

RILIEVO SPERIMENTALE GRAVIMETRICO-MAGNETICO NELL'AVAMPAESE DEI COLLI EUGANEI

CARLO MORELLI

PARTE II - *Misure magnetiche*

10. *Generalità.* — Proseguendo nelle ricerche volte a studiare i metodi ed i criteri più opportuni per uno studio geofisico sistematico dell'avampaese dei Colli Euganei, ad opera dell'Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università di Padova diretto dal prof. Giovanni Silva, dopo l'esecuzione delle misure gravimetriche ed eötvössiane ⁽¹³⁾ si trattava di studiare i metodi magnetici più idonei e le modalità di impiego.

In corrispondenza e ad estensione della rete di stazioni eötvössiane e gravimetriche, venne perciò deciso di eseguire una rete di stazioni magnetiche, mediante variometri nella componente verticale *Z* e nella componente orizzontale *H*. Le due componenti vennero impiegate sia per determinare praticamente quale maggiore apporto alla conoscenza del campo perturbante si potesse così ricavare, sia per studiare meglio su base sperimentale le correlazioni fra anomalie gravitazionali e magnetiche per quanto possibile anche secondo le idee già esposte in teoria dallo scrivente ⁽¹⁴⁾.

Gli strumenti adoperati sono stati:

due bilance magnetiche Ruska, n. di matricola 2988 e 2525, con equipaggio per la *Z* n. 200/215 e per *H* n. 16/25, ricevute in conto E.R.P. dall'Istituto di Geodesia e Geofisica dell'Università di Padova;

una bilancia magnetica Askania, n. 363833, con equipaggio per la *H* n. 259/273, di proprietà della Sezione Geofisica dell'Ufficio Geologico (per cortesia del dott. G. Tribalto);

un magnetografo Ruska per la *Z*, n. di matricola 3333, equipaggio n. 186/192, ricevuto in conto E.R.P. dall'Osservatorio Geofisico di Trieste.

Secondo quanto più avanti esposto (§ 12), le due bilance Ruska sono state adoperate per le operazioni di campagna; le altre due invece per la determinazione della variazione diurna.

