

LE "CONVULSIONI,, DEL GLOBO TERRESTRE

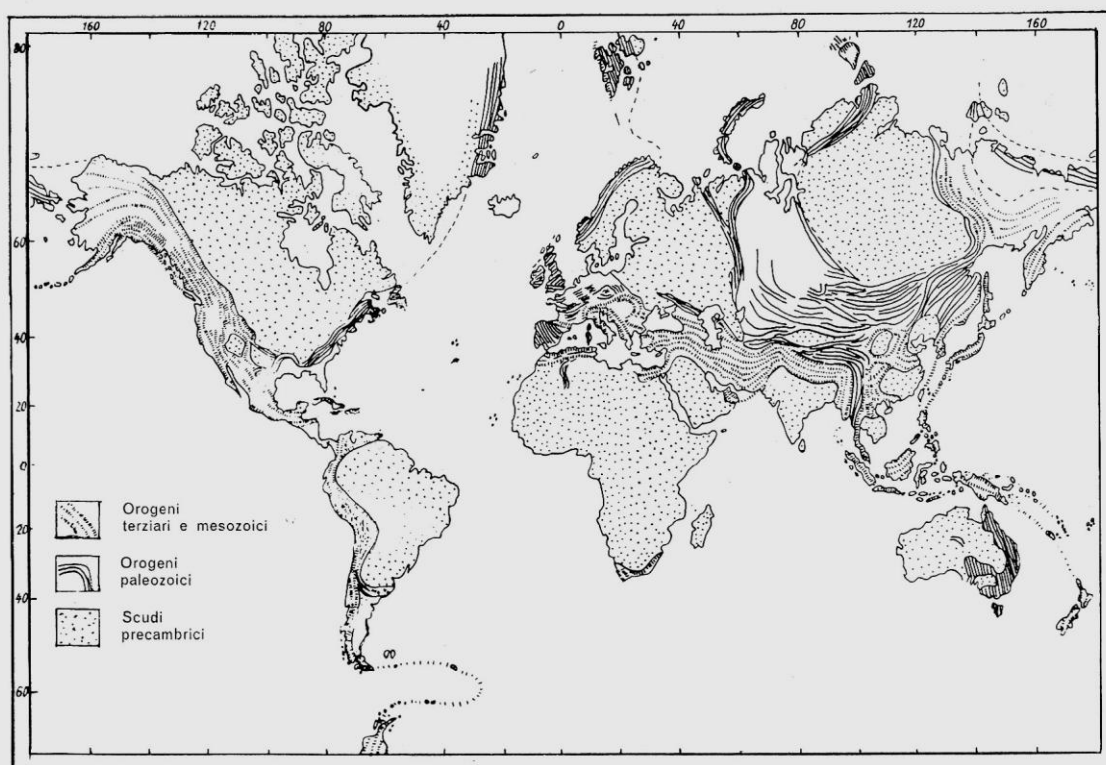
(Continuazione e fine)

MICHELE GORTANI

12. *Contrazione terrestre.* a) Contrazione per raffreddamento del pianeta (E. de Beaumont, J. D. Dana, Alb. Heim, E. Suess). Accettata in un primo tempo da tutti, e ancora seguita da molti, questa teoria fa derivare i movimenti orogenici dal raggrinzarsi della crosta terrestre per rimanere aderente al globo che si contrae per raffreddamento. Deve la sua popolarità all'essere semplice, suggestiva, suscettibile di sviluppi e di innesti di ipotesi ausiliarie. Ma il punto di partenza oggi appare estremamente incerto, per tutta una serie di ragioni: 1) se col raffreddamento diminuisce il volume del globo, la quantità di calore che la terra perde per irradiazione viene compensata almeno in parte dal calore sviluppato nella corrispondente contrazione; d'altronde è la crosta che subisce le massime perdite, poiché data la sua minima conducibilità l'interno rimane da essa difeso; 2) la quantità di calore sviluppato dalla disintegrazione delle sostanze radioattive contenute nella sola crosta terrestre è tale da essere ritenuto superiore alle perdite per irradiazione, talché nessuno può dire oggi se la terra si riscaldi o si raffreddi. D'altra parte, se nel corso dei periodi geologici la terra si fosse venuta progressivamente raffreddando, dovrebbe essere intervenuto anche un progressivo raffreddamento climatico di cui non abbiamo alcuna testimonianza (basti pensare alle glaciazioni paleozoiche o prepaleozoiche). E, ancora, una contrazione per raffreddamento dovrebbe investire con le rughe in modo uniforme l'intera crosta (come una mela che si raggrinza) e non già limitarle a sottili striscie che di volta in volta si spostano; dovrebbe rinforzare progressivamente le rughe e non spostarle col tempo; le strutture tettoniche

