Paolo Gasparini
Marta S.M. Mantovani

Fisica della Terra solida

edizione italiana a cura di Cornelia Veltri

Liguori Editore

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
BIBLIOTECA

Indice

I. La terra nel sistema solare . . . . . *pag.* 15

II. L'età della Terra . . . . . " 31

2.1. Introduzione. . . . . " 31

2.2. Metodi radiometrici per accumulo . . . . . " 33

2.2.1. Il metodo $^{40}K/^{40}Ar$ . . . . . " 35

2.2.2. Il metodo $^{87}Rb/^{87}Sr$ . . . . . " 37

2.3.3. I metodi del Pb . . . . . " 40

2.2.4. Il metodo delle tracce di fissione . . . . . " 42

2.2.5. Il metodo del Sm-Nd . . . . . " 45

2.2.6. Scala dei tempi geologici . . . . . " 45

2.3. Età della terra e del sistema solare . . . . . " 47

2.3.1. Età delle meteoriti . . . . . " 47

2.3.2. Età della Terra. . . . . " 50

2.3.3. Età delle rocce lunari . . . . . " 54

2.4. Datazione della nucleosintesi . . . . . " 56

III. La geofisica applicata allo studio della costituzione della terra: principi e metodologie . . . . . " 59

3.1. Introduzione. . . . . " 59

3.2. Rotazione terrestre . . . . . " 59

3.3. Campo gravitazionale terrestre . . . . . " 64

3.3.1. Potenziale ed accelerazione di gravità sullo sferoide . . . . . " 64

3.3.2. Correzioni alle misure di gravità. . . . . " 69

3.3.3. La teoria dell'isostasia . . . . . " 72

3.4. Campo magnetico terrestre . . . . . " 77

3.4.1. Rappresentazione del campo . . . . . " 77

3.4.2. Variazioni temporali . . . . . " 84

3.4.3. Origine del campo magnetico terrestre . . . . . " 86

3.4.4. Variazioni temporali nella parte irregolare di origine esterna e 86
determinazione della conduttività elettrica nella Terra . . . . . " 89

3.4.5. Il metodo magnetotellurico . . . . . " 91

3.5. Flusso geotermico. . . . . " 96

3.6. Propagazione delle onde sismiche . . . . . " 102

3.7. Oscillazioni libere della Terra . . . . . " 117

3.8. Prospezioni sismiche . . . . . " 121

IV. Metodologie per la costruzione di un modello della composizione della Terra . . . . . *pag.* 135
4.1. Introduzione. . . . . " 135
4.2. Composizione dei magmi oceanici . . . . . " 136
4.3. Rocce ultrabasiche . . . . . " 139
4.4. Metodi petrologici ed equilibri di fase nella crosta e nel mantello superiore . . . . . " 143
4.5. Metodi geochimici . . . . . " 151
4.6. Metodi di geochimica isotopica . . . . . " 156
4.7. Equazione di stato per il mantello inferiore ed il nucleo . . . . . " 160
4.8. Dati geofisici di laboratorio ad alte pressioni . . . . . " 165
V. Struttura della litosfera. . . . . " 171
5.1. Definizione della litosfera . . . . . " 171
5.2. La litosfera oceanica . . . . . " 172
5.2.1. La crosta oceanica: struttura dedotta dai dati sismici ed elettromagnetici. . . . . " 172
5.2.2. Struttura della litosfera subcrostale (LID) . . . . . " 186
5.2.3. Stato termico della litosfera oceanica. . . . . " 192
5.2.4. Modello litologico della litosfera oceanica . . . . . " 200
5.3. La litosfera continentale . . . . . " 205
5.3.1. Struttura della crosta continentale . . . . . " 205
5.3.2. Struttura della litosfera subcrostale. . . . . " 216
5.3.3. Stato termico della litosfera continentale . . . . . " 219
5.3.4. Modello litologico della litosfera continentale. . . . . " 225
VI. Il mantello sublitosferico . . . . . " 229
6.1. Introduzione. . . . . " 229
6.1.1. Velocità delle onde longitudinali e trasversali . . . . . " 229
6.1.2. Densità del Mantello . . . . . " 232
6.1.3. Pressione, gravità, caratteristiche elastiche . . . . . " 238
6.1.4. Conduttività elettrica e stato termico. . . . . " 241
6.2. Composizione mineralogica del mantello. . . . . " 246
6.2.1. Natura dell'astenosfera . . . . . " 249
6.3. Etereogeneità a scala regionale del mantello . . . . . " 252
6.4. Reologia del mantello . . . . . " 256
6.4.1 Cenni sul comportamento dei materiali sottoposti a sforzi " 256
6.4.2. Comportamento reologico del mantello . . . . . " 258
6.4.3. Movimenti convettivi nel mantello . . . . . " 260
6.4.4. Evidenze geofisiche della presenza di moti convettivi nel mantello . . . . . " 269
VII. Il nucleo terrestre . . . . . " 273
7.1. La transizione mantello-nucleo . . . . . " 273
7.2. Caratteristiche generali del nucleo . . . . . " 277
7.3. Composizione del nucleo. . . . . " 279
7.4. Stato termico del nucleo. . . . . " 281
VIII. Magnetizzazione delle rocce. . . . . " 285