Le operazioni di campagna sono state eseguite nei giorni 16-19

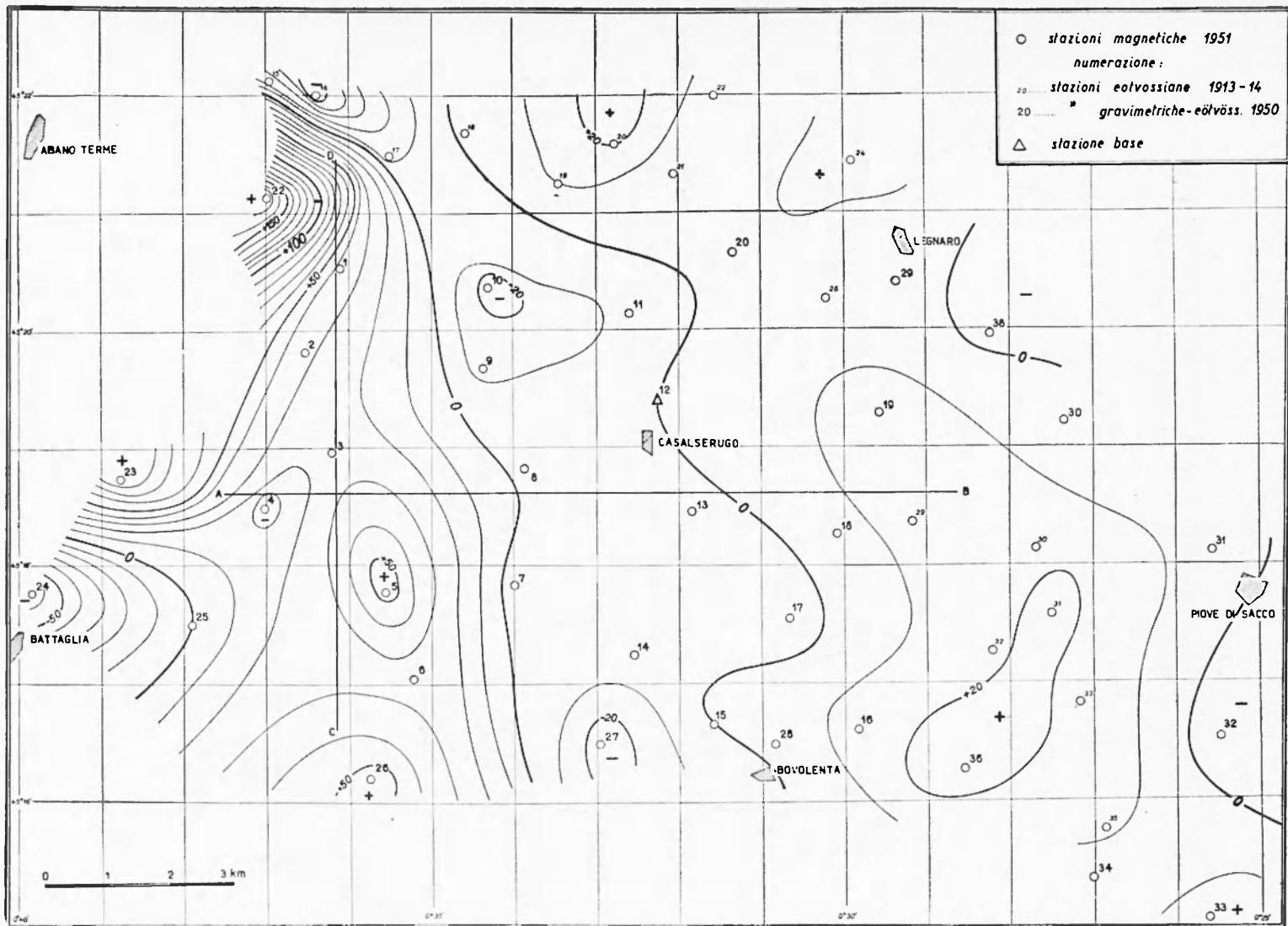


Fig. 19 - Isoanomale della componente verticale (equidistanza 10 γ)

