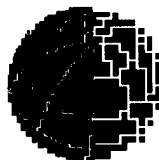


Via di Vigna Murata, 605
00143 ROMA - Italia
Tel.: (39)-06-518601
Telefax: (39)-06-5041181
email: info@ingv.it



**Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia**

**Istituto Nazionale di Geofisica
e Vulcanologia
AOO INGV**

Protocollo Generale - U

N. 0004984

del 24/03/2014



ALBO Ufficiale

Dott. Paolo Favali
Sezione Roma 2

Dott. Giuseppe D'Anna
Sezione CNT

Oggetto: Pubblicità atti

Si trasmettono le copie delle Delibere, dei Decreti, e/o documentazione, allegati, con preghiera di affiggerli all'Albo ufficiale della Sezione.

Si richiede inoltre la pubblicazione sull'Albo on-line del sito web INGV (ove necessario) per almeno 15 gg. (ovvero diverso termine se indicato nel provvedimento) e di notificarli ai dipendenti interessati della propria sezione.

D.D. n. 91 del 20/03/2014 – EMSO-MedIT

- Avvio della procedura di acquisto di sensori sismici da fondo mare da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time
- Nomina del Responsabile Unico del Procedimento (RUP) Dott. Giuseppe D'Anna

IL DIRIGENTE
Dott. Tullio Pepe



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Decreto n. 91/2014

Oggetto: EMSO-MedIT (CUP: D62F13009230001)

- AVVIO DELLA PROCEDURA DI ACQUISTO DI SENSORI SISMICI DA FONDO MARE DA INSTALLARE SUGLI OBS/H E SULLE STAZIONI REAL-TIME
- NOMINA DEL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (**RUP**)

IL DIRETTORE GENERALE

- **VISTO** il d. lgs 29/9/1999 n. 381 istitutivo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV);
- **VISTA** la Legge 27 settembre 2007, n. 165, concernente la "Delega al Governo in materia di riordino degli Enti di Ricerca";
- **VISTO** il Decreto legislativo 31 dicembre 2009, n. 213, concernente il "Riordino degli Enti di Ricerca in attuazione dell'art. 1 della Legge 27 settembre 2007, n. 165";
- **VISTO** il Regolamento per l'amministrazione, la finanza e la contabilità dell'INGV del 23.4.2009, pubblicato nella G.U. suppl. ord. N.72 del 18.5.2009;
- **VISTO** lo Statuto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia emanato con Decreto del Presidente n. 90 del 21 marzo 2011 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana - Serie Generale n. 90 del 19 aprile 2011;
- **VISTO** il D.P. n. 589 del 7/11/2012 concernente "deleghe al Direttore generale";
- **VISTO** il Regolamento di organizzazione e funzionamento, adottato dal Consiglio di Amministrazione con delibera n. 102 del 2/10/2013 e approvato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca con nota n. 0026802 del 31/10/2013;
- **VISTO** il Decreto Direttoriale del MIUR, n. 1066 del 11 giugno 2013, con il quale è stato ammesso al finanziamento, tra i migliori per la linea di intervento b), il progetto denominato EMSO-MedIT - Potenziamento delle infrastrutture multidisciplinari di ricerca marina in Sicilia, Campania e Puglia quale contributo alla ESFRI EMSO, codice domanda PAC01_00044, di cui alla tabella allegata "Avviso n. 274 del 15 febbraio 2013 - Potenziamento infrastrutture di ricerca pubblica (PAC) - Progetti Vincitori", e in



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

particolare l'Allegato 2 - "Interventi per l'adeguamento e il consolidamento di infrastrutture per il monitoraggio ambientale";

- **VISTO** il Decreto Direttoriale del MIUR, 28 giugno 2013 n. 1258 (il "Decreto di Concessione") e la scheda allegata, con il quale il progetto – Codice identificativo PAC01_00044, denominato "EMSO-MedIT Potenziamento delle infrastrutture multidisciplinari di ricerca marina in Sicilia, Campania e Puglia quale contributo alla ESFRI EMSO", è stato ammesso a finanziamento sull'Avviso D.D. n. 274 del 15 febbraio 2013 (l'Avviso) e il successivo Disciplinare di concessione del finanziamento ("il Disciplinare");
- **VISTO** l'Atto d'Obbligo e Accettazione del finanziamento concesso dal MIUR sottoscritto da tutti i Soggetti Attuatori nell'ambito del predetto progetto;
- **VISTO** il verbale del CDA n. 9/2013 del 10/07/2013, con il quale il Consiglio autorizza il Direttore Generale, al fine di avviare le attività previste dal progetto EMSO – MedIT, di procedere all'acquisto di attrezzature e strumentazioni scientifiche e tecnologiche per un totale complessivo di € 9.496179,00;
- **VISTI** il D. Lgs n. 163/2006 e ss. mm. ii, nonché il DPR n. 207/2010;
- **VISTO** il decreto del Presidente n. 232 del 25/07/2013, riguardante la costituzione di un gruppo tecnico-manageriale del progetto;
- **VISTO** il decreto del Presidente n. 233 del 25/07/2013, concernente la nomina dei rappresentanti INGV nel Comitato di Gestione e nei WP;
- **CONSIDERATO** che, come riportato all'art. 2 del Disciplinare di Finanziamento, il Soggetto Attuatore si obbliga a svolgere le attività di potenziamento e formazione previste dal Progetto e ad attuare gli obiettivi previsti, secondo le modalità, termini e condizioni previste dalla legge, dai regolamenti, dagli atti e provvedimenti ministeriali (ivi compresa la scheda dei costi del finanziamento ammesso, secondo le valutazioni effettuate dalla Commissione di valutazione) nonché dal Disciplinare, assumendosi la completa responsabilità della realizzazione del Progetto, e che per il raggiungimento degli obiettivi è prevista la *"acquisto di sensori sismici da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time"* da completare entro i 18 mesi dall'approvazione del progetto (decorrenza 01/09/2013 - scadenza 30 marzo 2015);
- **RITENUTO** opportuno procedere all'indizione della gara in ordine alla quale si è provveduto a redigere il Capitolato Speciale d'Appalto;



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

- **VISTO** l'art. 54 del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Procedure per l'individuazione degli offerenti";
- **VISTA** la normativa vigente in materia di obbligatorietà degli acquisti attraverso gli strumenti messi a disposizione da Consip S.p.a. e dalle centrali di committenza regionali;
- **CONSIDERATO** che non risulta esserci nessuna convenzione stipulata da Consip S.p.a o dalla centrale di committenza regionale attiva per tale tipologia di fornitura;
- **VISTA** la lettera di sollecito del 3/10/2013 - prot. n. 13386 - a firma del Responsabile dei Rapporti Istruttori, dott. Paolo Favali , indirizzata alla DGCSR Ufficio VII – UPOC del MIUR;
- **VISTA** la nota di risposta del 9/140/2013 - prot. n. 24601- a firma del Direttore Generale DGCSR Ufficio VII – UPOC del MIUR;
- **CONSIDERATO** che il MIUR ha provveduto alla prima erogazione del finanziamento solo in data 21/11/2013, ben oltre i termini previsti dall'art. 4 del decreto di concessione delle agevolazioni a valere su fondi del piano di azione e di coesione (avviso 274 del 15 febbraio 2013), il quale prevedeva l'accredito del primo acconto nel termine perentorio dei successivi venti giorni dall'accettazione del Disciplinare (29/07/2013);
- **VISTO** che, solo in data 20/01/2014, il MIUR ha trasmesso il Manuale per la rendicontazione relativo all'Avviso D.D. 274 del 15 febbraio 2013, Azione "Potenziamento strutturale", documento che ha proprio come obiettivo principale quello di fornire ai soggetti attuatori le regole necessarie per la rendicontazione delle spese in termini di eleggibilità e ammissibilità;
- **VISTO** che, oltre agli evidenti ritardi della procedura, imprevedibili, estranei e non addebitabili alla organizzazione o programmazione dell'Amministrazione, si rende necessario procedere all'espletamento di cui all'art. 57, comma 2, lettera b), del D.Lgs 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i., il quale prevede il ricorso alla procedura negoziata, senza previa pubblicazione di un bando di gara, nel caso in cui ragioni di natura tecnica non sono compatibili con i termini imposti dalle procedure aperte, ristrette, o negoziate previa pubblicazione di un bando di gara;
- **CONSIDERATA** la valutazione tecnica dell'Ing. Paolo FAVALI, coordinatore del progetto, che ha palesato la complessità dell'iniziativa e la ristrettezza dei tempi in merito alla sua realizzazione (marzo 2015);



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

- **CONSIDERATO** che l'Amministrazione ha provveduto ad espletare una apposita indagine di mercato, oltre che dei test comparativi tra i sensori sismici disponibili effettuati da una Commissione di valutazione, con l'intento precipuo di individuare il prodotto "unico", ovvero infungibile, presente sul mercato;
- **TENUTO CONTO** della relazione sui predetti test comparativi condotti sui sensori sismici da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-time, come detto realizzata dalla Commissione appositamente nominata dal Responsabile del WP 6 del progetto EMSO-MedIT, dott. Giuseppe D'Anna, che si allega al presente decreto;
- **RITENUTO** di condividere le osservazioni tecniche sottoposte e di procedere all'individuazione del personale da impegnare, nell'ambito delle funzioni volte alla realizzazione operativa del progetto in questione;
- **VISTO** l'art. 10 del D. Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 "Responsabile delle procedure di affidamento e di esecuzione dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture"
- **TENUTO CONTO** peraltro dell'urgenza nel raggiungimento degli obiettivi che sono stati posti alla stazione appaltante ai fini dell'esecuzione progettuale;
- **VISTO** il curriculum vitae del personale individuato, dipendente dell'INGV;
- **RITENUTO CHE** per le ragioni sopra esposte, in particolare in merito all'accertata esistenza di un unico operatore economico in grado di soddisfare l'esigenza dell'Amministrazione e, quindi, delle ragioni di natura tecnica della fornitura, adeguatamente motivate dalla Commissione di cui alla relazione allegata, si ritiene di procedere secondo quanto statuito dall'art. 57 comma 2 lettera b);
- **RAVVISATA** la necessità di provvedere;

DECRETA

Art. 1

Indizione procedura di gara

Si autorizza l'espletamento di una procedura negoziata, senza previa pubblicazione di un bando di gara, ai sensi dell'art. 57, comma 2, lettera b), del D.Lgs 12 aprile 2006, n. 163 per *l'acquisto di sensori sismici da fondo mare da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time.*

Art. 2

Nomina del Responsabile Unico del Procedimento (RUP)



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

La nomina del dott. Giuseppe D'ANNA, dipendente della Sezione CNT dell'INGV, quale Responsabile unico del procedimento, ai sensi dell'art. 10 del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, per le attività inerenti la presente procedura di gara.

