



**CONTRATTO DI RICERCA CARTOGRAFIA GEOLOGICA 1:50000  
FOGLIO PASSIGNANO SERVIZIO GEOLOGICO DELL'UMBRIA**

---

**RICERCHE GEOFISICHE NEL LAGO TRASIMENO**

**RAPPORTO SULLE RICERCHE BATIMORFOLOGICHE, SISMICA  
A RIFLESSIONE, MAGNETOMETRICHE E SEDIMENTOLOGICHE  
DURANTE LE CROCIERE TRASI-O4 E TRASI-05**

---

**GIOVANNI BORTOLUZZI  
LUCA GASPERINI  
LUCA BELLUCCI  
MARCO LIGI**

**ISMAR CNR BOLOGNA RAPPORTO TECNICO 97**

*Bologna, Novembre 2005*

Molte delle designazioni usate da produttori e venditori per distinguere i loro prodotti sono marchi commerciali. Quando tali designazioni sono presenti nelle pagine seguenti e ISMAR Bologna era al corrente della presenza di tali marchi commerciali, essi sono stati presentati con lettere capitali. In più, alcuni di tali marchi sono presentati nella tabella degli acronimi e nelle note di produzione qui sotto.

Nulla di ciò che è riportato nel documento implica critiche o raccomandazioni, sia positive che negative, concernenti sistemi o prodotti commerciali.

Molti dei sistemi software o programmi utilizzati nel presente lavoro sono 'liberi' nel senso che sono di pubblico dominio oppure le loro licenze sono equivalenti o sono licenziati con la GNU Public License. Altro software può essere commerciale o licenziato in maniera più restrittiva. Quando utilizzati, essi sono annotati.

Catalogazione ISMAR-CNR Bologna: Rapporto Tecnico N.97

Ricerche geofisiche nel lago Trasimeno: rapporto sulle ricerche batimorfologiche, sismica a riflessione, magnetometriche e sedimentologiche durante le crociere TRASI-04 E TRASI-05.

di G.Bortoluzzi, L.Gasperini, L.Bellucci, M.Ligi, A.Capruzzi, S.Mosticchio

Include indici e riferimenti bibliografici.

1.Lago Trasimeno 2.Cartografia Geologica 3.Batimetria 4. Sedimentologia 5. Tettonofisica  
6.Magnetometria

**Sommario** - Vengono presentate le metodologie e alcuni risultati delle campagne di indagine geologiche e geofisiche TRASI-04 e TRASI-05 nel Lago Trasimeno, finalizzate alla produzione del foglio 310 (Passignano) della Cartografia Geologica alla scala 1:50000 (progetto CARG).

**Abstract** - We present methodologies and some results of the geological and geophysical cruises TRASI-04 and TRASI-05 in the Lake Trasimeno, Central Italy. The work will be finalized into the sheet 310 (Passignano) of the Italian Geological Cartography Project at the 1:50000 scale.

Riprodotta da ISMAR CNR Bologna con impaginazione **camera-ready** prodotta dall'autore. Disponibile in Internet nei formati HTML [trasimeno.bo.ismar.cnr.it](http://trasimeno.bo.ismar.cnr.it) o PDF [trasimeno.bo.ismar.cnr.it/TRASI\\_REP/TRASI](http://trasimeno.bo.ismar.cnr.it/TRASI_REP/TRASI). Altri formati con richiesta a [g.bortoluzzi@ismar.cnr.it](mailto:g.bortoluzzi@ismar.cnr.it).

Copyright © 2005 ISMAR-CNR Bologna - Via Gobetti 101 40129 Bologna, Italy.

Note di produzione - Il documento è stato creato in un computer Linux con **editors** di testo, formattato con **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X** di L.Lamport, tradotto nei formati HTML con **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X2HTML** di N.Drako e PDF con **dvipdf**. Le mappe ed i grafici sono stati prodotti con il software **GMT** di P.Wessel.

## ACRONIMI, PRODUTTORI E PRODOTTI

CNR ISMAR APAT SGU CARG	Consiglio Nazionale Delle Ricerche Istituto di Scienze Marine, CNR Bologna Agenzia Protezione dell'Ambiente Servizi tecnici Servizio Geologico Umbria Carta Geologica Geotematica scala 1:50.000	<a href="http://www.cnr.it">www.cnr.it</a> <a href="http://www.ismar.bo.cnr.it">www.ismar.bo.cnr.it</a> <a href="http://www.apat.gov.it">www.apat.gov.it</a> <a href="http://www.regione.umbria.it">www.regione.umbria.it</a> <a href="http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/CARG/">www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/CARG/</a>
IGMI INGV CCE RESON COMM-TEC	Istituto Geografico Militare Italiano Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia Coastal Consulting and Exploration RESON Communication Technology	<a href="http://www.igmi.org">www.igmi.org</a> <a href="http://www.ingv.it">www.ingv.it</a> <a href="http://www.coastalexploration.com">www.coastalexploration.com</a> <a href="http://www.reson.com">www.reson.com</a> <a href="http://www.comm-tec.com">www.comm-tec.com</a>
IGMI IGRF TWT SEG XTF SRTM GMT MBES,SBES  GPS-DGPS-RTK DTM WGS84 ED50	Istituto geografico militare Italiano Int. Geomagnetic reference Field Two Way Travel Time Soc. of Exploration Geophysicists Extended Triton Format Shuttle Radar Topogr.Mission Generic Mapping Tool MULTI/SINGLE BEAM ECHOSOUNDER SYSTEM  Global Positioning System Digital Terrain Model World Geodetic System 1984 European Datum 1950	<a href="http://www.igmi.org">www.igmi.org</a> <a href="http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/">www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/</a>  <a href="http://www.seg.org">www.seg.org</a> <a href="http://www.tritonelics.com">www.tritonelics.com</a> <a href="http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/">www2.jpl.nasa.gov/srtm/</a> <a href="http://gmt.soest.hawaii.edu/gmt">gmt.soest.hawaii.edu/gmt</a>  <a href="http://samadhi.jpl.nasa.gov">samadhi.jpl.nasa.gov</a>  <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/WGS84">en.wikipedia.org/wiki/WGS84</a> <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/ED50">en.wikipedia.org/wiki/ED50</a>

Tabella 1: Acronimi di Organizzazioni, Produttori e Prodotti

## RESPONSABILI PROGETTO CARG FOGLIO 310

NOME	ISTITUTO	POSIZIONE	tel & email & www
Dr. Boscherini Arnaldo	Reg.Umbria - SGU	Dirigente SGU	
Dr. Andrea Motti	Reg.Umbria - SGU	Resp. Progetto Foglio 310	
Dr. Ponziani Francesco	Reg. Umbria - SGU	Prove Geofisiche	
Dr. Massimiliano R. Barchi	Univ. Perugia	Coord.Scient. Foglio 310	
Dr. Cristina Pauselli	Univ. Perugia	Elab. Interpret. geol.geofisica	
Dr. Michele Marroni	Univ. Pisa	Coord.Scient. Foglio 310	
Dr. Luca Gasperini	ISMAR CNR	Rilievi Lago Trasimeno. Interpret.geol.geofisica	

Tabella 2: Responsabili Progetto CARG Foglio 310.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Centro Velico di Castiglione del Lago per la cortesissima ospitalita' durante la campagna 2005. Si ringrazia particolarmente il Sig. Gianni Cozza, per l'impegno e la professionalita' nella conduzione della campagna di campionamento. Le analisi di suscettivita' magnetica sono state fatte da L.Vigliotti al Laboratorio Paleomagnetismo di ISMAR Bologna. Le analisi di radionuclidi sono state fatte al Laboratorio Radionuclidi dell'ISMAR di Bologna dalla Dr. S.Albertazzi. Si ringrazia il Dr. Meloni (INGV,Roma) per i dati dell'Osservatorio Geomagnetico de l'Aquila.

I Dr. Fausto Guzzetti e Paola Reichenbach hanno gentilmente fornito il DTM 1:25000 della zona attorno al lago, e si ringraziano anche per il supporto logistico durante la campagna.

Si ringrazia infine il Dr. Marsella e il Sig. Scotto di IAMC-CNR, napoli, per il prestito della sorgente sismica **water-gun**.

# Indice

1	INTRODUZIONE . . . . .	1
2	SOMMARIO DELLA CROCIERA TRASI-04 . . . . .	3
3	SOMMARIO DELLA CROCIERA TRASI05 . . . . .	7
4	MATERIALI E METODI . . . . .	13
4.1	RILIEVO GEODETICO . . . . .	13
4.2	ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI: <i>DATUM</i> E FORMATI RASTER E VETTORIALI . . . . .	14
4.3	NAVIGAZIONE E ACQUISIZIONE . . . . .	16
4.4	LIVELLO LAGO E <i>DATUM</i> BATIMETRICO . . . . .	17
4.5	BATIMETRIA <i>MULTIBEAM</i> E <i>SINGLEBEAM</i> . . . . .	18
4.6	CHIRP SBP . . . . .	19
4.7	SISMICA A RIFLESSIONE MULTICANALE . . . . .	20
4.8	MAGNETOMETRIA . . . . .	22
4.9	CAMPIONAMENTO FONDALI E ANALISI DI LABORATORIO . . . . .	24
4.10	VARIE . . . . .	28
5	RISULTATI E DISCUSSIONE . . . . .	28
5.1	BATIMETRIA . . . . .	28
5.2	CHIRP SBP . . . . .	29
5.3	SISMICA MULTICANALE . . . . .	31
5.4	MAGNETOMETRIA . . . . .	36
5.5	CAMPIONAMENTO DI FONDO . . . . .	38
6	CONCLUSIONI . . . . .	40

# Elenco delle figure

1	Inquadramento geografico e morfologico del Lago Trasimeno. Proiezione Mercatore Trasversa 12E. Topografia da dati SRTM. . . . .	1
2	Linee di navigazione CHIRP e Batimetria. . . . .	4
3	Linee di navigazione Batimetria/magnetometria/SBP. . . . .	8
4	Campionatura di fondo. Rosso: bennate. Blu: carota. . . . .	9
5	Linee sismiche multicanale. . . . .	10
6	CCE M/B ALSEA . . . . .	13
7	M/B ALSEA. Palo di sostegno <i>multibeam</i> . . . . .	16
8	Crociera TRASI-04. <i>offsets</i> strumentali su M/B ALSEA . . . . .	17
9	Livelli Lago Trasimeno Dicembre 2004. la linea rossa sono i valori minimi, quella blu i valori massimi. . . . .	18
10	Livelli Lago Trasimeno Giugno 2005. la linea rossa sono i valori minimi, quella blu i valori massimi. . . . .	18
11	La M/N Grifone della Amm.Provinciale di Perugia. (sinistra): il rullo per il cavo sismico e il compressore. (destra): la sorgente sismica S15 trainata sul lato di dritta; si vede anche la boa di segnalazione fine cavo sismico. . . . .	20
12	<i>offsets</i> strumentali, M/N Grifone. . . . .	21
13	Campo IGRF per Dicembre 2004 (blu) e Giugno 2005 (rosso) [IAGA (2005)]. . . . .	22
14	Dati osservatorio INGV de L'Aquila: Dicembre 2004, in basso e Giugno 2005, in alto. Comunicazione personale Dr. Meloni, INGV Roma [Osservatorio Geomagnetico Aquila]. I riquadri in rosso rappresentano il periodo di acquisizione durante la campagne TRASI-04 e TRASI-05. . . . .	23
15	Benna Van-Veen modificata, vol.5L (sinistra). Carotiere ISMAR SW-104 (destra). . . . .	24
16	Profilo CHIRP. Si vedono i due riflettori e la presenza di gas. . . . .	29
17	Batimetria con acquisizione <i>multibeam</i> . Dati riferiti allo Zero Idrometrico, 257.33m s.l.m.. . . . .	30
18	Esempio di linea migrata tempo. . . . .	31
19	'Top' dell'orizzonte U1 (TWT). . . . .	32
20	Analisi di velocita'. . . . .	33
21	Velocita' intervallari relative all'Orizzonte U1. . . . .	34
22	Velocita' intervallari relative all'Orizzonte B. . . . .	35
23	'Top' dell'orizzonte U1 (m). . . . .	36
24	Dati magnetici (anomalie rispetto a IGRF 2005). Dati corretti con i dati [Osservatorio Geomagnetico Aquila] (INGV, comunicazione personale Dr. Meloni). . . . .	37
25	Bennata con fanerogame . . . . .	38
26	(sinistra): dati analitici sulla carota N.1, superimposti alla immagine RX. Suscettivita' (0-100): rosso; contenuto di acqua : blue, densita' peso secco (0.25-1.25g/cm <sup>-1</sup> : verde. Sono inoltre riportati i dati di <sup>137</sup> Cs e <sup>210</sup> Pb, linee spesse verdi e ciano, rispettivamente. (destra): livelli subcampionati nella carota. . . . .	38
27	Distribuzione della Suscettivita' Magnetica nei campioni superficiali. . . . .	39

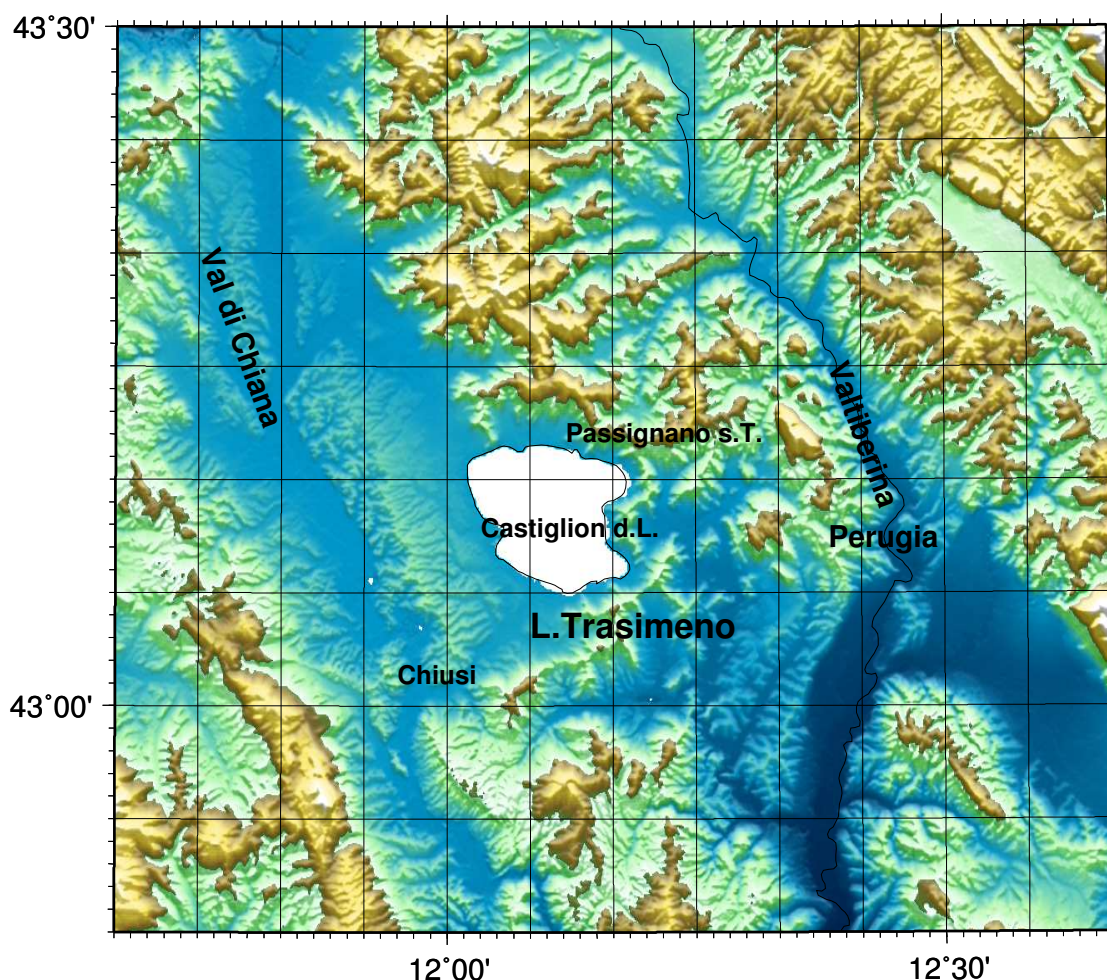
# Elenco delle tabelle

1	Acronimi di Organizzazioni, Produttori e Prodotti . . . . .	i
2	Responsabili Progetto CARG Foglio 310. . . . .	ii
3	Personale Scientifico e tecnico . . . . .	5
4	Personale Scientifico e tecnico . . . . .	11
5	Coordinate dei due siti di riferimento RTK. . . . .	14
6	Parametri di Helmert per la trasformazione WGS84 a Gauss Boaga. . . . .	14
7	<i>offsets</i> di posizionamento (m) sulla M/B ALSEA per PDS-2000. Le direzioni positive sono: X:destra, Y:avanti, Z:alto. Il punto di ZERO offset (0,0) e' localizzato sull'asse del palo che regge la antenna DGPS Antenna. . . . .	17
8	RESON 8125: risultati di calibrazione, CAMPAGNA 2004. . . . .	19
9	Settaggi del sistema CHIRP SBP. . . . .	19
10	Campionamenti Campagna 2005 . . . . .	25

## 1 INTRODUZIONE

Il Lago Trasimeno (Fig.1, perimetro circa 50km, area circa 125km<sup>2</sup>, profondita' media circa 4.5m), e' il quarto lago italiano ed il maggiore della Italia Centrale. E' un lago prevalentemente alluvionale prodotto della tettonica distensiva recente e del ribassamento di settori della Catena Appenninica. La sua fisiografia, almeno per quanto riguarda tempi relativamente recenti, e' controllata da una forte variabilita' del livello del lago, da mettere in relazione diretta con i cambiamenti climatici e con le variazioni annuali ed interannuali della piovosita'.

Il Servizio Geologico della Regione Umbria, con un apposito contratto di Ricerca, ha dato l'incarico all'ISMAR-CNR, Sezione di Bologna, del rilevamento geologico del fondo e sottofondo del lago, finalizzato alla costruzione del Foglio 310, Passignano sul Trasimeno, Programma Nazionale CARG (Cartografia Geologica alla scala 1:50000).



GM 2005 Dec 13 08:55:41 ISMAR-CNR\_t12/1:500000

Figura 1: Inquadramento geografico e morfologico del Lago Trasimeno. Proiezione Mercatore Trasversa 12E. Topografia da dati SRTM.

Nel dicembre 2004 si e' svolta una prima campagna di rilievi (TRASI-04), in cui sono stati raccolti dati:

- di sismica a riflessione CHIRP SBP ad altissima risoluzione,
- di batimetria , *multibeame singlebeam*
- magnetometrici,



con l'obiettivo di mappare il fondo lago e valutare la copertura e dinamica sedimentaria recente ed attuale. E' stato fatto anche un rilievo di sismica a riflessione profonda con 'sparker' adattato per acqua dolce.