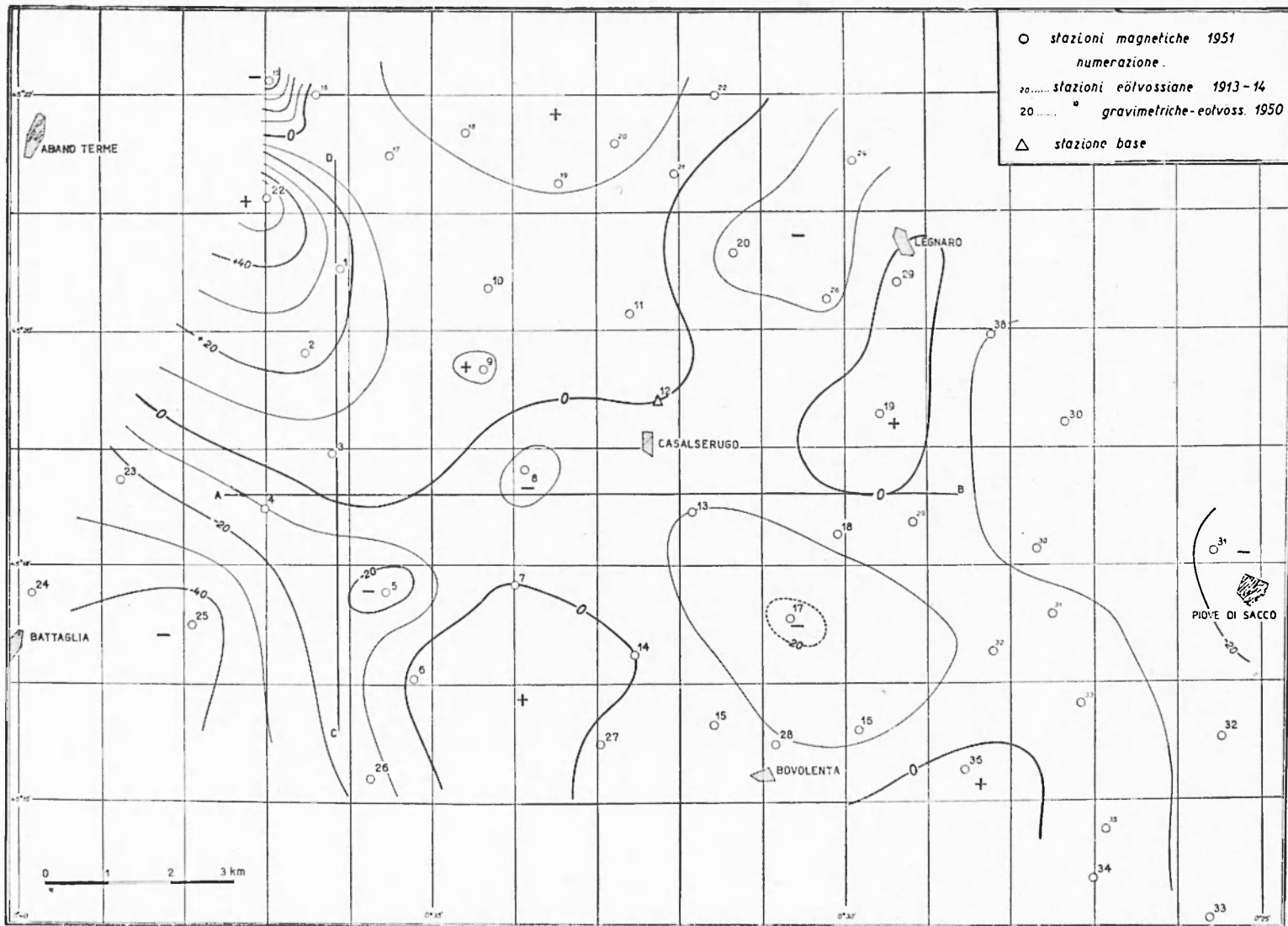


Fig. 20 - Isoanome della componente orizzontale (equidistanza 10 γ)

marzo 1951; di questi, il giorno 16 e la mattinata del 17 sono stati impiegati per la rettifica e taratura degli strumenti (§ 11). Ci limitiamo ad esporre in sintesi i risultati ottenuti, rimandando per i particolari della teoria e della pratica a quanto esposto in ⁽¹⁵⁾.

11. *Taratura e rettifica degli strumenti.* — Si riassume come segue:

a) *Controllo del segno delle letture:* effettuato mediante i magneti ausiliari.

b) *Costanti di scala:* determinate mediante la bobina di Helmholtz; ne sono risultati i seguenti valori:

Ruska	<i>H</i>	:	9,64	γ /div.
»	<i>Z</i>	:	9,90	» »
Askania	<i>H</i>	:	5,29	» »
Magnetografo	<i>Z</i> (Ruska)	:	9,73	» » = 9,70 γ /mm .

c) *Coefficienti di temperatura:* determinati con l'ausilio delle camicie termiche di produzione Ruska, facendo variare la temperatura fra 11 °C e 29 °C; sono risultati praticamente trascurabili.

Per il termografo che correde il magnetografo Ruska, lo spostamento è risultato di 2,16 °C/mm.

d) *Errori di livellamento.* Per lo spostamento della bolla di una particella, sono risultati i seguenti errori di livellamento:

Strumento	Livella longitud.	Livella trasvers.
Ruska <i>H</i>	3,5 γ	1 γ
» <i>Z</i>	2,5 »	3 »
Askania <i>H</i>	10 »	2 »

Per le due bilance Ruska è quindi necessario mantenere le livelle (rettificate!) centrate almeno entro mezza particella, con particolare riguardo a quella longitudinale. Nella bilancia Askania, che era stata portata alla sensibilità massima, la livella longitudinale doveva esser mantenuta centrata entro un decimo di particella.

12. *Variazione diurna.* — Data la ben nota importanza ⁽¹⁶⁾ di tener conto della variazione diurna degli elementi osservati, in località centrale rispetto alla zona da rilevare, e precisamente in prossimità della stazione base (n. 12; v. *fig. 19*; e anche ⁽¹³⁾, *fig. I*), sono stati sistemati

in posizione fissa (e non perturbata da linee elettriche o altro) due strumenti destinati uno alla determinazione della variazione diurna della Z , l'altro della H .

Il primo è un magnetografo Ruska, in cui la registrazione fotografica avviene su lastra $6,5 \times 9$ cm, sistemata all'estremità di un lungo tubo a tenuta di luce, in maniera da consentire la registrazione anche

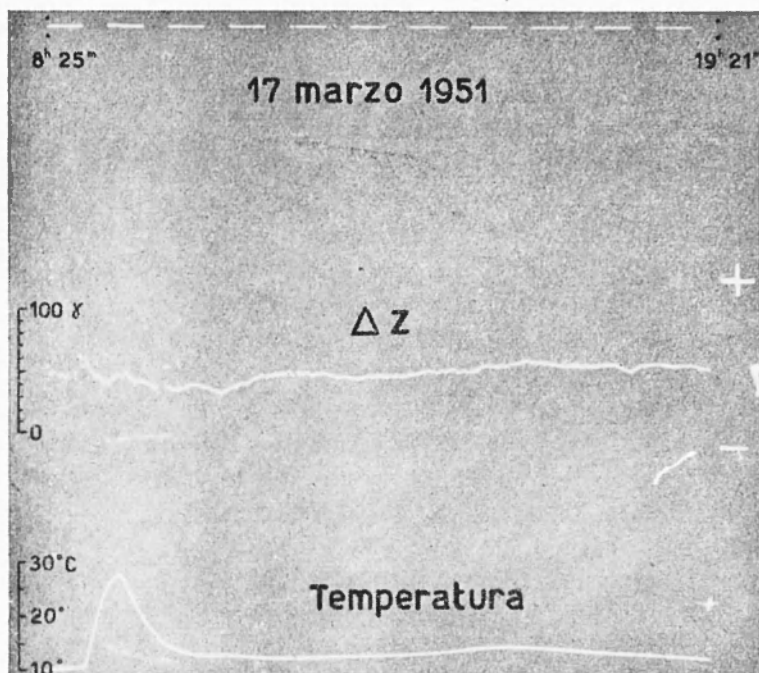


Fig. 17 - Variazione diurna della Z registrata dal magnetografo Ruska (e prova per la temperatura)

alla luce diurna. La lastra è spostata da un sistema di orologeria alla velocità di 0,5 cm/ora, e sulla stessa (oltre alla linea di riferimento che funziona anche da marca-tempo) è registrata anche la temperatura (v. fig. 17). Un apposito vetrino inciso facilita poi le letture.

