

## RICOSTRUZIONE DI SEQUENZE MORFOEVOLUTIVE MEDIANTE MODELLAZIONE DIGITALE NELL'AREA NORD-ORIENTALE DI MONTE BULGHERIA (CAMPANIA)

D. Guida<sup>(1)</sup> - M. Guida<sup>(2)</sup> - R. Lanzara<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Studio Tecnico G.V.I., Sapri, Salerno

<sup>(2)</sup>Dip.to di Scienze della Terra, Università di Napoli "Federico II", Napoli

<sup>(3)</sup>Libero professionista, coll. dell'U.O. 2.24 GNDCI - C.N.R.

**ABSTRACT** - *Digital Modelling Reconstruction of morpho-evolutional sequences of the north-eastern part of Mt. Bulgheria (Campania, southern Italy)* - Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 9(1), 1996, 315-318 - The reconstruction of the main landscape morpho-evolutional modelling phases in the northeastern part of Mt. Bulgheria (Campania, southern Italy) between the villages of San-Giovanni-a-Piro and Scario, during the Quaternary is proposed on the basis of geological and geomorphological data and subsurface explorations. The structural attitude of the area, characterized by the tectonic superposition of carbonatic successions over mainly terrigenous series, governed the present morphological configuration. Steep slopes along the carbonatic front are bordered by gentler landforms at their foot where a flysch belt is present. Within this belt, filling type mechanisms, due to widespread debris/mud flow phenomena and subsequent cutting processes following the variation of the erosion base-level, caused surface drainage diversions and re-adaptations. A morpho-evolutional model of the area using digital procedures has been developed on the basis of geomorphological analyses and the mapping of the main landform types. It has been possible to model a sequence (geomorphing) of 4 main morpho-evolutional stages during Quaternary morphogenesis. This resulted from a sequence based on the progressive backward-filtering of landforms — from the youngest to the oldest. The lack of reliably dated elements in the studied area allowed only relative morphochronological reconstructions. It has however been possible to ascribe the first morphogenetic sequences to the post-Emilian by correlating remnants of ancient morphologically mature landforms (which are the highest in elevation at present) with dated coastal landforms of nearby areas.

Parole chiave: Quaternario, modelli di morfoevoluzione, paleomorfologia, Cilento, Campania

Key words: Quaternary, geomorphological evolution models, paleomorphology, Cilento, Campania, S Italy

### 1. PREMESSA

La morfoevoluzione quaternaria ha generato un paesaggio polifasico e poligenico la cui articolazione attuale è il risultato finale di una sommatoria di eventi che non sempre hanno cancellato gli effetti dei cicli morfogenetici precedenti. Ricostruire questi eventi non è solo una necessità teorico-scientifica, ma assume un significato concreto perché spesso le tendenze morfoevolutive attuali risentono dei rumori di fondo dei modellamenti passati. E' ovvio che la ricostruzione morfoevolutiva di un qualunque paesaggio non può prescindere da analisi geomorfologiche dettagliate per riconoscere quei morfotipi significativi da utilizzare come *passkey* per tentare di ricostruire sequenze di possibili scenari passati.

Questo tentativo è certamente condizionato dalla "leggibilità" delle forme relitte, dalla presenza di forme e sedimenti associati databili, da modelli di riferimento attendibili e dalla possibilità di riuscire a visualizzare in forma grafica i percorsi morfoevolutivi ricostruiti. Spesso, tuttavia, analisi geomorfologiche circostanziate accompagnate o meno da carte geomorfologiche dettagliate non tentano di tradurre i dati acquisiti in sequenze di paesaggi di cicli morfogenetici passati, limitandosi a ricostruzioni cronologiche relative e/o assolute e ad una rappresentazione di forme.

In questa nota saranno sinteticamente esposti alcuni aspetti metodologici che possono condurre alla modellazione di paleomorfologie, anche in quelle aree dove l'assenza di elementi datati non permette una ricostruzione morfocronologica assoluta.

