

An aerial photograph of a city, likely Rome, showing a wide river (the Tiber) flowing through the center. Several bridges cross the river, including the Ponte Sant'Angelo and the Ponte Milvio. The city buildings are visible on the banks, and there are large green spaces and parks. The entire image has a warm, orange-brown color cast.

IV SESSIONE
IV SESSION

INVENTARI NAZIONALI E REGIONALI
NATIONAL - REGIONAL INVENTORY

Chairman: W.A. WIMBLEDON

Il catasto delle aree carsiche d'Italia *The register of the italian karst areas*

PICCINI L. (*)

RIASSUNTO – Negli ultimi anni la Società Speleologica Italiana (S.S.I.) sta portando avanti un progetto per la realizzazione di un catasto nazionale delle aree carsiche.

Le aree carsiche rappresentano ambienti di notevole interesse per diverse ragioni:

- 1) gli acquiferi carsici contengono importanti risorse idriche, spesso di ottima qualità poiché le aree carsiche hanno normalmente una pressione antropica modesta;
- 2) i paesaggi carsici sono particolarmente conservativi, da un punto di vista morfologico, per questo in essi è possibile trovare le tracce dei principali cambiamenti ambientali del passato;
- 3) gli ambienti carsici ospitano spesso importanti biotopi con specie endemiche e specie relitte, il che li rende zone di elevato pregio ambientale.

Per area carsica si intende normalmente un particolare tipo di paesaggio dove le forme generate da processi di dissoluzione delle rocce prevalgono su altri tipi di forme superficiali; nei climi temperati questo accade normalmente dove affiorano rocce calcaree, dolomitiche o gessose. I parametri morfologici non sembrano comunque essere i migliori per la definizione di area carsica; infatti tipiche forme carsiche, come karren, doline e grotte possono formarsi anche in seguito a processi non carsici e su rocce diverse da quelle carbonatiche e gessose. Per queste ragioni le moderne definizioni di ambiente carsico seguono maggiormente criteri di tipo idrogeologico anziché morfologico.

In base a questi principi il catasto delle aree carsiche d'Italia segue i seguenti criteri:

- *litologia* - nel territorio italiano troviamo sempre ambienti carsici in corrispondenza dei principali affioramenti di rocce calcaree e gessose. Gli affioramenti di rocce a minor solubilità, dolomie e calcari impuri, possono essere considerati come aree carsiche quando sono presenti caratteri idrogeologici e morfologici carsici;
- *idrogeologia* - si basa sulla presenza di un assetto idrogeologico di tipo carsico con un drenaggio sotterraneo elevato che alimenta grosse sorgenti carsiche;
- *morfologia* - si basa sulla presenza di tipiche forme carsiche di dissoluzione come karren, doline e sistemi di grotte.

PAROLE CHIAVE: ambienti carsici, censimenti, risorse naturali.

ABSTRACT – During the last years the Italian Speleological Society (S.S.I.) has carried out a project for the realisation of a national register of karst areas. The importance of this archive is easily understandable. In Italy, karst areas cover almost 20% of the whole territory; not including the alluvial plains, the percentage grow up to about 50%.

(*) Società Speleologica Italiana - c/o Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze - Via La Pira, 4 - 50121 Firenze.

Karst areas represent an important environment for various reasons:

1) karst aquifers contain the most important water resources of mountainous countries; these resources have often a good quality because karst areas have currently a low anthropic pressure;

2) karst landscapes are very conservative because the geomorphic action of runoff water is very low. Moreover in karst areas we find underground systems of caves: these probably are the most conservative environments of the earth surface; in them we can find the records of the main environmental changes that occurred during the evolution of deep karst;

3) in karst environments we often find important biotopes with endemic and relict species.

“Karst” is currently called a particular kind of landscape where landforms due to solution processes are prevailing on other kinds of landforms. In temperate countries this normally occurs on outcroppings of limestone, dolomite or gypsum.

Anyway morphological parameters don't seem to be the best criteria for the definition of a karst area. In fact typical karst landforms such as karren, dolines and caves can be formed also by non-karstic processes and on rocks different from the carbonate ones and gypsum. For these reasons modern definitions of karst environment follow more hydrogeologic criteria than morphologic ones.

According to these principles the register of karst areas of Italy is following these criteria for the individuation of a karst area:

– *lythology* - in Italy we can always find karst environments where limestone or gypsum outcrop. The outcroppings of rocks of lower solubility, dolomite and impure limestone, can be considered as a “karst area” when the hydrogeologic and morphologic features of karst occur;

– *hydrogeology* - based on the presence of a karst hydrogeologic setting, with a high underground drainage which feeds great springs;

– *morphology* - based on the presence of typical karst solution landforms such as karren, dolines and cave systems.

KEY WORDS: karst environments, inventories, natural resources.

1. – INTRODUZIONE

L'importanza ambientale delle aree carsiche è legata a diversi fattori.

In primo luogo occorre ricordare che gli acquiferi carsici contengono le più ingenti risorse idriche delle regioni montane, acque che vengono captate per soddisfare i fabbisogni idrici di grandi città; si pensi ad esempio a Roma, Napoli e Bari, per citarne alcune. Queste risorse sono spesso di ottima qualità poiché le aree carsiche, per le loro caratteristiche fisiografiche, hanno normalmente una pressione antropica modesta.

Motivi di interesse più strettamente scientifico derivano dal fatto che i paesaggi carsici sono, da un punto di vista geomorfologico, particolarmente conservativi, poiché l'azione modellatrice delle acque di ruscellamento è generalmente bassa. Si tratta probabilmente degli ambienti più conservativi della superficie terrestre; in essi è possibile trovare, più facilmente che altrove, le tracce dei principali cambiamenti ambientali che si sono succeduti durante l'evoluzione del carsismo. Questo succede soprattutto nelle grotte, che sono in grado di preservare le tracce di eventi geologici per tempi lunghi, al riparo dai processi morfogenetici di superficie.

Gli ambienti carsici, inoltre, per le loro caratteristiche fisiografiche peculiari e per il generale basso impatto antropico, ospitano spesso importanti biotopi con specie endemiche e specie relette.

In generale possiamo affermare che le aree carsiche rappresentano assai frequentemente zone di elevato pregio ambientale. Non è un caso che in Italia, come altrove, la maggior parte delle aree protette ricada in aree carsiche: basti ricordare i grandi parchi nazionali delle Dolomiti, del Gran Sasso, della Maiella, di Abruzzo, del Pollino e del Golfo di Orosei, per citare i maggiori.

Questi ed altri motivi di interesse scientifico, naturalistico, applicativo e turistico rendono pertanto importante una conoscenza capillare di queste aree. Il primo passo è quello di individuare e catalogare le aree carsiche costituendo un catasto nazionale generale sintetico e dei catasti regionali con la documentazione completa.

In Italia archivi di questo genere assumono una particolare importanza poiché circa il 20% del territorio è costituito da aree carsiche; se consideriamo poi solo le aree montuose e collinari, tralasciando le pianure alluvionali, tale percentuale cresce sino a circa il 50%.

Nel 1986 la Società Speleologica Italiana (S.S.I.) elaborò una scheda di riferimento per la creazione di catasti regionali delle aree carsiche (MIETTO & SAURO, 1986, 1987). Lo scopo era quella di creare agili strumenti per la conoscenza del territorio e la gestione delle risorse ambientali di quelle aree che per le loro caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche possono definirsi come aree carsiche.

Come già accadde per il catasto delle grotte, la scheda per il catasto delle aree carsiche non soddisfece tutte le esigenze delle singole regioni, alcune delle quali hanno provveduto a compilare catasti regionali con caratteristiche diverse (MIETTO, 1987, REGIONE LIGURIA, 1990). Attualmente solo alcune regioni, soprattutto del Nord Italia, hanno catasti ufficiali delle aree carsiche.

La diffusione dei personal computer e degli archivi informatici permette oggi di rilanciare il progetto di un catasto nazionale delle aree carsiche con caratteristiche di sistema informativo territoriale a scala nazionale. La realizzazione di tale sistema implica in primo luogo la definizione di cosa si intenda per area carsica.

2. – CRITERI PER LA DEFINIZIONE DI AREA CARSCICA

La definizione di «area carsica» presuppone la definizione precisa del sostantivo «carsismo».

Le accezioni moderne del termine carsismo danno più importanza a fattori idrogeologici che non morfologici, nel tentativo di dare ai fenomeni carsici una connotazione il più possibile oggettiva e slegata da fattori di scala.

Una definizione moderna di area carsica, in accordo con quanto riportato da alcuni autori, potrebbe essere la seguente: un area geograficamente omogenea ove i processi carsici di degradazione chimica in acqua delle rocce e i processi fisici da essi indotti, hanno portato ad un assetto idrologico caratterizzato da un elevato coefficiente di infiltrazione e da una circolazione sotterranea organizzata con pochi punti di recapito.

Nelle situazioni ambientali in cui non vi siano in azione altri processi morfogenetici maggiormente attivi, i processi carsici portano nel tempo allo sviluppo di morfologie di superficie particolari che caratterizzano anche in senso fisiografico (morfologico) un'area carsica.

Nella prassi i criteri per la definizione di un'area carsica possono essere sostanzialmente tre: litologici, morfologici, idrogeologici.

2.1. – CRITERI LITOLOGICI

Per il tipo particolare di processi coinvolti le rocce più soggette al carsismo sono quelle a solubilità maggiore, ovvero quelle costituite prevalentemente da carbonati (calcarei e dolomie), solfati (gessi) o alogenuri (salgemma). Non bisogna però dimenticare che tutte le rocce sono solubili, anche se alcune in misura minima, e in particolari condizioni ambientali la loro solubilità può essere tale da rendere i processi carsici predominanti su altri tipi di processi morfogenetici.

Alle nostre latitudini e con il nostro clima gli affioramenti delle rocce più solubili, calcari puri e gessi, presenteranno praticamente sempre fenomenologie carsiche tali da farli considerare come aree carsiche, mentre gli affioramenti di rocce meno solubili, dolo-

mie e calcari impuri, potranno esserlo solo quando si riscontrano anche certi caratteri idrogeologici e/o morfologici. Solo in casi particolari avremo fenomenologie carsiche su rocce a solubilità molto bassa (es. graniti, silico-areniti, etc.).

Il criterio litologico, seppur validissimo come base di partenza (la individuazione delle aree carsiche partirà sempre dalla individuazione degli affioramenti delle rocce maggiormente solubili) non può comunque essere ritenuto come l'unico per il riconoscimento di un'area carsica.

2.2. – CRITERI MORFOLOGICI

Contrariamente a quanto avveniva in passato si è riscontrato che si deve dare minor importanza ai criteri morfologici, ovvero alla presenza o meno di morfologie considerate come tipiche delle aree carsiche: doline, karren, grotte, etc.

Forme analoghe a quelle carsiche possono infatti originarsi anche a partire da processi diversi (forme pseudocarsiche).

Inoltre i criteri morfologici sono maggiormente legati a scelte soggettive di scala. Ad esempio doline e grotte sono forme a cui vengono assegnati normalmente limiti dimensionali arbitrari che non hanno nessun riscontro genetico.

Non bisogna dimenticare che tra i caratteri morfologici rientra anche il maggiore o minore sviluppo di sistemi di cavità sotterranee, la cui esistenza ci è nota solo quando tali sistemi hanno accessi transitabili all'uomo, cosa questa che appare essere più l'eccezione che la regola.

2.3. – CRITERI IDROGEOLOGICI

Sembrano essere quelli più idonei a caratterizzare una area carsica e quelli che meglio si prestano alla definizione di una scala di grado di sviluppo del carsismo.

Coefficiente di infiltrazione, strutturazione e gerarchizzazione delle linee di drenaggio delle acque sotterranee, distribuzione e caratteri idrodinamici delle sorgenti, sono tutti parametri atti a caratterizzare in senso carsico un'area.

Rispetto agli acquiferi per porosità interstiziale o per sola fratturazione, gli acquiferi carsici presentano una maggiore anisotropia e una canalizzazione sotterranea in grado di sopportare flussi idrici di grossa portata in regime turbolento. Tutto ciò si riflette in un

comportamento idrodinamico generale ben diversificato da quello delle aree con carsismo assente o poco sviluppato.