Non disponendo di altro registratore, la variazione diurna della H è stata determinata per lettura diretta, in media ogni 15 minuti, alla bilancia magnetica Askania lasciata in posizione fissa e sempre mantenuta con le livelle centrate. Un esempio di variazione diurna della H determinata per punti è riportato in fig. 18.

Entrambi gli strumenti erano protetti da capanna: il magnetografo Ruska da apposita fornita dalla casa costruttrice, il magnetografo Askania da una capanna costruita, su progetto del prof. Silva, per lo strumento dei passaggi e adattata allo scopo eliminando tutte le viti ed i giunti in ferro.

Oltre alla variazione diurna indispensabile per la riduzione dei valori osservati (§ 13), sono stati messi in evidenza i seguenti risultati principali:

a) *la variazione diurna è diversa da giorno a giorno*, per cui è indispensabile seguirne l'andamento da registrazioni dirette, e non è invece possibile basarsi su curve medie o estrapolare i risultati: errori di decine di γ non sarebbero allora improbabili (v. per es. la fig. 18);

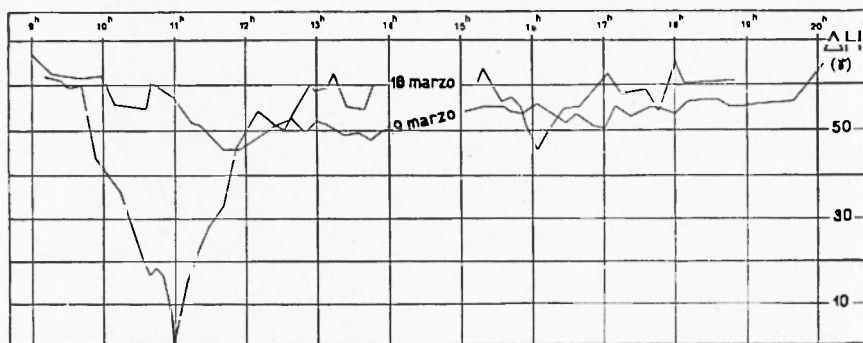


Fig. 18 - Variazione diurna della H osservata per punti

b) *esistono micropulsazioni magnetiche quasi continue*, di cui quelle con periodo sull'ordine della decina di minuti sono visibili anche dalla fig. 17 (mentre quelle a periodi minori, qui non rilevabili per l'esiguo scorrimento, sono state chiaramente rivelate ⁽¹⁶⁾ dalle registrazioni più rapide nelle Marche).

L'ulteriore discussione di questo fenomeno esula però dai fini di questa relazione.

13. *Valori magnetici osservati e ridotti. Precisione del rilievo.* — Anche nell'esecuzione delle stazioni, sono state seguite le norme e le avvertenze già esposte altrove in dettaglio ⁽¹⁵⁾. Qui ci limitiamo quindi a riportare i risultati delle osservazioni nella tabella che segue. In essa figurano nell'ordine:

- colonna 1: la data delle osservazioni (marzo 1951);
- » 2: il numero delle stazioni, conservando la numerazione già introdotta in ⁽¹³⁾ per le stazioni eötvössiane e gravimetriche; i numeri in corsivo si riferiscono alle stazioni eötvössiane del Soler 1913/14 (v. anche ⁽¹³⁾, fig. 1);
- colonna 3: la località, riferita a quella delle stazioni eötvössiane-gravimetriche della colonna 2; la stazione n. 38 è nuova, per colmare un vuoto nella carta;
- » 4: l'ora (media) di osservazione;
- » 5: la temperatura (interna) degli strumenti;
- Seguono quindi nell'ordine, per le due componenti:
- colonne 6 e 12: le differenze osservate (in γ); i valori riportati sono la media di almeno 4 letture, di cui due coppie a 180° per la Z . In parecchie stazioni, per verificare la « normalità » delle stazioni stesse, le letture venivano ripetute lasciando fissi i treppiedi e scambiando fra loro i due magnetometri;
- » 7 e 13: la correzione per la variazione diurna, dedotta secondo quanto esposto nel § 12;
- » 8, 9, 14 e 15: le correzioni normali di latitudine e di longitudine, che nella zona in esame assumono ⁽¹⁵⁾ i seguenti valori (in γ/km):