L'onere presunto complessivo dell'appalto è valutato in € 280.000,00 (euro duecentoottantamila/00) oltre IVA, se dovuta. La spesa definitiva sarà determinata all'atto di aggiudicazione della gara.

Roma, 20/03/2014

Il Direttore Generale
(dott. Massimo GHILARDI)

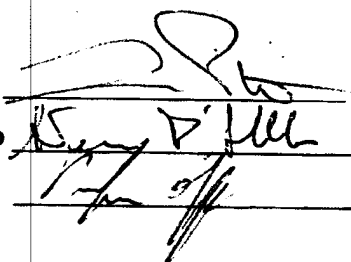
**Indagine di mercato e relazione sui test comparativi condotti sui
sensori sismici da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time
previste dal progetto EMSO MedIT PAC01_0004 - W.P. 6.**

La Commissione

Dott. Domenico Patane

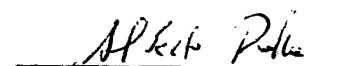
Dott. Antonino D'Alessandro

Sig. Giuseppe Passafiume



Il segretario

Dott. Alberto Rappa



Sommario

1. Introduzione	3
2. Scopo delle valutazioni e dei test comparativi	3
3. Metodologia.....	4
4. Caratteristiche dei sensori analizzati.....	7
4.1. <i>Nanometrics Trillium Compact OBS</i>	7
4.2 <i>Guralp CMG 6TC OBS</i>	10
4.3 <i>Principali risultati dei test eseguiti</i>	12
5. I due sensori a confronto.....	14
6. Conclusioni	18
Allegato “A” : Brochure Trillium Compact OBS	19
Allegato “B” : Brochure Guralp 6TC OBS	21

1. Introduzione

Con determina n° 2 del 30 gennaio 2014 prot. 1550, il Responsabile Unico del Procedimento Dott. Giuseppe D'Anna, nominato con Decreto del Direttore Generale dell'I.N.G.V. n° 406 del 27 novembre 2013, per gli acquisti relativi al W.P. 6 del progetto di potenziamento infrastrutturale EMSO MedIT PAC01_00044, ha nominato una commissione composta dal Dott. Domenico Patanè (Dirigente di Ricerca dell'Osservatorio Etneo), dal Dott. Antonino D'Alessandro (assegnista di ricerca presso il Dipartimento DiSTEM dell'Università di Palermo), dal sig. Giuseppe Passafiume (C.T.E.R. in servizio presso la sede di Gibilmanna dell'I.N.G.V.) e dal Dott. Alberto Rappa (responsabile amministrativo dell'Osservatorio Etneo) in qualità quest'ultimo di segretario.

Scopo della commissione è stata la conduzione di un'indagine di mercato e di una serie di test strumentali al fine di supportare il R.U.P., incaricato nella scelta del sensore sismico da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time previste nel W.P. 6 del Progetto "EMSO MedIT PAC01_00044". L'indagine di mercato sui sensori sismici oggi disponibili sul mercato ha permesso di individuare due potenziali sismometri: il Trillium Compact OBS e il CMG 6TC OBS, prodotti rispettivamente dalla ditta Nanometrics e Guralp. Nei paragrafi che seguono saranno descritti gli scopi, i metodi e i risultati delle valutazioni e dei test comparativi che sono stati effettuati dalla commissione al fine di valutare le caratteristiche tecniche e le peculiarità che li contraddistinguono in modo da consentire la scelta economicamente più vantaggiosa tra i due possibili sensori candidati.

2. Scopo delle valutazioni e dei test comparativi

I test effettuati sono stati eseguiti al fine di verificare l'idoneità dei sensori agli impieghi previsti dal progetto EMSO MedIT PAC01_0004 - W.P. 6. I sensori dovranno essere installati in ambedue i casi in stazioni stand-alone OBS/H per il monitoraggio sottomarino, qui differenziate in OBS/H (Ocean Bottom Seismometer with Hydrophone) e Real-Time. La differenza sostanziale tra le due tipologie di stazioni per il monitoraggio sismico offshore risiede esclusivamente sulle modalità di accesso ai dati registrati a seguito della loro messa in funzione. I dati registrati dalle stazioni OBS/H sono disponibili solo a conclusione della campagna di monitoraggio, a seguito del recupero della stazione, mentre i dati registrati dalle stazioni sottomarine connesse a sistemi cavo-boua sono disponibili in modalità Real-Time o Near Real-Time, in funzione della distanza operativa dalle coste, tramite un opportuno sistema di trasmissione dati. Le specifiche tecniche richieste dal sensore da installare nelle due tipologie di stazioni sono da considerarsi pressoché identiche. In

particolare, per gli impieghi previsti dal progetto, il sensore sismico dovrà possedere i seguenti requisiti:

1. Elevata resistenza alla pressione idrostatica, tale da garantirne il funzionamento anche in deposizioni su fondali marini profondi fino a 6000 metri;
2. Ampio intervallo della temperatura di funzionamento, tale da garantirne il funzionamento anche in ambienti estremi con ampie escursione termiche;
3. Elevata resistenza agli urti, tale da garantirne il funzionamento anche a seguito di forti contatti accidentali in fase di messa in opera;
4. Ampia larghezza della banda di frequenza, in grado di garantire la registrazione fedele in tutto lo spettro di interesse in campo geofisico/sismologico;
5. Basso rumore elettronico autoprodotta, tale da garantire la detezione e la registrazione con un buon rapporto segnale rumore anche di eventi sismici di piccola energia;
6. Sistema di livellamento automatico in grado di mettere in bolla il sensore a partire da una qualsiasi inclinazione iniziale del suo asse verticale;
7. Sistema per la determinazione del Nord magnetico che permetta la corretta orientazione delle componenti orizzontali;
8. Bassi consumi, tali da permetterne l'utilizzo in campagne di monitoraggio di lunga durata utilizzando come unica fonte di alimentazione pacchi batterie opportunamente predisposte.

La valutazione di tutti i suddetti punti è stata effettuata sia utilizzando i dati riportati nei datasheet forniti dalla case costruttrici, sia effettuando opportuni test atti a verificare le reali performance, effettuati su un sensore Trillium Compact OBS e un sensore CMG 6TC OBS resi disponibili alla commissione.

3. Metodologia

La valutazione delle specifiche tecniche richieste dai sensori che dovranno essere installati sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time previste dal progetto EMSO MedIT PAC01_0004 - W.P. 6, sono state valutate attraverso il confronto dei dati riportati nei datasheet forniti dalla rispettive case costruttrici e, quando possibile, attraverso opportuni test effettuati su due esemplari dei sensori disponibili alla commissione. I punti riportati di seguito ricalcano i punti del paragrafo precedente.

- a) La resistenza alla pressione idrostatica è stata valutata sulla base dei dati riportati nei datasheet, mentre sarebbe stato utile verificarla in una camera a pressione controllata ancora in via di realizzazione come potenziamento infrastrutturale previsto dal progetto;
- b) L'intervallo della temperatura di funzionamento è stato valutato solo sulla base dei dati riportati sui datasheet;
- c) La resistenza agli urti è stata stimata sulla base dei dati forniti dalle case costruttrici e sulla base dell'esperienza personale dei membri della commissione;
- d) La larghezza di banda in frequenza è stata valutata sulla base dei dati forniti dalle case costruttrici e verificata attraverso l'analisi di eventi sismici con diverso contenuto in frequenza registrati dai sensori a disposizione della commissione. Per tale scopo i sensori a sono stati co-installati presso l'Osservatorio Geofisico di Gibilmanna e messi in acquisizione sincrona per alcune settimane (Fig. 1). I segnali registrati sono stati comparati con quelli di un sensore larga banda (120s – 100Hz) della Rete Sismica Nazionale;
- e) Il rumore elettronico autoprodotta è stato valutato sulla base delle curve di self-noise fornite dalle case costruttrici e sulla base di test di laboratorio. I test di laboratorio per la valutazione del self-noise sono stati eseguiti co-installando i sensori presso l'Osservatorio Geofisico di Gibilmanna e mettendoli in acquisizione sincrona per alcune settimane (Fig. 1). I segnali registrati sono stati comparati con quelli di un sensore larga banda (120s – 100Hz) della Rete Sismica Nazionale;
- f) Il sistema di livellamento è stato valutato sulla base dei dati forniti dalle case costruttrici e tramite test di laboratorio. I test sono stati eseguiti ponendo i sensori con asse verticale inclinato conformemente a quello indicato dalle case costruttrici tra i 30° e i 120° rispetto alla verticale, e verificando di volta in volta la capacità di livellamento del sistema;
- g) L'esistenza di un sistema efficace per l'orientamento delle componenti orizzontali del sensore è stata valutata da test di laboratorio. I test sono stati condotti orientando il Nord del sensore di 30°, 60°, 90°, 120°, 150° e 180° rispetto al reale Nord geografico e valutando di volta in volta la possibilità di ricostruire a posteriori l'originale orientazione del sensore;
- h) I consumi sono stati determinati sulla base dei dati forniti dalle case costruttrici e sulla base di misure dirette dell'assorbimento in caso di sensore livellato e non livellato.

