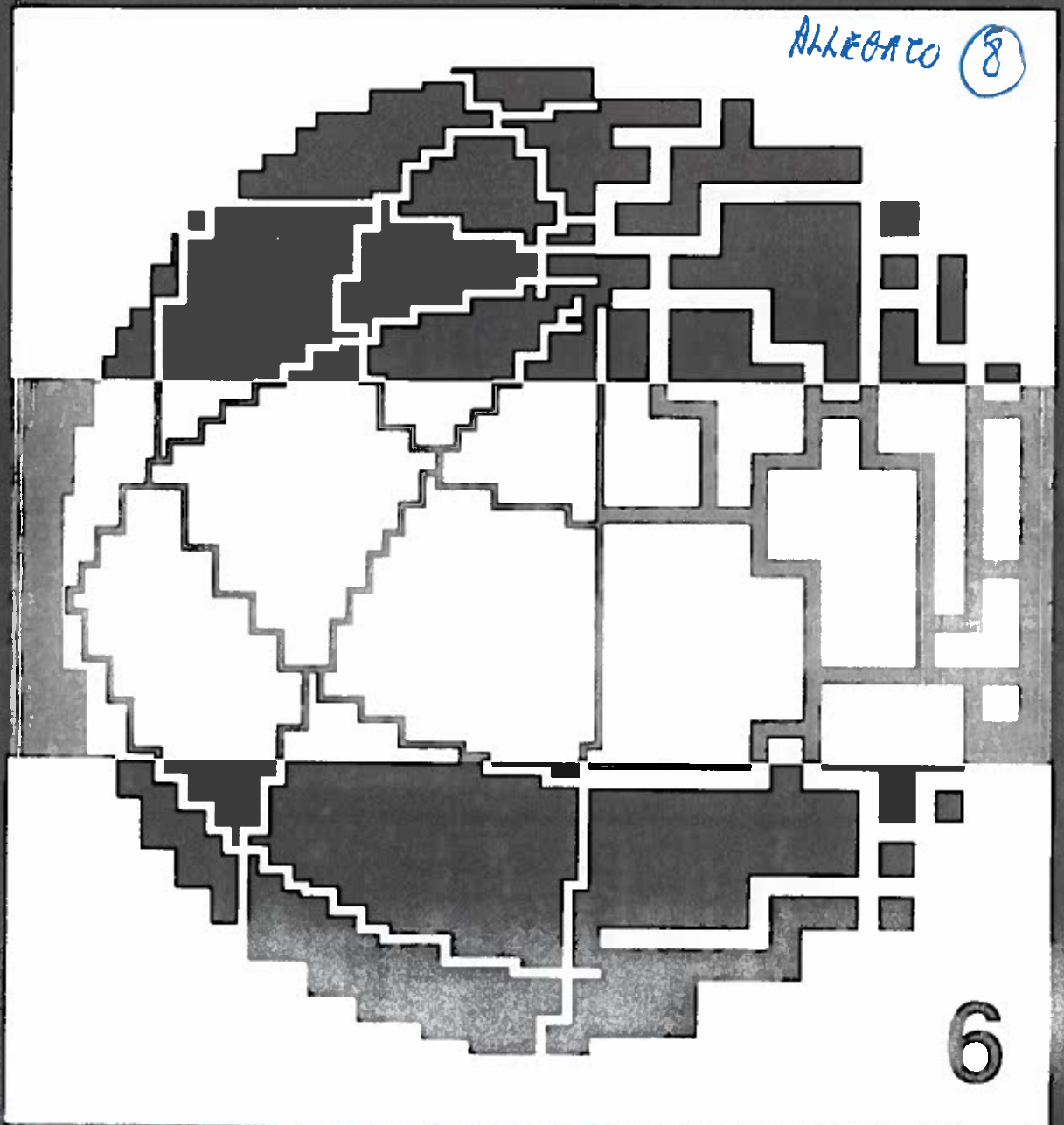


# ATTI DEL II CONVEGNO DI GEOMAGNETISMO ED AERONOMIA

a cura di  
A. MELONI E B. ZOLESÌ



Istituto Nazionale di Geofisica

<i>Fedi M., E. Mazza, A. Rapolla</i> : "Il problema magnetico $2 \frac{1}{2}$ d per la determinazione della profondità della sorgente (caso continuo): 'forward problem' e derivate di Frechet". . . . .	» 333
<i>Battelli O., G. Dominici</i> : "La rete magnetica italiana e la variazione secolare dal 1935 in poi". . . . .	» 351
<i>Di Giovanni G.</i> : "La variazione secolare della declinazione magnetica in Italia". . . . .	» 367
<i>Kerridge J. D., A. De Santis</i> : "Modelli geomagnetici in armoniche sferiche su calotta sferica". . . . .	» 391
<i>Palangio P., G. Romeo</i> : "Stazione magnetometrica da impiegare in ambiente antartico". . . . .	» 417
<i>Meloni A., P. Palangio</i> : "L'automazione degli osservatori geomagnetici nell'Istituto Nazionale di Geofisica". . . . .	» 429
<i>De Franceschi G., C. Bianchi, G. P. Gregori, B. Zolesi</i> : "L'altezza virtuale dello strato F sulla scala planetaria". . . . .	» 447
<i>Cevolani G., G. Bortolotti, C. Franceschi, S. Gottardi, G. Trivellone, C. Petrella</i> : "Venti a piccola scala dall'osservazione di fireballs nell'alta mesosfera". . . . .	» 467
<i>Cevolani G., G. Bortolotti, C. Formiggini, G. Grassi</i> : "Aspetti dinamici dell'atmosfera media nel corso dei più recenti riscaldamenti stratosferici, associazione con onde planetarie a lungo periodo". . . . .	» 479
<i>Visconti G.</i> : "Osservazione della deplezione di Ozono nell'Atmosfera". . . . .	» 501
<i>Dominici P.</i> : "Nuove idee sulla morfologia ionosferica". . . . .	» 517
<i>Cander Lj. R., P. Dominici, B. Zolesi</i> : "Onde atmosferiche di gravità e fluttuazioni ionosferiche giornaliere". . . . .	» 539
<i>Bianchi C., M. Cerrone</i> : "Intelligent print buffer per Digisonda 128P". . . . .	» 547
<i>Kouris S. S., T. D. Xenos</i> : "Oscillazioni della densità ionosferica della regione F e loro variazione stagionale". . . . .	» 561
<i>Zolesi B., C. Bianchi, G. De Franceschi</i> : "Espansione della regione ionosferica F ed andamento dell'altezza virtuale h'F in funzione dell'attività solare". . . . .	» 579
<i>Bianchi C., B. Zolesi</i> : "Misure di densità elettronica nell'alta atmosfera con il metodo dei sondaggi ionosferici verticali". . . . .	» 593
<i>Cutolo M., A. Argenziano</i> : "La misura del campo magnetico terrestre nella ionosfera attraverso gli esperimenti di girointerazione e di autogiro-modulazione: nota storica". . . . .	» 607

Nel 198  
 gnetismo  
 favorire u  
 mento org  
 Durante  
 sima porzi  
 scientific  
 mento di  
 anche a t  
 terminolo  
 L'ING e  
 distinte U  
 vegno e d  
 Nell'On  
 cotti, il II  
 100 studi  
 notevole p  
 bre. Si so  
 Aeronomi  
 di Monte  
 Questi  
 la preced  
 to in ques  
 rassegne  
 esposte le  
 utilizzate  
 tà di rice  
 meglio la  
 preferito  
 terventi a  
 Un con  
 zionale di  
 sostegno  
 razione d  
 Un gra  
 svolgime  
 gli di cart

Roma,

Antoni  
 Bruno

## La rete Magnetica Italiana e la variazione secolare dal 1935 in poi

O. Battelli & G. Dominici  
Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

