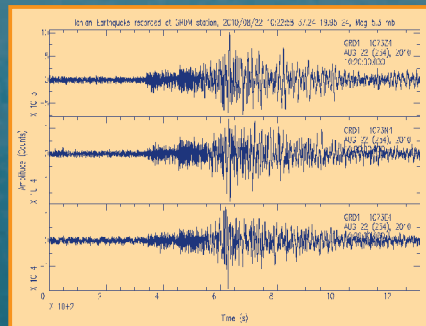
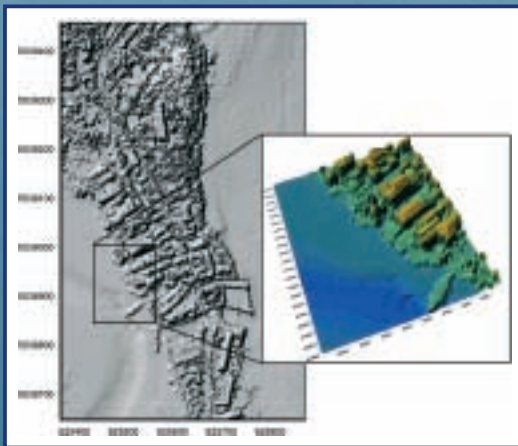




ISTITUTO NAZIONALE
DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE

*Monitoraggio
ambientale integrato
del Lago di Garda*

Progetto Garda



ISTITUTO DI GEOFISICA
E BIOCLIMATOLOGIA
SPERIMENTALE DEL GARDA



CITTÀ DI
DESENZANO DEL GARDA
Provincia di Brescia

Studio ambientale del Lago di Garda

Il Lago di Garda è il più grande dei laghi prealpini e italiani. Per le sue dimensioni, collocazione geografica e capacità idrica, riveste un ruolo fondamentale per le problematiche economiche, sociali ed ambientali di tre regioni italiane. Riconoscendo una fondamentale carenza di conoscenze soprattutto in merito alle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque del lago e l'assenza di un sistema di monitoraggio continuo che consenta sia lo studio delle dinamiche ambientali sia l'individuazione dell'insorgenza di eventi estremi, l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS lancia un progetto per lo **Studio ambientale del Lago di Garda**.

OGS da vari anni è attivamente impegnato nello studio delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle grandi masse oceaniche allo scopo di contribuire allo sviluppo delle ricerche sulle variazioni climatiche e sulle loro implicazioni ambientali, sociali ed economiche. Le capacità di intervento dell'Ente spaziano anche in campo sismologico, con la gestione di Reti (Rete sismometrica del Friuli Venezia Giulia e Veneto, Rete sismografica antartica Italo-Argentina), nel settore del telerilevamento e della biologia marina.

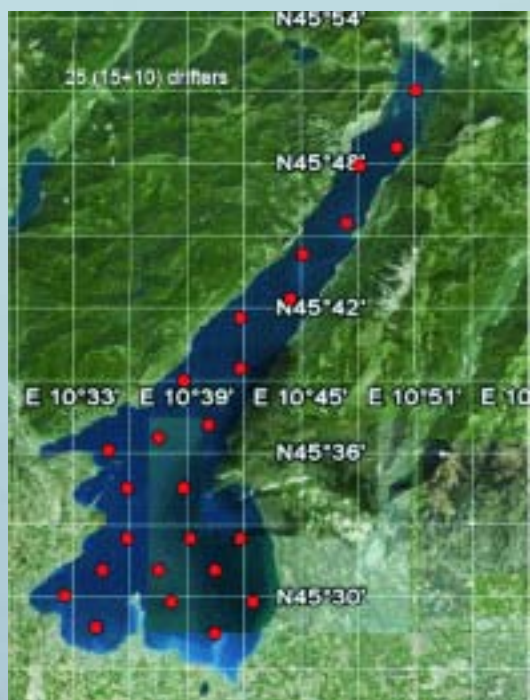
L'Ente è provvisto di un'ampia dotazione strumentale, con autonoma capacità di sviluppo, e grazie alle sue competenze multidisciplinari è in grado di elaborare progetti di ricerca integrati e complessi di monitoraggio ambientale.