In studi precedenti effettuati nell'area cilentana (Campania) fu tentata la ricostruzione di sequenze morfoevolutive quaternarie sia nell'area ad ovest di Monte Sacro (Guida D. *et al.*, 1980), modellando alcuni possibili scenari sulla base degli elementi geomorfologici raccolti, che nell'area del massiccio di Monte Bulgheria (Borelli *et al.*, 1988), applicando la tecnica di modellazione mediante le tectomorfoisopse. Le esperienze pregresse e la messa a punto di originali procedure digitali (Lanzara, 1995) per la modellazione di paleomorfologie hanno consentito di ricostruire quattro possibili stadi evolutivi nell'area nordorientale di Monte Bulgheria, corrispondente ad un margine di sovrapposizione tettonica di una morfostruttura carbonatica su successioni prevalentemente argillose che, nel corso del Quaternario, hanno subito importanti modificazioni morfologiche ad opera di processi erosionali e denudazionali superficiali e profondi.

### 2. IL GEOMORPHING

La caratterizzazione geomorfologica di un qualunque paesaggio si compone, tradizionalmente, di analisi descrittive e di cartografia tematica che contiene informazioni di carattere morfografico e morfometrico, ma che ha il difetto di associare le forme ai processi che le hanno generate. La rappresentazione geomorfologica basata sul raggruppamento genetico non consente la immediata lettura dei rapporti funzionali che si sono stabiliti, nel tempo, tra le diverse variabili di un sistema dinamico. A ciò si aggiunga che se si segmenta l'evolu-

