

Giuseppe Gisotti

# Le unità di paesaggio

Analisi geomorfologica per la pianificazione  
territoriale e urbanistica



Dario Flaccovio Editore



COLLANA SIGEA  
DI GEOLOGIA  
AMBIENTALE



- Fattori che influenzano le forme del terreno ✓
- Unità di paesaggio e la loro componente geologica ✓
- Classificazione delle formazioni geologiche e analisi geomorfologica ✓
- Unità paesaggistiche e parametri utilizzati ✓

Giuseppe Gisotti

# LE UNITÀ DI PAESAGGIO

Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica



Dario Flaccovio Editore

Giuseppe Gisotti

LE UNITÀ DI PAESAGGIO – Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica

ISBN 978-88-579-0091-9

© 2011 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

[www.darioflaccovio.it](http://www.darioflaccovio.it)    [info@darioflaccovio.it](mailto:info@darioflaccovio.it)

Prima edizione: giugno, 2011

Gisotti, Giuseppe <1936->

Le unità di paesaggio : analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica / Giuseppe Gisotti. - Palermo : D. Flaccovio, 2011.

ISBN 978-88-579-0091-9

1. Paesaggio.

712 CDD-22

SBN Pal0234257

*CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"*

Stampa: Tipografia Officine Grafiche Riunite, Palermo, maggio 2011

#### RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia i seguenti colleghi che hanno contribuito in vario modo alla preparazione di questo libro: dott. agronomo Massimo Paolanti per la collaborazione relativa all'aggiornamento della parte pedologica e in particolare per quanto riguarda il parametro "Suolo" nelle schede geomorfologiche e nell'appendice; prof. Mario Bentivenga, Università della Basilicata, per la revisione critica del testo e per gli aspetti geomorfologici; dott. geol. Giovanni Bertolini per alcune immagini e la relativa didascalia; ing. Federico Boccalaro; dott. geol. Giuseppe Palladino, Università della Basilicata, per alcuni aspetti geologici; dott. geol. Marina Fabbri, libero professionista, per le schede riguardanti i depositi piroclastici coerenti e incoerenti; dott. geol. Maurizio Lanzini, geologo, libero professionista, e dott. geol. Sergio Storoni Ridolfi, funzionario tecnico dell'ANAS, per alcuni aspetti inerenti la geologia tecnica.

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

# INDICE

## *Premessa*

*Elenco delle sigle usate nel testo o di uso corrente*

## Parte Prima

### Letture e interpretazione del paesaggio

#### **1. Fattori che influenzano le forme del terreno**

1.1. Cenni introduttivi .....	»	3
1.2. La conoscenza dell'ambiente come premessa delle azioni umane .....	»	3
1.3. Criteri geomorfologici e pedologici da adottare nello studio del territorio.....	»	4
1.4. Gli obiettivi di questo volume .....	»	6

#### **2. Le unità di paesaggio e la loro componente geologica**

2.1. Il paesaggio tra l'approccio estetico-percettivo e quello naturalistico-geografico ..	»	11
2.2. Il paesaggio geologico.....	»	14
2.3. Le forme del rilievo e i fattori che le determinano .....	»	16
2.3.1. Le scale del rilievo terrestre .....	»	17
2.4. Un caso particolare di patrimonio naturale: i geositi.....	»	17
2.5. La geodiversità .....	»	19
2.6. Il patrimonio geologico: la necessità di conoscerlo, tutelarlo e valorizzarlo.....	»	20

#### **3. La metodologia di studio: classificazione delle formazioni geologiche e analisi geomorfologica**

3.1. La forma del territorio e gli aspetti litologici e geostutturali che la condizionano ..	»	23
3.2. Le unità di paesaggio sotto l'aspetto geomorfologico.....	»	24
3.3. Il metodo di classificazione .....	»	43
3.4. Analisi geomorfologica al fine di ricavarne le unità geomorfologiche.....	»	46

## Parte Seconda

### Le unità paesaggistiche

#### **Scheda A1 – Spiagge e dune litoranee**

1. Substrato geologico .....	»	53
2. Morfologia. Forme del rilievo .....	»	56
3. Idrologia superficiale.....	»	58
4. Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	58
5. Caratteristiche geotecniche .....	»	58
6. Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	58
7. Clima .....	»	59
8. Suolo .....	»	59
9. Vegetazione .....	»	60
10. Processi geomorfici .....	»	61
11. Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	62

**Scheda A2 – Duna continentale**

1.	Substrato geologico .....	»	73
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	73
3.	Idrologia superficiale .....	»	74
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità .....	»	75
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	76
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	77
7.	Clima .....	»	77
8.	Suolo .....	»	77
9.	Vegetazione .....	»	80
10.	Processi geomorfici .....	»	80
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	80

**Scheda B1 – Alluvioni di fondovalle**

1.	Substrato geologico .....	»	83
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	83
3.	Idrologia superficiale .....	»	88
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità .....	»	89
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	92
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	93
7.	Clima .....	»	97
8.	Suolo .....	»	97
9.	Vegetazione .....	»	103
10.	Processi geomorfici .....	»	104
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	105

**Scheda B2 – Alluvioni terrazzate. Conoidi**

1.	Substrato geologico .....	»	109
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	111
3.	Idrologia superficiale .....	»	111
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità .....	»	111
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	112
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	113
7.	Clima .....	»	114
8.	Suolo .....	»	114
9.	Vegetazione .....	»	114
10.	Processi geomorfici .....	»	114
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	116

**Scheda C – Depositi superficiali incoerenti**

1.	Substrato geologico .....	»	117
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	117
3.	Idrologia superficiale .....	»	123
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità .....	»	123
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	124
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	124
7.	Clima .....	»	125
8.	Suolo .....	»	125
9.	Vegetazione .....	»	130

10.	Processi geomorfici .....	»	130
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	131

#### **Scheda D1 – Rocce eruttive e metamorfiche lapidee**

1.	Substrato geologico .....	»	135
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	136
3.	Idrologia superficiale.....	»	140
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	140
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	140
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	142
7.	Clima .....	»	142
8.	Suolo .....	»	142
9.	Vegetazione .....	»	145
10.	Processi geomorfici .....	»	145
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	146

#### **Scheda D2 – Tufi vulcanici coerenti**

1.	Substrato geologico .....	»	149
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	149
3.	Idrologia superficiale.....	»	154
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	156
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	156
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	158
7.	Clima .....	»	160
8.	Suolo .....	»	161
9.	Vegetazione .....	»	166
10.	Processi geomorfici .....	»	166
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	168

#### **Scheda D3 – Tufi vulcanici incoerenti**

1.	Substrato geologico .....	»	171
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	171
3.	Idrologia superficiale.....	»	171
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	172
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	172
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	172
7.	Clima .....	»	174
8.	Suolo .....	»	174
9.	Vegetazione .....	»	174
10.	Processi geomorfici .....	»	174
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	174

#### **Scheda E1 – Argille azzurre**

1.	Substrato geologico .....	»	179
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	179
3.	Idrologia superficiale.....	»	182
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	182
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	183
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	184

7.	Clima .....	»	185
8.	Suolo .....	»	185
9.	Vegetazione .....	»	190
10.	Processi geomorfici .....	»	190
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	192

**Scheda E2 – Argille scagliose**

1.	Substrato geologico .....	»	193
2.	Morfologia .....	»	194
3.	Idrologia superficiale. Permeabilità .....	»	195
4.	Idrologia sotterranea.....	»	196
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	197
6.	Pericolosità geologica.....	»	197
7.	Clima .....	»	199
8.	Suolo .....	»	199
9.	Vegetazione .....	»	201
10.	Processi geomorfici .....	»	201
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	201

**Scheda F – Marne**

1.	Substrato geologico .....	»	203
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	203
3.	Idrologia superficiale.....	»	205
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	205
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	206
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	206
7.	Clima .....	»	207
8.	Suolo .....	»	207
9.	Vegetazione .....	»	208
10.	Processi geomorfici .....	»	208
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	209

**Scheda G1 – Calcari compatti e duri**

1.	Substrato geologico .....	»	211
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	212
3.	Idrologia superficiale.....	»	216
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	217
5.	Caratteristiche geotecniche .....	»	217
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità .....	»	220
7.	Clima .....	»	220
8.	Suolo .....	»	220
9.	Vegetazione .....	»	224
10.	Processi geomorfici .....	»	226
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	228

**Scheda G2 – Calcari porosi e teneri**

1.	Substrato geologico .....	»	231
2.	Morfologia. Forme del rilievo .....	»	232

3.	Idrologia superficiale.....	»	234
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	234
5.	Caratteristiche geotecniche.....	»	234
6.	Pericolosità geologica.....	»	237
7.	Clima.....	»	239
8.	Suolo.....	»	239
9.	Vegetazione.....	»	241
10.	Processi geomorfici.....	»	241
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	245

### Scheda H1 – Sabbie gialle

1.	Substrato geologico.....	»	247
2.	Morfologia. Forme del rilievo.....	»	247
3.	Idrologia superficiale.....	»	251
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	251
5.	Caratteristiche geotecniche.....	»	251
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità.....	»	252
7.	Clima.....	»	253
8.	Suolo.....	»	253
9.	Vegetazione.....	»	255
10.	Processi geomorfici.....	»	255
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	258

