

**Sottomisura "Diffusione e Trasferimento dell'Innovazione"
Misura 3.7 del Docup Obiettivo 2 (2000-2006)**

**Studio di fattibilità per Web subacqueo per il collegamento
subacqueo via cavo di sensori per la protezione anti-
intrusione costiera e dei porti e per altre applicazioni
POS. N. 30 Avv. 1/2006**

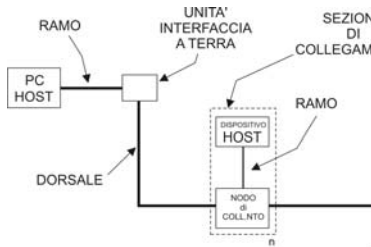
EXECUTIVE SUMMARY



Rispondenza ai requisiti del bando

Caratteristica	Richiesto dal bando	Risultato del progetto
Sezione massima del cavo	2 cm	1,93 cm
Connessione dati	2 fibre ottiche	12 fibre ottiche
Sforzo alla trazione meccanica del cavo	200 kg	1.000 kg
Spinta cavo immerso	Leggermente negativa	Leggermente negativa
Connessione alimentazione	Corona di conduttori	Corona di 12 conduttori
Potenza elettrica trasferibile	500 W (min)	72 kW
Lunghezza massima della rete subacquea	3 km	10 km
Distanza massima tra due nodi di collegamento successivi:	1 Km	1.2 Km
Profondità massima di immersione della rete e dei nodi	100 m	100 m
Permanenza in mare	2 anni	2 anni

Architettura del WEB subacqueo



Dorsale: è il cavo di collegamento usato per il trasporto delle alimentazioni, la ricetrasmisione dei dati ad alta velocità e la ricetrasmisione dei segnali di controllo.

Dispositivo Host: ogni dispositivo collegato alla rete (PC, Dispositivi subacquei tipo Cortine di Idrofoni, SONAR, Magnetometri, Modem, Sistemi di acquisizione) che sia dotato di uscita Ethernet e che sia adatto ad acquisire e/o emettere segnali e/o presentare i dati raccolti ad un operatore.

Nodo di Collegamento: è il punto di inserzione dove un Dispositivo Host si innesta lungo il cavo Dorsale per trasmettere/ricevere dati. Comprende uno switch Ethernet ed eventuali convertitori di interfaccia.

Ramo: è il tratto di collegamento tra un Dispositivo Host e un Nodo di Collegamento

Sezione di Collegamento: comprende tutti i sistemi, i dispositivi ed i sensori necessari per l'acquisizione corretta dell'informazione (es. idrofoni, magnetometri, SONAR etc.) e per la trasmissione della stessa (Nodi di Collegamento).

Unità di interfaccia a terra: serve ad interfacciare il flusso dati che scorre sulla Dorsale al PC Host e ad alimentare il sistema. Se utilizza per l'interfacciamento al PC Host uno switch Ethernet viene detto anche "Nodo di terra"

Pc Host: è l'interfaccia utilizzata dall'utente per gestire l'informazione presente sulla rete

Protocolli di comunicazione

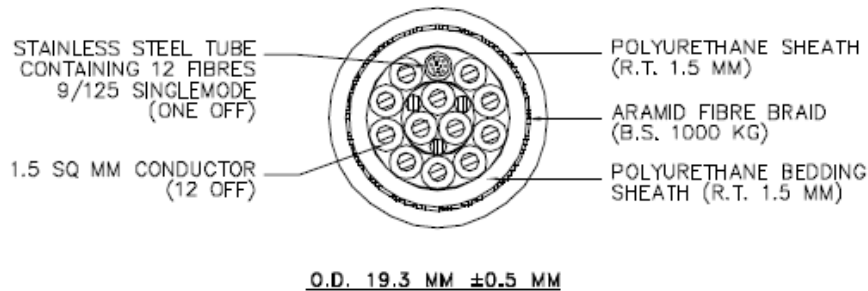
Dorsale: protocollo conforme allo standard IEEE 802.3z [1000Base-LX (Gigabit Ethernet)] su cavo a fibra ottica monomodale che permette di collegare i Nodi tra loro fino ad una distanza massima di 10 Km ad una velocità massima di trasmissione pari a 1 Gbps.

Rami: protocollo conforme allo standard IEEE 802.3z [100Base-T (Mbitbit Ethernet)] su cavo in rame di tipo STP (Shielded Twisted Pair) oppure UTP (Unshielded Twisted Pair), che permette una distanza di trasmissione massima di 100 m con una velocità massima di trasmissione pari a 100 Mbps

Cavo del WEB subacqueo

Il cavo progettato e realizzato in questo studio risponde ai requisiti del bando ed ha le seguenti caratteristiche:

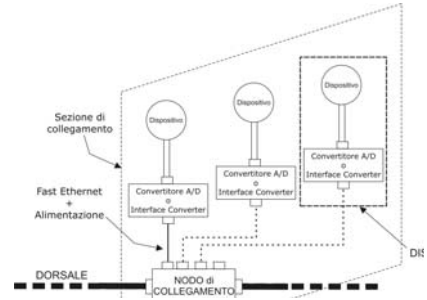
Caratteristiche fisiche ed elettriche			
Diametro complessivo	19,3 mm	Sezione conduttori in rame	1,5 mm ²
Spessore rivestimento esterno in poliuretano	1,5 mm	Resistenza massima dei conduttori	13,7 Ω/km
Spessore rivestimento interno in poliuretano	1,5 mm	Tensione di spark test	6 kV
Carico di rottura calza portante in ARAMID	1.000 Kg	Tensione massima di lavoro	1.000 V
Peso del cavo in aria	468 kg/km	Resistenza di isolamento tra conduttori	> 500 MΩ
Peso del cavo immerso in acqua di mare	168 kg/km	Corrente massima dei conduttori da 1.5 mm ²	12 A
Minimo raggio di curvatura statico	174 mm	Corrente massima totale	144 A
Minimo raggio di curvatura dinamico	251 mm	Numero conduttori in fibra	12
Massima lunghezza continuativa	1.200 m	Tipo di fibra ottica	Singlemode 9/125
Numero conduttori in rame	12		



Sezioni di collegamento

Le Sezioni di Collegamento lungo la dorsale consentono il collegamento elettrico stagno dei Dispositivi Host subacquei e, in particolare:

- o Trasmissione dei dati dei Dispositivi Host verso il PC Host (Interfaccia Utente)
- o Trasmissione dei segnali di controllo dal PC Host ai Dispositivi Host
- o Fornitura di alimentazione elettrica ai Dispositivi Host



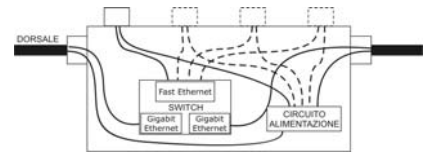
Nodi di collegamento

I Nodi di Collegamento sono dotati di:

- o n° 2 connettori per il collegamento del Nodo alla dorsale di rete
- o da 1 a 6 connettori per il collegamento al Nodo dei Dispositivi Host

Gli elementi principali che costituiscono il Nodo di Collegamento sono:

- o Lo Switch Ethernet, che consente l'accesso alla Dorsale da parte dei Dispositivi Host.
- o Il circuito di alimentazione, che preleva e protegge l'alimentazione dal cavo dorsale e la distribuisce agli elementi che costituiscono il nodo e agli apparati e dispositivi presenti nella Sezione di Collegamento.



Unità Interfaccia a terra

L'Unità di interfaccia a terra ha le funzioni di:

- o realizzare l'interfacciamento dati con il PC Host (attraverso opportuno Switch Ethernet)
- o iniettare nel cavo di Dorsale l'alimentazione per i Nodi ed i vari dispositivi posti lungo la rete.

PC Host

Il PC Host rappresenta l'interfaccia utilizzata dall'utente per gestire l'informazione presente sulla rete ed ha le funzioni di:

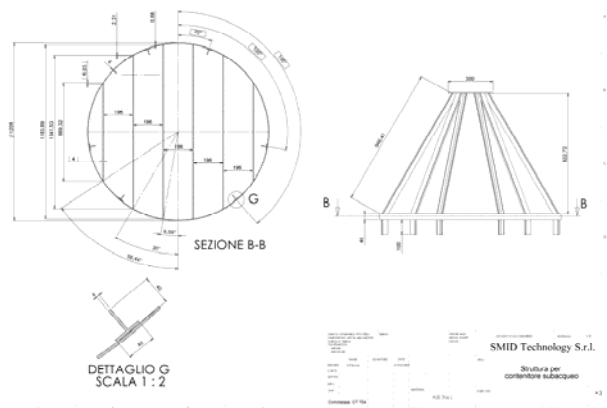
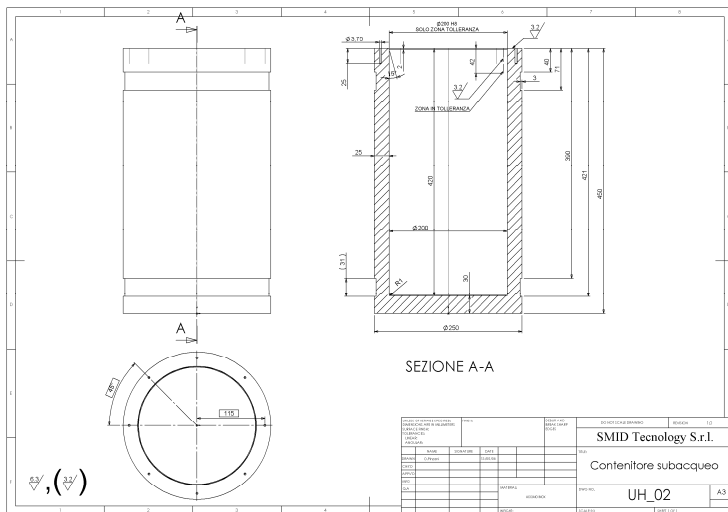
- o Visualizzare i dati ricevuti dai Dispositivi Host
- o Trasmettere i dati di controllo ai Dispositivi Host

