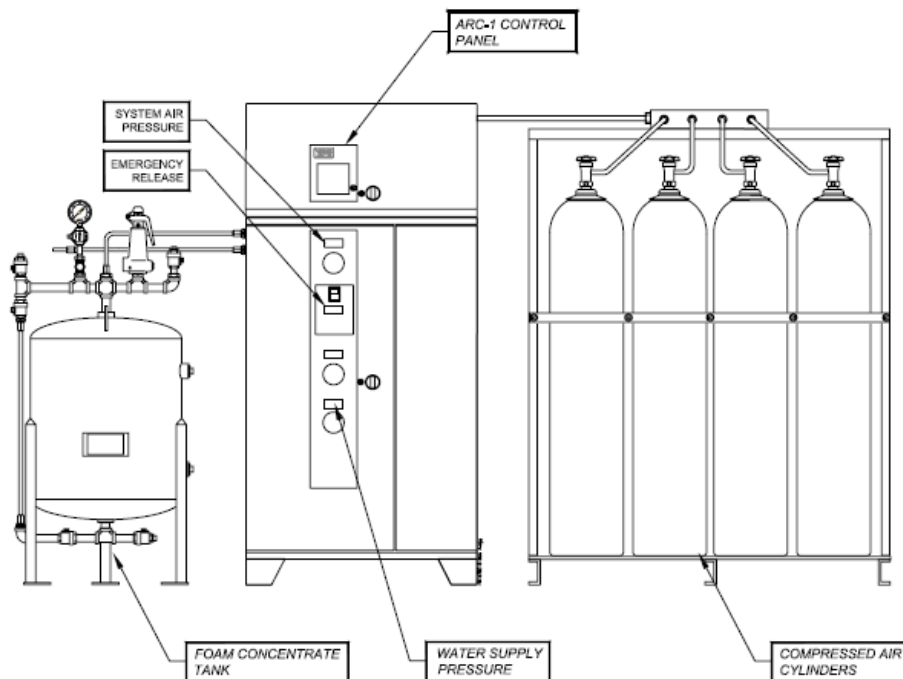


Figura 22: Configurazione di un sistema ICAF (senza serbatoio idrico)

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 46 of 58



Figura 23: Skid integrato di un sistema ICAF (fonte: Fireflex Systems)

Il sistema ICAF è stato testato da enti di certificazione indipendenti, quali Factory Mutual, pertanto i parametri progettuali sono stati mutuati sia dal capitolo 8 della norma NFPA 11 che dai risultati dei test effettuati da FM. I parametri progettuali per incendi tridimensionali (quali quelli dei trasformatori/reattori shunt) sono indicati nella tabella seguente.

	Densità di scarica [l/min/m ²]	Superficie [m ²]	Portata calcolata [l/min]	Percentuale di miscelazione agente schiumogeno AFFF	Durata minima della scarica [min]	Volume minimo di liquido schiumogeno [l]	Volume minimo di riserva idrica [m ³]
Trasformatore di step up 1	1,63	300	489	2%	5	50	2,5
Trasformatore di step up 2	1,63	300	489	2%	5	50	2,5
Reattanza shunt 1	1,63	225	367	2%	5	40	2
Reattanza shunt 2	1,63	225	367	2%	5	40	2
Reattanza shunt 3	1,63	225	367	2%	5	40	2
Reattanza shunt 4	1,63	225	367	2%	5	40	2
Radiatore ad olio (n°6 unità identiche)	1,63	250	408	2%	5	40	2

Tabella 3: Pre-dimensionamento dei sistemi ICAF secondo NFPA 11 per la protezione di trasformatori e radiatori

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 47 of 58

Considerando la scarica contestuale di un trasformatore/reattore shunt e di un radiatore, il sistema verrà dimensionato con una riserva di schiumogeno di 100 l e con una riserva idrica di 5 m³.

Questi valori vanno confermati mediante calcolo fluidodinamico da parte del costruttore individuato per la fornitura del sistema, sulla base dei vincoli legati al numero di ugelli e all'esigenza di bilanciamento delle tubazioni. I test effettuati sui sistemi ICAF pongono al momento limitazioni di un numero massimo di ugelli (tipicamente pari a 32, per una superficie massima di 445 m² per l'impiego su idrocarburi per singola camera di miscelazione).

Il sistema non sarà dunque basato su un sistema di pompaggio con riserva idrica, ma su un serbatoio direttamente predisposto e connesso al sistema ICAF, che dovrà essere fornito come unità stand-alone con le relative camere di miscelazione in numero pari al numero di trasformatori e radiatori da proteggere.

Gli idranti manuali per lo spegnimento manuale non saranno collegati al sistema ICAF, ma al sistema DIFF (si veda il paragrafo 6.4.4 relativo alla protezione dell'eliporto).

In linea con i requisiti della norma NFPA 11, risulterà necessario disporre di bombole di aria compressa e di fusti di liquido schiumogeno di riserva, in modo da rimettere il servizio l'impianto in caso di scarica entro 24 ore.

Il piping di questi sistemi seguirà le indicazioni dei paragrafi 6.5.3 e 6.5.5 dello standard DVN-ST-0165 e le prescrizioni della norma NFPA 11.

Nota:

*La protezione dei trasformatori/reattori shunt in modo tradizionale mediante sistemi water spray progettati secondo la norma NFPA 15, avrebbe previsto una densità di scarica minima pari a 10,2 l/m²*min da applicare al prisma rettangolare (parallelepipedo) che racchiude la superficie del trasformatore/reattore shunt, con l'aggiunta di una densità minima di acqua pari a 6,1 l/m²*min da applicare alla superficie a pavimento non assorbente interessata dall'incendio. A questa portata va sommato un'ulteriore portata pari a 946 l/min per lo spegnimento manuale, per la durata di un'ora (qualora si applicasse la NFPA 850, la durata dovrebbe essere estesa a due ore, con una portata per lo spegnimento manuale di 1.893 l/min), con:*

- *un notevole aumento del necessario volume minimo di riserva idrica e di drenaggi da stoccare e smaltire;*
- *la necessità di un gruppo di pompaggio progettato secondo NFPA 20 e dunque richiedente un'alimentazione elettrica e un motore diesel di potenza equivalente;*
- *l'esigenza di effettuare controlli manutentivi secondo la norma NFPA 25, quindi almeno settimanali per la pompa diesel e mensili per l'elettropompa.*

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 48 of 58

6.4.2. Generatori diesel

La protezione di questo pericolo sarà basata sulla medesima tecnologia individuata per i trasformatori/reattori shunt (sistema ICAF), prevedendo tuttavia i seguenti parametri di progetto (tratti da NFPA 11, paragrafo 8.15):

	Densità di scarica [l/min/m ²]	Superficie [m ²]	Portata calcolata [l/min]	Percentuale di miscelazione agente schiumogeno AFFF	Durata minima della scarica [min]	Volume minimo di liquido schiumogeno [l]	Volume minimo di riserva idrica [m ³]
Generatore di emergenza n.1	1,63	22	36	2%	10	10	0,5
Generatore di emergenza n.2	1,63	22	36	2%	10	10	0,5

Tabella 4: Pre-dimensionamento dei sistemi ICAF secondo NFPA 11 per la protezione di spill fires

La protezione di queste due tipologie di pericoli verrà effettuata mediante ugelli a soffitto, a differenza della protezione dei trasformatori/reattori shunt in cui gli ugelli saranno perimetrali.

