6

GIORGIO PASQUINI

IL CONCETTO DI LIVELLO DI BASE IN REGIONE CARSICA

Estratto da « Atti del VI Convegno di Speleologia » Italia Centro-Meridionale
FIRENZE - 14, 15 Novembre 1964

FIRENZE
1965

ALPINA DELLE GIULIE
DI TRIESTE DEL C.A.I.
MISC
1027
1883
LIOTECA

GIORGIO PASQUINI *(Speleo Club Roma)*

IL CONCETTO DI LIVELLO DI BASE IN REGIONE CARSICA

In taluni lavori sul carsismo è dato incontrare con una certa frequenza il termine livello di base che, solo in riferimento alla sua più ampia accezione, può estendersi (in ogni caso con grossolana approssimazione) a tutte quelle situazioni tra loro, almeno apparentemente analoghe.

Si ha pertanto l'impressione che alcuni usino, per non dire abusino, del suddetto termine secondo criteri personali non sempre ben precisati, rendendo in tal modo problematica la comprensione stessa di alcuni fenomeni carsici descritti.

Senza avere la pretesa di definire una volta per tutte cosa debba intendersi per livello di base, espressione che costituisce l'indispensabile premessa di diverse concezioni circa l'evoluzione carsica ipogea, sento nondimeno il bisogno di tentarne una precisazione. A tale scopo mi riferirò a quelle che si definiscono regioni carsiche e cioè a particolari zone del modellato in cui, per una ben nota convergenza di fattori diversi (litologici, tettonici e climatici), viene ad impostarsi una idrografia carsica, ovverossia, dopo un rapido assorbimento superficiale, le acque si raccolgono in profondità dove circolano in quantità considerevoli.

E' da questa idrografia carsica che geneticamente dipendono le diverse fasi dell'evoluzione carsica in una data regione, fasi caratterizzanti la stessa appunto come carsica , persino sotto un profilo economico.

Qualora mancasse, o più precisamente quando non fosse lecito supporre una attiva circolazione sotterranea d'acque poichè le stesse scorrono abbondantemente in superficie, la regione pur presentando forme di carsificazione non può definirsi carsica. In base a quanto esposto sono da ritenersi regioni carsiche i massicci calcarei del subappennino laziale: i Monti Lepini, i Monti Ausoni e i Monti Aurunci, nonchè le parallele catene dell'appennino laziale-abruzzese vero e proprio.

Un massiccio calcareo, come qualsiasi altro massiccio di diversa natura, presenta rispetto alla superficie del mare o delle pianure alluvionali finitime un certo dislivello; l'erosione, comunque essa si esplichi, può ridurre questo dislivello al piano della costa o delle pianure stesse, dopodiché, a meno che non si manifestino

nuove sollecitazioni tettoniche (sollevamenti) a ringiovanirne il rilievo, la regione può considerarsi penepianata.

Nei trattati di Geografia Fisica il termine livello di base viene comunemente impiegato per indicare quel piano cui tende il profilo di una regione sottoposta ad un ciclo di erosione, raggiunto il quale ha termine il ciclo d'erosione stesso. In regioni carsiche si può ancora accettare l'espressione livello di base, non però in relazione al fatto che l'erosione in esse applicata sia carsica, ma solo in senso generale per indicare il livello al quale giungono a sedimentazione i detriti asportati dal massiccio roccioso, senza alcuna diretta relazione con la fenomenologia carsica.

Nelle zone carsiche le acque sotterranee circolano solo nelle discontinuità della massa calcarea, altrimenti impermeabile; dette discontinuità possono essere grandi o piccole, frequenti o disperse. Rappresentano cioè, tranne sporadici casi, vacui sovrapposti a diverse profondità, più o meno comunicanti tra loro e che lasciano scivolare verso il basso per gravità le acque finchè le stesse non assumono una posizione di equilibrio idrostatico.