Nelle intenzioni di OGS, il progetto **Studio ambientale del Lago di Garda** dovrebbe svolgersi in due fasi: nella prima, della durata di un anno, sarà svolto uno studio sperimentale e modellistico della circolazione e delle caratteristiche termiche in varie stagioni ed in funzione dei venti tipici. Nella seconda fase verrà avviato un monitoraggio a lungo termine, definito ed ottimizzato sulla base dei risultati preliminari. In particolare, potrà essere avviato il monitoraggio pluriennale con le boe oceanografiche Mambo, sviluppate da OGS, per le misure di parametri fisici su tutta la colonna d'acqua (temperatura, ossigeno, torbidità) e per le misure meteorologiche. Tutti i dati rilevati saranno trasmessi in

tempo reale dalle boe alla stazione ricevente a terra, consentendo così la realizzazione di un sistema di monitoraggio continuo delle caratteristiche ambientali delle acque del lago, allo scopo di verificare lo stato di salute. Integrando i dati fisici, chimici e biologici relativi alla massa d'acqua con quelli ottenuti con il telerilevamento e la sismologia sarà possibile, quale obiettivo finale, elaborare un modello scientifico esportabile ed applicabile anche ad altri laghi.



L'aereo di OGS per il telerilevamento, un Piper Seneca II



Posizione di lancio delle boe galleggianti



Boa meteo-oceanografica "MAMBO"



Prof. Iginio Marson,
Presidente dell'Istituto Nazionale
di Oceanografia e di Geofisica
Sperimentale - OGS

TECNICHE INTEGRATE DI TELERILEVAMENTO SU ACQUE LACUSTRI

L'utilizzo delle tecniche di telerilevamento su acque lacustri e sugli ambienti limitrofi permette l'acquisizione, in tempi brevi e su vaste zone, di un'elevata mole di dati, utile per il monitoraggio dello stato delle acque superficiali e per indagare luoghi altrimenti inaccessibili all'uomo.

Nell'ambito del progetto "Garda", OGS propone l'utilizzo integrato di dati Lidar altimetrici e batimetrici, immagini iperspettrali ed immagini termiche.

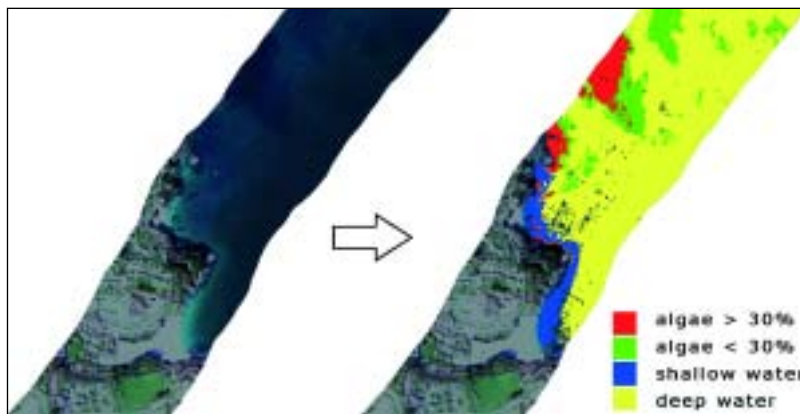
Il rilievo laser scanning ad alta risoluzione consente la realizzazione di un modello tridimensionale della zona costiera, utile per tutte le fasi della pianificazione del territorio, della progettazione delle infrastrutture, dello studio dei fenomeni che accadono nei bacini d'acqua. La realizzazione di un Modello Digitale del Terreno (DTM) ad alta risoluzione permette di ottenere una base dati per la modellazione di fenomeni quali l'erosione ed il ruscellamento. L'utilizzo del laser batimetrico permette la ricostruzione della morfologia del fondale lacustre, nonché il monitoraggio della crescita della vegetazione in acqua.

Le immagini rilevate da un sensore iperspettrale ad alta risoluzione spaziale e spettrale permettono l'identificazione di alcuni parametri che caratterizzano la qualità delle acque, quali ad esempio la clorofilla, i solidi sospesi, il materiale organico e la fioritura algale superficiale.

Le mappe di uso del suolo e le mappe tematiche risultanti dall'elaborazione del dato iperspettrale mettono in evidenza la distribuzione dei vari parametri e la loro concentrazione.

Dal rilievo iperspettrale possono essere così stimati lo stato di salute della vegetazione e l'estensione della copertura vegetata.