Correzione	Z	H
di latitudine (Nord)	— 6,03	+ 4,65
di longitudine (Est)	+ 0,34	— 0,48

per la H , manca ⁽¹⁵⁾ la correzione dovuta alla variazione della Z e all'ampiezza delle letture dal centro scala $S_2 - S_0$; ciò perché l'importo di questa correzione è stato sempre molto piccolo: per i valori massimi osservati di $\Delta Z = +164 \gamma$ e di $S_2 - S_0 = 19.8$ div. di scala, il suo contributo è di appena $+1,0 \gamma$; analogamente è — ancor più — trascurabile l'influsso delle variazioni della Z sulla costante di scala ϵ_H ;

- colonne 10 e 16: i valori di ΔZ e ΔH corretti;
- » 11 e 17: i valori di Z e H riferiti (convenzionalmente) a valori nulli per la stazione base, dato che nella zona mancano misure assolute.

1	2	3	4	5	6	7 8 9 10				11	12	13 14 15 16				17									
						Data	N.	Località	Ora			Temp.	AZoss.	Componente verticale				Z (n.12=0)	Altooss.	Componente orizzontale				H (n.12=0)	
														Correzioni			AZcorr.			Correzioni			Altocorr.		
														diurna	latit.					long.	diurna	latit.			long.
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y																		
17	12	100 m a SW	15,35	18						0							0								
	13	50 m a N	16,10	18	- 8	- 6	+ 11	0	- 3	- 3	- 7	+ 5	- 8	0	- 10	- 10	0								
	14	stessa	.45	17	- 12	0	+ 14	0	+ 2	- 1	+ 21	- 1	- 10	0	+ 10	0	0								
	15	stessa	17,20	17	- 7	+ 1	+ 7	0	+ 1	- 1	+ 3	+ 1	- 5	- 1	- 2	- 2	0								
	27	300 m a S	.40	17	- 23	- 1	+ 2	- 1	- 23	0	- 1	+ 2	- 1	+ 1	+ 1	+ 1	- 2								
	28	500 m a N	18,10	16	+ 20	+ 4	0	+ 1	+ 25	- 4	- 4	0	0	- 1	- 8	- 9	- 9								
	17	stessa	.35	16	+ 9	- 4	- 12	0	- 7	+ 2	- 6	- 16	+ 9	0	- 13	- 22	- 22								
	12	(chiusura)	19,05	14	+ 23	0	- 21	- 1	+ 1	- 5	+ 33	- 13	+ 16	+ 1	+ 32	+ 10	+ 10								
								
18	12	staz. base	8,40	11						0							0								
	18	stessa	9,45	12	- 10	+ 6	+ 13	0	+ 9	9	- 4	+ 8	- 10	- 1	- 7	- 7	0								
	19	200 m a Est	10,15	12	+ 11	+ 6	- 11	0	+ 6	+ 15	- 12	+ 19	+ 8	0	+ 15	+ 8	+ 8								
	29	300 m a S	.35	12	+ 1	+ 2	- 12	0	- 9	+ 6	- 31	+ 18	+ 10	0	- 3	+ 5	+ 5								
	26	200 m a S	.45	12	- 5	+ 2	+ 2	0	- 1	+ 5	- 16	0	- 1	+ 1	- 16	+ 11	+ 11								
	24	stessa	11,30	12	+ 13	+ 4	- 13	0	+ 9	+ 14	- 13	- 5	+ 10	0	- 8	- 19	- 19								
	22	stessa	.50	13	- 2	+ 1	- 7	- 1	- 9	+ 5	+ 40	- 20	+ 5	+ 1	+ 26	+ 7	+ 7								
	21	100 m a S	12,20	14	- 8	- 3	+ 7	0	- 4	+ 1	+ 9	- 9	- 6	0	- 6	+ 1	+ 1								
	20	100 m a W	.35	15	+ 23	- 1	- 3	0	+ 19	+ 20	+ 12	+ 1	+ 2	0	+ 15	+ 16	+ 16								
	20	stessa	13,05	15	- 21	- 1	+ 10	+ 1	- 11	+ 9	- 15	- 8	- 8	- 1	- 32	- 16	- 16								
	12	(chiusura)	.55	14	- 15	- 5	+ 14	0	- 6	+ 3	+ 29	- 2	- 11	+ 1	+ 17	+ 1	+ 1								
								
