



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 1 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

ALLEGATO TECNICO

DEPLOYMENT DEL RIVELATORE

Rev	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato	data
A	Divulgazione interna	R.Papaleo			



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 2 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

1. Installazione e posizionamento

Una delle fasi più complesse nella realizzazione del Progetto NEMO è senza dubbio la posa del cavo ombelicale di connessione a terra e l'installazione in mare delle strutture meccaniche (torri e/o stringhe).

Questa sezione sintetizza le operazioni necessarie all'esecuzione delle seguenti fasi per l'installazione del rivelatore, che sono:

- installazione delle junction box (JB);
- connessione delle junction box con le rispettive derivazioni (DER) poste lungo la dorsale del cavo principale mediante cavo elettro-ottico (cavo JB-DER);
- connessione di due successive junction box mediante cavo elettro-ottico (cavo JB-JB);
- installazione del singolo elemento a cavo tensionato detta "stringa" selezionata come elemento base della architettura del telescopio per il progetto NEMO
- connessione delle singole stringhe con le junction box mediante cavo elettro-ottico (cavo secondario).

La collocazione temporale di questa successione di fasi segue la installazione del cavo principale elettro-ottico dalla stazione di controllo e raccolta dati a terra fino al sito sottomarino previsto per l'installazione del rivelatore come descritto nel paragrafo successivo. Nell'ultimo tratto in corrispondenza dell'area dove si dovrà installare il rivelatore sottomarino, il cavo principale è equipaggiato con 8 scatole di derivazione (branching unit) montate ad una distanza costante di 200m l'una dall'altra lungo il cavo principale stesso. Questo tratto finale del cavo principale è chiamato "Dorsale".

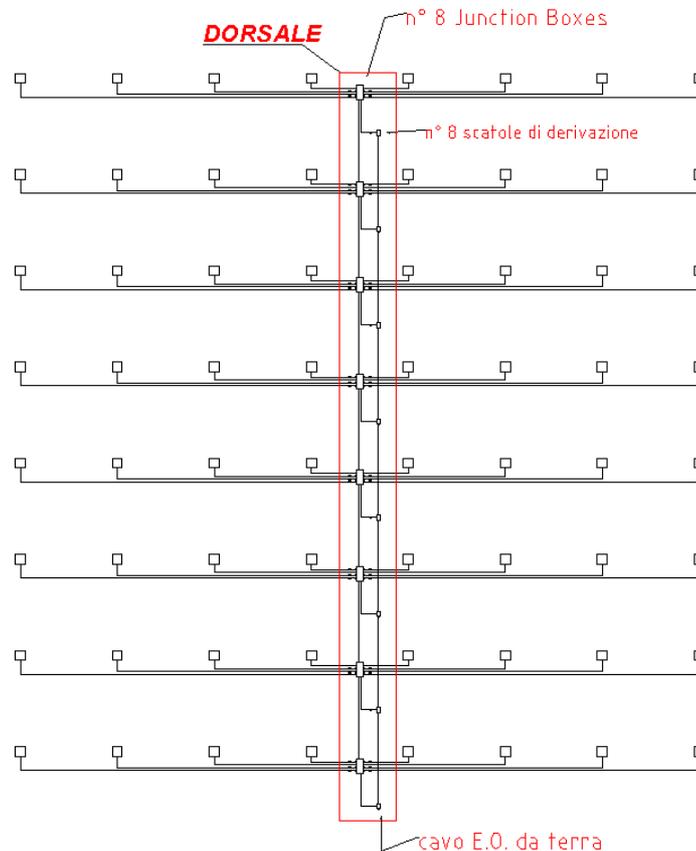


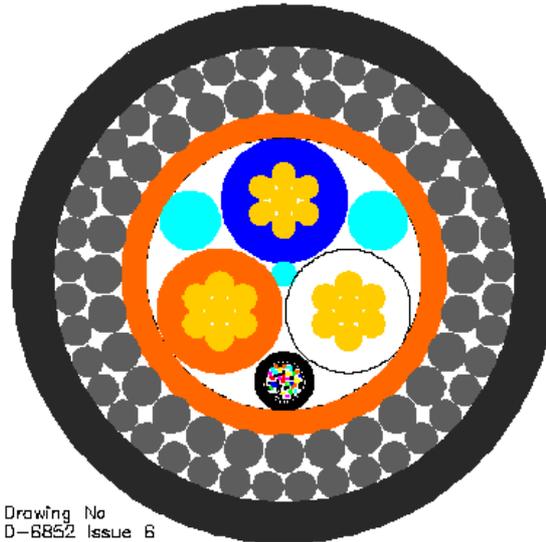
Figura 1: Vista Superiore della Dorsale

2. Posa del cavo

Il cavo ombelicale è di tipo elettro-ottico ed è un componente altamente critico perché una sua eventuale rottura potrebbe pregiudicare il funzionamento dell'intero sistema. Pertanto si prevede una serie di accorgimenti sia in fase di progetto sia in fase di installazione:

- il dimensionamento è ridondante;
- il cavo è ad armatura multipla ed ha un rivestimento esterno in materiale plastico: le armature conferiscono resistenza meccanica ai conduttori e alle fibre ottiche proteggendole da eventuali azioni esterne, mentre il rivestimento protegge i conduttori e le armature da infiltrazioni d'acqua e/o dall'attacco di agenti chimici;
- le parti del cavo in prossimità della riva e sulla terra ferma sono alloggiare in trincea.

La considerevole lunghezza del cavo ombelicale (circa 100 km) e la notevole differenza di profondità tra installazioni 'on shore' e telescopio sottomarino (circa 3000 m) rendono necessarie accurate rilevazioni batimetriche prima della posa dell'ombelicale stesso.



**Figura 2: Sezione del Cavo elettro ottico principale -
Soluzione AC**

3. Mezzi ed attrezzature per l'installazione delle stringhe

La procedura prevista nella varie fasi di installazione richiede almeno i seguenti mezzi navali, attrezzature e componenti:

- Una nave con doppio sistema per il posizionamento dinamico dotata di una area minima sul ponte di lavoro di 15 x 50m . La nave deve essere equipaggiata con un carro ponte con due verricelli posizionati a poppa, una gru per la movimentazione delle gabbie e di un argano, con una capacità di 3500-4000m di cavo, per calare e posizionare le stringhe.



Figura 3: Nave con due sistemi di posizionamento dinamico

- N° 1 ROV per l'assistenza durante le operazioni sottomarine appartenenti alla classe "Innovator".

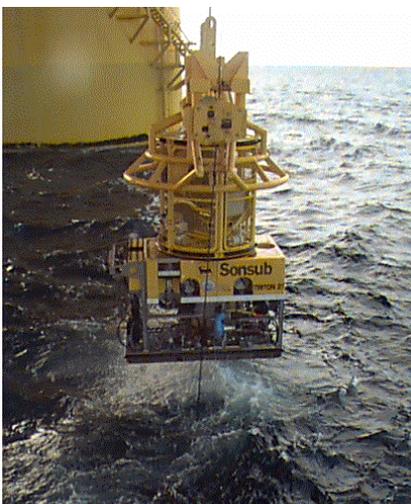


Figura 4: ROV Innovator



Figura 5: ROV Innovator



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 6 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

- N° 2 mezzi navali di supporto per il trasporto delle gabbie contenenti le stringhe.
- N° 2 rimorchiatori.
- 1 Modulo con Verricello Idraulico (MVI).

Occorre tenere presente che per la installazione di qualsiasi elemento appartenente alla stringa (struttura del modulo ottico, basamento e boa) oppure alla junction box occorre prevedere un sistema per l'aggancio dei verricelli o dell'argano.

Inoltre, tutti i ganci, gli occhielli e qualsiasi altro sistema di connessione utilizzato nelle operazioni di installazione deve essere progettato per essere operabile da ROV.

4. Installazione delle junction box

Ciascuna delle 8 junction box previste dovrà essere installata in prossimità della rispettiva scatola di derivazione (branching unit) già presente lungo la dorsale del cavo principale, ad una distanza di circa 40m.

Le junction box saranno collocate in modo tale da disporsi, in relazione alle tolleranze dell'installazione, parallelamente alla dorsale stessa. Quindi, ogni junction box dovrà essere connessa sia alla rispettiva scatola di derivazione che alla junction box adiacente mediante dei cavi elettro ottici dotati di connettori manovrabili tramite ROV, questi cavi sono rispettivamente; cavo JB-DER e cavo JB-JB, rispettivamente.