### *Riassunto*

Nel 1985.0 l'Istituto Nazionale di Geofisica in collaborazione con l'Istituto Geografico Militare Italiano ha effettuato una ripetizione della Rete magnetica italiana. In questa occasione si sono ricercati dati di alcune campagne magnetiche effettuate precedentemente per uno studio della variazione secolare sul suolo italiano.

La variazione secolare in Italia misurata a partire dai dati delle Reti dei caposaldi, è stata esaminata dal 1935 in poi per diversi intervalli di anni.

Questo studio si è effettuato a partire dalla Rete del 1935 dell'IGMI confrontata con quella del 1965, effettuata nell'ambito della Rete Magnetica Mondiale, con la Rete del Progetto Finalizzato Geodinamica del 1979 ed infine con l'ultima ripetizione ING-IGMI del 1985.0.

Si mostrano i risultati di questi confronti ottenuti sugli elementi F, H, D e Z e se ne discutono gli aspetti caratteristici.

### *Italian Magnetic network and secular variation from 1935 on*

### *Abstract*

In 1985.0 the Istituto Nazionale di Geofisica and the Istituto Geografico Militare Italiano have completed the repetition of the 1st order Italian geomagnetic network.

The secular variation in Italy computed starting from the 1st order data of the 1935.0 network, will be shown for groups of years. This study was made starting from the 1935.0 network comparing it with the 1965 (made during the World Magnetic Survey), with the Progetto Finalizzato Geodinamica 1979.0 network, and with the last ING-IGMI repetition.

Results of the comparisons will be shown for all geomagnetic elements.

### *1. Introduzione*

Sin dalle prime misurazioni di elementi del campo magnetico terrestre (CMT), e precisamente di declinazione, effettuate nel 17° secolo era stata riscontrata la lenta

variazione che gli elementi in questione presentano nel tempo. Tale lenta variazione ha, come è noto, il nome di variazione secolare (vs) in quanto i suoi tempi caratteristici e la sua ipotizzabile periodicità, sulla quale peraltro ancora si discute, è comunque valutabile in termini di secoli o di millenni, e quindi enormemente maggiore di quella delle variazioni regolari: da qui la necessità di sempre nuove rappresentazioni nel tempo degli elementi geomagnetici sulla superficie terrestre. In questo articolo si presenterà una "storia" dei rilevamenti effettuati in Italia dall'inizio di questo secolo, i risultati cartografici e gli andamenti della variazione secolare a partire dal 1935.0 fino al 1985.0.

## 2 La Rete Magnetica Italiana

Il primo rilevamento organico per la determinazione degli elementi del CMT in Italia per questo secolo fu effettuato dall'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) tra il 1932 ed il 1938. A quell'epoca furono misurati gli elementi del campo Declinazione D, Inclinazione I, e componente orizzontale H su 1496 stazioni e la sola Declinazione in 33 stazioni secondarie nella zona anomala del Piemonte; 46 stazioni furono materializzate con pilastrini e minutamente descritte acquistando così la caratteristica di essere riutilizzabili per misurazioni in epoche successive (rete del I ordine); alcuni di questi pilastrini si trovano ancora oggi in buono stato di conservazione. La densità dei punti di misura risultava in totale di un punto ogni  $208 \text{ km}^2$ .