Nel giugno 2005 si e' effettuata una seconda campagna (TRASI-05) avendo come obiettivi:

- il completamento della mappatura batimetrica, magnetometrica e CHIRP-SBP
- un campionamento del fondale in superficie e in profondita' per la caratterizzazione granulometrica e fisico-chimica dei sedimenti
- la mappatura del basamento acustico del lago e la geometria di alcuni riflettori principali tramite rilievo sismico a riflessione multicanale (MCS).

## PIANIFICAZIONE

Il lago Trasimeno dal 2001 e' in una situazione di basso livello idrometrico. Pertanto, si e' reso necessario l'utilizzo di una imbarcazione attrezzata per indagini geofisiche a basso pescaggio. La Societa' CCE di Bari ha proposto la M/B Alsea (pescaggio 0.8m), con la quale si sono fatte indagini batimetriche, magnetometriche e SBP. La base operativa e' stata al porto turistico di Passignano.

Per garantire una situazione ottimale per quanto riguarda il posizionamento e il riporto ai *datum* cartografici e batimetrici, si e' pensato di utilizzare un sistema di posizionamento RTK. Pertanto, prima di iniziare i lavori si e' fatto anche un rilievo topografico, a partire da caposaldi IGM95, per ricavare i punti su cui installare la stazione di controllo a terra.

Data la scarsa conoscenza dei fondali, i primi due giorni di rilievo sono stati impegnati per batimetria *multibeam*, specialmente attorno alle isole e ai punti notevoli, tipo pali di segnalazione. L'acquisizione di un DTM e la sua presentazione sul sistema di navigazione e' stata una condizione importante per garantire sicurezza alla nave anche in caso di condizioni meteo avverse con scarsa visibilita'.

Il rilievo batimetrico, SBP e magnetometrico ha impegnato 11 giorni compreso mob/demob. Un giorno nave e' stato impegnato con la M/N Acton per un tentativo di sismica a riflessione con 'sparker'.

Nel Giugno 2005 si e' svolta una campagna per il completamento della acquisizione batimetrica e Chirp SBP, la acquisizione di profili di sismica multicanale, e il campionamento del fondo lago.

Dovendo effettuare il lavoro di batimetria e CHIRP soprattutto nella zona sud del Lago, la base operativa e' stata posta a Castiglione del Lago, presso il C.Velico, che ha gentilmente offerto un posto barca per la M/B Alsea e l'alaggio della stessa, oltre a un rimessaggio per gli strumenti. Per il lavoro di campionamento con benna si e' usata la pilotina del CVC.

La campagna di mappatura e magnetometria con la M/B Alsea ha impiegato 5 giorni compresi di mob/demob. La campagna di sismica multicanale con la M/N Grifone dell'APM di Passignano, ha impegnato 3 giorni compresi di mob/demob. Si sono rese necessarie operazioni di carico e scarico con una gru semovente della societa' La Saetta di Perugia, dato il peso e volume della strumentazione (rullo sismico motorizzato, compressore). La campagna di campionamento e' stata fatta in due giorni operativi.

Alcuni giorni prima delle operazioni in mare si sono resi necessari interventi a Passignano e Castiglione del Lago per ottimizzare la logistica delle operazioni.

---

## 2 SOMMARIO DELLA CROCIERA TRASI-04

NAVE: M/B ALSEA

INIZIO: 2004-12-10 PORTO: PASSIGNANO SUL TRASIMENO

FINE: 2002-12-22 PORTO: PASSIGNANO SUL TRASIMENO

MARE/OCEANO: LAGO TRASIMENO, ITALIA CENTRALE

LIMITI: NORD 43:12 SUD: 43:04 OVEST: 12:00 EST: 12:12

OBBIETTIVI: INVESTIGAZIONI MORFOBATIMETRICHE, MAGNETOMETRICHE E SISMICHE AD ALTISSIMA RISOLUZIONE NEL LAGO TRASIMENO

COORDINAMENTO: ISMAR-Bologna BOLOGNA (ITALIA)

CAPO SPEDIZIONE ISMAR: Giovanni Bortoluzzi (ISMAR-CNR)

CAPO SPEDIZIONE CCE : Alessandro Capruzzi (CCE)

CONTATTO: giovanni.bortoluzzi@ismar.bo.cnr.it

DISCIPLINE: MORFOBATIMETRIA, MAGNETOMETRIA,

SBP, SISMICA A RIFLESSIONE LAVORO FATTO: 240 KM MULTIBEAM/SINGOLO BEAM

180 KM MAGNETOMETRIA, 217 KM SBP,

LOCALIZZAZIONE:

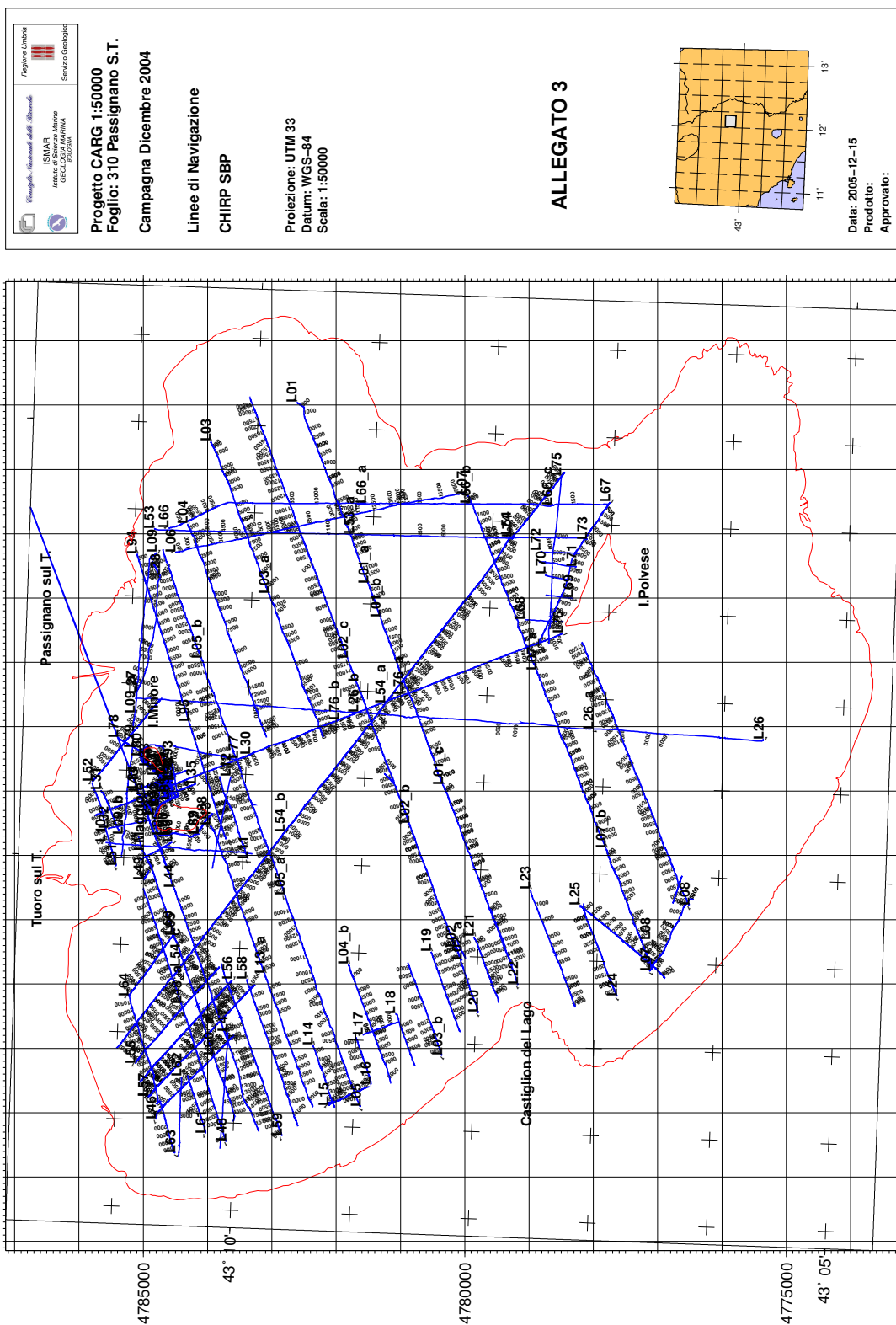


Figura 2: Linee di navigazione CHIRP e Batimetria.

## PERSONALE TECNICO E SCIENTIFICO

NOME	ISTITUTO	POSIZIONE	tel & email & www
Giovanni Bortoluzzi	ISMAR-CNR		G.Bortoluzzi@ismar.cnr.it
Luca Gasperini	ISMAR-CNR		L.Gasperini@ismar.cnr.it
Alessandro Capruzzi	CCE		A.Capruzzi@coastalexploration.com
Stefano Mosticchio	CCE		S.Mosticchio@coastalexploration.com

Tabella 3: Personale Scientifico e tecnico

## DIARIO DELLE OPERAZIONI

- **2004-12-09** Mobilitazione ALSEA, ISMAR Bologna; Installazione Reference Station RTK.
- **2002-12-10**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - 12:30 Alaggio ALSEA, testa girata 35°,
  - 12:30-15:30 test strumentale.
- **2002-12-11**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - 07:00-08:20 Roll Calib. (+31.3) +0.20°
  - 08:30-12:30 MBES, Linee 1,..43
  - 12:55 Ormeaggio in darsena; mobilitazione SBP.
  - 15:00-17:00 TEst SBP
- **2002-12-12** Problema Generatore, stand-by.
- **2002-12-13**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - N.B. MB Draught 0.70
  - 08:00-16:00 MBES (48..52), SBP (L01..L03)
- **2002-12-14**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - Corretto MB Draught 0.80
  - 09:40-16:30 MBES, SBP L04..L05.
- **2002-12-15**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - Spostata stazione RTK sopra imbarcadero,
  - 11:00-15:21 MBES, SBP (51..60) (L06-L07, TRASF-[a-f])
- **2002-12-16**
  - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
  - test SBES draught impostato 0.40, misurato 0.45
  - 07:00-15:00 MBES, SBP (60..96) (L09..L28)

- 
- **2002-12-17**
    - Capruzzi, Mosticchio, Bortoluzzi
    - 07:00-14:30 MBES, SBP (92..127)(L29..L52)
  - **2002-12-18**
    - Capruzzi, Mosticchio
    - 07:30-15:00 MBES,SBP (101,128..146)(L53-L65)
  - **2002-12-19**
    - Capruzzi, Mosticchio
    - 07:30-13:30 MBES,SBP (147..163,...)(L66-L79)
    - 12:25-12:50 RUNLINES Trasimeno isole
  - **2002-12-20**
    - Mosticchio, Strippoli
    - 07:00 Mob DGPS
    - 10:00-14:30 Isole, userline 7..12, SBP (L78-L84)
  - **2002-12-21**
    - Mosticchio, Strippoli
    - 07:00-08:00 Roll\_1\_1, Roll\_1\_1 (+0.2), userline(7,6) pitch (-3.4) userline(7,8) yaw (+6.3), userline(6,6) Time (0) SBP(L94..L95)
    - 12:50 Guasto motore, rientro
  - **2002-12-22** Smobilitazione ALSEA.

### 3 SOMMARIO DELLA CROCIERA TRASIO5

MARE/OCEANO: LAGO TRASIMENO, ITALIA CENTRALE

LIMITI: NORD 43:12 SUD: 43:04 OVEST: 12:00 EST: 12:12

OBBIETTIVI: INVESTIGAZIONI MORFOBATIMETRICHE, MAGNETOMETRICHE E SISMICHE

NEL LAGO TRASIMENO

COORDINAMENTO: ISMAR-Bologna BOLOGNA (ITALIA)

CAPO SPEDIZIONE ISMAR: Luca Gasperini (ISMAR-CNR)

CAPO SPEDIZIONE CCE : Alessandro Capruzzi (CCE)

CONTATTO: giovanni.bortoluzzi@ismar.bo.cnr.it

DISCIPLINE: MORFOBATIMETRIA, MAGNETOMETRIA,

SISMICA A RIFLESSIONE AD ALTA E ALTISSIMA RISOLUZIONE, SEDIMENTOLOGIA

NAVE: PILOTINA CENTRO VELICO CASTIGLIONE DEL LAGO

INIZIO: 2005-06-13 PORTO: CASTIGLIONE DEL LAGO FINE: 2005-06-17 PORTO: CASTIGLIONE DEL LAGO

OBBIETTIVI: CAMPIONATURA DEL LAGO TRASIMENO

LAVORO FATTO: 96 BENNATE, 1 CAROTA SW-104

NAVE: M/B ALSEA

INIZIO: 2005-06-19 PORTO: CASTIGLIONE DEL LAGO FINE: 2005-06-23 PORTO: CASTIGLIONE DEL LAGO

OBBIETTIVI: INVESTIGAZIONI MORFOBATIMETRICHE, MAGNETOMETRICHE E SISMICHE

AD ALTISSIMA RISOLUZIONE NEL LAGO TRASIMENO

LAVORO FATTO: 140 KM MULTIBEAM/SINGOLO BEAM,  
110 KM MAGNETICS, 132 KM SBP

NAVE: M/N GRIFONE

INIZIO: 2005-06-20 PORTO: PASSIGNANO SUL TRASIMENO


FINE: 2005-06-23 PORTO: PASSIGNANO SUL TRASIMENO

OBBIETTIVI: INVESTIGAZIONI SISMICHE MULTICANALE

AD ALTA RISOLUZIONE NEL LAGO TRASIMENO

LAVORO FATTO: 76 KM SISMICA A RIFLESSIONE MULTICANALE

LOCALIZZAZIONE:


**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**  
**Campagna Giugno 2005**

**Linee di navigazione**  
**CHIRP SBP**

Proiezione: UTM 33  
 Datum: WGS-84  
 Scala: 1:50000

**ALLEGATO 3a**

Data: 2005-12-15  
 Prodotto:  
 Approvato:

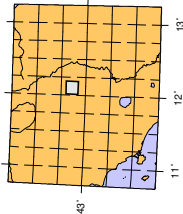
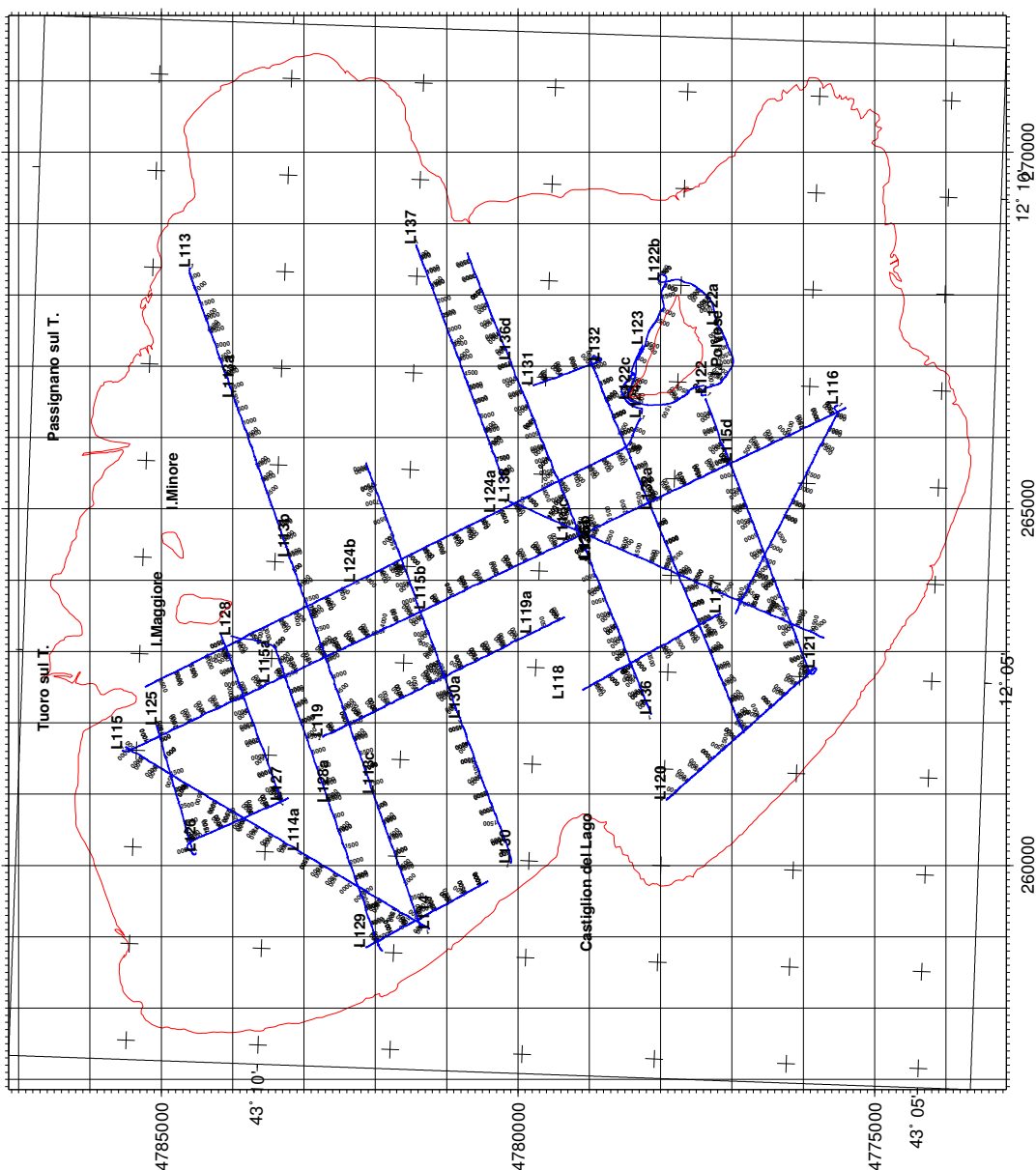
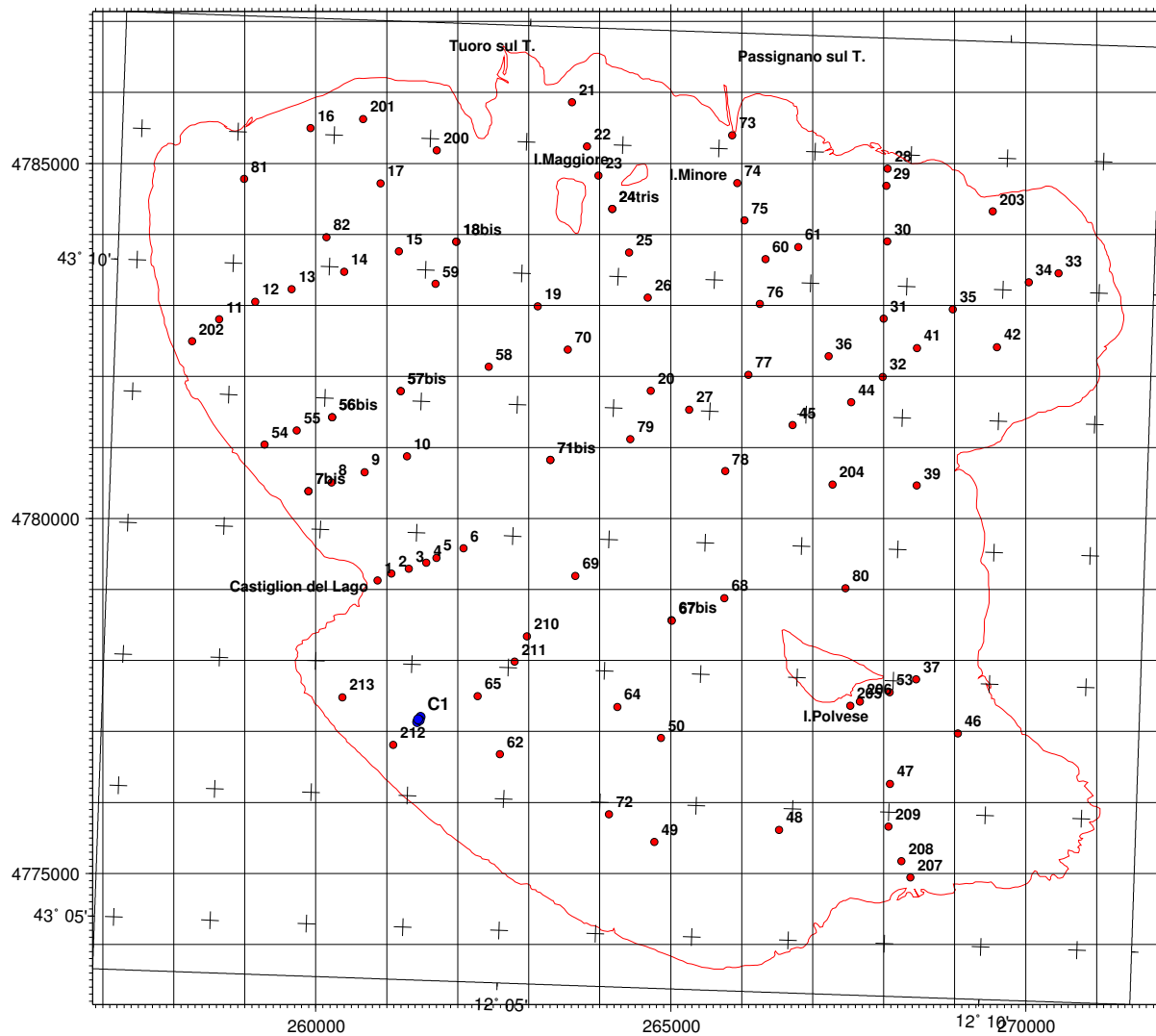