3. – PROCEDURE PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CARSIICHE

Con l'uso di carte geologiche a scala medio-grande, cioè da 1:100.000 in sù, si individuano gli affioramenti di rocce cosiddette solubili, cioè le rocce con tenore di carbonati maggiore del 50% e i gessi, escludendo gli affioramenti di dimensioni troppo piccole, ad esempio quelli non riportati sulla cartografia 1:100.000, salvo casi particolari di aree piccole ma di notevole interesse ambientale.

Gli affioramenti di calcari ad alto tenore di CaCO_3 (maggiore del 80%) e quelli di gessi, purchè in banchi di un certo spessore e non frammisti ad argille, possono essere quasi sempre considerati a priori come aree carsiche, senza ulteriori indagini.

Nella maggior parte dei casi tali aree presenteranno caratteri morfologici di tipo carsico rilevabili anche dalla cartografia a grande scala (1:10.000 e 1:5.000) e ospiteranno grotte e sistemi carsici conosciuti, la cui ubicazione può essere ricavata dai catasti regionali delle grotte.

Gli affioramenti di dolomie e di calcari a basso tenore di carbonati ($80\% > \text{CaCO}_3 > 50\%$) oppure di calcari intercalati a marne, argilliti o selce, potranno essere considerati come aree carsiche in presenza di cavità carsiche di un certo sviluppo, elevato coefficiente di infiltrazione (superiore al 30-40%), sorgenti di grossa portata, o comunque con portata percentualmente elevata rispetto alla risorsa idrica totale, sorgenti con caratteri idrodinamici che denotano una circolazione canalizzata.

In linea generale non sono da considerare carsiche quelle aree in cui i fenomeni carsici si limitano a rare e localizzate forme superficiali a piccola scala dovute alla azione delle acque di ruscellamento: ad esempio nel caso di limitati affioramenti di blocchi, lenti o banchi di rocce carbonatiche o gessose compresi entro sequenze prevalentemente arenacee e/o argillose.

Non possono essere considerate carsiche aree con morfologie pseudocarsiche, come ad esempio grotte di origine non carsica: grotte laviche, grotte di deformazione gravitativa, etc.. Per queste aree, definibili più genericamente come aree di interesse speleologico, potrà nel caso essere istituito un elenco speciale a parte.

Nella delimitazione di un'area carsica possono essere comprese anche zone di affioramento di rocce non

carsificabili quando queste sono in qualche rapporto carsogenetico con l'area in esame, ad esempio quando si tratti di bacini di alimentazione allogenetica, oppure quando si tratti di affioramenti di modesta estensione, o comunque in base ai criteri di necessità di seguire elementi fisiografici ben riconoscibili sul territorio.

Non esistono limiti dimensionali inferiore e superiore alla delimitazione di un'area carsica. Si ritiene però di non dover eccedere in un senso o nell'altro delimitando aree carsiche di dimensioni troppo piccole, ad esempio inferiori a $0,1 \text{ km}^2$, o troppo estese, ad esempio superiori a qualche centinaio di km^2 .

4. – STRUTTURA DEL CATASTO DELLE AREE CARSIICHE D'ITALIA

Attualmente non esiste ancora un catasto delle aree carsiche d'Italia. Il progetto, ancora in fase di discussione, prevede in un primo momento la realizzazione di un archivio in cui siano raccolti i dati descrittivi principali delle aree carsiche.

La realizzazione di questo archivio pone già problemi non indifferenti per l'applicazione dei criteri di riconoscimento delle aree carsiche alle diverse situazioni geografiche italiane. Problemi derivano anche dal fatto che alcune regioni hanno già dei loro catasti delle aree carsiche basati su criteri non sempre conciliabili tra loro.

In primo luogo il catasto prevede la individuazione all'interno delle diverse regioni di singole unità orografiche delimitate da lineamenti geografici importanti, quali i fiumi principali, limiti di pianure alluvionali, linee di costa etc.. All'interno di queste unità orografiche vengono poi distinte le diverse aree carsiche secondo criteri prevalentemente morfologici e secondariamente idrologici, ma anche amministrativi e logistici (viabilità, accesso, etc.); è questa la fase più difficile legata ad un elevato grado di soggettività.

Risulta abbastanza chiaro che non esistono criteri validi per tutte le situazioni presenti sul nostro territorio, e che in più di un caso quello che dovrà guidarci nella delimitazione delle diverse aree carsiche deve essere soprattutto il buon senso legato ad una elevata conoscenza del territorio.

Delimitate le aree carsiche queste vengono numerate secondo un ordine progressivo di archiviazione ed identificate da un codice costituito dalla sigla di riferimento della unità orografica e da un numero o una lettera d'ordine.

I dati principali sono raccolti su di una scheda, di cui qui presentiamo una versione non definitiva (fig. 1), in

SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA - CATASTO NAZIONALE DELLE AREE CARSIICHE

sigla regione	numero progressivo
.....

unità orografica
.....

denominazione
.....

sigla
.....

province interessate
.....

comuni interessati
.....

cartografia IGMI - 1:25.000 serie 25
.....

coordinate geografiche - sistema E.D. 50	
limite N -°’”	limite S -°’”
limite W -°’”	limite E -°’”

altimetria		
quota min.	quota max.	quota media

superficie km ²
.....

copertura rocce carsificabili	grado di sviluppo del carsismo	numero grotte conosciute
.....%

note:

Fig. 1. – Scheda di archiviazione del Catasto delle Aree Carsiche d'Italia (versione provvisoria).

– *Chart of the Register of the Italian Karst Areas (provisory version).*

cui sono raccolti informazioni relative alla posizione geografica e alle caratteristiche fisiografiche, morfologiche, geologiche, idrogeologiche e speleologiche.

La scheda è accompagnata da una cartografia di scala adeguata che riporta i limiti dell'area carsica. Per la cartografia si prevede di utilizzare, quando possibile, le nuove carte IGMI in scala 1:50.000 o 1:25.000, o quelle tecniche regionali in scale 1:25.000 o 1:10.000, inquadrare nello stesso reticolo cartografico.

5. – CONCLUSIONI

Il Catasto delle Aree Carsiche d'Italia, in fase di realizzazione da parte della Società Speleologica Italiana, vuole essere un importante strumento di conoscenza del territorio.

Esso è strutturato in un catasto generale sintetico gestito dalla S.S.I., e in catasti regionali gestiti dalle singole federazioni spelologiche regionali o da altri organismi in collaborazione con gli organi amministrativi regionali.

Lo scopo ultimo è quello di mettere a disposizione dei vari organismi che operano sul territorio uno stru-

mento di consultazione rapida che permetta di accedere ad una prima serie di informazioni e soprattutto di indirizzare indagini più di dettaglio relativamente ai fenomeni carsici presenti sul territorio.

Per il futuro si prevede di rendere il catasto delle aree carsiche un vero e proprio sistema informativo territoriale interattivo, in grado di fornire informazioni sulle caratteristiche ambientali delle aree carsiche.

BIBLIOGRAFIA

- MIETTO P. (cur.) (1987) - *Catasto Regionale delle Aree Carsiche e delle Grotte*. Boll. Uff. Reg. Veneto, suppl. n. 28, 101 pp., Venezia.
- MIETTO P. & SAURO U. (1986) - *Norme per la compilazione della scheda per il Catasto delle Aree Carsiche*. Conv. Reg. Veneto., Vicenza.
- MIETTO P. & SAURO U. (1987) - *Aree carsiche italiane: progetto per un catasto*. Le Grotte d'Italia, ser. 4, **15**, 145-159, 2 figg., 1 tab.
- REGIONE LIGURIA (1990) - *Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia*. L.R. 3 aprile 1990 n. 14. Boll. Uff. Reg. Liguria, anno 21, n. 8, 1214-1219.

Censimento dei beni ambientali a carattere geologico nell'ambito delle aree protette della regione Liguria : primo contributo relativo al «parco naturale regionale di Bric Tana» - Comune di Millesimo (SV)

Survey of geo-environmental assets in the protected areas of Liguria region : first contribution concerning "Bric Tana regional natural park" in Millesimo (SV) - western Liguria

BURLANDO M. (*)

RIASSUNTO – Lo studio rappresenta il primo contributo di un programma di ricerca che intende realizzare il censimento e la schedatura dei beni geologici, geomorfologici, idrogeologici («geotopi») all'interno delle aree protette istituite in ambito regionale, in Liguria. Il «Parco naturale regionale di Bric Tana» costituisce un esempio di area protetta che deve la propria istituzione a prevalenti motivi di interesse geomorfologico – connessi alla presenza di manifestazioni carsiche superficiali e profonde, la cui origine e diffusione assumono un notevole valore scientifico – ma che offre anche altre singolarità ambientali con attributi scenici, didattici e ricreativi, tali da giustificare un dettagliato lavoro di schedatura e di valorizzazione degli aspetti fisici del paesaggio.

PAROLE CHIAVE: Patrimonio geologico, geotopi, aree protette, Liguria occidentale, Italia.

ABSTRACT – This paper represents the first contribution concerning a research plan to carry out the survey and the catalogue of geological, geomorphological, hydrogeological assets («geotopes») in the protected areas system of Ligurian regional district. «Bric Tana regional natural park» is an example of protected area set up on account of prevailing geomorphological attributes; particularly, significant elements of epigeal and hypogeal karstic phenomena, with remarkable scientific value about distribution and morphogenetic mechanisms are signaled. «Bric Tana» park also shows further environmental peculiarities, containing scenic, didactic and pleasant attributes, such as to justify a detailed work of inventorying and emphasizing landforms, geologic-stratigraphic characteristics of rock formations, special pedogenetic conditions about surface deposits, erosion processes in different sites of the protected area.

KEY WORDS: Geological heritage, geotopes, protected areas, Western Liguria, Italy.

(*) Via Francesco Pozzo, 4/3b - 16145 Genova (Italia).

1. – INTRODUZIONE

La conservazione del patrimonio geologico costituisce, da alcuni anni, un campo di applicazione di notevole interesse per numerosi studiosi delle Scienze della Terra ed universalmente è stato riconosciuto il ruolo fondamentale che la tutela e la valorizzazione dei caratteri fisici del territorio («geotopi») possono rappresentare sia in termini scientifici, sia in termini didattico-divulgativi (ANDERSEN *et alii*, 1990; STRASSER *et alii*, 1995; FABBRI & ZARLENGA, 1996; ZARLENGA, 1996).

Il presente lavoro costituisce un primo contributo relativo all'applicazione – in territorio ligure – dei criteri per la selezione ed il censimento dei beni geologici *l.s.* messi a punto di recente (AA.VV., 1991; WIMBLETON *et alii*, 1995).

Proprio in Liguria questo approccio culturale trova una sua inequivocabile valenza, laddove particolari eventi tettonici e paleogeografici hanno forgiato un territorio complesso ed articolato, in cui aspri rilievi montani convivono con coste incantevoli. Diffusi, ancorchè talora poco conosciuti e valorizzati, punteggiano il territorio ligure siti di pregiato valore naturalistico-ambientale che rappresentano un patrimonio scientifico, culturale e didattico degno di essere studiato, classificato e salvaguardato.

Per tali motivazioni ed a seguito di importanti impulsi forniti dalle normative vigenti, è stata avvertita la necessità di predisporre un programma di ricerca finalizzato alla individuazione delle singolarità geologiche *l.s.* che caratterizzano la Liguria.

Tale programma ha preso avvio con una prima fase che prevede il censimento e la schedatura dei beni ambientali a carattere geologico (nella loro accezione più ampia) all'interno delle aree protette già istituite dalla Regione Liguria, al fine di contribuire ad una completa valorizzazione del territorio sottoposto a norme di tutela, di ordinare in un quadro più organico gli elementi di conoscenza già acquisiti sotto diverse forme e per altri scopi, di fornire, infine, strumenti di valutazione nell'ambito dei diversi livelli di programmazione e di pianificazione territoriale.