	12	staz. base	15,15	11						0							0								
	8	stessa	.45	11	- 9	- 1	+ 7	- 1	- 4	- 4	- 14	+ 4	- 5	+ 1	- 14	+ 14	+ 14								
	7	stessa	16,10	11	- 10	- 3	+ 11	0	- 2	- 6	+ 11	+ 9	- 9	0	+ 14	0	0								
	6	stessa	.40	13	+ 28	- 4	+ 9	- 1	+ 32	+ 25	+ 15	- 7	- 7	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2								
	26	256 m a NW	.50	13	+ 19	0	+ 9	0	+ 28	+ 54	- 4	- 3	- 7	0	- 14	+ 12	+ 12								
	5	150 m a NW	1,15	13	+ 18	- 1	- 1	0	- 1	+ 53	- 31	0	+ 11	0	- 17	- 29	- 29								
	25	150 m a W	.30	13	- 49	- 1	- 3	0	- 3	0	- 23	0	+ 2	+ 2	- 19	- 48	- 48								
	24	100 m a W	.55	12	- 63	0	+ 3	- 1	- 65	0	+ 13	- 3	- 2	+ 1	+ 9	- 39	- 39								
	23	300 m a SE	18,15	12	+ 163	+ 1	- 11	+ 1	+ 151	+ 83	+ 7	0	+ 8	- 1	+ 11	- 25	- 25								
	12	(chiusura)	.55	12	- 71	- 6	- 8	+ 3	- 82	+ 6	+ 22	0	+ 6	- 4	+ 24	- 1	- 1								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
19	12	staz. base	8.40	11	-	14	12	+	11	0	+	5	-	9	-	0
	29	350 m SW	9.25	12	3	4	3	+	5	16	12	1	2	1	4	4
	30	175 m a Est	.45	12	1	4	7	0	10	26	18	3	5	0	14	18
	31	stessa	10.05	13	14	4	4	0	8	3	3	+	3	+	16	2
	32	150 m a W	.25	13	9	2	6	1	3	15	1	+	6	1	1	3
	19	stessa	.45	14	3	0	3	+	10	28	12	5	3	+	9	12
	36	100 m a S	11.05	15	6	1	6	1	13	15	10	+	5	1	13	1
	33	stessa	.15	15	16	0	1	+	10	11	0	+	3	0	5	2
	34	stessa	12.05	16	16	0	12	0	4	14	10	4	9	0	3	2
	35	stessa	.15	17	11	+	5	0	10	11	+	1	3	0	5	7
	33	300 m a Est	.35	18	11	3	4	+	13	17	9	3	4	1	16	2
	32	100 m a N	.45	19	5	2	17	0	24	17	11	1	13	0	0	18
	31	900 m a NW	13.05	19	34	1	18	0	15	8	16	1	14	0	3	21
	30	250 m a SW	.20	20	9	0	12	-	4	4	4	+	10	1	9	12
	33	al km 12 a SE di Legnaro (chiusura)	.30	20	1	0	8	-	7	4	5	0	10	1	2	10
	12	.....	.55	20	3	2	6	-	1	3	17	0	5	3	15	+
	11	.....	15.10	20	.....	.....	.....	.....	.....	4	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	12	staz. base	.35	21	1	2	8	0	9	.....	2	0	6	0	8	0
	19	130 m a SE	.50	21	36	5	12	0	19	9	+	1	10	1	3	8
	18	stessa	16.15	21	0	3	5	-	9	10	2	0	4	+	3	11
	17	100 m a E	.25	20	14	2	2	0	14	13	11	2	2	+	10	14
	16	stessa	.35	20	36	1	6	0	43	16	4	1	5	0	3	7
	15	100 m a S	.50	20	81	1	1	0	81	56	55	1	1	+	3	4
	22	200 m a SE	17.05	19	140	1	11	0	150	25	112	1	9	0	52	45
	1	stessa	.30	18	111	2	7	0	15	15	24	2	5	1	102	57
	2	stessa	.50	18	12	2	8	0	39	39	2	0	6	0	32	25
	3	stessa	18.15	17	20	2	10	0	12	33	3	0	7	0	4	21
	4	100 m a Est	.30	16	19	0	5	0	14	21	15	1	4	0	12	9
	10	400 m a Sud (chiusura)	19.35	16	5	2	13	+	18	7	12	1	10	2	19	10
	15	.....	20.05	15	11	1	8	0	11	11	11	5	6	0	21	11
	12	.....	.....	14	11	0	11	+	23	22	25	8	8	1	10	9

La precisione del rilievo risulta dagli errori di chiusura d dei singoli circuiti, che sono i seguenti (in γ):

Data	d_z	d_{II}
17	- 4	+ 9
18	+ 3	+ 1
	+ 6	- 1
19	- 7	+ 5
	0	+ 7

Da essi si ricava per l'errore medio m di una singola stazione:

$$m_z = \pm 3,3 \gamma \quad ; \quad m_{II} = \pm 4,0 \gamma .$$

Tali errori sono dell'ordine di grandezza generalmente connesso con questo genere di misure, per cui abbiamo in tal modo una conferma della convenienza del metodo seguito, nonché delle buone caratteristiche e precisione degli strumenti adoperati.