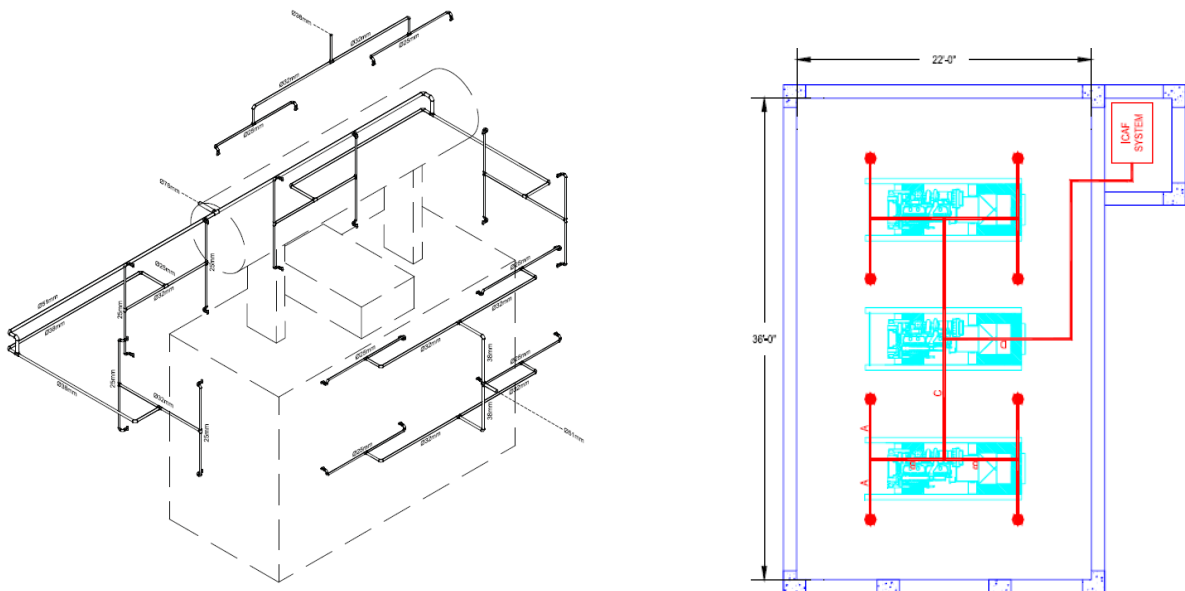


Figura 24: Ubicazione ugelli protezione dei trasformatori e radiatori (a sinistra) e generatori (destra)

Il piping di questi sistemi seguirà le indicazioni dei paragrafi 6.5.3 e 6.5.5 dello standard DNV-ST-0145 e le prescrizioni della norma NFPA 11.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 49 of 58

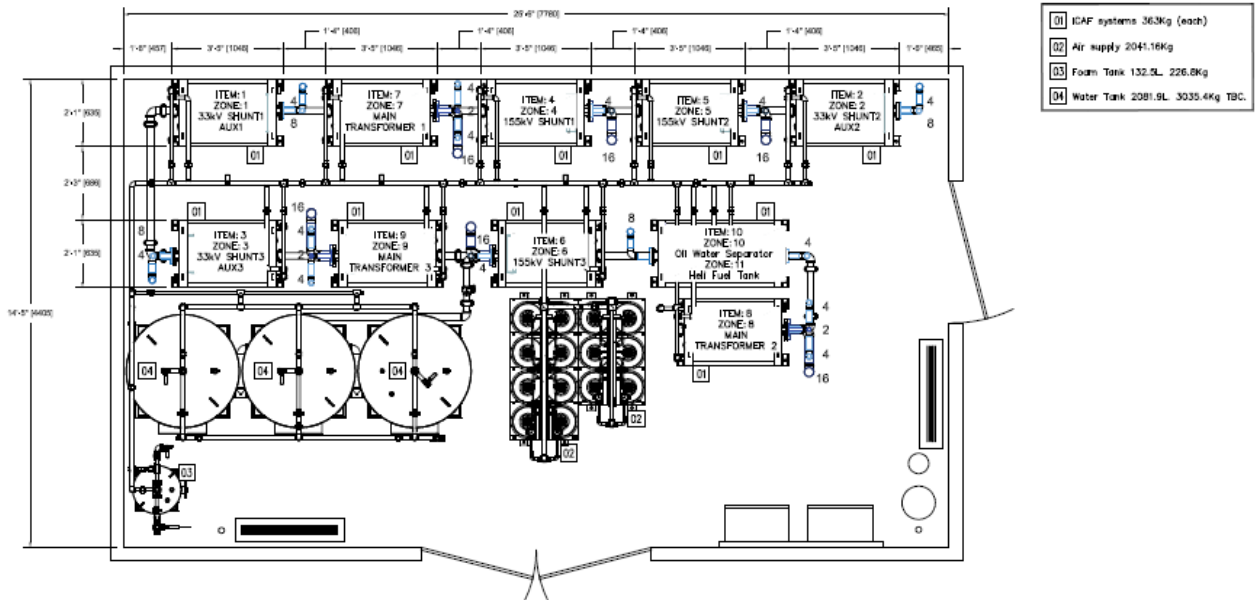


Figura 25: Esempio di un sistema ICAF stand-alone a dieci zone di scarica (dimensioni: 8 m x 5 m)

6.4.3. Sale elettriche e sala controllo

La protezione antincendio delle sale elettriche e della sala controllo verrà effettuata mediante l'impiego di due sistemi separati ad estinguente gassoso:

1. IG-541 per la protezione della sala elettriche (GIS 380kV, GIS 66kV, WPO electrical and control room, sala elettrica principale);
2. FK-5-1-12 per la protezione della sala controllo.

Come prescritto dal paragrafo 6.5.6.1 dello standard DNV-ST-0145, i locali tra loro adiacenti dotati di ventilazione indipendente e separati da pareti non aventi resistenza al fuoco di tipo A-0 sono da considerare come parte dello stesso volume. Al fine di prevedere un solo sistema IG-541 per la protezione delle sale elettriche con la corrispondente dotazione di valvole direzionali, si prescrive dunque che le separazioni tra i singoli locali abbiano caratteristiche di integrità pari a A-0.

Il dimensionamento del sistema IG-541 basato sulla norma NFPA 2001 è riportato nella tabella che segue.

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 50 of 58

	Volume [m ³] - Nota 1	Concentrazione minima di progetto – classe C [%]	Concentrazione selezionata [%]	Numero di bombole 80 l, 300 bar	Durata minima della protezione [min]	Temperatura di progetto [°C]
GIS 380kV, GIS 66kV, WPO electrical & control room	200	38,5	45,7	6	10	20
Sala elettrica principale	236	38,5	45,7	7	10	20

Tabella 5: Pre-dimensionamento dei sistemi ad estinguente gassoso (IG-541)

Nota 1: l'altezza considerata per ciascun volume è pari a 4 m.