Figura 3: Linee di navigazione Batimetria/magnetometria/SBP.

Figura 4: Campionatura di fondo. Rosso: bennate. Blu: carota.



Consiglio Nazionale delle Ricerche

ISMAR  
Istituto di Scienze Marine  
GEOLOGIA MARINA  
80138/2004

Regione Umbra

Servizio Geologico

**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**

**CAMPAGNA 2005**

**STAZIONI DI CAMPIONATURA**  
**Benne(blu) Carote(rosso)**

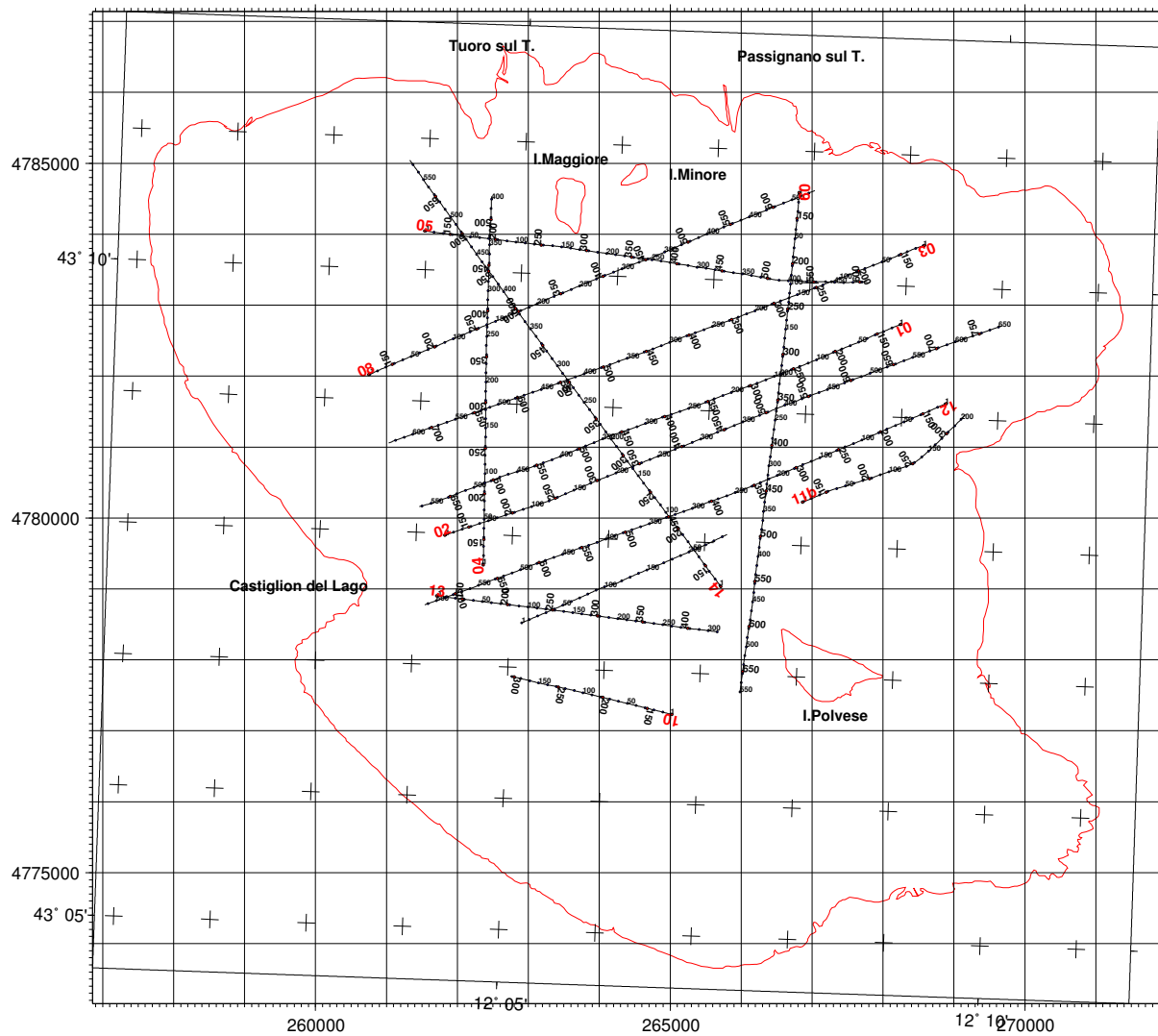
Proiezione: UTM 33  
 Datum: WGS-84  
 Scala: 1:50000





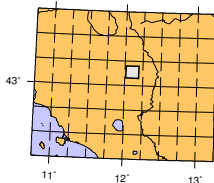
**ALLEGATO 13**

Data: 2005-12-15  
 Prodotto:  
 Approvato:



Figura 5: Linee sismiche multicanale.



 Consiglio Nazionale delle Ricerche	 Regione Umbria	
 ISMAR Istituto di Scienze Marine GEOLOGIA MARINA 1984-2004		 Servizio Geologico
<b>Progetto CARG 1:50000</b> <b>Foglio: 310 Passignano S.T.</b>		
<b>CAMPAGNA 2005</b>		
<b>Linee di Navigazione</b> <b>Sismica Multicanale</b>		
Proiezione: UTM 33 Datum: WGS-84 Scala: 1:50000		
<b>ALLEGATO 4</b>		
		
Data: 2005-12-15 Prodotto: Approvato:		

## PERSONALE TECNICO E SCIENTIFICO

NOME	ISTITUTO	POSIZIONE	tel & email & www
Giovanni Bortoluzzi	ISMAR-CNR		G.Bortoluzzi@ismar.cnr.it
Luca Gasperini	ISMAR-CNR		L.Gasperini@ismar.cnr.it
Marco Ligi	ISMAR-CNR		M.Ligi@ismar.cnr.it
Luca Bellucci	ISMAR-CNR		L.Bellucci@ismar.cnr.it
Alessandro Capruzzi	CCE		A.Capruzzi@coastalexploration.com
Saverio Abbondanza	CCE		
Gianni Cozza	CVC		dream.1@libero.it

Tabella 4: Personale Scientifico e tecnico

## DIARIO DELLE OPERAZIONI

- **2005-06-14** Mobilitazione Campagna Campionamento.
- **2005-06-15** Campionamento Benne con Pilotina CVC.
- **2005-06-16** Campionamento Benne con Pilotina CVC.
- **2005-06-17** Campionamento Carote SW-104.
- **2005-06-19** Mobilitazione a Castiglion del Lago CVC della Campagna Batimetria ,SBP,Magnetometria (BSM). Messa in acqua imbarcazione ALSEA.
- **2002-12-20**  
 Inizio acquisizione campagna BSM:
  - 09:00-11:30 *Startup* progetto
  - 12:00 SVP01 AVG 1488 m/s; *bar check*: SBES *draft* 0.42m, MBES *draft* 0.75m; antenna LANDSTAR DGPS altezza s.l.l. 2.12m
  - 12:50-20:00 MBES 01,02,03,04,05,05a,06,07,08; SBP 101-108
- **2002-12-21** Inizio Campagna sismica MCS:
  - Bortoluzzi, Ligi, gasperini
  - 08:00 Mobilitazione al Cantiere APM Passignano, carico materiali su Nave Grifone,
  - 13:00-18:00 uscita per test strumentazione, acquisizione Linee 01,02,03,04,05.
 Campagna BSM:
  - Capruzzi, Abbondanza, Gasperini
  - 09:30 SVP02 AVG 1488.3
  - 09:40-12:40 MBES,SBP 09,10,11,12
  - 12:50 Scende L.Gasperini, imbarca su Grifone.
  - 13:00 Inizia registrazione magnetometria *layback* 22m DX
  - 13:56-21:00 MBES,SBP 13,14,15,16,17,18,19
- **2002-12-22** Campagna MCS:
  - Gasperini, Bortoluzzi
  - 08:00-17:00 Acquisizione Linee 08,09,10,11,11b,12,13,14.
  - 17:30-21:00 Smobilitazione

---

Campagna BSM:

- Capruzzi, Abbondanza
- 10:40-10:55 Calibrazione MBES Time Delay (hdg 285-4kn), pitch01 (hdg 105-2kn), pitch02 (hdg 285-2kn), yaw01 (hdg 105-2kn),
- 11:10-18:56 MBES,SBP 20,21,22,23,24,25,26,267,28,29,30
- 19:00 SVP03 1489 m/s
- 19:10-19:19 Calibrazione Roll 01 (hdg 300-2kn), Roll 02 (hdg 120-2kn)
- 19:20-21:00 MBES, SBP 31,32

• **2002-12-23**

Campagna BSM:

- Capruzzi, Abbondanza
- 11:00-14:00 SBP 33,34
- 14:01 SBP, CALIB\_SBP, piastra a -3m
- Fine Rilievo
- 15:00-20:00 Smobilitazione, alaggio ALSEA

## 4 MATERIALI E METODI

I dati batimetrici, magnetometrici e CHIRP SBP sono stati raccolti con la M/B ALSEA (lunghezza 6m), di proprietà e operata da CCE (Fig.6). L'imbarcazione è normalmente impegnata per indagini batimetriche con multibeam e singolo beam, doppia frequenza, oltre a Side Scan Sonar, SBP e magnetometria. Il posizionamento può essere RTK (risoluzione subdecimetrica) e DGPS con stazione trasmittente via UHF oppure telefono, o DGPS (risoluzione sub-metrica) con trasmissione RTCM satellitare oppure GSM.

Il rilievo sismico multicanale è stato fatto con la M/N Grifone della Amministrazione Provinciale di Perugia. La nave è stata completamente attrezzata con strumentazione ISMAR (energizzazione e ricezione sismica e navigazione con posizionamento DGPS)

La campagna di campionamento è stata fatta con una pilotina del Centro Velico di Castiglione del Lago, attrezzata con sistema di navigazione e ricevitore GPS ISMAR.

Prima e durante la campagna TRASI-04 sono stati fatti rilievi geodetici finalizzati al posizionamento di una stazione di riferimento RTK.

Premilinarmente ai rilievi si è cercato di ottenere una copertura batimetrica di sicurezza attorno alle isole e di posizionare le strutture emergenti dall'acqua, per prevenire problemi in caso di maltempo o mancanza di visibilità.



Figura 6: CCE M/B ALSEA

### 4.1 RILIEVO GEODETICO

Sono state installate due basi RTK in cui si è posizionato un ricevitore ASHTECH AQUARIUS con trasmissione dati UHF. La prima è stata posizionata sul tetto dell'Hotel La Darsena in località S.Donato, mentre la seconda è stata installata sul terrazzo prospiciente il lago in una abitazione privata sita nel paese all'incirca in corrispondenza dell'imbarcadero. Le coordinate delle basi (vedi Tab.5) sono state calcolate tramite posizionamento RTK con la stazione di riferimento sul sito IGM95 N.122702 (Passignano Est).

Durante il rilievo 2004 si è avuto cura di valutare le zone prive del segnale RTK. La parte S del lago non è stata generalmente coperta in continuità, come anche le zone occidentali della Isola Maggiore. Nei casi di mancanza di correzione RTK è stata usata la correzione DGPS (salvo sua

WGS84/IGM95 LON-LAT-H	INIZIO	FINE	DOVE	IGM95
12:09:37.65225 43:10:59.66122 319.143	2004-12-10	2004-12-14	H.Darsena	122702
12:08:14.95916 43:11:00.27875 329.378	2004-12-15	2004-12-22	Sopra Imbarcadero	122702

Tabella 5: Coordinate dei due siti di riferimento RTK.

mancanza in poche zone, specialmente nella parte S e SO, in cui e' stato presente il solo segnale GPS). Il rilievo 2005 e' stato fatto interamente in modalita' DGPS Landstar.

## 4.2 ACQUISIZIONE E RESTITUZIONE DATI: DATUM E FORMATI RASTER E VETTORIALI

Le linee per la informatizzazione dei prodotti CARG sono definite in diverse pubblicazioni del Servizio Geologico Nazionale (ora APAT), fra cui [Spaziani et al.(1995), Cosci et al.(1996), Cara et al.(1995), Artioli et al.(1997)]. Nel dibattito recente in ambito Nazionale e Regionale per la definizione di **standards** cartografici, sono anche state definite alcune linee guida per la acquisizione di dati **ra**ster e vettoriali e la loro gestione in forma digitale [INTESAGIS-WG03 (2001)].

Per questo lavoro, si e' convenuto di

- A acquisire i dati nel sistema WGS84-ETRS89[EUREF]; il posizionamento GPS piu' accurato, in modalita' RTK, e' stato fatto utilizzando capisaldi della rete IGMI IGM95, il che definisce di conseguenza l'epoca EUREF;
- B rappresentare i dati planimetrici nei *datum* WGS84 e nazionale Roma 40, in coordinate geografiche e di proiezione (UTM33 e Gauss-Boaga Est),
- C fornire le mappe di lavoro nella proiezione UTM33, *datum* WGS84, alla scala 1:50000 e 1:25000 Originali di Autore (OA), in un taglio geografico alla risoluzione DD:MM:SS per gli OA oppure DD:MM per l'inquadramento nel formato del foglio (20' x 12')
- D fornire i dati altimetrici degli orizzonti sismici e batimetrici sul Livello Medio Mare relativamente allo zero idrometrico di S.Savino di 257.33m,
- E fornire i dati digitali per quanto e' possibile in formati aperti **human-readable** nella codifica ASCII, fra cui ad esempio (a) punti, linee, aree e **ra**ster rappresentati da serie di triplette x(lon),y(lat),z, con l'aggiunta di dati temporali (nella codifica [ISO-8601]) e attributi vari, (b) a scelta fra vari formati in [INTESAGIS-WG03 (2001)], oppure (c) a scelta fra formati documentati e di pubblico dominio, e utilizzabili da pacchetti software non proprietari,
- F fornire i dati geofisici (CHIRP e Multicanale) nei formati documentati XTF e [SEG-Y]; fornire le sezioni CHIRP su immagini formato BMP o TIFF (eventualmente georeferenziate nel formato **geotiff**,
- G concordare con il Servizio Geologico, sentito anche il Servizio Cartografico dell'Umbria, altre rappresentazioni e conversioni di coordinate o *datum*, ai fini di mappatura cartografica o gestione in Banche Dati.

Per quanto riguarda il punto B, si propone l'utilizzo di una trasformazione 3-D di Helmert(Bursa-Wolfe) a 7 parametri [POSC (2005)], utilizzando una media di insiemi di parametri relativi a punti geodetici IGMI del rilievo IGM95 (ETRS89/EUREF).

		Tx	70.185	Rx	0.672
		Ty	15.815	Ry	-2.297
K	30.45	Tz	-54.94	Rz	-0.608

Tabella 6: Parametri di Helmert per la trasformazione WGS84 a Gauss Boaga.

Usando la trasformazione con i parametri di Tab.6 si e' verificato il risultato su alcuni punti della rete IGM95 attorno al lago, e si e' valutato un errore medio di circa 0.2-0.25 m (x,y), ampiamente accettabile sia per il rilievo di dettaglio che per la produzione cartografica finale.

Dovendo gestire le trasformazioni da WGS84 a ED50, secondo quanto stabilito dalle linee guida CARG, che richiede come cartografia di base la tavoletta IGMI 1:500000, orientamento ED50, sara' necessario determinare i 7 parametri con capisaldi IGM95, oppure utilizzare metodologie di cambio di orientamento comunque in grado di garantire la precisione richiesta (perlomeno entro i 0.2mm di graficismo).

Nell'ambito del lavoro e' prevista produzione di dati vettoriali e digitali. I primi potranno essere di diretta produzione oppure derivati da dati *raster*.