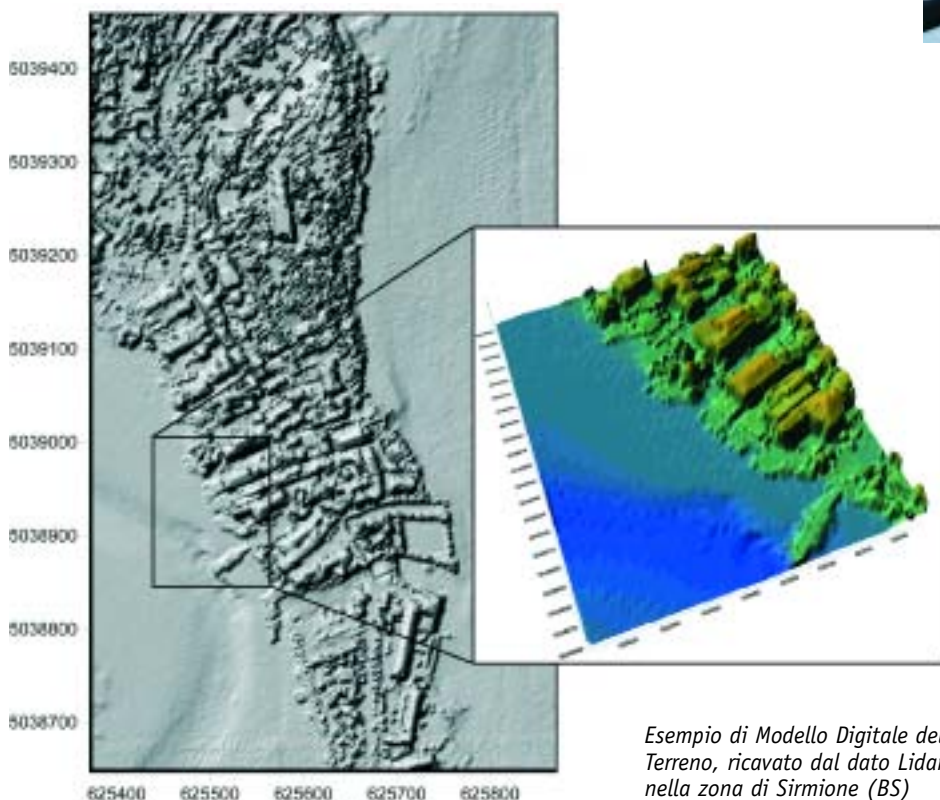
Mediante rilievi periodici con la camera termica sullo specchio d'acqua, è possibile individuare microcorrenti con diverse temperature ed eventuali sbalzi termici. Una possibile applicazione è l'individuazione di scarichi d'acqua lungo le coste del lago, da parte di impianti industriali o abitazioni civili.



Classificazione di immagine iperspettrale, per l'individuazione e la distribuzione algale



Gli strumenti di registrazione all'interno del Piper Seneca II dell'OGS



Esempio di Modello Digitale del Terreno, ricavato dal dato Lidar nella zona di Sirmione (BS)

Tutta la strumentazione è montata a bordo del Piper Seneca II - PA34 200T, acquistato da OGS nel 2009 e modificato per l'installazione degli strumenti. L'aereo è gestito da una società che dispone di tutte le certificazioni EASA ed è abilitata al lavoro e all'attività di riprese aeree (Certificato AOC).