Se si assume un unico gruppo di n°7 bombole di capacità pari a 80 l a 300 bar con due smistamenti, si ritiene necessario disporre di un gruppo di riserva collegato al sistema (configurazione main/reserve), consentendo dunque di ripristinare la funzionalità dell'impianto in caso di scarica, senza introdurre condizioni di fuori servizio.

Le bombole saranno ubicate in un locale dedicato esterno alle sale elettriche da proteggere, adeguatamente ventilato e dedicato al gruppo antincendio (bombole, collettori, strumentazione e valvole di smistamento).

La sala controllo sarà invece dotata di un impianto di estinzione con gas alogenato FK-5-1-12, in considerazione della potenziale presenza di personale per lunghi periodi di tempo (ancorché la sottostazione non sia normalmente presidiata).

Il dimensionamento di questo impianto secondo la norma NFPA 2001 è riportato nella tabella che segue.

	Volume [m ³] - Nota 1	Concentrazione minima di progetto – classe C [%]	Concentrazione selezionata [%]	Numero di bombole 80 l, 25 bar	Durata minima della protezione [min]	Temperatura di progetto [°C]
Sala controllo	240	4,5	5,6	3	10	20

Tabella 6: pre-dimensionamento del sistema ad estinguente gassoso (FK-5-1-12)

Nota 1: l'altezza considerata per ciascun volume è pari a 4 m.

Anche queste bombole saranno ubicate in locale separato rispetto alla sala controllo (potrebbero essere installate nello stesso locale delle bombole di gas IG-541), e sono fornite in configurazione main+reserve.

L'effettiva ubicazione dello stoccaggio sarà definita in fase di ingegneria contestualmente alla pressione delle bombole (la minor pressione rispetto al sistema IG-541 impone di ridurre il routing).

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 51 of 58

6.4.4. Eliporto

Trattandosi di sottostazione normalmente non presidiata (NUI), la soluzione individuata per la protezione della superficie di atterraggio dell'eliporto consiste nel sistema “*deck integrated fire-fighting system*” (DIFF) automatico (leggasi CAP 497, 5.37), con comando manuale o mediante rivelatori di fiamma a triplo spettro infrarosso.

Il sistema sarà stand-alone, cioè provvisto di serbatoio di agente schiumogeno, serbatoio idrico e bombole di aria compressa in un unico skid, senza prevedere dunque un gruppo di pompaggio (analogamente al sistema ICAF).

La progettazione di tale sistema è basata sui requisiti del capitolo 5 dello standard CAP 437 (richiamato nello standard DNV-ST-0145), secondo i seguenti parametri:

- tipologia di concentrato schiumogeno: ICAO performance level B o C (il livello C è preferenziale);
- tipologia di acqua: freshwater (non acqua di mare);
- minima densità di scarica: assunta pari al valore più gravoso dei due livelli di prestazione degli agenti schiumogeni, quindi equivalente a 5,5 l/m²*min;
- densità di scarica prevista dallo standard DNV-ST-0145 (par. 8.4.2.2): 6 l/m²*min;
- superficie dell'eliporto: 320 m²;
- durata della protezione: 5 minuti.

I valori di progetto che si ricavano sono riportati di seguito:

- portata di schiuma: 1920 l/min;
- volume di schiumogeno minimo richiesto (assumendo una miscelazione al 3%): 290 l
- volume idrico minimo richiesto: 9,6 m³

Sebbene lo standard CAP 437 non richieda mezzi di estinzione manuale in presenza di un sistema DIFF, lo standard DNV-ST-0145 (par. 8.4.2.2) e il MODU Code (par. 9.17.4) richiedono la previsione di due punti di erogazione manuale con portata minima di 250 l/min per raggiungere ogni punto dell'eliporto.

I valori di progetto aggiornati per il sistema DIFF sono così sintetizzabili:

- portata minima di schiuma: 1920 l/min + 500 l/min = 2420 l/min;
- volume di schiumogeno minimo richiesto (assumendo una miscelazione al 3%): 360 l
- volume idrico minimo richiesto: 12,1 m³

Risulta necessario disporre di fusti di concentrato schiumogeno e di bombole di aria compressa di riserva per re-integrare il sistema in caso di scarica.

Gli ugelli saranno preferibilmente di tipo pop-up, ubicati in punti che non determinino interferenze con i punti di atterraggio dell'elicottero e con i punti di accesso e di fuga da parte del personale.