Nondimeno ad una suddivisione delle regioni carsiche in regioni a piccola permeabilità, cioè con vacui e condotti dispersi e poco comunicanti tra loro, e in regioni a media, a grande permeabilità in cui i condotti risultano tutti o quasi intercomunicanti, si può tentare di far corrispondere in via del tutto generale una classificazione dell'idrografia carsica in giovanile, matura e senile. Si è letto talvolta che solo in quest'ultimo caso alla base del massiccio calcareo vi sarebbe una falda d'acque: una *falda carsica*. Questo è inesatto. Infatti l'uso del termine falda ormai compromesso con la circolazione idrica in terreni permeabili, determina una falsa immagine della situazione che si vuol rappresentare. Una falda idrica nella stretta accezione del termine è irreperibile persino in massicci a morfologia carsica senile, giacchè in questi casi si tratta di una quantità più o meno cospicua dacqua contenuta in un numero più o meno elevato di vacui intercomunicanti, le cui pareti calcaree però costituiscono, anche se intaccate dall'erosione, un notevole ostacolo ad un più libero movimento delle acque stesse.

E' ben vero d'altra parte che i suddetti vacui risultano pieni d'acqua fino ad un certo livello, sopra del quale vi è una zona di drenaggio per percolazione.

Questo livello viene spesso definito come livello di base se non addirittura come livello di base carsico e starebbe ad indicare, nella sua accezione idrologica, il limite inferiore dell'erosione carsica, in quanto esplicata da acque scorrenti a pelo libero, da acque percolanti e da acque di condensazione. D'altra parte si può tranquillamente affermare che questo livello non è per nulla di *base* quando si pensi all'attiva erosione chimica cui sono sottoposti i condotti

in carico e alle conseguenti forme di carso affogato tante volte descritte dagli autori anglosassoni.

Per le considerazioni suesposte anche l'attributo carsico aggiunto al termine livello di base non conferisce alcuna precisazione allo stesso.

La superficie che si ottiene dall'unione dei diversi livelli idrici nei condotti intercomunicanti rappresenta al più una superficie di equilibrio idrostatico, non determinata in particolar modo dal tipo di erosione.

Nelle regioni carsiche pertanto tale superficie differisce notevolmente dal livello di base così come lo si è definito precedentemente mentre nei terreni permeabili superficie di equilibrio idrostatico e livello di base coincidono sostanzialmente, dato che non si potrà mai avere erosione normale al di sotto della superficie della falda freatica.

Restano pertanto da precisare i rapporti tra il livello di base, morfologicamente inteso, e il livello delle acque entro il massiccio calcareo.

In proposito si può dire che laddove la regione carsica ha termine, cioè in quei punti nei quali la massa calcarea interseca, spesso con brusca variazione nel profilo, la pianura alluvionale, non mancano venute a giorno delle acque defluenti dalla zona permanentemente in carico tramite risorgenze, a volte di portata davvero imponente e in cui i fenomeni di erosione hanno avuto un notevole sviluppo, come è testimoniato dal fatto che, in più di un caso, queste cavità risultano esplorabili per un buon tratto verso monte, tanto da potersi definire grotte di risorgenza.

In queste grotte il livello delle acque fuoriuscenti viene a coincidere col livello di base, mentre all'interno del massiccio, stanti le diverse velocità con cui le acque percorrono i condotti, la superficie delimitante i diversi livelli idrici nei vari vacui intercomunicanti tende a presentare una convessità verso l'alto, convessità tanto più marcata quanto più stretti, tortuosi e scarsi risultano i condotti stessi. In altre parole la differenza di quota tra il livello idrostatico e il livello di base, considerato come piano secante, all'incirca orizzontalmente, il massiccio calcareo, è funzione della minore o maggiore evoluzione carsica del massiccio stesso e, solo per un carso in fase di avanzata maturità, con pressochè completa anastomosi dei condotti ipogei in tutte le direzioni, tale differenza risulterà minima.

Si riscontra quindi al di sopra del livello di base della regione carsica, una zona permanentemente in carico idrostatico, zona dalla quale le acque defluiscono verso le risorgenze che rappresentano vere e proprie foci di fiumi ipogei e individuano gli estremi del livello di base stesso. Tale deflusso in una morfologia carsica poco evoluta interessa masse calcaree di cospicua potenza.

D'altra parte, nel caso che esistessero discontinuità nella roccia

la di sotto della superficie rappresentata dal livello di base, le acque in esse presenti dovrebbero ritenersi pressochè immobili e quindi non soggette a sensibili variazioni nella velocità di scorrimento e, conseguentemente, nella pressione ad essa connessa e esercitata dalle acque in movimento sulle pareti rocciose. A queste variazioni infatti sarebbe da ascriversi una più o meno intensa attività chimico-fisica da parte delle acque sotterranee. Pertanto nelle condizioni precedentemente ipotizzate queste ultime sarebbero sottoposte unicamente al carico della massa liquida sovrastante; detto carico ovviamente risulterebbe tanto maggiore quanto più cospicuo fosse lo spessore della massa liquida stessa e determinerebbe in sostanza una notevole diminuzione nella solubilità dell'anidride carbonica nelle acque con conseguente formazione di depositi di $CaCO_3$ ed obliterazione di eventuali meati.