La tipologia dei dati vettoriali e' la seguente:

- linee a contorni batimetriche
- linee a contorni di orizzonti sismici SBP e sismica multicanale
- linee a contorni di dati *raster* particolari (magnetometria, suscettivita' magnetica, etc)
- linee aperte o chiuse
- punti labellati , con attributi alfanumerici

La tipologia dei dati *raster* e' la seguente:

- DTM batimetrico
- DTM spessori di orizzonti sismici SBP e sismica multicanale
- DTM di altri parametri (magnetometria, suscettivita' magnetica, etc)

I dati vettoriali e *raster* saranno forniti in uno qualunque dei formati considerati standard, in accordo con il Servizio Geologico, fra cui il formato ASCII, il formato ESRI SHAPE, ESRI ASCII grid, il formato DXF, il formato etc.

Per completezza del lavoro i dati saranno prodotti con coordinate geografiche, UTM33 e Gauss-Boaga fuso Est. La trasformazione geografiche/proiezione verra' effettuata con il *software* ISMAR [Ligi e Bortoluzzi (1989)] e verificata con il *software* PROJ [Evenden (1990)].

### 4.3 NAVIGAZIONE E ACQUISIZIONE

la M/B Alsea e' stata equipaggiata per acquisizione dati e navigazione con il *software* RESON PDS-2000. Due Workstations sono state predisposte per (a) acquisizione batimetria (single-beam e multibeam) e navigazione con ausilio al pilota; i dati di navigazione sono stati passati alla terza workstation di acquisizione CHIRP-SBP; e (b) acquisizione della magnetometria. I sensori di navigazione sono stati :

- TSS DMS2-05 MRU
- SG-BROWN Meridian Surveyor
- UHF mobile RTK/DGPS ASHTECH's AQUARIUS,

Il sonar RESON 8125 e' stato installato a prua tramite un palo di acciaio incernierato su una struttura legata strettamente alla imbarcazione (Fig.7).



Figura 7: M/B ALSEA. Palo di sostegno *multibeam*.

Il sensore Magnetometro e' stato trainato ad una distanza di 20 m a poppavia, sul lato di dritta. Il sensore SBP e' stato fissato con corde alla parte verso prua della murata di sinistra, in modo che mantenesse un affondamento di circa 30 cm.

Gli *offsets* strumentali sono presentati in Fig. 8 e in Tab. 7

OFFSET	ACROSS X	ALONG Y	HEIGHT Z
Zero Offset	0.00	0.00	0.00
ANTENNA-DGPS	0.0	0.00	0.00
ANTENNA-RTK	-0.58	-1.37	2.08
MULTIBEAM	-1.10	3.40	-0.60
MRU	-1.10	2.50	-0.30
GYRO	-0.95	2.50	-0.30
ADCP	0.10	-0.15	-0.40
Chirp II Layback	-2.60	0.00	1.55
SSS Layback	-2.50	-1.30	1.95
MAGNETOMETER	-2.50	-21.37	0.00

Tabella 7: *offsets* di posizionamento (m) sulla M/B ALSEA per PDS-2000. Le direzioni positive sono: X:destra, Y:avanti, Z:alto. Il punto di ZERO offset (0,0) e' localizzato sull'asse del palo che regge la antenna DGPS Antenna.

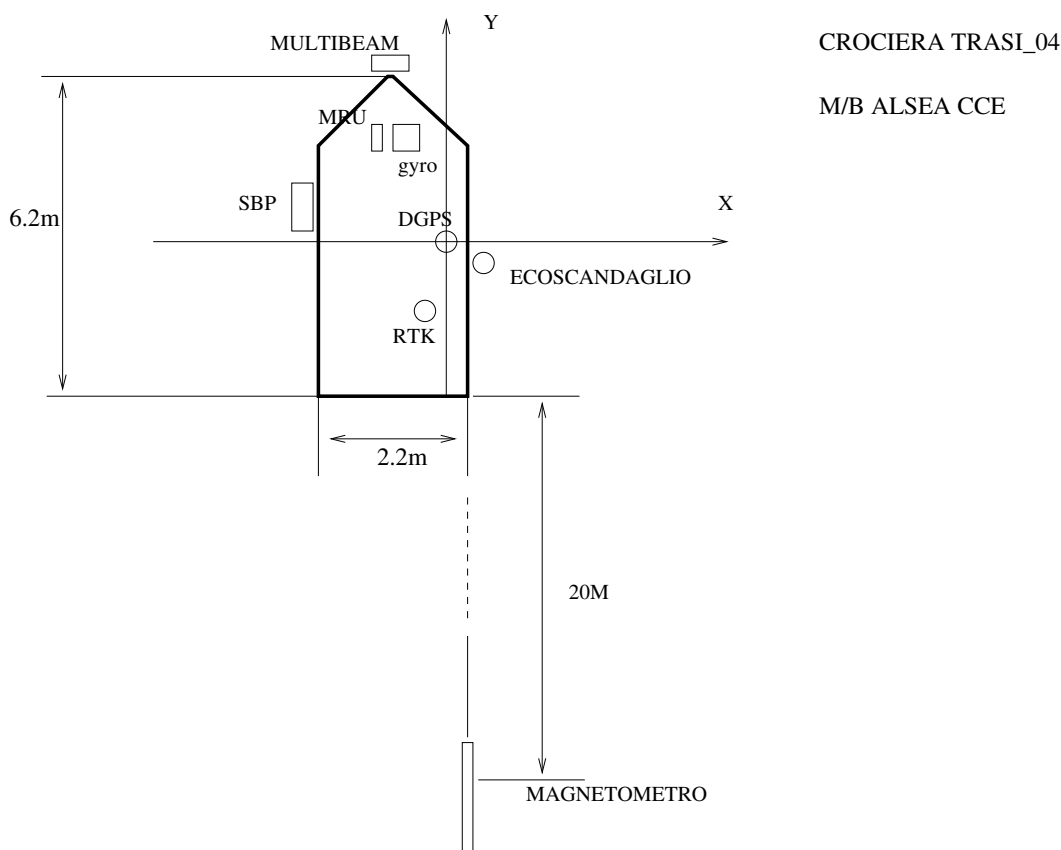


Figura 8: Crociera TRASL-04. *offsets* strumentali su M/B ALSEA

#### 4.4 LIVELLO LAGO E DATUM BATIMETRICO

Il livello lago durante la campagna dicembre 2004 e' variato da a -1.38 m a -1.28 m sullo zero idrometrico (257.33 s.l.m.) . La fig.9 mostra il livello del lago durante il mese di dicembre 2004.



### Livelli Lago Trasimeno 257.33

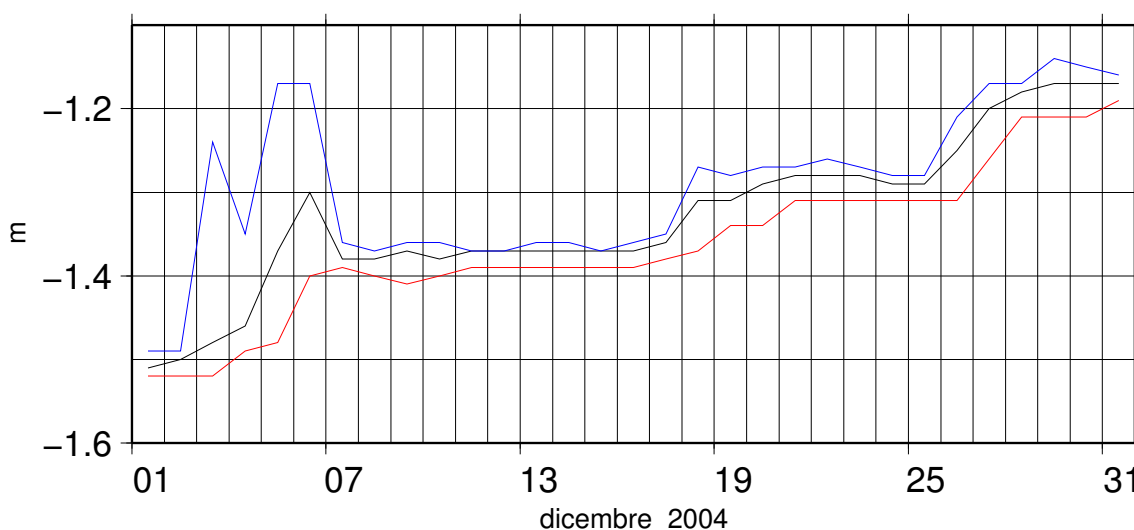


Figura 9: Livelli Lago Trasimeno Dicembre 2004. la linea rossa sono i valori minimi, quella blu i valori massimi.

Il livello lago durante la campagna giugno 2005 e' variato da a -1.15 m a -1.13 m sullo zero idrometrico (257.33 s.l.m.) . La fig.10 mostra il livello del lago durante il mese di giugno 2005.

### Livelli Lago Trasimeno 257.33

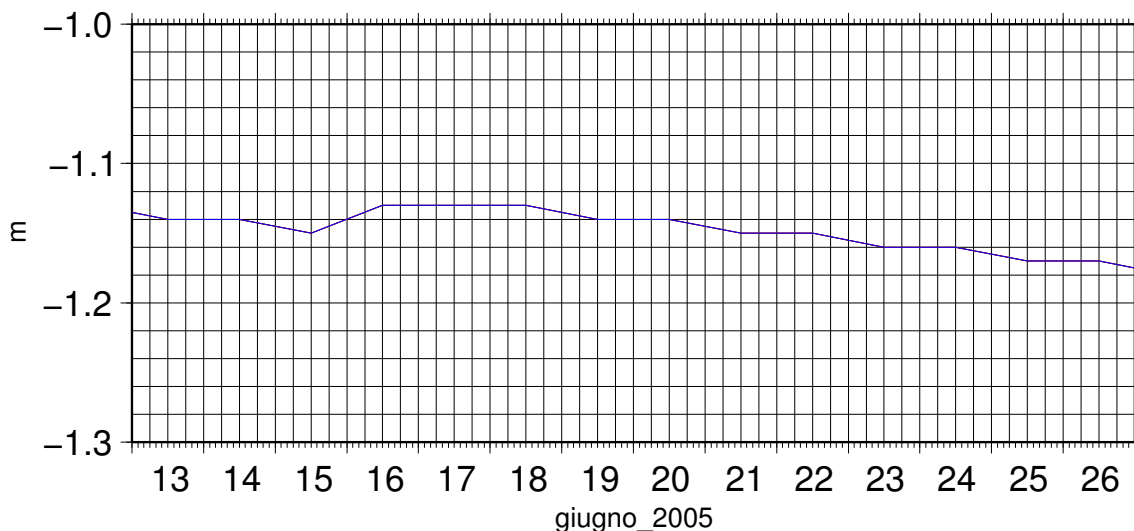


Figura 10: Livelli Lago Trasimeno Giugno 2005. la linea rossa sono i valori minimi, quella blu i valori massimi.

#### 4.5 BATIMETRIA MULTIBEAM E SINGLEBEAM

E' stato usato il sistema *multibeam* RESON 8125, 400 Khz, 240 beam a 0.5°beams, 120° di apertura. I dati sonar sono stati raccolti dalla workstation di navigazione PDS-2000 interfacciata ai sensori di posizionamento ed assetto e al processore P1 Reson del sonar. I dati multibeam hanno generato DTM in tempo reale a risoluzione variabile fra 0.5 e 5 m. Tali DTM si sono rivelati indispensabili per prevenire possibili incidenti per incaglio della imbarcazione e in caso di difficili condizioni di visibilita'. Infatti, la prima uscita nel lago e' stata fatta per generare i DTM

alla minima profondita' attorno alle isole e agli ostacoli alla navigazione presenti nel lago (pali, segnalatori, sistemi di pesca etc.). A causa della acqua molto bassa e per poter avere da subito una buona immagine batimetrica attorno alle isole, la testa del sonar e' stata ruotata di 35° sulla sinistra.

Assieme al *multibeam* sono stati utilizzati due ecoscandagli idrografici a 210kHz e 33kHz. Entrambi sono stati acquisiti con il *software* di navigazione PDS-2000.

### VELOCITA' DEL SUONO

Durante la campagna dicembre 2004 si sono misurati valori medi di 1442 m/sec  $\pm$  2m/s; Durante la campagna 2005 si sono misurati valori medi di 1489 m/sec  $\pm$  2m/s.

I dati su profilo di velocita' del suono sono stati ottenuti con una sonda NAVITRONIC Mod. SVP-15 e utilizzati dal sistema di acquisizione PDS-2000. Una sonda CTD SBE sul sensore MBES ha provveduto una misura continua della SV direttamente nella console di acquisizione del MBES.

### CALIBRAZIONE

Sono stati acquisite diverse linee per la calibrazione totale del sistema. Una calibrazione di 'roll' ha permesso di impostare da subito un valore accettabile.

8125	TRASL_04
roll offset	0.2 °
pitch offset	-3.4 °
heading offset	6.3 °
time delay	0.0 s

Tabella 8: RESON 8125: risultati di calibrazione, CAMPAGNA 2004.

## 4.6 CHIRP SBP

E' stato usato il sistema BENTHOS CHIRP-II, 3.5-12 KHz SBP. I dati sono stati acquisiti da una workstation con il software SWAN-PRO di Communication Technology. I dati sono stati registrati nel formato XTF e successivamente trasformati a SEG-Y con il *software* TRITONELICS *xtf2segy*. I dati di posizionamento sono stati forniti al sistema come posizione antenna dal PDS-2000 (UTM32). Le impostazioni strumentali sono riportate in Tab.9.

Numero Campioni	8192
Intervallo di campionamento	31 $\mu$ s
Lunghezza di traccia	250 ms °
Intervallo di sparo	250ms

Tabella 9: Settaggi del sistema CHIRP SBP.

### Elaborazione dei dati

Per l'elaborazione dei dati Chirp e' stato utilizzato il pacchetto SEISPRO [Gasperini and Stanghellini(2005)], sviluppato presso ISMAR-Bologna.

E' stata applicata la seguente sequenza di elaborazione:

- SEG-Y-read
- Time-windowing
- Time variant gain
- linear gain
- variable density (256 gray levels) display

## 4.7 SISMICA A RIFLESSIONE MULTICANALE

Si e' usata una tecnica convenzionale di acquisizione ed elaborazione di sismica a riflessione multicanale [Claerbout (2000), Scales(2005)].

Sulla M/N Grifone (Fig.11) e' stato usato un cavo di ricezione TELEDYNE Mod. 29500 a 8 canali, intertraccia 25m, lunghezza totale sezione attiva 200m, piu' circa 100 di cavo di traino. Le sezioni sono state svuotate dell'olio isoparaffinico ISOPAR e riempite con olio vegetale (soia) per evitare problemi ambientali in caso di sversamento. La sorgente sismica e' stata un **water-gun** SODERA-SSI Modello S-15 di 0.24L di volume, trainato a 10m a poppavia sul lato destro, con immersione di circa 0.5m, comandata da un impulso proveniente dal sistema di sincronizzazione sismico ISMAR Bologna [Masini e Ligi (1995)]. La distanza scoppio-ricevitore e' stata di 75m. Gli *offsets* strumentali sono riportati in Fig.12. I dati di navigazione per ogni scoppio sono stati utilizzati per il riporto a CDP (con *shift* di 262.5 m dalla posizione dello scoppio iniziale, cioe' 21 volte la distanza di scoppio).



Figura 11: La M/N Grifone della Amm.Provinciale di Perugia. (sinistra): il rullo per il cavo sismico e il compressore. (destra): la sorgente sismica S15 trainata sul lato di dritta; si vede anche la boa di segnalazione fine cavo sismico.

Un compressore BAUER motorizzato Diesel con capacita' 500 L/Minuto a 350 Bar su un pacco bombole di 50L con riduttore 0-210Bar ha fornito l'aria alla sorgente sismica con una pressione di esercizio variabile fra 120-170 Bar.

La distanza di sparo ogni 12.25m, e' stata comandata dal sistema di posizionamento NAVPRO (DGPS Trimble ), mediante un impulso su una porta PC ad una 'fix-box', che ha convertito il livello RS-232 a TTL e chiusura di contatti per l'invio al sistema di sincronizzazione. La copertura di 800% e' stata ottenuta ad una velocita' di rilievo di circa 3-4 Kn.

I dati sono stati registrati su un sistema OYO-GEOMETRICS STRATAVISOR, con passo di campionamento 0.5msec e lunghezza 6 secondi. I dati su nastro magnetico (DAT 4mm) nel formato SEG-D sono stati convertiti a SEG-Y su disco.

La sequenza di processing con il pacchetto DISCO/FOCUS PARADIGM fino alla migrazione tempo e' stata la seguente:

- conversione a SEG-Y e immissione nel database sismico,
- 'edit' di scoppio e traccia, filtraggio TAU/PI, 'plot' 'near-trace',
- 'sort' e 'brute-stack'

- analisi di velocità
- CDP
- migrazione tempo alle differenze finite

Le sezioni CDP sono state plottate in formato A4/A3 e sono state usate per la digitalizzazione del basamento acustico [Bortoluzzi e Ligi(1986)] e altri riflettori. Un semplice 'script' software PERL ha generato i file xyz (lon,lat,TWT) per ogni linea, in coordinate CDP, che sono stati utilizzati per la generazione del DTM del basamento acustico.

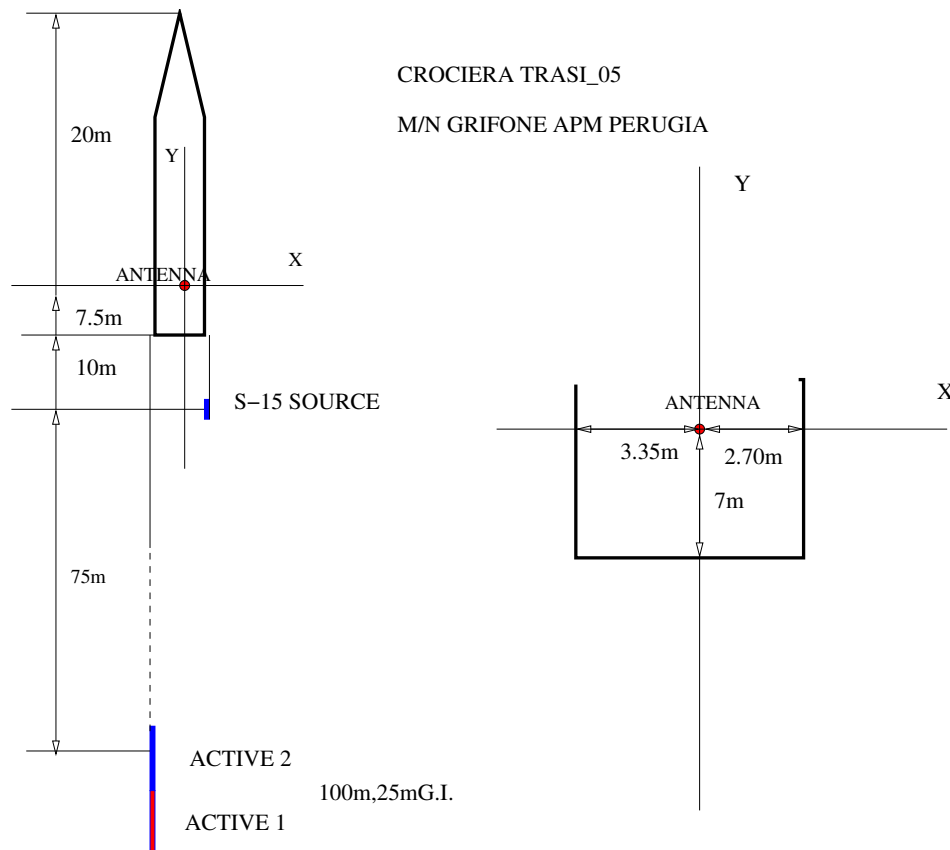


Figura 12: *offsets*strumentali, M/N Grifone.