MISURE LIMNOLOGICHE NEL LAGO DI GARDA

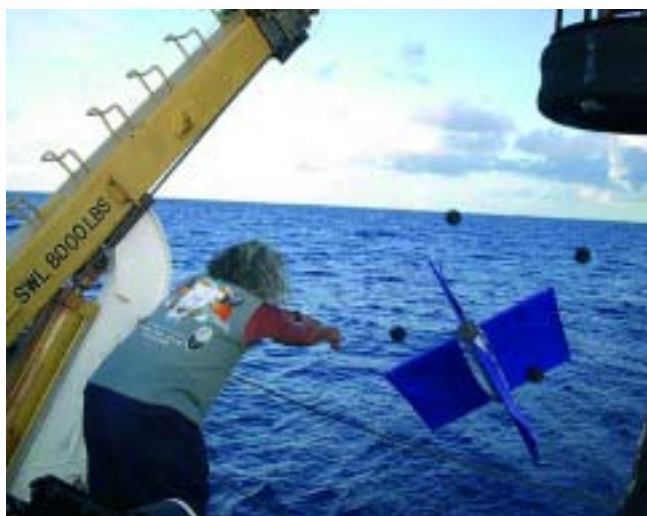
I laghi sono corpi d'acqua che si distinguono profondamente, nelle loro caratteristiche fisiche, dal mare. Mentre la densità dell'acqua del mare dipende sia dalla temperatura che dalla salinità, nei laghi, essendo corpi d'acqua chiusi, la densità d'acqua è determinata solo dalla temperatura. Le proprietà termiche rappresentano quindi il fattore fisico più importante nel determinare il ciclo annuale e giornaliero di un lago; queste, influenzano le caratteristiche chimiche delle acque ed in ultima analisi l'ecologia degli organismi costituenti l'ecosistema lacustre. La variabilità della densità nella colonna d'acqua e nel tempo dipende solo dall'intensità del riscaldamento solare.

Un tipico lago profondo della zona temperata, avrà in estate nello strato superficiale una temperatura alta con acque poco dense, che galleggiano sullo strato più profondo più denso e freddo, separate da un sottile strato con forte variabilità verticale della temperatura. Questo profilo di densità, determinato dalla differente temperatura, impedisce alle acque dei vari strati di mescolarsi fra loro (stratificazione termica), limitando gli scambi di sostanze disciolte e particellate. In inverno, la temperatura dell'acqua nei laghi è invece praticamente costante in tutta la colonna d'acqua.

Lo studio del Lago di Garda ha l'obiettivo di ottenere, per la prima volta, le caratteristiche limnologiche delle masse d'acqua del lago e la loro evoluzione temporale. Misure limnologiche costituiranno una base di dati per la descrizione dettagliata della circolazione sia superficiale sia negli strati profondi. Inoltre sarà studiata la distribuzione spazio-temporale delle caratteristiche fisiche e biogeochimiche in funzione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche, con speciale riguardo al vento e allo scarico dei fiumi. Queste misure saranno ottenute con la strumentazione automatica per un periodo di almeno un anno.



Un esempio della copertura con le misure della corrente superficiale ottenute da una postazione radar ad alta frequenza situata a Desenzano (BS). I vettori rappresentano la componente radiale della corrente superficiale. La lunghezza del vettore è proporzionale all'intensità della corrente.



Messa in acqua del drifter

Durante la fase preparativa, nel Lago di Garda è già stato testato un sistema di misure della corrente superficiale con il radar ad alta frequenza, e così si è dimostrato per la prima volta la compatibilità del sistema, comunemente usato in oceanografia, in condizioni di acqua dolce. Il sistema radar sarà utilizzato per lo studio del campo di corrente superficiale nell'intera area del sud del lago mentre nelle altre zone saranno utilizzati i "drifter" e i profilatori acustici ad effetto Doppler. Le caratteristiche biogeochimiche dell'acqua verranno determinate dai campionamenti diretti periodici, effettuati da un natante dedicato e dalla successiva analisi in laboratorio dei campioni.