La strumentazione dell'epoca, consistente in inclinometri ad ago e teodoliti magnetici Chasselon, consentiva una precisione dei valori finali di 1' per la Declinazione e di 30 nT per la componente H. La notevole imprecisione delle misure di inclinazione allora ottenute non consentiva, per combinazione con le misure di H, un calcolo sufficientemente accurato della componente verticale Z. Per la riduzione delle misure dovuta alla variazione diurna del CMT si era utilizzato l'Osservatorio di Genova "Castellaccio" dell'Istituto Idrografico della Marina. Il lavoro eseguito portò alla pubblicazione delle prime carte magnetiche all'epoca 1940.0 (i dodici mesi dal luglio 1939 al giugno 1940) per la Declinazione e la componente H (Morelli, 1940). Successive ripetizioni delle misure sulla rete del I ordine hanno permesso la pubblicazione delle carte aggiornate alle epoche 1948.0 e 1959.0.

A questo riguardo, ricordiamo che ogni aggiornamento della cartografia magnetica introduce errori in quanto la vs, pur se abbastanza regolare, è completamente imprevedibile; sono inoltre state messe in luce irregolarità della vs che verrebbero in tal modo completamente nascoste. Non affronteremo qui le cause di tale irregolarità: ci limiteremo a ricordare che l'esistenza di fenomeni tettonici in atto nel sottosuolo è una delle cause, se non la principale, delle anomalie locali di vs, e basta ciò per capire come proprio per l'Italia, che è una regione geologicamente giovane e sottoposta tuttora a fenomeni tettonici complessi, gli errori di riduzione abbiano cospicua rile-

vanza e debbano essere minimizzati. Bisogna altresì dire, comunque, che la variazione secolare presenta un comportamento omogeneo su regioni piuttosto estese, a esclusione di cause di origine locale, generalmente in zone anomale: quindi con una preventiva eliminazione delle stazioni fondamentali che si trovano in zone anomale si ottiene un soddisfacente andamento regionale della vs; questo andamento può essere riportato sui dati delle stazioni adiacenti per ottenere il valore aggiornato.

In occasione dell'Anno Geofisico Internazionale 1957/58 (IGY), e come sua prosecuzione, nacque il progetto della Rete Magnetica Mondiale (RMM), al quale l'Italia diede il suo contributo. La rete del I ordine italiana nell'ambito della RMM era costituita da 28 caposaldi, alcuni dei quali di nuova costruzione, e dai due nuovi Osservatori magnetici di L'Aquila e Castello Tesino (TN) dell'Istituto Nazionale di Geofisica (ING). Per questa campagna venne utilizzata una strumentazione più moderna consistente in magnetometri da campagna "G.S.I." ad induzione magnetica (Tsubokawa, 1958) e costruiti dalla ditta giapponese SOKKISHA. Questi avevano il vantaggio di una rapidità di impiego consentendo la misura delle tre componenti D, I, e Totale F con un unico strumento ed a parità di precisione. La taratura degli strumenti e la riduzione delle misure rilevate in Italia fu eseguita con i dati degli Osservatori di L'Aquila e Castello Tesino e per le stazioni più lontane con l'ausilio di un variografo portatile Askania. Con le misurazioni effettuate nell'ambito della RMM aumentava il numero di caposaldi della rete del I ordine e la migliore qualità delle nuove apparecchiature consentiva una maggiore precisione. All'incirca in questa epoca ebbe inizio una significativa evoluzione nell'interpretazione di base delle misure magnetiche a scala planetaria. Com'è noto, l'analisi armonica (per la precisione, in armoniche sferiche) dei valori medi temporali delle misure, secondo un procedimento sostanzialmente consolidato già a metà dell'altro secolo (K. F. Gauss, 1839), consente di identificare le sorgenti di vario rango (dipolari, quadrupolari, etc) del CMT medio. Era tradizionale riconoscere come campo principale quello dei termini armonici del primo ordine, che è un campo di dipolo centrale, cosiddetto anche "campo analitico di Gauss", con asse inclinato di pochi gradi sull'asse di rotazione terrestre; i termini di ordine superiore al primo venivano a rappresentare nel loro complesso il cosiddetto "campo non dipolare" o "campo irregolare", il cui peso si limitava a pochi percento del campo totale. L'introduzione di alcuni significativi parametri di analisi ha consentito di riconoscere che le sorgenti del CMT sono, abbastanza nettamente, divisibili in due gruppi, e cioè quelle localizzate nel nucleo terrestre (corrispondenti ad armoniche sino all'ordine 8+10) e quelle localizzate nella crosta (corrispondenti alle armoniche più alte), in accordo con indicazioni provenienti dalla sismologia e dalla fisica della magnetizzazione, che situano appunto nei due detti corpi terrestri i meccanismi responsabili del CMT. Così, con migliore aderenza alla realtà fisica, il ruolo di campo principale, come tale costituente il modello di riferimento, passò al "campo nucleare", che si è convenuto essere rappresentato dalle prime 10 armoniche della detta analisi in armoniche sferiche e che è denominato

campo magnetico internazionale di riferimento (IGRF, dall'inglese International Geomagnetic Reference Field). Il primo campo di riferimento di questo genere fu definito per l'epoca 1965.0 (IGRF65). Attualmente, si usano IGRF aggiornati di 5 in 5 anni (Barraclough, 1987).