Le singole junction box, , saranno equipaggiate con:

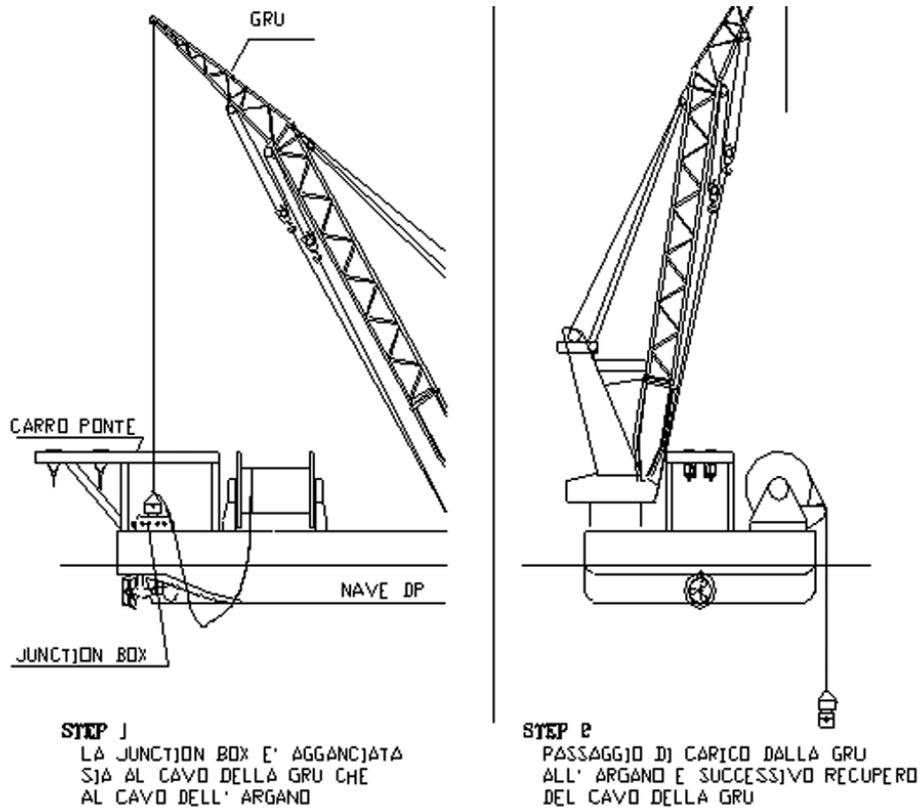
- 2 sedi per l'innesto dei penetratori dei cavi JB-JB che servono per il collegamento con la Junction Box precedente e quella successiva;
- 8 sedi per l'innesto dei penetratori di altrettanti cavi secondari provenienti dalle singole strutture meccaniche (stringhe e/o torri);
- il cavo JB-DER già connesso alla junction box e avvolto in un raccoglitore montato direttamente sulla junction box stessa.

La procedura di installazione delle junction box prevede le seguenti fasi:

- Tutte le junction box sono posizionate in prossimità dell'argano montato nella poppa della nave DP impiegata per tutte le fasi di installazione previste. La prima junction box è connessa sia alla gru che all'argano della nave DP, (Fig. 6 – Step 1).
- La gru solleva fuori bordo la junction box e comincia a calarla in acqua mentre il cavo dell'argano è mantenuto in bando. Alcuni metri sottobordo avviene il passaggio di carico dalla gru all'argano. L'intervento del ROV consente di sganciare il cavo della gru che viene recuperato. La junction box continua ad essere calata mediante il cavo dell'argano fino in fondo al mare, (Fig. 6 - Step 2).

	PROGETTO NEMO Allegato: DEPLOYMENT DEL RIVELATORE	Data creazione 25-10-2001 15:24 Pagina 7 di 33 ALL-Deployment-Rev-A.doc REV: A
---	--	---

- La prima junction box è depositata a circa 40m dalla rispettiva scatola di derivazione. Il ROV provvede allo sgancio del cavo dell'argano che viene recuperato a bordo per procedere alla installazione della successiva junction box, (Fig. 7 – Step 3).
- Tale sequenza di operazioni viene ripetuta sino alla installazione di tutte le 8 junction box previste. Le junction box disteranno approssimativamente 200m l'una dall'altra in relazione alle tolleranze di installazione, (Fig. 7 – Step 4).



INSTALLAZIONE DELLE JUNCTION BOX

Figura 6: Installazione delle JB – Step 1 e 2

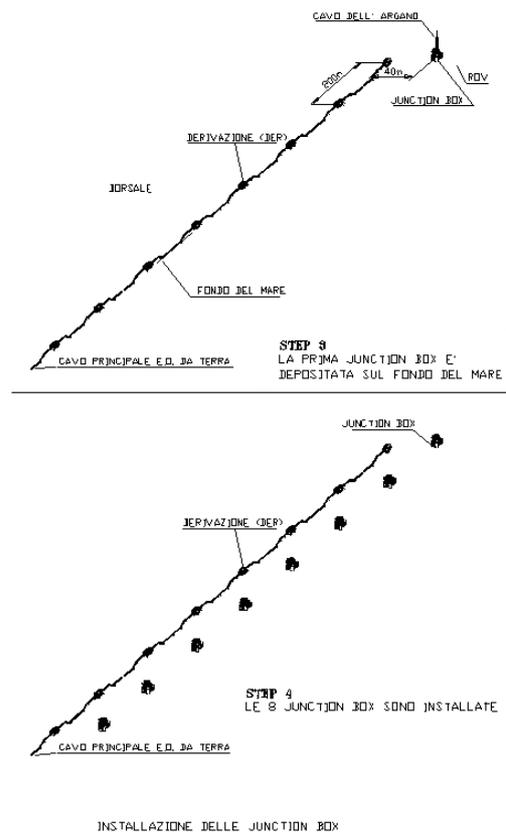


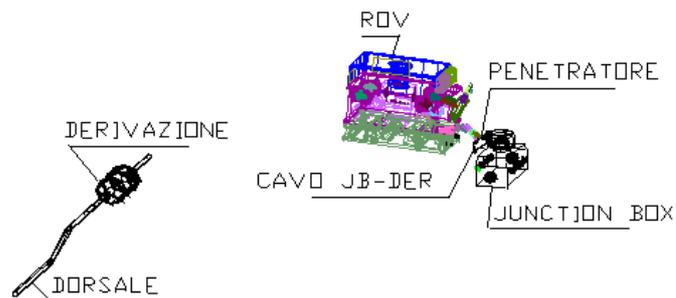
Figura 7: Installazione delle JB – Step 3 e 4

5. Connessione delle junction box con le rispettive derivazioni

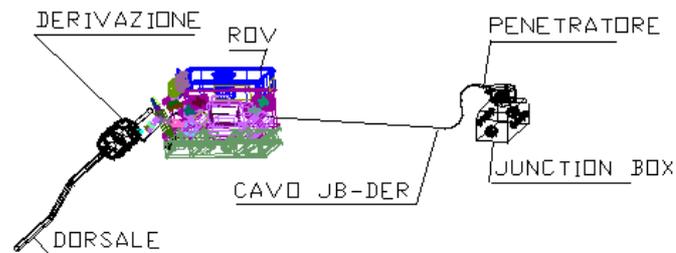
Questa fase consiste nella connessione delle singole junction box con le rispettive scatole di derivazione per mezzo del cavo elettro-ottico JB-DER. Questo è già connesso alla propria junction box ed avvolto nel raccogliitore montato sulla junction box stessa.

La procedura di connessione delle junction box con le rispettive derivazioni prevede:

- Il ROV preleva il cavo JB-DER dal raccoglitore sulla junction box e inizia a svolgerlo dirigendosi verso la rispettiva scatola di derivazione, (Fig. 8 – Step 1).
- Il ROV esegue l'operazione di connessione del connettore del cavo DER-JB nell'innesto previsto nella scatola di derivazione, (Fig. 8 – Step 2).
- Tutte le altre junction box sono connesse alle rispettive scatole di derivazione, (Fig. 9 – Step 3).