In conclusione è possibile distinguere in una regione carsica una prima zona superficiale di assorbimento delle acque meteoriche, assorbimento che condiziona un po' tutti i fenomeni carsici superficiali, Tra questa zona e il livello dei condotti sempre in carico se ne estende una seconda, quella di percolazione, nella quale hanno luogo fenomeni di erosione inversa; detta zona è sede di forme ipogee a prevalente sviluppo verticale, mentre, nelle sue plaghe inferiori è possibile imbattersi in forme dovute alla concomitanza di differenti fenomenologie.

Si ha infine una terza zona (la più profonda), in permanente carico idrostatico, il cui limite inferiore è costituito dal livello di base e nella quale l'allargamento dei condotti procede di norma sub-orizzontalmente. Questa caratteristica infatti è ben manifesta nelle grotte di risorgenza, poichè attraverso esse le acque sotterranee migrano lateralmente verso i margini del massiccio calcareo, non di rado facilitate in ciò dalla disposizione degli strati.

WALTER MAUCCI

Innanzitutto ringrazio l'amico Pasquini per la relazione veramente molto interessante e, vorrei dire, necessaria, perché non è soltanto sulla questione del livello di base, ma si può dire su tutte le questioni di terminologia riguardanti i fenomeni carsici, che la confusione è enorme e richiede urgentemente la necessità di un chiarimento.

Vorrei soltanto aggiungere che io sono perfettamente d'accordo sul principio fondamentale di non confondere il livello di base con quella che può essere la superficie della zona costantemente imbevuta sotto carico delle zone calcaree.

Penso che questo dilemma possa essere superato soprattutto definendo esattamente i concetti. Ho già avuto occasione di proporre in un altro lavoro che ho fatto, la definizione di livello di base che non è poi una definizione da riferirsi esclusivamente al fenomeno carsico, ma precisamente il livello di base si potrebbe definire come la superficie orizzontale

tangente al punto di sbocco di un sistema idrocarsico qualunque esso sia. Se noi la consideriamo sotto questo aspetto penso che non ci siano più possibilità di equivoci.

In questo caso noi dovremo distinguere che per livello di base di regione carsica non va inteso naturalmente il livello di base, diciamo così, il livello delle acque sotterranee, ma neanche il livello morfologico della regione in quanto questo potrebbe essere rappresentato dal fenomeno di erosione in parte calcareo ed in parte non calcareo e quindi non carsico.

Il livello di base di questo sistema dovrebbe essere rappresentato, secondo la definizione che ho proposto, proprio da quella superficie corrispondente allo sbocco del sistema, cioè alla risorgiva come esattamente è stato detto. Queste acque, da questo punto in poi, potranno scorrere superficialmente con una normale distribuzione idrografica, avranno un loro ulteriore livello di base che non interessa più la zona calcarea.

Dove invece mi permetterei di dissentire un poco dall'amico Pasquini è per quanto riguarda l'esistenza o meno, o le condizioni di esistenza di una zona completamente imbevuta, una falda diciamo così.

Sappiamo che c'è una polemica ormai vecchia sull'esistenza o meno dell'acqua di fondo all'interno dei calcari. Ricordiamo la polemica principalmente tra le scuole tedesca e francese.

Per chi non avesse chiaro il concetto ricordiamo che per la scuola tedesca l'acqua di fondo esisterebbe sempre, per la scuola francese invece l'acqua di fondo non esiste mai. Posizioni estremiste che credo possano senz'altro essere conciliabili.

Che qualche volta nei calcari possa esistere una zona completamente imbevuta di acqua per la quale si possa definire una superficie teorica, un livello piezometrico — ecco un termine che potremmo usare per evitare il solito concetto di livello di base — una superficie piezometrica al di sotto della quale i vani siano completamente imbevuti di acqua, e che in qualche caso questa esista credo che siamo tutti d'accordo. Tutti gli speleologi hanno avuto occasione di incontrare superfici di questo genere. Che essa invece esista sempre credo si possa escludere.