Ciò posto, è da tener presente che l'IGRF ha risolto bene la modellazione del vero campo principale a scala planetaria, quello nucleare; peraltro, è inadatto a definire per anomalia, cioè per sottrazione dal campo effettivo, il campo crostale con il dettaglio richiesto per la descrizione del campo medio locale, cioè a scala geografica o, ancor più, topografica. Ciò significa che a scale di questo genere occorre costruire campi di riferimento locali, che, a seconda dei luoghi e degli scopi, possono essere costituiti da opportuni aggiustamenti locali dell'IGRF corrente oppure, ed è questo il caso di regioni non molto estese, qual'è la regione italiana, sono costituiti da appropriate elaborazioni delle misure medie regionali. Ciò significa che il notevole miglioramento rappresentato dall'introduzione dell'IGRF non ha fatto venire meno la necessità di continue e costose misurazioni magnetiche; anzi, la migliore precisione dell'IGRF rispetto ai modelli precedenti impone una peraltro migliore precisione nell'elaborazione dei campi di riferimento locali. In quest'ottica va esaminato quanto è stato fatto in Italia negli ultimi tempi.

L'IGMI aveva pubblicato le ultime carte per le componenti D e H aggiornate all'epoca 1973.0 utilizzando le misure ottenute su 1529 stazioni e su 50 caposaldi, 46 dei quali dell'originaria rete del I ordine, 3 della RMM e uno nuovo in Sardegna (Talamo, 1975).

Negli anni '70, nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) si ritenne opportuno di contribuire alla carta tematica d'Italia, prevista dal sottoprogetto di modello tridimensionale della crosta, con la realizzazione di una carta magnetica completa, aggiungendo le componenti verticale Z e totale F, costruendo più ristretti campi regionali e, infine, realizzando una carta delle anomalie del campo residuo crostale (solo per la F). In questo ambito si è proceduto a una revisione e ristrutturazione della rete del I° ordine e a una nuova campagna di misure magnetiche delle componenti F, H e Z su 2252 stazioni, con una densità di punti di misura di un punto ogni  $138 \text{ km}^2$ . Per quanto riguarda la rete del I ordine sono stati utilizzati 34 caposaldi della rete IGMI (gli altri erano risultati inutilizzabili) e 72 di nuova scelta, per un totale di 112 caposaldi. Su ognuno dei caposaldi sono stati misurati i valori delle componenti F, D, H e Z, che, ridotti all'epoca 1979, hanno poi consentito la determinazione dei campi di riferimento validi su territorio nazionale. (F. Molina ed altri, 1980) (E. Armando ed altri, 1981).

Alla fine del PFG si è ritenuto che non dovesse perdersi l'esperienza così acquisita e si è deciso di proseguire nella direzione della ripetizione regolare delle misure mantenendo il patrimonio della storia magnetica dei caposaldi, e di pubblicare a scadenze fisse le carte aggiornate. Raccogliendo questo invito l'ING e l'IGMI hanno

effettuato la ripetizione delle misure degli elementi del CMT e costruito un campo di riferimento per l'epoca 1985.0 (A. Meloni ed altri, 1988). Uno dei punti qualificanti di questo lavoro è stata l'elaborazione della carta della declinazione magnetica per la detta epoca 1985.0. Grazie all'IGMI, abbiamo potuto avvalerci di tutti i dati di declinazione ottenuti in 1736 stazioni in anni diversi. Per riportare il maggior numero dei dati alla stessa epoca è stata scelta l'epoca 1973.0; con ciò restavano fuori principalmente stazioni comprese fra le latitudini  $43^\circ\text{N}$  e  $44^\circ 40'\text{N}$  e nella regione del Piemonte, con misure che si fermano all'epoca 1948.0 e 1959.0. Per risolvere ciò si sono prese in considerazione tutte le stazioni che avevano misure nei periodi 1948.0-1959.0-1973.0 e sono state considerate le differenze di valore negli intervalli 1948.0-1973.0 e 1959.0-1973.0, cioè precisamente l'andamento della variazione secolare nelle due epoche. Com'è naturale, tale andamento presenta un carattere regionale, funzione della latitudine e della longitudine. Ricavata quindi la dipendenza dalle coordinate geografiche, si è potuto ridurre le misure storicamente incomplete all'epoca 1973.0. Ultimo passo è stato quello di ridurre le misure in toto all'epoca 1985.0 applicando la vs per l'epoca 1973.0-1985.0. Per ottenere l'andamento spaziale della vs nell'epoca in esame si sono considerati 32 caposaldi della vecchia rete IGMI regolarmente distribuiti sul territorio nazionale ed i due Osservatori di Roburent e L'Aquila, si sono calcolate le differenze ed è stato determinato un campo normale della vs. Nello spirito di quanto detto sopra a proposito dei campi di riferimento, intendiamo qui per "campo normale" un'espressione analitica in latitudine e longitudine che rappresenti la migliore interpolazione, in una determinata regione (nel nostro caso l'Italia), di valori sperimentali (nel nostro caso la differenza delle misure nelle due epoche degli elementi del CMT).