## PROCEDURE DI MAPPATURA IN TEMPI DOPPI E METRI

La mappatura dei dati sismici TWT e' stata fatta con il pacchetto GMT, utilizzando il programma **surface**, algoritmo di regolarizzazione continuo, e mascherando i dati esternamente all'insieme acquisito. Le griglie regolari NETCDF sono state utilizzate, tramite operazioni matematiche con il programma **grdmath**, per generare gli spessori in m moltiplicandole per le griglie regolari dei valori dimezzati delle velocità intervallari RMS per gli orizzonti considerati.

Per ogni orizzonte *orr*

$$\frac{[V]_{orr}}{2} = [VT]_{orr}$$

e quindi

$$[TWT]_{orr}[VT]_{orr} = [M]_{orr}$$

con V velocità RMS TWT, VT velocità RMS dimezzata, TWT spessori in tempi doppi (s) e M spessori in m.

La procedura creata interviene in maniera totalmente automatica sui files DISCO contenenti i dati di velocità determinati tramite **picking** manuale con il programma FOCUS, generando le velocità intervallari per ogni CDP considerato e le griglie regolari delle stesse.

## 4.8 MAGNETOMETRIA

E' stato usato il magnetometro Mod.SeaSpy della MARINE MAGNETICS. Il sensore e' stato trainato a 20m a poppavia della imbarcazione, sul lato destro. I dati sono stati raccolti ad 1Hz da un computer con il sistema PDS-2000.

Sono stati applicati i seguenti passi di elaborazione:

- esportazione dei dati in formati ASCII, con campo totale, data/ora e dati di navigazione;
- trasporto polare per ricavare la posizione del sensore e filtraggio;
- calcolo delle anomalie rispetto a IGRF 2005 [IAGA (2005)]
- correzione con i dati dell'Osservatorio geomagnetico INGV de L'Aquila;
- generazione di griglie regolari e loro rappresentazione in mappa

Il calcolo delle anomalie IGRF e' stato fatto generando griglie regolari a passo 0.25nm (circa 400m), centrate nel centro lago, per i periodi di dicembre 2004 e giugno 2005 (Fig.13), utilizzando il programma `igrf10` di [IAGA (2005)] (i coefficienti per gli anni 2005-2010 sono predittivi). Tali griglie regolari sono state campionate per ogni punto, ottenendo il campo IGRF, che, sottratto al valore misurato, ha fornito la anomalia in nT. I dati sono stati corretti infine per confronto con i dati dell'Osservatorio INGV de L'Aquila (vedi Fig.14).

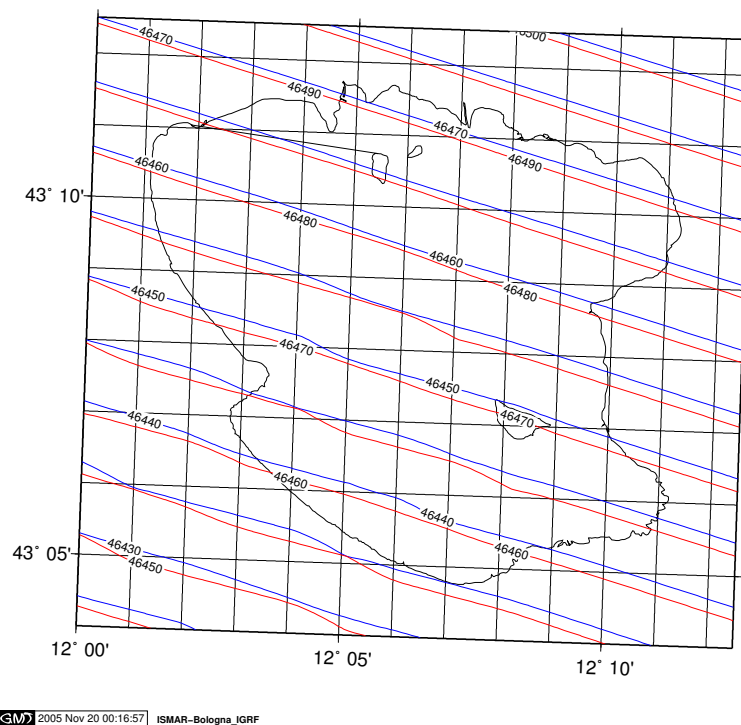


Figura 13: Campo IGRF per Dicembre 2004(blu) e Giugno 2005 (rosso) [IAGA (2005)].

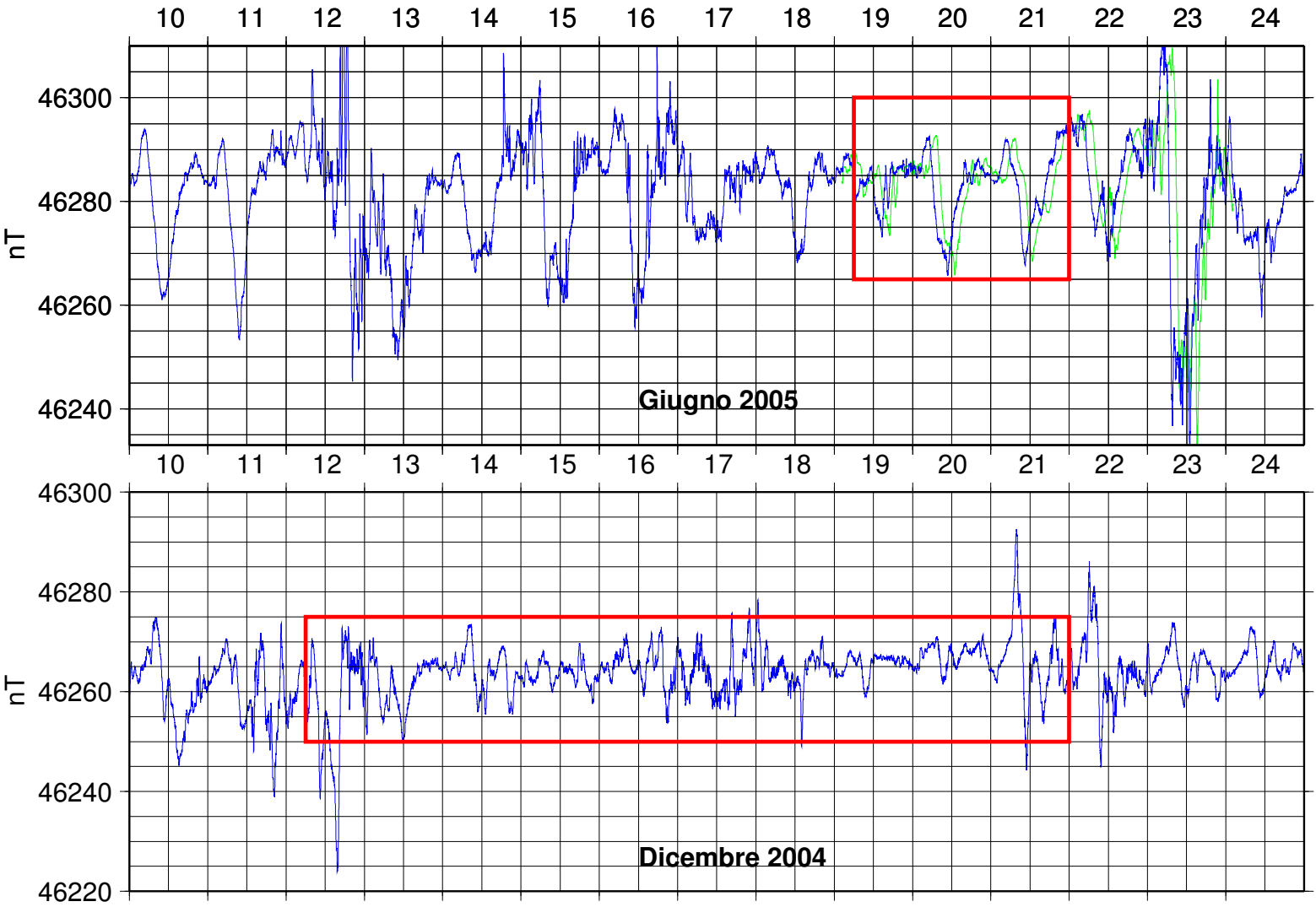


Figura 14: Dati osservatorio INGV de L'Aquila: Dicembre 2004, in basso e Giugno 2005, in alto. Comunicazione personale Dr. Meloni, INGV Roma [Osservatorio Geomagnetico Aquila]. I riquadri in rosso rappresentano il periodo di acquisizione durante la campagne TRASI-04 e TRASI-05.

## 4.9 CAMPIONAMENTO FONDALI E ANALISI DI LABORATORIO

Il fondo lago e' stato campionato con una benna Mod.Van-Venn di 5L e con un carotiere Mod.SW-104 [Magagnoli A. and Mengoli M. (1995)] (Fig.15), in grado di preservare l'interfaccia acqua/sedimento e permettere, quindi, subcampionamenti ed analisi a livello anche sub-centimetrico. La Tabella 4.9 mostra i dati di posizionamento dei campioni raccolti.

I campioni di benna sono conservati in frigorifero a  $-17^{\circ}$ .

La carota raccolta nella parte SO del lago, e' stata radiografata ed estrusa (ogni 1 cm fino a profondita' 10cm, ogni 2cm fino a profondita' 20cm, ogni 3 cm fino a profondita' -53cm). I campioni sono stati disidratati ed utilizzati per analisi radiometriche (radionuclidi artificiali e naturali a vita breve, fra cui  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^7\text{Be}$ ).



Figura 15: Benna Van-Veen modificata, vol.5L (sinistra). Carotiere ISMAR SW-104 (destra).

### SUSCETTIVITA' MAGNETICA

La suscettivita' magnetica  $\chi = M/H$ , dove  $M$  e' la magnetizzazione e  $H$  il campo applicato, misura il grado di magnetizzazione in un materiale in corrispondenza di un campo magnetico, e puo' essere usata per correlazioni stratigrafiche e determinazione di province mineralogiche. Note  $\chi$  (adimensionale) e la densita', e' possibile determinare la suscettivita' di massa.

I minerali possono essere

- diamagnetici ( $\chi \ll 0$ ),
- paramagnetici ( $\chi \gg 0$ ) ad esempio Fe e Ni,
- ferromagnetici ( $\chi \gg \gg \gg 0$ ) ad esempio (a) ossidi di Fe, come magnetite, ematite, ilmenite, maglemite, (b) idrossidi di Fe come limonite e goethite, e (c) zolfo, come la pirite.

I campioni di benna (volume 8cc di materiale umido) sono stati analizzati tramite Suscettivimetro Bartington Mod.2G.

La carota intera e' stata analizzata con il sistema automatico ISMAR SAAS-1 [Masini L. (2001)], con anello ad induzione Bartington di 12.5 cm di diametro a passo 1cm e lettura ogni 10 s. I dati di  $\chi$  sono stati corretti per il diametro sensore e spessore di sedimento, ripuliti da 'spikes', filtrati e plottati vs. profondita'. Si tenuto conto sia del fondo che della deriva dello strumento, per i quali ogni misura e' stata poi corretta, eseguendo alcune letture a vuoto sia prima che dopo la scansione.

Tabella 10: Campionamenti Campagna 2005. SW=Carota SW-104;B=Bennate. Long., lat. espresse come DDMMSS.xxx

LONG	LAT	SIGLA	DATA	ORA
120406.422	430636.119	SW-01	17-06-2005	14:13:16
120336.722	430737.619	B1	15-06-2005	16:43:37
120345.242	430741.039	B2	15-06-2005	16:50:24
120355.982	430743.439	B3	15-06-2005	16:53:59
120406.782	430746.439	B4	15-06-2005	16:57:00
120413.022	430748.839	B5	15-06-2005	16:59:22
120429.522	430753.639	B6	15-06-2005	17:12:55
120251.842	430817.280	B7	15-06-2005	17:25:10
120251.782	430817.280	B7bis	15-06-2005	17:26:41
120306.002	430821.539	B8	15-06-2005	17:30:09
120326.342	430826.819	B9	15-06-2005	17:33:34
120352.322	430834.679	B10	15-06-2005	17:37:58
120223.462	430837.800	B54	15-06-2005	17:50:47
120243.142	430844.699	B55	15-06-2005	17:55:01
120304.862	430851.359	B56	15-06-2005	17:58:43
120304.922	430851.359	B56bis	15-06-2005	18:00:02
120346.982	430904.379	B57	15-06-2005	18:06:29
120347.042	430904.379	B57bis	15-06-2005	18:07:28
120441.282	430916.799	B58	15-06-2005	18:15:19
120530.242	430925.859	B70	15-06-2005	18:24:51
120618.962	430950.939	B26	15-06-2005	18:32:27
120606.362	431011.099	B25	15-06-2005	18:37:08
120554.842	431030.719	B24	15-06-2005	18:41:09
120554.842	431030.779	B24tris	15-06-2005	18:43:21
120545.602	431045.719	B23	15-06-2005	18:47:35
120537.802	431058.859	B22	15-06-2005	18:51:28
120527.482	431118.839	B21	15-06-2005	19:01:03
120404.322	431054.719	B200	15-06-2005	19:15:48
120317.702	431107.799	B201	15-06-2005	19:23:26
120245.182	431102.880	B16	15-06-2005	19:28:32
120204.862	431038.519	B81	15-06-2005	19:35:41
120329.882	431038.759	B17	15-06-2005	19:46:08
120257.422	431013.319	B82	15-06-2005	19:55:24
120152.442	430934.140	B11	15-06-2005	20:08:37
120136.002	430923.700	B202	15-06-2005	20:14:57
120214.462	430942.719	B12	15-06-2005	20:21:35
120236.842	430949.019	B13	15-06-2005	20:24:50
120309.182	430957.779	B14	15-06-2005	20:29:21
120342.842	431007.979	B15	15-06-2005	20:34:31
120406.362	430953.879	B59	15-06-2005	20:40:03
120418.482	431013.379	B18	15-06-2005	20:48:15
120418.482	431013.319	B18bis	15-06-2005	20:49:24
120510.562	430945.119	B19	15-06-2005	20:57:22
120521.782	430835.279	B71	16-06-2005	10:26:17
120521.722	430835.339	B71bis	16-06-2005	10:27:14
120611.162	430846.079	B79	16-06-2005	10:34:31
120647.222	430900.479	B27	16-06-2005	10:40:32
120622.802	430908.459	B20	16-06-2005	10:49:40
120723.222	430917.279	B77	16-06-2005	10:58:18
120728.862	430949.739	B76	16-06-2005	11:04:29
120731.382	431010.319	B60	16-06-2005	11:09:27
120751.542	431016.319	B61	16-06-2005	11:14:03



120717.583	431027.659	B75	16-06-2005	11:19:43
120712.242	431044.579	B74	16-06-2005	11:26:16
120708.042	431106.239	B73	16-06-2005	11:33:41
120845.662	431053.399	B28	16-06-2005	11:51:39
120845.243	431045.599	B29	16-06-2005	12:14:37
120846.922	431020.219	B30	16-06-2005	12:19:30
120951.962	431035.579	B203	16-06-2005	12:28:54
121034.323	431008.339	B33	16-06-2005	12:36:13
121015.902	431003.839	B34	16-06-2005	12:43:38
120929.223	430950.339	B35	16-06-2005	12:50:59
120957.603	430933.719	B42	16-06-2005	12:58:05
120907.682	430932.099	B41	16-06-2005	13:06:38
120846.262	430945.059	B31	16-06-2005	13:12:44
120812.782	430926.999	B36	16-06-2005	13:18:59
120846.922	430918.419	B32	16-06-2005	13:30:21
120827.963	430906.419	B44	16-06-2005	13:42:16
120751.842	430855.019	B45	16-06-2005	13:48:13
120710.862	430832.999	B78	16-06-2005	13:54:40
120818.002	430828.559	B204	16-06-2005	14:05:24
120910.503	430829.399	B39	16-06-2005	14:12:22
120828.262	430741.519	B80	16-06-2005	14:28:52
120833.723	430647.939	B205	16-06-2005	14:37:48
120914.162	430701.079	B37	16-06-2005	14:42:41
120857.962	430654.659	B53	16-06-2005	14:46:24
120839.663	430649.979	B206	16-06-2005	15:53:24
120941.283	430637.019	B46	16-06-2005	16:04:14
120914.882	430530.599	B207	16-06-2005	16:18:42
120908.882	430537.799	B208	16-06-2005	16:21:28
120900.183	430553.399	B209	16-06-2005	16:27:32
120900.183	430612.959	B47	16-06-2005	16:32:27
120752.082	430550.219	B48	16-06-2005	16:41:32
120634.802	430542.779	B49	16-06-2005	16:50:47
120605.882	430554.659	B72	16-06-2005	16:55:32
120636.602	430630.299	B50	16-06-2005	17:04:45
120608.762	430643.799	B64	16-06-2005	17:10:10
120640.802	430723.999	B67	16-06-2005	17:18:56
120640.622	430724.239	B67bis	16-06-2005	17:20:02
120713.082	430735.099	B68	16-06-2005	17:25:47
120539.842	430742.899	B69	16-06-2005	17:44:48
120511.042	430714.519	B210	16-06-2005	17:54:27
120441.642	430646.499	B65	16-06-2005	18:00:04
120456.762	430620.399	B62	16-06-2005	18:05:47
120503.842	430702.759	B211	16-06-2005	18:12:39
120350.162	430622.979	B212	16-06-2005	18:19:13
120317.462	430643.739	B213	16-06-2005	18:27:46

## RADIOGRAFIE

Le radiografie della carota e' stata effettuata presso il laboratorio radiografico di ISMAR, mediante l'utilizzo di un tubo radiogeno industriale Gilardoni CPX-160 a finestra di berillio e di pellicole di tipo industriale. La radiografia e' stata ottenuta ponendo la carota stessa su di un supporto di alluminio, alloggiato in un box di piombo. L'esposizione e' stata regolata in base al contenuto d'acqua e di materia organica dei sedimenti delle carote, ripetendo l'esposizione quando necessario.