dovrebbero investire l'intero spessore della crosta, senza discontinuità fra le superficiali e le profonde; dovrebbero i diastrofismi tettonici manifestarsi in modo continuo e progressivo e non in modo saltuario ed episodico. Dal punto di vista geofisico si deve aggiungere che la teoria della contrazione è in contrasto col principio dell'isostasi, e che il passaggio del magma interno dallo stato fluido allo stato solido non implica necessariamente una diminuzione di volume. Tamman ha dimostrato che il raffreddamento di un corpo non omogeneo, quale è la terra, è un fenomeno complicatissimo, che dovrebbe esplicitarsi con la formazione di zone cristalline concentriche separate da zone ancora fluide e per una parte delle quali il passaggio allo stato solido implica espansione.

b) Contrazione per evoluzione stellare del nucleo. Per mantenere in vita la teoria della contrazione nonostante tali risultanze, Chamberlin e Sonder avanzarono l'ipotesi che il nucleo terrestre diminuisca progressivamente di volume perché continua in esso l'evoluzione stellare, condensandosi la materia e trasformandosi elementi di peso atomico inferiore in elementi di peso atomico più elevato. In appoggio a tale supposizione non si può naturalmente portare alcuna prova; per ammetterla bisogna partire dal presupposto che la contrazione sia un fenomeno geologicamente accertato e che deve pur avere una causa. Ma siamo ben lontani da questo. Si deve anzi affermare che valide ragioni geologiche si oppongono alla teoria della contrazione, anche se così modificata. Alcune sono già state accennate; fra le altre si possono citare le seguenti: 1) con la contrazione sono inesplicabili i sollevamenti epirogenici e l'alternarsi di regressioni e



Planisfero geotettonico (secondo Schneiderhöhn).

trasgressioni nella storia geologica di vaste regioni; 2) non si riesce a spiegare la struttura a coltri di ricoprimento, né il loro consueto arrovesciarsi in senso opposto all'area affondata; 3) inesplicabili sono pure i grandi fenomeni geotettonici disgiuntivi, come le fosse africane e le strutture tabulari con serie di faglie dirette a gradinata (come nell'Asia centro-orientale); 4) analogo significato ha il persistere di spaccature e camini vulcanici attraverso interi periodi geologici; 5) la contrazione che la terra ha potuto subire nel corso dei tempi geologici è, nella più favorevole ipotesi, enormemente lontana dal corrispondere alla diminuzione di superficie accusata dall'insieme di tutti i corrugamenti; 6) la contrazione implicherebbe un acceleramento della velocità di rotazione, che l'osservazione secolare porta ad escludere; infine il concentrarsi dei corrugamenti nei geosinclinali per fare fronte alla contrazione dell'intero globo obbliga ad ammettere che interi quadranti continentali e suboceanici della crosta abbiano non soltanto trasmesso le pressioni, ma si siano spostati materialmente sul loro sustrato, il

che è meccanicamente incompatibile coi postulati della teoria.