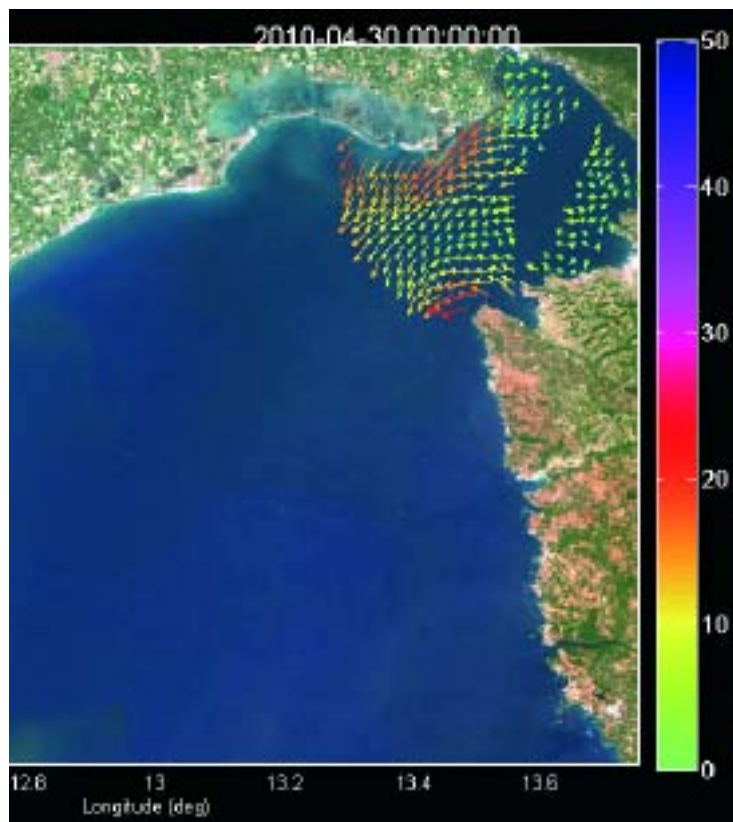


Immagine del campo di corrente superficiale nell'area del Golfo di Trieste ottenute dalle misure con tre sistemi del radar costiero identico a quello che sarà utilizzato nel Lago di Garda

SISMICITÀ DELLA LOMBARDIA ORIENTALE

La zona del Lago di Garda è stata interessata in passato da diversi eventi sismici che hanno superato la soglia dell'intensità VI MCS (scala Mercalli-Cancani-Sieberg), documentati sin dal XI secolo. In particolare, si sono registrati numerosi sismi con intensità 8-9 MCS, come ad esempio il terremoto del 243 con intensità 9 MCS avvenuto nella zona del Garda e i due terremoti avvenuti il giorno di Natale del 1222, da recenti studi localizzati fra Brescia ed il lago di Garda.

In tempi più recenti, l'evento più forte è avvenuto il 30 ottobre 1901, localizzato nell'area di Salò, magnitudo $M_w=5.7$, che ha raggiunto la soglia del danno grave (VII MCS) in prossimità dell'epicentro, mentre gli effetti massimi risentiti in Veneto sono stati del VI grado MCS.

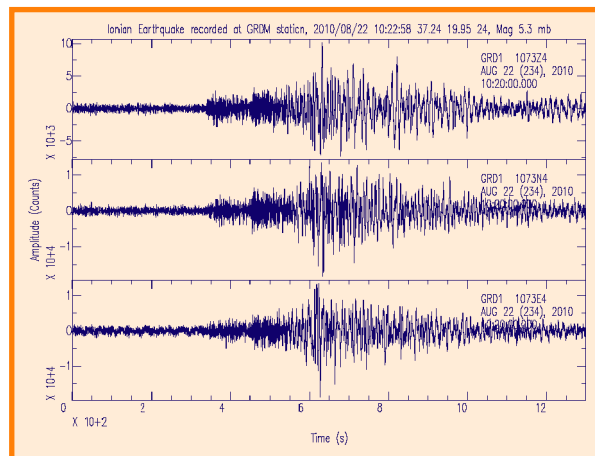
Altri importanti terremoti storici, tenendo conto dell'incertezza nella determinazione epicentrale, sono localizzati nella zona del Lago di Garda e Prealpi Bresciane, e quelli del 1882, 1866 e 1932, caratterizzati da $M_w > 5$, sono collegati alla sismicità che si registra nella parte Nord e nel settore del Monte Baldo.

Studi recenti hanno evidenziato l'esistenza di un terremoto accaduto nel 1046 nell'area del Monte Baldo e nella valle dell'Adige: il terremoto avrebbe causato il collasso di più di trenta castelli (Guidoboni e Comastri, 2005).

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977, si presenta moderata, con alcuni eventi che hanno raggiunto la soglia dell'intensità VI il 24/05/1987 e il 24/11/2004; l'intensità VII-VIII è stata avvertita il 13/12/1976, a pochi mesi dagli eventi del Friuli, e un evento di $M_w=4.9$ ha interessato la zona di Riva del Garda.

La sismicità si concentra nella parte superficiale della crosta, entro i 20-25 km. I terremoti con Magnitudo superiore a 3, limite orientativo della soglia di percezione, sono localizzati nella zona del Lago di Garda. In epoca strumentale il terremoto più forte in quest'area si è verificato il 24 novembre 2004 nell'area di Salò ($M=5.2$), nella stessa zona dove è stato localizzato il terremoto del 1901.