Le specifiche tecniche riportate dalle rispettive case costruttrici e i risultati dei test effettuati sono riportati nei paragrafi che seguono.

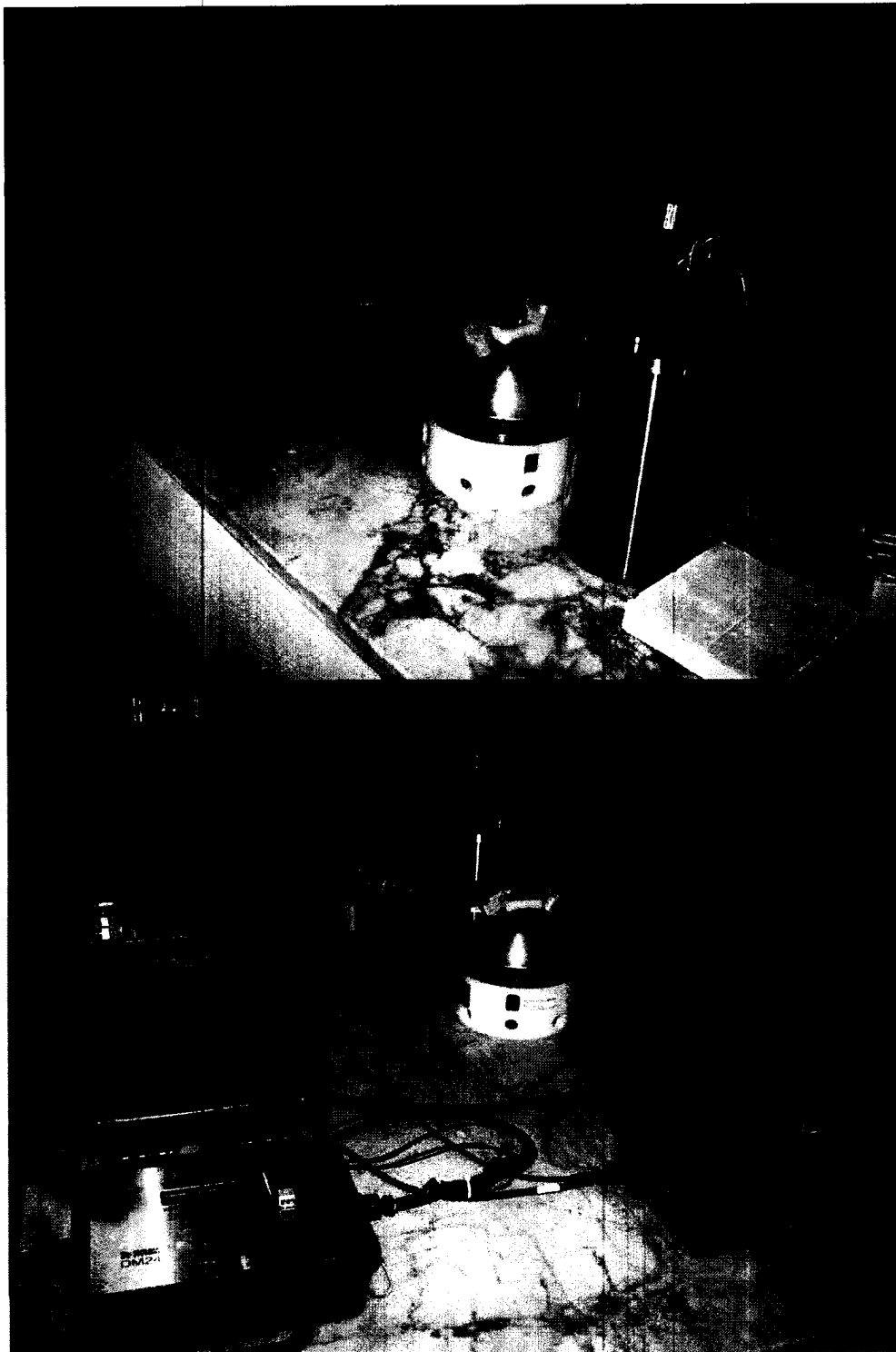


Fig. 1: Sensore Trillium Compact OBS e sensore CMG 6TC OBS in acquisizione presso l'Osservatorio Geofisico di Gibilmanna.

4. Caratteristiche dei sensori analizzati

Nei paragrafi seguenti, dopo una descrizione sintetica delle principali caratteristiche tecniche dei due sensori da fondo mare analizzati, vengo riportati le valutazioni e i risultati dei test eseguiti, ricalcando gli 8 punti precedentemente esposti.

4.1. *Nanometrics Trillium Compact OBS*

Il sismometro da fondo oceanico denominato Trillium Compact OBS (Fig. 2) è prodotto dalla ditta canadese Nanometrics, uno dei leader mondiale nella produzione di strumentazione sismologica. Il sensore ha le stesse performance, sia in termini di larghezza di banda che di rumore elettronico autoprodotta, di quello della versione per uso su terraferma denominato Trillium Compact. Il Trillium Compact OBS è un velocimetro a larga banda con tecnologia a bilanciamento di forza con sistema di trasduzione capacitiva.

Il Trillium Compact OBS è disponibile con vessel in alluminio o in titanio. La versione in alluminio è idonea per deposizioni in acqua bassa fino ad una profondità massima di 1800 m, la versione in titanio è invece utilizzabile anche per deposizioni in acqua profonda fino ad una profondità massima di 6000 m. La versione in titanio, così come dichiarato dalla Nanometrics, risulta

chiaramente quella più idonea agli scopi del progetto in quanto permetterebbe la deposizione del sensore anche su fondali oceanici, che ad esclusione delle fosse, raramente superano i 5000 m di profondità.

L'intervallo di temperatura di funzionamento è molto ampio ($-20^{\circ} - 60^{\circ}$), tale da garantire il funzionamento anche negli ambienti più estremi. La resistenza agli urti dichiarata dalla casa costruttrice è molto elevata pari a 100 g ($g = 0.98 \text{ m/s}^2$). Il sensore sarebbe quindi in grado di resistere ad urti anche molto violenti senza subire alcun danneggiamento.

Come mostrato in Fig. 3, il Trillium Compact OBS ha una funzione di trasferimento in ampiezza piatta nell'intervallo 120 s – 100 Hz. Tale intervallo copre ampiamente l'intero spettro di frequenze di interesse nel campo della sismologia e di interesse ai fini del progetto. In tale intervallo di frequenza, inoltre, la risposta in fase appare sufficientemente lineare. I test condotti hanno portato a funzioni di trasferimento coerenti con quelle fornite dalla casa costruttrice.

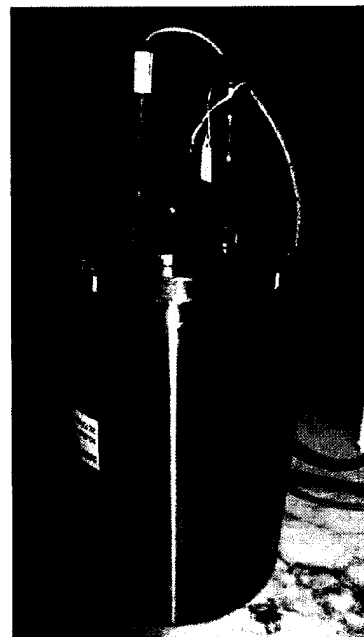


Fig. 2: Trillium Compact OBS

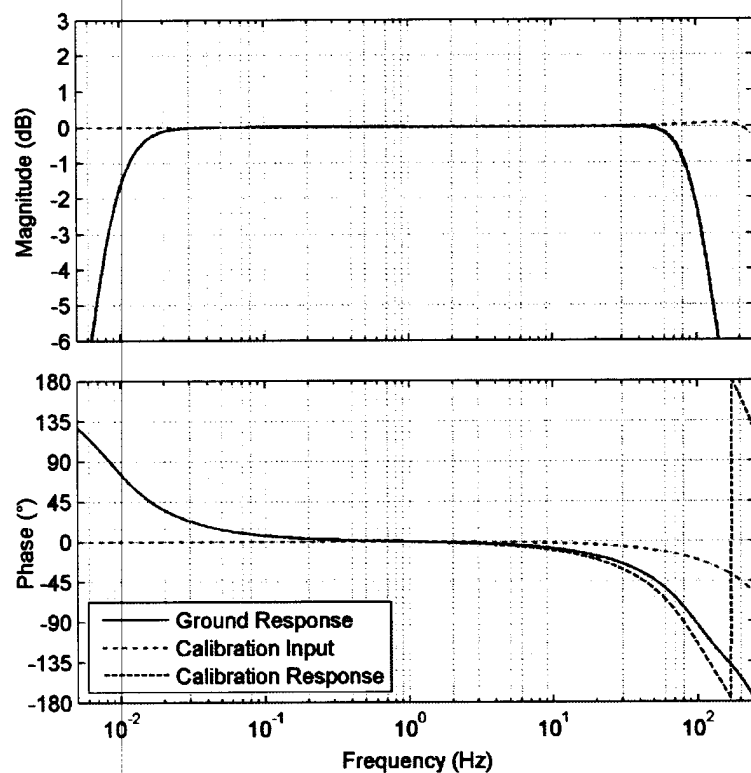


Fig. 3: Funzione di trasferimento in ampiezza e fase del sensore Trillium Compact OBS.