14. *Anomalie.* — Le isoanomale magnetiche nella zona in esame sono riportate nelle figg. 19 e 20.

L'esame della fig. 19 indica anzitutto chiaramente, nella zona non nelle immediate vicinanze dei Colli Euganei, l'esistenza di tre caratteristiche anomalie, estese in senso longitudinale: due positive (una dalla staz. 26 alla staz. 1; l'altra dalla staz. 34 alla staz. 20) separate da una negativa (dalla staz. 27 alla staz. 10). Esse corrispondono quasi perfettamente alle anomalie gravimetriche (v. parte I, fig. 7), e confermano chiaramente l'andamento e le caratteristiche della topografia sotterranea già indicati nella parte I, e su cui torneremo più in dettaglio nella parte III: lo sperone degli Euganei è prossimo alla superficie (o possiede suscettività magnetica maggiore) in corrispondenza dell'anomalia positiva occidentale, presenta un avvallamento (o rocce con suscettività magnetica molto minore) in corrispondenza dell'anomalia negativa centrale, e ritorna verso la superficie in corrispondenza dell'anomalia positiva orientale. La causa di questa però è più profonda della corrispondente occidentale, come è dimostrato dal gradiente molto più ridotto delle isoanomale.

Quanto ora esposto risulta chiaramente anche dall'esame del profilo AB (fig. 21), in cui le anomalie magnetiche sono riportate assieme alle corrispondenti anomalie gravimetriche (locali). Da questo profilo

risulta in maniera significativa la corrispondenza quasi perfetta fra le anomalie magnetiche e quelle gravimetriche (bisogna anche tener conto che lo zero è arbitrario); le anomalie ΔH risultano inoltre meno pronunciate delle corrispondenti ΔZ .

All'estremo limite occidentale della zona rilevata lo sperone degli Euganei è talmente prossimo alla superficie da dar luogo alle caratteristiche anomalie proprie delle zone vulcaniche: valori anomali da punto a punto, sicché il rilievo magnetico regionale perde ogni significato. Ciò probabilmente è dovuto anche in parte al materiale vulcanico contenuto nel terreno di riporto.

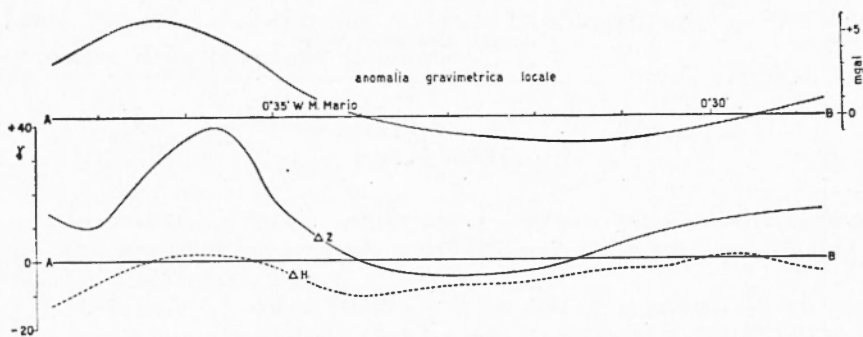


Fig. 21 - Anomalie gravimetriche e magnetiche lungo il profilo AB

L'esame della fig. 20 mostra invece che, com'è noto, la corrispondenza fra le anomalie ΔH e la causa della perturbazione è meno evidente. Questo è il motivo per il quale generalmente le misure magnetiche vengono effettuate soltanto nella ΔZ .

Le misure in ΔH possono anche essere utilizzate per la rappresentazione del vettore perturbazione nel piano meridiano magnetico. Riportiamo infatti nella fig. 22, oltre alle anomalie magnetiche e gravimetriche, anche la proiezione, nel piano del profilo, del vettore perturbazione: come si vede, il suo andamento non è però in semplice corrispondenza con i vettori della perturbazione gravimetrica (v. parte I, fig. 16), per cui neppure ciò ne dimostra l'opportunità dell'impiego.

15. *Conclusioni.* — I risultati di questa campagna magnetica sperimentale hanno dimostrato che anche il metodo magnetico può dare buoni risultati nello studio dell'avampaese dei Colli Euganei, e che essi completano ed integrano quelli gravimetrici. È specialmente la componente verticale che meglio si presta per l'interpretazione dei

risultati, mentre quella orizzontale non è indispensabile e non apporta vantaggi sostanziali nell'interpretazione: sicché nel rilievo sistematico gravimetrico e magnetico di tutta la regione attorno ai Colli Euganei il solo impiego della componente magnetica verticale può risultare sufficiente.