 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 52 of 58

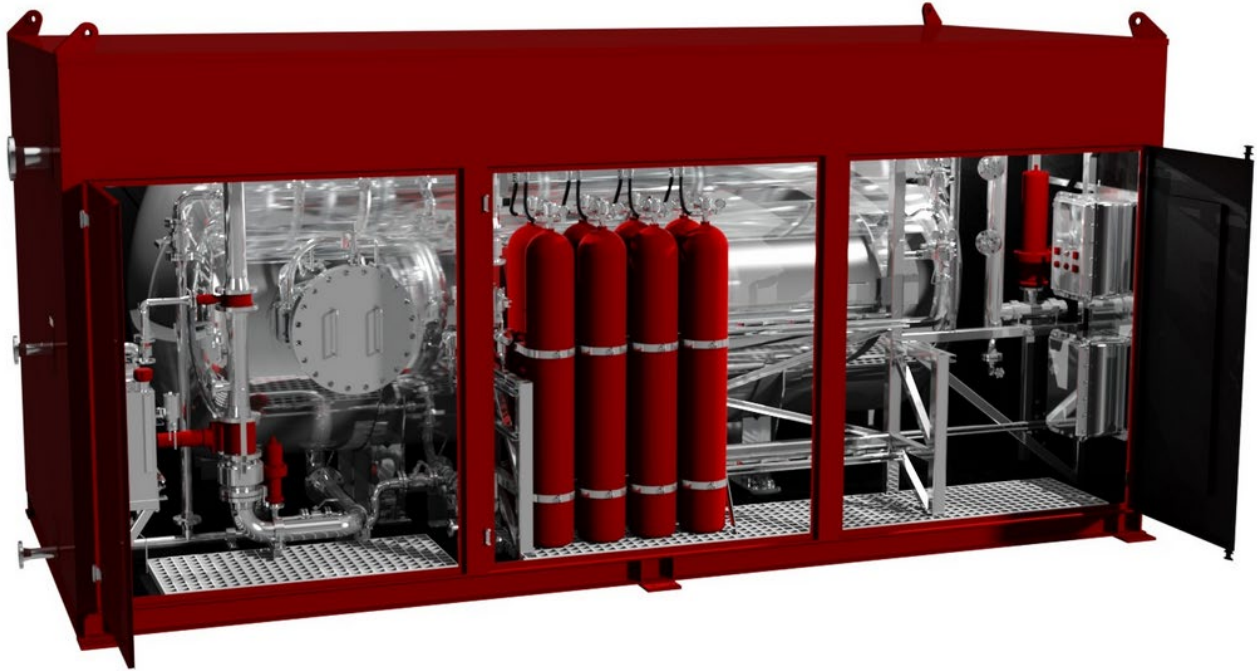


Figura 26: Tipica configurazione di un sistema DIFF standalone

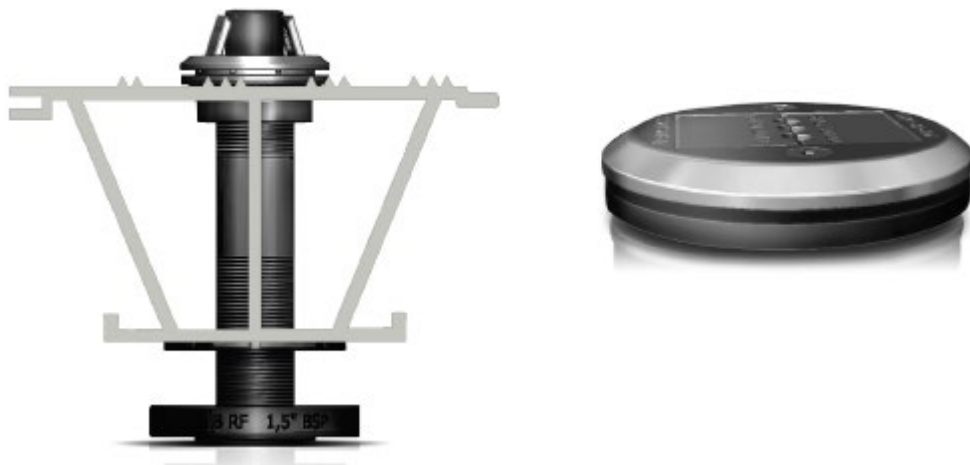


Figura 27: Esempio di ugello pop-up per sistema DIFF

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 53 of 58

6.4.5. Estintori portatili

Tutte le aree della sottostazione saranno dotate di estintori portatili o carrellati con le seguenti caratteristiche:

1. Trasformatori (shunt compresi), generatori diesel, GIS: estintori portatili a polvere 55A-233B-C caricati con 12 kg di polvere, da ubicare in posizione accessibile e raggiungibile da un operatore con un percorso massimo di 15 m.
2. Sale elettriche e sala controllo: estintori portatili a biossido di carbonio da 5 kg (113B), da ubicare in corrispondenza degli accessi dei singoli locali e in posizione raggiungibile con un percorso massimo di 15 m.
3. Alloggi e aree comuni: estintori portatili a polvere 34A-233B-C caricati con 6 kg di polvere, da ubicare in posizione accessibile e raggiungibile da un operatore con un percorso massimo di 15 m.
4. Eliporto: n°2 estintori carrellati a polvere A-B1-C di capacità 30 kg (cadauno) e n°2 estintori carrellati a biossido di carbonio B10-C di capacità pari a 27 kg (cadauno), in linea con le previsioni dello standard DNV-ST-0145.

6.5. Elementi progettuali del sistema di rivelazione e segnalazione di allarme incendio

Il sistema di rivelazione e segnalazione di allarme incendio sarà dimensionato secondo i requisiti del capitolo 6.7 dello standard DNV-ST-0145 e i requisiti del capitolo 9 del FSS Code, adottando le soluzioni tecnologiche riportate nella tabella 2 del presente documento.

Si considerino le seguenti prescrizioni principali:

1. la centrale di controllo sarà ubicata in sala controllo o, in alternativa, in sala elettrica, con la dotazione di un software di supervisione dedicato all'intero impianto antincendio (sia rivelazione che estinzione automatica);
2. la tecnologia indirizzata è ammissibile unicamente nei locali destinati ad uffici, alloggi, sala controllo e locale HVAC, mentre negli ambienti soggetti ad interferenze elettromagnetiche e nelle aree destinate a eliporto, generatori di emergenza la tecnologia deve essere convenzionale;
3. le zone logiche relative ai pulsanti devono essere separate sia rispetto ai rivelatori che rispetto agli impianti di spegnimento;
4. le apparecchiature per la rivelazione devono essere conformi alle norme EN 54 e IEC 60092-504;
5. la centrale di controllo deve prevedere doppia CPU con caratteristiche di hot-swap e schede di I/O sostituibili senza disconnettere l'alimentazione della centrale;
6. il sistema antincendio deve essere interfacciato mediante contatti hardwired al sistema di controllo della sottostazione per fornire le segnalazioni di allarme, di guasto e di stato degli impianti di spegnimento in forma cumulativa. Va inoltre previsto un collegamento mediante protocollo Modbus TCP/IP per la trasmissione delle singole segnalazioni dai dispositivi;

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 54 of 58

7. l'alimentazione di back-up deve essere costituita da batterie in grado di fornire l'autonomia minima di 18 ore prevista dalla tabella 5-2 dello standard DNV-ST-0145, con un ciclo di allarme di almeno 30 minuti al termine di tale intervallo;
8. gli avvisatori acustici e luminosi di allarme incendio devono essere separati rispetto agli avvisatori destinati agli impianti di spegnimento, in modo che le condizioni di allarme incendio, di pre-scarica e di scarica siano differenziate.

I sistemi di controllo degli impianti di spegnimento a gas devono essere conformi alla norma EN 12094-1, mentre il controllo degli impianti ICAF e DIFF può essere eseguito da unità di controllo locali qualora ciò rientri nell'approvazione di sistema di tali impianti. In tal caso, il monitoraggio di tutti gli impianti va comunque ricondotto alla centrale antincendio principale.

 ESE POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 55 of 58

7. Costi del Progetto

 ESE POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 56 of 58

8. Cronoprogramma


 POWERING TOGETHER A BETTER TOMORROW		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 57 of 58

9. Conclusioni

		
DOC. N°: 12083-PMS-001 REV: 00	Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore	DATE: 19/10/2023 PAGE: 58 of 58

