

STATO DI EVOLUZIONE DI SINKHOLES IN ALCUNE AREE MONTANE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

BURELLI GIOVANNA*, **CLEVA SILVIA***, **CUCCHI FRANCO***,
OBERTI DI VALNERA SARA*

*Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Università degli Studi di Trieste

PREMESSA

Nel Friuli montano (figura 1) numerosi sono i fenomeni di dissesto innescati dalla dissoluzione di depositi evaporitici.

Con questo contributo ci si propone di valutare lo stato di evoluzione di alcuni sinkholes di indubbio interesse geomorfologico già descritti in letteratura e correlati dagli Autori alla presenza di rocce gessose nel sottosuolo (MARINELLI, 1897 e 1916; GORTANI, 1904 e 1965; CUCCHI & PIANO, 2002 e 2003).

Oggetto dello studio è in particolare un tratto di alcuni chilometri della Val Tagliamento, fra gli abitati di Ampezzo e di Enemonzo, dove sono frequenti i punti di assorbimento spesso associati a doline

di crollo, o meglio a doline alluvionali o di subsidenza¹, anche ampie e profonde che si aprono nei depositi cementati fluvio-glaciali recenti e nei depositi sciolti alluvionali attuali.

Per verificare lo stadio di evoluzione delle doline dell'Alta Val Tagliamento, consultata la ricca bibliografia in proposito ed in particolare le risultanze geologiche collegate ai Piani Regolatori Generali Comunali (PRGC), sono state preliminarmente analizzate le foto aeree più recenti disponibili presso il Servizio cartografico della Regione Friuli Venezia Giulia (voli del '77 e del '99), la cartografia tecnica e le ortofoto numeriche regionali (rispettivamente alla scala 1:5.000 e 1:10.000 per pixel di 10 x 10 m). Mediante le foto aeree si sono riconosciute le doline di maggiori dimensioni, è stato definito il loro sviluppo areale e si è stimata la profondità. L'analisi delle foto aeree non ha consentito il riconoscimento certo delle doline a minor sviluppo areale, alcune site fra l'altro in zone boschive o in aree utilizzate dall'uomo per colture e/o pascolo, e non si sono trovati riscontri di quelle poste in alveo o in sua prossimità.

Sono stati quindi necessari rilievi sul terreno, anche per verificare le segnalazioni e per analizzare sul posto lo stadio di evoluzione dei sinkholes.

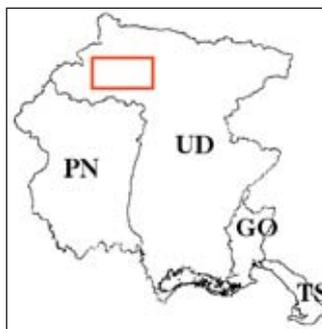


Fig. 1 - ubicazione dell'area di studio.

¹ Nel testo si fa riferimento, per quanto riguarda la terminologia, alle definizioni contenute in Castiglioni (1979, pagg. 222-227) che distingue le "doline di collasso o di crollo", che si formano per il crollo della volta di cavità carsiche, dalle "doline alluvionali", che si formano in materiali alluvionali (intesi come sciolti e quindi anche detritici) per dissoluzione subsuperficiale e/o crollo in rocce solubili sottostanti. Vengono anche distinte le "doline di subsidenza in roccia" che si formano in rocce non solubili, che poggiano su rocce solubili. Si tengono in considerazione anche Ford & Williams (1989) che usano il termine collapse per doline aperte in rocce su vuoto, suffosion per doline in terreni sciolti che poggiano su rocce solubili; subsidence per doline in rocce non solubili che poggiano su termini solubili.