2. – IL PARCO NATURALE REGIONALE DI BRIC TANA

Nell'ambito del panorama delle aree protette liguri il presente studio ha individuato il Parco naturale regionale di Bric Tana (fig. 1) quale primo esempio di censimento dei beni ambientali a carattere geologico

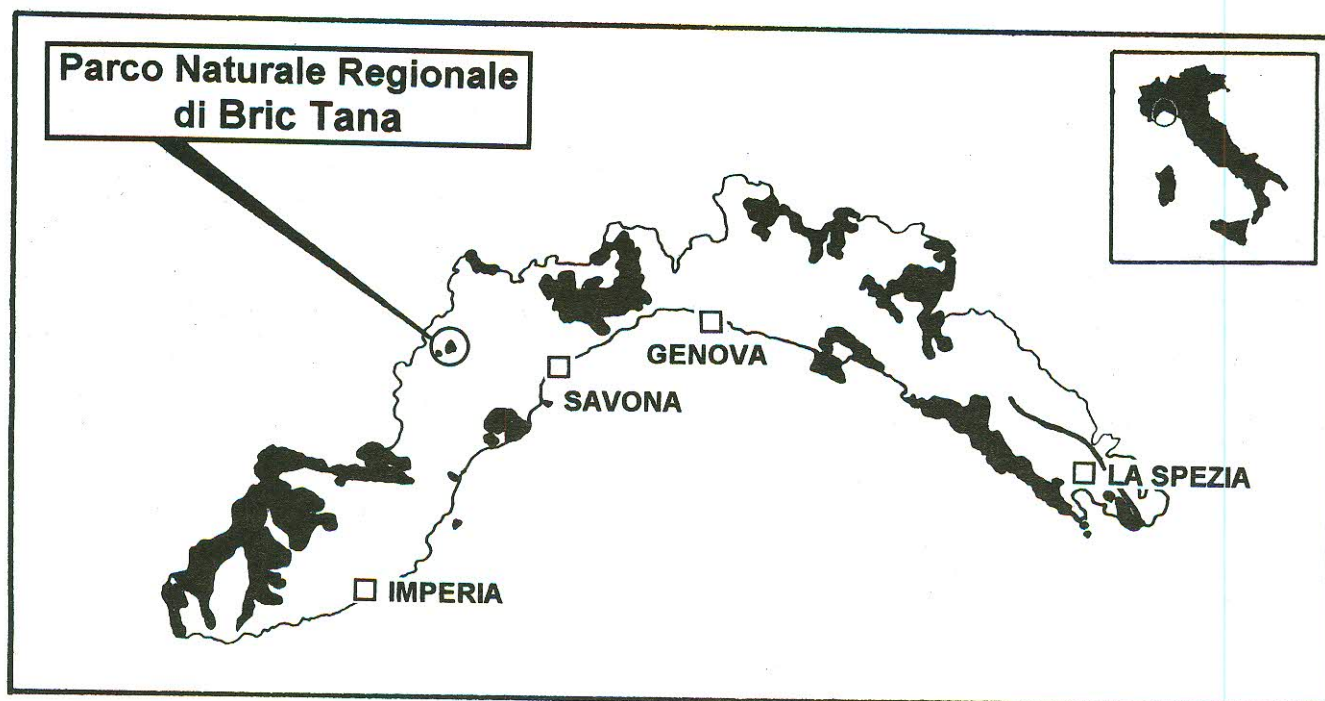


Fig. 1. – Distribuzione delle aree protette in Liguria (Italia Nord-occidentale), con ubicazione del «Parco Naturale Regionale di Bric Tana».
– Distribution of the protected areas in Liguria (North-western Italy), with location of the «Bric Tana Regional Natural Park».

l.s.; la scelta è stata giustificata dal fatto che tale area protetta deve la propria istituzione (L.R. n. 7 del 27.02.85) a prevalenti motivi di interesse geomorfologico, connessi alla presenza di manifestazioni carsiche superficiali e profonde, la cui origine e diffusione assumono un notevole valore scientifico.

L'area offre anche altre singolarità ambientali di notevole significato sia per quanto concerne gli elementi fisici del paesaggio (tra queste devono essere annoverate le caratteristiche geologico-stratigrafiche delle formazioni che costituiscono il substrato roccioso, particolari condizioni pedogenetiche rilevate nelle coltri di copertura, processi di erosione e di modellamento del territorio che contraddistinguono alcune porzioni dell'area protetta), sia per quanto concerne altri beni di valore naturalistico, quali attributi faunistici e vegetazionali, nonché emergenze preistoriche ed archeologiche.

In base alle leggi regionali vigenti, la porzione di territorio in cui insiste il Parco di Bric Tana risulta tutelata – oltre che dalle normative sulle aree protette – dalla L.R. n. 22 del 16.04.84 (che regola il vincolo per scopi idrogeologici) e dalla L.R. n. 14 del 03.04.90 (che individua le aree di interesse carsico e speleologico).

2.1. – INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E LINEAMENTI LITOLOGICO-STRUTTURALI

L'area del parco può essere suddivisa in due ambiti principali, separati da una valle trasversale (Rio della Feia) incisa secondo una direttrice circa Est-Ovest:

- il settore settentrionale rappresenta un altipiano, lievemente ondulato sulla sommità e decisamente limitato a Nord e ad Ovest da un netto stacco morfologico costituito rispettivamente dal fondovalle del Rio San Sebastiano e da quello del Fiume Bormida di Millesimo
- il settore meridionale mostra, viceversa, forme maggiormente modellate con culmine rappresentato dal Bric della Feia (a quota 668 s.l.m.m.) e versanti più o meno acclivi, soprattutto lungo il limite occidentale, segnato dallo sviluppo del Fiume Bormida di Millesimo.

Ad un assetto morfologico relativamente semplificato fa riscontro una più articolata connotazione litologica, con presenza di diverse formazioni geologiche che costituiscono il substrato all'interno dei confini del parco (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1970; SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, 1991).

Nel settore Sud-occidentale è presente il «Dominio Brianzionesse-Ligure» definito sia dai termini scistosi

quarzo-sericitici e filladici del Tegumento Permo-Carbonifero (formazione degli *Scisti di Gorra* e *Formazione di Murialdo*), sia dalla copertura Meso-Cenozoica, rappresentata dalla formazione delle *Quarziti di Ponte di Nava* e dalle *Dolomie di S. Pietro dei Monti*.

Lungo il limite occidentale del parco affiorano, localmente, terreni appartenenti al Dominio Piemontese-Ligure e più specificatamente all'*Unità di Montenotte* che comprende – in questo comparto – metagabbri associati a filladi ed argilloscisti scuri con livelli calcarei.

Nei restanti settori prevalgono le formazioni oligoceniche relative al Bacino Terziario Piemontese che rappresentano depositi trasgressivi provenienti da Nord-Est, in discordanza rispetto ai terreni sottostanti. La serie è caratterizzata da sedimenti grossolani, conglomerati ed arenarie intercalate da bancate di calcari di scogliera, appartenenti alla *Formazione di Molare* e da prevalenti marne siltose, con livelli arenaceo-conglomeratici, che costituiscono la *Formazione di Rocchetta*.

3. - CENSIMENTO DEI BENI AMBIENTALI A CARATTERE GEOLOGICO

Come accennato in precedenza sono soprattutto le peculiarità geomorfologiche, connesse a particolari caratteristiche litologico-strutturali ed idrogeologiche s.s. di alcune specifiche formazioni, a rappresentare motivi di interesse nell'ambito del parco.

Scopo di questo primo contributo è stato quello di riordinare ed integrare le conoscenze e le segnalazioni bibliografiche con specifico riguardo ai beni ambientali di carattere geologico l.s., nel tentativo di creare un inventario di tali beni, sottolineandone le valenze e proponendone una valorizzazione, anche a fini didattici e divulgativi, mediante la proposta di un itinerario a tematismo «geomorfologico».

3.1. – VALUTAZIONE E SELEZIONE DEI BENI AMBIENTALI A CARATTERE GEOLOGICO

Innanzitutto si è proceduto ad individuare le principali valenze dell'area; ne è scaturito un quadro estremamente ricco nell'ambito del quale sono stati riconosciuti attributi scientifici, riferiti sia alla tipologia dei processi morfogenetici, sia alla concentrazione ed alla quantità dei fenomeni rilevati.

In merito agli aspetti divulgativi sono stati valutati i concetti di vulnerabilità e di esemplarità didattica, nonché quelli legati all'accessibilità a scopi educativi.

Per quanto concerne il grado di interesse (CARTON *et alii*, 1993) alcuni dei beni censiti all'interno del parco di Bric Tana assumono un'importanza a scala regionale, in considerazione di una comprovata peculiarità dei fenomeni rilevati; in altri casi è stata attribuita un'importanza a livello locale, legata alla specifica area di indagine.

In base ai criteri sopra elencati – all'interno dell'area protetta che si estende per una superficie di 170 ha – sono state individuate diverse tipologie di beni ambientali a carattere geologico *l.s.* (geotopi) e precisamente:

- forme carsiche superficiali e profonde:
 - doline di grandi e piccole dimensioni
 - inghiottitoi (attivi ed inattivi)
 - galleria sotterranea a sviluppo orizzontale
 - grotte ed antri di secondaria importanza
- forme di versante dovute a dilavamento ed effetti erosivi:
 - calanchi
 - pinnacoli
- forme fluviali:
 - forra torrentizia
- processi morfogenetici:
 - depositi grossolani (fino alle dimensioni di massi arrotondati, sub-sferici, reperiti in quota e lungo le incisioni vallive)
 - suoli relativi a fasi quaternarie di clima tropicale caldo-umido.

Specifico risalto, dal punto di vista scientifico, deve essere attribuito alle manifestazioni carsiche superficiali e profonde presenti all'interno dell'area del parco.

Tali manifestazioni sono dovute a particolari modalità morfogenetiche che hanno visto la creazione di cavità ipogee (nell'ambito di litotipi carsogeni quali, ad esempio, le intercalazioni di calcari di scogliera, presenti nella *Formazione di Molare* e limitate inferiormente dalla soglia impermeabile costituita dai metagabbri dell'*Unità di Montenotte*) associata a processi di pseudocarsismo, a carico della matrice carbonatica delle bancate arenaceo-conglomeratiche soprastanti, con formazione di morfologie epigee rappresentate da avvallamenti doliniformi di dimensioni più o meno significative. Ne è derivata, in taluni casi, l'origine di «valli cieche» che catturano le acque di scorrimento superficiale e le drenano in profondità lungo percorsi estremamente complessi.

3.2. – SCHEDATURA DEI BENI CENSITI

Il censimento vero e proprio ha comportato la predisposizione di apposite schede, per la cui struttura sono stati presi a riferimento i criteri illustrati in lavori di recente pubblicazione (REGIONE MARCHE, 1991; CASTO & ZARLENGA, 1992, 1996; ARNOLDUS-HUYZENDVELD *et alii*, 1995).

Tali schede hanno tenuto conto dei numerosi dati e segnalazioni bibliografiche desunte da studi e ricerche già effettuate nell'area stessa (CORTEMIGLIA *et alii*, 1968; REGIONE LIGURIA, 1985; REGIONE LIGURIA - COMUNE DI MILLESIMO, 1995; BELLINI & FILIPPI, 1996) riordinati ed integrati da specifici rilevamenti di verifica sul terreno.

L'obbligo di sintetizzare in uno spazio necessariamente ridotto le risultanze di questo studio preliminare sul censimento dei geotopi all'interno del «Parco naturale regionale di Bric Tana» non consente di allegare le schede redatte, per le quali si rimanda ad un successivo contributo; in tal senso, tuttavia, si ritiene doveroso fornire, di seguito, un sintetico elenco dei beni censiti (fig. 2).

– Scheda n. 1: Comprende un ampio avvallamento doliniforme impostato nella Formazione di Molare, con inghiottitoio esplorabile («Grotta de l'Orpe» - galleria di circa 150 m a sviluppo sub-orizzontale). La grotta è stata più volte oggetto di indagini speleologiche. Nelle immediate vicinanze della grotta è stato individuato un sito archeologico di notevole importanza a livello regionale. Nei settori circostanti si segnalano ulteriori doline, di dimensioni inferiori rispetto alla principale, con inghiottitoi oblitterati per la presenza di depositi colluviali e terreno vegetale.