Ad alcune di tali obiezioni, che formano un complesso veramente formidabile, Sonder e Nölcke, seguiti da Stille, hanno tentato di rispondere assumendo che la crosta sia compressibile elasticamente, in guisa che l'energia sviluppata dalle pressioni tangenziali vi si possa accumulare fino al momento in cui può finalmente espandersi corrugando le zone più deboli; essi spiegherebbero le regressioni marine sia con differenze locali del modulo di elasticità dei materiali eterogenei formanti la crosta, sia con il lento incurvarsi delle zolle continentali in ondulazioni ad amplissimo raggio (« undazioni ») e le trasgressioni con una subsidenza che terrebbe dietro alla liberazione delle tensioni. Ma con tali artifici, che implicano sovrapposizioni di ipotesi non dimostrabili e assai discutibili, si risponde soltanto ad alcune delle ragioni contrarie, mentre le rimanenti sussistono e fanno ritenere sempre meno accettabile dai geologi e dai geofisici la teoria che ebbe già tanta voga.

13. *Radioattività.* J. Joly, seguito da G.

Kirsch, ammette che la geosfera basaltica su cui galleggiano in equilibrio isostatico le masse continentali sialiche, sia normalmente solida e rigida fino a grande profondità; che la quantità di calore perduto dalla terra per irradiazione venga compensato da quello che sviluppano le sostanze radioattive contenute nelle zolle sialiche; che pertanto debba accumularsi nel corso dei tempi il calore sviluppato dalla disintegrazione nelle masse basaltiche sottostanti. Viene giorno in cui il calore accumulato giunge a fondere grandi masse basaltiche, facendo immergere di più le zolle continentali e causando in tal modo vastissime trasgressioni, mentre la crosta solida deve spostarsi verso ponente per reagire alle maree del substrato magmatico: di qui forte sviluppo di pressioni tangenziali e grandi fuoriuscite di lave nelle parti occidentali dei continenti. Maree e correnti di convezione nel substrato fuso trasportano calore sotto i pavimenti oceanici, che per fusione si assottigliano e provocano così un più rapido raffreddamento. Subentra quindi un periodo di progressivo raffreddamento del substrato, che contraendosi obbliga il pavimento oceanico a corrugarsi nelle zone più deboli, corrispondenti ai geosinclinali, mentre l'aumentata densità del substrato fa risollevarle le zolle sialiche, da cui il mare regredisce. Il ciclo è compiuto in 50 milioni di anni e ne ricomincia uno nuovo.

Non corrispondendo ai dati geologici la supposta rigorosa periodicità dei fenomeni orogenici ed epirogenici, A. Holmes ha proposto una sua « teoria dei cicli magmatici », che mantenendo i concetti fondamentali del Joly suppone le zolle continentali sostenute da un substrato di eclogite sottostante a un invoglio peridotitico; mentre i fondi oceanici sarebbero resi più rigidi da un mantello sienitico. Egli attribuisce le grandi orogenesi a fusione dell'invoglio peridotitico, le fasi minori a fusione dell'invoglio eclogitico. Ma si tratta anche qui di basi meramente ipotetiche, in parte contraddette dalle osservazioni geofisiche (per esempio non è ammissibile un rivestimento sialico nel fondo del Pacifico e sul fondo di questo oceano le recenti misure del flusso termico hanno dato il medesimo valore che sulle aree continentali) né sembra possibile spiegare meccanicamente, in base ai principii ammessi, la deriva delle zolle sia-



Colonna di vapore nel grande geysir di Wakareï (Nuova Zelanda).

liche verso occidente. Manca ogni spiegazione per le catene della cintura mediterranea e per la mancanza di rughe sui contorni degli oceani Atlantico e Indiano, limitati invece da tipiche coste di frattura. Non corrisponde ai fatti geologicamente accertati la posizione assegnata nei singoli

cicli al vulcanismo, le cui riprese più intense non accompagnano ma seguono i parossismi orogenici.