## POROSITA' E DENSITA' DEL SEDIMENTO

Circa la met del sedimento di ogni sezione ottenuta subcampionando la carota e' stato prima pesato e poi liofilizzato fino al completo prosciugamento. La formula generalmente utilizzata per calcolare la porosita' e' quella fornita da [Berner (1980)]:

$$\rho = \frac{1}{1 + \frac{\% \delta_a}{\% \delta_{ss}}} \quad (1)$$

dove  $\rho$  e' la porosita',  $\delta_a$  e  $\delta_{ss}$  sono rispettivamente la densita' dell'acqua e del sedimento secco. Nell'applicare la formula 1 sono stati utilizzati per  $\delta_a$  e  $\delta_{ss}$  i valori medi di 1.027 e 2.5 kg m<sup>-3</sup>. Come e' possibile notare dalla (1) i valori di porosita', ovvero la misura standardizzata del rapporto tra volume d'acqua e volume totale del sedimento, variano relativamente alla percentuale d'acqua nel campione e, generalmente, tendono a diminuire procedendo verso il fondo della carota, in ragione della maggiore compattazione del materiale.

La densita' e' stata calcolata tramite la porosita' attraverso la relazione ([Berner (1980)]):

$$d = \delta_{ss} - (\rho - \delta_{ss}) \quad (2)$$

## TRACCIANTI RADIOATTIVI

<sup>210</sup>Pb per spettrometria alfa di <sup>210</sup>Po

Da 1.5 a 3 g di sedimento secco vengono trattati con 24 ml HNO<sub>3</sub> 8N a caldo. Dopo 2 ore i campioni vengono centrifugati e il residuo estratto di nuovo con acido nitrico ed acqua ossigenata a caldo per 2 ore. Gli estratti vengono riuniti ed evaporati quasi a secchezza aggiungendo aliquote di HCl concentrato fino a scomparsa dei fumi rossi. Dopo eliminazione dell'acido nitrico, la diluizione con HCl 1.5N e la riduzione del Fe con acido ascorbico, il <sup>210</sup>Po viene depositato su dischetti di argento. In pratica, un dischetto numerato viene fatto cadere sul fondo del beker, questo viene posto su un oscillatore e la deposizione spontanea avviene a temperatura ambiente durante una notte. I dischetti vengono contati per un giorno con un rivelatore a barriera superficiale, sotto vuoto, accoppiato ad un analizzatore multicanale. Si assume che il <sup>210</sup>Pb sia in equilibrio secolare con il <sup>210</sup>Po e quindi che i due radionuclidi abbiano la stessa attivita'.

<sup>137</sup>Cs, <sup>234</sup>Be, e <sup>210</sup>Pb per spettrometria gamma

Il sedimento secco viene disaggregato e posto in scatolini di plastica cilindrici in modo da ottenere una geometria standard. Le geometrie piu' usate, a seconda della quantit di campione disponibile sono state:

- 5 ml (circa 6 g di sedimento);
- 10 ml (circa 12 g);
- 15 ml (circa 18 g);
- 20 ml (circa 24 g).

Una lieve pressione tramite un pistone assicura il raggiungimento del volume esatto. Il campione viene poi posto a contare su di un rivelatore gamma schermato dalle radiazioni esterne ed ivi lasciato per un tempo sufficiente ad acquisire uno spettro significativo (quasi sempre 24 ore). Le attivita' (Bq, ovvero decadimenti per secondo) dei diversi radionuclidi vengono calcolate utilizzando le efficienze

di rivelazione alle diverse energie ottenute contando uno standard multipicco certificato. A tal fine e' stata utilizzata la soluzione commerciale certificata QCY.58 (Amersham International, UK) che e' stata diluita con HCl 4N fino al volume di 500 ml aggiungendo anche una miscela *carrier*, come previsto dalle norme di preparazione. L'ISMAR-SGM ha in dotazione due rivelatori gamma, che presentano diverse caratteristiche: 1) GEM di tipo normale, per radionuclidi che emettono radiazioni di energia superiore a 100 KeV; 2) GMX, sensibile anche alle basse energie ( $^{210}Pb$ ,  $^{234}Th$ ,  $^{241}Am$ ).

La maggior parte delle analisi sono state eseguite tramite quest'ultimo rivelatore.

#### 4.10 VARIE

Sono stati usati il *datum*WGS84, e la proiezione UTM nel fuso 32 per navigazione e distribuzione agli strumenti. I dati sono successivamente riportati in coordinate geografiche e nella proiezione UTM fuso 33.

Le mappe sono state create con grigliato geografico e UTM, e riportano la altimetria digitalizzata da cartografia IGMI 1:25000 della Regione Umbria (comunicazione personale, IRPI-CNR Perugia).

I dati digitali sono stati uniformati con procedure di cambio di orientamento da/verso WGS84, GAUSS-BOAGA e ED50.

Il software GMT, assieme a *software*ISMAR e' stato usato per le mappe e la creazione dei vari DTM (batimetria e magnetometria), con un esteso utilizzo di **scripting** nei linguaggi Perl e Bash.

Sono stati utilizzati diversi computer in campagna ed in laboratorio, con i sistemi operativi Linux, Solaris e Windows.

## 5 RISULTATI E DISCUSSIONE

In questa sezione verranno presentati i dati acquisiti con una elaborazione preliminare, allo scopo di mostrarne la qualita' e gli eventuali limiti. Come detto nel Capitolo 4, durante la campagna abbiamo raccolto dati di:

- batimetria single-beam e multibeam;
- dati magnetometrici;
- dati SBP con CHIRP

Inoltre, e' stato fatto un tentativo di sismica di penetrazione con uno sparker modificato per acqua dolce.

### 5.1 BATIMETRIA

La analisi dei dati batimetrici, raccolti con scandagli a diversa frequenza operativa (450kHz, 210kHz e 33kHz) ha evidenziato un problema, che possiamo esprimere con la domanda: quale e' il vero fondale? Come mostrato anche dalla analisi dei dati SBP (Fig.16), si e' evidenziata, nella parte centrale del lago, una interfaccia estremamente fluida, di spessore variabile entro 70-80cm. La presenza di piante, di altezza piu' o meno comparabile, potrebbe essere in grado di essere definita come interfaccia da ecoscandagli a frequenza elevate (p.es. il sistema *multibeam*, a frequenza 450kHz, e il sistema singolo a 210 kHz). Invece, il sistema singolo a 33 kHz ha preferibilmente misurato come interfaccia acqua/sedimento un orizzonte mediamente piu' profondo dei due sopracitati. Oltre a questa fenomenologia di tipo fisico, la presenza di gas piu' o meno concentrato, ha portato a ulteriori dispersioni del dato. Una analisi piu' approfondita, ancora in corso, potra' dare alcune risposte al quesito iniziale. Evidentemente la scelta di quale 'orizzonte' definire dal punto di vista batimetrico dovra' essere valutata attentamente, con ottica in questo caso rivolta alla mappatura sul foglio geologico, tuttavia attenta anche a definire eventuali normative nuove o adeguamento di presenti.

Una compilazione dati batimetrici delle campagne 2005 e 2005 e' visibile in Fig.17. La massima profondita' riscontrata e' -5.80 m.

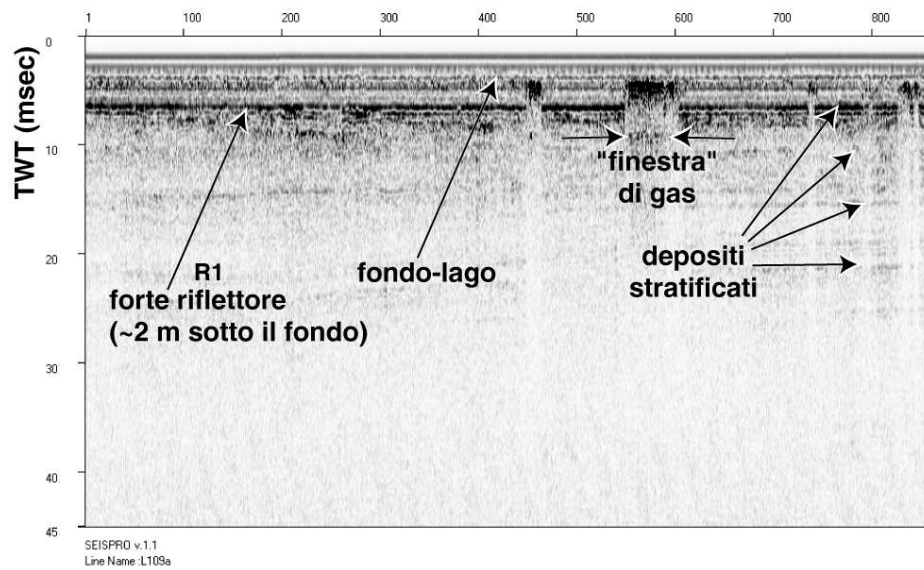


Figura 16: Profilo CHIRP. Si vedono i due riflettori e la presenza di gas.

## 5.2 CHIRP SBP

La qualità generale dei dati varia in relazione alla localizzazione nel lago e anche alla stagione. La presenza di gas e piante ha tipicamente mascherato il segnale sismico. Dove possibile, grazie a mancanza di gas, la penetrazione è stata notevole, anche di decine di m, consentendo la definizione accurata di geometrie nella successione sedimentaria individuata.

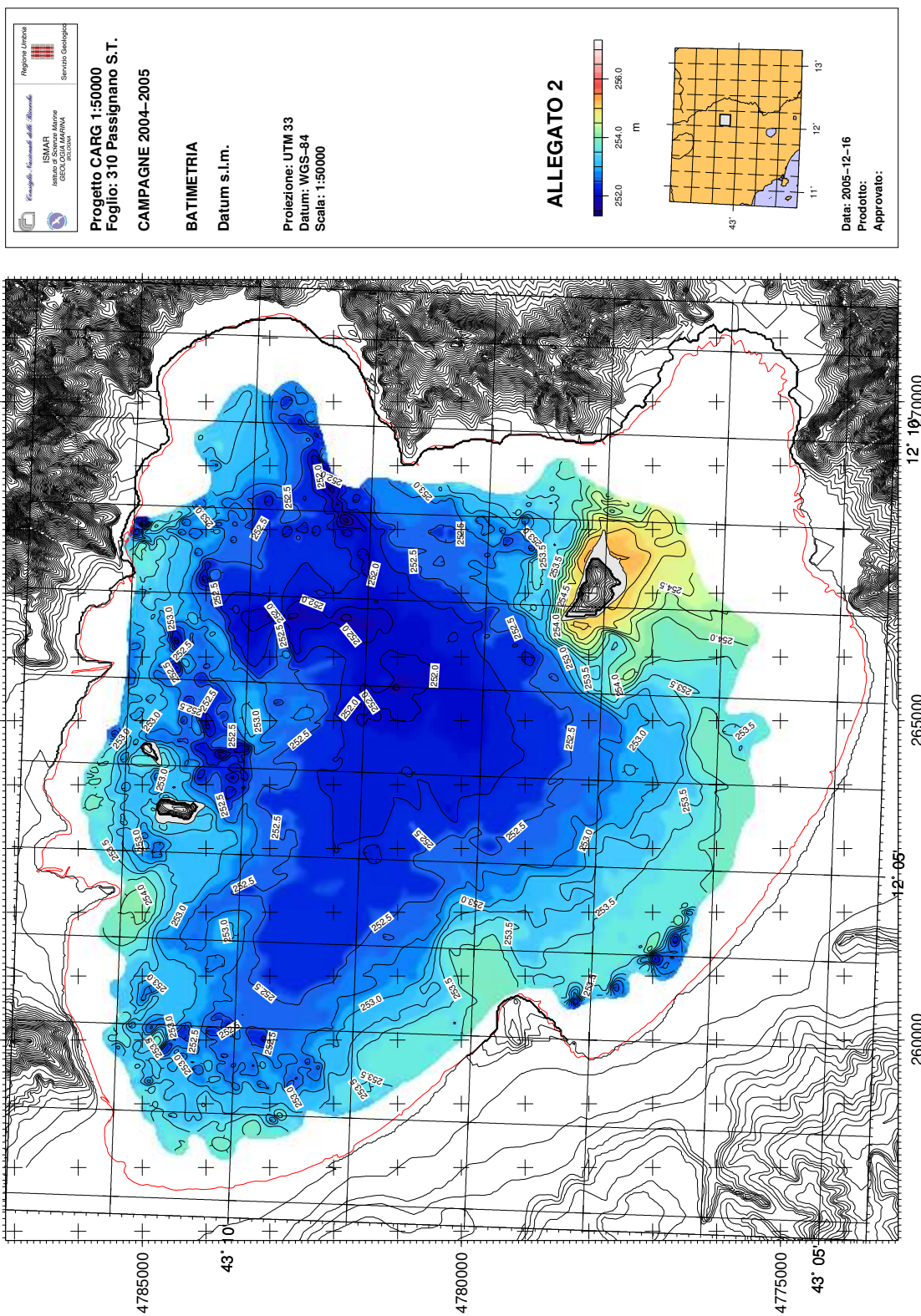


Figura 17: Batimetria con acquisizione *multibeam*. Dati riferiti allo Zero Idrometrico, 257.33m s.l.m..

### 5.3 SISMICA MULTICANALE

In Fig.18 si puo' vedere una delle linee migrata tempo alle differenze finite. Sono stati riconosciuti, fra gli altri, due orizzonti cartografabili: il basamento acustico, e l'orizzonte U1 (transizione mare/lago). la Fig.19 mostra l'andamento dell'orizzonte U1 (TWT). In Fig.20 e' visibile il pannello della analisi di velocita' per una delle linee sismiche analizzate. Dai dati di velocita' intervallari RMS per ogni linea, georeferenziati nello spazio CDP, si sono generate griglie regolari per le velocita' relative agli orizzonti U1 (Fig.21 e 22 e basamento, utilizzate per la conversione a m da TWT(s) (si veda un esempio in Fig.23).

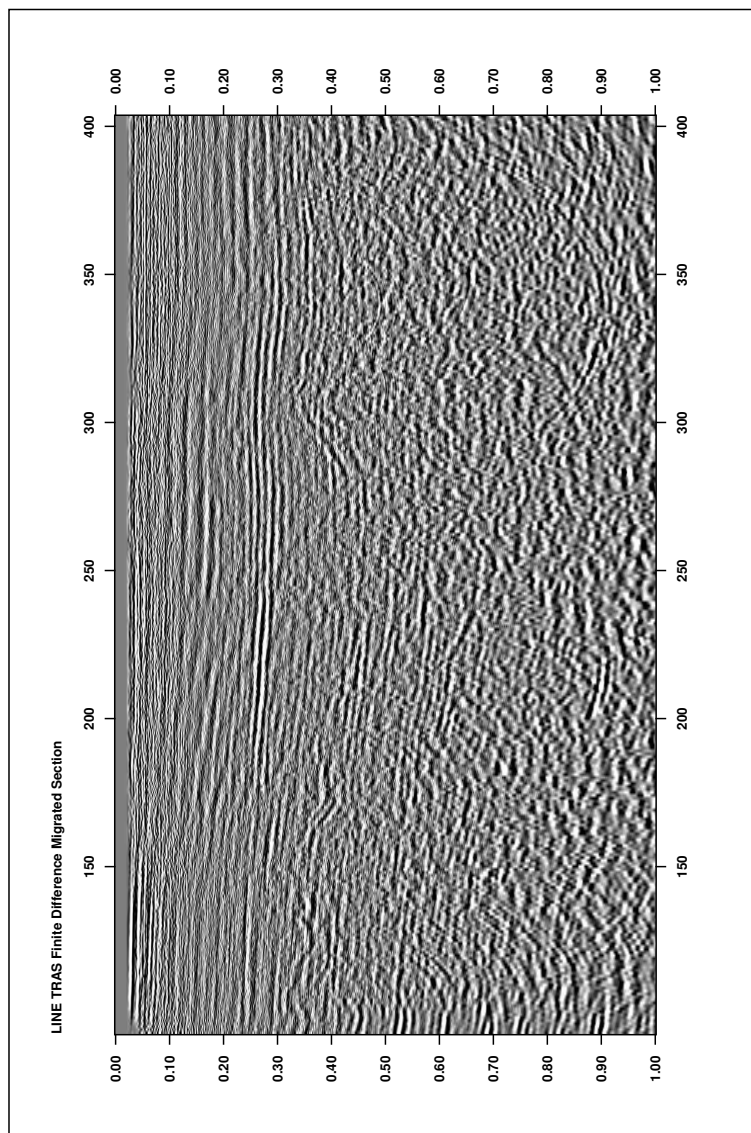
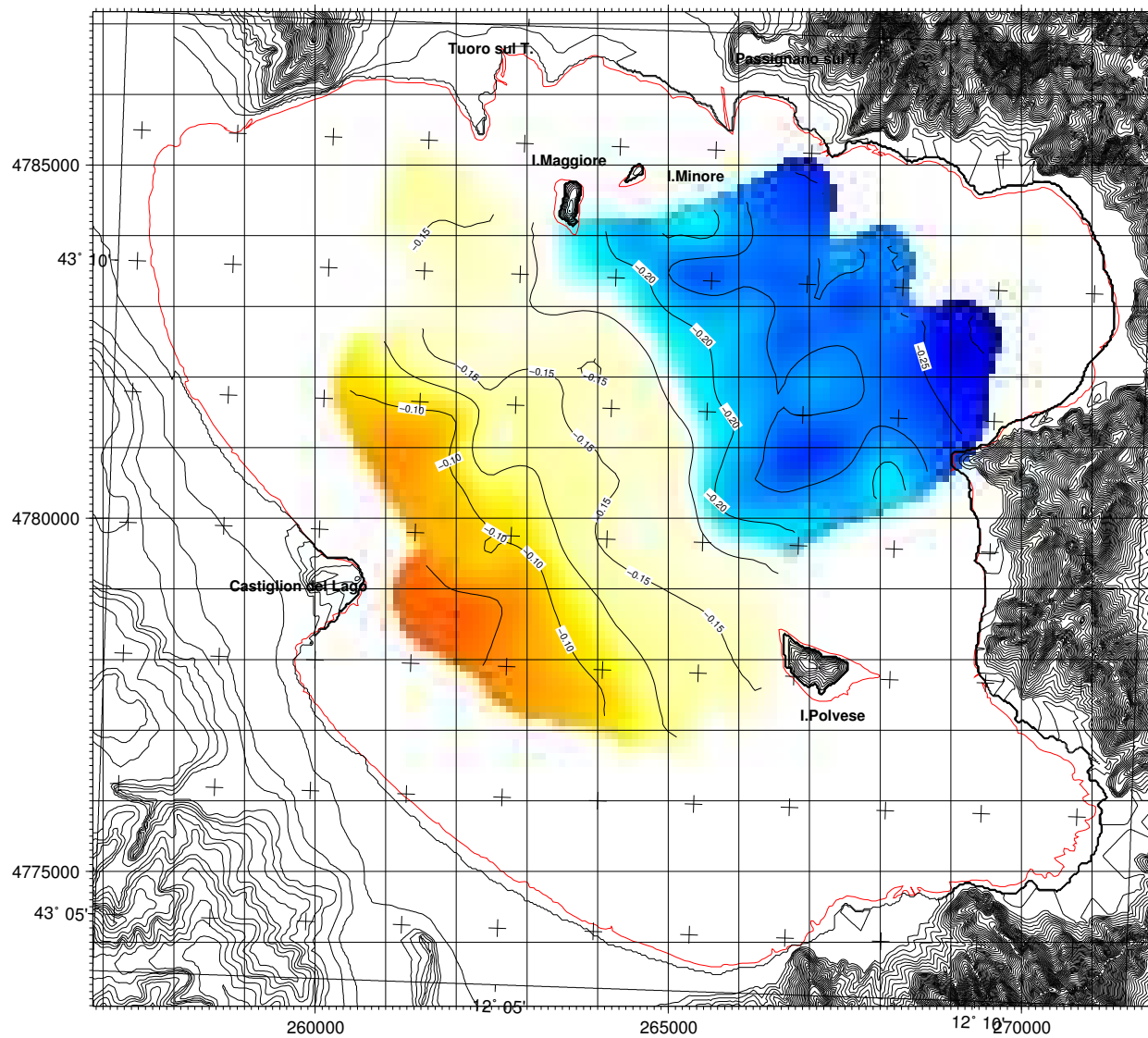


Figura 18: Esempio di linea migrata tempo.