– Scheda n. 2: Insieme di doline di discrete dimensioni in loc. Le Vigne. Inghiottitoi occultati da depositi colluviali, in taluni casi adibiti a coltivazioni agricole (fig. 3).

– Scheda n. 3: Processi erosivi tipo «calanchi» a carico delle marne della «Formazione di Rocchetta» in loc. La Colla (esternamente al limite orientale dell'area protetta).

– Scheda n. 4: Insieme di avvallamenti doliniformi, con inghiottitoi occultati da terreno vegetale, in loc. Case Rocchini di Sopra. Punto panoramico.

– Scheda n. 5: Terrazzo morfologico ed esempi di processi pedogenetici nell'ambito delle diverse formazioni geologiche («Formazione di Molare» e metagabbri dell'Unità di Montenotte) in loc. Case Rocchini di Sotto.

– Scheda n. 6: Insieme di tre doline di grandi dimensioni, in loc. Casa Tana, con presenza di in-

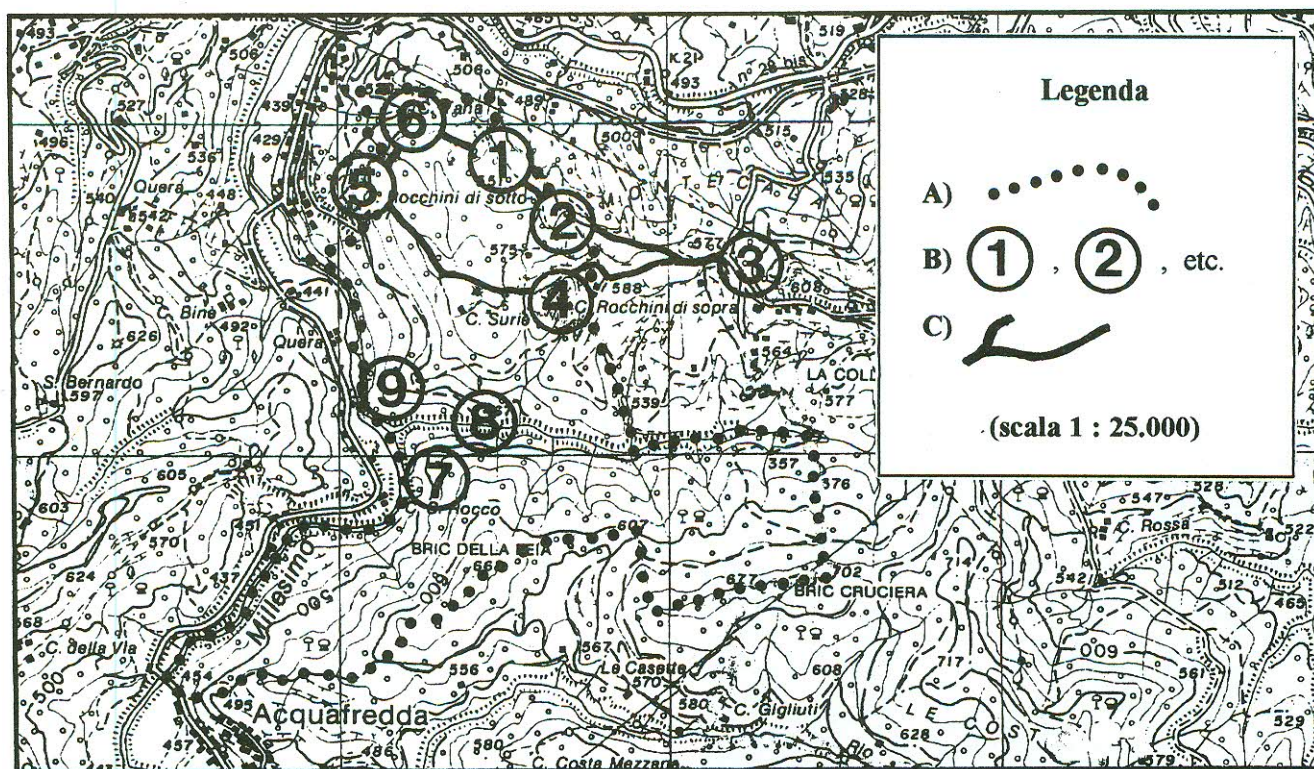


Fig. 2. – Planimetria con i confini del «Parco Regionale Naturale di Bric Tana» e posizionamento dei siti di interesse geologico. Legenda: A) confini dell'area protetta; B) sito di interesse geologico con numerazione relativa alla scheda predisposta; C) itinerario a tematismo «geomorfologico».

– Map concerning boundaries of the “Bric Tana Regional Natural Park” and location of the selected geological sites. Legend: A) boundaries of the protected area; B) selected geological site with numbering of the pertinent schedule; C) thematic “geomorphological” trail.



Fig. 3. – Vista dall'alto dell'ampia dolina in loc. Le Vigne (scheda n. 2).

– View of the large sink in loc. Le Vigne (schedule n. 2).

ghiottittoi attivi (seppure non esplorabili) ed inghiottittoi inattivi (occultati da depositi colluviali e terreno vegetale).

– Scheda n. 7: Pinnacoli scolpiti nella formazione delle «Dolomie di S. Pietro dei Monti», in sponda destra del Fiume Bormida di Millesimo, direttamente a Sud della confluenza con il Rio della Feia (fig. 4).

– Scheda n. 8: Forra torrentizia nell'alveo del Rio della Feia, inciso nella formazione delle «Dolomie di S. Pietro dei Monti».

– Scheda n. 9: Insieme di quattro grotte («Antro sul Bormida», «Grotta Rifugio», «Tana Superiore al Rifugio» e «Grotta della Fornace») nell'ambito della formazione delle «Dolomie di S. Pietro dei Monti», in sponda destra del Fiume Bormida di Millesimo, direttamente a Nord della confluenza con il Rio della Feia.



Fig. 4. – Scenografico esempio di «pinnacoli» scolpiti nella formazione delle «Dolomie di S. Pietro dei Monti», in sponda destra del Fiume Bormida di Millesimo (scheda n. 7).

– *Scenic example of “pinnacles” carved in “Dolomie di S. Pietro dei Monti” formation, by right side of the Bormida di Millesimo River (schedule n. 7).*

3.2.1 – PROPOSTA DI ITINERARIO A TEMATISMO GEOMORFOLOGICO

In base alla distribuzione ed alla specificità dei beni censiti, nonché all'accessibilità dei luoghi, il presente contributo intende formulare una proposta per la creazione di un itinerario a tematismo «geomorfologico», strutturato in modo tale da fornire, oltre alla semplice fruizione turistico-paesaggistica, una specifica valenza didattica, e far sì che il visitatore possa godere delle spettacolari forme della natura ricevendo, contestualmente, nozioni scientifiche inerenti i vari aspetti del territorio.

Tale itinerario (fig. 2) riprende in parte i percorsi escursionistici già esistenti, ma prevede la dotazione di pannelli informativi – adeguatamente posizionati lungo il tracciato, in corrispondenza dei beni censiti – ove vengano illustrati, anche con rappresentazioni grafiche, i processi geomorfologici in atto in un particolare settore o la sequenza stratigrafica del luogo o la sezione della grotta esplorabile o indicazioni in merito alle condizioni di vulnerabilità dei siti, ecc.

L'attrezzatura di un itinerario a tematismo «geomorfologico» potrà rappresentare un'ulteriore iniziativa – a carattere scientifico e didattico-divulgativo – a corredo delle numerose attività di promozione e valorizzazione del parco regionale.

4. – CONCLUSIONI

Il programma di censimento, avviato in questa prima fase limitatamente alle aree già tutelate da vincoli di salvaguardia, verrà successivamente esteso a tutto il territorio ligure, allo scopo di pervenire alla formulazione di originali proposte di conservazione e di valorizzazione del patrimonio geologico (nella sua accezione più ampia) e di stimolare l'eventuale adozione di appropriati provvedimenti legislativi a cura dell'Amministrazione Regionale.

Si auspica, infine, l'informatizzazione dei dati censiti, mediante l'utilizzo di un Sistema Informativo Territoriale (GIS) opportunamente organizzato ed in grado di interagire con altri sistemi regionali e nazionali, per la creazione di una «banca dati sui geotopi» che potrebbe rappresentare uno strumento di fondamentale importanza per quanto concerne la pianificazione territoriale e la gestione del patrimonio ambientale.

Ringraziamenti

Si ringrazia la DOTT.SSA VALERIA BELLINI per la collaborazione fornita nelle fasi di acquisizione dei dati da rilevamento e per la lettura critica del testo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN S., BLACK G.P., DUFF K.L., ERIKSTAD L., GONGGRIJP G.P., KONTTURI O., SCHÖNLAUB H.P. & WIMBLETON W.A. (1990) - *Earth-Science Conservation. An absolute need for science and education*. Jb. Geol. B.-A., **133**: 653-669, 11 figg., Wien.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., GISOTTI G., MASSOLI-NOVELLI R. & ZARLENGA F. (1995) - *I beni culturali a carattere geologico: i geotopi. Un approccio culturale al problema*. Geologia tecnica & ambientale, **4** (1995): 35-47, Roma.
- AA.VV. (1991) - *Actes du premier symposium international sur la protection du patrimoine géologique*. Digne-les-Bains, 11-16 Juin 1991. Mem. Soc. Geol. de France, **105** (1994): pp. 276, Paris.
- BELLINI V. & FILIPPI G. (1996) - *Indagini geologiche per il Piano Regolatore Generale del Comune di Millesimo (Provincia di Savona)*. pp. 88, 5 tavv., Savona.
- CARTON A., CAVALLIN A., FRANCAVILLA F., MANTOVANI F., PANIZZA M., PELLEGRINI G.B. & TELLINI C. (1993) - *Ricerche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici - metodi ed esempi*. Il Quaternario, **7** (1994), (1): 365-372, 6 figg., Napoli.
- CASTO L. & ZARLENGA F. (1992) - *I beni culturali a carattere geologico nella Media Valle del Tevere*. ENEA Ed., pp. 165, Roma.
- CASTO L. & ZARLENGA F. (1996) - *I beni culturali a carattere geologico nel Distretto Vulcanico Albano*. ENEA Ed., pp. 143, Roma.
- CORTEMIGLIA G.C., ANDRI E. & MAIFREDI P. (1968) - *Segnalazione di forme carsiche nella zona di Millesimo*. Rassegna Speleologica Italiana, **20** (1966), (2): 1-15, 5 figg., 3 tavv., Como.
- FABBRIO M. & ZARLENGA F. (1996) - *I beni culturali geologici*. Verde Ambiente, **1** (1996): 46-48, Roma.
- REGIONE LIGURIA (1985) - *Bric Tana - Valle dei Tre Re, area protetta regionale*. Le Guide del Pettiroso, **3**: pp. 17, Genova.
- REGIONE LIGURIA - COMUNE DI MILLESIMO, a cura di FERRANDO L. (1995) - *Bric Tana e Valle dei Tre Re, un parco tra natura e storia*. pp. 110, Ed. edb, Savona.
- REGIONE MARCHE (1991) - *Le emergenze geologiche e geomorfologiche delle Marche - P.P.A.R.* pp. 711, 2 tavv., Ancona.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Carta Geologica d'Italia foglio 81 - Ceva (scala 1:100.000)*. Roma.
- SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (1991) - *Alpi Liguri*. Guide Geologiche Regionali: 11 Itinerari, **2**: pp. 295, 1 tav., Be-Ma Ed., Milano.
- STRASSER A., HEITZMANN P., JORDAN P., STAPPER A., STÜRM B., VOGEL A. & WEIDMANN M. (1995) - *Geotopi e protezione di oggetti relativi alle scienze della Terra in Svizzera: un rapporto di strategia*. Gruppo di lavoro Protezione dei geotopi in Svizzera. pp. 26, Fribourg.
- WIMBLETON W.A., BENTON M.J., BEVINS R.E., BLACK G.P., BRIDGLAND D.R., CLEAL C.J., COOPER R.G. & MAY V.J. (1995) - *The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: part 1*. Modern Geology, **20**: 159-202, 12 figg., Amsterdam.
- ZARLENGA F. (1996) - *I geotopi, dalla ricerca scientifica alla pianificazione, controllo e gestione*. Geologia dell'Ambiente, **4** (1996), (2): 3-6, Roma.