### Scheda H2 – Flysch arenaceo-marnoso

1.	Substrato geologico.....	»	259
2.	Morfologia. Forme del rilievo.....	»	259
3.	Idrologia superficiale.....	»	263
4.	Idrologia sotterranea. Permeabilità.....	»	264
5.	Caratteristiche geotecniche.....	»	264
6.	Pericolosità geologica. Erodibilità.....	»	264
7.	Clima.....	»	265
8.	Suolo.....	»	265
9.	Vegetazione.....	»	268
10.	Processi geomorfici.....	»	269
11.	Utilizzazioni ottimali. Limitazioni d'uso.....	»	270

## Parte Terza

### Appendice – I parametri utilizzati

#### P1. Parametro 1 – Il substrato geologico

P1.1.	Cenni sulla geologia dell'Italia e sull'origine delle rocce sedimentarie.....	»	273
P1.2.	Classificazione ed età delle rocce.....	»	274
	P1.2.1 Suddivisione genetica.....	»	275
	P1.2.2. Suddivisioni tecniche.....	»	280
P1.3.	Giacitura delle rocce e loro deformazioni (cenni di stratigrafia, tettonica e stratimetria).....	»	281
	P1.3.1. Introduzione.....	»	281
	P1.3.2. Le successioni di strati.....	»	282
	P1.3.2.1. Le facies.....	»	283

P1.3.2.2. Trasgressioni, lacune stratigrafiche e cicli sedimentari .....	»	285
P1.3.3. Le deformazioni e le dislocazioni delle rocce.....	»	285
P1.3.3.1. Le faglie .....	»	286
P1.3.3.2. Le pieghe .....	»	287
P1.3.3.3. Gli stili tettonici.....	»	289
P1.3.4. Stratimetria.....	»	290
P1.3.5. Ricostruzione della successione delle formazioni rocciose.....	»	290
<b>P2. Parametro 2 – Morfologia</b>		
P2.1. Esposizione.....	»	293
P2.2. Pendenza.....	»	294
P2.3. Altitudine.....	»	298
<b>P3. Parametro 3 – Idrologia superficiale</b>		
P3.1. Aspetti generali e definizioni .....	»	301
P3.2. Bacino idrografico e bacino idrogeologico .....	»	302
P3.3. Rapporti fra reticolo idrografico e geologia.....	»	303
P3.3.1. Modelli di drenaggio .....	»	304
P3.3.2. Densità di drenaggio .....	»	308
P3.4. Le configurazioni d'alveo.....	»	309
<b>P4. Parametro 4 – Idrologia sotterranea (idrogeologia). Scala della permeabilità delle rocce</b>		
P4.1. Aspetti generali .....	»	313
P4.2. Scala approssimata della permeabilità delle rocce .....	»	314
P4.2.1. Rocce permeabili e impermeabili .....	»	314
P4.2.2. Scala approssimata della permeabilità.....	»	316
P4.2.3. Importanza della permeabilità e impermeabilità.....	»	317
<b>P5. Parametro 5 – Geologia tecnica</b>		
P5.1. Rocce e terre .....	»	321
P5.2. I materiali da costruzione.....	»	323
P5.3. Uso tecnico delle rocce per l'edificazione.....	»	324
<b>P6. Parametro 6 – Pericolosità geologica</b>		
P6.1. Definizione della pericolosità e del rischio .....	»	327
P6.2. I pericoli geologici.....	»	328
P6.2.1. La pericolosità idrogeologica .....	»	328
P6.2.1.1. Fattori generali del dissesto idrogeologico.....	»	329
P6.2.1.1.1. I fattori naturali del dissesto. Il comportamento delle rocce rispetto al clima.....	»	329
P6.2.1.2. L'erosione superficiale e le frane .....	»	331
P6.2.1.2.1. Erosione idrometeorica. Azione delle acque correnti .....	»	332
P6.2.1.2.2. Scala della erodibilità.....	»	334
P6.2.1.2.3. Le frane e la loro classificazione.....	»	336
P6.2.2. La pericolosità sismica.....	»	340
P6.2.2.1. I terremoti.....	»	340
P6.2.2.1.1. Intensità e magnitudo dei terremoti.....	»	340

P6.2.2.1.2. Legge di attenuazione o di smorzamento.....	»	341
P6.2.2.1.3. La sismicità dell'Italia e la sua distribuzione.....	»	341
P6.2.2.1.4. La risposta dinamica dei terreni alle sollecitazioni sismiche e gli effetti della geologia superficiale .....	»	342
P6.2.2.2. Valutazione della pericolosità sismica.....	»	344
P6.2.2.2.1. Pericolosità a scala regionale e scala locale.....	»	344
P6.2.2.2.2. La valutazione della pericolosità sismica locale.....	»	345
P6.2.2.2.3. La prevenzione sismica .....	»	346
P6.2.3. La pericolosità vulcanica .....	»	346
P6.2.3.1. I vulcani.....	»	346
P6.2.3.1.1. I principali tipi di attività vulcanica .....	»	347
P6.2.3.1.2. Classificazione dei vulcani secondo la morfologia e la struttura....	»	347
P6.2.3.1.3. I prodotti vulcanici .....	»	349
P6.2.3.1.4. Classificazione delle eruzioni in base all'energia rilasciata.....	»	350
P6.2.3.1.5. Effetti sull'uomo e sull'ambiente.....	»	351
P6.2.3.2. La pericolosità vulcanica .....	»	351
P6.2.3.2.1. La pericolosità dei vulcani dell'Italia.....	»	353
P6.2.3.2.2. La riduzione del rischio vulcanico .....	»	354
 <b>P7. Parametro 7 – Clima</b>		
P7.1. Premessa.....	»	355
P7.2. Generalità sul clima.....	»	355
P7.3. Interazione tra clima e attività umane.....	»	356
P7.3.1. Cambiamenti climatici.....	»	356
P7.4. Diagrammi termopluviometrici .....	»	357
P7.5. I climi regionali italiani.....	»	359
 <b>P8. Parametro 8 – Il suolo</b>		
P8.1. Aspetti generali .....	»	367
P8.2. I fattori della pedogenesi. L'alterazione dei minerali e delle rocce .....	»	369
P8.2.1. Il fattore roccia madre .....	»	369
P8.2.2. Il fattore clima.....	»	370
P8.2.3. Il fattore morfologia .....	»	371
P8.2.4. Il fattore biotico.....	»	372
P8.2.5. Il fattore tempo.....	»	373
P8.3. Caratteristiche, qualità e funzioni del suolo .....	»	373
P8.3.1. La tessitura.....	»	375
P8.3.2. La struttura.....	»	376
P8.3.3. La porosità.....	»	376
P8.3.4. Cenni di idrologia nel suolo .....	»	377
P8.3.5. Lo scambio ionico .....	»	379
P8.3.6. La reazione (pH).....	»	380
P8.3.7. Calcare totale e attivo .....	»	381
P8.3.8. La sostanza organica .....	»	381
P8.4. Le cartografie dei suoli e il rilevamento di campo .....	»	382
P8.4.1. I pedopaesaggi .....	»	388
P8.5. La classificazione dei suoli.....	»	389
P8.5.1. La classificazione americana .....	»	389
P8.5.2. Il World Reference Base for Soil Resources.....	»	390

P8.5.3. La classificazione francese.....	»	394
P8.6. La valutazione dei suoli nella pianificazione e gestione del territorio.....	»	394
P8.7. Le fonti informative.....	»	396
P8.8. Glossario pedologico.....	»	397
 <b>P9. Parametro 9 – Vegetazione naturale potenziale</b>		
P9.1. Aspetti generali .....	»	405
P9.2. Zone altitudinali dell'Italia.....	»	406
P9.2.1. Zona alpina .....	»	406
P9.2.2. Zona padana .....	»	407
P9.2.3. Zona appenninica e mediterranea.....	»	408
 <b>P10. Parametro 10 – Processi geomorfici</b>		
P10.1. Aspetti generali .....	»	413
P10.2. Processi geomorfici endogeni.....	»	413
P10.3. Processi geomorfici esogeni .....	»	414
P10.4. L'azione solvente delle acque. Morfologia carsica o carsismo.....	»	416
P10.5. L'azione geomorfica dei ghiacciai. Morfologia glaciale.....	»	418
P10.6. Alcuni stili tettonici. Strutture tabulari. Strutture monoclinali .....	»	419
P10.7. Rapporti fra contesto geologico e nascita-sviluppo delle città .....	»	420
P10.7.1. La nascita degli insediamenti umani .....	»	421
 Bibliografia .....		
»	»	433
 Indice analitico .....		
»	»	463

## PREMESSA

Fra le conoscenze e le competenze affidate all'area ecologico-territoriale, vi sono quelle afferenti la realizzazione di insediamenti e infrastrutture civili, industriali o rurali, di interventi di sistemazione e bonifica di terreni dissestati o degradati, di opere antinquinamento. La varietà di tali interventi rende indispensabile una moderna e avanzata conoscenza degli aspetti caratterizzanti i diversi ambienti geologici destinati a ospitare la struttura, dei fattori naturali che regolano gli equilibri e l'evoluzione di tali ambienti, delle conseguenze delle rotture di tali equilibri.