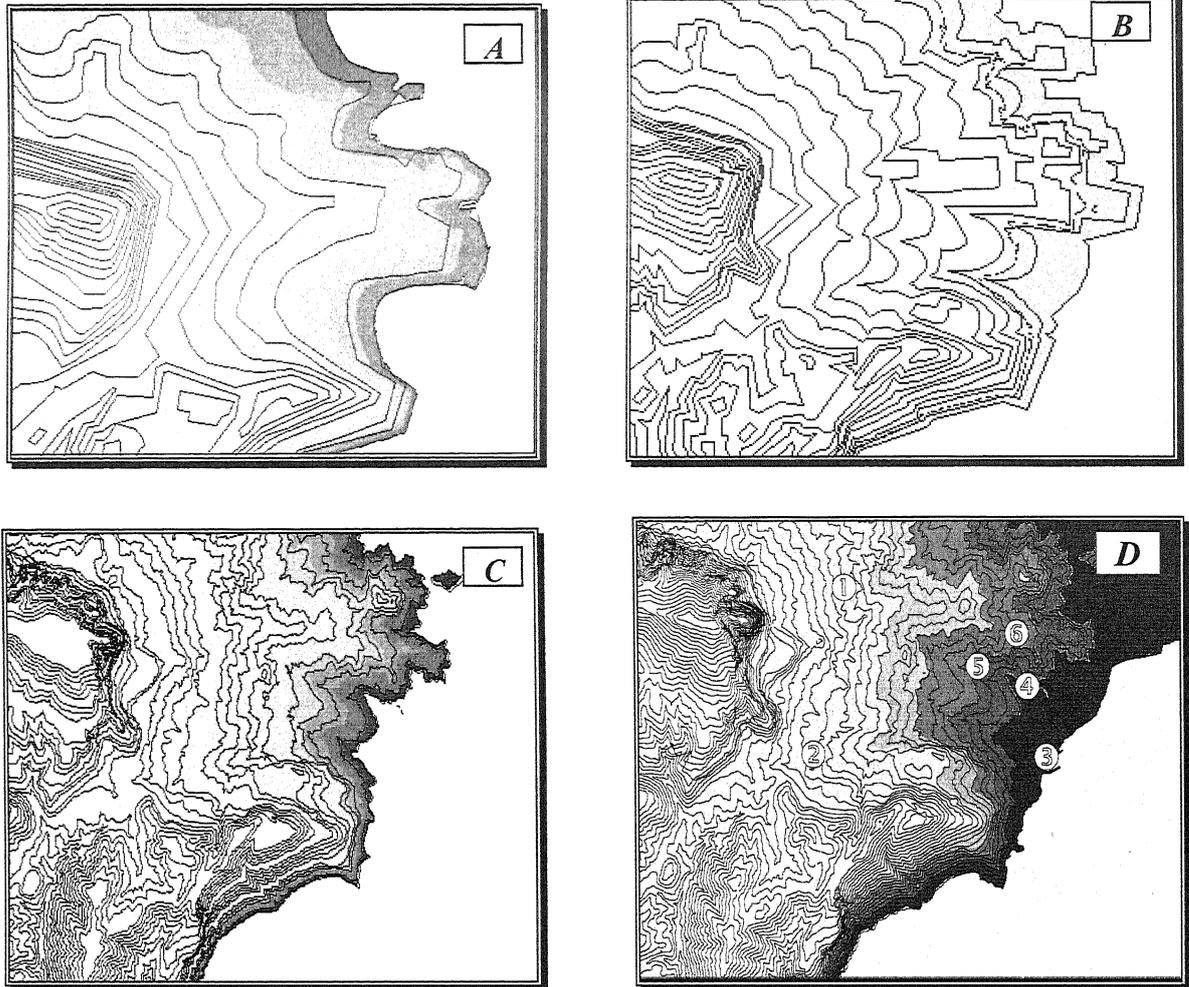


Fig. 1 - Sequenze di paesaggi dell'area nord-orientale di Monte Bulgheria, dalla fine del Pleistocene inf. (A) alla situazione attuale (D). Località citate nel testo: ① = Bosco; ② = S. Giovanni a Piro; ③ = Scario; ④ = La Difesa; ⑤ = Vallone Torre Oliva; ⑥ = Vallone La Difesella.

*Morpho-evolutionary models of the north-eastern part of Mt. Bulgheria during the Quaternary morphogenesis from the end of lower Pleistocene (A) to the Present (D). Localities mentioned in the text: ① = Bosco; ② = S. Giovanni a Piro; ③ = Scario; ④ = La Difesa; ⑤ = Vallone Torre Oliva; ⑥ = Vallone La Difesella.*

zione del paesaggio in stadi evolutivi, spesso ci si accorge che in uno stadio vanno collocati i processi e in un altro le risposte morfogenetiche, ovvero le forme. Di qui la necessità di operare un *filtering* geomorfologico nel tentativo di offrire, sia pure con tutte le cautele del caso, visioni intermedie di un sistema complesso attraverso un vero e proprio *geomorphing*, in quanto la normale carta geomorfologica, visualizzando la sommatoria (nel tempo e nello spazio) di forme e processi, non riesce ad esprimere con immediatezza la dinamica geomorfologica passata di un qualsiasi territorio.

In ogni paesaggio ci sono tante e tali fasi morfogenetiche accavallate, soprattutto in aree emerse da tempo e sottoposte agli effetti delle alternanze climatiche (almeno 22 negli ultimi 900.000 anni; Kukla, 1977) che sembra quasi impossibile individuare gli "elementi" di ciascuna fase di modellamento; di qui la necessità di adottare un metodo per poter filtrare le informazioni geomorfologiche individuate, allo stesso modo in cui viene effettuata l'analisi armonica di Fourier (Vajani, 1984). Nella ricerca

geomorfologica sono disponibili numerosi modelli settoriali che tentano di spiegare gruppi o particolari tipi di forme omogenee (morfosingolarità), ma non esistono modelli di leggibilità di un intero territorio da utilizzare nella ricostruzione morfoevolutiva. Nel campo dei versanti strutturali in roccia, ad esempio, i modelli di recessione rendono comprensibile l'evoluzione nel tempo di queste forme strutturali, come, tra l'altro, confermato dal riscontro naturale dei modelli teorici (Brancaccio *et al.*, 1979; Cinque *et al.*, 1991).

Nel tentativo di filtrare le forme di un territorio nella sua globalità, si sta sperimentando l'applicabilità di un modello morfoevolutivo di riferimento che porta alla individuazione di un sistema di forme tipo (morfotipi) teoricamente possibili nell'ambito di una normale risposta morfogenetica di un qualunque territorio alla creazione del rilievo (Guida D., in preparazione) ed alle alternanze dei diversi regimi morfoclimatici. Con questa metodica le usuali procedure di acquisizioni ed elaborazione utilizzate nell'analisi e nella redazione di carte geomorfologiche

devono essere integrate dalla individuazione di morfotipi fondamentali nell'ambito del sistema crinale-versante-fondovalle, a partire dagli elementi che seguono leggi di composizione teoriche del paesaggio che portano a configurazioni ripetitive (Leopold & Langbein, 1962).