Geoconservation in Germany - 1996 *Geoconservazione in Germania - 1996*

GRUBE A. (*)

ABSTRACT – In the past years – since the conference in Digne – some important steps have been taken to strengthen geoconservation in Germany. Two larger working groups have been set up. A working group inside the Geological Surveys, which are officially concerned with geoconservation in Germany, has established a standard working guide, which summarises the existing inventories in all German states and includes evaluation procedures and nomenclature regulations (see article in this volume). A private working group was set up to popularise geoconservation issues and bring together all interested geoscientists and regional geoconservation groups in the country. This group which holds meetings once in a year has become a section of the German Geological Society recently. The existing inventories of geotopes in Germany comprise more than 12.000 sites of which only a part is protected in some manner. Many older inventories will be revised during the next years and be implemented into computer based GIS systems. The Rammelsberg, a lead-zinc-iron ore mine has been protected as a side product within the ancient town Goslar (Harz mountains). The oil-shale pit of Messel with a subtropical to tropical Eocene flora and fauna has been declared as UNESCO World Heritage Site in 1995.

KEY WORDS: Geoconservation, Germany, state of the art.

RIASSUNTO – Negli anni passati – a partire dal convegno di Digne – sono stati compiuti alcuni passi importanti per rafforzare la geoconservazione in Germania. Sono stati costituiti due importanti gruppi di lavoro, un primo gruppo all'interno dei «Geological Surveys», cui compete ufficialmente la geoconservazione in Germania, ha stabilito un manuale di lavoro standard, che riassume gli inventari esistenti in tutti gli stati tedeschi ed include procedure di valutazione e regole di nomenclatura (vedi la referenza in questo articolo). Un secondo gruppo privato è stato creato per diffondere le pubblicazioni sulla geoconservazione, riunire tutti i geologi interessati e i gruppi di geoconservazione regionali nel paese. Questo gruppo, che si riunisce una volta all'anno, è divenuto recentemente una sezione della Società Geologica Tedesca. Gli inventari esistenti dei geotopi in Germania comprendono più di 12.000 siti dei quali solo una parte è in qualche modo protetta. Molti inventari più vecchi saranno rivisti nei prossimi anni e saranno implementati in sistemi GIS. Il Rammelsberg, una miniera di ferro-zinco-piombo è stata protetta nell'ambito dell'antica città di Goslar (montagne di Harz). La cava di scisti bituminosi di Messel, con una flora ed una fauna dell'Eocene da subtropicale a tropicale, è stata dichiarata nel 1995 Sito dell'Eredità Mondiale dell'UNESCO.

PAROLE CHIAVE: Geoconservazione, Germania, stato dell'arte.

(*) Wölprie 8, 22397 Hamburg, F.R.G.

1. – INTRODUCTION

The most frequent term for Geoconservation used in Germany is “Geotop-Protection”. Geotops are defined as “valuable sites which comprise characteristic and sensitive elements, structures, forms or active processes, which are accentuated by their scarcity, singularity, diversity, special earthhistorical importance, form, or beauty. They can be of natural and artificial character. Geotopes are vulnerable, are of special importance for science, education and history, and have to be protected from destruction or negative alteration”. This definition is oriented on simple and legal already defined terms, it has thus not yet been incorporated into German nature conservation laws. The expression Geological Nature Monument (“Geologisches Naturdenkmal”) is also frequently used; in the Geological Surveys the term “GeoSchOb” (geoscientifically valuable sites) has for a long time been used.

Possibly the earliest attempts to protect geotopes reach back to 17th century (GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DES NATIONALPARKS HARZ, 1992). The first nature reserve was established in 1836 (Drachenfels, “dragonrock” close to the Rhine), a little later the late variscian granite Totenstein (“deadstone”) in Sachsen (1844) and the Teufelsmauer (“devilswall”), a hogback north of the Harz-Mountains (1852) were protected. The first attempts to establish larger protection areas reach back nearly a hundred years, when the poet Hermann Löns (1866-1914) worked actively for the establishment of a large nature protection area in the Harz mountains. If we look back to the first systematic approaches of geoconservation in Germany, we have to name the member of the Prussian Parliament WETEKAMP, who held a speech on the necessity of integrating geography and geology into nature conservation, and the botanist H. CONWENTZ. The first Act on the Conservation of Nature in Germany was passed in 1935. For further detailed historical information and negative examples (of which there is quite a number) see GRUBE (1994a, b) and WIEDENBEIN (1994).

2. – LEGISLATIVE ASPECTS AND PROTECTION CATEGORIES

In general the legislative possibilities for an efficient protection of earth science sites are given. Responsible for a protection is the Federal Act on Nature Conservation, which provides a juridical frame for the states (“Länder”), which develop more detailed laws of their own. Other laws in effect are the Monu-

ment Protection Law in the states, which can be applied e.g. for active quarries and fossils. No federal Monument Protection Law exists. Furthermore a number of other environmental resources and landscape planning laws affect in part geotopes. The soil protection law that is under preparation does only partly include the possibility of protection of soil profiles.

In some geoscientists opinion the Monument Protection Law causes problems, because sites are usually protected under the nature conservancy act, whereas fossils can, in most of the states, become protected under the Monument Protection Laws. In this way sites and fossils are handled in a different way. The situation of the protection of fossils differ somewhat in the single states. While Baden-Württemberg and Nordrhein-Westfalen played a pioneer role in the protection of fossils and have efficient laws, fossils in Bavaria are as good as unprotected. The loss of unique fossils resulting from these gaps in the legal statutes have been described by WILD (1988). For further information on paleontological issues see NIEMEYER (1989) and WILD (1993). On the other hand, some sites are today practically inaccessible, because the nature protection law puts the protection of the site to the highest value. Examples have been stated, where not even samples for micropaleontological work could be taken from the protected site (RIEGRAF, 1991). Obviously the difference between the protection of plants and animals and geological objects is not quite clear to many people concerned with nature conservation. Recently the “Working Group for Palaeontological Soil Monument Protection” inside the German Palaeontological Society has produced a draft about the protection of fossils and fossil sites to be included into the statutes of the society (NIEMEYER, 1996).

For the above mentioned reasons the desire to include a special passage on geoconservation in the Act on Nature Conservation is growing. Proposals for such a law have been published by ALBERTS & BURGHARDT (1986), detailed concepts for a generalised decree for the protection of geotopes have been worked out by LOOK *et alii* (1993). Here possibilities of admittance for “bona fide” scientific purposes to protected sites could be determined in general.

The range of possibilities to incorporate geoconservation in planning procedures is large. Of special importance are Environmental Impact Assessments (“UVP”) which include valuable sites (both biological and landscape/geology) in the case of new construction works. Efforts have been undertaken from the geological side to implement geoconservation in it.

Geotopes have also been integrated into Regional Plans and Planning Frame Plans, which are the basis for planning procedure on a regional scale.

In the former German Democratic Republic the legislative frame was given by the States Culture Law from 1970. The responsibility for nature conservation was situated with the representatives of the municipality, the counsellor of the Republic ("Räte der Republik") and the commissioners of the districts ("Bezirksnaturschutzbeauftragte"). In general geoscientists were not well presented in these institutions. Therefore initiatives from geoscientists were taken: persons from the above mentioned institutions, universities, museums, and the VEB's (nationalised enterprises) carried out the evaluation, mapping, description and finally the application for protection (HÄNDEL, 1974; WAGENBRETH, 1974; PRESCHER, 1975).

Today there is no special protection category which especially applies to geoscientific features, though a specific "Geological Nature Monument" existed in the former GDR. Geotopes can directly be protected in National parks (altogether 2% of the area of Germany), Nature Reserves (2.3%), Nature Monuments (<<1%) and Protected Landscape Components (25%), they can be protected as "side products" in Landscape Protection Areas (<<1%) and Nature Parks (16%). The latter are not a protection category but a planning instrument. Geotopes can, of course, be protected as "side products" in some other categories also, e.g. in Biosphere Reserves and as Soil Monuments. The responsibility for Nationalparks and Nature Parks lie on a national level; Nature Reserves and Landscape Protection Areas are dealt with on a state level, nature monuments are in the responsibility of the municipalities.

3. - INSTITUTIONS CONCERNED WITH GEOCONSERVATION

The responsibility for the registration, mapping and evaluation of sites generally lies in the hands of the Geological Surveys (GLAs) with its federal head, the Federal Bureau for Geoscience and Resources (BGR). The GLAs are in some states affiliated to the Environmental authorities with which in some cases the registration is carried out. One of the reasons for the inadequate representation of valuable protected sites in Germany is that the GLAs do not have a deciding influence on the protection of sites, but act as consultants only. The GLAs are trying to become responsible authorities for geoconservation though.

An official geoconservation working group is active in the GLAs since 1992. It is concerned with the development of juridical terms, the standardisation of evaluation techniques, mapping procedures and the digital registration of important geotopes in Germany (see AD-HOC-AG GEOTOPSCHUTZ in this volume).

Private initiatives enabled two meetings for geoconservation in the 80ies: one in Laufen/Salzach (former West-Germany) organised by HAGEDORN & SCHUMACHER (1982) and the other in Bautzen (former GDR; GESELLSCHAFT FÜR GEOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN, 1985). Official bodies were taking part in these meetings also.

In 1992 the "Workinggroup on Geotop-Protection" was founded as a result of the Digne-meeting (WIEDENBEIN & GRUBE [Eds.], 1992). The task of the group which shows an interdisciplinary composition and which is working on a national level is to promote geoconservation in general, to act as a forum for new developments and enhance or carry out scientific projects. The working group has working sessions once a year with different topics (ÖBO MITWITZ, 1993; QUASTEN [Ed.], 1993; VERBANDSGEMEINDE GEROLSTEIN [Ed.], in Print; KREUTZER & SCHÖNLAUB [Eds.], 1995; FISCHER & LEMPertz [Eds.], in Print), with between 50 and 100 participants. One of the most important achievements of the group is having spread and popularised the term "Geotop" and to have promoted geoconservation in general. The working group has become an official section of the German Geological Society recently. Besides that group a small number of regional groups are working in single states, some of them for a long time (e.g. in SACHSEN, FREYER & HÄNDEL 1996). A new working group has been formed in Thüringen recently (BRUST, 1996).

During a conference on geoconservation in Mitwitz and Cologne in 1993 ProGEO was founded as an association (WIEDENBEIN [Ed.], 1993).

The activities of private persons in geoconservation are not yet very strong. Nevertheless a number of private groups is also taking care of single geotopes. The Nature Conservation Law requires a supervising group ("Betreuungsvereine"), which is normally build up from different groups (native groups, bird protection groups, etc.) and which will take care of the site, develop onsite interpretation, etc.

4. - JUSTIFICATION, STATE OF REGISTRATION AND PROTECTION

The arguments stressed for the protection of geotopes are the same as in other countries. Scientific,

educational, economical (e.g. tourism) and historical reasons are the most frequently named. Criteria applied in different approaches in the course of evaluation of geotopes are the following: number of different disciplines (e.g. palaeontology, geomorphology), frequency, state of preservation, aesthetic value, relevance for science and education and accessibility of a site. The criteria set of the Geological Surveys very much accentuated geotopes as part of the natural landscape system. Furthermore earthhistorical reasons, the state of a site in comparison to the ideal form of a site (e.g. of a geomorphologic form), existence of geotopes sets and subjective additional values have been used in some approaches (fig. 1).

The evaluation mainly started at the beginning of the 70ies. Lower Saxony was the first state to start in 1969, others countries followed (LÜTTIG, 1971; GERMAN, 1974; BECKER-PLATEN, 1982; SCHÖTTE, 1984). The first systematic evaluation of geotopes in the German Democratic Republic were based on a more homogeneous concept (WAGENBRETH, 1970) and started at the beginning of the 60ies.