Allegati



1. 12083-EBG-001_02 Single Line Diagram
2. 12083-ELE-001_00 Electrical Equipment List
3. 12083-LDL-001_00 Layout Substation
4. Disegni Dettaglio Struttura Sottostazione
 - a. 12083-CDD-100_00_SUBSTATION-ASSEMBLY - ISOMETRIC VIEW
 - b. 12083-CDD-101_00_SUBSTATION-TOPSIDES - LEVEL 1
 - c. 12083-CDD-102_00_SUBSTATION-TOPSIDES - LEVEL 2
 - d. 12083-CDD-103_00_SUBSTATION-TOPSIDES - LEVEL 3
 - e. 12083-CDD-104_00_SUBSTATION-TOPSIDES - LEVEL 4
 - f. 12083-CDD-105_00_SUBSTATION-TOPSIDES – HELIDECK
 - g. 12083-CDD-106_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW A
 - h. 12083-CDD-107_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW B
 - i. 12083-CDD-108_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW C
 - j. 12083-CDD-109_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW 1
 - k. 12083-CDD-110_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW 2
 - l. 12083-CDD-111_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW 3
 - m. 12083-CDD-112_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW 4
 - n. 12083-CDD-113_00_SUBSTATION-TOPSIDES - ROW 4 BALCONY
 - o. 12083-CDD-114_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. +11.30
 - p. 12083-CDD-115_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -9.00
 - q. 12083-CDD-116_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -35.00
 - r. 12083-CDD-117_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -61.00
 - s. 12083-CDD-118_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -87.00
 - t. 12083-CDD-119_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -113.00
 - u. 12083-CDD-120_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -139.00
 - v. 12083-CDD-121_00_SUBSTATION-JACKET - PLAN AT EL. -165.00
 - w. 12083-CDD-122_00_SUBSTATION-JACKET - TRUE VIEW ROW A – C
 - x. 12083-CDD-123_00_SUBSTATION-JACKET - TRUE VIEW ROW 1 – 2
 - y. 12083-CDD-124_00_SUBSTATION-JACKET - PILES SLEEVES & MUD MATS ASSEMBLY
 - z. 12083-CDD-125_00_SUBSTATION-JACKET - J-TUBES ASSEMBLY & DETAILS
 - aa. 12083-CDD-126_00_SUBSTATION-JACKET - J-TUBE SUPPORTS ASSEMBLY & DETAILS
 - bb. 12083-CDD-127_00_SUBSTATION-JACKET - LAUNCHING TRUSS ASSEMBLY & DETAILS

		NEMETUN OFFSHORE SUBSTATION ELECTRICAL EQUIPMENT LIST				Document 12083-ELE-001											
						Pagina 1 di 2 Page of											
		PROGETTO: Nemetun Offshore Substation <i>Project</i>				Security Index <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A	B	C	D				
A	B	C	D														
TITLE Electrical Equipment List Sub-Title								R.00									
CLIENTE <i>Client</i>																	
JOB no: 12083		Doc. no. ELE-001															
INOLTRO AL CLIENTE <i>Submittal to the client</i>			Per Approvazione <i>For approval</i>		Per Informazione <i>For Information</i>		Non richiesto <i>Not Requested</i>										
SISTEMA <i>System</i>		TIPO ELABORATO <i>Document type</i>		DISCIPLINA <i>Discipline</i>		NOME FILE <i>File name</i>											
REV.	DESCRIZIONE DELLE REVISIONI / REVISION DESCRIPTION																
00	First Issue																
00	06/10/2023	First Issue	/	MT	/	/	/	/	/	MT	MT						
REV	DATA <i>Date</i>	FASE <i>Phase</i>	SCOPO <i>Scope</i>	PREPARATO DA <i>Prepared by</i>	COLLABORAZIONI <i>Co-operations</i>			CONTROLLATO DA <i>Checked by</i>		APPROVATO DA <i>Approved by</i>							

NEMETUN OFFSHORE SUBSTATION

ELECTRICAL EQUIPMENT APPARECCHIATURE ELETTRICHE

ITEM	DESCRIPTION	TECHNICAL DATA INFORMATION	QUANTITIES	TOTAL WEIGHT (kg)	VOLUME (m ³) [LxWxH]	NOTE
ITEMIZED EQUIPMENT						
1	SWITCHYARD					
	AIR INSULATED SUBSTATION (AIS)	n.a				
	380kV - GAS INSULATED SUBSTATION (GIS)	N°2 line bay	1	22.000	389	
	66kV - GAS INSULATED SUBSTATION (GIS 1)	N°11 bays N°1 coupler N°2 TV on busbars	1	56.400	452	
	66kV - GAS INSULATED SUBSTATION (GIS 2)	N°8 bays N°1 coupler N°2 TV on busbars	1	42.300	340	
	HV OUTDOOR LOOSE EQUIPMENT	n.a				
2	GENERATOR & AUXILIARY EQUIPMENT					
	G.T. GENERATOR & AUXILIARY EQUIPMENT	n.a				
	S.T. GENERATOR & AUXILIARY EQUIPMENT	n.a				
3	BUS DUCTS					
	G.T. ISOLADED PHASE BUS DUCT	n.a				
	S.T. ISOLADED PHASE BUS DUCT	n.a				
	DURESCA BUS DUCT	2x2000A Bus Duct at GIS 66kV terminals Tee-off (from 2x2000A to 1x4000A) 1x4000A Bus Duct to TRAF0	1	24.840	11	between GIS 66kV incomers to main transformers
4	GENERATOR NEUTRAL EARTHING CUBICLE					
	G.T. GENERATOR NEUTRAL EARTHING CUBICLE	n.a				
	S.T. GENERATOR NEUTRAL EARTHING CUBICLE	n.a				
5	GENERATOR CIRCUIT BREAKER					
	GT GENERATOR CIRCUIT BREAKER	n.a				
	ST GENERATOR CIRCUIT BREAKER	n.a				
	NEUTRAL EARTHING RESISTOR CUBICLE	n.a				
6	TRANSFORMER					
	MAIN TRANSFORMER <i>(including cooling bank)</i>	N° 2 x 580 MVA (OFWF) 380/66kV	2	940.000	1.366	
	EARTHING TRANSFORMER	N° 4 x 2MVA (tbd) dry type (tbd)	4	20.000	32	
	AUXILIARY TRANSFORMER	N° 2 x 2MVA (tbd) dry type 66/0,42-0,23 kV	2	10.000	16	
	SMALL POWER TRANSFORMER	tbd				
	VARIABLE SHUNT REACTOR <i>(including cooling bank)</i>	N° 4 x 250 MVAR (ONAN) 380kV	4	1.080.000	2.252	
	CURRENT LIMITING REACTOR	n.a				
	MV SWITCHGEARS	n.a				
	AUTOMATIC FAST TRANSFER PANELS	n.a				
	BUS DUCT	n.a				
	LV SWITCHBOARDS	N° 1 x LVSG-AUX n°4 incomer n° 2 coupler n°24 feeder	1	12.600	25	assumed 14 cabinets
7	DC SYSTEM & UPS SYSTEM					
		N°2 x AC/DC + DC/AC converters (100kVA, tbd) N° 2 x AC Distribution Panel (with bypass transformer) N°1 x DC Distribution Panel N°2 x Battery Set	1	17.100	30	assumed 5 cabinets + battery packs
8	DIESEL GENERATOR SET <i>(including container and diesel tank)</i>	N° 2 x 500kVA (tbd)	2	40.000	140	
9	ELECTRICAL MOTORS					
	M.V. (INDUCTION & SYNCHRONOUS) MOTORS	tbd				
	L.V. MOTORS	tbd				
	VARIABLE SPEED DRIVE SYSTEM	tbd				
	ELECTRICAL MODULES	tbd				
	PROTECTION PANEL	tbd				
	UTF METERING SYSTEM	tbd				
	INTERFACE PANELS	tbd				
	CABLES	tbd				
10	H.V. CABLES & ACCESSORIES (JOINT & TERMINATION)	tbd				
BULK MATERIAL						
11	MV POWER CABLES & ACCESSORIES	tbd				
12	LV POWER CABLES & ACCESSORIES	tbd				
13	CONTROL CABLES & ACCESSORIES	tbd				
14	OPTICAL FIBER CABLES & ACCESSORIES	tbd				
15	CATHODIC PROTECTION SYSTEM	tbd				
16	MOTOR CONTROL STATIONS	tbd				
17	CONDUITS	tbd				
18	CABLE TRAYS/LADDER	tbd				
19	EARTHING & LIGHTNING PROTECTION SYSTEM	tbd				
20	LIGHTING and SMALL POWER SYSTEM	tbd				
21	HEAT TRACING SYSTEM	tbd				
22	COMMUNICATION and CLOCK SYSTEM	tbd				
23	ACCESS CONTROL SYSTEM	tbd				
24	ANTI-INTRUSION & SECURITY SYSTEM	tbd				
25	MISCELLANEOUS BULK MATERIAL	tbd				
TOTAL				2.265.240	5.053	