STEP 1
IL ROV PRELEVA IL PENETRATORE
DEL CAVO JB-DER E LO TRASCINA
VERSO LA DERIVAZIONE



STEP 2
IL ROV ESEGUE LA CONNESSIONE
DEL CAVO JB-DER

CONNESSIONI DELLE JUNCTION BOX
CON LE RISPETTIVE DERIVAZIONI

Figura 8: Connessione delle JB con le branching unit

Step 1 e 2

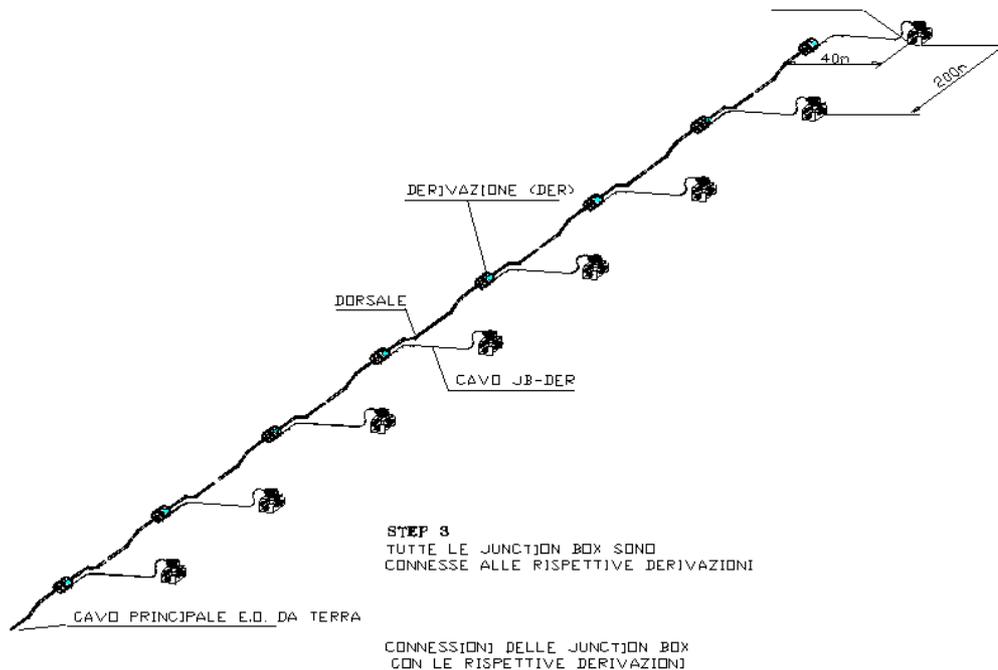


Figura 9: Connessione delle JB con le branching unit - Step 3

6. Connessione delle junction box

Questa fase consiste nella connessione di ogni junction box con quella adiacente. Il cavo JB-JB utilizzato viene depositato e connesso mediante il Modulo con Verricello Idraulico (MVI). Questo è un modulo speciale trasportato ed azionato dal ROV. Il MVI è composto da una struttura nella quale alloggia un verricello, attuato idraulicamente, sul quale si avvolge il cavo JB-JB da installare. Tale modulo è connesso meccanicamente sotto il ROV per mezzo di un sistema di bloccaggio idraulico controllato dal ROV stesso. Tale sistema di connessione provvede anche a collegare il circuito idraulico del ROV con quello del MVI per consentire l'attuazione del verricello. Il ROV è in grado di depositare il MVI sul fondo del mare, sganciarlo, operare indipendentemente da esso, riagganciarlo e recuperarlo a bordo.

La procedura di connessione delle junction box prevede:

- a) Il ROV trasporta il MVI equipaggiato con il cavo JB-JB da installare. Lo deposita sul fondo del mare in prossimità della prima junction box, (Fig. 10 – Step 1).
- b) Il ROV si sgancia dal MVI dopo aver svolto una lunghezza sufficiente di cavo JB-JB per eseguire la prima connessione, (Fig. 10 – Step 2).

- c) Mediante il manipolatore, il ROV raccoglie l'estremità del cavo JB-JB equipaggiata con il connettore ed esegue la connessione con la junction box, (Fig. 10 – Step 2).
- d) Il ROV torna sul MVI, lo aggancia e si sposta verso la seconda junction box da connettere svolgendo tutto il cavo JB-JB e depositando l'altra estremità con il connettore in posizione agevole per il recupero, (Fig. 10 – Step 3).
- e) Analogamente, Il ROV si sgancia dal MVI, raccoglie mediante il manipolatore il connettore del cavo JB-JB ed esegue la connessione nella seconda junction box, (Fig. 11 – Step 4).
- f) Il ROV riaggancia il MVI e torna a bordo per equipaggiare il MVI stesso con un nuovo rocchetto di cavo JB-JB per le successive connessioni, (Fig. 11 – Step 5).
- g) La sequenza di operazioni descritta viene ripetuta per le successive connessioni tra le junction box, (Fig. 12 – Step 6).

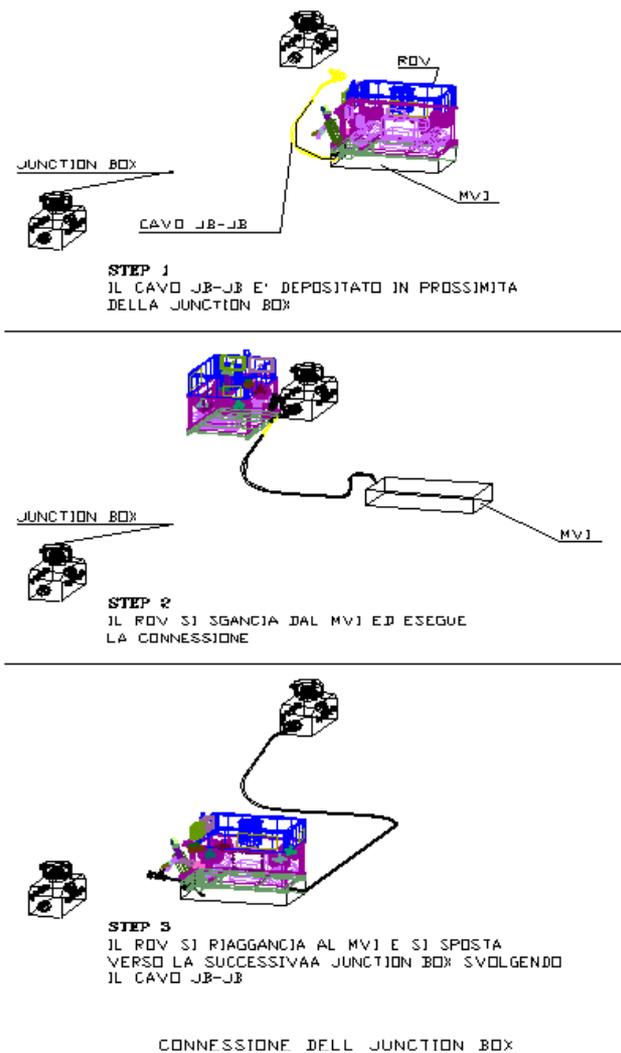
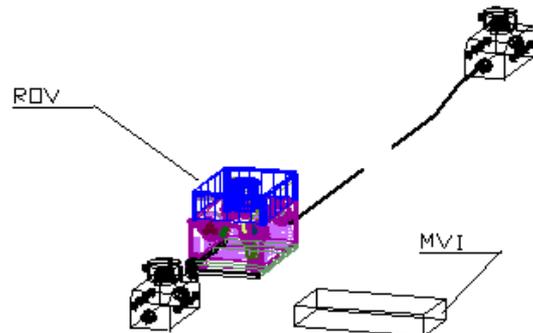
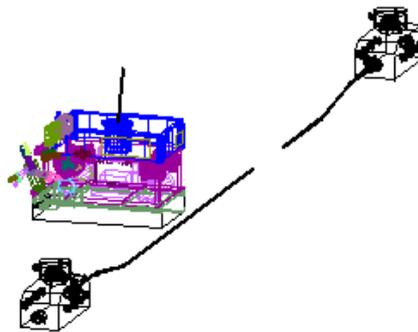


Figura 10: Connessione delle JB - Step 1,2 e 3



STEP 4
IL CAVO JB-JB E' DEPOSITATO IN
PROSSIMITA DELLA JUNCTION BOX.
IL ROV ESEGUE LA CONNESSIONE



STEP 5
IL ROV RIAGGANCIA IL MVI
ED E' RECUPERATO A BORDO

CONNESSIONI DELLE JUNCTION BOX

Figura 11: Connessione delle JB - Step 5

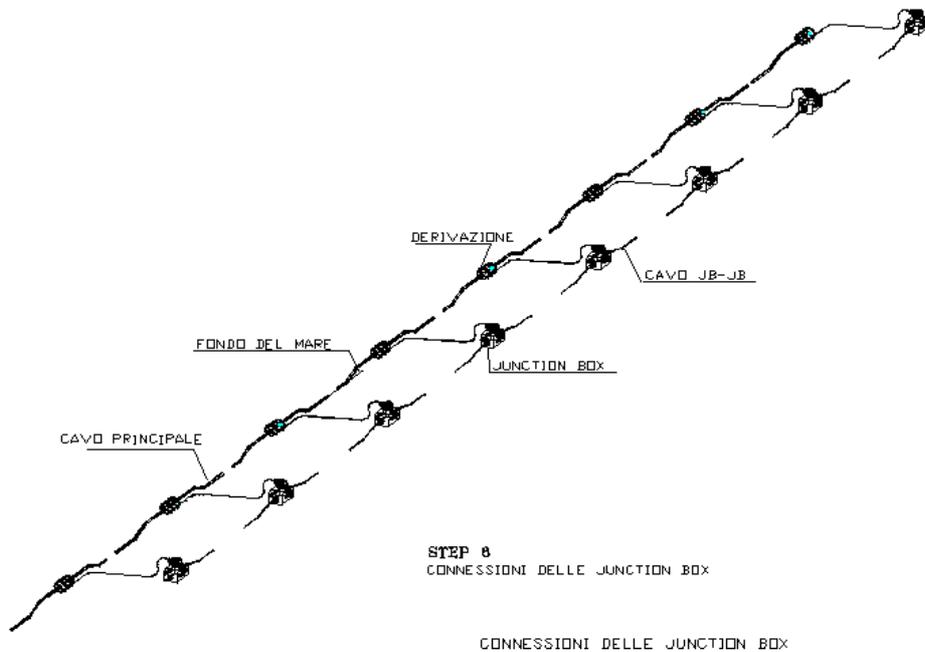


Figura 12: Connessione delle JB - Step 6

7. Installazione della stringa

La procedura di installazione prevista presenta due fondamentali vantaggi:

- la singola stringa da installare è più leggera rispetto ad altre possibili configurazioni alternative;
- la sequenza delle operazioni e le attrezzature necessarie per l'installazione risulta, in linea di principio, abbastanza semplice;

La procedura proposta ha il vantaggio di massimizzare tutte le fasi dall'assemblaggio a terra fino all'installazione in acque profonde e di renderle il più possibile modulari. Con ciò si intende:

- la possibilità di assemblare l'intera stringa a terra;



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 15 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

- eseguire i test di funzionamento a terra;
- utilizzare una struttura di contenimento (gabbia) per la movimentazione della singola stringa sia sulla nave di trasporto che su quella di installazione della stringa stessa
- la possibilità di ottimizzare lo spazio a disposizione sul ponte sia della nave di trasporto che su quella di installazione
- automatizzare le operazioni di installazione della stringa

La procedura qui di seguito descritta fornisce una idea di massima della fase di installazione della singola stringa. Naturalmente, durante lo sviluppo del progetto, occorrerà prevedere in dettaglio anche la procedura per le seguenti fasi:

- a) Assemblaggio a terra della stringa.
- b) Test della stringa.
- c) Assemblaggio della stringa nella gabbia di trasporto.
- d) Caricamento delle gabbie sul ponte della nave di trasporto.
- e) Trasferimento in alto mare nell'area prevista per l'installazione del rivelatore mediante la nave di trasporto
- f) Movimentazione delle gabbie dalla nave di trasporto al ponte della nave per l'installazione già presente nel sito

Dopo aver assemblato a terra una certa quantità di gabbie (il numero deve essere precedentemente definito), la nave per l'installazione con il posizionamento dinamico (nave DP) ha raggiunto il sito per l'installazione e ha effettuato una survey dell'area.

Prima che la survey sia conclusa la prima nave da trasporto viene caricata con un numero di gabbie sufficiente per tenere impegnata la nave DP di installazione fino al prossimo carico e raggiunge il sito.

La nave da trasporto n°1 si affianca sottobordo alla nave DP o è mantenuta ad una distanza di sicurezza mediante un rimorchiatore. La nave da trasporto n°1 serve per rifornire in continuazione la nave DP delle gabbie con le stringhe da installare. Nel frattempo, la nave da trasporto n°2 viene caricata con un nuovo gruppo di gabbie. La nave da trasporto n°2 si alternerà in continuazione con la nave da trasporto n°1 nel rifornire la nave DP.

Mediante la gru presente sulla nave DP le singole gabbie vengono prelevate dalla nave da trasporto e posizionate sul ponte della nave DP nell'area prevista per l'installazione (Fig. 13).

Le attrezzature e i componenti coinvolti in tale procedura sono mostrati nelle Fig. 13,14, 15 e 16.

	PROGETTO NEMO Allegato: DEPLOYMENT DEL RIVELATORE	Data creazione 25-10-2001 15:24 Pagina 16 di 33 ALL-Deployment-Rev-A.doc REV: A
---	--	--

La procedura di installazione delle singole stringhe prevede i seguenti passi:

- Il verricello n°1, posto sul carro ponte nella poppa della nave DP, preleva il basamento della stringa e comincia a calarlo in acqua svolgendo il cavo (Fig. 14 - Step 1).
- Mentre vengono calati i primi 150m di cavo elettro-ottico armato della stringa, il verricello n°2 preleva il primo elemento presente nella stringa, per esempio il modulo di controllo ottico, (Fig. 14 - Step 2).
- I due verricelli continuano a calare la stringa alcuni metri sott'acqua fino che il cavo del primo verricello e il cavo elettro-ottico armato della stringa sono quasi paralleli (Fig.15 - Step 2). A questo punto, il cavo del verricello n°1 viene messo in bando e il carico trasferito al verricello n°2, (Fig. 14 - Step 3).
- L'intervento del ROV consente di sganciare il cavo del verricello n°1 che viene recuperato (Fig. 14 - Step 3).
- L'elemento successivo della stringa viene prelevato dal verricello n°1 mentre il verricello n°2 continua a calare la stringa in acqua. In analogia alle operazioni descritte nei punti 3 e 4 qui sopra, il cavo viene trasferito dal verricello n°2 al verricello n°1, il cavo del verricello n°2 viene sganciato dall'elemento mediante l'intervento del ROV e viene recuperato. Questa successione di operazioni viene ripetuta per tutti gli elementi della stringa, (Fig. 14 - Step 4).
- Il prelevamento degli elementi della stringa da parte dei due verricelli viene agevolato dalla presenza di carrelli che scorrono all'interno della gabbia stessa verso il carro ponte.
- L'ultimo elemento della stringa ad essere calato con il verricello è la boa. Alcuni metri sott'acqua, il ROV connette anche il gancio della gru di bordo alla boa (Fig. 15 - Step 5).
- Il cavo del verricello viene messo in bando e il carico trasferito al cavo della gru. Il ROV provvede a sganciare il cavo del verricello che viene recuperato (Fig. 15 - Step 6).
- La gru sposta la stringa sul lato della nave DP (Fig. 15 - Step 7).
- Il ROV connette il cavo dell'argano principale alla boa (Fig. 16 - Step 8).
- Mentre la boa viene calata, il cavo della gru viene messo in bando e il carico trasferito al cavo dell'argano (Fig. 16 - Step 9).
- Il ROV disconnette il cavo della gru e la stringa continua ad essere calata mediante il cavo dell'argano principale sul fondo del mare nella posizione prevista (Fig. 16 - Step 9).

La architettura finale del rivelatore prevede l'installazione di 64 stringhe disposte su un'area di circa 2 km². Le singole stringhe sono installate in modo da costituire una griglia quadrata di 8x8 stringhe spaziate di 200m come mostrato in Fig. 17 - Step 10. La sequenza di installazione prevede che le stringhe siano depositate sul fondo dal mare per file. Al completamento di ogni fila si procede alla fase di connessione della singola stringa con la rispettiva junction box mediante il cavo elettro-ottico (descritta in seguito). Questa sequenza consente di rendere più agevoli le operazioni di connessione mediante l'intervento del ROV. Una volta completata la fase di connessione di una fila di stringhe si procede con l'installazione delle stringhe della seconda fila.

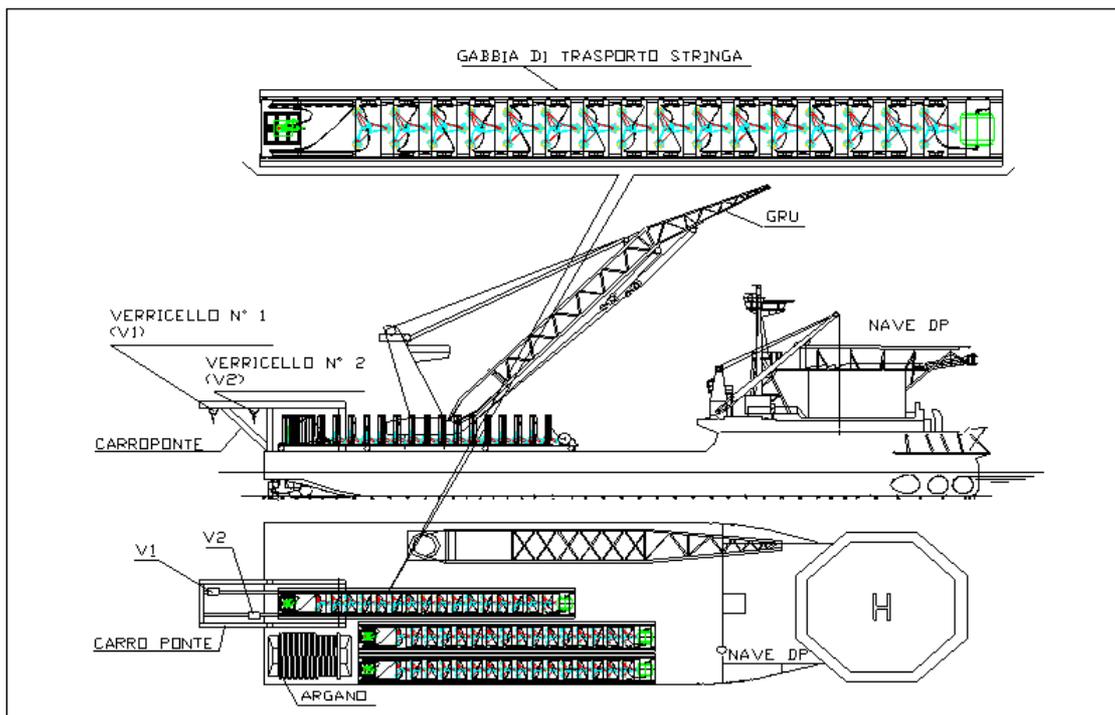


Figura 13: Posizionamento delle stringhe sul ponte della nave



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 18 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