È necessario un approccio pratico-metodologico per lo studio e la realizzazione di specifici progetti di intervento, partendo da una rigorosa descrizione dei vari ambienti geologici e pedologici italiani. Ne deriva l'opportunità di una metodologia sperimentale che, muovendo dalle componenti ambientali *roccia* e *suolo*, consenta una valutazione delle risorse del territorio rivolta alla determinazione della sua attitudine per i diversi tipi di utilizzazione, avuto riguardo anche ai principali parametri direttamente o indirettamente influenzati dalla natura e dalla distribuzione delle formazioni geologiche e dei suoli: parametri quali erodibilità delle rocce e dei suoli, propensione al dissesto idrogeologico, circolazione delle acque sotterranee, forme del rilievo terrestre, pendenza, fertilità del suolo, vulnerabilità all'inquinamento delle acque e dei suoli.

Per rispondere alle citate esigenze si propone un'opera che si vuole caratterizzare per la semplicità della metodologia seguita, che individua, nelle aree geologicamente omogenee, la chiave di lettura del territorio. Infatti, individuate una dozzina di *unità geomorfologiche fondamentali* del territorio italiano (che nelle scienze ambientali vengono chiamate *unità di paesaggio*), mediante altrettante schede si sono messi in evidenza i parametri che ne definiscono le potenzialità e le limitazioni d'uso, spesso correlate fra loro in un rapporto di causa-effetto: erodibilità, forme del rilievo, permeabilità, idrologia superficiale e sotterranea, caratteristiche geotecniche, stabilità geomeccanica, clima, suolo, vegetazione, processi geomorfici.

Il volume propone una rigorosa correlazione fra i parametri naturali del territorio, cioè roccia-suolo-acqua-clima-vegetazione, che contribuisce alla corretta comprensione dei processi evolutivi o degenerativi dell'ambiente, al fine di poter impostare azioni preventive o, all'occorrenza, razionali interventi di risanamento. Il testo è destinato a chi opera nelle discipline di geologia, pedologia, ingegneria civile e idraulica, agronomia, architettura del paesaggio, urbanistica, e in genere a tutti quelli che sono interessati a vario titolo alle scienze dell'ambiente e del territorio.

## ELENCO DELLE SIGLE USATE NEL TESTO O DI USO CORRENTE

AAA:	Associazione Analisti Ambientali
ABP:	Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia
AGI:	Associazione Geotecnica Italiana
AIAPP:	Associazione Italiana di Architettura del Paesaggio
AIC:	Associazione Italiana di Cartografia
AIN:	Associazione Italiana Naturalisti
AIP:	Associazione Italiana Pedologi
AIPIN:	Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica
ANDIL:	Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi
ANIM:	Associazione Nazionale Ingegneri Minerari
ANPA:	Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
ARPA:	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
ARPAV:	Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto
APAT:	Agenzia per l'Ambiente e i Servizi Tecnici
ASCE:	American Society of Civil Engineers
ASSOMINERARIA:	Associazione Mineraria Italiana per l'Industria mineraria e petrolifera
ATO:	Ambito Territoriale Ottimale
BRGM:	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CATAP:	Coordinamento Associazioni Tecniche e Scientifiche per l'Ambiente e il Paesaggio
CE:	Comunità Europea
CEC:	Commission of European Communities
CEE:	Commissione Economica Europea
CFS:	Corpo Forestale dello Stato
CIRF:	Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale
CLESAV:	Cooperativa Libreria Editrice per le Scienze Agrarie, Alimentari e Veterinarie
CNG:	Consiglio Nazionale dei Geologi
CNR:	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CONISMA:	Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare
CRA:	Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura

CSIR:	Council of the Scientific and Industrial Research
DGPV:	Deformazioni Gravitative Profonde di Versante
D.L.:	Decreto Legge
D.Lgs.:	Decreto Legislativo
D.M.:	Decreto Ministeriale
D.P.C.M.:	Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri
DSTN:	Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali
DTM:	Digital Terrain Model
EC:	European Community
EEA:	European Environment Agency (Agenzia Europea per l'Ambiente)
ENEA:	Ente Nazionale per le Energie Alternative
ENEL:	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
ENI:	Ente Nazionale Idrocarburi
EPA:	Environment Protection Agency (Stati Uniti d'America)
ERSA:	Agenzia Regionale per lo Sviluppo Agricolo (Friuli Venezia Giulia)
ERSAL:	Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia
FAO:	Food and Agriculture Organisation
FAST:	Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche
FISRWG:	Federal Interagency Stream Restoration Working Group
GEAM:	Associazione georisorse e ambiente
GIS:	Geographic Information Systems, Sistemi Informativi Geografici
GNDCI:	Gruppo nazionale per la difesa dalle catastrofi idrogeologiche (CNR)
GPS:	Global Positioning Systems
IAEG:	International Association of Engineering Geology
IAH:	International Association of Hydrogeologists
IAHR:	International Association for Hydraulic Research
IAHS:	International Association of Hydrological Sciences
IFFI:	Inventario Fenomeni Franosi Italiani
IGBP:	International Geosphere-Biosphere Programme
INGV:	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
IGM:	Istituto Geografico Militare
INEA:	Istituto Nazionale di Economia Agraria
IPZS:	Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato
IRPI:	Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (CNR)
IRSA:	Istituto di Ricerca sulle Acque (CNR)
ISPRA:	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ISRIC:	International Soil Reference and Information Centre
ISSDS:	Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo (Firenze)
ISTAT:	Istituto Centrale di Statistica
IUGS:	International Union of Geological Sciences
IUSS:	International Union of Soil Science
LSPN:	Ligue Suisse pour la Protection de la Nature
MAF:	Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste
MIPA:	Ministero per le Politiche Agricole
MIUR:	Ministero dell'Università e della Ricerca

NRCS:	Natural Resources Conservation Service (USA)
OCDE:	Organisation for Economic Co-operation and Development
OCSE:	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (cfr. OCDE)
ONG:	Ordine Nazionale dei Geologi
ONU:	Organizzazione delle Nazioni Unite
PAI:	Piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico
PCM:	Presidenza del Consiglio dei Ministri
PIL:	Prodotto Interno Lordo (vedi GNP)
PRAE:	Piano Regionale per le Attività Estrattive
PRG:	Piano Regolatore Generale
RD:	Regio Decreto
REDA:	Ramo Editoriale degli Agricoltori
RSA:	Rapporto sullo Stato dell'Ambiente
SGN:	Servizio Geologico Nazionale
SIEP:	Società Italiana per l'Ecologia del Paesaggio
SIG:	Società Italiana Gallerie
SIGEA:	Società Italiana di Geologia Ambientale
SIMN:	Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale
SIPE:	Società Italiana di Pedologia
SISEF:	Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale
SISS:	Società Italiana della Scienza del Suolo
SIT:	Sistemi Informativi Territoriali
SNPC:	Servizio Nazionale di Protezione Civile
TCI:	Touring Club d'Italia
UE:	Unione Europea
UNCCD:	United Nations Convention to Combat Desertification
UNEP:	United Nations Environment Programme
UNESCO:	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USDA:	United States Department of Agriculture
USEPA:	cfr. EPA
VIA:	Valutazione d'Impatto Ambientale
WRB:	World Reference Base
WWF:	World Wildlife Fund, World Wide Fund for nature (Fondo mondiale per la natura)

PARTE PRIMA  
Lettura e interpretazione del paesaggio

# 1. FATTORI CHE INFLUENZANO LE FORME DEL TERRENO

## 1.1. Cenni introduttivi

Il paesaggio non è solo la sintesi degli elementi, naturali e umani, che compongono un territorio ma è l'istantanea di un insieme dinamico in cui questi elementi si rapportano l'uno all'altro secondo uno schema frutto della storia del luogo. Il paesaggio racchiude in sé sia la storia naturale del territorio sia le vicende e la cultura delle genti che lo popolano.

Capire le forme del paesaggio, la distribuzione delle sue componenti e il rapporto che vige tra di esse equivale a dare un significato alle forme naturali e a vedere in che modo l'azione dell'uomo abbia modificato l'ambiente naturale e quindi, in sostanza, porta a comprendere perché il territorio ha l'aspetto che noi oggi osserviamo. Al di là del fattore estetico, dunque, il paesaggio ha un suo preciso significato la cui comprensione è imprescindibile per valutare correttamente qualsiasi intervento sul territorio, conservativo o di sviluppo che sia.

Scopo di quest'opera è quello di introdurre il tema della comprensione del paesaggio, fornendo al lettore una sintesi delle chiavi di lettura necessarie per la corretta interpretazione delle forme che caratterizzano il territorio italiano. Si è dunque pensato di illustrare i principali fattori che sono alla base del modellamento del territorio, fornendo di volta in volta alcuni esempi pratici che rendano più chiara la trattazione. Gli studiosi ritengono che i fattori essenziali che influenzano le forme del paesaggio, in particolare quello italiano, sono il substrato geologico, il flusso delle acque superficiali e sotterranee, la morfologia, la vegetazione, il clima, i suoli e le attività umane, l'interazione dei quali concorre a generare una forte variabilità delle dinamiche di modellamento e quindi delle forme del paesaggio.