Constatata la sismicità di questa zona, si è evidenziata la necessità di potenziare la rete di monitoraggio sismico in tempo reale nella Lombardia Orientale. Il progetto definitivo comprende una decina di stazioni che includono le stazioni già operative di Brescia - Monte



Le tre componenti del sismogramma registrate dalla stazione sismologica di Monte Maddalena - Brescia del terremoto del 22 agosto 2010 nel Mar Ionio



Stazione sismologica di Monte Maddalena - Brescia



Stazione sismologica a Tresine - Desenzano del Garda

Maddalena, Quinzano e Desenzano del Garda - Tresine dell'Istituto di Geofisica e di Bioclimatologia Sperimentale del Garda.

Nella stazione di Brescia - Monte Maddalena è già funzionante una stazione a banda larga di proprietà dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS di Trieste, che alla luce dei risultati ottenuti ci stimola a procedere con l'installazione di altre stazioni a banda larga.



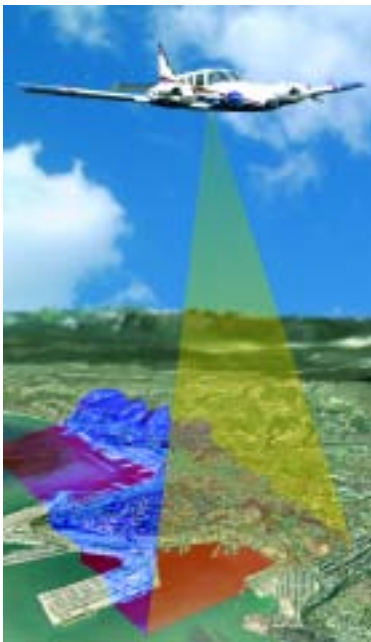
L'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale è un ente pubblico di ricerca che svolge attività scientifiche volte alla conoscenza della Terra e delle sue risorse.

Nell'ambito delle discipline di propria competenza, l'Ente è in grado di gestire sia la fase di acquisizione di dati geofisici in terra ed in mare, sia le successive fasi di valutazione e interpretazione dei risultati.

Per raggiungere i propri obiettivi OGS si organizza in dipartimenti scientifici che attualmente sono: Dipartimento di Geofisica della Litosfera, Dipartimento di Oceanografia, Dipartimento di Oceanografia Biologica, Dipartimento per lo sviluppo delle Ricerche e delle tecnologie Marine, Centro di Ricerche Sismologiche.

Gli elementi che oggi caratterizzano l'azione dell'Ente nel perseguire i propri compiti istituzionali sono:

- la disponibilità dell'OGS Explora, unica nave attrezzata per la moderna ricerca geofisica di proprietà di un ente pubblico italiano, recentemente potenziata nelle sue dotazioni strumentali e adattata nelle attrezzature per un uso multidisciplinare;
- la propensione ad acquisire e svolgere ampi progetti di ricerca e di sviluppo tecnologico finanziati dall'industria ed a promuovere il trasferimento tecnologico dei risultati maturi;
- la disponibilità di un numero molto elevato di dati geofisici ed oceanografici, direttamente acquisiti da OGS e disponibili per la ricerca;



Acquisizione di dati laser scan sulla città di Trieste

- il forte coinvolgimento a livello europeo, attestato dalla partecipazione a più di 50 progetti finanziati dalla EC ed a network di eccellenza quale quello sulla sequestrazione geologica dell'anidride carbonica (CO₂);
- l'integrazione delle attività di ricerca con attività di alta formazione.
- il coinvolgimento nel progetto Argo deputato al monitoraggio su scala mondiale dei parametri fisici degli oceani mediante profilatori autonomi (float). I dati fisici raccolti vengono utilizzati nei modelli per la previsione dei cambiamenti climatici.



OGS Explora in Antartide



Boa meteo-oceanografica "MAMBO" nel golfo di Trieste



Stazione sismica di M. Lussari



ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE

Borgo Grotta Gigante 42/C - 34010 Sgonico (Trieste)
Tel. +39 04021401 - Fax +39 040327307

<http://www.ogs.trieste.it>
mailbox@ogs.trieste.it