The evaluation and mapping is carried out by the Geological Surveys, in some cases the Environmental Authorities and private persons (e.g. from universities or museums) have added to the inventories. Geotope inventories are also part of the mapping of biotopes, but generally this approach is not very successful, because geoscientific knowledge is lacking there and



Fig. 1. – Wingertsberg in the Eifel mountains: Laacher See volcanism (last glaciation maximum) with surge, flow- and ash-fallout deposits as well as bombs of some meters in diameter (BOOGARD & SCHMINCKE, 1985). Protected as geoconservation site in the present form (Photo: A. GRUBE, 1993).

– Wingertsberg nelle montagne Eifel: vulcanismo di Laacher See (ultima grande glaciazione) con surge, flussi, depositi di ricaduta e bombe di alcuni metri di diametro (BOOGARD & SCHMINCKE, 1985). Protetto come sito da geoconservazione nella forma attuale (foto di A. GRUBE, 1993).

the number of geotopes looked for are very small (e.g. springs, cattle holes).

Nowadays Inventories exist for all states, but these are heterogeneous in completeness, concept and quality. The differences are the result of the varying geology in the different regions, varying engagement of geologists in the regions, different intensities of threat towards geotopes and other reasons. Probably the most advanced inventory (both numeric and maps) exists in Lower Saxony. Bavaria was leading in the development of an evaluation system as well as a computer based informationbase used by the Geological Surveys. The geotopes here are implemented into a GIS system for soil protection (LAGALLY *et alii*, 1993). Existing maps show the geotopes in the different states on varied scales (e.g. 1:200.000 - 1:500.000).

Nevertheless a large number of geotopes have been taken into consideration. After having finished the registration in all areas in all more than 14.000 geotopes will be registered or described in Germany (AD-HOC-AG GEOTOPSCHUTZ, 1996). This number will increase if detailed studies will have been carried out on all federal states. Only a part of these geotopes is protected in some manner. This generally positive picture has to be corrected, because some of the categories do not give severe protection. E.g. in Landscape Protection Areas the construction of houses and roads, in some cases even aggregate extraction is possible. In general many sites are under threat, e.g. through the planned construction of new landfills, buildings etc. Examples are the important sites of Nördlinger Ries and sites in Holzmaden. Recent publications illustrate the growing knowledge on geotopes in Germany on a regional scale (FREYER & HÄNDEL, 1996; HÄNDEL, 1991; KARPE, 1994; LAGALLY *et al.*, 1993; ÖBO MITWITZ, 1993).

In 1992 the "Working Group on Geotop-protection" responded to the inquiry from the WH Task Force for the UNESCO list at the Digne-meeting. The list, which was presented at the "1st International Symposium on the Protection of our Geological Heritage" in Digne, at that time contained only four German sites: Bundenbach, Messel, Holzmaden and Solnhofen. The above mentioned working group set up a list of 16 sites, to which two were added in 1993 during a Geological Heritage Meeting in Cologne. The list is now under review in the Geological Surveys and the Federal Bureau for Geoscience and Resources (BGR). This work takes a lot of effort, because a large number of sites has to be evaluated and compared. Recently the historical town of Goslar (Harz mountains) has been protected as UNESCO World Heritage Site. As

part of this protection zone the Rammelsberg, a lead-zinc-iron ore mine which has been mined for a long time, has been protected. As second geoscientific site the oilshale pit of Messel with a subtropical to tropical Eocene flora and fauna has been declared to be a UNESCO World Heritage Site in 1995.

Some issues (e.g. geomorphology and pedology) have generally been neglected in geotope protection in the past (SOYEZ, 1982; HIEKEL, 1987). More emphasis will hopefully be put on these topics in the future. Research projects on geomorphological geotopes have been financed by the Federal Environmental Ministry (BAUER & SEIDEL, 1992). First attempts to include important soil profiles into conservation strategies have been set up and some maps have been compiled (e.g. ZALF & INSTITUT FÜR BODENKUNDE, 1993). Of interest for geoconservation are also National Parks (GRUBE, 1994b), because these give severe protection, comprise geotope ensembles and in part also show active geological processes. Some of the National Parks are under threat by intensive tourism, construction works, military use etc., fortunately this does usually not influence geoscientific sites.

Valuable for geoconservation, though used touristically and altered in their natural style, are also show-caves of which some thousand exist [pers. comm. W. ROSENDAHL, GERMAN ASSOC. FOR CAVE AND KARST RESEARCHERS]. Of relevance are also old mines that are used as touristical objects, of which more than sixty exist in Germany (pers. comm. F.W. WIEDENBEIN, Erlangen). BRUST (1996) describes the difficulties that occur within the finalised geoconservation maps in the single states because caves and karst forms are not adequately represented. This is after this Author not only a result of lacking knowledge from the official bodies but also because of the attitude of cavers, who do not want a cave to become known to the public and missing publications or documentations of sites.

New concepts of geoconservation, geological publicity work and touristical use of geotopes are oriented at the form of Geoparks, of which a number exists in the Eiffel mountains (e.g. ESCHGHI, 1995). In general there is a large number of possible Geological Parks, e.g. the Eifel-region and the Nördlinger Ries, which are of special attractivity to the public and can in this way have a positive influence on the popularisation of geoconservation.

5. – FUTURE PROSPECTS

The Geological Surveys have to become more involved in the actual protection procedures of geo-

conservation sites, if possible they should be responsible for it. The registration and evaluation of sites has to be carried out on a heterogeneous level all over Germany. This implies that many older inventories will have to be revised according to numeric evaluation systems. The basis for this work, a set of criteria to get the geotopes into a priority list is carried out by the Geological Surveys. The evaluation of sites will have to be done on the basis of the implementation into computerbased systems, which will be the coming medium for landscape planning. The geoconservation section inside the German Geological Society should play a manifold and encouraging role in geoconservation and will also work on an European and international level, e.g. together with ProGEO. Despite the fact that a large number of geotopes have already been protected this does not veil that a large part of the existing valuable sites is still unprotected - the need to save these for future generations is still an immense task.

BIBLIOGRAPHY

- AD-HOC-AG GEOTOPSCHULTZ (1996) - *Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland - Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland / Geotope Conservation in Germany - Guidelines of the Geological Surveys of the German Federal States*. Angewandte Landschaftsökologie **10**: 1-105, Bonn-Bad Godesberg.
- ALBERTS B. & BURGHARDT O. (1986) - *Ein Fall zum Steinerweichen - Unterschutzstellung geowissenschaftlicher Objekte tut Not*. Nachr. dt. Geol. Ges., **34**: 42-48, Hannover.
- BAUER J. & SEIDEL S. (1992) - *Geomorphologisch orientierter Naturschutz im Saarland - Anspruch und Wirklichkeit*. Mat. Ökolog. Bildungsstätte Mitwitz/Oberfranken, **1/93**: 103-108, Mitwitz/Oberfranken.
- BECKER-PLATEN J.D. (1982) - *Zur Kartierung schutzwürdiger geowissenschaftlicher Objekte in Niedersachsen*. Laufener Seminarbeiträge, **7**: 44-57, Laufen/Salzach.
- BFN BUNDESANSTALT FÜR NATURSCHUTZ (1995) - *Naturschutz konkret* - Informationsbroschüre 16 pp.; Bonn (and pers. comm. H. Weber, Bonn, Oktober 1995).
- BOOGARD P. v.d. & SCHMINCKE H.-U. (1985) - *Laacher See tephra*. Geol. Soc. of America Bull, **96**: 1554-1571.
- Brust M. (1996) - *Vorläufige Mitteilung zur Erfassung und Bewertung von Karstformen als Geotope durch die Geologischen Landesämter*. Mitt. Verb. dt. Höhlen- und Karstforsch., **42** (3): 46-49, München.
- CLOOS H. (1940) - *Alte Steinbrüche*. Geol. Rd., **31**: 307, Hannover.
- ESCHGHI I. (1995) - *Geo-Zentrum Vulkaneifel*. Geowissenschaften, **13** (1): 15-17, Weinheim.
- FISCHER H. & LEMPERTZ H. - Proc. 4. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Geotopschutz. Zbl. Geol. und Paläont., Part I, Schweizerbart [in Print], Stuttgart.
- FREYER G. & HÄNDEL D. (1996) - *Zu Fragen des geologischen Naturschutzes im Grundgebirge Sachsens*. Abh. d. Staatl. Museums f. Mineralogie u. Geologie Dresden **42**: 53-61, Dresden.
- GERMAN R. (1974) - *Das mittelfristige Programm zum Schutz geologisch besonders wichtiger Naturdenkmale in Baden-Württemberg*. Veröff. Landesstelle Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg, **42**: 85-92, Ludwigsburg.
- GESELLSCHAFT FÜR GEOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN DER DDR [Ed.] (1985) - *Geologische Naturdenkmale - Kurzreferate und Exkursionsführer*, Vortrags- und Exkursionstagung vom 7. bis 9. November 1985 in Bautzen; Berlin, (Selbstverlag), 23 S.
- GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DES NATIONALPARKS HARZ (1992) - *Konzept für einen Nationalpark Harz*, 3rd edn., 39 pp. Goslar/Wernigerode.
- GRUBE A. (1994a) - *Earth Science Conservation in Germany - an outline*. Mem. Soc. Geol. France, **165**: 27-32; Paris.
- GRUBE A. (1994b) - *The National Park system in Germany*. In: D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley & J. Knill [Eds.]: *Geological and Landscape Conservation*, Geol. Soc. London, Spec. Publ., 175-180, London.
- GRUBE A. & WIEDENBEIN F.W. (1992) - *Geotopschutz - eine wichtige Aufgabe der Geowissenschaften*. Geowissenschaften, **8**: 215-219, Weinheim.
- HAGEDORN H. & SCHUHMACHER R. [Eds.] (1982) - *Geowissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz*. Laufener Seminarbeiträge, **7/82**, 124 pp., Laufen/Salzach.
- HÄNDEL D. (1974) - *Die geologischen Naturdenkmale des Bezirkes Leipzig. Naturschutzarbeit u. naturkdl. Heimatforschung Sachsen*, **16**: 48-64, Dresden.
- Händel D. (1991) - *Konzeption für ein System geologischer Naturdenkmale des Präkämozoikums*.- Z. geol. Wiss., **19**: 73-78, Berlin.
- HIEKEL W. (1987) - *Die Repräsentation charakteristischer geomorphologischer Bildungen und Gewässerformen in Naturschutzgebieten*. Landschaftspflege und Naturschutz Thüringen, **22** (1): 1-8, Jena.
- HIEKEL W. (1987) - *Geologische Naturdenkmale in Thüringen*. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, **24**: 1-16, Jena.
- KARPE W (1994) - *Geotopschutz in Sachsen-Anhalt*. Z. angew. Geol. **40** (2): 99-103, Stuttgart.
- KREUTZER L. & SCHÖNLAUB H.-P. [Eds.] (1995) - *Beiträge und Exkursionsführer*, 3. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Geotopschutz in deutschsprachigen Ländern, 10.-17. September 1995, 93 pp.; Wien [unpubl.].