In prima istanza questi elementi che possono individuarsi in faccette triangolari (*triangular facets*), impluvi, lembi di superfici spianate e fondovalle, vanno distinti e cartografati su una base topografica adeguata. In una fase successiva vanno riconosciuti e cartografati gli elementi geometrici che si discostano dalle leggi di composizione teorica come le forme deposizionali e denudazionali quali, ad esempio, i fenomeni gravitativi e i fenomeni morfoclimatici glaciali e periglaciali. In un'altra fase di elaborazione si associano i morfotipi fondamentali riconosciuti e le anomalie geomorfiche alle varie fasi morfogenetiche, utilizzando le usuali tecniche di morfocronologia relativa e/o assoluta. Questa sequenza elaborativa consente, alla fine, di filtrare progressivamente le forme più recenti e di ricostruire l'andamento del rilievo (e quindi delle isopse) della fase immediatamente precedente (*geomorphing*).

Allo scopo di rendere in forma grafica quanto descritto si propone una applicazione in un'area a morfogenesi complessa dove si sta sperimentando l'applicabilità del modello morfoevolutivo che, ovviamente, si ritiene suscettibile di ulteriori affinamenti.

### 3. SEQUENZE MORFOEVOLUTIVE QUATERNARIE NELL'AREA NORD-ORIENTALE DI MONTE BULGHERIA

L'acquisizione di dati geologici, geomorfologici e geognostici nell'area nordorientale di Monte Bulgheria, tra gli abitati di S. Giovanni a Piro, Bosco e Scario, unitamente all'applicazione di procedure digitali per la modellazione di paleomorfologie, ha consentito di ricostruire alcune sequenze morfoevolutive di questo paesaggio durante il Quaternario (Fig. 1).

Come è noto, quest'area costituisce un classico esempio di margine di accavallamento di un massiccio carbonatico su successioni terrigene a prevalente componente argillosa (Scandone *et al.*, 1964; Sgrosso, 1981); con un assetto litostrutturale caratterizzato dalla sovrapposizione tettonica di litologie a modello costitutivo rigido-discontinuo, con discontinuità discrete di tipo stratigrafico, su litologie a comportamento duttile, continue e deformabili. Versanti a forte acclività caratterizzano, ovviamente, il fronte carbonatico, mentre rilievi collinari e dolci morfologie vallive costituiscono la fascia pedemontana argillosa, dal margine del massiccio fino al mare.

La morfogenesi quaternaria dell'intero sistema si è esplicata prevalentemente attraverso fenomeni denudazionali, con tipologie del tipo Deformazioni Gravitative Profonde lungo il fronte carbonatico e con frane del tipo colate detritiche e detritico-fangose lungo il piedimonte terrigeno (Guida M. *et al.*, 1989). In risposta ai sollevamenti tettonici ed ai mutamenti climatici si sono attivati numerosi cicli di franosità, con forme via via più recenti che, riciclando vecchi accumuli franosi, si sono inalveate nei fondovalle, raggiungendo, in fasi successive e dopo

qualche chilometro, la fascia costiera. L'analisi geomorfologica di dettaglio e la conseguente elaborazione di una carta dei morfotipi fondamentali del sistema crinale-versante-fondovalle ha consentito di riconoscere numerose fasi di *filling* dei fondovalle, con successive re-incisioni per abbassamento del livello di base d'erosione e conseguenti riadattamenti e diversioni del reticolo drenante.

In località La Difesa, nei pressi dell'abitato di Scario (Fig. 1D), sono stati rilevati, in posizione apicale, accumuli detritici da trasporto in massa di chiara provenienza longitudinale che non trovano giustificazione plausibile (per caratteri del deposito e per posizione topografica) se non si ammette che quello che oggi è un rilievo collinare, in passato era un ampio fondovalle nel quale si depositavano cospicui accumuli detritici con meccanismi del tipo *debris flow*. La planarità dei versanti che marginano, longitudinalmente e lungo la costa, il piccolo rilievo di La Difesa fanno ritenere che il fenomeno di "inversione" sia stato determinato da fasi di re-incisioni fluviali, come risposta a fasi di sollevamento tettonico regionale e locale. Sembra anche plausibile ipotizzare che la fase di re-incisione post-sollevamento abbia indotto un fenomeno di cattura della testata del Vallone di Torre Oliva ad opera della Difesella come testimoniato, tra l'altro, dalla piccola pianura alluvionale relitta allo sfocio del primo vallone, dimensionalmente sproporzionata se riferita ai soli processi deposizionali del piccolo torrente attuale.