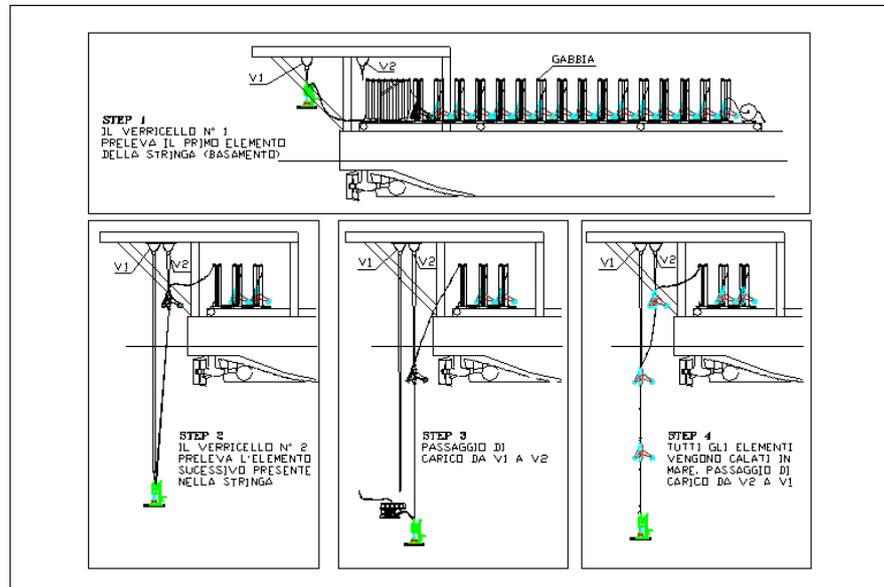


Figura 14: Deployment delle stringhe - Step 1,2,3 e 4

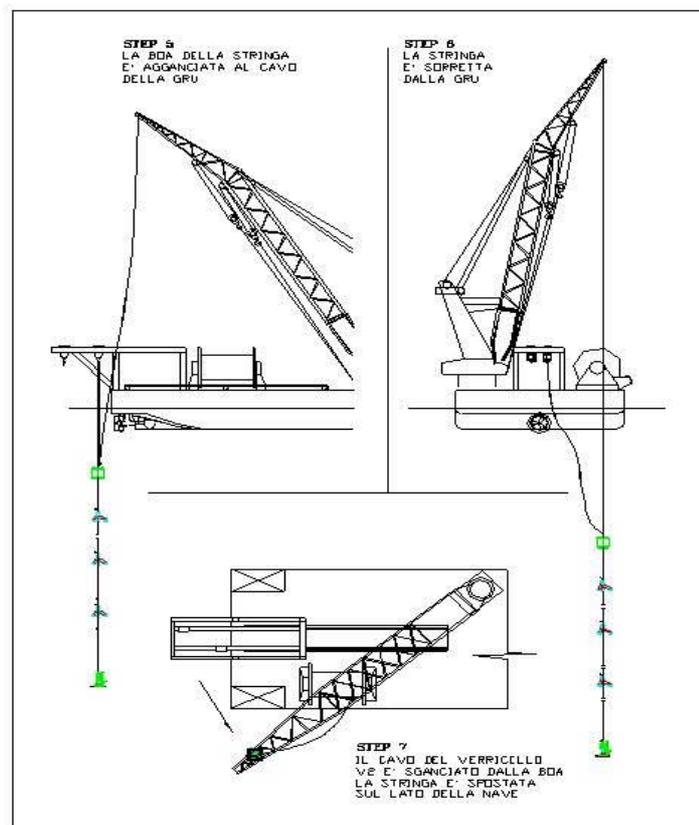


Figura 15: Deployment delle stringhe - Step 5,6 e7

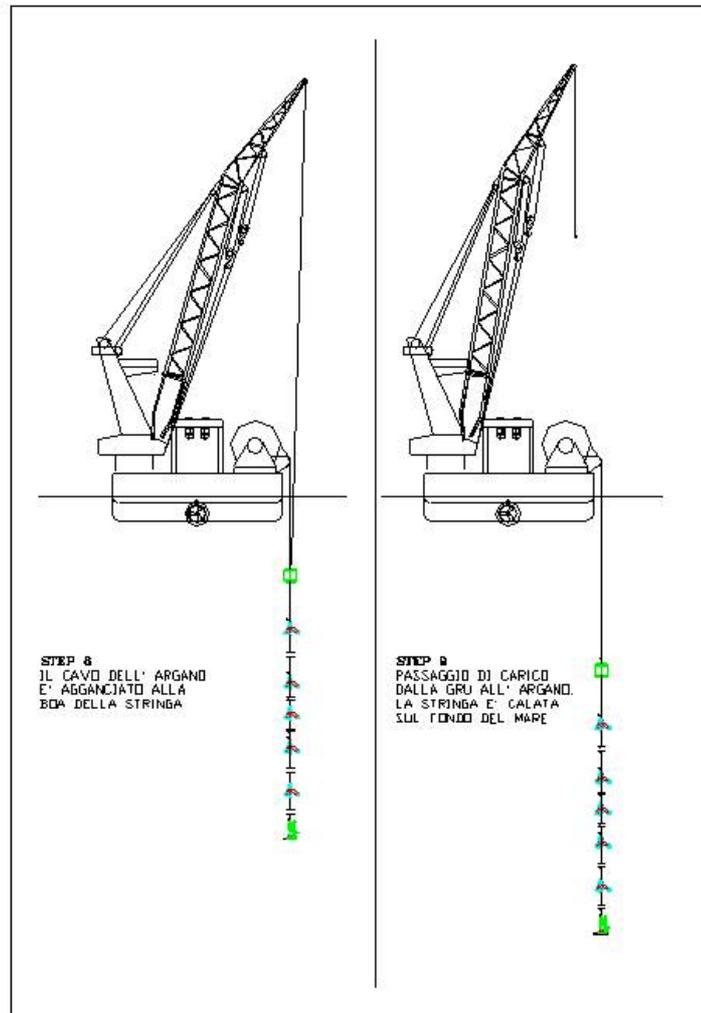


Figura 16: deployment delle stringhe - Step 8 e 9

8. Connessione delle stringhe con le junction box

Questa fase consiste nella connessione di ogni stringa con la rispettiva junction box. Come sottolineato nel punto 13 della sequenza di installazione della stringa, la fase di connessione delle stringhe con le rispettive junction box inizia quando una fila di stringhe è stata installata. Questo accorgimento facilita la manovrabilità e accessibilità del ROV durante le operazioni.

La sequenza di operazioni prevista in questa fase ricalca quasi fedelmente quella descritta per la connessione di due junction box tra loro mediante il cavo JB-JB. A differenza di quest'ultima, la lunghezza del cavo secondario avvolto nel verricello montato all'interno del



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 21 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

MVI ha lunghezza variabile in relazione alla stringa che deve essere connessa. In particolare, si passa da una distanza minima approssimativa di 100m per la connessione delle stringhe più adiacenti alla dorsale, ad una massima di 700m per la stringa più lontana dalla dorsale stessa. Perciò, la descrizione delle operazioni farà riferimento agli sketch mostrati per descrivere la fase di connessione tra due junction box.

La procedura di connessione delle singole stringhe con le rispettive junction box prevede i seguenti passi:

- Il ROV trasporta il MVI equipaggiato con il cavo secondario da installare. Lo deposita sul fondo del mare in prossimità della prima stringa da connettere.
- Il ROV si sgancia dal MVI dopo aver svolto una lunghezza sufficiente di cavo secondario per eseguire la connessione con la stringa.
- Mediante il manipolatore, il ROV raccoglie l'estremità del cavo secondario equipaggiata con il penetratore e esegue la connessione nell'innesto previsto nel basamento della stringa.
- Il ROV torna sul MVI, lo aggancia e si sposta verso la junction box da connettere svolgendo tutto il secondario e depositando l'altra estremità con il penetratore in posizione agevole per il recupero.
- Analogamente, Il ROV si sgancia dal MVI, raccoglie mediante il manipolatore il penetratore del cavo secondario ed esegue la connessione nella junction box.
- Il ROV riaggancia il MVI e torna a bordo per equipaggiare il MVI stesso con un nuovo rocchetto di cavo secondario di lunghezza opportuna per eseguire la connessione successiva.

La sequenza di operazioni descritta viene ripetuta per le successive connessioni tra le stringhe e le junction box.

Di seguito viene sintetizzata la sequenza delle operazioni necessarie per la esecuzione della installazione del singolo elemento "torre tensionata" del rivelatore. Questa sequenza costituisce solo una procedura preliminare che ha principalmente lo scopo di identificare le criticità nelle operazioni previste per la installazione della struttura stessa.