1. CENNI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Il percorso montano del fiume Tagliamento è condizionato da una serie di linee tettoniche (Linea di Sauris, Linea dell'Alto Tagliamento, Linea M. Dof – M. Auda, per citarne le principali) su segmenti di alcune delle quali esso è decisamente impostato. Tutte le linee menzionate sono riconducibili a sovrascorrimenti di importanza regionale, a direzione E-W e sud-vergenti, che portano unità medio-triassiche a sormontare unità tardo-triassiche. A testimonianza di ciò fra Ampezzo ed Enemonzo si osserva in sinistra orografica la Dolomia dello Sciliar (Ladinico sup. – Carnico inf.) sovrascorrere sulle unità evaporitiche della Formazione di Raibl (Carnico). In destra orografica affiora invece la Formazione di Monticello (Carnico superiore–Norico inferiore), a testimonianza di un ulteriore sovrascorrimento dei termini ladinici su quelli norici, nascosto dal materasso alluvionale del fiume Tagliamento. Questo assetto strutturale a scaglie embriciate strutturate a ramp-flat, risultato della seconda fase della orogenesi Neoalpina (Langhiano-Tortoniano), è rappresentato da sovrascorrimenti sud-vergenti con i livelli di scollamento in corrispondenza delle facies evaporitiche. I termini affioranti (dal più antico al più recente) si presentano con le seguenti unità litostratigrafiche:

- Dolomia dello Sciliar (Ladinico superiore – Carnico inferiore): dolomia massiccia cristallina, con spessori variabili compresi tra 150 e 320 metri. Va considerata nel complesso poco permeabile per fratturazione.
- Formazione di Raibl (Carnico): comprensiva di una successione eterogenea in litologie e spessori, è presente in questa zona con prevalenti termini evaporitici: gessi saccaroidi con impurità marnose, dolomie e brecce cariate. Per quanto riguarda la permeabilità, anche se i gessi normalmente fungono da livello impermeabile, qui sono abbondantemente carsificati e quindi hanno elevata permeabilità in corrispondenza dei volumi disciolti. Le dolomie e le brecce sono da considerarsi generalmente impermeabili, possono presentare però una certa permeabilità per fratturazione.
- Formazione di Monticello (Carnico sup. – Norico inf.): dolomie e calcari alla base intercalate con livelli pelitici a volte ricchi di sostanza organica, con potenza che va da 100 a 500 metri. Sono da poco a mediamente permeabili quasi esclusivamente per fratturazione.
- Conglomerato del Tagliamento (Pleistocene s. l.): conglomerati poligenici ed eterometrici corrispondenti alle antiche alluvioni del fiume Tagliamento, con matrice sabbiosa e cemento carbonatico. Il letto ed il tetto dei depositi sono di natura erosiva, il tetto risulta localmente coperto da depositi morenici e da alluvioni recenti. La bassa permeabilità generale può risultare localmente medio-alta per fratturazione.
- Depositi morenici (Würmiano): materiali sciolti, localmente addensati, di dimensioni e litologia varia, disposti caoticamente. Prevalgono i ciottoli arrotondati immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa. Generalmente il valore di permeabilità è medio.
- Depositi alluvionali recenti (Olocene): costituiscono i terrazzi, alti dai 4 ai 15 metri, del fiume Tagliamento. Nella zona d'interesse hanno spessore notevole, sono poligenici ed eterometrici con abbondante matrice sabbiosa e risultano localmente addensati. Hanno elevata permeabilità.
- Depositi di versante (Olocene): estese fasce di detrito di falda a clasti prevalentemente dolomitici, caratterizzate da elevata permeabilità.
- Depositi alluvionali attuali (Olocene): materiali incoerenti, poligenici ed eterometrici, grossolani, caratterizzati da un elevatissimo grado di permeabilità.

Ad illustrazione delle caratteristiche litologiche e strutturali competenti al fondo della Alta Val Tagliamento nell'area considerata, si propone una ideale sezione schematica "tipo" (figura 2) trasversale all'incisione valliva. La Dolomia dello Sciliar del Ladinico sup.

- Carnico inf. sovrascorre sulle Dolomie Cariate e sui Gessi del Gruppo di Raibl (Carnico), che a loro volta si trovano in contatto tettonico al di sopra della Formazione di Monticello: la sezione valliva è così un'alternanza di scaglie tettoniche di gessi e dolomie.