- LAGALLY U., KUBE W. & FRANK H. (1993) - *Geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte in Oberbayern* - Ergebnisse einer Erstaufnahme. Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz; Bayerisches Geologisches Landesamt [Ed.], 168 pp., München.
- LEMKE K. & MÜLLER H. (1988) - *Naturdenkmale - Bäume, Felsen, Wasserfälle*. 316 pp, Berlin (Stapp).
- LÜTTIG G. (1971) - *Die Rolle der Geowissenschaften in der Umweltforschung*. Natur und Landschaft, **46** (5): 133-134.
- MATSCHULLAT J. & MÜLLER G. (1994) (eds) - *Geowissenschaften und Umwelt*. Springer, Berlin.
- NIEMEYER J. (1989) - *Arbeitskreis Paläontologische Bodendenkmalpflege*. Paläontologie aktuell, **20** (1): 19-22; Frankfurt/M.
- NIEMEYER J. (1996) - *Arbeitskreis Paläontologische Bodendenkmalpflege*. Paläontologie aktuell, **33** (3): 27-28; Frankfurt/M.
- ÖBO Ökologische Bildungsstätte Oberfranken Mitwitz [Ed.] (1993) - *Geotopschutz*. Ökologische Bildungsstätte Oberfranken/Naturschutzzentrum Wasserschloß Mitwitz, Mat. Ökolog. Bildungsstätte, **1/93**: 1-200, Mitwitz/Oberfranken.
- PRESCHER H. (1975) - *Geologische Naturdenkmale im Bezirk Dresden*. Naturschutzarbeit u. naturkundl. Heimatforschung Sachsen, **17**: 54-71, Dresden.
- QUASTEN H. [Ed.] (1993) - *Geotopschutz - Probleme der Methodik und der praktischen Umsetzung*. Abstracts 1. Jahrestagung der AG Geotopschutz, 56 pp., Fachrichtung Geographie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken [unpubl.].
- RIEGRAF W. (1991) - *Das Denkmalschutzgesetz von Nordrhein-Westfalen von 1980 - Düstere Aussichten für Paläontologen*. Mitt.-Bl. Berufsverband Dt. Geol., **38**: 14-18, Bonn.
- SCHÖTTLE M. (1984) - *Geologische Naturdenkmale im Regierungsbezirk Karlsruhe - Eine Zusammenstellung geschützter und schützenswerter geologischer Objekte*. Beih.Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ., **38**: 1-171, Karlsruhe.
- SOYEZ D. (1982) - *Zur Problematik der Erfassung und Bewertung von Landformen für den geomorphologisch orientierten Naturschutz*. Laufener Seminarbeiträge, **7**: 21-43, Laufen/Salzach.
- VERBANDSGEMEINDE GEROLSTEIN [Ed.] - *Proc. 2. Jahrestagung der AG Geotopschutz* - Geologische Öffentlichkeitsarbeit im Geotopschutz. Aachener Geowiss. Beitr. **20**, Aachen (in Print).
- WAGENBRETH O. (1970) - *Entwurf eines Systems geologischer Naturdenkmale in Thüringen*. Landespflege u. Natursch. Thüringen, **7** (1/2): 5-19, Jena.
- WIEDENBEIN F.W. [Ed.] (1993) - *Geotope Protection for Europe*. 60 pp., Univ. Erlangen Nürnberg [unpubl.].
- WIEDENBEIN F. W. (1994) - *German developments in earth science conservation*. Mem. Soc. Geol. France, **165**: 119-127; Paris.
- WIEDENBEIN F.W. & GRUBE A. [Eds.] (1992) - *Geotopschutz und Geowissenschaftlicher Naturschutz*; Workshop 5./6. März 1992, Mitwitz/Oberfr.; Abstracts Gründungstreffen der AG Geotopschutz, 58 pp., Univ. Erlangen-Nürnberg.
- WILD R. (1988) - *The protection of fossils and palaeontological sites in the Federal Republic of Germany*. Special Papers in Palaeontology, **40**: 181-189, London.
- WILD R. (1993) - *Der paläontologische Denkmalschutz in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland*. - Paläontologie aktuell, **27**: 16-20; Frankfurt/M.
- ZALF & INSTITUT FÜR BODENKUNDE (1993) - *Schutzgut Boden - Seltene sowie geowiss. bedeutsame Böden und Böden mit besonderer Natur- und kulturhistorischer Bedeutung*. (1:300.000), Stand 6/93, Berlin.

An inventory of geomorphological geotopes in the canton of Fribourg (Switzerland).

Un inventario dei geotopi geomorfologici nel Cantone di Friburgo (Svizzera)

GRANDGIRARD V. (*)

ABSTRACT - This article constitutes a plea for the management of the geomorphological heritage. The Author presents the reflections and the research carried out in the context of an inventory of geomorphological geotopes in the Canton of Fribourg and outlines the various steps of the process. Particular attention is paid to the stages of categorization and evaluation of the geomorphological objects, as they raise numerous methodological problems.

KEY WORDS: Geotopes, geomorphology, inventory, Fribourg (Switzerland).

RIASSUNTO - Questo articolo è un argomento a sostegno della gestione dell'eredità geomorfologica. L'Autore presenta le riflessioni e le ricerche portate avanti nel contesto di un inventario dei geotopi geomorfologici nel Cantone di Friburgo e delinea i vari passaggi del processo. Particolare attenzione è rivolta agli stadi della categorizzazione e della valutazione degli elementi geomorfologici, poichè essi sollevano numerosi problemi metodologici.

PAROLE CHIAVE: Geotopi, geomorfologia, inventario, Friburgo (Svizzera)

1. - INTRODUCTION

The term "geotopes" denotes "parts of the geosphere having particular importance for the comprehension of the history of the Earth" (GRANDGIRARD, 1995; 1996). Geotopes are the memory of the Earth's past and the key for the comprehension of its present and future state. They are an

essential element of the natural heritage. Any form of development should respect the value and the singularity of this heritage.

Due to the absence of a constraining legal basis (STÜRM, 1994a; 1994b), several regions and cantons have been pioneers in establishing geotope inventories in Switzerland. In particular, the district of Gorgier (NE) (RIEDER, 1995), the region of Val de Réchy-Sasseneire (VS) (TENTHOREY & GERBER, 1993), the county of Werdenberg (SG) (SCHLEGEL, 1987), and the cantons of Aargau (BAUDEPARTEMENT DES KANTONS AARAU, 1982), Zürich (KYBURZ *et alii*, 1983; KYBURZ, 1983), Zug (VOGEL, 1986), Graubünden (WEIDMANN, 1994) and Luzern (VOGEL, 1995) should be mentioned. In addition, the efforts of the working group for the protection of geotopes in Switzerland (STRASSER *et alii*, 1995), which is currently preparing an inventory of geotopes on a national scale, should also be noted.

In this context, the inventory of the geomorphological geotopes in the Canton of Fribourg is interesting for several reasons. Firstly, due to its location between the molasse basin and the Alps (fig. 1), the canton of Fribourg (1670 km²) is characterized by a very diverse natural environment (GRANDGIRARD & MONBARON, 1995). Secondly, this inventory is established within the scope of the development of a sector plan of landscapes and sites (TEAM, 1993; 1995). Lastly, this inventory is based on a totally new and original methodological process.

(*) Research Group in Geomorphology, Department of Geography, University of Fribourg - Pérolles, CH - 1700 Fribourg (Switzerland).

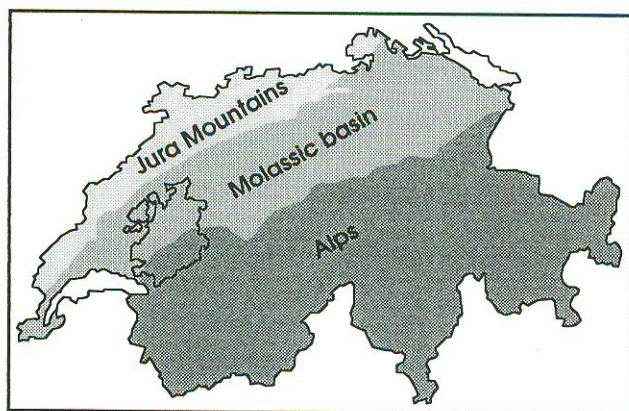


Fig. 1. – Location of the canton of Fribourg in Switzerland.

– Ubicazione del Cantone di Friburgo in Svizzera.

2. – THE AIMS

The inventory of geomorphological geotopes allows the demonstration of the geomorphological wealth of the canton of Fribourg. It is presented in the form of a catalogue of landforms that can be observed in the cantons. Each type of landform is illustrated by one or several outstanding examples.

This inventory has to serve three purposes:

- to provide detailed information about the nature and the genesis of the cantons relief and consequently to this description, to promote the understanding of cantonal landscapes;
- to demonstrate the significance of geomorphology in the study of the natural environment and the necessity of considering this fundamental dimension in the management of the natural heritage;
- to produce a list of geomorphological objects of great value, deserving particular attention. This inventory can be used as a reference for the study and the evaluation of the cantons relief.

It is important to note that objects which are not listed are not valueless and that, for any action having an effect on the relief and/or its dynamics, the geomorphological component must be taken into consideration.

3. – THE PROCESS

The inventory of the geomorphological geotopes constitutes basic information for users who often do not have any particular knowledge in the field of Earth sciences. To become a reference, this inventory must deliver convincing and understandable results. It must

therefore be based on a clearly defined process as well as on solid scientific data.

The proposed process for the realization of this inventory can be broken into five successive stages:

- categorization of geomorphological objects;
- inventory of the geomorphological objects;
- evaluation of the geomorphological objects;
- selection of the geomorphological geotopes;
- characterization of the geomorphological geotopes.

The following focuses on the presentation of this process. Particular attention is paid to the categorization and evaluation of the geomorphological objects, as they raise interesting methodological problems.

3.1. – THE CATEGORIZATION OF GEOMORPHOLOGICAL OBJECTS

The expression “geomorphological objects” refers to variable entities such as: limited landforms, wide sites and even landscapes representative of a particular relief.

A categorization of these objects is necessary to systematize and to facilitate the collection of data as well as to improve the intelligibility of the results. The mode of categorization applied must be based on established scientific reasoning whilst remaining simple in conception and application.

The proposed mode of categorization is based on a classical method of classification used in contemporary geomorphology that arranges landforms according to the geomorphological process recognized as responsible for their genesis. This approach has been completed by the use of systemic notions.

These preliminary theoretical reflexions led us to classify the geomorphological objects in four categories of increasing complexity (fig. 2): isolated landforms, sets of landforms, complexes of landforms and geomorphological systems.

- Isolated landforms and the sets of landforms result from the activity of one dominating process and they present only one type of landform. An alluvial cone, a terminal moraine or a polje are isolated landforms.
- An alignment of dolines or a field of drumlins are sets of landforms.
- Complexes of landforms result from the activity of a single dominating process and they present many types of landforms. For example a karstic area where many solution landforms can be observed (like karren, dolines, uvalas, ponors, poljes and caves) forms a karstic complex.

- Geomorphological systems are important concentrations of landforms of different types and result from synchronous and successive processes interacting on the same area.

This mode of categorization presents many advantages. Its main interest lies in the fact that it allows the construction of an inventory covering the complete range of geomorphological objects, from the simplest to the most complex. Moreover, it allows the demonstration of the “including-included” relationship between these objects. Finally, this mode of categorization may be used at different scales.

3.2. – THE INVENTORY OF THE GEOMORPHOLOGICAL OBJECTS

The study of topographical maps at different scales (from 1:10.000 to 1:100.000), of geological maps, of the available Earth-sciences literature, of aerial photographs, as well as field work allow the listing of the isolated landforms and sets of landforms by landform type and by geomorphological process. Complexes of landforms and the geomorphological systems are defined in a further step.

Because of the multiplicity, the complexity and the evolution of the phenomena considered, such an inventory cannot aspire to be exhaustive.

3.3. – THE EVALUATION OF THE GEOMORPHOLOGICAL OBJECTS

The evaluation of geomorphological objects is a delicate operation which can be influenced by the subjecti-

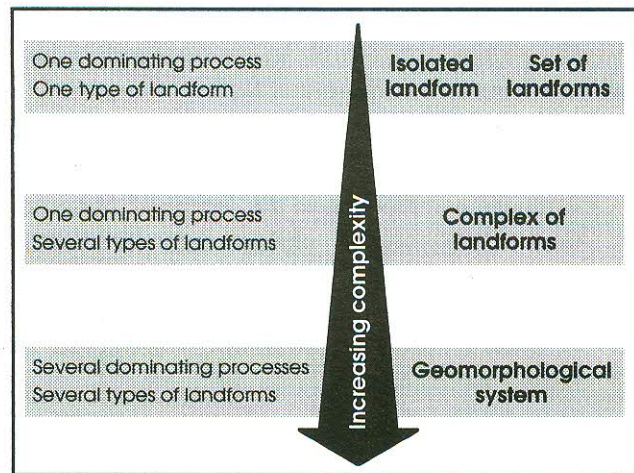


Fig. 2. – The four categories of geomorphological objects.

– *Le quattro categorie di oggetti geomorfologici.*

vity of the observer. In order to be as objective as possible, this evaluation must follow a strict procedure.