Il sollevamento tettonico ha anche dislocato un terrazzo marino associato a sparuti lembi di depositi ciottolosi, posto intorno ai 50 m di quota. Al momento non è ancora possibile l'attribuzione cronologica esatta di questo terrazzo, tuttavia si deve ritenere che esso sia da correlare ad una linea di riva più antica della linea Eutirreniana rinvenuta nel vicino golfo di Sapri a +15m s.l.m. (Brancaccio *et al.*, 1990; Romano, 1992) e, pertanto, potrebbe collocarsi dubitativamente nell'ambito del Pleistocene medio alto. Altri lembi di terrazzi nei dintorni di Scario, a quote comprese tra 50+60 e 100 m circa, sono stati attribuiti ad un probabile Pleistocene medio (Guida M. *et al.*, 1989) in quanto sicuramente posteriori ai terrazzi del Pleistocene inferiore che si ritrovano, fino a circa 400 m di quota, lungo il margine meridionale della morfostruttura di Monte Bulgheria (Borelli *et al.*, 1988). A questo livello di base è stato anche riferita la formazione dell'esteso *glacis d'accumulation* lungo il fronte settentrionale del massiccio.

Le paleomorfologie ricostruite illustrano i probabili percorsi morfoevolutivi dell'area in esame, a partire dalle fasi di sollevamento post-Emiliane (dopo la formazione dei terrazzi marini alti del Bulgheria) che hanno innescato una importante fase erosionale e denudazionale nelle successioni terrigene al margine del massiccio calcareo. La fase di modellamento schematizzata in Fig.1A riproduce il probabile paesaggio alla fine di questo ciclo di incisione con la formazione di un'ampia valle a fondo piatto (*vallée a fond plat*) tra il fronte settentrionale di Monte Bulgheria e i rilievi collinari fliscoidi a prevalente componente litoide in destra orografica della piana del Bussento. E' presumibile che in questa fase il livello del mare fosse in corrispondenza di quelle superfici che i sollevamenti tettonici successivi hanno portato ai 200+220 m attuali; sempre in questa fase, condizioni climatiche di

tipo periglaciale sembrano aver agevolato i processi di denudazione dei versanti in aggetto sul fondovalle ipotizzato, con cospicui processi deposizionali (anche di provenienza longitudinale, e conseguente parziale distruzione del *glacis* pedemontano) che provocano le prime fasi di *filling* dell'ampio fondovalle. L'evoluzione di questo paesaggio sembra prevedere, in una fase successiva, una ripresa dell'erosione con approfondimento dell'asse vallivo precedentemente descritto e conseguente mobilitazione di ampie porzioni del fronte carbonatico, con meccanismi e tipologie ascrivibili alle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (Guida M. *et al.*, 1988; Guida M., 1992) che producono vistosi cambiamenti morfologici, disarticolando il versante e deviando l'asse vallivo. In Figura 1B viene modellata la paleomorfologia di una fase successiva alle Deformazioni Gravitative, con l'ampia valle inizialmente vistosamente ingombra dagli accumuli di D.G.P.V. e soggetta ancora a fenomeni denudazionali intensi; si generano, così, ampie colate detritico-fangose che raggiungono la fascia costiera, seppellendo la zona de La Difesa. Il livello di base in questa fase è da porre in prossimità di quelle superfici oggi poste intorno ai 100-120 m di quota.

Nella successiva sequenza si attivano fenomeni di incisione in seguito a un sollevamento tettonico regionale i cui effetti locali sono ancora leggibili nei versanti strutturali che marginano il rilievo de La Difesa che, comincia a sollevarsi proprio in questa fase. In un momento ancora successivo con un livello di base d'erosione in prossimità di quelle aree oggi poste intorno ai 50 m, mentre lungo la costa si incidono limitate piattaforme d'erosione marina, nuovi fenomeni denudazionali e diffuse colate, rimobilizzando in parte precedenti forme di accumulo, vanno a ingombrare i fondovalle, principali e secondari, derivati dal processo di inversione (Fig. 1C). Limitati sollevamenti tettonici ed oscillazioni eustatiche positive e negative, infine, ritoccano ulteriormente la morfologia dell'area, con nuove frane e fenomeni secondari del tipo *lateral spread*, ai margini degli accumuli di D.G.P.V., giungendo, sempre attraverso fasi alternate di *filling* e *cutting*, al paesaggio attuale (Fig.1D).