### 3. La Variazione Secolare dal 1935.0 al 1985.0

Il procedimento suesposto utilizzato per la declinazione all'epoca 1985.0 è, ovviamente, applicabile anche per altre epoche e per altre componenti. Un metodo per valutare nel modo più opportuno la vs consiste nel considerarla lineare in un intervallo di n anni e nel calcolarla mediante la relazione  $(E_n - E_0)/n$  dove  $E_0$ ,  $E_n$  sono i valori dell'elemento generico E agli estremi dell'intervallo di tempo considerato, ottenendosi così una riduzione nel rapporto  $1/n$  degli errori di misura e delle fluttuazioni casuali dovute a perturbazioni magnetiche. Operando in questo modo si sono confrontati fra loro i valori su 46 caposaldi che sono stati misurati in varie epoche. Le tabelle 1 e 2 mostrano i valori sui caposaldi per le componenti D e H nelle varie epoche.

STAZIONE	LAT	LONG	1935.0	1939.5	1943.5	1948.0	1952.0	1957.0	1962.0	1967.0	1972.0	1977.0	1982.0	1985.0
MDI RASUN DI SOTTO - DOBBIACCO (ICR)	46.781	12.054	-313.7	-274.1	-248.9	-220.8	-188.8	-169.4	-149.4	-129.4	-95.8	-67.0	-41.0	-11.0
MDE CASTEL D'ULTIMO (ICR)	46.597	11.098	-336.5	-284.0	-264.2	-242.0	-215.8	-192.4	-169.4	-145.4	-120.2	-92.6	-66.0	-26.7
MDF CASALE GRUA (ICR)	46.146	10.273	-370.6	-325.3	-314.4	-299.0	-285.1	-271.2	-257.2	-243.2	-229.2	-215.2	-201.2	-187.2
MDE TESIS - MARIAGO	46.119	12.811	-890.6	-851.0	-829.7	-806.2	-781.8	-757.4	-733.0	-708.6	-684.2	-659.8	-635.4	-611.0
CFY CHAFFIERY - LA SALLE (ICR)	45.754	7.078	-437.0	-394.5	-370.0	-345.5	-321.0	-296.5	-272.0	-247.5	-223.0	-198.5	-174.0	-149.5
CFY PONT - RHENES NOTRE DAME (ICR)	45.561	7.113	-435.6	-391.0	-363.0	-338.5	-314.0	-289.5	-265.0	-240.5	-216.0	-191.5	-167.0	-142.5
CFY CAMPO S MARIA (ICR)	45.242	10.333	-357.0	-316.3	-293.0	-268.5	-244.0	-219.5	-195.0	-170.5	-146.0	-121.5	-97.0	-72.5
CFY S MICHELE (ICR) UD (ICR)	44.932	9.042	-394.7	-350.7	-328.0	-303.5	-279.0	-254.5	-230.0	-205.5	-181.0	-156.5	-132.0	-107.5
CFY I. GESSIA - MESSOLA (ICR)	44.919	12.889	-330.5	-286.1	-258.0	-234.0	-210.0	-186.0	-162.0	-138.0	-114.0	-90.0	-66.0	-42.0
CFY SUD EST DI MONTALBANO	44.741	11.880	-330.5	-286.1	-258.0	-234.0	-210.0	-186.0	-162.0	-138.0	-114.0	-90.0	-66.0	-42.0
CFY ROBURENT (OBSERVATORIO)	44.296	7.888	-314.2	-273.0	-243.2	-208.9	-184.2	-159.5	-134.8	-110.1	-85.4	-60.7	-36.0	-11.3
CFY MONTE VENANZIO (ICR)	43.762	12.612	-283.9	-244.7	-215.2	-179.0	-152.8	-126.6	-100.4	-74.2	-48.0	-21.8	4.4	31.2
CFY LUL LA VALLINA (ICR)	43.240	11.624	-256.6	-218.2	-185.2	-154.2	-123.2	-92.2	-61.2	-30.2	1.8	30.8	61.8	112.8
CFY MISCIANOVA - LE PIANACCE	42.769	13.091	-230.0	-193.4	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY PUNTO DELLA FICOMA (ICR)	42.561	14.061	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY PUNTO DEL CIMITERO-TREMITI (ICR)	42.449	12.033	-210.0	-171.2	-134.4	-101.6	-68.8	-36.0	-3.2	29.6	57.5	85.4	113.3	141.2
CFY LE BERRE-MORIONE DEL SANMO (ICR)	42.127	15.515	-230.0	-193.4	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9	-1.8	28.2	56.1	84.0	111.9
CFY MSA MASSERIA BOSCHETTO (ICR)	41.821	15.587	-228.2	-194.8	-161.3	-129.2	-97.1	-65.0	-32.9					

Nelle fig. 1 e 2 viene mostrata qualitativamente la "storia magnetica" per più di 50 anni di alcuni caposaldi a confronto con i dati degli Osservatori di Genova-Castellaccio (1935+1962) e di L'Aquila (1960+1985); da questo confronto si può constatare che