La copertura quaternaria poggia su substrati pre-quaternari litologicamente diversi ed è composta da:

- Depositi di versante, talvolta interdigitati con depositi morenici sovrastanti i conglomerati poligenici pleistocenici che poggiano su gessi o su dolomie (A);
- Conglomerati poligenici pleistocenici che poggiano su gessi o su dolomie (B e C);

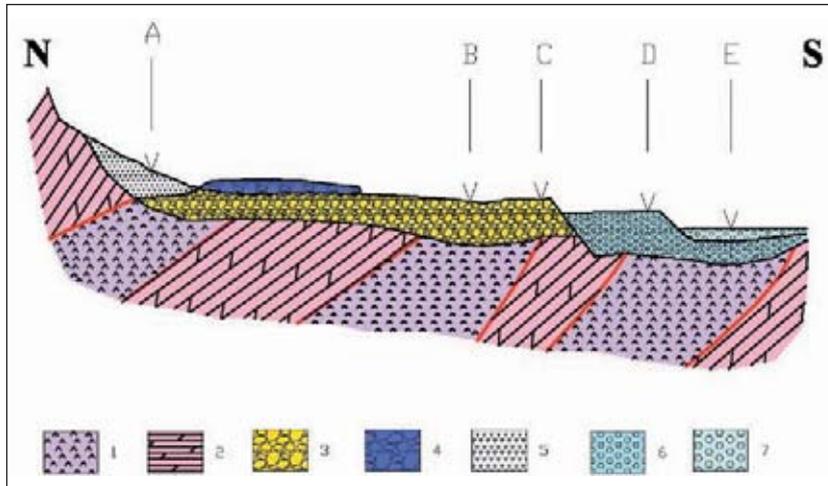


Fig. 2 - sezione schematica "tipo", trasversale all'incisione valliva.

1: gessi; 2: dolomia; 3: depositi morenici; 4: conglomerati poligenici; 5: detrito di versante; 6: alluvioni recenti; 7: alluvioni attuali.

- Alluvioni recenti terrazzate deposte direttamente su gessi o su dolomie o su conglomerati poligenici pleistocenici che a loro volta poggiano su gessi o su dolomie (D);
- Alluvioni attuali, poco potenti, deposte sulle alluvioni recenti sovrastanti gessi o dolomie (E);

Ove il substrato è evaporitico, la soluzione dei gessi induce fenomeni di sinkholes che hanno modello genetico ed evolutivo diverso in funzione della copertura quaternaria sovrastante; ove si hanno piani di sovrascorrimento o di faglia (alcuni sicuramente ad attività recente) alla soluzione "puntiforme" si uniscono condizionamenti lineari.²

2. I SINKHOLES

Nei depositi di versante poco a nord di Ampezzo ai piedi del Monte Pura, in località Casa Lut, addossati a dolomie compatte a stratificazione decimetrico-metrica, si aprono due depressioni (figura 3).

² Un grazie particolare al prof. G.B. Carulli per la disponibilità nel discutere con noi il testo e per il materiale bibliografico messo a disposizione.



Fig.3 - le due doline a NW di Ampezzo (su ortofoto e carta tecnica regionale alla scala 1:5.000).



Fig.4 - la dolina nel detrito di versante presso case Lut a NW di Ampezzo.

La minore e la più antropizzata, di queste “doline alluvionali”, ha forma rotondeggiante tipica delle doline di dissoluzione, con diametro di circa 130 m e profondità di 11 metri (figure 3 e 4). Sul fondo, al centro è visibile l’area leggermente depressa di assorbimento preferenziale; il versante presenta fenomeni di creep messi in evidenza dalla caratteristica uncinatura degli alberi. Se si escludono questi dissesti superficiali, la dolina risulta in una fase quiescente.

L’altra depressione, ubicata alcune centinaia di metri a NE, ha forma ellissoidale (circa 230 x 90 m) secondo un asse maggiore SW–NE parallelo al piede del versante (figure 3 e 5). Ha profondità di circa 30 metri, è doppiamente asimmetrica, con il fianco a monte acclive e quello a valle quasi verticale ed il fianco SW più dolce di quello NE; presenta un impluvio laterale da monte ed un punto di assorbimento preferenziale al piede del versante nord-orientale. Si tratta di una forma idrogeologicamente attiva ma sufficientemente stabile, con inghiottitoio efficiente.

Nei conglomerati poligenici pleistocenici si aprono “doline di crollo in roccia” per subsidenza e “doline di subsidenza in roccia” da circolari ad allungate.



Fig.5 - la dolina in detrito di versante a NE di case Ghes a NW di Ampezzo.

Le doline di crollo sono profonde, di dimensioni ridotte (area di Nonta), talora allineate (area di Viaso) (figure 6 e 7).