14. *Deriva dei continenti.* Un gruppo di teorie ha in comune spostamenti delle masse continentali, sialiche e galleggianti isotaticamente, non ancorate, sopra un substrato plastico femico, mobili su di esso quando siano sollecitate da forze di carattere continuativo.

Secondo Wegener, la parte superiore del sima è soltanto irrigidita e conserva sempre i caratteri di un fluido molto densamente viscoso. Il sial, in origine distribuito in una sottile crosta uniforme, sotto l'azione di forze traslatrici si concentrò in una massa continentale unica (« Pangea »), che divenne sempre più fittamente corrugata e più spessa e che andava lentamente alla deriva verso ponente e verso sud. Nel Mesozoico cominciò la divisione della Pangea nelle attuali zolle continentali, che si andarono progressivamente allontanando l'una dall'altra conservando in certi casi (come sulle due rive dell'Atlantico) il parallelismo delle coste, ossia delle linee di rottura; tali spostamenti di masse portarono anche a spostamenti dei poli. Il lembo anteriore delle zolle in movimento si arriccia per la resistenza opposta dal sima (es.: le Cordigliere americane); il lato posteriore si può spezzettare lasciando addietro una scia di frammenti (es.: le ghirlande insulari dell'Australasia). I movimenti combinati delle zolle continentali e dei poli di rotazione inducono variazioni di latitudine e quindi emersioni e sommersioni. La deformabilità dei geosinclinali è dovuta a minore spessore della crosta sialica, o ad inclusioni di sima nel sial (origine questa del vulcanesimo). La deriva si compie verso l'equatore in seguito alla forza centrifuga, verso ponente in seguito all'azione ritardatrice delle maree e forse anche per la differenza tra la precessione dell'asse di rotazione dei continenti e quello dell'asse di rotazione del globo.

Il gran numero di fatti geologici e biologici, portati dal Wegener a sostegno della sua teoria, ha suscitato molti consensi e molte utili discussioni. Risulta però da queste che, se non mancano idee suscettibili di essere accolte o ulteriormente elaborate, la teoria nel suo insieme non può essere accettata. Il parallelismo delle coste atlanti-

che (uno dei cardini della costruzione) si limita all'emisfero australe, mentre non vi è parallelismo né analogia geologica fra la Europa e il Nord-America, e rivelano, invece, affinità geologiche strutturali i due lati dello stretto di Behring, supposti in origine indipendenti e molto lontani fra loro. La spiegazione brillante della glaciazione permocarbonica, offerta dalla ricostruzione di Wegener mediante un raggruppamento originario delle terre australi in prossimità del polo antartico, rende inesplicabili le catene sorte in quelle zone nell'orogenesi ercinica. La teoria attribuisce le Cordigliere americane al corrugarsi della fronte continentale che avanza contro il sima e le catene mediterranee all'affrontarsi delle masse continentali boreali e australi; ma storia geologica e struttura delle catene non consentono di dividere queste in due gruppi di così diversa origine. Come può d'altronde supporre un geosinclinale persistente davanti alla massa continentale che si avanza arricciandosi al margine per la resistenza che il sima le oppone? E come si spiega la mancanza di arricciami sul margine occidentale euroafricano? e, per contro, i recenti corrugamenti dell'Asia Orientale e degli archi insulari che si suppongono distaccati da essa? La teoria non dà ragione delle leggi e fasi dell'orogenesi; del postulato smembramento della Pangea, col reciproco allontanamento delle masse continentali nel corso della comune deriva verso l'equatore e verso occidente; degli innegabili fenomeni di subsidenza; del contrasto fra la postulata plasticità del sima e la persistenza di enormi dislivelli fra masse basaltiche nell'area del Pacifico e sui continenti. I geofisici a loro volta obiettano che dalla trasmissione delle onde sismiche si deve dedurre la presenza di un non indifferente mantello sialico sul fondo degli oceani Atlantico e Indiano e che le forze traslatrici invocate sono di gran lunga troppo esigue per provocare la deriva dei continenti.