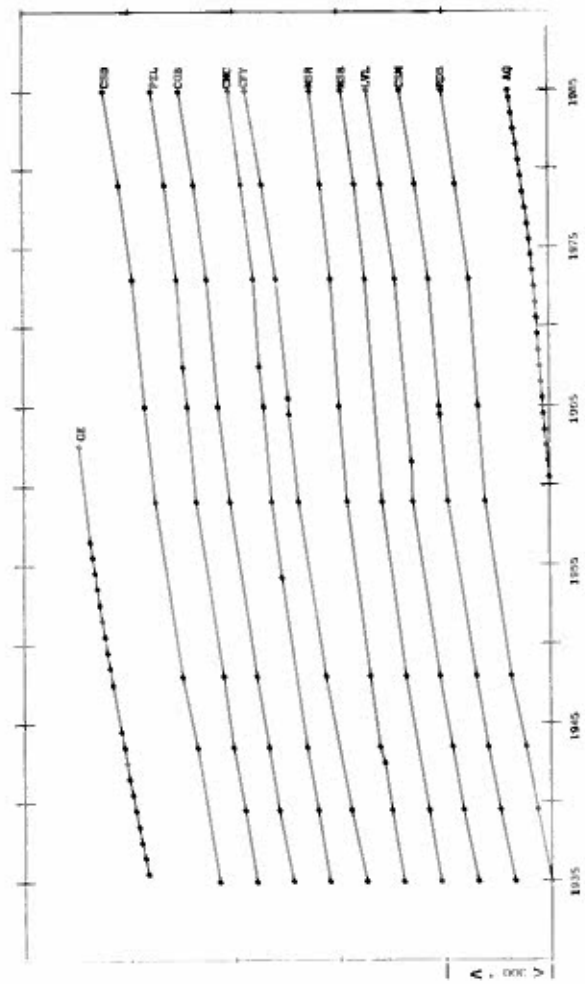


Fig. 1 - Misure della Declinazione sui Caposaldi della Rete Magnetica Italiana in epoche diverse.

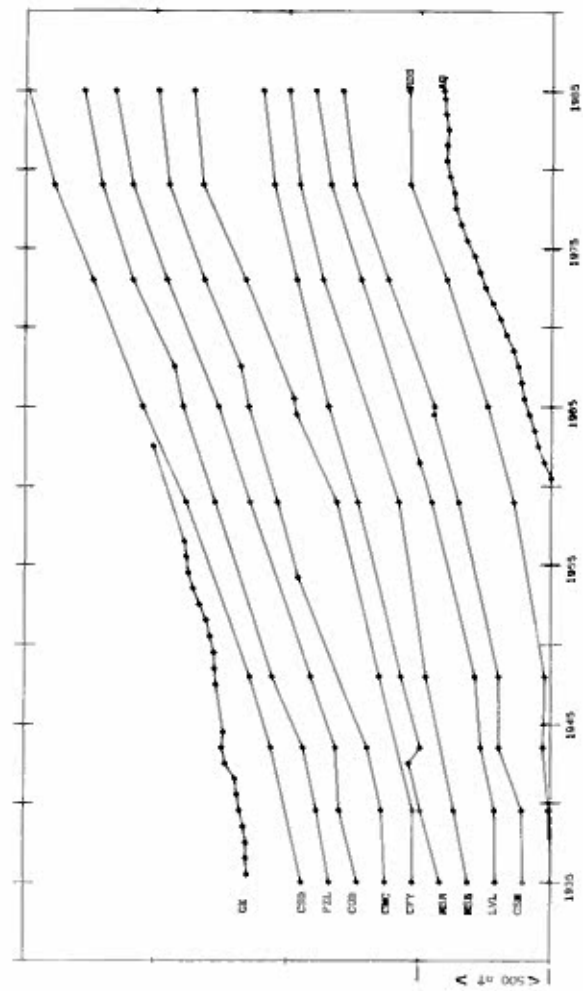


Fig. 2 - Misure della Componente Orizzontale sui Caposaldi della Rete Magnetica Italiana in epoche diverse.

i dati, pur se con strumentazione e precisione diverse, sono tuttavia attendibili.

Per lo studio della variazione secolare sono stati presi in considerazione gli intervalli di tempo e i caposaldi seguenti:

periodo 1965/35 utilizzando 16 caposaldi;  
 periodo 1973/65 utilizzando 24 caposaldi;  
 periodo 1979/73 utilizzando 37 caposaldi;  
 periodo 1985/79 utilizzando 114 caposaldi.

Con questi dati sono stati determinati i campi normali di riferimento delle variazioni secolari per le varie coppie di anni, resi omogenei scegliendo come origine del sistema di riferimento la longitudine di Roma-Monte Mario (RM) e la latitudine di 42°N (tab. 3).

Tabella 3 Coefficienti delle equazioni del campo normale per le variazioni secolari in Italia

D'	=	199.4	+0.015T	-0.068L	-0.00002TT	-0.00002LL	+0.00001TL	1965/35
D'	=	27.5	-0.009T	-0.020L	-0.00001TT	-0.00000LL	-0.00002TL	1973/65
D'	=	33.9	+0.002T	-0.014L	+0.00002TT	-0.00001LL	-0.00000TL	1979/73
D'	=	37.3	-0.002T	-0.023L	+0.00001TT	+0.00002LL	+0.00003TL	1985/79
F	=	1107.0	+0.080T	+0.469L	-0.00046TT	-0.00058LL	+0.00334TL	1965/35
F	=	217.7	-0.021T	-0.114L	-0.00035TT	-0.00061LL	-0.00049TL	1973/65
F	=	178.5	+0.103T	+0.035L	-0.00002TT	-0.00006LL	+0.00022TL	1979/73
F	=	125.0	+0.001T	+0.045L	-0.00006TT	+0.00003LL	+0.00010TL	1985/79
H	=	420.2	-0.549T	-0.296L	-0.00003TT	+0.00044LL	-0.00003TL	1965/35
H	=	172.2	-0.048T	-0.158L	-0.00013TT	-0.00015LL	-0.00017TL	1973/65
H	=	120.0	-0.022T	-0.095L	+0.00014TT	-0.00011LL	-0.00009TL	1979/73
H	=	47.4	-0.086T	-0.073L	+0.00001TT	+0.00017LL	+0.00035TL	1985/79
Z	=	1047.9	+0.372T	+0.747L	-0.00078TT	-0.00106LL	-0.00427TL	1965/35
Z	=	146.6	+0.034T	-0.035L	-0.00031TT	-0.00062LL	-0.00050TL	1973/65
Z	=	125.7	+0.190T	+0.130L	+0.00019TT	+0.00013LL	+0.00053TL	1979/73
Z	=	118.0	+0.052T	+0.098L	-0.00009TT	-0.00011LL	-0.00015TL	1985/79