Quello che vorrei dire è questo: il caso in cui la superficie esista implica evidentemente una completa anastomosi di tutta la rete di fratturazione che esiste nei calcari, poichè se non esiste la anastomosi completa non potremmo nemmeno avere una superficie, una zona completamente imbevuta. Il caso però di questa completa anastomosi — e qui ripeto non sono d'accordo con l'amico Pasquini — non è, secondo me, il caso del carsismo senile, è proprio, al contrario direi, del carsismo giovanile. E spiegherò questo mio punto di vista. Immaginiamo una ipotetica regione carsica nel momento in cui, incomincia il fenomeno carsico, una zona da poco emersa dalle acque per motivi tettonici; in questo caso la fratturazione che sappiamo dipendere dalla facilissima fissibilità del calcare, dall'effetto delle spinte orogenetiche, dei piani di sfaldatura e così via di seguito e che quindi è comunque esistente e preesistente alla azione corrosiva delle acque, non abbiamo motivo di supporre che questa fratturazione, questa rete di fessure più o meno fitte non sia completamente anastomosata. Potrà essere appena in un secondo tempo che questa anastomosi potrà ampliarsi, e certamente si interromperà. Per un semplicissimo motivo: le fratture iniziali verrano ora attaccate dall'azio-

ne corrosiva ed anche erosiva delle acque, via via che passa il tempo, a causa di queste fenditure che tenderanno ad ampliarsi noi finiremo con l'avere ad un certo punto un maggior volume totale di vuoti nell'interno della massa calcarea mentre la quantità totale di acqua che la percorre, data l'alimentazione fluviale o piovana o altro, rimane praticamente costante. Via via che la nostra regione si evolve verremo sempre più spesso ad avere la possibilità per queste acque di scegliere determinate vie di percorso a scapito di altre. Quindi queste vie scelte verranno percorse di preferenza, verranno ampliate maggiormente, mentre altre vie meno favorevoli tenderanno a divenire più piccole per normali fenomeni sia di riempimento — tipo materiale argilloso per esempio — sia anche per la stessa litogenesi sotterranea.

E' quindi in un secondo tempo, per effetto di questa successiva scelta effettuata dalle acque che noi avremo una rottura della uniformità della perforazione sotterranea e come risutato finale anche la rottura di quella che potrebbe essere la superficie piezometrica iniziale e potremmo avere sistemi di drenaggio completamente individuati dall'inghiottitoio fino alla risorgiva, senza che si verificassero mescolanze con altre acque di falda, senza cioè che si debba avere una riserva idrica nei calcari, situazione questa che la teoria francese di Martel non ha potuto poi ovviamente generalizzare.

GIORGIO PASQUINI

Nessuno contesta, anzi mi sembra abbastanza chiara, la possibilità che l'evoluzione maggiore dell'erosione carsica all'interno di un massiccio crei quelle vie potenziali che l'acqua può scegliere, però tutto questo approfondimento avviene in relazione alla possibilità di richiamo dell'acqua verso il basso. Ad un certo punto avremo una base che è generata da quei diversi livelli meno permeabili del calcare o da quel livello di base morfologico su cui le acque si dovranno appoggiare; in un certo senso su qualcosa sotto cui non possono più scendere. In questo caso queste acque tenderanno all'estensione di quelle caverne suborizzontali che ricostituiscono un carsismo molto senile, con massiccio « sottopassato » dalle acque, se così mi è lecito dire. Quindi forse si potrebbe definire una maturità in cui abbiamo una scelta di condotti verso il basso, in cui le grotte attive, specie quelle che vedono fin dall'inizio una massa di acque riunite, creano un sistema idrico concluso, completo, che a volte si individua dall'inghiottitoio alla risorgenza, ed un carsismo veramente senile che giunge alla circolazione totale delle acque appoggiate su questo piano sotto il cui fondo non possono più deffluire.

GIOVANNI ABRAMI

Sulla questione del livello di base carsico a parere mio, ci sarebbero da dire altre cose.

Prima di tutto il livello orizzontale verso cui tende a riportare la evoluzione del livello di base carsico, in corrispondenza poi con gli scarichi esterni, è esso stesso in continua evoluzione. Cioè io non vedrei nella realtà questa linea come appoggiata ad un livello impermabile (salvo in

alcuni casi), od ad un ipotetico livello morfologico. In generale noi osserviamo infatti che i livelli di scarico sono anch'essi in evoluzione; cioè prima vediamo che lo scarico avviene ad una determinata altezza, poi vediamo spesso in un successivo momento, che gli scarichi si trovano ad un livello più basso. Questo per esempio, in corrispondenza con l'evoluzione idrografica del fiume esterno.