		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 1 of 13

Nemetun

Sottostazione Offshore

Strategia Impostazione Cronoprogramma

00	First Issue	20/10/2023	PS	GP	MT
Rev.	Description	Date	Prepared	Checked	Approved

		
<p>DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00</p>	<p align="center">Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore</p>	<p>DATE: 20/10/2023 PAGE: 2 of 13</p>

Summary

1. Sommario	3
2. Introduzione	4
3. Obiettivi del lavoro	5
3.1. Cantieri di costruzione strutture	6
3.2. Forniture	7
3.3. Mezzi navali per installazione	7
4. Descrizione cantieri di costruzione	8
4.1. Cantiere costruzione Jacket	8
4.1.1. Problematiche che incidono sulla programmazione	9
4.2. Cantiere costruzione Topsides	9
4.2.1. Problematiche che incidono sulla programmazione	10
5. Installazioni offshore	11
5.1.1. Problematiche che incidono sulla programmazione	11
6. Attività successive all'installazione strutture	12
Allegati	13

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 3 of 13

1. Sommario



La presente relazione dettaglia i concetti e la metodologia proposti per lo sviluppo di un cronoprogramma che adotti la massima riduzione dei tempi, economia delle risorse e che consenta l'installazione delle opere in oggetto in una sola stagione estiva, ottimizzando così anche l'impiego dei richiesti mezzi navali.

Il Cronoprogramma allegato prevede l'esecuzione delle seguenti opere:

1. costruzione di n°1 Jacket e relativi pali della sottostazione offshore;
2. costruzione di un set di serbatoi di spinta;
3. costruzione di n°1 Topsides;
4. installazione e commissioning degli impianti sulla Topsides;
5. load out, sea-fastening e trasporto del Jacket e relativi pali al sito di installazione;
6. load out, sea-fastening e trasporto della Topsides su apposita Mating Barge al sito di installazione;
7. installazione del Jacket e relativi pali;
8. installazione della Topsides sul Jacket;
9. posa dei cavi elettrici tra Jacket e terra;
10. commissioning offshore e completamenti delle strutture ed impianti.

Il metodo di installazione è dettagliato all'interno del documento allegato "12083-PMS-001 Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore" e non viene qui riproposto.

Per l'esecuzione delle costruzioni si sono previsti due distinti cantieri situati in Italia.

		
<p>DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00</p>	<p align="center">Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore</p>	<p>DATE: 20/10/2023 PAGE: 4 of 13</p>

2. Introduzione



Il progetto prevede l'installazione di un parco eolico offshore composto da n°63 aerogeneratori, ciascuno di taglia pari a 15 MW, per una capacità complessiva di 945 MW. Per raccogliere la potenza totale generata è prevista una sottostazione offshore, connessa ai n°63 aerogeneratori.

L'impianto eolico trasmette verso terra l'energia elettrica prodotta tramite collegamenti in alta tensione a 380kV che si allacciano alla rete di trasmissione nazionale.

Più precisamente, la sottostazione è collegata a terra tramite n°2 connessioni in cavo 380kV, ciascuna da ca 110km (comprensivi di quota marina + quota terrestre).

Per studiare la miglior soluzione realizzativa per la sottostazione elettrica offshore, il Cliente ha selezionato due rinomate società di progettazione che hanno lavorato insieme per questo progetto:

- ESE, una società di ingegneria e consulenza con una vasta esperienza nei settori della generazione elettrica, dell'idrogeno e dell'accumulo di energia, incluse tutte le principali tecnologie innovative nel settore, e
- Tecon, una società di consulenza e di ingegneria specializzata nel settore offshore/marino che fornisce soluzioni su misura per clienti italiani e internazionali, seguendoli dallo studio di fattibilità fino alla realizzazione dell'opera.

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 5 of 13

3. Obiettivi del lavoro

Il campo eolico di Nemetun include una sottostazione offshore; la profondità d'acqua al sito di installazione della sottostazione è di 170m.

La struttura della sottostazione offshore è di tipo fisso e composta dai seguenti elementi:

- sottostruttura (Jacket);
- pali di fondazione;
- sovrastruttura (Topsides).

La sottostazione elettrica offshore è asservita ad una serie di strutture galleggianti contenenti le turbine eoliche (n°63); il primo requisito dunque da considerare nella realizzazione del programma di lavoro in oggetto è quello di consentire un inizio di produzione quanto prima possibile e quindi mettere in esercizio la sottostazione.

Ulteriore requisito è razionalizzare la costruzione studiando i vari cantieri disponibili, la loro capacità in termini di personale specializzato, la loro localizzazione in termini di distanza dal sito di installazione e le precedenti esperienze nel campo di tali manufatti.

Un requisito preso in considerazione e, come tale, preso a proposito dello studio è infine la possibilità di effettuare le installazioni offshore in una unica stagione favorevole, razionalizzando l'impiego dei richiesti mezzi navali.

Come dettagliato di seguito, tale ultimo requisito è stato considerato ottimale e pertanto, con le necessarie verifiche e con i parametri di seguito indicati, il Cronoprogramma è stato stilato di conseguenza. È da considerare che tale Cronoprogramma presenta due distinti percorsi critici che verranno di seguito analizzati:

- capacità di realizzare il Jacket in uno stesso cantiere;
- consegna dei materiali d'impianto al cantiere di esecuzione Topsides congruente con le necessità di costruzione e tempistica di consegna della Topsides.

È necessario prendere considerazione del fatto che il Cronoprogramma di seguito presentato riguarda la sola realizzazione della sottostazione offshore fissa e non è collegato in alcun modo alla produzione degli aerogeneratori (FOWT, Floating Offshore Wind Turbines) la cui realizzazione è particolarmente dipendente dalla fornitura delle turbine che sul mercato attuale è particolarmente critica. Solo una visione globale del Progetto di Parco Eolico che includa la realizzazione delle FOWT, anche se scaglionate nel tempo, potrà validare le ipotesi di questo studio.