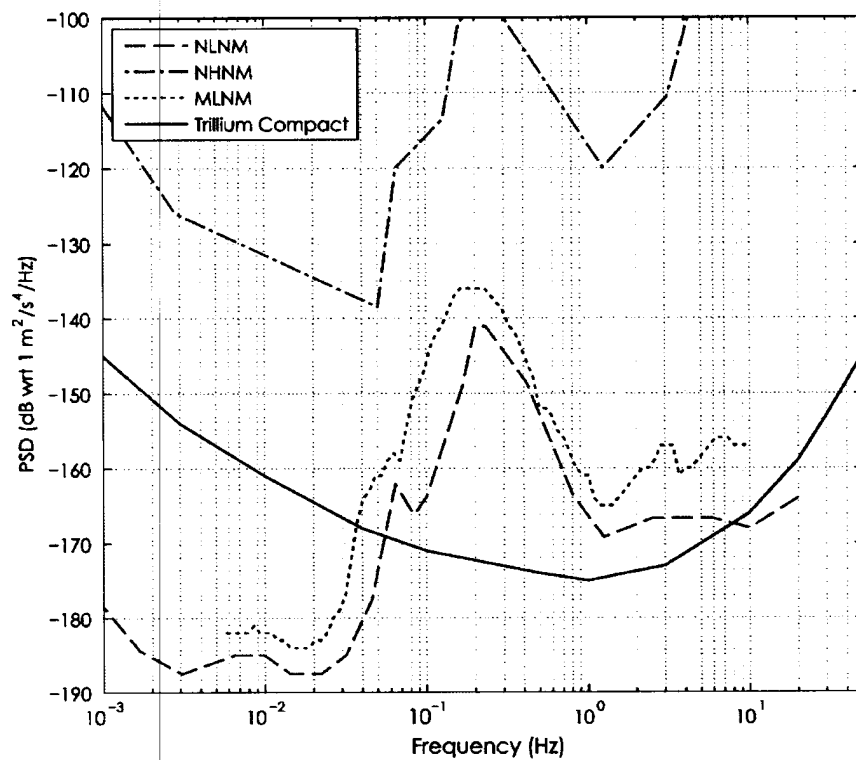


Fig. 4: Curva del rumore autoprodotta dal sensore Trillium Compact OBS confrontata alcuni modelli sperimentali di rumore sismico (Peterson, 1993).

La Fig. 4 mostra il rumore elettronico autoprodotta dal Trillium Compact OBS confrontato con le curve di riferimento di Peterson (1993). Il self-noise del Trillium Compact OBS è molto basso, inferiore al rumore ambientale minimo previsto dalla curva NLNM di Peterson (1993) in un ampio intervallo di frequenze (0.05 – 8 Hz). Il valore minimo del rumore elettronico è pari a circa -175 dB ($\text{m}^2/\text{s}^4/\text{Hz}$). Il livello molto basso di rumore elettronico autoprodotta rende tale sensore idoneo allo studio anche di microsismicità e dei microtremiti. I test condotti hanno portato ad una curva del self-noise coerente con quella fornita dalla casa costruttrice.

Il Trillium Compact OBS dispone di un eccellente sistema di livellamento a 360° ($\pm 180^\circ$), capace di assicurare la messa in bolla del sensore a partire da qualsiasi posizione iniziale. Il sistema di livellamento è controllato internamente e può essere programmato temporalmente o in base ai valori di tilt dello strumento o della posizione delle masse. Tale sistema risulta di fondamentale importanza in quanto in grado di garantire il corretto livellamento, e quindi la funzionalità del sensore, anche in caso di elevata acclività del fondo oceanico o di sprofondamento differenziale del sensore in sedimenti particolarmente. Inoltre, il Trillium Compact OBS è in grado di funzionare correttamente, senza bisogno di livellamento automatico nell'intervallo $\pm 2.5^\circ$.

I test per valutare le prestazioni del sistema di livellamento automatico sono stati effettuati ponendo l'asse verticale del sensore inclinato di 30° , 60° , 90° , 120° , rispetto alla verticale. Il sistema di livellamento del Trillium Compact OBS è riuscito a mettere in bolla il sensore in tutti i test effettuati

Il sensore Trillium Compact OBS integra un magnetometro in grado misurare con sufficiente accuratezza il campo magnetico terrestre in modo da essere utilizzato a tutti gli effetti come una bussola magnetica. I test di laboratorio, condotti orientando il Nord del sensore di 30° , 60° , 90° , 120° , 150° e 180° rispetto al reale Nord geografico e utilizzando i dati a seguito acquisti dal magnetometro per ricostruire a posteriori l'originale orientazione del sensore, hanno permesso di stimare l'angolo di rotazione con elevata accuratezza e precisione. Tale risultato è di fondamentale importanza in quanto la corretta ricostruzione dell'orientazione delle componenti orizzontali del sensore è un requisito indispensabile in molte tecniche di analisi geofisiche e sismologiche.

I consumi dichiarati dalla casa costruttrice piuttosto bassi, inferiori a 180 mW. Al fine di verificare i reali consumi, durante il periodo di acquisizione durato diverse settimane, è stato misurato l'assorbimento del Trillium Compact OBS in caso di sensore messo in bolla. L'assorbimento con sensore messo in bolla è risultato sensibilmente maggiore a quello riportato dalla casa costruttrice, e pari a circa 268 mW. L'assorbimento misurato non è comunque variato significativamente per inclinazioni dell'asse verticale, prossime ai 2.5° , valore per il quale si ricorda il Trillium Compact OBS è in grado di registrare correttamente il moto del suolo senza la necessità dell'intervento del

sistema di livellamento. I valori misurati sarebbe comunque sufficientemente bassi da permettere l'utilizzo di tale sensore anche in campagne di monitoraggio di lunga durata, senza il rischio di esaurimento dei pacchi batterie.

4.2 Guralp CMG 6TC OBS

Il sismometro da fondo oceanico denominato Guralp CMG 6TC OBS (Fig. 5) è prodotto dalla ditta inglese Guralp System Ltd, anch'essa ditta di livello internazionale nella produzione di strumentazione sismologica. Il sensore ha le stesse performance, sia in termini di larghezza di banda che di selfnoise, di quello utilizzato su terraferma denominato semplicemente GMG-40T. Il CMG-40T OBS è un velocimetro a larga banda anch'esso basato su tecnologia a bilanciamento di forza.

Il CMG 6TC OBS è disponibile nella versione in housing di titanio grado 2 anodizzato per deposizioni in acqua profonda, fino ad una profondità massima di 6000 m. L'elevata profondità massima permetterebbe la deposizione del sensore anche su



Fig. 5: CMG 6TC OBS

fondali oceanici, che ad esclusione delle fosse, raramente superano i 5000 m di profondità.

L'intervallo di temperatura di funzionamento è sufficientemente ampio ($-5^{\circ} - 50^{\circ}$), tale da garantirne il funzionamento nella maggior parte degli ambienti più estremi. La resistenza agli urti del CMG-40T OBS non viene dichiarata dalla casa costruttrice.

La casa costruttrice dichiara per il sensore CMG 6TC OBS una funzione di trasferimento in ampiezza piatta nell'intervallo 60 s – 100 Hz. Purtroppo, la casa costruttrice non riporta nei datasheet del sensore le curve di risposta in ampiezza e in fase. Tuttavia, stando alle specifiche tecniche riportate e ai test effettuati, la banda di frequenza in ampiezza risulta confermata. Tale larghezza di banda risulterebbe sufficiente per lo studio della maggior parte dei fenomeni sismologici, ad esclusione di quelli a bassissima frequenza.

La Fig. 6 mostra il rumore elettronico autoprodotta dal CMG 6TC OBS confrontato con la curva di riferimento inferiore di Peterson (1993). Il self-noise del sensore è abbastanza basso, inferiore al rumore ambientale minimo previsto dalla curva NLNM di Peterson (1993) in un ampio intervallo di frequenze, circa 0.15 – 10.5 s, equivalenti a 0.09 – 6.7 Hz. Il valore minimo del rumore elettronico è pari a circa -172 dB ($\text{m}^2/\text{s}^4/\text{Hz}$). Il livello sufficientemente basso di rumore elettronico autoprodotta rende tale sensore idoneo anche allo studio di microsismicità e di microtremiti. I test condotti in laboratorio sui alcuni sensori CMG 6TC OBS hanno tuttavia permesso di rilevare la presenza di un

elevato rumore elettronico per frequenza inferiori a 0.2 Hz, come meglio evidenziato nel paragrafo successivo.

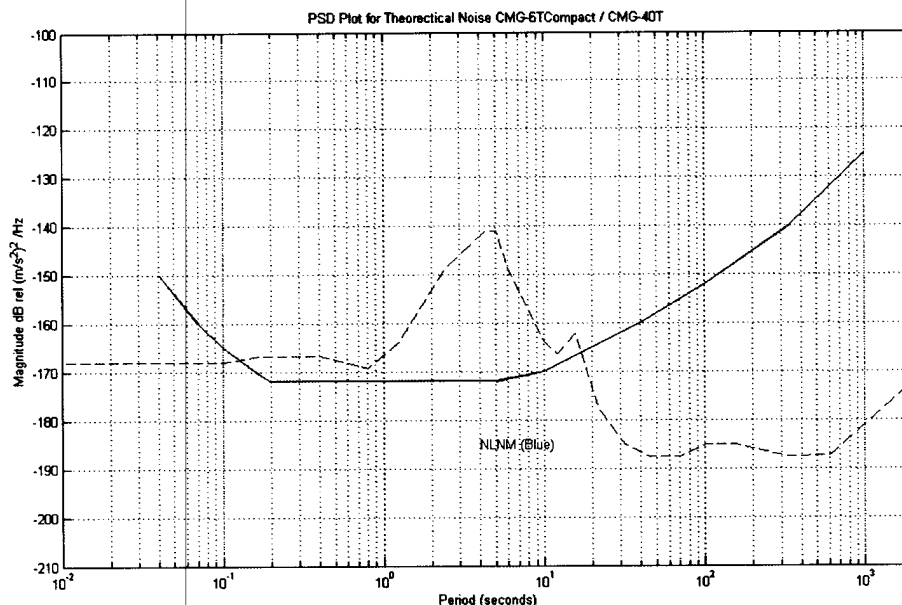


Fig. 6: Curva del rumore autoprodotta dal sensore CMG 6TC OBS confrontata con la curva inferiore del modello sperimentale di rumore sismico di Peterson (1993).