Nel corso della trattazione quindi si seguirà l'approccio sopra indicato, con la consapevolezza che la difficoltà maggiore quando si vogliono individuare delle unità di paesaggio consiste nella caratteristica sfuggibile per cui i raggruppamenti adottati per pratica opportunità appaiono a volte difettosi o artificiosi, poiché conducono a separare cose affini sotto certi riguardi o viceversa ad aggregare realtà apparentemente diverse.

## 1.2. La conoscenza dell'ambiente come premessa delle azioni umane

Il problema della conoscenza (prima ancora che del controllo) dell'ambiente è ricono-

sciuto oggi come un'esigenza fondamentale e indifferibile, da affrontarsi a livelli educativi e formativi diversi e con obiettivi differenti.

Alla base dovrebbe esistere una comprensione generalizzata della questione ambientale, tale da modificare in senso positivo il comportamento individuale e sociale.

La conoscenza complessiva dell'ambiente, in quanto intreccio di ecosistemi naturali, società umana e tecnologia, è estremamente complessa, perché si tratta di un sistema dinamico dove le modificazioni di un parametro retroagiscono sugli altri secondo la legge ecologica: "Ogni cosa è connessa con qualsiasi altra".

La suddetta definizione di ambiente implica che non vi è sapere che non abbia come orizzonte di riferimento l'ambiente, mentre d'altra parte la conoscenza di questo non può che essere di carattere multidisciplinare.

Un testo o un corso sulle scienze dell'ambiente deve rispondere al seguente doppio quesito: qual è la risposta degli ecosistemi naturali alle azioni umane (ossia alla tecnologia) e quali sono le azioni umane più pertinenti in un dato contesto ambientale.

L'ambiente non è infatti omogeneo e le sue capacità ricettive di risposta alla tecnologia sono variabili nello spazio e nel tempo.

Ciò significa che la progettazione e la pianificazione sono condizionate dal contesto ambientale in cui si inseriscono e, viceversa, che determinate condizioni ambientali suggeriscono l'uso di specifiche tecnologie.

Va tenuto presente che l'ambiente naturale non si costituisce solo come vincolo ma anche come risorsa per la tecnologia: finora anzi è stato preso in considerazione molto più sotto l'aspetto di risorsa che di vincolo, ignorando o sottovalutando il fatto che le risorse non sono illimitate e in parte non sono rinnovabili e che anche quelle che lo sono hanno tempi ciclici di rinnovamento che non possono essere forzati oltre certi limiti.

La valutazione dei vincoli che l'ambiente naturale pone alle tecnologie non è dunque separabile dalla valutazione della disponibilità di risorse: tale è lo scopo di questo testo, che è mirato in particolare a una prima conoscenza delle vulnerabilità come anche delle potenzialità dell'ambiente geologico e pedologico italiano.

### 1.3. Criteri geomorfologici e pedologici da adottare nello studio del territorio

Prima di illustrare gli obiettivi di questo volume, si vogliono definire alcuni termini che saranno usati spesso. Tali definizioni non hanno la pretesa di essere inappellabili e definitive, ma servono solo a chiarire il significato che l'autore dà ad alcuni termini che, fra l'altro, tendono ad essere impiegati con accezioni non sempre coincidenti.

Le espressioni "ambiente", "territorio", "paesaggio" sono spesso impiegate come sinonimi per indicare la realtà che ci circonda, includendo o no tutti gli aspetti, naturali o di derivazione umana, e la loro connotazione formale. Se esiste la tendenza a usare un termine per l'altro, si è anche inclini ad affidare a uno stesso termine significati alquanto differenti in relazione alle discipline o ai periodi culturali. Il Conseil International de la Langue Française (1970) definisce l'*ambiente* (*environnement*) come "l'insieme, in un determinato momento, degli agenti fisici, chimici, biologici e dei fattori sociali capaci di

esercitare un effetto diretto o indiretto, immediato o a scadenza, più o meno lunga, sugli esseri viventi e sulle attività umane”.

Poiché lo studio dell’ambiente riguarda tutte le scienze naturali, ogni disciplina ne analizza le caratteristiche in funzione dell’importanza che queste assumono nel proprio campo specifico. Le indicazioni fornite confluiscono poi nell’*ecologia*, la scienza in cui l’ambiente viene considerato un’entità fisica e biologica inscindibile dagli organismi viventi che lo abitano, e che quindi studia le relazioni reciproche tra organismi e ambiente, analizzando i mutamenti ambientali in funzione degli eventi naturali o artificiali cui l’ambiente è soggetto.

Secondo la Commissione per l’esame dei disegni di legge sulla difesa del suolo (1979), il *territorio* “è una porzione di superficie terrestre riferita al suolo e al sottosuolo, definibile sia in senso fisico che in senso politico ed amministrativo, luogo di trasformazioni naturali o dovute alla attività umana”. Un bacino idrografico, la Pianura Padana, la zona dolomitica, ecc. sono territori limitati con un criterio fisico; il Comune, la Provincia, la Regione sono territori definiti in senso amministrativo, il territorio nazionale in senso politico. L’interesse per il territorio è venuto aumentando man mano che i problemi portati da un accelerato sviluppo urbano e industriale hanno reso lo spazio fisico un bene economico, in quanto bene finito e vulnerabile. Il territorio è quindi visto, nelle società industriali specialmente, come ambito allargato delle realtà urbanistiche, sociali e ambientali relative all’insediamento umano, realtà che non possono più essere studiate (e gestite) limitatamente a un predeterminato luogo, in quanto coinvolgono con le proprie interrelazioni un territorio più ampio, per esempio il territorio metropolitano per alcune di esse, quello regionale per altre. È implicito in questo significato del termine quello di pianificazione dello stesso, di volontà di organizzarlo in base ai propri fini.

Secondo Sestini (1963) la fase elementare del *paesaggio* (alla lettera “forma del paese”) è una “veduta” panoramica, ossia l’immagine da noi percepita di un tratto di superficie terrestre, quale si può abbracciare con lo sguardo da un determinato punto di vista; volendosi scostare da un punto di vista determinato, il paesaggio diventa una sequenza di immagini associate, ciascuna delle quali ripete certi elementi fondamentali in una costante e caratteristica coordinazione; come elementi è possibile considerare i volumi, le linee, i colori, coordinati nello spazio secondo un particolare assetto di distribuzione e di proporzioni; oppure è possibile considerare gli oggetti reali costitutivi della superficie terrestre e manifesti nelle vedute, cioè i rilievi del terreno, il rivestimento vegetale, le abitazioni isolate o raggruppate, ecc., pur essi in determinati rapporti di massa e di disposizione. In questo modo si avranno il paesaggio lagunare, il paesaggio della campagna romana, quello vulcanico, così come il paesaggio urbano, agrario, industriale, ecc. La distinzione fra ambiente (o territorio) e paesaggio consiste nel fatto che il primo è un insieme di relazioni, o il contenuto, il secondo è l’espressione sensibile di tali relazioni, o la forma. In altre parole il paesaggio è la manifestazione sensibile dell’ambiente, la realtà territoriale percepita dall’osservatore. O, secondo Giacomini (1967), il paesaggio è l’aspetto sensibile degli ecosistemi.

È implicito nel concetto di paesaggio il valore estetico ad esso attribuito: tale valore può essere labile, a seconda del gusto o degli interessi che cambiano, sia dell’individuo sia della società. Questa osservazione rende evidente il maggior valore dell’interpretazione del paesaggio offerta dai geografi e da altri specialisti, quali geomorfologi, agronomi,

pedologi, basata sulla valutazione dei numerosi elementi di un territorio (struttura, storia, clima, risorse naturali) e non limitata al solo aspetto estetico.

Agganciato a questo aspetto non solo formale della unità di paesaggio è il suo uso come unità elementare di riferimento nelle indagini territoriali. Infatti vi sono varie scienze, come la geomorfologia, la pedologia, l'agronomia, che si servono delle "unità di paesaggio" naturale come aree omogenee elementari dell'ambiente specifico da studiare. Da tale concetto deriva evidentemente quello per cui l'unità di paesaggio è anche unità di pianificazione.

Conviene inoltre accennare al significato di alcuni termini connessi al territorio.

Col termine *pianificazione territoriale* (inglese: *Land planning* o *Physical planning*; francese: *Aménagement du territoire*) – o pianificazione fisica, per distinguerla da quella economica – s'intende la regolamentazione, mediante la redazione di piani, delle destinazioni del territorio, ossia della distribuzione spaziale delle attività entro un'area geografica prestabilita.

Con la pianificazione territoriale ci si pone come obiettivo, in riferimento a un periodo definito, un assetto del territorio che permetta alla comunità ivi residente di utilizzarne le risorse disponibili e di raggiungere il massimo soddisfacimento dei propri bisogni, evitando di distruggere o degradare irreversibilmente le risorse stesse.

Infine è utile soffermarsi sui termini *terreno* e *suolo*, che spesso vengono considerati sinonimi e che hanno significati alquanto diversi secondo le diverse discipline.