Grandi traslazioni delle masse continentali erano state invocate anche da altri: in particolare dal Taylor che se n'era servito per interpretare tutte le catene terziarie come effetto di una deriva dei continenti verso l'equatore; anche quelle dell'anello circumpacifico, supponendo che la forte rigidità del fondo del Grande Oceano avesse imposto la deviazione delle masse continen-



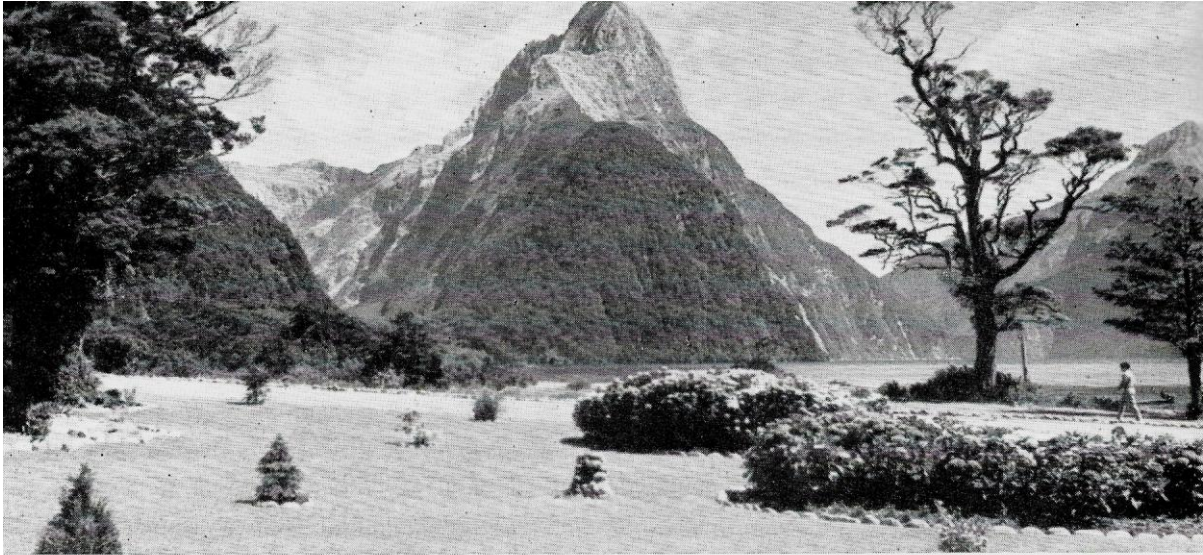
Pozza di fango in ebollizione a Rotorua (Nuova Zelanda).

tali e quindi delle nuove catene rispettivamente verso sud-ovest e verso nord-est. Ma il Taylor non ebbe fortuna, perché il suo sistema non poteva dare ragione delle orogenesi pre-terziarie; e perché a spiegare il movimento delle zolle sialiche egli ricorreva ad un'ipotesi ausiliaria interamente gratuita: la cattura della luna da parte della terra durante il periodo cretaceo.

Per eliminare alcune deficienze della teoria di Wegener, il Molengraaff suppose che alla deriva delle Americhe verso occidente facesse riscontro una traslazione del vecchio continente e dell'Australia verso levante; non fu però in grado di spiegare il perché dei due movimenti in senso opposto. Van Waterschoot van der Gracht ricorse alla teoria della radioattività per dare una causa plausibile all'alternarsi di periodi orogenici con periodi tranquilli e per rendere di tempo in tempo efficienti le forze traslatrici; ma snaturò in tal modo la teoria e aggiunse ai suoi punti deboli quelli dell'altra. Né più fortunata è l'ipotesi

del Gutenberg, che interpreta il mantello sialico dei fondi oceanici Atlantico e Indiano come effetto di una sorta di stiramento della primitiva Pangea, quasi si trattasse di una massa di gomma elastica.