Nodi di collegamento – progetto meccanico

Il contenitore subacqueo del Nodo è realizzato in acciaio inossidabile e di forma cilindrica. E' terminato con opportuno tappo corredato di guarnizioni ("o ring") a tenuta stagna ed adeguate alle tipiche pressioni di esercizio (fino a 100 m di profondità) e degli opportuni connettori. Caratteristiche del contenitore del Nodo:

- Materiale: acciaio inossidabile
- Dimensioni: 450 mm x 300 mm
- Peso: 68 Kg
- Fissaggio al fondale: mediante struttura metallica fissata a opportuna zavorra
- Profondità massima di esercizio: 100 m

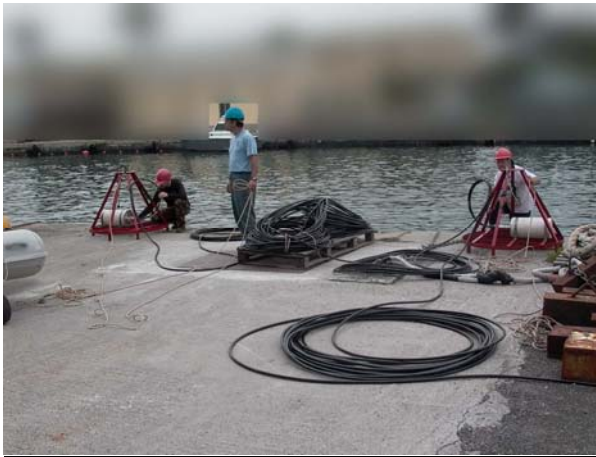
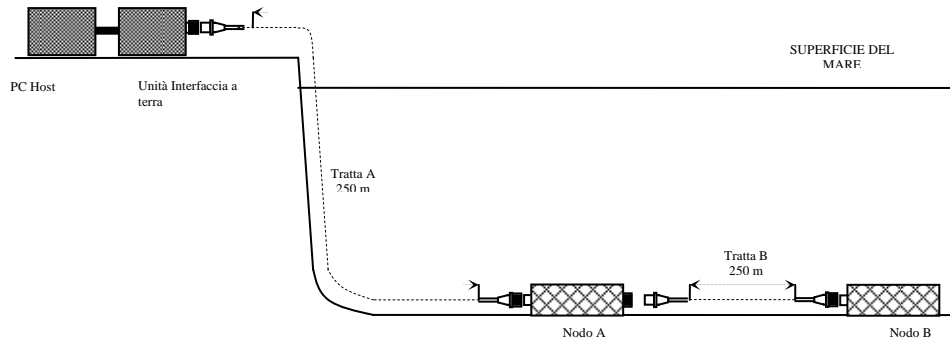
I Nodi sono fissati su una struttura metallica progettata per la messa a mare. La struttura ha anche la funzione di proteggere i connettori e i cavi di connessione.



Prototipo del WEB subacqueo

Il prototipo proposto è costituito dai seguenti elementi:

- N° 2 tratte di Cavo dorsale di lunghezza 250 m ciascuna (Tratta A e Tratta B)
- N° 1 PC Host modello Dell Latitude D530
- N° 1 Unità di Interfaccia a terra
- N° 2 Nodi di Collegamento (Nodo A e Nodo B), ognuno dotato di contenitore subacqueo e relativi connettori
- N° 1 sensore idrofonico (Nodo A)
- N° 1 sensore magnetometrico (Nodo B)



Prova in mare del prototipo del WEB subacqueo

Il prototipo realizzato è stato testato in mare a La Spezia presso il NURC, (Area Mariperman). Entrambi i Nodi sono stati posizionati ad una profondità di circa 5 - 7 m e ad una distanza dal molo di circa 8 - 10 m.

Verifica del funzionamento della rete attraverso la ricezione dei dati rilevati dall'idrofono: è stato immerso in mare un *ping* che emetteva impulsi a frequenza 11,6 kHz, e sono stati registrati gli impulsi rilevati dall'idrofono (utilizzando il software "Adobe Audition"). E' stata verificata quindi la rispondenza tra impulsi emessi ed impulsi rilevati mediante un'analisi in tempo (misurazione del *ping rate*) e in frequenza (verifiche che la frequenza dell'impulso registrato dall'idrofono sia la stessa di quello trasmesso dal *ping*).



Verifica del funzionamento della rete attraverso la ricezione dei dati dal sensore magnetometrico: il magnetometro è stato fissato al vertice della struttura metallica di supporto del Nodo B facendo in modo che rimanesse flottante in acqua e quindi in moto. Le variazioni magnetiche conseguenti a tale moto sono state quindi apprezzate visivamente attraverso un programma che riproduce la forma a parallelepipedo del case del magnetometro stesso e che ne indica il posizionamento attorno ai suoi 3 assi di rotazione.