In geologia si usa spesso il termine generico *terreno* come sinonimo di roccia o formazione geologica; ad esempio si parla di terreni calcarei, arenacei, ecc. facendo riferimento alla litologia, oppure di terreni eocenici, giurassici, ecc. riferendosi all'età. In agronomia con tale termine si intende il luogo in cui si realizza la produzione agricola o forestale, ma anche il "corpo naturale con determinate caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche che svolge le funzioni di supporto e nutrimento delle piante", ossia il significato che a questo termine dà la pedologia (scienza del suolo).

In pedologia si usa il termine *suolo* per indicare il corpo naturale sopra descritto, che in geologia applicata viene adoperato per indicare la coltre detritica superficiale incoerente derivante dalla alterazione del substrato roccioso (*bed rock*), a somiglianza del termine *soil* usato nella letteratura anglosassone con lo stesso significato.

Tale termine viene impiegato da architetti e urbanisti per indicare la superficie generica della terraferma sulla quale si progettano e costruiscono edifici, mentre in cartografia individua una superficie generica che ospita i terreni "nudi" (cioè senza copertura vegetale), i boschi, le colture agrarie, gli insediamenti e le infrastrutture, da qui "uso del suolo", "carta dell'uso del suolo".

In questo testo, in linea di massima, al termine *suolo* si darà la definizione pedologica lasciando al termine *terreno* gli altri significati.

#### 1.4. Gli obiettivi di questo volume

È ormai convincimento generale che non si possano effettuare scelte territoriali corrette senza una completa ed esauriente conoscenza delle caratteristiche geologiche e pedologiche e senza una sufficiente valutazione e quantificazione dei parametri geoambientali.

Nella pianificazione territoriale normalmente si opera una valutazione prima separata (analisi) e poi congiunta (sintesi) delle principali “componenti dell’ambiente naturale” al fine di definire le potenzialità e le limitazioni all’uso del territorio stesso. Ma tale procedimento non costituisce ancora uno strumento conoscitivo completo per la pianificazione, in quanto la realtà naturale deve essere ulteriormente verificata con le finalità socio-economiche.

Nel presente lavoro si vuole proporre una metodologia sperimentale che considera solo le componenti geologiche e pedologiche per valutare, nelle grandi linee, la potenzialità e le limitazioni d’uso del territorio, come contributo alla pianificazione e gestione dello stesso. L’esame non si limiterà alle componenti suddette, ma riguarderà anche i parametri che ne sono più o meno influenzati, quali erodibilità delle rocce, propensione al dissesto idrogeologico, circolazione delle acque sotterranee, forme del rilievo terrestre, fertilità del suolo. Si premette che allo scopo di effettuare una valutazione completa delle attitudini e vocazioni dei terreni, sarà necessario integrare i risultati dell’esame geologico e pedologico con quelli relativi agli altri fattori naturali, quali i fattori climatico, vegetazionale e faunistico, i quali sono necessari, ma non sufficienti per definire le attitudini se non sono armonizzati con le componenti sociali ed economiche.

La metodologia seguita consiste nel combinare le componenti più determinanti dell’ambiente per giungere a individuare le potenzialità e i limiti riferibili a una data regione geografica, prescelta nella sua omogeneità geologica<sup>1</sup>. Nell’ambito di ogni unità geomorfologica, la combinazione o l’esame comparato dei vari parametri territoriali forniscono gli orientamenti di fondo circa l’uso più appropriato di quella unità, allo scopo anche di non consumare, esaurire, inquinare, degradare irrimediabilmente le sue risorse naturali: tali orientamenti riguardano non solo la scelta generale fra l’attività industriale e quella agricola (sulla base dei parametri geologico e pedologico), ma, ricadendo nella attività agricola, l’individuazione delle colture ottimali da attuarsi su una data unità geomorfologica e i limiti entro cui devono contenersi i criteri di coltivazione (sulla base essenzialmente del criterio pedologico, seguito da quello della conservazione del suolo).

Va precisato che in questo volume si parte a priori da un criterio litologico-geotettonico-geomorfologico che individua le unità geomorfologiche fondamentali del territorio italiano, che vengono analizzate singolarmente nelle loro peculiarità non solo geologiche, ma anche geomeccaniche, morfologiche, climatiche, idrologiche, vegetazionali, dell’uso

<sup>1</sup> Secondo alcuni esperti di ecologia del paesaggio (*landscape ecology*), il sottosistema geomorfologico ne rappresenta uno degli aspetti più importanti. Secondo Leser (1977) la geomorfologia riveste una “funzione ordinatrice dello spazio” ed egli vede il significato ecologico della geomorfologia nella sua funzione di “fattore regolatore” per molte altre funzioni dell’ecosistema paesaggio. Predominante è la funzione che la geomorfologia possiede nei confronti della differenziazione spaziale del bilancio ecologico del paesaggio. Per esempio, nel controllare il microclima locale la morfologia dei luoghi svolge un ruolo di primo piano, soprattutto per quanto riguarda l’esposizione e la pendenza. Oltre alle condizioni geomorfologiche, anche le condizioni geologiche in senso lato influenzano direttamente i potenziali ecologici del paesaggio stesso. L’assetto geologico di una regione, oltre che interferire con l’economia attraverso la distribuzione spaziale dei giacimenti di materiali (ghiaia, sabbia, argilla, carbone fossile, minerali, ecc.), si ripercuote direttamente sull’ecologia del paesaggio, per esempio attraverso i fenomeni erosivi, veri e propri processi di trasferimento di materia ed energia (erosione diffusa, frane, alluvioni, ecc.) o attraverso i fenomeni di infiltrazione nel suolo/sottosuolo (idrogeologia): infatti gli accumuli di sostanze nocive sul terreno, mediante i processi di trasferimento attraverso l’acqua, possono causare danni in luoghi diversi da quello originario, con un ritardo spesso del tutto imprevedibile.

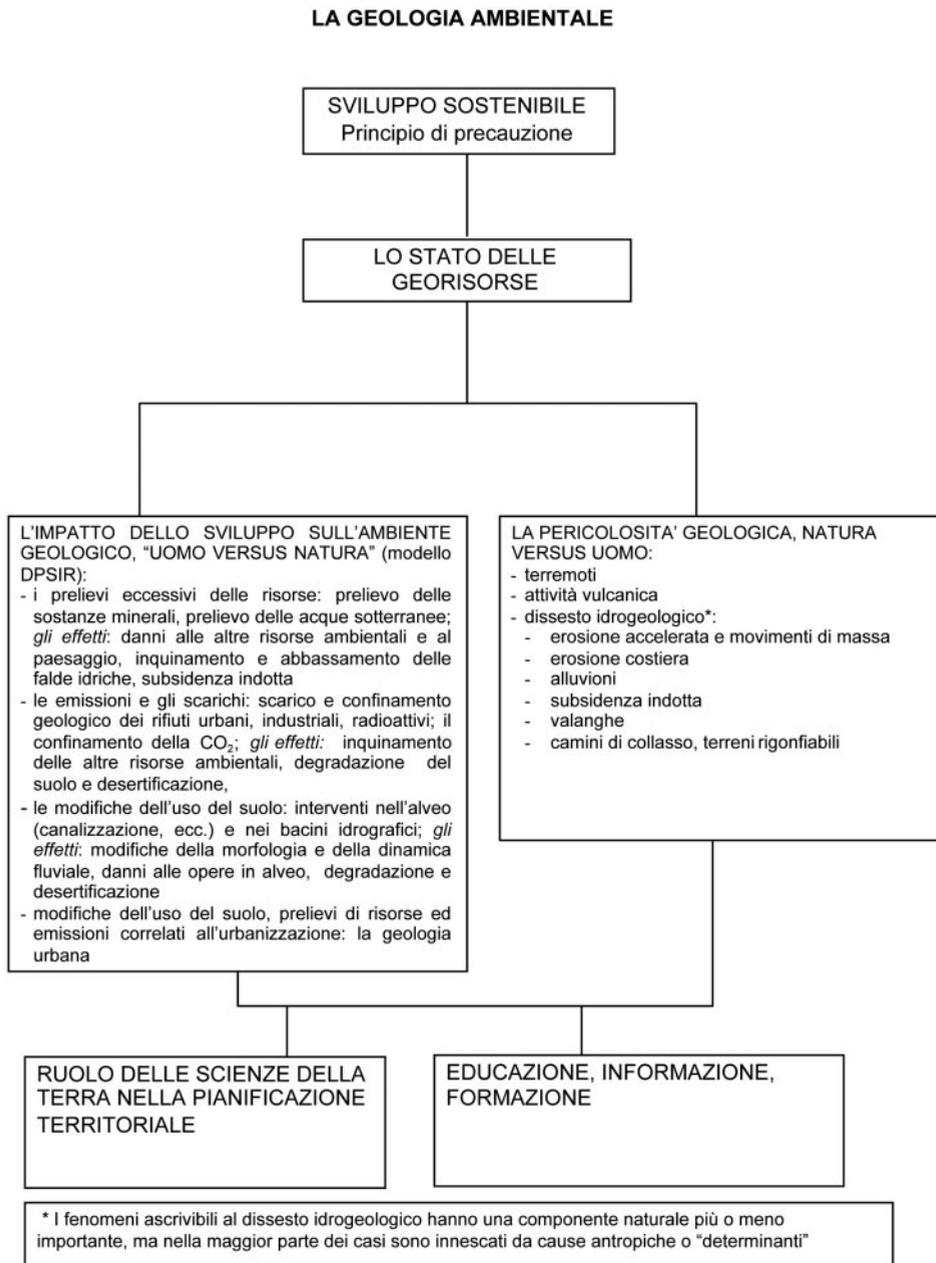


Figura 1.1. Diagramma di flusso che mostra i rapporti fra ambiente geologico e attività antropica (fonte: Gisotti, Zarlenga, 2004)

del suolo: sulla base di tali parametri vengono infine delineate le potenzialità e le limitazioni d'uso (i vincoli) delle singole grandi unità, che è possibile definire come *unità di paesaggio*. Viene usato questo termine poiché esprime le varie componenti del paesaggio; altri autori usano il termine *unità litomorfologiche* mettendo in evidenza solo gli aspetti litologici e morfologici del paesaggio.