Il CMG 6TC OBS dispone di un sistema di livellamento con intervallo di funzionamento di 100° ($\pm 50^\circ$). Tale sistema di livellamento è in grado di assicurare il livellamento automatico del sensore solo se la posizione iniziale dell'asse verticale del sensore si scosta dalla verticale meno di 50° . Inoltre, è stato verificato che anche piccolissimi scostamenti dalla verticale ($< 1^\circ$) compromettono la qualità dei segnali registrati. I test per valutare le prestazioni del sistema di livellamento automatico sono stati effettuati ponendo l'asse verticale del sensore con inclinazioni crescenti rispetto alla verticale. Il sistema di livellamento del CMG 6TC OBS è riuscito a mettere in bolla il sensore solo in con asse verticale del sensore inizialmente inclinato meno di 50° .

La casa costruttrice non prevede la possibilità di integrare al CMG 6TC OBS alcun dispositivo per la determinazione della corretta orientazione delle componenti orizzontali. A seguito di una campagna di monitoraggio l'orientazione assoluta delle componenti orizzontali del sensore rimarrebbe indeterminata, impedendo di trarre importanti informazioni di carattere geofisico dai segnali acquisiti.

I consumi dichiarati dalla casa costruttrice sono molto, inferiori a 100 mW. Al fine di verificare i reali consumi, durante il periodo di acquisizione durato diverse settimane, è stato misurato

l'assorbimento del CMG 6TC OBS in caso di sensore messo in bolla. L'assorbimento con sensore messo in bolla è risultato molto maggiore di quello riportato dalla casa costruttrice, e pari a circa 303 mW. L'assorbimento misurato cresce notevolmente per sensore non messo in bolla. Questo potrebbe essere un grosso problema in caso di non riuscito livellamento del sensore a causa di un'inclinazione iniziale dell'asse verticale maggiore di 50°. In questo caso infatti, non solo i segnali sarebbero irrimediabilmente compromessi, ma i consumi salirebbero a diverse centinaia di mW, scaricando velocemente i pacchi batterie opportunamente predisposti.

4.3 Principali risultati dei test eseguiti

Come già riferito nei paragrafi precedenti, la maggior parte dei test effettuati sui due sensori a disposizione della commissione hanno dato risultati coerenti con quelli riportati dalle rispettive case costruttrici. Tuttavia, due test, ovvero quello condotto al fine di valutare la qualità dei segnali acquisiti, con particolare riferimento alla presenza di rumore elettronico autoprodotta e quello effettuato al fine di verificare i reali consumi dei due sensori, hanno dato risultati non coerenti, quanto meno per almeno uno dei due sensori, con i dati forniti dalle case costruttrici.

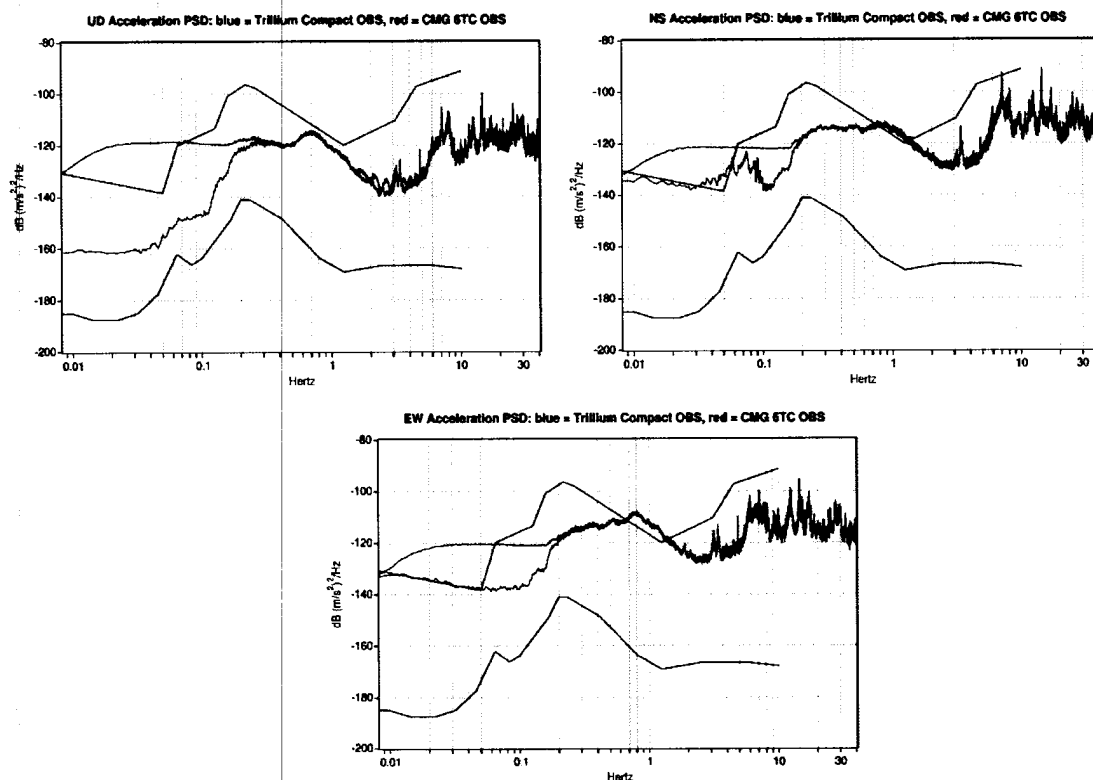


Fig. 7: Confronto fra gli spettri di potenza del segnale di accelerazione, determinati per le tre componenti del moto registrate in maniera sincrona da un sensore Trillium Compact OBS (blu) e da un sensore CMG 6TC OBS, ubicati su

uno stesso sito. Gli spettri sono stati determinati su un periodo complessivo di 1 settimana di rumore sismico, in assenza di terremoti. In nero sono plottate le curve di riferimento di Peterson (1993).

Il primo test a cui si fa riferimento è consistito nella messa in acquisizione, per un periodo complessivo di alcune settimane di un sensori Trillium Compact OBS e di un sensore CMG 6TC OBS a disposizione della commissione. I sensori sono stati messi in acquisizione sincrona in ambiente controllato presso Osservatorio Geofisico di Gibilmanna. I segnali dei sensori sono stati digitalizzati da identici datalogger a 24 bit con frequenza di campionamento di 100 Hz.

Al fine di verificare la qualità complessiva dei segnali registrati dai due sensori, sono stati determinati gli spettri di potenza di accelerazione delle tre componenti spaziali del moto. La Figura 7 mostra a confronto gli spettri di potenza del segnale di accelerazione del rumore ambientale, determinati per le tre componenti del moto registrate in maniera sincrona da un sensore Trillium Compact OBS e da un sensore CMG 6TC OBS, ubicati nello stesso sito. È possibile notare una marcata discrepanza tra gli spettri di potenza dei due sensori in particolare alle basse frequenze. Per frequenze inferiori a 0.2 Hz gli spettri di potenza del CMG 6TC OBS mostrano valori molto più elevati di quelli del Trillium Compact OBS. Inoltre, l'andamento anomalo rispetto alle curve di riferimento di Peterson (1993), suggerisce la presenza di un elevato rumore elettronico alle basse frequenze presente sui segnali del Guralp CMG 6TC OBS. Tale rumore elettronico potrebbe compromettere la qualità dei segnali acquisiti e diminuire la capacità di detezione del sensore, in particolare per gli eventi sismici a bassa frequenza.

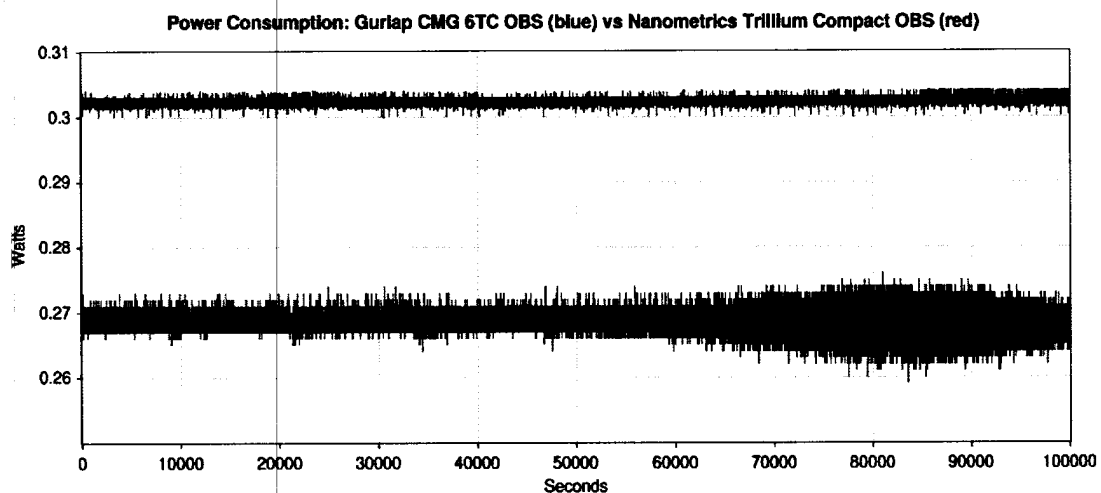


Fig. 8: Valori di assorbimento per i due sensori testati (sensori livellati), misurati in un periodo di circa 28 ore.

Il secondo test è stato effettuato misurando per diversi giorni l'assorbimento medio dei due sensori, dopo l'opportuna messa in bolla. L'assorbimento è stato misurato utilizzando una frequenza di campionamento di 10 Hz. La Fig. 8 mostra i valori di assorbimento dei due sensori misurati in un periodo di circa 28 ore. Ambedue i sensori hanno mostrato un assorbimento piuttosto costante, con valore medio di circa 268.4 mW per il Trillium Compact OBS e di circa 302.8 mW per il CMG 6TC OBS. Ambedue i valori misurati risultano maggiori di quelli massimi riportati dalla rispettive case produttrici, pari a 180 e 100 mW per il Trillium Compact OBS e per il CMG 6TC OBS, rispettivamente.