Two fundamental requirements have conditioned the choice of the evaluation criteria: they must allow the assessment of the scientific value of the objects studied, from the geomorphological point of view (their ecological, scenic, cultural, etc. value are not considered), and they must be suitable for the evaluation of all the geomorphological objects.

Two types of criteria are distinguished, according to their significance in the evaluation process: the factors and the indicators (fig. 3).

The factors are the fundamental criteria. The value of a geomorphological object corresponds to the combination of the results obtained in the evaluation of each factor.

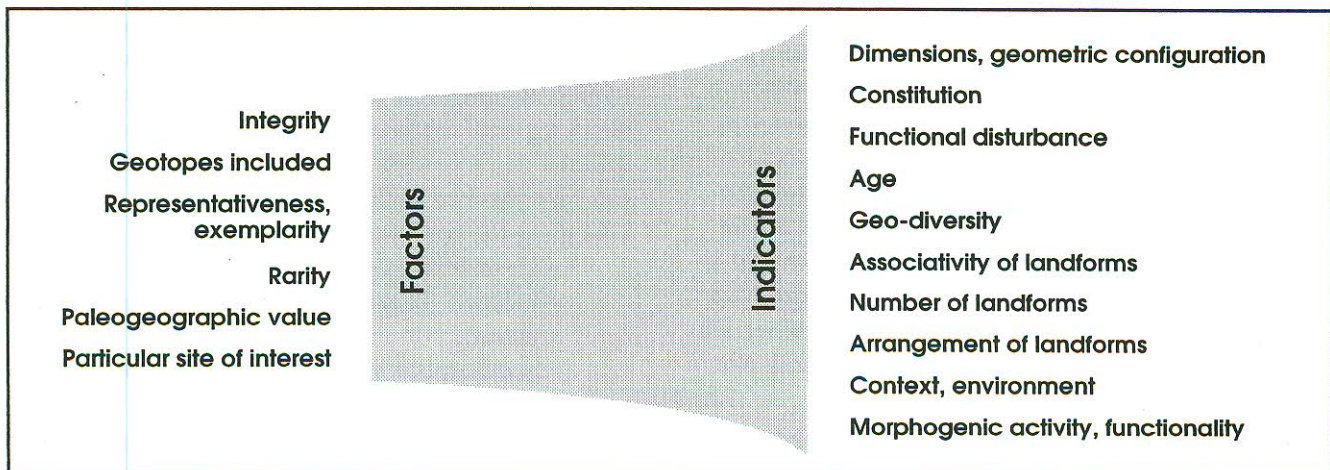


Fig. 3. – The criteria considered to evaluate the geomorphological objects.

– *I criteri utilizzati per la valutazione degli oggetti geomorfologici.*

The indicators are secondary criteria, necessary for the evaluation of the factors. An indicator may be useful for the evaluation of several factors.

Only the factors, which are the main criteria, are described below.

- Integrity: corresponds to the degree of preservation of the original characteristics (geometric configuration, constitution, functionality, etc.) of the geomorphological object considered. Integrity is mainly graded relative to the degree of human intervention.
- Geotopes included: geomorphological objects encompassing geotopes are graded in a similar manner to biotopes containing rare or endangered species.
- Representativeness, exemplarity: this factor corresponds to the didactic value and “readability” of the observed phenomena (landforms and processes). The representativeness is graded differently for each category of geomorphological object. Isolated landforms and sets of landforms are evaluated through comparison with other geomorphological objects of the same type, or with the ideal type of the landform or set of landforms in question. Complexes of landforms are judged according to how well they reveal past or current activity of a generative process. Geomorphological systems are valued depending on their capacity to illustrate the characteristics of a “geomorphological region”. The latter is conditioned by the prevailing lithological, structural and climatic conditions, considered to be approximately uniform. The most representative geomorphological systems thus concentrate in a limited area almost all of the phenomena likely to be found there.
- Rarity: this factor is assessed in relation to an area of reference – the canton of Fribourg in the present case. Rarity is evaluated concerning both the type of geomorphological object considered (e.g. rarity of alluvial fans, of field of drumlins, of karstic complexes, of geomorphological systems of the molasse basin) and its particular characters. It is interesting to note that a geomorphological object can be very rare, due to certain exceptional characteristics, whereas the type of object to which it belongs is not particularly rare.
- Palaeogeographic value: some geomorphological objects constitute irreplaceable “witnesses” of the history of the Earth. Their palaeogeographic value depends on the information they may con-

vey through their geometric configuration, their constitution, their age, the distribution of the landforms, their environment and location, their activity, etc.

- Particular site of interest: a geomorphological object presents an increased scientific value if it has been or is the subject of research. Its value as a research site is linked to the knowledge already accumulated or likely to be furnished by current or future research.

3.4. – THE SELECTION OF GEOMORPHOLOGICAL GEOTOPES

Two conditions govern the selection of geomorphological geotopes:

- only the objects of great geomorphological value are selected;
- the geotopes listed, considered as a whole, must be representative of the diversity of relief features that can be observed within the canton.

The factor “rarity” must be given particular attention during the selection process because of this second condition: the value of scarce geotope type is mainly determined by the rarity factor, whereas that of common geotopes depends on other factors. Most of the rarest objects, of which only a few examples exist, should be selected, whereas only a small proportion of common objects should be chosen.

3.5. – THE CHARACTERIZATION OF GEOMORPHOLOGICAL GEOTOPES

The inventory of geomorphological geotopes in the canton of Fribourg represents a source of information for planners and for other users such as teachers, regional tourist offices, hikers, etc. The geotopes selected are recorded in a structured database which can be consulted easily. For every geotope, this database gives the following information:

- identification and designation;
- location (coordinates, altitude and map delimitation);
- geomorphological description (context and characteristics);
- morphogenesis (formation, evolution, age and current activity);
- results of the evaluation;
- information sources.

Other information may complete this database, such as threats, management prescriptions, visibility and scenic value, ecological value, economical interest, accessibility and leisure value, cultural and historical significance, etc.

4. – THE RESULTS

The inventory of geomorphological geotopes in the canton of Fribourg (Switzerland) encompasses more than 300 geotopes that represent almost 40 types of landforms and illustrate the activity of five major geomorphological processes (fluvial, glacial, karstic, limnopaludal and slope processes).

5. – CONCLUSIONS

The method proposed above is used in the context of the inventory of the geomorphological geotopes in the canton of Fribourg. It is very efficient, due to the simplicity of its application and its flexibility.

This method could be applied with equal success to other research areas and to other uses (e.g. environmental impact assessment). It is not linked to a particular working scale and lends itself to numerous adaptations according to needs and constraints (e.g. time, financial and technical).

The derivation of an inventory of geomorphological geotopes masks important progress in the management of the natural heritage in the canton of Fribourg. The management of geomorphological heritage nevertheless remains in an embryonic state in this canton, as elsewhere in Switzerland. This domain constitutes a wide field of investigation and of activity for geomorphologists. They should:

- continue and intensify basic research, encourage research on little-known regions or phenomena, and interdisciplinary research (on the natural environment, on the landscape, etc.);
- develop applied research, in collaboration with nature protection and landscape planning authorities:
 - by contributing towards the development of efficient management instruments at all planning scales (local, regional, national and international), allowing decision-makers to integrate the geomorphological component;
 - by irate planning measures;
- make proposals to integrate the protection of geotopes into current legislation;

- make efforts towards greater popularisation and information, in order to increase public awareness of the geomorphological aspects of the landscape and of the value of the geomorphological heritage.

Incorporating the geomorphological component systematically into nature and landscape management serves the interests of both the natural environment and the population. It is important that geomorphologists mobilize in order to promote this cause, which is undoubtedly dear to them.

BIBLIOGRAPHY

- BAUDEPARTEMENT DES KANTONS AARGAU (1982) – *Inventar der erdgeschichtlich schützenswerten Gebiete und Objekte*. pp. 36 + Anhänge, Kanton Aargau, Baudepartement, Abteilung Raumplanung, Aarau.
- GRANDGIRARD V. & MONBARON M. (1995) – *Aperçu géomorphologique du canton de Fribourg*. Regio Basiliensis, Basler Zeitschrift für Geographie, **36/2**: 209-218, 3 figg., Basel.
- GRANDGIRARD V. (1995) – *Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques*. Ukpik, Cahiers de l'Institut de Géographie, Université de Fribourg, Suisse, **10**: 121-137, 5 figg., Fribourg.
- GRANDGIRARD V. (1996) – *Gestion du patrimoine naturel, l'inventaire des géotopes géomorphologiques du canton de Fribourg*. Ukpik, Rapports de recherches, Institut de Géographie, Université de Fribourg, Suisse, **8**: 181-195, 7 figg., Fribourg.
- KYBURZ W., HANTKE R. & PAVONI N. (1983) – *Inventar der geologischen Objekte des Kantons Zürich*. pp. 15 + Anhänge, Kanton Zürich, Amt für Raumplanung, Fachstelle Naturschutz, Zürich.
- KYBURZ W. (1983) – *Die Aufnahme des Inventars der geologischen und geomorphologischen Objekte des Kantons Zürich als Beispiel angewandter physischer Geographie*. Physische Geographie, Universität Zürich, **11**: 7-16, Zürich.
- RIEDER J. (1995) – *Inventaire des géotopes de la commune de Gorgier (NE)*. pp. 41 + annexes, République et canton de Neuchâtel, Département de la gestion du territoire, Office de la conservation de la nature, Neuchâtel.
- SCHLEGEL H. (1987) – *Geotopinventar des St. Gallischen Bezirkes Werdenberg*. Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, **16**: 133-184, 19 figg., 10 tabb., Vaduz.
- STRASSER A. et alii (1995) – *Géotopes et protection des objets géologiques en Suisse: un rapport stratégique. Geotope und Schutz erdwissenschaftlicher Objekte in der Schweiz: ein Strategiebericht. Geotopi e protezione di oggetti relativi alle scienze della Terra in Svizzera: un rapporto di strategia*. pp. 27, Groupe de travail pour la protection des géotopes en Suisse, Fribourg.

- STÜRM B. (1994a) – *The geotope concept: geological nature conservation by town and country planning*. In: O'HALLORAN D. et alii (EDS) – *Geological and Landscape Conservation. Proceedings of the Malvern International Conference 1993*. 27-31, Geological Society, London.
- STÜRM B. (1994b) – Intégration de la protection du patrimoine géologique dans l'aménagement du territoire en Suisse. In: *Mém. Soc. géol. France*, **165**: 93-97, Paris.
- TEAM, TUSCHER URBANISME SA (1993) – *Plan sectoriel des paysages et des sites. Pré-étude*. pp. 145, Canton de Fribourg. Office des constructions et de l'aménagement du territoire (OCAT), Fribourg.
- TEAM, TUSCHER URBANISME SA (1995) – *Plan sectoriel des paysages et des sites. Dossier d'avant-projet*. pp. 43 + annexes, Canton de Fribourg. Office des constructions et de l'aménagement du territoire (OCAT), Fribourg.
- TENTHOREY G. & GERBER E. (1993) – *Inventaire des formes du relief de l'objet CPN 3.77 Val de Réchy – Sasseneire*. pp. 177 + annexes, Département fédéral de l'intérieur, Office fédéral de l'environnement (DFI), des forêts et du paysage (OFEFP), Sion.
- VOGEL A. (1986) – *Inventar der geologisch – geomorphologisch schützenswerten Landschaften und Objekte im Kanton Zug*. pp. 30 + Anhänge, Kanton Zug, Baudirektion, Amt für Raumplanung, Zug.
- VOGEL A. (1995) – *Inventar der geologisch/geomorphologisch schützenswerten Landschaften und Objekte im Kanton Luzern. Schlussbericht*. pp. 61 + Anhänge, Kanton Luzern, Amt für Natur- und Landschaftsschutz, Luzern.
- WEIDMANN M. (1994) – *Geotop-Inventar '94 – das Dossier. Erfassung schutzwürdiger erdwissenschaftlicher Objekte (Geotope) in Graubünden*. pp. 32 + Anhänge, Kanton Graubünden, Amt für Landschaftspflege und Naturschutz, Chur.