Fra le prime merita ricordare, subito a monte e a valle del Lago di Nonta, due doline di crollo già segnalate da GORTANI (1965) come doline alluvionali: entrambe sono impostate in conglomerati ben cementati a bancate nettamente stratificate. Quella più a nord è nota come Busa di Lavoret (ed è iscritta come “cavità a pozzo” con il n° 140/103FR nel Catasto Regionale delle Grotte del Friuli Venezia Giulia), è perfettamente circolare, ha un diametro di 38 m e una profondità di 14 m (foto 8); quella a sud ha un diametro di circa 36 m e una profondità di 15 m (foto 9).

La prima è il classico risultato di un fenomeno relativamente recente di sprofondamento per crollo di materiale rigido in un vuoto: le pareti sono subverticali e stabili, il fondo è invaso da massi di notevoli dimensioni. È una forma attiva nel senso che le pareti sono in fase di decompressione e probabilmente evolveranno con ribaltamenti: difficile è invece il suo approfondimento, in quanto il materiale di crollo ha sicuramente “dirottato” la soluzione dei gessi verso altri volumi.

La seconda ha invece forma leggermente allungata ed asimmetrica (ad asse SSW-NNE) e si potrebbe definire una dolina evoluta ad inghiottitoio: soprastante il punto di assorbimento attivo si ha una parete verticale in conglomerati fortemente alterati e cariati, i versanti laterali sono subverticali con i conglomerati subaffioranti, l'impluvio ha un'acclività di circa 40° ed è qua e là ricoperto da poca terra con blocchi di roccia. Ha oggi un bacino di alimentazione estremamente ridotto, ma un tempo doveva interagire con la vicina grande depressione del “Lago di Nonta” con un fianco della quale è allineata.



Fig. 6 - le due doline di crollo ed il “lago” in prossimità dell’abitato di Nonta (su ortofoto e carta tecnica regionale alla scala 1:5.000).

In prossimità dell'abitato di Viaso si è rinvenuta una depressione allungata, asimmetrica, risultato della coalescenza di due doline di crollo in roccia per subsidenza, allineate secondo una direzione E-W, oggi separate da una piccola sella ed evolute in una forma a pianta ellissoidale. Profonde più di 15 metri, sono forme attive ed in evoluzione, con i due inghiottitoi addossati a fianchi subverticali interessati da fenomeni di dissesto con una serie di fratture di trazione aperte, parallele e perpendicolari al versante, che preludono a ribaltamenti (figure 7 e 10).



Fig.7 - la depressione allungata in prossimità dell'abitato di Viaso (su ortofoto e carta tecnica regionale alla scala 1:5.000).



Fig.8 - la dolina di crollo a nord del Lago di Nonta nota come Bus di Lavoret.

Sempre nei conglomerati, si aprono altre depressioni più articolate, "doline di subsidenza" talora condizionate da lineamenti tettonici interessanti il substrato pre-pleistocenico.



Fig.9 - la dolina di crollo evoluta ad inghiottitoio a SE del lago di Nonta



Fig.10 - la depressione allungata in prossimità di Viaso.



Fig.11 - il Lago di Nonta (l'inghiottitoio è sulla destra).

In prossimità di Nonta si incontra il Lago omonimo (figure 6 e 11) (MOCCHIUTI, 2004; D'ANDREA E MUSCIO, 2004), forma depressa, allungata per circa 540 metri secondo WNW – ESE, larga 160 metri, profonda una dozzina. Presenta la tipica forma di un polje³, ed è posizionata in corrispondenza di una vicariante della Linea del Tagliamento (il più importante fra i lineamenti tettonici che condizionano la Val Tagliamento). Ad oggi il lago non è più attivo e l'inghiottitoio sito nell'angolo a nord est al piede di una parete verticale in conglomerati, assorbe interamente le acque raccolte dal bacino.

In prossimità dell'abitato di Preone (figura 12) si apre una piccola dolina circolare antropizzata di modesto sviluppo verticale e fianchi poco acclivi. E' una dolina di subsidenza, probabilmente aperta in conglomerati poco potenti sovrastanti gessi in fase di soluzione arealmente diffusa.

In prossimità della Madonna della Salute (figure 13 e 14 punto C), si sviluppa, con asse maggiore a direzione E-W, una dolina alluvionale "quiescente", in cui è ben evidente l'inghiottitoio che, più basso di due metri rispetto al fondo della dolina, si sviluppa per circa 15 m in direzione N-S.