5. I due sensori a confronto

Le principali specifiche tecniche dei due sensori sono state prese in considerazione ed analizzate nei paragrafi precedenti, alla luce degli 8 punti identificati nel paragrafo 2. Seguendo lo stesso schema logico vengono ora confrontate le caratteristiche tecniche dei due sensori al fine di determinare il sensore più performante ed eventualmente idoneo agli scopi del progetto EMSO MedIT PAC01_0004 - W.P. 6.

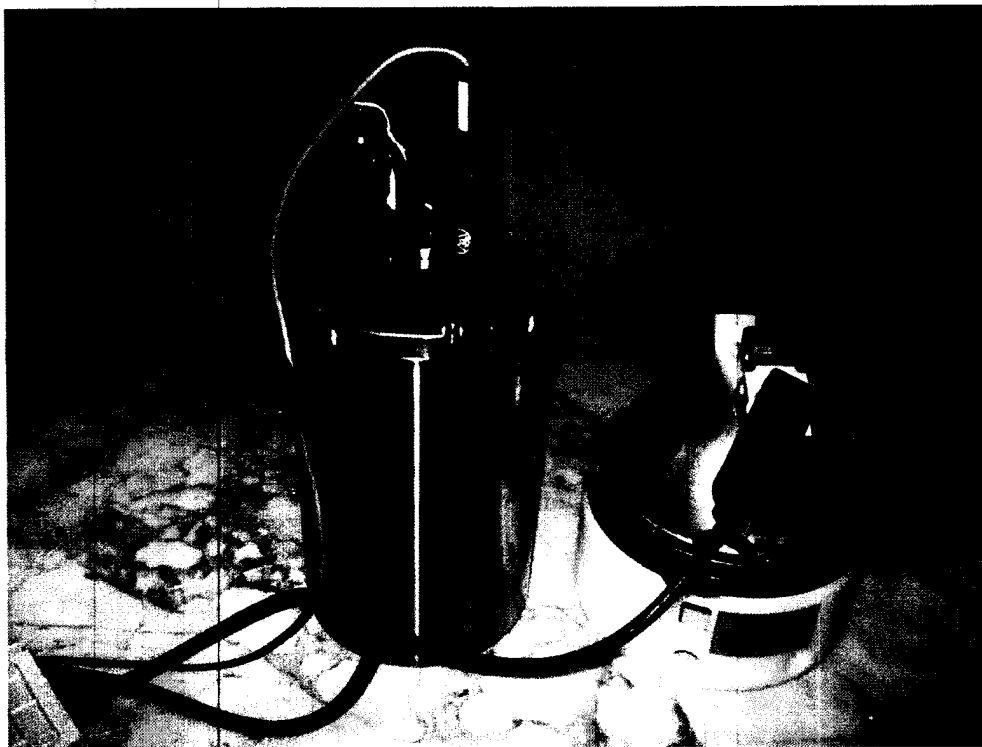


Fig. 9: I due sensori durante i test

- a) La massima profondità di funzionamento, così come dichiarato da entrambe le ditte, risulta essere la stessa per entrambi i sensori e pari a 6000 m. L'elevata profondità massima di funzionamento permetterebbe la deposizione di entrambi i sensori anche su fondali oceanici, che ad esclusione delle fosse, raramente superano i 5000 m di profondità. Da questo punto di vista ambedue i sensori risultano idonei per gli scopi del progetto.
- b) L'intervallo della temperatura di funzionamento risulta sensibilmente più ampio per il Trillium Compact OBS, -20°C - 60°C contro i -5°C - 50°C . Tale intervallo di temperature permetterebbe l'impiego di questo anche in ambienti estremi come ad esempio i mari polari e in corrispondenza di campi geotermici sottomarini.
- c) La resistenza agli urti del Trillium Compact OBS risulta molto elevata, mentre quella del CMG 6TC OBS non viene dichiarata dalla casa costruttrice. Tuttavia, sulla base dell'esperienza personale dei membri della commissione, quest'ultimo risulta un sensore poco resistente agli urti. Spesso, nelle complicate fasi deposizione a mare degli OBS/H, che si svolgono a bordo di una nave mediante un argano a motore, non è raro che nella movimentazione dello stesso strumento il sensore possa accidentalmente subire urti. Chiaramente, un urto in grado di danneggiare il corretto funzionamento del sensore, comprometterebbe irrimediabilmente l'intera campagna di monitoraggio. Chiaramente, tale eventualità diventerebbe estremamente improbabile con l'utilizzo di un sensore estremamente resistente agli urti come Trillium Compact OBS.
- d) La larghezza della banda di frequenza del Trillium Compact OBS è più ampia di quella CMG 6TC OBS di 60 secondi. Rispetto al Trillium Compact OBS, il CMG 6TC OBS non è infatti in grado di registrare fedelmente oscillazioni che abbiano periodi compresi tra 60 s e 120 s. In tale intervallo possono ricadere un numero considerevole di fenomeni sismologici come ad esempi i telesismi e il tremore vulcanico a bassa frequenza, che il CMG 6TC OBS potrebbe non registrare fedelmente. Inoltre, contrariamente al Trillium Compact OBS, sia la risposta in ampiezza che in fase non sono ben documentate dalla casa costruttrice. Per le ragioni su esposte si ritiene sotto questo aspetto il Trillium Compact OBS più performante e quindi idoneo agli scopi del progetto.
- e) Il rumore elettronico autoprodotta dai due sensori è riportato nelle Fig. 4 e 6. Il confronto tra le curve del self-noise dei due sensori permette di concludere che il rumore autoprodotta dal sensore Trillium Compact OBS è mediamente minore di quello del CMG 6TC OBS, in particolare alle basse frequenze. Il confronto con la curva inferiore di riferimento di Peterson (1993) ha permesso di evidenziare un intervallo di frequenze, più grande nel caso del Trillium Compact OBS, in cui la potenza del self-noise è inferiore alla minima potenza del

rumore sismico ambientale presente in natura. Anche se, sulla base dei dati riportati dalle rispettive case produttrici i due sensori risultano quasi equivalenti in termini di rumore elettronico autoprodotta, i test effettuati dalla commissione hanno permesso di evidenziare per il CMG 6TC OBS la presenza di un rumore elettronico aggiuntivo che ne compromette notevolmente le prestazioni (vedi paragrafo 4.3). Per le ragioni su esposte la commissione ritiene sotto questo aspetto più idoneo il sensore Trillium Compact OBS.

- f) Il confronto tra i sistemi di livellamento automatico, testati anche in laboratorio con le procedure precedentemente descritte, permette di concludere che il sensore CMG 6TC OBS è caratterizzato da una ridotta possibilità di livellamento in funzione dell'inclinazione iniziale dell'asse verticale. Infatti, tale sensore ha un sistema di livellamento automatico capace di mettere in bolla il sensore soltanto se l'inclinazione iniziale del suo asse verticale non supera i 50°. Questo è un fattore estremamente limitante del sensore Guralp. Infatti, il suo sistema di livellamento non è in grado di garantire la corretta messa in bolla del sensore, e quindi il suo funzionamento, in caso di deposizione della stazione di monitoraggio in corrispondenza di fondali marini con locali elevate acclività o con la presenza di sedimenti molli in grado di generare uno sprofondamento differenziale del sensore. Contrariamente, il sistema di livellamento del Trillium Compact OBS è in grado di mettere in bolla il sensore a partire da qualsiasi posizione iniziale dell'asse verticale del sensore, e quindi di garantirne il funzionamento anche nei casi più estremi.
- g) Con riferimento alla possibilità di conoscere l'orientamento del sensore la commissione nota che il Trillium Compact OBS è fornito di un magnetometro che può permetterebbe di determinare la corretta orientazione delle componenti orizzontali del sensore rispetto al Nord, mentre il CMG 6TC OBS non è fornito di alcun dispositivo per tale scopo. Questo è un fattore limitante per il sensore Guralp in quanto non permette l'applicazione, sugli eventuali segnali acquisiti durante una campagna di monitoraggio, di numerose tecniche di analisi geofisiche/sismologiche.
- h) Le rispettive case produttrici dichiarano per i due sensori consumi molto modesti, paria a 180 mW per il Trillium Compact OBS e a 100 mW CMG 6TC OBS. I test effettuati dalla commissione hanno portato a risultati significativamente differenti. I consumi medi misurati (vedi paragrafo 4.3) sono risultati pari a 268.4 mW per il Trillium Compact OBS e a 302.8 mW per il CMG 6TC OBS. I valori misurati risultano quindi ampiamente maggiori, in particolare per il CMG 6TC OBS, rispetto a quelli dichiarati dalla case costruttrici.
- i) Riguardo all'housing dei due sensori è da notare che il Guralp presenta un housing in titanio grado 2 anodizzato, mentre il Trillium Nanometrics ha un housing in titanio grado 5.