Figura 19: 'Top' dell'orizzonte U1 (TWT).



Consiglio Nazionale delle Ricerche Regione Umbria  
ISMAR Istituto di Scienze Marine GEOLOGIA MARINHA BOLOGNA Servizio Geologico

Progetto CARG 1:50000  
Foglio: 310 Passignano S.T.

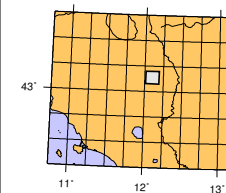
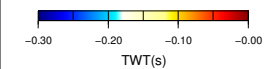
SISMICA MULTICANALE

Carta Strutturale

Orizzonte U1 (s)

Proiezione: UTM 33  
Datum: WGS-84  
Scala: 1:50000

ALLEGATO 7



Data: 2005-12-14  
Prodotto:  
Approvato:

**Progetto CARG 1:50000 Foglio: 310 Passignano  
SISMICA MULTICANALE – ANALISI DI VELOCITA'  
LINEA TRAS-**

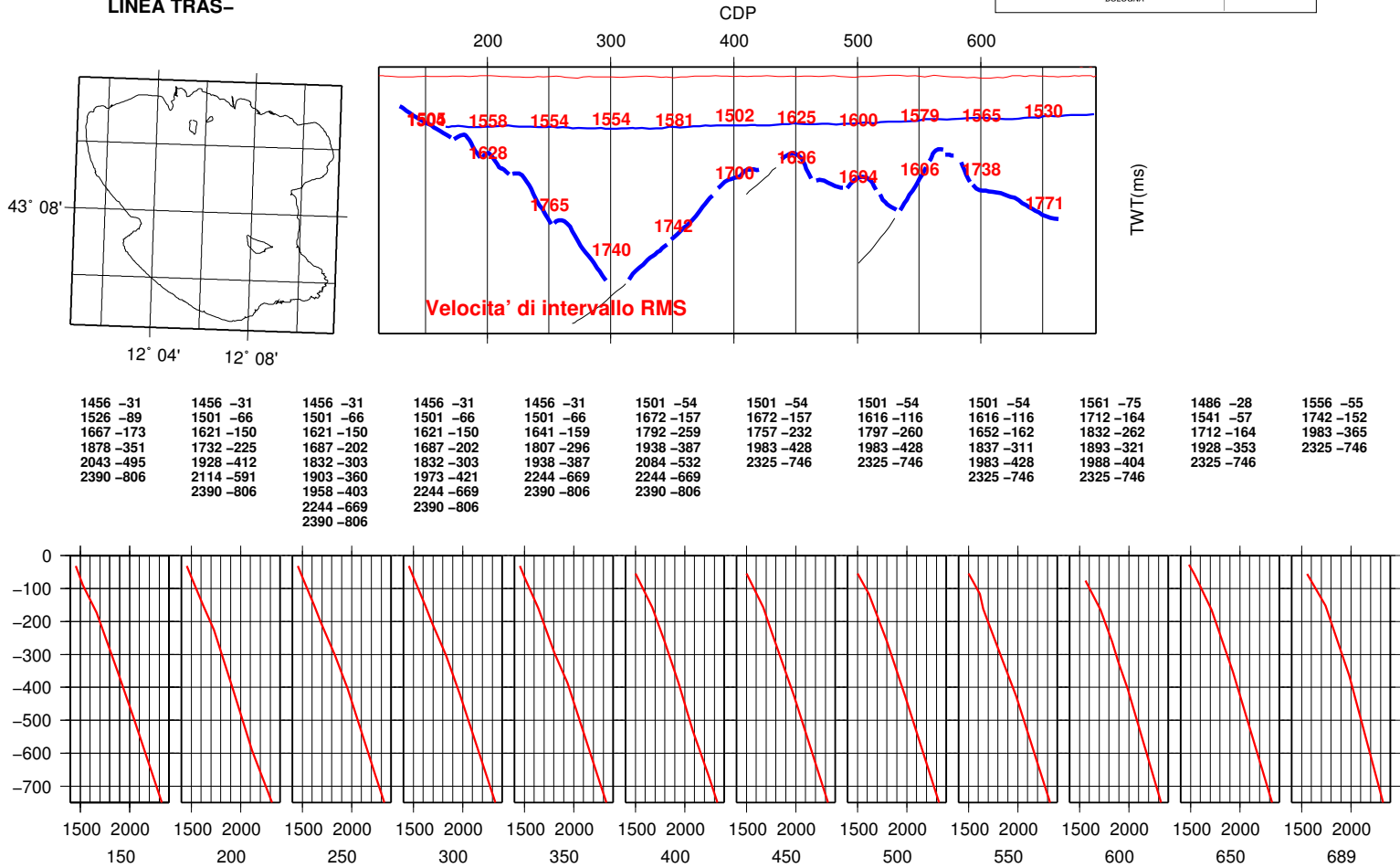
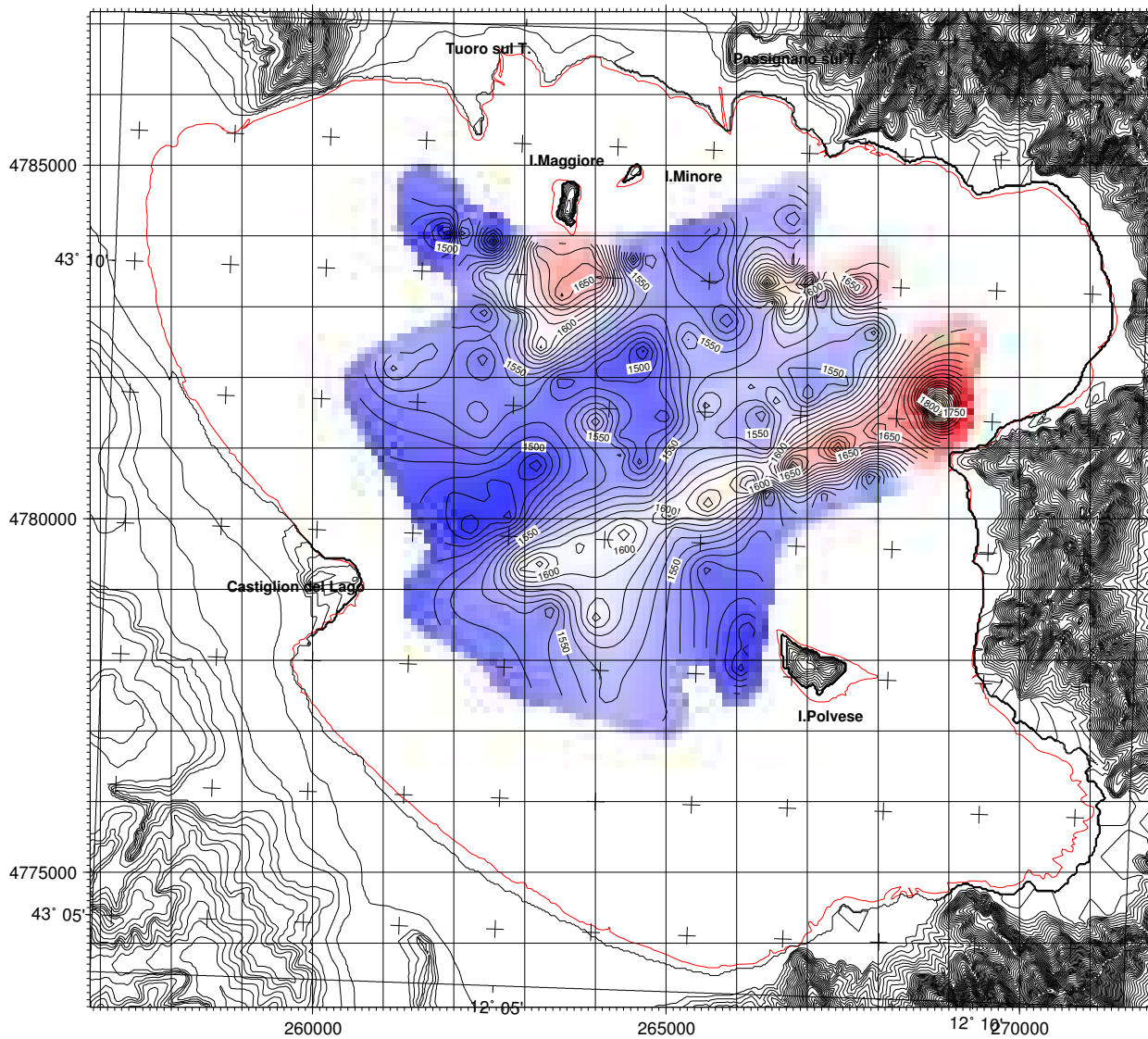


Figura 20: Analisi di velocita'.



Figura 21: Velocita' intervallari relative all'Orizzonte U1.





**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**

**SISMICA MULTICANALE**

**Orizzonte U1**  
**Velocita' intervallari RMS**

**Proiezione: UTM 33**  
**Datum: WGS-84**  
**Scala: 1:50000**

**ALLEGATO ?**

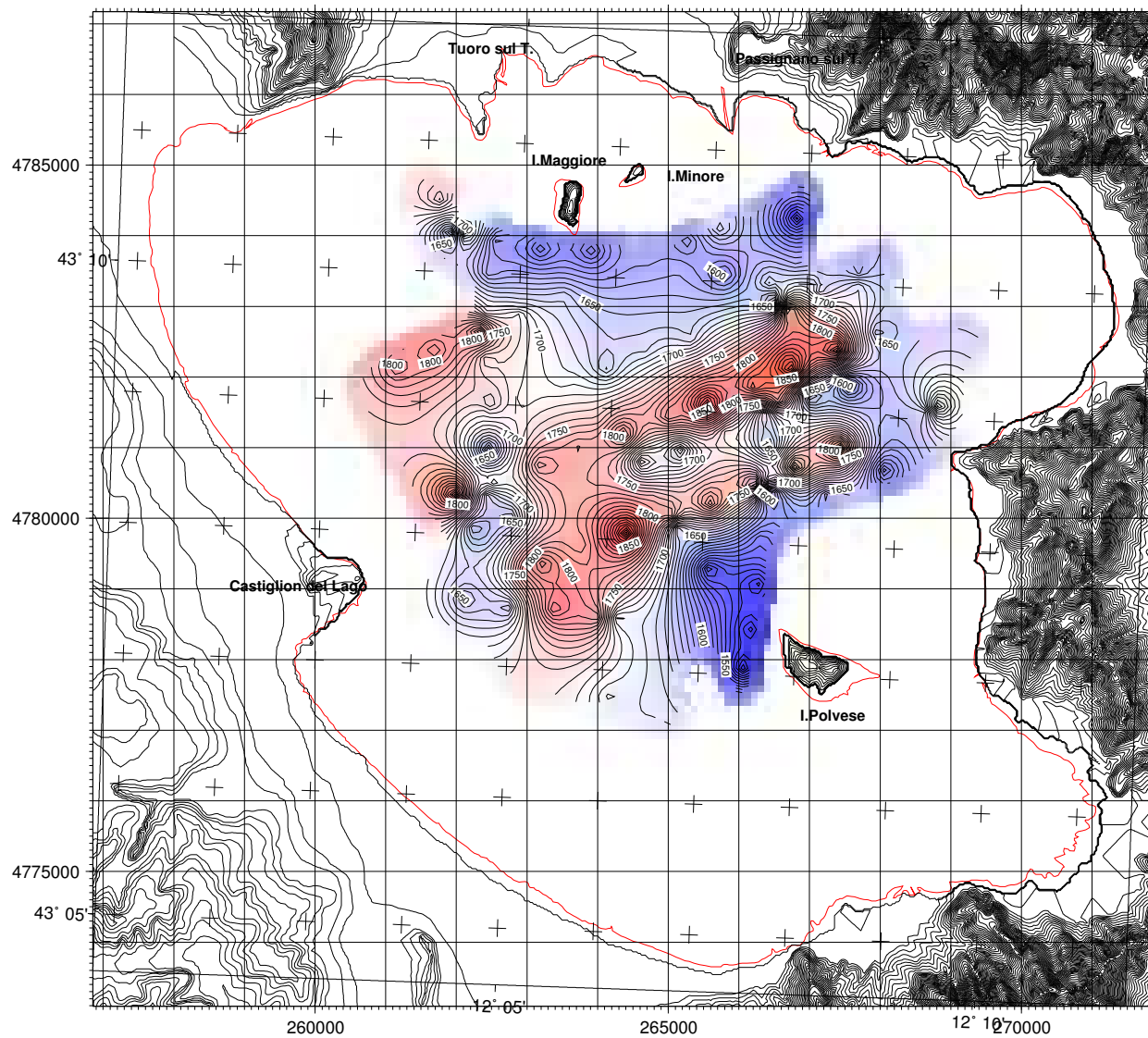


**VRMS(m/s)**



**Data: 2005-12-14**  
**Prodotto:**  
**Approvato:**

Figura 22: Velocita' intervallari relative all'Orizzonte B.



Consiglio Nazionale delle Ricerche Regione Umbria  
ISMAR Istituto di Scienza Marina GEOLOGIA MARINHA BOLOGNA Servizio Geologico

**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**

**SISMICA MULTICANALE**

**Orizzonte B**  
**Velocita' intervallari RMS**

Proiezione: UTM 33  
Datum: WGS-84  
Scala: 1:50000

**ALLEGATO ?**

1500 1600 1700 1800 1900  
VRMS(m/s)

43° 11' 12' 13'

Data: 2005-12-14  
Prodotto:  
Approvato:



**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**

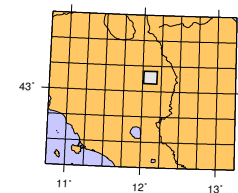
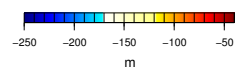
**SISMICA MULTICANALE**

**Carta Strutturale**

**Orizzonte U1 (m)**

**Proiezione: UTM 33**  
**Datum: WGS-84**  
**Scala: 1:50000**

**ALLEGATO 8**



**Data: 2005-12-14**  
**Prodotto:**  
**Approvato:**

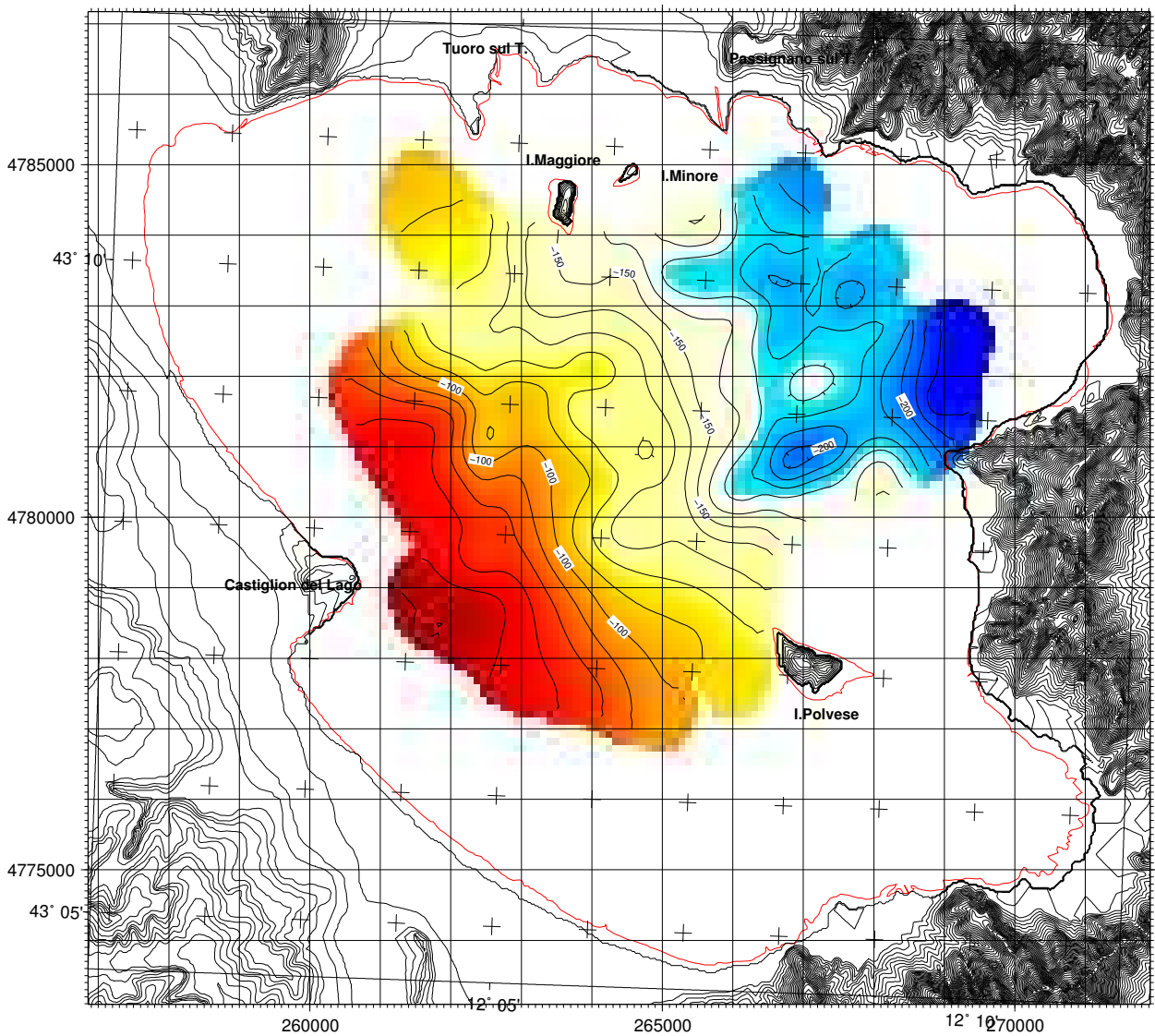



Figura 23: 'Top' dell'orizzonte U1 (m).