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 22 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

9. Mezzi ed attrezzature per l'installazione delle torri

La procedura prevista nella varie fasi di installazione richiede almeno i seguenti mezzi navali, attrezzature e componenti:

1. Una nave con posizionamento dinamico dotata di una gru e di almeno un davit con una capacità di 3500-4000m di cavo, per movimentare, calare e posizionare le gabbie di pre-assemblaggio sul fondo del mare.
2. N° 1 - ROV per l'assistenza durante le operazioni sottomarine appartenenti alla classe "Innovator".
3. N° 2/3 – mezzi navali di supporto per il trasporto delle gabbie.
4. N° 2/3 – rimorchiatori.

10. Sequenza delle operazioni per l'installazione della torre

La procedura di installazione proposta, rispetto ad altre valutate (ad esempio quelle precedentemente proposta per le torri e le stringhe) ha il vantaggio di massimizzare tutte le fasi dall'assemblaggio a terra fino all'installazione in acque profonde e di renderle il più possibile modulari. Con ciò si intende:

- la possibilità di assemblare l'intera torre tensionata a terra;
- eseguire i test di funzionamento a terra;
- utilizzare una struttura di contenimento (gabbia) per la movimentazione della singola torre tensionata sia sulla chiatta che sulla nave DP per l'installazione;
- automatizzare e semplificare le operazioni di installazione della torre tensionata.

La procedura qui di seguito descritta fornisce una idea di massima della fase di installazione della singola torre tensionata. Naturalmente, durante lo sviluppo del progetto, oltre che studiare in dettaglio e finalizzare la procedura qui proposta, occorrerà prevedere e definire in dettaglio anche la procedura per le seguenti fasi:

- Assemblaggio a terra della torre tensionata (compreso l'inserimento nella gabbia di pre-assemblaggio).
- Test della torre tensionata.
- Caricamento delle gabbie sul ponte della chiatta.
- Trasferimento in alto mare nell'area prevista per l'installazione del rivelatore mediante la chiatta.



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 23 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

- Movimentazione delle gabbie dalla chiatta al ponte della nave per l'installazione già presente nel sito.

Dopo aver assemblato a terra una certa quantità di gabbie (il numero deve essere precedentemente definito), la nave per l'installazione con il posizionamento dinamico (nave DP) ha raggiunto il sito per l'installazione e ha effettuato una survey dell'area.

Prima che la survey sia conclusa la prima chiatta viene caricata con un numero di gabbie sufficiente per tenere impegnata la nave DP di installazione fino al prossimo carico e raggiunge il sito.

La chiatta n°1 si affianca sottobordo alla nave DP o è mantenuta ad una distanza di sicurezza mediante un rimorchiatore. La chiatta n°1 serve per rifornire in continuazione la nave DP delle gabbie con le stringhe da installare. Nel frattempo, la chiatta n°2 viene caricata con un nuovo gruppo di gabbie. La chiatta n°2 si alternerà in continuazione con la chiatta n°1 nel rifornire la nave DP.

Mediante la gru presente sulla nave DP le singole gabbie vengono prelevate dalla chiatta e posizionate sul ponte della nave DP nell'area prevista per l'installazione o calate direttamente in mare una volta imbragata correttamente.

Qui di seguito sono descritte le singole fasi previste durante la installazione.

1. La gabbia di pre-assemblaggio della torre tensionata è posizionata sul ponte della nave DP (fig. 17)
2. Il verricello della gru principale aggancia la gabbia in corrispondenza del basamento. Successivamente, il verricello del davit della nave DP preleva la gabbia nell'estremità superiore in corrispondenza della boa di sommità. La gabbia viene sollevata e calata fuori bordo (fig. 18, 19)
3. Il verricello del davit comincia a svolgere il cavo contemporaneamente al verricello della gru consentendo alla gabbia di disporsi verticalmente appena sotto la chiglia della nave DP (fig. 20).
4. Man mano che la gabbia si dispone verticalmente il cavo del verricello della gru viene messo in bando e il carico trasferito al verricello del davit (fig. 20).
5. Il verricello del davit continua a calare gabbia fino a posizionarla sul fondo del mare (fig. 20).



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 24 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

6. Una volta raggiunta la posizione prevista per il basamento della gabbia, il ROV disconnette il cavo del verricello del davit (fig. 21).
7. Il ROV sgancia la boa di sommità della torre dalla gabbia. La boa risale esercitando la sua spinta idrostatica sui cavi che legano i piani della torre stessa (fig. 22).
8. Il ROV sgancia un dispositivo di rilascio meccanico presente sulla gabbia in modo che la spinta idrostatica della boa consenta di estrarre i singoli bracci della torre tensionata e di svolgere i cavi che collegano i piani della torre (fig. 23).
9. I piani della torre uno dopo l'altro risalgono liberandosi dalla gabbia di pre-assemblaggio in modo da disporsi, man mano che i cavi di collegamenti vengono tensionati dalla boa, ortogonalmente l'uno rispetto l'altro (fig. 23).
10. Uno dopo l'altro i piani vengono svolti assumendo così la configurazione finale prevista per la torre tensionata (fig. 23).
11. Il singolo elemento base dell'architettura del telescopio sottomarino costituito dalla torre tensionata assume la configurazione finale in cui i cavi che collegano i piani sono tensionati dalla concomitante azione del basamento e della boa di sommità (fig. 23).

Occorre sottolineare che le fasi individuate dai punti 7-11 in cui si prevede l'intervento del ROV per lo sganciamento dei bracci e lo svolgimento dei cavi che li tensionano dalla gabbia di pre-assemblaggio già depositata sul fondo del mare, può essere eseguita indipendentemente dalle fasi precedenti. Questo implica che mentre la nave DP continua a depositare sul fondo del mare le torri tensionate, una nave di supporto più piccola della nave DP potrebbe eseguire mediante ROV le operazioni sottomarine di installazione delle torri stesse in tempi e modalità indipendenti da quelli della nave DP. Ne consegue che questa procedura di installazione consente di:

- ridurre i tempi complessivi per la installazione del rivelatore sottomarino;
- ottimizzare e/o ridurre l'impiego della nave DP per l'installazione delle torri tensionate;
- ridurre i costi di installazione.

In alternativa alla sequenza di installazione descritta può essere considerata una sequenza alternativa che prevede lo svolgimento dei singoli bracci (e quindi dei piani) della torre tensionata subito dopo essere stata calata sotto la chiglia della nave DP anziché dopo essere stata posizionata sul fondo del mare. Una rappresentazione schematica di questa seconda procedura di installazione è mostrato nelle immagini fig. 24, 25, 26, 27, 28. E' da osservare che le prime fasi dell'operazione ricalcano esattamente le fasi analizzate nella sequenza dal fondo.



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 25 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

Questa sequenza operativa presenta il vantaggio di poter monitorare e/o controllare lo svolgimento dei piani della torre tensionata in superficie e quindi di poter predisporre eventuali interventi di emergenza sia con una maggiore disponibilità di mezzi che in condizioni operative più agevoli rispetto al fondo del mare. Contemporaneamente occorre sottolineare che tale procedura da un lato implica maggiori difficoltà nel depositare sul fondo del mare nell'ambito delle tolleranze previste la torre tensionata completamente svolta e dall'altro richiede l'impiego della nave DP per tutte le fasi operative dell'installazione. Ne consegue che tale procedura risulta molto più onerosa sia in termini di tempi complessivi di installazione che ovviamente di costi perché richiede un maggiore utilizzo della nave DP rispetto alla procedura sopra descritta.