Con ben diversa preparazione geologica, Rudolf Staub ammette i movimenti di deriva; ma li riduce alla deriva verso l'equatore. Col Taylor considera le catene formate durante l'orogenesi alpina come un sistema unitario, il cui segmento centrale è quello mediterraneo, che si prolunga lateralmente delle catene circumpacifiche, abbracciando l'immensa zolla rigida costituente il fondo del Grande Oceano. Le catene sorte nelle orogenesi paleozoiche hanno carattere analogo e si devono attribuire alla medesima causa. Lo Staub ammette che la forza animante la deriva verso l'equatore si esaurisca nel corrugamento e ceda il posto a una trazione in senso opposto, per opera di una corrente magmatica che tende a ristabilire l'equilibrio turbato dallo spostarsi delle enormi zolle e dal costiparsi della zona interposta. Alla deriva verso l'equatore fareb-



Paesaggio neozelandese.

be seguito così una deriva verso i poli, mentre si riformano i geosinclinali fra le masse che si allontanano; ma tali movimenti fanno insorgere una corrente profonda che finisce ad un certo punto per neutralizzare la prima; e il ciclo ricomincia. La costruzione teorica è ingegnosa, ma poco persuasiva; e mentre rimangono inesplicati sistemi montuosi come quelli dell'Antartide (la cui posizione geografica resta un enigma) e come gli Urali, male si inseriscono nel segmento principale le incerte rughe fra le Antille e l'Europa; né convincono le interpretazioni che lo Staub ha tentato di fornire circa le vicende climatiche delle varie regioni nel corso dei tempi.

Geologo di larga fama, E. Argand ammette i movimenti di deriva; ma introduce il concetto del « plis de fond »; per vincere le resistenze opposte al suo movimento, il continente si deforma incurvandosi in pieghe di raggio amplissimo, che investono l'intero suo spessore e fanno sollevare piattaforme antiche e geosinclinali già corrugati esaltando i rilievi. I geosinclinali sono il risultato di una trazione orizzontale che stira e indebolisce il sial fino a permettere l'iniezione di rocce basiche nelle sue parti profonde. Le catene mediterranee sono l'effetto dell'affrontarsi delle masse eurasiatiche e indoafricane, seguite da un allontanamento dell'Africa dall'Europa; i festoni marginali dell'Asia sarebbero grandi piegamenti in piano, dovuti a un contraccolpo laterale dell'urto fra le masse boreali ed australi, senza escludere una deriva verso oriente.

Benché inaccettabile in molti particolari (per esempio dopo l'allontanamento della Africa la penisola italiana, prima aderente alle coste iberico-provenzali, avrebbe « pivote » come una sfera di orologio per portarsi in mezzo al Mediterraneo!), la teoria dell'Argand è brillante dal punto di vista geologico; ma il suo punto più debole è costituito dalle cause molteplici a cui egli attribuisce le traslazioni continentali. Egli fa intervenire insieme forze molteplici, talune fra loro contrastanti: spinte di deriva nel senso di Wegener, cambiamenti di volume, correnti profonde, gravità, contrazione per raffreddamento: un miscuglio eterogeneo cui aggiunge cause tuttora ignote; val quanto dire che il problema fondamentale è ancora lontano dall'esser risolto.

15. *Correnti profonde.* Il gruppo di teorie che si può denominare delle correnti profonde fu elaborato da vari autori, dopo la prima idea lanciata da O. Ampferer nel 1906. Essi concordano nell'ammettere movimenti autonomi nel substrato profondo, ritenuto viscoso-plastico in virtù dell'enorme pressione; movimenti che si traducono in correnti lentissime ma capaci di trascinare con sé le porzioni di crosta sovrastanti (supposte ancorate al substrato) e di sollevarle, abbassarle, corrugarle, spezzarle, stirarle o risucchiarle, secondo la diversa rigidità o deformabilità della crosta stessa e la direzione delle correnti. La causa di queste ultime è cercata sia in irregolarità iniziali nella distribuzione delle masse, in differenziazioni magmatiche, intrusioni ed eru-



Montagne nevose nella Nuova Zelanda viste dal piano.

zioni, movimenti isostatici, sia in variazioni termiche dipendenti dall'irradiazione terrestre, dalla diversa distribuzione delle temperature nelle zone crostali sottostanti ai cratoni continentali rispetto a quelli sub-oceanici, o da fenomeni radiattivi.