## 5.4 MAGNETOMETRIA

La Figura 24 mostra le anomalie magnetiche rispetto al campo IGRF 2005.

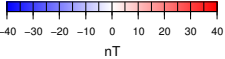


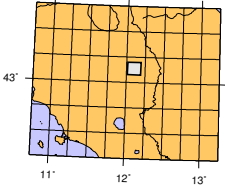


**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**  
**MAGNETOMETRIA**  
**Campagne 2004, 2005**  
**Anomalie IGRF-2005**

**Proiezione: UTM 33**  
**Datum: WGS-84**  
**Scala: 1:50000**

**ALLEGATO 12**





**Data: 2005-12-16**  
**Prodotto:**  
**Approvato:**

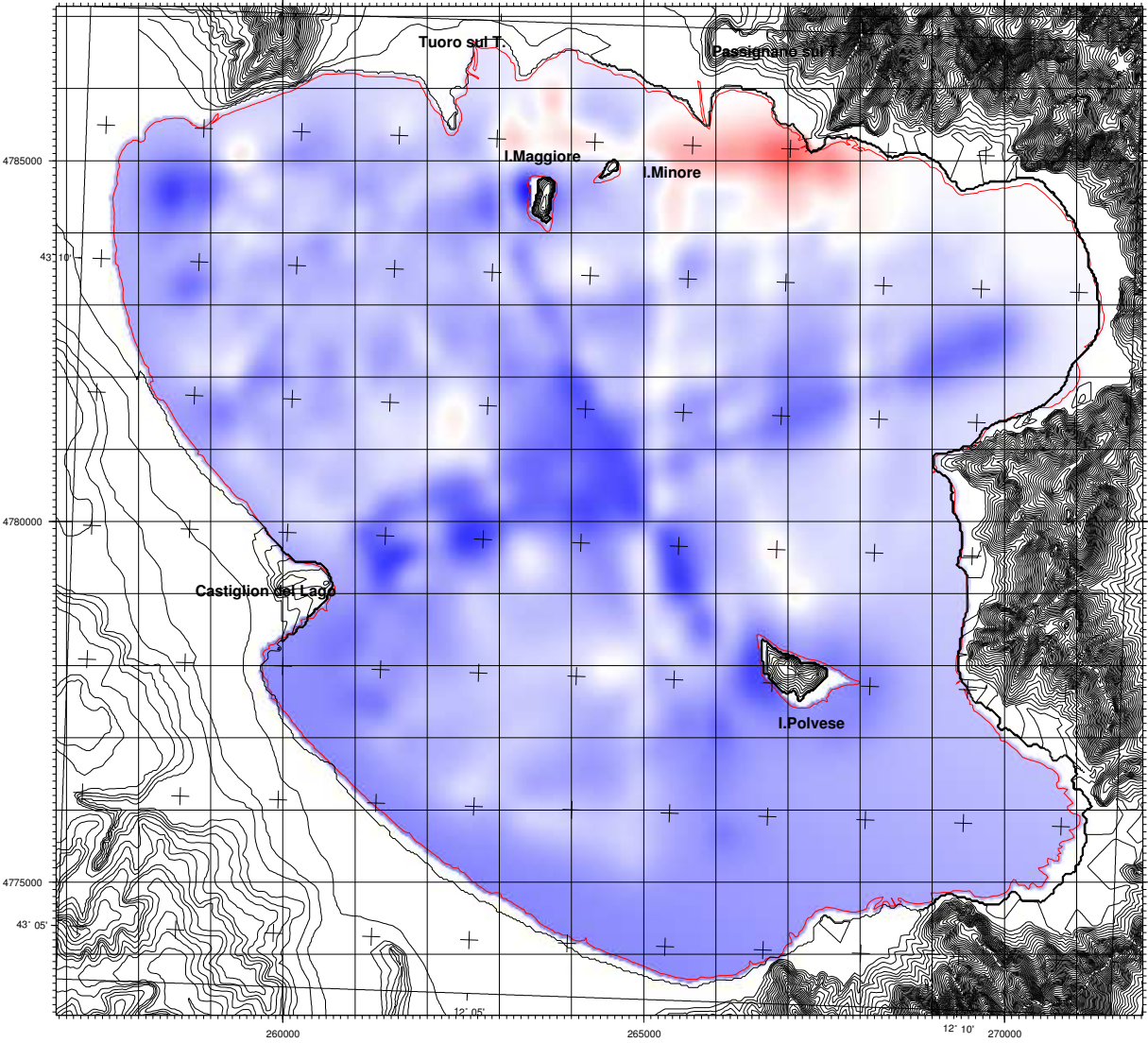


Figura 24: Dati magnetici (anomale rispetto a IGRF 2005). Dati corretti con i dati [Osservatorio Geomagnetico Aquila] (INGV, comunicazione personale Dr. Meloni).

I dati di anomalie IGRF hanno escursione da circa -40 a +40 nT, tuttavia con una generale tendenza a valori relativamente bassi. Una evidente anomalia positiva e' presente nei pressi del

porto di Passignano, dove presumibilmente si concentrano masse ferrose relativamente ad esempio alla attivita' portuale.

## 5.5 CAMPIONAMENTO DI FONDO

Il campioni di fondo hanno mostrato una presenza di materiali sabbiosi e sabbioso-siltosi nella parte nord del bacino, vicino a riva. Il centro del bacino e' occupato da materiali argillosi e argillosi siltosi, mentre la zona S e SW ho evidenziato materiali meno fini di quelli di centro lago, con marcata presenza di piante (fanerogame, Fig.25). La carota presa vicino a Castiglione del Lago ha recuperato 56 cm di fango su un livello di sabbia siltosa, con segni evidenti di presenza di vermi e anellidi.

La Fig.26 mostra i dati analitici e la radiografia della carota.



Figura 25: Bennata con fanerogame

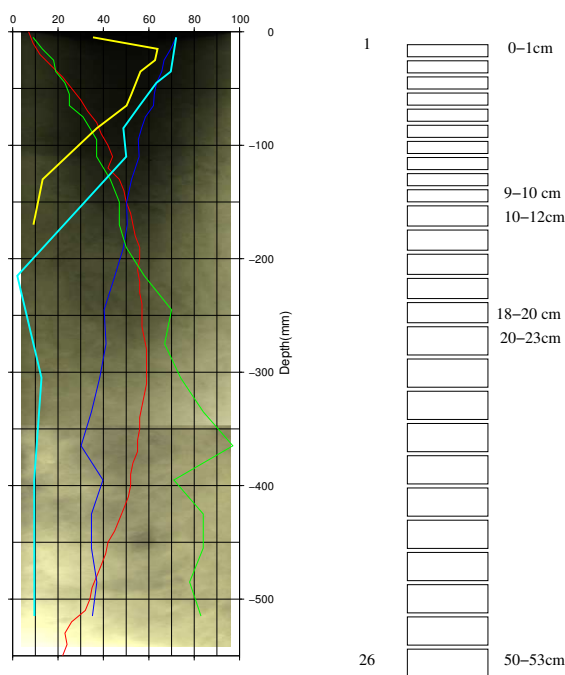
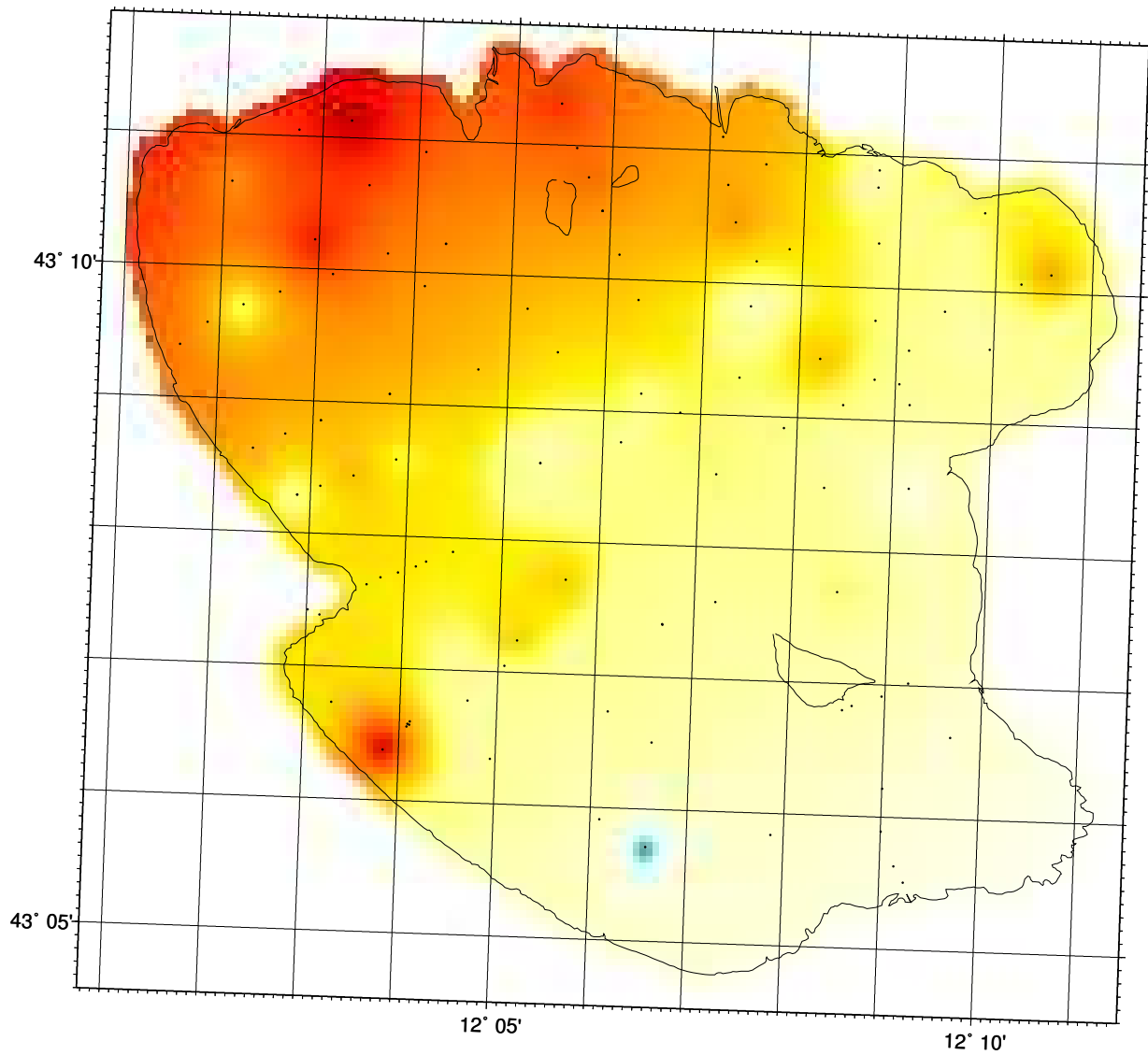



Figura 26: (sinistra): dati analitici sulla carota N.1, superimposti alla immagine RX. Suscettivita' (0-100): rosso; contenuto di acqua : blue, densita' peso secco ( $0.25-1.25\text{g/cm}^{-1}$  : verde. Sono inoltre riportati i dati di  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{210}\text{Pb}$ , linee spesse verdi e ciano, rispettivamente. (destra): livelli subcampionati nella carota.

La Fig.27 mostra i dati di suscettivita' nei campioni superficiali.

Figura 27: Distribuzione della Suscettività Magnetica nei campioni superficiali.

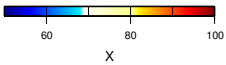


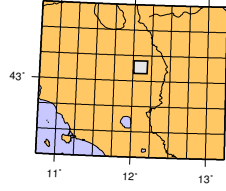


**Progetto CARG 1:50000**  
**Foglio: 310 Passignano S.T.**

**CAMPIONI DI BENNA**  
**Suscettività Magnetica**

Proiezione: u33  
Datum: WGS-84  
Scala: 1:50000





Data: 2005-12-08  
Prodotto:  
Approvato:

## 6 CONCLUSIONI

Durante due campagne di 12 e 5 giorni sono stati raccolti dati a copertura di circa il 90% del lago:

- 1 batimetria e magnetometria
- 2 profili CHIRP-SBP ad alta risoluzione
- 3 profili di sismica multicanale profonda.

I dati raccolti sono stati catalogati e processati. Si e' definita la mappa batimetrica del lago, e una serie di orizzonti sismici ad alta e media risoluzione fino ad un basamento acustico profondo diverse centinaia di m.

Nessun problema deve essere riportato a persone o all'ambiente.

# Bibliografia

- [Artioli et al.(1997)] Artioli G.P., Bonansea E., Cara P., Cavallin A., Fantozzi P.L., Forlati F., Garberi M.L., Guzzetti F., Mandrile L., Righini G., Spaziani A., Tommasi G., Ventura F.A. e Visicchio F., *Carta geologica d'Italia - 1:50000. BANCA DATI GEOLOGICA. Linee guida per l'informatizzazione e per l'allestimento per la stampa della banca dati*, 1997, Serv.Geol.Naz, Quad. serie III, V6.  
[www.apat.gov.it/site/\\_contentfiles/00137000/137050\\_quad3.zip](http://www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00137000/137050_quad3.zip).
- [Berner (1980)] Berner, R.A., *Early diagenesis: A Theoretical Approach*, 1980, Princeton University Press, 241 pp.
- [Bortoluzzi e Ligi(1986)] Bortoluzzi G. and Ligi M, *DIGMAP: a computer program for accurate acquisition by digitizer of geographical coordinates from conformal projections*, 1986, Computers & Geosciences, 12 , 2, 175-197.
- [Caress and Chayes (2005)] Caress, D. and Chayes, D., *MB-SYSTEM manual*,  
URL: [www.ldgo.columbia.edu/MB-System](http://www.ldgo.columbia.edu/MB-System).
- [Cara et al.(1995)] Cara P., Giovagnoli M.C., Spaziani A., Ventura F.A. e Visicchio F. *Carta geologica d'Italia - 1:50000. Guida alla informatizzazione*, 1995, Serv.Geol.Naz, Quad. serie III, V3. [www.apat.gov.it/site/\\_contentfiles/00137000/137050\\_quad3.zip](http://www.apat.gov.it/site/_contentfiles/00137000/137050_quad3.zip).
- [Claerbout (2000)] Claerbout J.J, *Basic Earth Imaging*, 2000,  
[sepwww.stanford.edu/sep/prof/bei/toc.html/index.html](http://sepwww.stanford.edu/sep/prof/bei/toc.html/index.html)
- [Cosci et al.(1996)] Cosci M., Falcetti S. e Tacchia D., *Carta geologica d'Italia - 1:50000. Guida alla rappresentazione cartografica*, 1996, Serv.Geol.Naz, Quad. serie III, V2.
- [EUREF] <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/>
- [Evenden (1990)] Evenden G., *Cartographic projection procedures for the Unix environment: user manual*, 1992, USGS, Open-file report 90-284.
- [Gasperini and Stanghellini(2005)] L.Gasperini, G.Stanghellini, *SEISPRO, a processing software for high resolution seismic data*, 2005, ISMAR Technical Report, N. , in preparation.
- [IAGA (2005)] IAGA, *10th Generation IGRF - Released 2005*, 2005,  
[www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/](http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/).
- [INTESAGIS-WG03 (2001)] [www.intesagis.it/specifiche/Doc\\_wg03/DTM16L\\_Spec\\_Apr01\\_it.pdf](http://www.intesagis.it/specifiche/Doc_wg03/DTM16L_Spec_Apr01_it.pdf)
- [ISO-8601] [en.wikipedia.org/wiki/ISO\\_8601/](http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_8601/)
- [Ligi e Bortoluzzi (1989)] Ligi M., and Bortoluzzi G., *DATUM: a computer program for datumchange*, Computers and Geosciences, 15, 4, 1989.



- [Magagnoli A. and Mengoli M. (1995)] A.Magagnoli e M.Mengoli, *CAROTIERE A GRAVITA' SW-104 per carote di sedimento e acqua di fondo di grande diametro e minimo disturbo*, 1995, Rapporto Tecnico IGM N.27.
- [Masini L. (2001)] Masini L., *SAAS-01, prototipo di sistema per l'acquisizione automatica di dati di suscettività magnetica su campioni tipo a carota*, 2001, Rapporto Tecnico IGM. N.66.
- [Masini e Ligi (1995)] Masini L. and Ligi M., *Sistema di controllo e sincronizzazione cannoni sismici ad aria compressa*, 1995, Rapporto Tecnico IGM N.37, 126pp.
- [Osservatorio Geomagnetico Aquila] INGV, 2005, [www.ingv.it/geomag/laquila.htm](http://www.ingv.it/geomag/laquila.htm)
- [POSC (2005)] [www.posc.org/Epicentre.2.2/DataModel/ExamplesofUsage/eu\\_cs35.html#CS3523\\_helmert](http://www.posc.org/Epicentre.2.2/DataModel/ExamplesofUsage/eu_cs35.html#CS3523_helmert)
- [Scales(2005)] Scales, J., *Theory of seismic imaging*, 2005, [samizdat.mines.edu/imaging/imaging.pdf](http://samizdat.mines.edu/imaging/imaging.pdf)
- [SEG-Y] SEG Technical Standards Committee, *SEG Y Rev.1 data Exchange Format*, 2002, <http://seg.org/publications/tech-stand/seg.y-rev1.pdf>
- [Spaziani et al.(1995)] Spaziani A., Ventura F.A, e Visicchio F., *Programma CARG*, 1995, QUADERNI SERIE III, N.6, Carta Geologica d'Italia 1:50000, [www.apat.gov.it/site/\\_files/quad3/programma.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_files/quad3/programma.pdf)
- [Wessel and Smith (1995)] Wessel P. and Smith W.H.F., *New version of the Generic Mapping Tool released*, EOS Trans. AGU, p.329, 1995, see also URL: [gmt.soest.hawaii.edu](http://gmt.soest.hawaii.edu).