- j) Sempre con riferimento all'housing il Guralp è già dotato di un gancio saldato sulla emisfera superiore, mentre il Trillium Nanometrics non è dotato di gancio e il sistema di tenuta va realizzato dall'utente finale per es. costruendo un piccolo tripode da avvitare ai fori filettati previsti per l'estrazione (6MA)
- k) I due sensori sono dotati di valvola per il controllo della depressurizzazione: il Guralp ha una tappo sul corpo del connettore in peek costituito da una vite ed un o-ring, mentre il Trillium presenta una valvola autobloccante con tappo di chiusura in titanio del tutto simile a quella già realizzata nel 2006 sui vessel degli OBS/H INGV

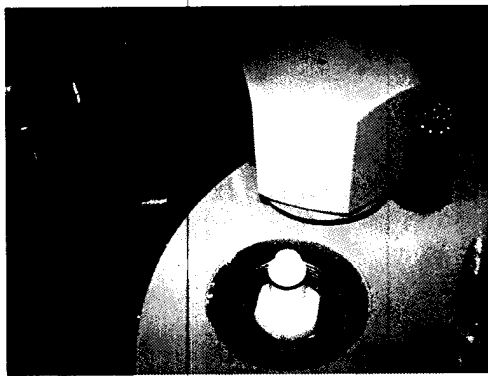


Fig. 10: Valvola vuoto vessel OBS/H INGV

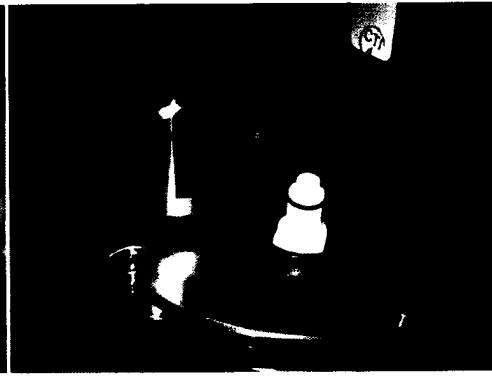


Fig. 11: Valvola vuoto Trillium Nanometrics

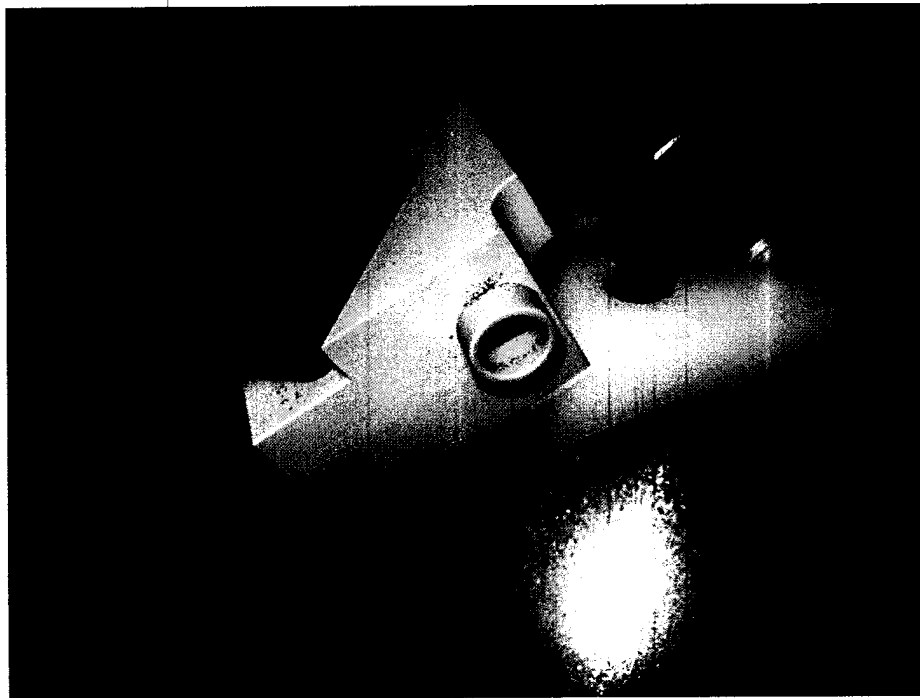


Fig. 11: Valvola vuoto Guralp

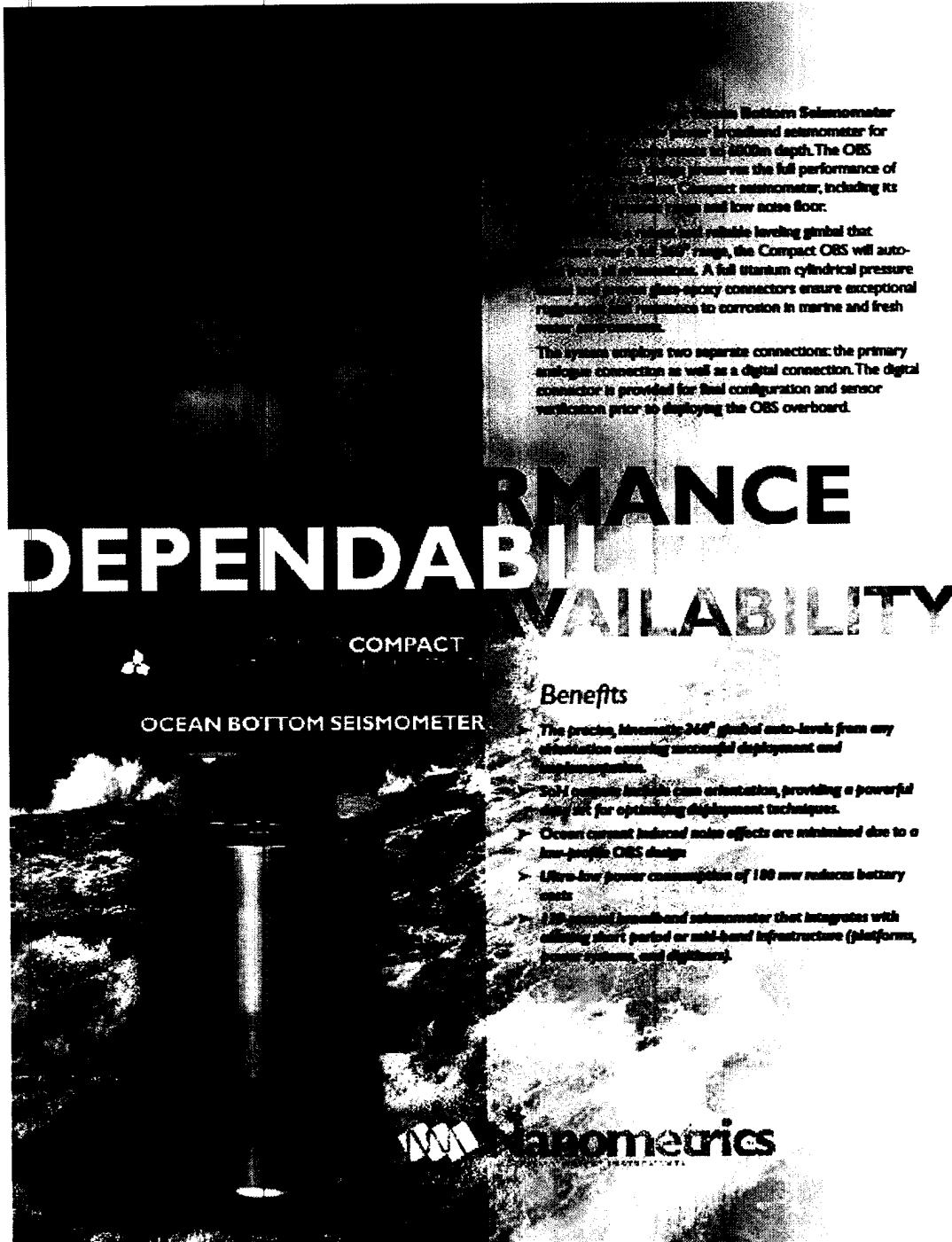
6. Conclusioni

I risultati dei test, sulla base delle specifiche tecniche riportate nei datasheet dei due sensori dalle rispettive case costruttrici e dalle prove effettuate direttamente sui due sensori resi disponibili alla commissione sono riassunte in Tab. 1.

Caratteristica	Trillium Compact OBS	CMG 6TC OBS
Larghezza di Banda		60s - 50 Hz
Self-noise ad 1 Hz		-172 dB
Massima profondità di funzionamento	6000 m	6000 m
Resistenza agli urti		Non riportato
Sistema di autolivellamento		$\pm 50^\circ$
Temperatura di funzionamento		-5 – 50 °C
Consumi medi misurati		302.8 mW
Magnetometro	NO	NO
Aggancio meccanico sismometro		
Materiale housing		Titanio grado 2 anodizzato
Valvola vuoto autobloccante		NO

Tab. 1: Tabella comparativa tra le principali caratteristiche tecniche del sensore Trillium Compact OBS e del sensore CMG-40T OBS.

La commissione evidenzia come, sulla base caratteristiche tecniche prese in esame per lo specifico progetto di potenziamento infrastrutturale EMSO MedIT – W.P. 6, i parametri di confronto risultano essere più favorevoli al Trillium Compact OBS della Nanometrics.



DEPENDABILITY

PERFORMANCE

AVAILABILITY

COMPACT

OCEAN BOTTOM SEISMOMETER

benefits

- The precision, kinematic 240° gimbals auto-level from any orientation ensuring successful deployment and interpretation.
- 360° compass heading can orientation, providing a powerful tool set for optimizing deployment techniques.
- Ocean current induced noise effects are minimized due to a low-profile OBS design.
- Ultra-low power consumption of 100 mW reduces battery costs.
- 100 percent broadband seismometer that integrates with existing short period or mid-band infrastructure (platforms, buoy systems, and digitizers).