Questi concetti moderni hanno molti vantaggi sulle precedenti teorie, ma (finora almeno) non bastano a spiegare l'insieme dei movimenti geotettonici. Non chiariscono il localizzarsi dell'orogenesi nei geosinclinali, né la distribuzione di questi; non spiegano perché la crosta terrestre si differenzi in parti rigide e in parti deformabili, né spiegano il legame fra orogenesi ed epirogenesi; invocano cause di natura continua come cause di un fenomeno nettamente saltuario, e non spiegano la distribuzione dei corrugamenti nelle successive orogenesi, né la contemporaneità geologica dei loro parossismi. Urtano infine, dal punto di vista geofisico, contro la difficoltà di dover ammettere una mobilità relativamente notevole delle masse profonde, sul cui stato fisico siamo all'oscuro; mentre d'altro canto geofisici di grido come L. Mintrop giudicano inammissibili le basi teoriche da cui partono le ipotesi più accreditate, che ammettono succhiamento (con o senza inflessione) della crosta nel substrato ritenuto plastico onde spiegare con supposti ispessimenti crostali («radici») di materiale meno denso la distribuzione di anomalie gravimetriche in corrispondenza delle catene recenti.

16. *Teorie composite.* Un gruppo di teo-

rie geotettoniche, più che innestarsi su l'una o l'altra delle precedenti, si fondano sulla concomitanza o successione di processi diversi. Ricordiamo le principali.

a) Teoria di A. Rothpletz. Ammette che nella storia della terra lunghi periodi di contrazione per raffreddamento si alterino con brevi periodi di prevalente espansione, nei quali il calore sviluppato dal contrarsi del nucleo supera quello perduto per irradiazione. Durante i primi si sviluppano di preferenza i processi orogenici; durante i secondi le spinte radiali e i processi eruttivi. All'accoglimento di tali principii si oppone la maggior parte degli appunti fatti alla teoria della contrazione e altre obiezioni sorgono dal punto di vista geofisico ed altre ancora dalla storia geologica delle varie contrade.

b) Teoria di R. A. Daly. Ammette, ad un tempo, la contrazione, l'isostasia, la espansione, la deriva dei continenti. Nei lunghi periodi di quiete orogenica, l'erosione spiana le superfici emerse continentali, e i detriti si depositano ai loro margini nei geosinclinali che si vanno lentamente affondando e colmando. La contrazione incurva in immensi domi le rigide placche dei continenti, che finiscono con lo spezzarsi; gli enormi blocchi risultanti sdruciolano per gravità sul substrato vetroso-plastico, premendo contro i geosinclinali e provocandone il corrugamento; le masse sedimentarie piegate si affondano vieppiù, sino a fondersi parzialmente, per risollevarsi più tardi isostaticamente in catene montuose.

Nonostante la fama dell'autore, la teoria è inaccettabile perché i principii invocati sono in contrasto troppo stridente fra loro; le forze invocate non possono bastare a dar ragione delle grandi catene a pieghe e a coltri; le obiezioni fatte alla contrazione per raffreddamento sono evitate solo in piccola parte.