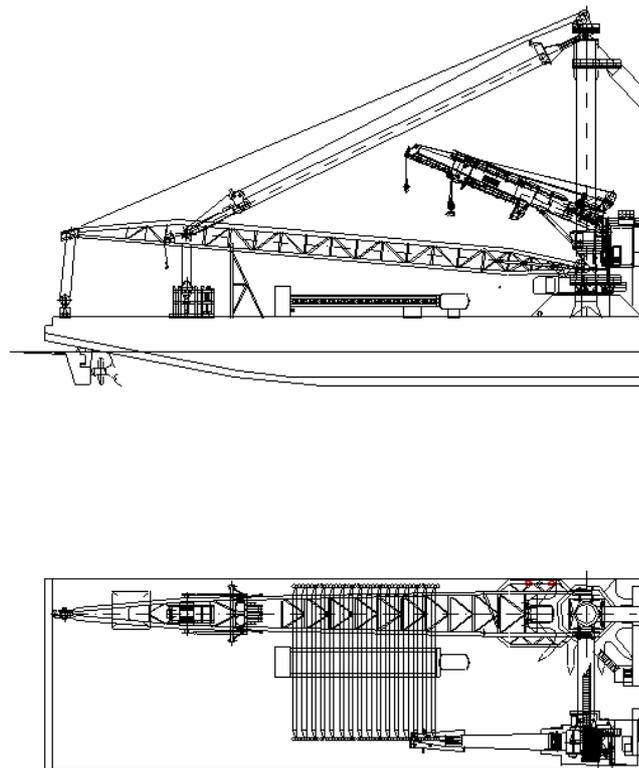


Figura 17: Deployment della torre-NEMO - Step

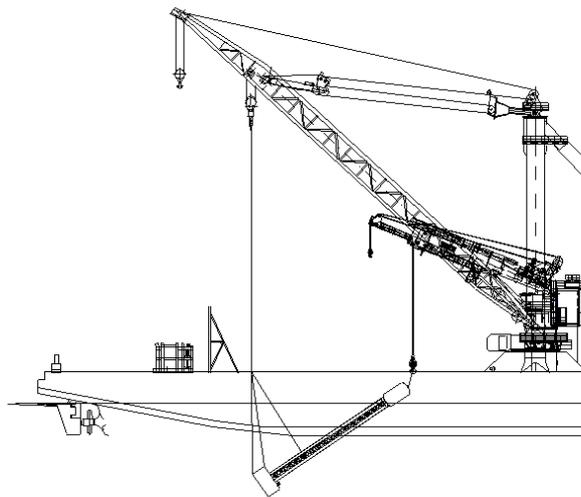


Figura 19: Deployment della torre-NEMO - Step

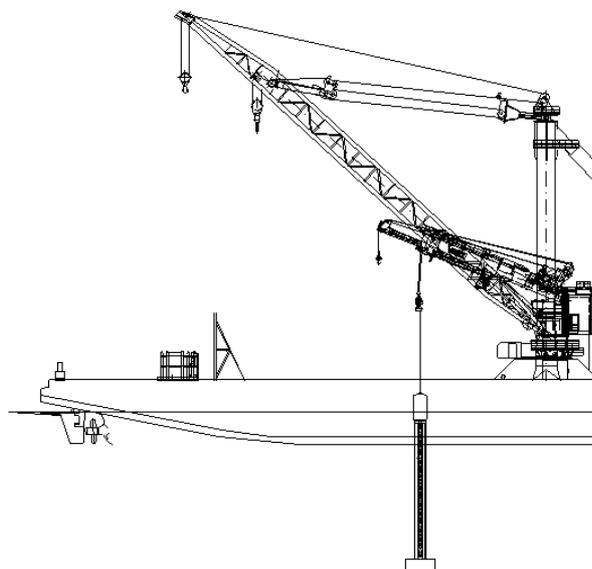


Figura 20: Deployment della torre-NEMO - Step

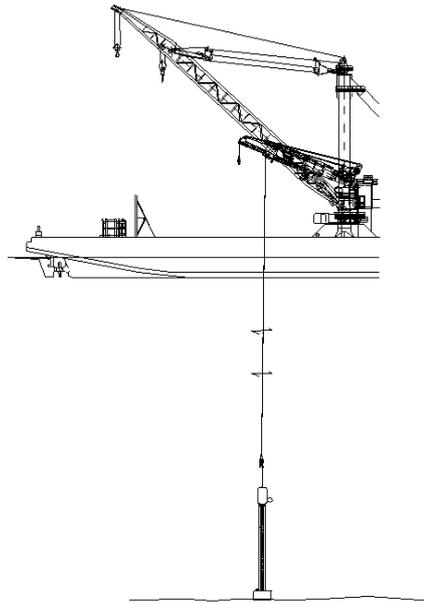


Figura 21: Deployment della torre-NEMO - Step

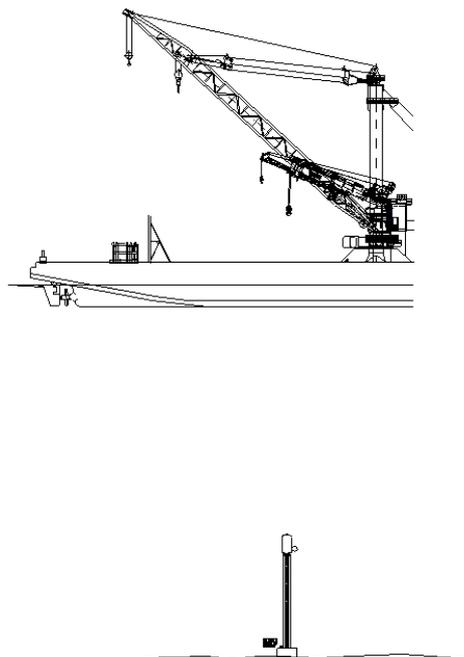


Figura 22: Deployment della torre-NEMO - Step

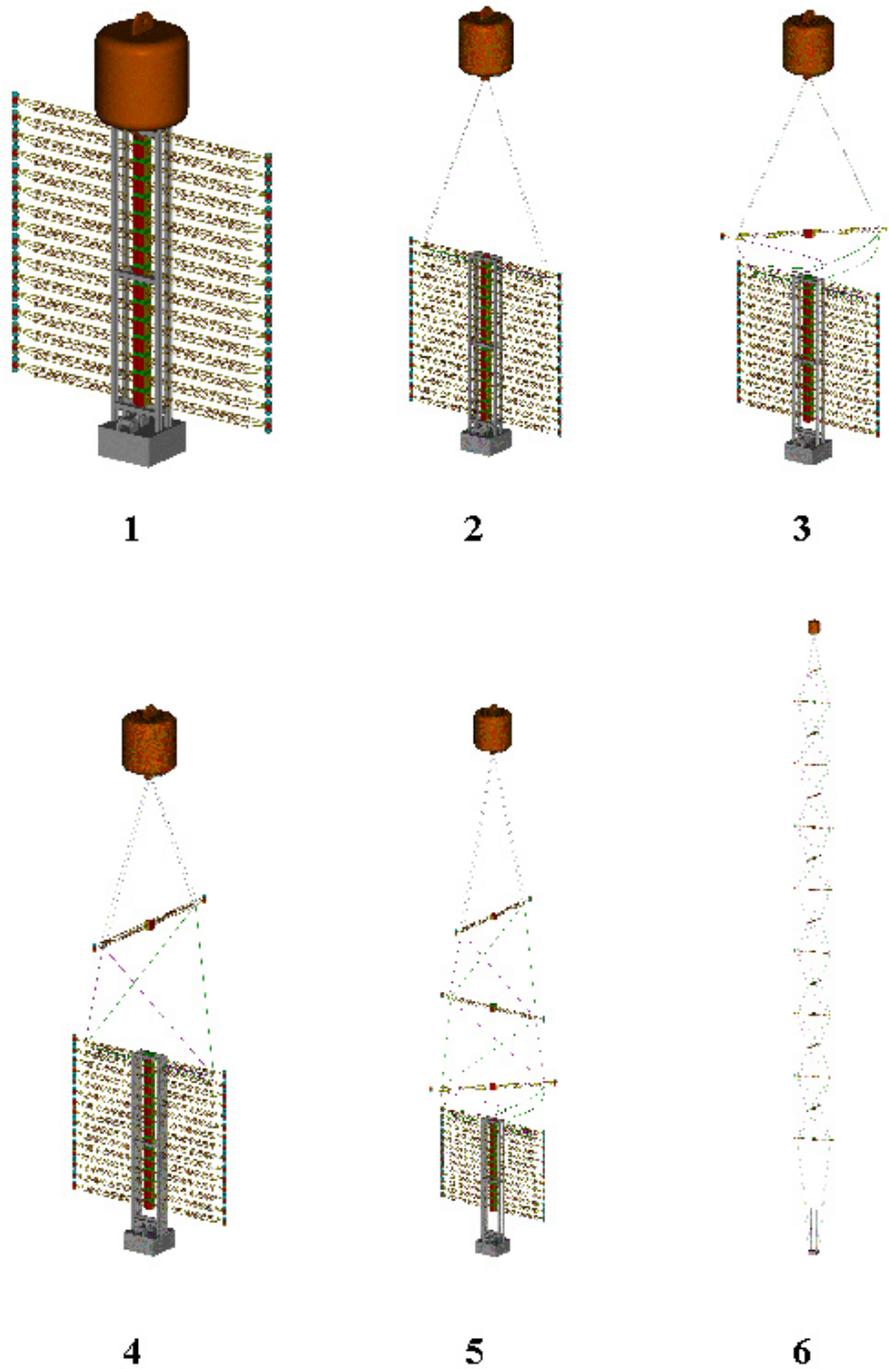


Figura 23: Deployment della torre-NEMO - Step

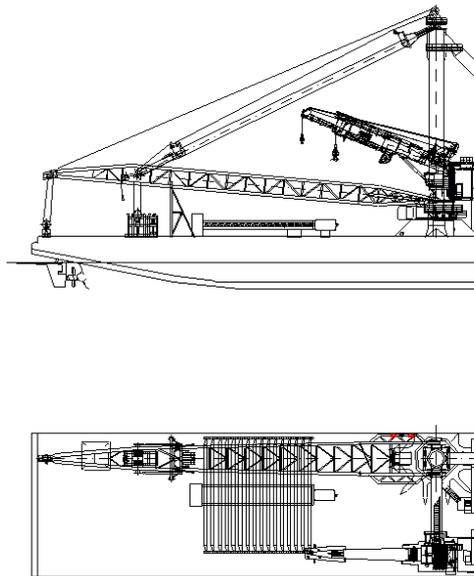


Figura 24: Sequenza dall'alto per il deployment della Torre "Nemo" – Posizionamento della torre sul ponte della nave