Come si è già detto si tratta di un lavoro di catalogazione e caratterizzazione delle varie unità di paesaggio, non di un metodo per arrivare alle unità di paesaggio, le quali vengono già individuate dall'autore. Partendo da una analisi sintetica e oggettiva delle singole unità di paesaggio, il lettore potrà più agevolmente camminare sulla strada della corretta lettura del territorio, al fine di effettuare delle scelte progettuali consapevoli delle risorse e dei rischi, almeno per quanto riguarda il substrato geologico e pedologico.

Infatti, l'idea conduttrice dell'autore è stata quella di partire, per l'analisi del territorio, da parametri indiscutibili, da elementi difficilmente o lentamente modificabili del paesaggio, cioè le rocce, o meglio le formazioni geologiche.

Una volta individuate le formazioni geologiche, nella prospettiva della loro influenza sulle forme del rilievo terrestre, si analizzano le loro caratteristiche tecniche, i fenomeni degradativi cui sono soggette, i suoli a cui, tendenzialmente, danno origine, nonché gli altri fattori ambientali che coesistono, solitamente, con quel substrato geologico. Dalla sintesi e dalla integrazione dei fattori ambientali caratterizzanti quella data unità geomorfologica (o fisiografica) emergono da una parte le sue potenzialità e dall'altra la sua vulnerabilità, le sue limitazioni d'uso e quindi, nel complesso, le sue utilizzazioni prevedibili, sempre, beninteso, secondo il criterio geologico.

Il lavoro di analisi viene presentato mediante apposite *schede* relative alle unità geomorfologiche, che costituiscono la parte essenziale dell'opera.

Si è creduto opportuno allegare in fondo al volume alcune brevi monografie, ciascuna dedicata a un parametro del territorio descritto nella singola scheda, in modo da permettere ai non specialisti di interpretare e classificare i diversi aspetti dell'analisi territoriale. Grande rilevanza viene data alla pedologia: infatti in ciascuna scheda si dà spazio alla tipologia di suolo, descrivendo le caratteristiche che comunemente contraddistinguono il suolo originatosi su un determinato litotipo. Vengono illustrate le principali caratteristiche dei suoli originatisi su quelli che si possono definire *pedopaesaggi*, da cui derivano le limitazioni e le criticità di tali suoli nei riguardi delle colture agrarie e della vegetazione naturale.

Infine, merita accennare al fatto che questo libro si avvale in primis delle conoscenze della geologia e dei suoi rapporti, delle sue interferenze con le altre scienze dell'ambiente, pertanto esso si basa sulla "geologia ambientale", di cui si espone un diagramma di flusso (*figura 1.1*).

## 2. LE UNITÀ DI PAESAGGIO E LA LORO COMPONENTE GEOLOGICA

### 2.1. Il paesaggio tra l'approccio estetico-percettivo e quello naturalistico-geografico

I termini *paesaggio urbano*, *paesaggio agrario*, *paesaggio industriale*, ecc. stanno a indicare un paesaggio dominato da una particolare componente, quale è appunto quella urbana, agraria o industriale. Col termine *paesaggio geologico* viene indicato un paesaggio nel quale la componente geologica è predominante sulle altre: ad esempio, osservando il Gran Sasso d'Italia, l'Etna o il Cervino non si può non affermare che ci si trovi di fronte a paesaggi geologici. Ma questi sono per così dire casi estremi. In generale i paesaggi, almeno quelli dei paesi sviluppati, sono costituiti da varie componenti, sia naturali sia antropiche, che vi si sono "sedimentate" in un tempo più o meno lungo. D'altra parte si tende a parlare di paesaggi geologici allorché la classificazione di un determinato paesaggio o insieme di paesaggi si riferisca, in maniera preordinata e preminente, a elementi, caratteri e aspetti di natura geologica. In questa sede si è interessati a illustrare la componente geologica dei paesaggi secondo l'accezione di cui sopra.

In particolare, si intende discutere sull'analisi geologica dei paesaggi, poiché essa è utile per:

- mettere in luce la componente geologica di un paesaggio composito, analizzandola sia nei suoi vari processi che hanno condotto alle attuali forme del rilievo sia nelle sue interrelazioni con le altre componenti del paesaggio;
- interpretare, classificare, valutare, rappresentare e gestire i paesaggi chiaramente geologici, secondo criteri che si possono selezionare di volta in volta a seconda del contesto culturale od operativo (tipo di progetto, di piano, ecc.) in cui si lavora.

Oggi il paesaggio ha acquistato una importanza applicativa in quanto nuovi strumenti relativi all'assetto del territorio, come i piani paesistici e le procedure di valutazione d'impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica lo pongono tra gli elementi privilegiati di riferimento per il controllo e la verifica delle trasformazioni territoriali. Per poter analizzare un paesaggio non ci si può limitare ai suoi aspetti puramente visivi, estetici, percettivi (il paesaggio come "oggetto di contemplazione"), ma si deve cercare di capirne anche la struttura e la funzionalità, come esso, in quanto realtà dinamica, è in rapporto con i processi geologici, della vegetazione, della fauna, climatici, oltre che antropici.

D'altra parte per realizzare gli interventi di recupero paesaggistico (ad esempio attraverso i metodi della geologia ambientale e dell'ingegneria naturalistica) è indispensabile conoscere l'aspetto funzionale oltre che strutturale del paesaggio.

Pertanto, tra i principali obiettivi degli studi paesaggistici sono da considerare quello estetico-percettivo, quello della comprensione degli equilibri ecologici (intesi come dinami naturali e come trasformazioni indotte dall'uomo) e infine quello della potenzialità della fruizione, quest'ultimo in linea con le nuove esigenze e con i mutati problemi di una società che si avvia verso una fase di sviluppo post-industriale.

Al paesaggio fanno riferimento due gruppi di interessi e quindi di discipline.

Nel primo gruppo rientrano gli aspetti prevalentemente strutturali-naturali del paesaggio: varie scienze, come la geomorfologia, la pedologia, la fitosociologia, l'agronomia, la geografia, partono dal paesaggio inteso in questo senso e si servono delle unità di paesaggio naturale come unità omogenee ed elementari del territorio da indagare. Ad esempio, in agronomia, le unità di paesaggio utilizzate per cartografare le varie "capacità d'uso" del territorio sono aree all'interno delle quali si è verificato (attraverso la campionatura), o si ipotizza con un soddisfacente grado di attendibilità (con l'estrapolazione), che i singoli fattori del paesaggio esplicano una loro influenza peculiare che si ripete in forme uguali o similari su tutte le unità cartografiche classate nel medesimo modo (Regione Emilia-Romagna, 1981).

Nell'eseguire il rilevamento pedologico si individuano aree omogenee per uno o più parametri (litologia, vegetazione, morfologia, ecc.). All'interno di tali aree, dapprima si accerta il grado di uniformità pedologica, successivamente si caratterizza l'insieme di suoli riconosciuti uniformi. Ciascuna area omogenea non è altro che una unità di paesaggio naturale; essa comporta, nel suo insieme, la presenza di suoli sufficientemente simili da poter essere coltivati in modo confrontabile e con rese simili.

Da quanto esposto sopra, risulta evidente che si tratta non di un paesaggio individuato sulla base di valori estetici, tendenzialmente soggettivi, bensì di un paesaggio inteso, almeno in via teorica, come realtà oggettiva indipendente dal singolo osservatore e dal singolo atto di osservazione, da analizzare e classificare con metodi ben identificabili.

Al secondo gruppo afferiscono prevalentemente gli aspetti estetici, culturali e storici del paesaggio: le discipline interessate in questo caso possono essere la paesistica<sup>1</sup> e l'architettura del paesaggio.

Anche in questo caso tali discipline sviluppano la loro analisi per ambiti territoriali omogenei sotto l'aspetto estetico-percettivo o storico, sempre denominati *unità di paesaggio*. I due aspetti, quello naturalistico-geografico e quello estetico, controllati dai due gruppi di discipline, spesso non coincidono e non corrispondono i metodi per studiarli. Infatti l'aggregazione di alcuni caratteri formali per costituire un determinato paesaggio, se può fornire buoni risultati, ad esempio, per la pedologia, può risultare difettosa o artificiosa per l'aspetto estetico e storico.