c) Teoria di Bailey Willis, o « della espansione suboceanica ». Fra la crosta rigida e le masse interne pure rigide, si interporrebbe un invoglio reso plastico dalla pressione delle masse soprastanti; contro di esso si concentrerebbero intense pressioni tangenziali provenienti dalle regioni suboceaniche, dove la crosta si suppone più densa e robusta, e capaci di imprimere una data direzione a movimenti derivanti da trasformazioni molecolari o di massa col variare delle condizioni di temperatura e pressione. In conseguenza, si avrebbe un flusso plastico in masse rigide e solide; nelle grandi regioni suboceaniche tale flusso è una condizione persistente, che permette l'accumularsi di tensioni fino al punto di essere sufficienti a determinare il diastrofismo orogenico. La periodicità dei diastrofismi è dovuta alla trasformazione molecolare con ricristallizzazione sotto pressione in specie minerali e strutture conformi alla legge del minimo spazio, al graduale accumularsi delle pressioni nel lentissimo ma incessante movimento dei settori suboceanici, all'alleggerimento della massa resistente, continentale, in conseguenza dell'erosione e, infine, all'accumulo di calore in una geosfera esterna, secondo il postulato di Chamberlin. La localizzazione delle pieghe nei geosinclinale è spiegata con la facilità di flettersi propria dei sedimenti stratificati.

Questa teoria risente di essere stata immaginata per spiegare i corrugamenti circumpacifici: non possono trovar posto in essa le catene mediterranee, gli Urali e in genere le catene nate da compressione di un geosinclinale fra due masse continentali. Neppure si spiega, per altro, la convessità degli archi insulari dell'Australasia verso il Pacifico. E dal punto di vista geofisico non pare ammissibile il supposto maggiore spessore della crosta suboceanica; mentre per originare così energiche spinte sarebbe necessario uno squilibrio isostatico fra aree continentali e oceaniche molto maggiore di quello reale.

d) Teoria di F. Kossmat. Ammette la contrazione, il principio isostatico, i movimenti di deriva e la traslazione ad opera di correnti magmatiche; vale a dire principii fra loro contraddittorii. L'alto livello delle zolle continentali è per altro dovuto non al principio di Wegener bensì ad un assai più progredito costipamento della parte superiore, sialica, della crosta. I parossismi orogenici sono dovuti a correnti magmatiche, le quali regolano la distribuzione tettonica dell'accrescimento di volume che la crosta esterna subisce in conseguenza del progrediente raffreddamento e di apporti magmatici. Il corrugamento dei geosinclinale induce la formazione di nuovi geosinclinale, spostando il sima sottostante che fluisce come corrente verso il retrozona; di qui vengono ricacciate parti profonde del sial e si produce quindi una vasta zona di subsidenza isostatica per eccesso di gravità. L'elevarsi di una catena a pieghe implica l'abbassamento di altre zone; perciò i periodi di più intensa orogenesi sono anche periodi di approfondimento dei bacini oceanici e quindi di regressioni marine sui continenti. Grandi mutamenti del rilievo terrestre sono a loro volta condizionati da una deriva della crosta che trascina con sé l'intero invoglio esterno del globo, e che è causata da turbamenti dell'equilibrio fisico per cessione di calore agli spazi, contrazione, processi eruttivi.

Il sistema elaborato dal Kossmat è molto complesso e investe fondamentali problemi paleogeografici e questioni teoriche di grande rilievo; ma per quanto concerne direttamente l'orogenesi si mostra appena abbozzato e non apporta idee nuove, rientrando nel gruppo delle teorie fondate sull'azione delle supposte correnti magmatiche.

Anche all'incerta fiammella delle più recenti conquiste scientifiche e delle più recenti ipotesi, il problema fondamentale della geotettonica rimane interamente all'oscuro. Troppo ci manca di sapere su le reali condizioni di stato fisico e di natura chimico-mineralogica della terra al di sotto della sottilissima pellicola (enormemente meno, in proporzione, della buccia di una mela) che è direttamente accessibile alle nostre indagini. E molto tempo dovrà trascorrere prima che si possa dire qualcosa di attendibile sulla natura di quell'ordine che « la terra in sé stringe ed aduna ».