T= (Lat. - 42 ) in primi

L= Long. da Monte Mario in primi (positiva ad Est di MM)

Da queste equazioni sono state tracciate per le quattro componenti le carte delle isopore, cioè delle isolinee di vs media annua nei quattro anzidetti intervalli di tempo (fig. 3+6).

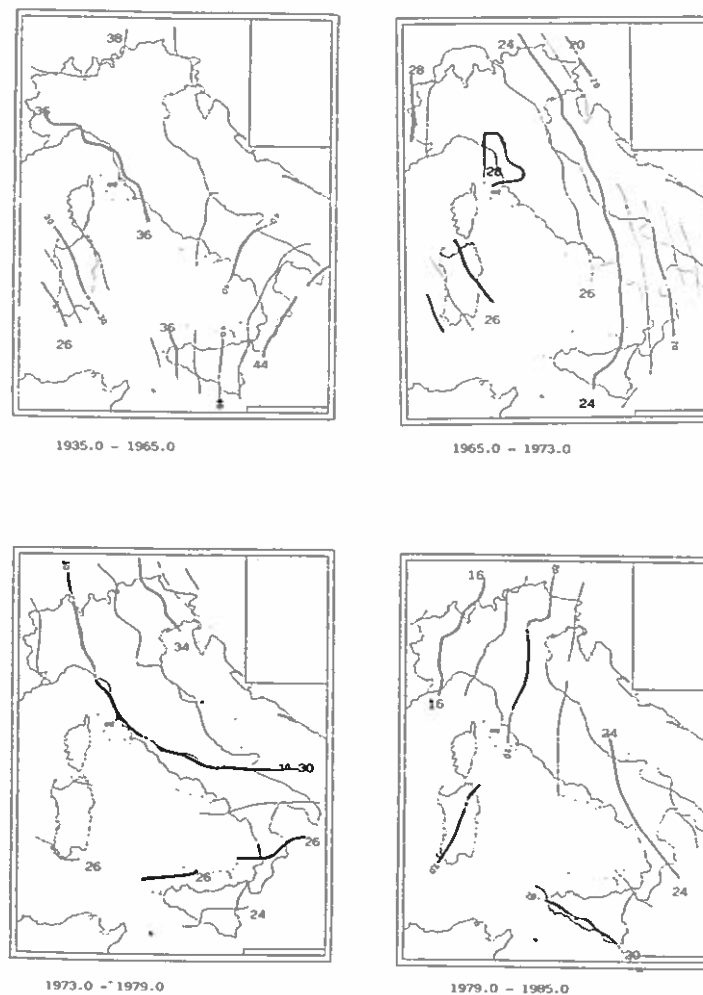
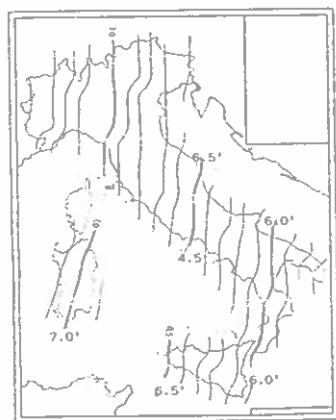
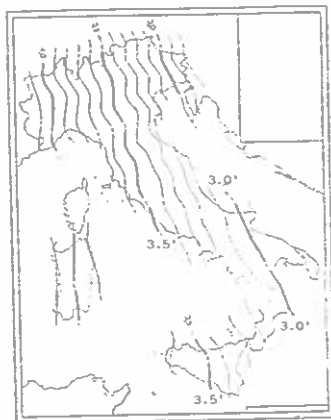


Fig. 3 - Isopore della Componente Totale F espresse in nT/anno.