Il paesaggio non nasce e si evolve da un solo processo naturale o antropico, bensì è il risultato della lunga interazione di svariati processi che, appunto, si influenzano a vicenda; pertanto, allo scopo di superare il dualismo tra approccio oggettivo e percezione estetica,

<sup>1</sup> Paesistica: "disciplina che ha per oggetto il paesaggio nei suoi aspetti storici, ecologici e formali, la sua salvaguardia, gli interventi di progettazione e pianificazione connessi col problema del verde e delle risorse naturali" (Calzolari, 1969).

è opportuno uno sforzo congiunto fra studiosi dei due gruppi di discipline per affrontare in modo unitario il problema della analisi, classificazione e valutazione del paesaggio, se si vogliono fornire informazioni attendibili nell'ambito della redazione dei piani paesistici, degli studi d'impatto ambientale e in genere delle indagini territoriali.

A questo proposito, le esperienze in materia di piani paesistici, come quella della Regione Liguria e quella della Regione Emilia-Romagna, integrano gli aspetti naturali con quelli antropici per giungere alla definizione di unità di paesaggio, che valgono per tutti gli aspetti presi in considerazione.

Ad esempio il Piano paesistico della Regione Emilia-Romagna identifica un certo numero di unità di paesaggio, ciascuna delle quali rappresenta un "insieme integrato di variabili naturali e antropizzate, che costituiscono degli ambiti territoriali con specifiche, distintive ed omogenee caratteristiche di formazione e di evoluzione".

In particolare, nell'esperienza dell'Emilia-Romagna l'unità di paesaggio viene individuata attraverso un metodo descrittivo, basato principalmente sull'interpretazione di foto zenitali; pertanto essa viene definita come un "ambito spaziale globalmente omogeneo per proprie e intrinseche caratteristiche di pattern"<sup>2</sup> e la lettura del territorio per unità di paesaggio fonda i propri presupposti su alcuni principi di carattere generale, quali l'analisi dei sistemi, la teoria dei modelli e, soprattutto, la visione ecosistemica del territorio.

A circa dieci anni dall'approvazione dello strumento generale di pianificazione paesistica, la Regione Emilia-Romagna, in collaborazione con l'ENEA, ha elaborato una ricerca, chiamata "Progetto Atlante", avente "l'obiettivo di verificare la validità delle Unità di Paesaggio come riferimento per una gestione delle trasformazioni del territorio, che permetta di anticipare la valutazione della sostenibilità delle scelte di programmazione superando l'attuale prassi di verifica amministrativa a posteriori, che l'esperienza degli ultimi anni ha dimostrato non essere sufficientemente efficace. Tale iniziativa, che riveste un carattere fortemente innovativo nell'approccio alle problematiche ambientali e territoriali, rappresenta la messa a punto di un modello di lettura del paesaggio, corredato da un sistema informativo in grado di offrire al pianificatore uno strumento aggiuntivo per la valutazione delle scelte in termini di effetti che possono determinare sul paesaggio" (ENEA, Regione Emilia-Romagna, 2001).

Infine si ricorda che il D.P.C.M. 27/12/1988 di emanazione delle norme tecniche per la redazione degli studi d'impatto ambientale prescrive che la qualità del paesaggio sia determinata attraverso le analisi concernenti "il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei, mediante l'esame delle componenti naturali" e le "condizioni naturali ed umane che hanno generato l'evoluzione del paesaggio".

Da quanto detto, i vari approcci utilizzano, per l'analisi del paesaggio, unità omogenee di territorio. Sia per i piani territoriali paesistici che per gli studi d'impatto ambientale, si tende a suddividere il territorio in esame in unità ambientali ricorrenti, operando in base ad alcune componenti rilevanti come quelle geomorfologiche, pedologiche, floristico-vegetazionali, faunistiche, climatiche, ecc.; tali macro-unità morfologiche-funzionali si possono ricavare utilizzando alternativamente procedimenti induttivi e deduttivi in un

<sup>2</sup> *Pattern*: termine usato nell'aerofotointerpretazione, che indica una configurazione geometrica che si ripete con maggiore o minore frequenza in una determinata area, caratterizzandola; è definita dal modo di disporsi e di addensarsi di "segni" fisici, biologici o antropici singoli o in associazione tra loro. Un esempio sono i *drainage patterns* o modelli di drenaggio, illustrati nell'appendice, "Parametro 3 – Idrologia superficiale e idrografia".

unico processo interattivo di caratterizzazione del territorio. Successive unità morfo-funzionali di dimensioni minori all'interno delle macro-unità suddette possono essere individuate attraverso la considerazione di fattori naturali e antropici del paesaggio a scala di dettaglio.

Diventa più agevole, nell'analisi e nella classificazione di un paesaggio (specialmente a grande scala), scegliere come guida un determinato ordine di fenomeni, per esempio quelli morfo-litologici, vegetazionali o di ordinamento culturale.

Così alcuni studiosi hanno fatto riferimento a tipologie del paesaggio italiano basate essenzialmente su una singola componente. Le opere di questi specialisti sono, ad esempio, quella di Giacomini e Fenaroli (1958) sul paesaggio vegetale, quella di Sereni (1979) sul paesaggio agrario, quella di Sestini *et al.*, (1957), dove i paesaggi vengono classificati riferendosi a una base geografica e geomorfologica.

## 2.2. Il paesaggio geologico

Senza entrare nel merito delle metodologie specifiche di una o dell'altra delle discipline dei grandi gruppi citati, si può affermare che, nell'analisi di un qualsiasi paesaggio, gli strumenti di analisi (percezione, giudizio di valore, ecc.) hanno come interesse precipuo tutto ciò che più facilmente può essere visto, osservato, interpretato, verificato; cioè gli oggetti che stanno in superficie e che l'osservatore riesce a riconoscere con immediatezza: la vegetazione, le acque, il cosiddetto *paesaggio costruito*.

La componente geologica resta di solito in secondo piano, come supporto indefinito delle forme del rilievo, a meno che non ci si trovi in un paesaggio "estremo", come il deserto, le aree montane d'alta quota senza copertura vegetale, le zone calanchive, le Alpi Apuane profondamente modellate da secolare attività estrattiva che ha messo a nudo la roccia, ecc.

Secondo gli studiosi del paesaggio, esiste una gerarchia delle sue componenti che è grossomodo la seguente:

- paesaggio costruito;
- vegetazione (spontanea e coltivata);
- idrografia, corpi idrici;
- aspetti geologici.

Questi ultimi aspetti vengono interpretati come tali in casi sporadici e in modo elementare (ad esempio presenza di cave che mettono a nudo il substrato roccioso, affioramenti naturali): tolti gli specialisti, solo una minoranza di persone che hanno un rapporto costante e diretto con la natura – agricoltori, montanari, cavaatori, escursionisti esperti – può cogliere almeno in parte la componente geologica del paesaggio. Essa, invece, più spesso viene posta in relazione alle manifestazioni parossistiche dei suoi dinamismi e ai loro effetti catastrofici (terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni, frane, ecc.) e in tal modo le si attribuisce una certa essenza malevola nei confronti dell'uomo (Nosengo, 1992).

A questo punto emerge un altro connotato della questione, e cioè l'influenza reciproca fra attività umane e paesaggio geologico. Da una parte la componente geologica condiziona le forme del rilievo e quindi le attività umane: ad esempio i paesaggi delle pianure allu-

vionali o costiere hanno sempre attratto gli insediamenti umani; viceversa le aree soggette a pericoli geologici li hanno allontanati. Dall'altra parte le attività umane, sempre più con l'avvento dell'uomo tecnologico, modificano il paesaggio geologico (come si dirà più avanti), che però risponde alle "pressioni" umane non in maniera omogenea, bensì secondo le proprie caratteristiche litologiche, tettoniche, ecc. Peraltro, questo nuovo agente geologico, l'uomo tecnologico, di solito modifica il "naturale geologico" solo nella sua esile scorza e in parte nei suoi dinamismi superficiali, mentre l'ossatura resta l'indispensabile supporto per qualunque ecosistema e per ogni attività umana, così come la dinamica endogena resta intangibile e continua a muovere i caratteri salienti del paesaggio, sia esso costruito o meno (Nosengo, 1992).

Le formazioni geologiche sono le componenti più stabili del paesaggio, a cui danno l'impronta fondamentale; inoltre il substrato geologico, col clima, ha dato origine non solo ai diversi tipi di suolo, ma anche, indirettamente, alla vegetazione naturale, e da queste componenti si sono sviluppate sia l'attività agricola che quella estrattiva, contribuendo con ciò a plasmare l'evoluzione storica delle popolazioni ivi insediate (Ippolito, 1973).

Né va dimenticato che le catastrofi che colpiscono il nostro paese, riferibili al rischio idrogeologico, sismico e vulcanico, sono la manifestazione di attività in cui sono coinvolte le rocce della crosta terrestre (Gisotti, 2008).