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 6 of 13

3.1. Cantieri di costruzione strutture



Come sopra accennato la scelta dei cantieri necessari ad una realizzazione in linea con il proposito di compattare le operazioni offshore in una unica stagione favorevole è basilare; di conseguenza sono state effettuate le seguenti valutazioni.

Per la costruzione del Jacket:

- il cantiere per la costruzione del Jacket deve avere un molo con sufficiente capacità e dimensioni, il battente d'acqua dovrà consentire l'ormeggio di launching barges di adeguate caratteristiche;
- l'area di costruzione deve consentire i carichi agenti sulle vie di corsa relativi al peso del Jacket in costruzione, le vie di corsa dovranno avere dimensioni e capacità sufficienti alla prevista costruzione e dovranno avere una lunghezza pari ad almeno 200m;
- il cantiere deve affacciarsi in un'area marina riparata per consentire le operazioni sicure di load out e sea-fastening e dovrà essere auspicabilmente in territorio italiano o quanto meno in area adriatica allo scopo di ridurre i tempi di trasferimento del Jacket al sito di installazione;
- il cantiere deve avere capacità sufficiente in termini di personale e di mezzi di lavorazione e sollevamento. Un primo esame, tale da consentire la costruzione del Jacket nel periodo stimato a programma (circa 14 mesi per il completamento del Jacket), indica la necessità di avere una struttura operativa capace di almeno 150 unità lavorative medie/mese e la disponibilità di almeno 4 gru di elevata capacità (400-1.000 ton ciascuna), oltre mezzi di sollevamento tra i 20 ed i 100ton in adeguato numero. Si deve notare che la capacità richiesta relativa alla costruzione a partire da tubolari saldati di lunghezze commerciali e lamiera/ profilati vari è di circa 700ton/mese per il Jacket e circa 800-1.000ton/mese per l'assieme dei pali.
- a Cronoprogramma è anche prevista la costruzione in loco dei serbatoi di spinta da utilizzare per il varo del Jacket. Tale costruzione può anche essere subappaltata per la produzione in elementi trasportabili da ultimare poi in cantiere.

Per la costruzione della Topsides:

- il cantiere per la costruzione della Topsides deve avere un molo con sufficiente capacità e dimensioni, il battente d'acqua dovrà consentire l'ormeggio della bettolina da trasporto di adeguate caratteristiche; si deve ricordare che data la necessità di operare il varo della struttura su una Mating Barge, particolare attenzione è dovuta alla necessità di ormeggiare la bettolina in termini di larghezza di fronte e capacità di ormeggio;
- il cantiere deve affacciarsi in un'area marina riparata per consentire le operazioni sicure di load out e sea-fastening e dovrà essere auspicabilmente in territorio italiano o quanto meno in area adriatica allo scopo di ridurre i tempi di trasferimento della Topsides al sito di installazione;

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 7 of 13

- il cantiere deve avere capacità sufficiente in termini di personale e di mezzi di lavorazione e sollevamento. Un primo esame, tale da consentire la costruzione della Topsides nel periodo stimato a programma (16 mesi per il completamento) non mostra particolari criticità in termini di selezione di idoneo cantiere italiano capace di una produzione mensile di circa 200 ton/mese.
- l'installazione degli impianti è prevista effettuata in circa 5 mesi per la Topsides a partire dalla consegna dei materiali d'impianto; negli ultimi 40 giorni sono previste le attività di commissioning in parallelo con i completamenti.

3.2. Forniture

Per il Jacket è prevista la prefabbricazione in altre officine di elementi finiti dei tubolari calandrati con consegna al cantiere per la preparazione ed assiemaggio; per i tempi di consegna, attualmente piuttosto critici e di difficile previsione, si sono previste consegne scalari in 10 mesi. Tempi meno significativi per lamiere, profilati e tubi seamless. Simili tempi e modalità per il materiale strutturale della Topsides.



Il materiale d'impianto per la Topsides è stato considerato in consegna entro 16 mesi circa dall'ordine.

3.3. Mezzi navali per installazione

Il metodo di installazione previsto è dettagliato all'interno del documento allegato "12083-PMS-001 Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore"; in esso sono identificate tutte le fasi di installazione sia per il Jacket e relativi pali che per la Topsides.

Il Cronoprogramma riporta le tempistiche di intervento programmate per ogni singola attività che prevede l'impiego dei seguenti mezzi navali:

- Installazione Jacket: n°1 Crane barge/vessel classe 1.000ton
- Remote Operated Vehicles (ROV): n°2 ROV Work Class
- Battipalo subacqueo: n°2 battipali idraulici
- Trasporto e varo Jacket: n°1 Jacket Launching Barge da 10.000ton
- Trasporto pali: n° 1 bettolina da trasporto standard 250 ft
- AH Supply Vessels/tug boats: per trasporto bettoline ed appoggio Crane barge
- Floatover Topsides: n°1 Semisubmersible Mating Barge
- AH Supply Vessels/tug boats: per trasporto bettolina ed appoggio operazioni
- Posa cavi elettrici: Nave posa cavi DP2
- AH Supply Vessels/tug boats: per appoggio operazioni

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 8 of 13

4. Descrizione cantieri di costruzione

Allo scopo di consentire il proposito di eseguire l'installazione offshore della sottostazione in una unica stagione estiva si è provveduto ad esaminare quali parametri risultano necessari per identificare il cantiere idoneo.

Per la costruzione della Topsides è sufficiente un cantiere tradizionale con esperienza nella costruzione di decks relativi a piattaforme offshore; di questi cantieri un certo numero è esistente in territorio italiano e particolarmente in Adriatico. A solo scopo di esempio citiamo il cantiere della società Rosetti in Ravenna. Tale cantiere ha una consolidata esperienza nella costruzione di manufatti simili, dispone di un'area attrezzata fronte mare di capacità pari a quanto richiesto e caratteristiche ottimali per il varo delle strutture; inoltre è situato geograficamente in maniera tale da consentire un tragitto breve verso il sito di installazione. Anche altri cantieri in area adriatica hanno simili caratteristiche, pertanto non si ravvede criticità nel selezionare un cantiere idoneo alla costruzione e consegna della Topsides.

Diversa è la scelta di un cantiere per la costruzione di un Jacket delle dimensioni e pesi di quanto a Progetto. Possiamo peraltro immaginare disponibile un cantiere assimilabile a quanto esistente in Sicilia, presso l'area di Punta Cugno (Augusta), che ha caratteristiche simili al necessario. Tale cantiere in passato ha realizzato alcuni notevoli progetti quali:



- il Jacket Vega per 12.000 tonnellate, pali per 4.000 ton e lunghezza di 141m; costruito in 19 mesi;
- il Jacket e MSF Tiffany per 17.000 tonnellate, pali per 6.000 ton, MSF per 2.200 ton e lunghezza pari a 136m; strutture consegnate in 23 mesi;

Il cantiere dispone di due moli di varo e di una via di corsa rinforzata di lunghezza pari a circa 150 m, adeguato fondale in area marina riparata e dispone di circa 200.000mq di area di cantiere con adeguate aree coperte per le lavorazioni.