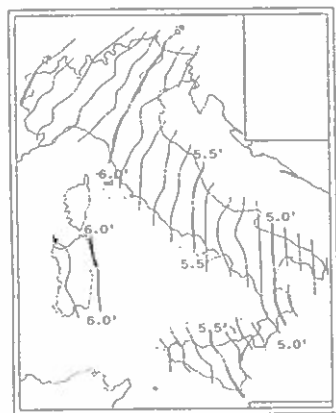




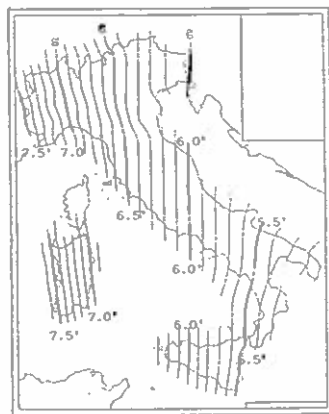
1935.0 - 1965.0



1965.0 - 1973.0



1973.0 - 1979.0

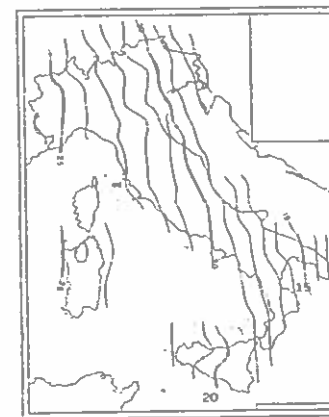


1979.0 - 1985.0

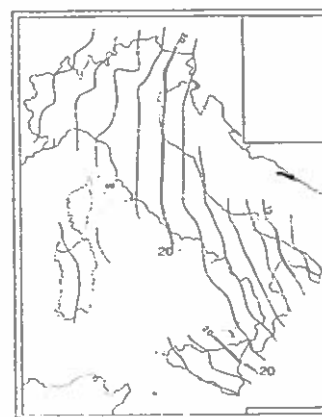
Fig. 4 - Isopore della Declinazione  $D$  espresse in  $'$ /anno.



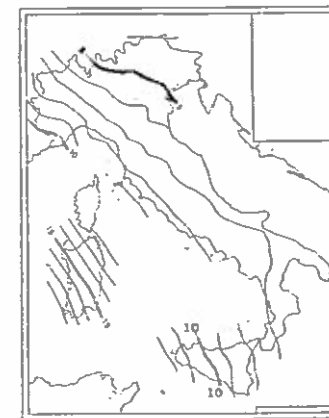
1935.0 - 1965.0



1965.0 - 1973.0

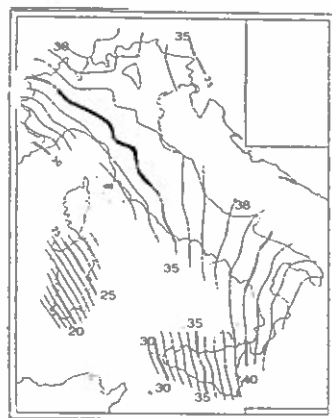


1973.0 - 1979.0

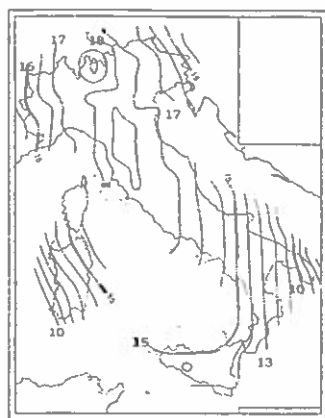


1979.0 - 1985.0

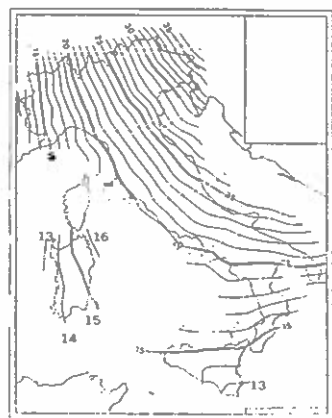
Fig. 5 - Isopore della componente Orizzontale  $H$  espresse in  $nT$ /anno.



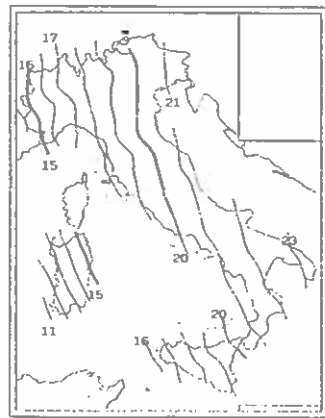
1935.0 - 1965.0



1965.0 - 1973.0



1973.0 - 1979.0



1979.0 - 1985.0

Fig. 6 - Isopore della componente Verticale Z espresse in nT/anno.

#### 4. Conclusioni

La conoscenza della  $v_s$  di un generico elemento magnetico è indispensabile per la riduzione ad una stessa epoca di valori osservati in epoche diverse e d'altra parte lo studio dettagliato di questa è necessario per giudicare l'attendibilità dei valori ridotti alla stessa epoca. Indicazioni sull'andamento della  $v_s$  vengono fornite dagli Osservatori magnetici (in Italia vi sono l'Osservatorio di Preturo-L'Aquila e di Castello Tesino dell'ING) che forniscono valori continui e sicuri. Questa variazione non si comporta però in maniera uniforme ma cambia da regione a regione e talvolta persino da località a località. Poiché il numero degli Osservatori magnetici non è sufficiente per una soluzione dettagliata del problema, questa difficoltà viene superata con la ripetizione delle misure ad epoche diverse in punti opportunamente distribuiti (caposaldi), e giustifica quest'oneroso compito che l'Unità Organica Geomagnetismo dell'ING svolge di 5 in 5 anni.

Infine l'esame preliminare delle curve riportate nelle figure porta alle seguenti conclusioni:

- 1) la  $v_s$  presenta un comportamento omogeneo su regioni piuttosto estese: ciò conferma il carattere regionale del fenomeno;
- 2) la regolarità dell'andamento è confermata anche per periodi brevi come quello 1979+1985: ciò vuol dire che l'attuale rete del I ordine è stata realizzata con caposaldi situati in zone non anomale a carattere locale;
- 3) sarebbe molto interessante poter avere maggiori dettagli dell'andamento del fenomeno proprio nelle zone anomale per acquisire preziosi elementi di giudizio sulle caratteristiche geologico-tettoniche dell'area in esame.