La legge n. 431/1985, cosiddetta *Galasso* (e le modificazioni successive), tiene in debito conto queste componenti naturali: infatti tra dieci categorie di beni da sottoporre a vincolo paesistico, ben cinque rientrano tra i processi geomorfici: le rive dei mari, dei laghi e dei fiumi (sedi di processi litorali e fluviali), le montagne (con processi carsici, eolici, di versante, ecc.), i ghiacciai e i circhi glaciali (con processi glaciali), le zone umide (con processi marini e lacustri) e i vulcani (processi vulcanici)<sup>3</sup>.

Per pianificare il corretto uso o la salvaguardia di questi beni ambientali, è opportuno che gli addetti ai lavori sappiano individuare il processo di formazione di questi fenomeni, le loro tendenze evolutive, le loro potenzialità e vulnerabilità. Il paesaggio geologico di una regione va considerato, al pari ad esempio di quello vegetazionale, come una risorsa da gestire e da fruire (Gisotti, 1987). L'osservazione delle componenti geomorfologiche comporta una serie di valutazioni, o una gamma di interessi che i diversi fruitori intendono soddisfare, che possono andare dall'interesse scientifico fino al puro godimento esteti-

<sup>3</sup> A proposito di beni geologici, la legge 1° giugno 1939, n. 1089 "Tutela delle cose d'interesse artistico o storico" sottopone a salvaguardia anche le cose che interessano la paleontologia. La legge 29 giugno 1939, n. 1497 "Protezione delle bellezze naturali" riguarda anche le "cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica" (queste ultime possono assimilarsi agli attuali geotopi o geositi).

Le leggi istitutive dei Parchi nazionali italiani hanno anche lo scopo di "conservare le speciali formazioni geologiche". La legge regionale della Lombardia 27 luglio 1977, n. 33 "Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica" considera anche i geotopi, che sono ambienti, non gravemente alterati da interventi antropici, che siano di particolare interesse naturalistico e scientifico per la presenza di manifestazioni geomorfologiche, paleontologiche, mineralogiche o idrologiche quali le zone con fenomeni carsici e le "zone umide". Altre norme italiane, nazionali e regionali, tutelano geotopi o istituiscono aree per la protezione di beni geologici. Le prese di posizione del mondo scientifico nei riguardi della difesa dei fenomeni geologici risalgono a molti anni addietro. Ad esempio nel congresso della Società geologica italiana del 1912 fu votato un ordine del giorno "sulla opportunità di conservare per legge il paesaggio geologico, con speciale riguardo ai Campi Flegrei" (Bollettino Società geologica italiana, p. LXXXVII, n. 31, 1912).

co. In tale quadro si propone l'analisi paesistica geologica non solo dei singoli morfotipi ma anche di tematiche geomorfologiche, come ad esempio il paesaggio dei calcari, quello delle argille, ecc.<sup>4</sup>.

Pertanto, l'analisi relativa alla componente geologica del paesaggio può essere interessata a due categorie di beni ambientali, ossia a due chiavi di lettura del substrato geologico (Gisotti, 1983, 1988; Gisotti, Zarlenga, 2004):

- *complessi geomorfologici* o *unità geomorfologiche fondamentali*, raggruppati secondo il criterio litologico combinato con quello genetico, ossia dell'ambiente di formazione: ad esempio la formazione delle argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche è una unità che si distingue non solo sotto l'aspetto litologico, ma anche sotto quello genetico (sedimenti marini), per cui tali argille si differenziano da quelle dei depositi alluvionali; ciascun complesso raggruppa formazioni geologiche che tendono a dar luogo alle stesse forme del rilievo e quindi a paesaggi geologici simili, confrontabili; nello stesso tempo ciascuna di queste unità geomorfologiche tende a reagire in maniera simile alle azioni umane, contribuendo a formare un determinato tipo di paesaggio;
- *processi geomorfologici* o *morfotipi*: costituiscono spesso i punti salienti, le "emergenze" del paesaggio; talora sono legati al tipo di roccia (litotipo), come ad esempio le doline che si formano quasi esclusivamente sui calcari, ma altre volte dipendono da agenti esogeni o endogeni che si esplicano indipendentemente dal tipo di roccia, come ad esempio le forre (o canyon) e le scarpate d'erosione meteorica.

In questo volume viene fornito un accenno della classificazione dei processi geomorfici (appendice, "Parametro 10 – Processi geomorfici"), per un approfondimento della quale si rimanda a Castiglioni (1982).

### 2.3. Le forme del rilievo e i fattori che le determinano

Le forme del rilievo (o del terreno) sono il frutto di due ordini di fattori che si esplicano sul substrato geologico (o sulla superficie terrestre) e lo modificano: gli agenti esogeni e quelli endogeni. Gli agenti esogeni sono le acque meteoriche e quelle correnti, il calore solare, il vento, il moto ondoso, i ghiacci, gli esseri viventi (compresa l'attività antropica); gli agenti endogeni sono i movimenti tettonici e il vulcanismo. Da parte sua il substrato geologico – le rocce – resiste agli agenti che tendono a demolire i rilievi a seconda della loro stessa natura, ossia a seconda della *litologia* (ad esempio rocce più tenere, più dure, massicce, scistose, ecc.) e della loro *struttura geologica* (ossia tettonica, intesa come geometria dei corpi rocciosi e delle discontinuità, primarie e secondarie, che li caratterizzano), quindi in base al tipo di deformazioni tettoniche cui sono state sottoposte (deformazioni come pieghe, faglie, ecc., che hanno fratturato la crosta terrestre o l'hanno piegata, innalzata o ribassata).

Pertanto per descrivere e analizzare le forme del rilievo terrestre sotto l'ottica geologica si dovrebbe tenere in considerazione sia l'aspetto litologico sia quello tettonico.

<sup>4</sup> Andrebbero evidenziati alcuni aspetti non strettamente geomorfologici ma di pertinenza geo-ambientale, quali i giacimenti fossiliferi, le serie stratigrafiche di importanza nazionale e internazionale, ma in questa sede non viene preso in considerazione l'aspetto paleontologico.

In questo volume si è operata la scelta di privilegiare, quale elemento classificatorio, l'aspetto litologico, pur non ignorando, all'interno di ciascuna categoria litologica, l'aspetto geostrutturale.

La componente litologica, oltre a contribuire direttamente con la tettonica alle forme del rilievo, è importante perché spiega e determina alcuni elementi come l'erosibilità delle rocce, la permeabilità (e quindi l'idrogeologia, ossia il deflusso delle acque sotterranee, la densità e la forma del reticolo idrografico, ecc.), le caratteristiche dei suoli, l'attività estrattiva, ecc., tutti aspetti che a loro volta influiscono sulle forme del rilievo.

### 2.3.1. Le scale del rilievo terrestre

Se si considera la Terra nel suo insieme, anche da una immagine dallo spazio, si vede che le masse continentali costituiscono i rilievi di maggiori dimensioni sulla superficie terrestre. Si deve a Salisbury (1919) l'applicazione del concetto di *scala* al rilievo terrestre e la suddivisione delle forme del rilievo in tre ordini. Più tardi Tricart (1965) sviluppò questi concetti, dei quali viene fornita una sintesi nel capitolo 3.

Secondo Salisbury, i continenti e gli oceani rappresentano le *forme del rilievo di primo ordine*.

Le *forme del rilievo di secondo ordine* sono costituite, sui continenti, dalle catene montuose corrugate e dalle grandi pianure; nei bacini oceanici corrispondono alle dorsali, agli archi insulari, alle fosse ma anche alle pianure abissali. Già mettendo a confronto la geomorfologia dei rilievi di primo e secondo ordine (in ambito continentale) è possibile notare come alla diversa scala si accompagni anche un diverso rapporto, dal punto di vista morfogenetico, fra controllo geologico attivo, quando la struttura geologica svolge un ruolo attivo nel controllo della morfologia, e morfoselezione, ossia quando il modellamento erosivo svolge un controllo passivo delle forme del rilievo (Bartolini, 1992). Infatti, l'influenza degli agenti esogeni in generale e dell'erosione selettiva in particolare, che è praticamente nulla alla scala continentale, risulta invece apprezzabile nelle catene montuose. Al crescere dell'ordine dei rilievi aumenta infatti il ruolo dei processi esogeni e si riduce quello dei processi endogeni.

Le *forme del rilievo di terzo ordine*, sempre secondo Salisbury, sono le montagne, le colline, le valli, i vulcani, ecc. La nostra attenzione sarà concentrata soprattutto su forme appartenenti alla terza scala dimensionale, sulle quali il ruolo morfogenetico tanto dei fattori geologici attivi come di quelli passivi è altrettanto rilevante: con l'interpretazione genetica di tali forme, si vuole fornire una chiave di lettura degli eventi geologici e morfologici che, interagendo tra loro, hanno determinato il paesaggio.

## 2.4. Un caso particolare di patrimonio naturale: i geositi

Nella valutazione paesaggistica non solo va assegnato un valore al ruolo che le singole componenti o i singoli elementi svolgono nella formazione del paesaggio, ma va anche messo in evidenza il valore assoluto di ciascun componente o elemento, ad esempio dal punto di vista culturale, scientifico, della rarità, ecc. I geositi (o geotopi) possono svolgere ambedue i ruoli.