La corrispondenza fra le anomalie magnetiche verticali e quelle gravimetriche è talmente cospicua, da far ritenere che la parte mag-

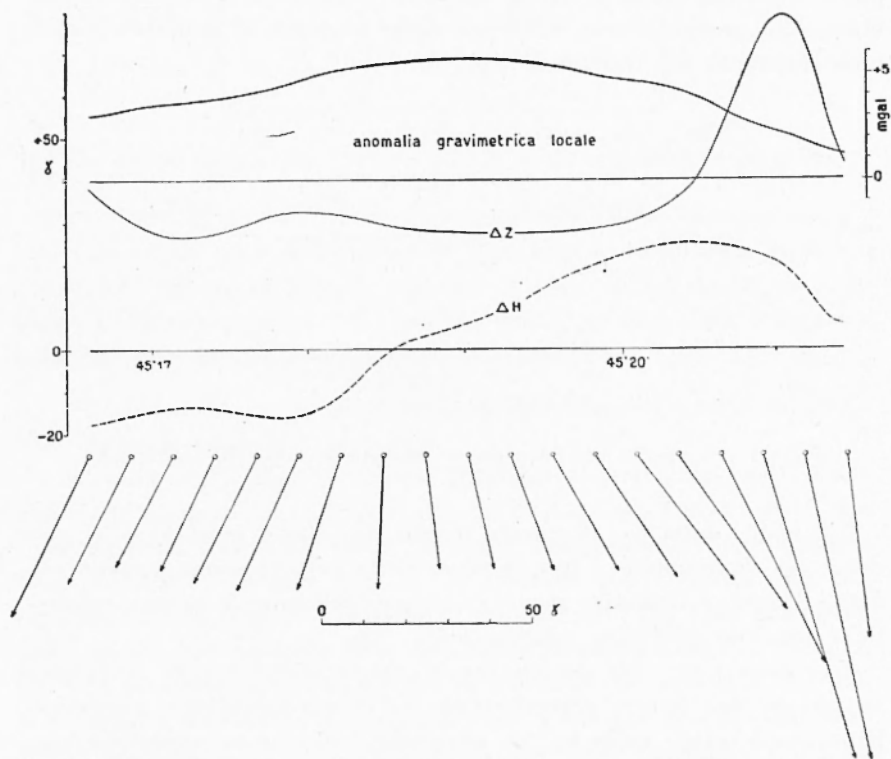


Fig. 22 - Anomalie gravimetriche e magnetiche lungo il profilo CD, e proiezione del vettore perturbazione magnetica

giore delle anomalie sia dovuta a magnetizzazione indotta dal campo magnetico terrestre. Solo nella zona immediatamente prospiciente ai Colli Euganei le anomalie assumono un carattere prettamente locale, e indicano la presenza di un magnetismo residuo permanente, proprio dei terreni vulcanici. Subito all'esterno di questa zona, dove le anomalie magnetiche possono raggiungere anche alcune centinaia di γ , esse si attenuano, e non superano il valore assoluto di 50 γ .

Istituto Naz. di Geofisica — Osserv. di Trieste — Maggio 1950.

RIASSUNTO

Proseguendo le ricerche sperimentali in preparazione di un rilievo geofisico sistematico attorno ai Colli Euganei, in corrispondenza delle stazioni eötvössiane e gravimetriche eseguite nella zona fra Battaglia, Pontelongo e Ponte S. Nicolò è stata eseguita con variometri magnetici una rete di 51 stazioni nella componente verticale ed orizzontale. Le anomalie magnetiche, specie quelle nella Z, confermano ed integrano le anomalie gravimetriche, dimostrando così la connessione fisica dei due fenomeni e fornendo elementi utili per l'individuazione della topografia sotterranea.

BIBLIOGRAFIA

(12) MORELLI C.: *Rilievo sperimentale gravimetrico-magnetico nell'avampaese dei Colli Euganei*. Parte I: *Misure eötvössiane e gravimetriche*. Annali di Geofisica, III, 523-565, Roma 1950.

(14) MORELLI C.: *Sull'utilizzabilità a scopo geofisico delle relazioni fra anomalie eötvössiane e magnetiche*. Geofisica pura ed applicata, v. XVIII (dedicato a C. Somigliana), Milano 1950.

(15) MORELLI C.: *Teoria e pratica dei variometri magnetici da campagna*. Ed. Del Bianco, 166 pg., Udine 1947.

(16) GIORGI M., MEDI E. e MORELLI C.: *Rilievo magnetico regionale nelle Marche per la istituzione di un Osservatorio magnetico centrale*. Annali di Geofisica, III, 2, 143-172, Roma 1950.