Seismometrics

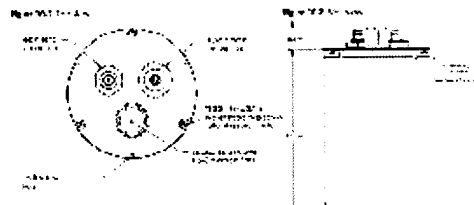
Trillium OBS TECHNICAL SPECIFICATIONS Preliminary specifications subject to change without notice

SEISMOMETER	
TECHNOLOGY	
Topology	Symmetric triaxial
Feedback	Force balance with capacitive transducer
Mass Centering	Not required
PERFORMANCE	
Self-noise	See graph
Sensitivity	750 V/s/m nominal $\pm 0.5\%$ precision
Off-axis Sensitivity	$\pm 0.5\%$
Bandwidth	-3dB points at 120 s and 100 Hz
Transfer Function	Lower corner poles within $\pm 0.5\%$ of nominal provided High-frequency response within 1dB of nominal No peak in response at high frequency
Cto Level	26 nm/s from 0.1 Hz to 10 Hz
Parasitic Resonances	None below 100 Hz
Operational Tilt Range	$\pm 2.5^\circ$ without re-leveling
DIGITAL COMMAND AND CONTROL INTERFACE	
USER INTERFACE	
Web browser	Onboard web server, using industry standard web browsers
Command line	Basic interface for non-SLIP connections
CONFIGURATION AND CONTROL	
Sensor	XYZ/UVW mode Calibration channel selection (off, all, U/V or W) Short/long period mode
Leveling	Initiate immediate leveling check Automatic cycle mode selection: ➤ (post power-on, three stage periodic) Automatic cycle parameter selection: ➤ (delay and interval times, max attempts)
Unit	Firmware updates State-of-health request Upload custom information
DATA OUTPUTS	
On-request	Seismometer mass position values Temperature Internal relative humidity Magnetometer readings Seismometer response (poles, zeroes, sensitivity) Instrument serial number, subassembly revisions Firmware revision Case orientation (with respect to vertical) Seismometer orientation (with respect to vertical) Download logged state-of-health Erase state-of-health log Upload/Download custom information
Leveling Log	Every leveling event logged in non-volatile memory Full before-and-after State of Health logged
State of Health Log	Scheduled interval recordings of SoH, includes: ➤ time from power on ➤ seismometer mass positions ➤ vessel and seismometer orientations ➤ magnetometer readings ➤ temperature Capacity for >2 years daily recordings

LEVELING AND ORIENTATION	
Technology	Dual degree-of-freedom motorized gimbal jam-free mechanism Kinematic design preserves full seismometer performance
Range	$\geq \pm 180^\circ$ relative to upright case
Accuracy	Levels to within $\pm 0.5^\circ$ of true vertical
Leveling Initiation	Leveling checks done at some or all of: ➤ configurable delay after power on ➤ configurable periodic (three stage schedule) ➤ on external command Delay intervals configurable from seconds to months Levels only when needed based on configurable mass position threshold
Magnetometer	3-component, mounted on and leveled with seismometer
COMMUNICATIONS	
Interfaces	RS-232 serial, on main and auxiliary connectors
Protocols	Serial Line IP (SLIP) HTTP (POST and GET) Command line protocol
CONNECTORS/PLUGS	
Main	12-pin female, VSK-12-8CL rubber-molded glass epoxy 40V peak-to-peak differential seismic signal plus ground (3 channels) Serial RS-232 port (Rx, Tx) Calibration voltage input Power input and return
Auxiliary/diagnostic	4-pin female, VSG-4-8CL rubber-molded glass epoxy Serial RS-232 port (Rx, Tx, Gnd) Auxiliary control input
Vacuum/pressure port	¼" male quick disconnect with shut-off Vent for evacuation and servicing
POWER	
Supply voltage	9 to 29VDC isolated
Power consumption	<180 mW typical (leveled, quiescent)
Protection	Reverse-voltage and over-voltage protected Self-resetting over-current protection Unit can be powered on for descent and ascent
ENVIRONMENTAL	
Marine	Depth to 6000m, fresh and salt water
Operating temp.	-20°C to +60°C
Storage temp.	-40°C to +70°C
Shock	100g half sine, 5 ms without damage, 6 axes No seismometer mass lock required prior to deployment and through full experiment cycle.
PHYSICAL	
Enclosure	Titanium cylinder All connectors on end cap End cap removable for O-ring servicing Dual O-ring seals on end cap
Diameter	169 mm
Height	250 mm, not including connectors
Weight	12.9 kg on land, 7.1 kg in water



250 Hensberg Road, Kanata, Ontario, Canada K2K 2A1
613-592-6776 Fax: 613-592-5929
www.nanometrics.ca Email: sales_mko@nanometrics.ca



Allegato “B” : Brochure Guralp 6TC OBS

The advantages of the CMG-6TC OBS Seismometer design over a geophone based OBS sensor can be summarised as:

The seismometer is linear and free of spurious modes of resonances.

The sensor is robust and easily installable the CMG-6TC OBS has been designed to meet all of these requirements.

The CMG-6TC sensor is a robust feedback broadband seismometer, which has a very high loop gain to eliminate mechanical non-linearity, provide an accurately defined frequency response, improve the sensor transient response and also to minimise the resonance's of the spring system. The sensors first spurious mode is barely measurable , Unlike geophones or sensor systems based on geophone type suspension the CMG-6TC sensor has no twisting (rotating) modes, rocking modes or buckling modes which makes the sensor ideally suitable for tomography, after shock monitoring and also for weak motion monitoring.

The cross axis coupling of CMG-6TC is better than 65 db in between all the components. The vertical and the horizontal sensor components use identical mechanical parts, this cannot be achieved by geophone type sensors.

In principle, all advantages broadband seismometers over short period Geophones apply to off-shore OBS as well, these are:

- Wide Bandwidth
- Higher Sensitivity
- Larger Dynamic Range
- Three components
- Tilt measurements via mass positions
- Long term stability

These advantages more than compensate for the small amount of additional work needed to install a broadband OBS. More importantly, OBS are being placed in locations, where land surface stations cannot be put. Such deployments happen either to extend land-based monitoring networks or to do specific scientific studies.

Output Sensitivity

The output sensitivity of the unit is set to be 2000 V/m/s (single ended). As the Sensor is a feedback sensor other output sensitivities can be provided.

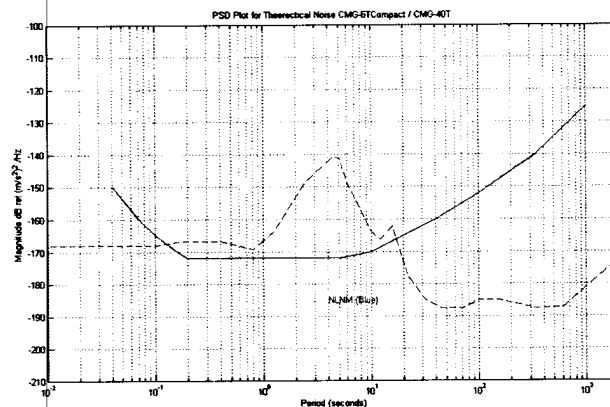
Sensor Transfer Function

The instrument transfer function is defined by the feedback components of the sensor system, which defines a stable and realisable transfer function.

Poles and Zeros of the system are supplied. As a part of documentation each sensor frequency response measurements are provided

Sensor Noise Level

The CMG-6TC Sensor has self noise below the USGS New Low Noise model from >10s to greater than 5Hz.



Above the measured self noise.

Sensor Linearity

The linearity of the CMG-6TC sensor is extremely high this is over 90 dB.

Operating Temperature

-5 to 50 Degrees Centigrade.

Sensor housing with levelling platform

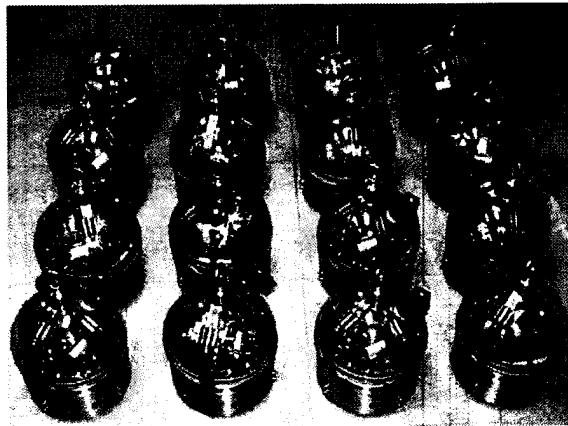
The Sensor can be provided in one of three different casing options which all include the integrated levelling gimbal.

The options are three main enclosure options:

- a) 150mm Glass sphere,
- b) 150mm Aluminium sphere
- c) Titanium casing (various options).

150mm Glass Sphere

Above the CMG-6TC OBS in the Glass Sphere:



Aluminium housing



Titanium Housing

**Verbale commissione per indagine di mercato e relazione sui test comparativi
condotti sui sensori sismici da installare sugli OBS/H e sulle stazioni Real-Time
previste dal progetto EMSO MedIT PAC01_0004 - W.P. 6.**

L'anno duemilaquattordici del mese di febbraio il giorno ventisei presso l'Osservatorio di Gibilmanna – Cefalù (PA) si è riunita la commissione nominata dal Responsabile unico del procedimento di cui al Decreto 406 del 27 novembre 2013 del Direttore Generale dell'INGV per l'esecuzione delle attività inerenti il W.P. 6 del progetto EMSO MedIT PAC01_004.

La commissione è così composta:

Dott. Domenico Patanè, dirigente di ricerca dell'INGV – presidente

Dott. Antonino D'Alessandro assegnista dell'Università di Palermo – componente

Sig. Giuseppe Passafiume C.T.E.R. dell'INGV

Dott. Alberto Rappa dell'INGV - segretario

Scopo della commissione è stato quello della conduzione di un'indagine di mercato e di una serie di test comparativi tra i sensori sismici disponibili sul mercato al fine di evidenziarne le caratteristiche e la rispondenza con quanto dichiarato dai produttori in modo da supportare il RUP incaricato nella scelta di quello che più rispondesse alle necessità delle strumentazioni il cui potenziamento è stato finanziato nell'ambito del suddetto progetto.

I lavori hanno inizio alle ore 11.30 con l'illustrazione da parte del dott. A. D'Alessandro circa l'indagine di mercato condotta e le modalità di esecuzione dei test condotti con la collaborazione del sig. Passafiume, nonché alle analisi che ne sono seguite dopo l'acquisizione che è stata condotta per circa un mese presso la sala sensori dell'Osservatorio di Gibilmanna.

Le modalità di test e i relativi risultati sono stati ampiamente descritti nella relazione allegata al presente verbale e che ne costituisce parte integrante.

Dopo ampia discussione la relazione prodotta viene approvata all'unanimità dal presidente e dai due componenti.

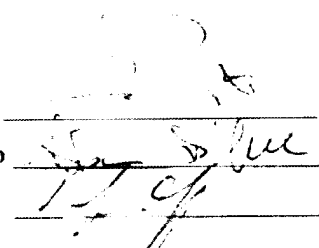
Gli stessi sottoscrivono sia la relazione che il presente verbale.

La Commissione

Dott. Domenico Patanè

Dott. Antonino D'Alessandro

Sig. Giuseppe Passafiume



Il segretario

Dott. Alberto Rappa