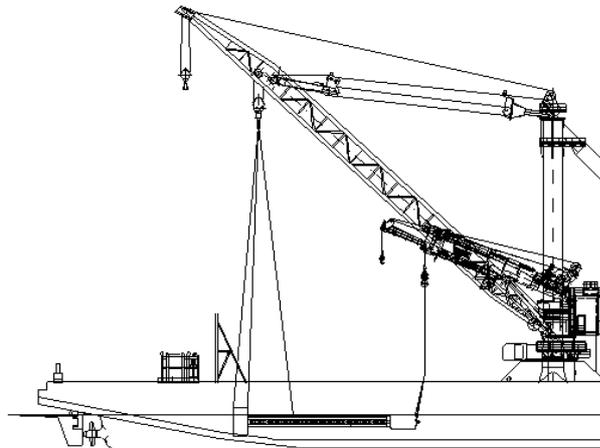


Figura 25: Sequenza dall'alto per il deployment della Torre "Nemo" – La torre viene portata fuori bordo

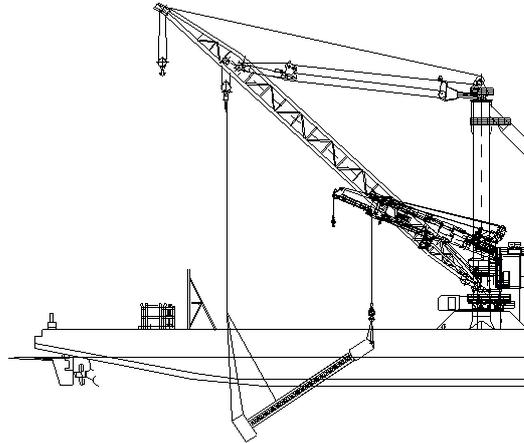


Figura 26: Sequenza dall'alto per il deployment della Torre "Nemo" – passaggio di carico tra le gru

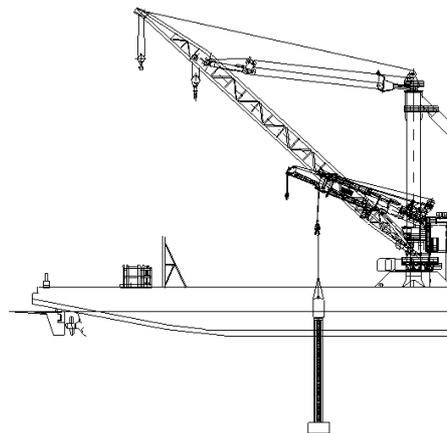


Figura 27: Sequenza dall'alto per il deployment della Torre "Nemo" – I piani della torre cominciano ad essere sganciati.

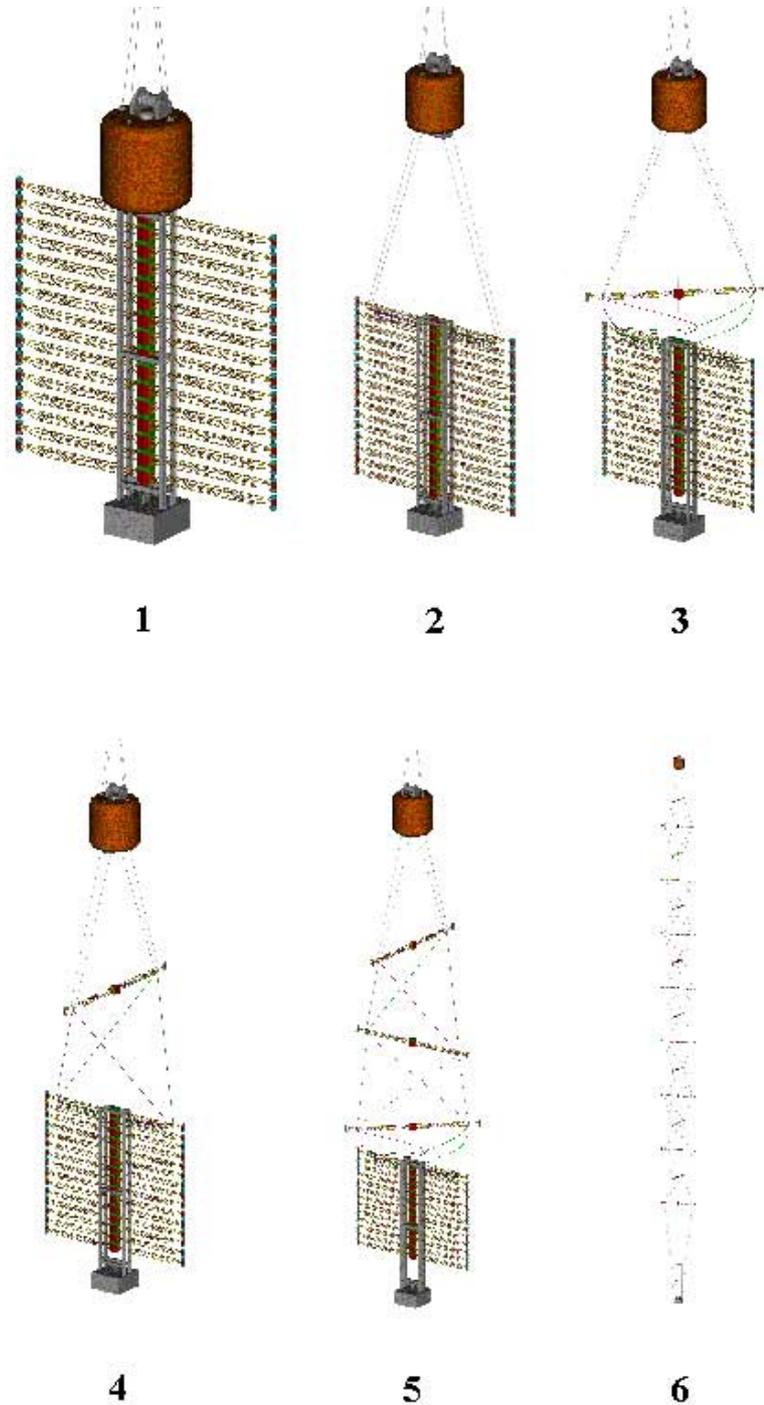


Figura 28: Sequenza dall'alto per il deployment della Torre "Nemo" – Sequenza di sgancio dei piani della torre.

11. Sistema di recupero della torre/stringa

Come già detto sia torre che stringa hanno una base identica; la base è collegata meccanicamente alla zavorra per mezzo di due sganciatori (fig 29). L'apertura, comandata dalla superficie per mezzo di opportuni segnali acustici, anche di uno solo dei due sganciatori permette alla stringa di liberarsi della zavorra e quindi di risalire alla superficie per essere recuperata, la struttura verrà inoltre dotata di un sistema meccanico in grado di poter sganciare la stringa mediante l'intervento di ROV o AUV nel caso in cui il sistema di sgancio acustico presenti condizioni di malfunzionamento. Questa operazione può rendersi necessaria:

- in caso di un guasto talmente esteso da rendere inutilizzabile in parte o totalmente la stringa
- in caso di manutenzione programmata dopo un certo numero di anni di funzionamento (per es. diminuzione della resa ottica dei rivelatori a causa del deposito di sedimenti)
- qualora si voglia sostituire una struttura a stringa con una a torre o viceversa.

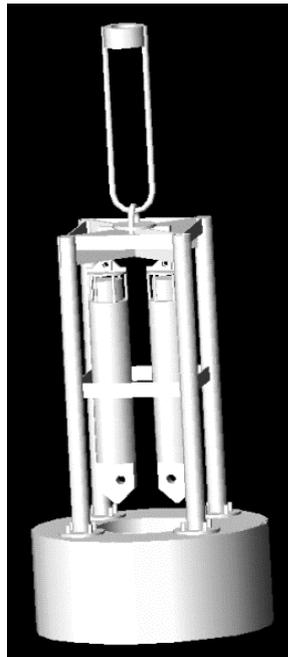


Figura 29: Base della stringa. Sistema di sgancio della zavorra



PROGETTO NEMO

Allegato: **DEPLOYMENT DEL RIVELATORE**

Data creazione 25-10-2001 15:24

Pagina 33 di 33

ALL-Deployment-Rev-A.doc

REV: A

12. *DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI*

Le seguenti definizioni e abbreviazioni vengono usate nel presente documento:

DER Derivazione

DP Dynamic Positioning

JB-DER Junction Box - Derivazione

JB-JB Junction Box - Junction Box

INFN Istituto Nazionale Fisica Nucleare

MO Modulo Ottico

MCL Modulo di Controllo Locale

MVI Modulo con Verricello Idraulico

NEMO Neutrino Mediterranean Observatory

ROV Remote Operated Vehicle

SMO Strutture Modulo Ottico