4.1. Cantiere costruzione Jacket

Il Jacket corrisponde alla parte immersa della sottostazione offshore ed è una struttura reticolare saldata in acciaio tubolare a 4 gambe di forma tronco piramidale, che si estende dal fondale a -170m ad una elevazione di +13.3m sul livello del mare. Gli elementi tubolari e diagonali di controventatura sono disposti su quattro file principali, con inclinazione di 1/20, e 7 piani orizzontali, con distanza massima di interpiano di 26m.

Il Jacket della sottostazione è studiato per essere installato mediante lancio da cargo barge. Per questo motivo nella sua struttura sono inseriti adeguati rinforzi (launch trusses). Di conseguenza, questo metodo di installazione produce una struttura tendenzialmente più pesante rispetto a un Jacket da sollevare, ma consente tuttavia di ampliare il numero dei possibili installatori, con conseguente riduzione dei costi.

		
<p>DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00</p>	<p align="center">Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore</p>	<p>DATE: 20/10/2023 PAGE: 9 of 13</p>

La parte alta della sottostruttura è configurata per consentire l'installazione della Topsides con il metodo del floatover. Presenta, inoltre, due false gambe, che permettono un'interfaccia Jacket/ Topsides su sei punti di appoggio. Oltre ai quattro in corrispondenza delle gambe principali, i due ulteriori punti di appoggio centrali consentono la riduzione delle luci degli elementi di piano del Topsides lungo queste file.

La strategia adottata per il Cronoprogramma in oggetto prevede la costruzione in un unico cantiere del Jacket della sottostazione: tale impostazione prevede che il cantiere debba avere una via di corsa di almeno 200m su cui possa insistere la struttura (lunga circa 185m).

Si richiedono inoltre adeguati spazi a monte del molo sufficienti per alloggiare le costruzioni e consentire la movimentazione di gru ed altre apparecchiature per l'assieme delle strutture.

Per quanto attiene alle strutture accessorie quali pali, serbatoi di spinta e J-tubes, la cui costruzione è meno critica, si ritiene più razionale la prefabbricazione in subappalto da parte di altri fornitori e la spedizione in lunghezze trasportabili al cantiere di assieme. Tale criterio può essere applicato anche al materiale tubolare calandrato e saldato in lunghezze trasportabili e relativo a gambe e braccings delle strutture.



4.1.1. Problematiche che incidono sulla programmazione

Premessa l'adeguatezza del cantiere alla produzione ed assieme di circa 700 ton/mese la sola criticità consiste in una corretta sequenza di operazioni di assieme sulle vie di corsa.

Le fasi di costruzione e le metodologie di assieme saranno meglio specificate in sede di definizione dell'ingegneria di dettaglio in base anche alla scelta del cantiere ed alle relative risorse in termini di fabbricazione e sollevamento.

4.2. Cantiere costruzione Topsides

Per la costruzione della Topsides è sufficiente un cantiere tradizionale con esperienza nella costruzione di decks relativi a piattaforme offshore, di cui un certo numero è esistente in territorio italiano e particolarmente in Adriatico. A solo scopo di esempio citiamo il cantiere della società Rosetti in Ravenna. Tale cantiere ha una consolidata esperienza nella costruzione di tali manufatti, dispone di un'area attrezzata fronte mare di capacità simile a quanto richiesto e caratteristiche ottimali per il varo delle strutture; inoltre è situato geograficamente in maniera tale da consentire un breve tragitto verso il sito di installazione. Anche altri cantieri in area adriatica hanno tali caratteristiche, pertanto non si ravvede criticità nel selezionare il cantiere per la costruzione e consegna della Topsides.

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 10 of 13

4.2.1. Problematiche che incidono sulla programmazione

Il Cronoprogramma per la Topsides indica un percorso critico che è relativo alla fornitura del materiale d’impianto e successiva installazione sulla struttura portante; l’unico ostacolo che potrebbe comportare la mancata attuazione di quanto proposto a programma (installazione della sottostazione in una campagna stagionale) risulta quindi un ritardo nelle consegne delle apparecchiature da installare, dovute alle attuali (e possibilmente future) incertezze su consegna secondo gli abituali standard.

A tal proposito si è considerato un periodo di costruzione delle apparecchiature richieste con consegne più estese di circa il 35% oltre i tempi standard (valutati su 12 mesi).

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 11 of 13

5. Installazioni offshore

Il metodo di installazione è dettagliato in maniera esaustiva all'interno del documento allegato "12083-PMS-001 Relazione Tecnico Illustrativa Sottostazione Offshore" e non viene qui riprodotto.

Il Cronoprogramma sviluppato tiene conto di tali sequenze e mostra i tempi indicativi di completamento delle varie fasi: si è in particolare dettagliata la movimentazione dei mezzi per verificare la possibilità di realizzare le varie attività costruttive avendo sufficiente spazio temporale tra di esse e quindi riducendo la possibilità di percorsi critici.

Quanto sopra sempre con l'obiettivo di realizzare le installazioni in una sola finestra estiva e quindi di ottimizzare l'impiego dei mezzi navali.

Si sottolinea che il Cronoprogramma in oggetto indica il periodo massimo di impiego dei singoli mezzi: come si può notare l'impiego di barche e mezzi di rimorchio può essere considerato per l'intero periodo di installazione così come l'impiego della Crane Barge.

5.1.1. Problematiche che incidono sulla programmazione

Il Cronoprogramma prevede tempi delle singole attività di installazione adeguati al tipo dei mezzi selezionati con un aumento di circa il 25% per tener conto di eventuali stand by per cause meteomarine imprevedibili. In realtà, escluse le attività relative a:

- al lancio del Jacket;
- al mating della Topsides.

, che richiedono particolari condizioni favorevoli meteomarine, tutte le altre attività sono meno sensibili alle condizioni meteo marine data la classe e le caratteristiche d'impiego della Crane Barge da impiegare.


		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 12 of 13

6. Attività successive all'installazione strutture

Il Cronoprogramma presentato ha tenuto conto del fatto che, allo scopo di consentire un eventuale messa in esercizio di parte dell'impianto (seguito fornitura ed installazione di parte degli aerogeneratori FOWT), la sottostazione offshore debba essere totalmente commissionata, completata e dotata dei necessari cavi elettrici tra terra e sottostazione.

A tale scopo si è prevista, a solo titolo indicativo, l'attività di posa dei cavi elettrici AT alla sottostazione in parallelo al completamento della sua installazione offshore; tale attività, come noto, viene tradizionalmente effettuata dai produttori dei cavi elettrici particolari con loro specifici mezzi di posa e prevede, per quanto necessario, l'interramento dei cavi nella zona di approdo.

In questo caso va notato che l'unica criticità da prendere in considerazione è la tempistica per la fornitura dei cavi necessari e la disponibilità del mezzo navale adeguato a tale posa.

		
DOC. N°: 12083-PMP-002 REV: 00	Strategia Impostazione Cronoprogramma Sottostazione Offshore	DATE: 20/10/2023 PAGE: 13 of 13

Allegati

- Annex A - Nemetun Tentative Work Schedule