8.1. Introduzione . . . . . *pag.* 285
8.2. Cenni sulla magnetizzazione della materia . . . . . " 286
8.2.1. Diamagnetismo . . . . . " 287
8.2.2. Paramagnetismo . . . . . " 289
8.2.3. Ferro, antiferro e ferrimagnetismo . . . . . " 291
8.3. I minerali magnetici costituenti le rocce . . . . . " 295
8.3.1. La serie magnetite (Fe_3O_4) - ulvospinello (Fe_2TiO_4) . . . . . " 296
8.3.2. La serie ematite (α-Fe_2O_3) - ilmenite ($FeTiO_3$) . . . . . " 300
8.4. Origine della magnetizzazione rimanente nelle rocce . . . . . " 301
8.4.1. Magnetizzazione termorimanente (TRM) . . . . . " 302
8.4.2. Magnetizzazione chimica rimanente (CRM) . . . . . " 305
8.4.3. Magnetizzazione detritica rimanente (DRM) . . . . . " 307
8.4.4. Altri tipi di magnetizzazione rimanente . . . . . " 308
8.5. Ricostruzione della posizione dei poli magnetici . . . . . " 308
8.6. Paleomagnetismo . . . . . " 315
8.7. Anomalie magnetiche nella crosta continentale . . . . . " 318
IX. Terremoti ed eruzioni . . . . . " 323
9.1. Introduzione . . . . . " 323
9.2. Distribuzione dei terremoti . . . . . " 324
9.2.1. Fratturazione delle rocce . . . . . " 324
9.2.2. Localizzazione di un terremoto . . . . . " 326
9.2.3. Distribuzione dei terremoti . . . . . " 331
9.2.4. Distribuzione dei terremoti nell'area italiana . . . . . " 335
9.3. Parametri focali dei terremoti . . . . . " 338
9.3.1. Magnitudo ed energia . . . . . " 338
9.3.2. Meccanismo focale . . . . . " 343
9.3.3. Momento sismico e "stress drop" . . . . . " 349
9.3.4. Caratteristiche sismiche dell'area mediterranea . . . . . " 355
9.4. Origine dei terremoti . . . . . " 360
9.4.1. Modelli sulla dinamica del processo di fratturazione . . . . . " 360
9.4.2. I fenomeni premonitori . . . . . " 363
9.5. Gli effetti dei terremoti . . . . . " 368
9.5.1. Scale di intensità . . . . . " 368
9.5.2. Valutazione del rischio sismico . . . . . " 370
9.6. Attività vulcanica . . . . . " 372
9.6.1. Distribuzione e caratteristiche . . . . . " 372
9.6.2. Previsione delle eruzioni . . . . . " 380
9.6.3. Valutazione del rischio vulcanico . . . . . " 388
X. Cenni sulla teoria della tettonica a zolle . . . . . " 393
10.1 Origine della teoria . . . . . " 393
10.2. Le anomalie magnetiche negli oceani . . . . . " 399
10.3. Terremoti ed attività vulcanica negli archi di isole . . . . . " 401
10.4. I punti caldi . . . . . " 406
Appendice 1: Unità di misura . . . . . " 411
Appendice 2: (a) Equazioni differenziali a derivate parziali . . . . . " 413

(b) Richiami di calcolo vettoriale . . . . . *pag.* 414
Appendice 3: Radioattività. . . . . " 421
Appendice 4: Teoria dei campi gravitazionale e magnetico. . . . . " 423
Appendice 5: Modello della dinamo ad autoeccitazione . . . . . " 433
Appendice 6: Relazioni tra sforzi e deformazioni in un corpo elastico . . . . . " 441
Appendice 7: Principi di termodinamica . . . . . " 457
Appendice 8: Caratteristiche della Terra . . . . . " 463
Appendice 9: Scale delle intensità dei terremoti. . . . . " 465
Bibliografia. . . . . " 473
Indice dei nomi. . . . . " 505