La ricostruzione morfocronologica effettuata e la relativa modellazione morfoevolutiva digitale deve ritenersi un tentativo di sperimentazione dell'applicabilità di un sistema procedurale per la elaborazione di possibili scenari passati mediante un rigoroso *filtering* a ritroso di forme significative di un determinato paesaggio. Mediante fasi di ricerca successive si tenterà l'affinamento metodologico, la messa a punto di tecniche di modellazione tridimensionale, l'aggiornamento dei dati sperimentali e dei relativi paesaggi nell'area descritta e la sperimentazione della procedura in altre aree dell'Appennino campano-lucano.

## LAVORI CITATI

- Borelli A., Ciampo G., De Falco M, Guida D. & Guida M., 1988 - *La morfogenesi del M.te Bulgheria (Cilento) durante il Pleistocene inferiore e medio*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 667-672.
- Brancaccio L., Cinque A. & Sgrosso I., 1979 - *Forma e genesi di alcuni versanti di faglia in rocce carbonati-*

*che: il riscontro naturale di un modello teorico*. Rend. Acc. S.F.F.M.M., serie IV, **46**, 1-21.

- Brancaccio L., Cinque A., Russo F., Belluomini G., Branca M., & Delitala L., 1990 - *Segnalazione e datazione di depositi marini tirreniani sulla costa campana*. Boll. Soc. Geol. It., **109**, 259-265.
- Cinque A., Cammisa A. & Monaco R., 1991 - *Fault scarps with straight profile in southern Apennines. Simulation modeling and neotectonic deductions*. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 575-585.
- Guida D., Guida M., Luise D., Salzano G. & Vallario A., 1980 - *Ricostruzione di sequenze morfoevolutive pleistoceniche nell'area ad W di M.te Sacro (Cilento)*. Geol. Appl. e Idrog., **15**, 1-22
- Guida M., 1992 - *Deformazioni gravitative profonde di versante*. In: Vallario A., "Frane e territorio", Liguori Ed., Napoli, 195-226.
- Guida M., Guida D., Perriello Zampelli S., Vallario A. & Viggiani S., 1989 - *Le deformazioni gravitative profonde nella morfogenesi quaternaria del versante settentrionale di M.te Bulgheria*. Boll. Soc. Geol. It., **108**, 431-451
- Kukla G. J., 1977 - *Pleistocene land-sea correlations. I: Europe*. Earth Science Reviews, **13**, 307-374.
- Lanzara R., 1995 - *L'integrazione delle informazioni geologiche nei G.I.S.* In: "Cinquanta anni di attività didattica e scientifica del Prof. Felice Ippolito" (a cura di Bonardi G., De Vivo B., Gasparini P. & Vallario A.), Liguori Ed., Napoli, 139-150.
- Leopold L.B. & Langbein W.B., 1962 - *The concept of entropy in landscape evolution*. U.S.G.S. Professional Paper 500A, 20 pp.
- Romano P., 1992 - *La distribuzione dei depositi marini pleistocenici lungo le coste della Campania. Stato delle conoscenze e prospettive di ricerca*. Studi Geologici Camerti, vol. spec., 1992/1, 265-269.
- Scandone P., Sgrosso I. & Bruno F., 1964 - *Appunti di geologia sul M.te Bulgheria (SA)*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, **72**, 19-26.
- Sgrosso I., 1981 - *Fasi distensive durante la tetto-genesi miocenica*. Rend. Soc. Geol. It., **103**, 667-669.
- Vajani L., 1984 - *Analisi statistica delle serie temporali*. Cleup Ed., 2 voll.

Ms. ricevuto : 14 giugno 1996  
Inviato all'A. per la revisione: 19 giugno 1996  
Testo definitivo ricevuto : 26 luglio 1996

Ms received: June 14, 1996  
Sent to the A. for a revision: June 19, 1996  
Final text received: July 24, 1996