Quindi io non vedo perchè si debba insistere nel considerare una linea comunque definita, quale livello stabile e costante, che possa poi influire o determinare l'evoluzione carsica quale a noi ci si presenta. Penso invece che sia il caso di considerare il livello di base quale ilvello nel quale le acque effettivamente agiscono, in particolare nel momento in cui il decorso è soprattutto orizzontale. Infatti noi osserviamo che in corrispondenza degli scarichi abbiamo generalmente una prevalenza di condotte orizzontali rispetto alle condotte verticali. Quindi vedrei il livello di base carsico come qualcosa che permane in continua evoluzione della quale sono testimoni le condotte di scarico. Il problema dei livelli piezometrici potrebbe così in un certo senso essere superato, in quanto, come mi sembra abbia giustamente rilevato il Prof. Maucci, esso presenta diversi aspetti a seconda dei casi considerati, aspetti che in definitiva possono anche non interessare ai nostri fini.

GIORGIO PASQUINI

Probabilmente sono stato frainteso. Non ho mai affermato che il livello di base morfologico di una regione sia qualcosa di stabile. Penso che in un discorso che si applica al carsismo di un massiccio, cioè nel senso di una fase morfologica precisa, temporaneamente si prescinda dal fatto che questo livello di base varia, perchè è normale che i massicci sono in sollevamento, sono in movimento tettonico. Il fatto che noi troviamo risorgenze abbandonate dimostra cioè che praticamente l'abbassarsi del livello di base è quasi sempre conseguenza di un moto per lo meno relativo, ad esempio dovuto all'acqua del mare. Quindi non si esclude che questo processo sia indubbiamente dinamico: c'è un livello piezometrico che insegue e viene condizionato dagli spostamenti del livello di base.

In quanto poi al fatto che le grotte di base e smaltimento siano grotte orizzontali: noi troviamo dei gradini netti in risorgenze, che delle volte non possiamo spiegare altro che con questi sollevamenti. C'è proprio il terrazzo sotterraneo: la traccia di un gradino morfologico che ad un certo punto genera un pozzo tra due tronchi di galleria suborizzontali chiaramente scavati ambedue a livello delle acque.

WALTER MAUCCI

E' inutile insistere che il fenomeno carsico, come qualunque altro fenomeno geomorfologico deve essere inteso nel senso dinamico ed evolutivo. Quello che noi possiamo fare è soltanto una fotografia di un istante di questo ciclo, di questa serie di sviluppi. Sulla base di questa fotografia noi potremmo tentare di ricostruire più o meno ipoteticamente i diversi fotogrammi precedenti e cercare di ipotizzare quali saranno i vari foto-

grammi seguenti. L'aspetto dinamico del fenomeno non deve assolutamente sfuggirci in nessun momento.

Ora vorrei dire che le modifiche, gli spostamenti del livello di base nel tempo, che ovviamente è la base di tutta la evoluzione morfologica di una regione carsica, sono effettivamente la causa principale di quelle che potrebbero essere le variazioni di tutto l'intero fenomeno della regione. Ma stiamo attenti, perchè queste variazioni del livello di base sono i due tipi di origine diversa.

Abbiamo sentito prima che tutte le variazioni sono collegate con l'evoluzione generale della regione e quindi potremmo avere fasi regressive e trasgressive, ma anche, nell'ipotesi che questa regione sia proprio stabile, cioè non si sollevi e non si abbassi, almeno per un certo periodo di tempo, possibili variazioni del livello di base carsico per l'evoluzione strettamente carsica e non solo geologica e geomorfologica della regione.

E' molto importante proprio questo secondo punto perchè le variazioni legate a tutta l'evoluzione di una regione sono importantissime e le trasformazioni e le variazioni che subentrano per virtù propria dei fenomeni carsici sono quelle che in particolar modo interessano e ci spiegano il meccanismo dei fenomeni carsici in generale.

Sarà molto difficile, anzi impossibile, generalizzare con delle leggi come si svolgono questi fenomeni e bisognerà quindi studiarli caso per caso. Ma alcuni principi fondamentali sono già noti ed altri potranno essere appurati col progredire della conoscenza.