Fig.12 - la dolina di subsidenza in prossimità dell'abitato di Preone (su ortofoto e carta tecnica regionale alla scala 1:5.000).



Fig. 13 - l'inghiottitoio della dolina presso la Madonna della Salute.

³ Si potrebbe quasi parlare di "polje di subsidenza"



Fig.14 - ubicazione delle doline rilevate e/o reperite in bibliografia nel comune di Enemonzo su ortofoto e carta tecnica regionale alla scala 1:10.000. Con un cerchio blu sono rappresentate le doline ubicate da GORTANI (1965); con il cerchio rosso gli sprofondamenti e con il triangolo rosso le doline segnalati nel PRGC del comune di Enemonzo (1999); in magenta le doline segnalate in Cucchi & Piano (2002).

Nei depositi alluvionali recenti ed attuali, la bibliografia riporta fenomeni di sprofondamento (figura 14) a partire dalla fine dell'800 (MARINELLI, 1897) anche se l'apice si registra negli anni '60 (GORTANI, 1965), in concomitanza alla sottrazione delle acque del Tagliamento per lo sfruttamento idroelettrico. In prossimità dell'abitato di Enemonzo e in corrispondenza dell'alveo del Tagliamento si sono verificati infatti negli anni '60-70 collassi, eccezionali per rapidità ed evidenza (figura 15), ripresi e riportati anche nel più recente PRGC (1999) come fenomeni di sprofondamento puntuali nell'abitato.



Fig.15 - la dolina alluvionale in prossimità di Enemonzo (Quinis) foto tratta da GORTANI (1965).

Il rilevamento non ha dato riscontro della maggior parte dei fenomeni riportati dalla letteratura, sia sul terrazzo a causa dell'influenza antropica all'interno e nei dintorni dell'abitato, sia in alveo a causa del trasporto solido del corso d'acqua.

Si sono riconosciute solamente due delle depressioni già segnalate (A e B in figura 14, figure 16 e 17): in entrambi i casi si tratta di forme in depositi alluvionali, stabilizzate (anche se si riconoscono i punti di assorbimento preferenziale), sottoposte a sfruttamento agricolo.



Fig.16 - dolina alluvionale (A in figura 14) in prossimità di Enemonzo.



Fig. 17 - dolina alluvionale (B in figura 14) in prossimità di Enemonzo.

La copertura alluvionale, talora interdigitata con quella detritica, è data da corpi lenticolari irregolari di ghiaie prevalenti su ghiaie sabbiose debolmente limose, più o meno addensate, potenti fino a una trentina di metri. Coprono un substrato gessoso, messo in luce anche da alcuni dei numerosi sondaggi eseguiti nell'area, interessato da doline, valleciole cieche, forre.

Precipitazioni e acque di falda originano scorrimenti sui gessi a confluire nelle doline-inghiottitoio o negli inghiottitoi ubicati lungo le linee di deflusso preferenziale: tutto ciò porta alla genesi di sprofondamenti e/o avvallamenti superficiali (doline di subsidenza). Altre volte le depressioni generatesi nel substrato gessoso creano nei depositi alluvionali lenti "allentamenti" e vuoti nelle alluvioni stesse in corrispondenza dei livelli meno addensati: il cedimento degli strati addensati sovrastanti porta poi alla genesi di doline alluvionali "di crollo". È evidente che sono le variazioni del regime delle acque ed il loro movimento i principali imputati dei dissesti.

BIBLIOGRAFIA

- CASTIGLIONI G.B. (1979) - Geomorfologia. Edizioni Utet, 222-227, 1979.
- CUCCHI F., PIANO C. (2002) - Ipercarsismo superficiale e sepolto nelle evaporiti del Friuli-Venezia-Giulia. In: Le voragini catastrofiche, un nuovo problema per la Toscana, Edizioni Regione Toscana, 35-46, 2002.
- CUCCHI F., PIANO C. (2003) - Inquadramento geografico e geologico dei gessi in Italia. In: Madonia G., Forti P. (a cura di): Parte prima - Generalità: Le aree carsiche gessose d'Italia, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II. vol. **XIV**, 17-26, Bologna 2003.
- CUCCHI F., PIANO C. (2003) - Friuli-Venezia Giulia. In: Madonia G., Forti P. (a cura di): Parte seconda - Il carsismo nei gessi delle regioni italiane: Le aree carsiche gessose d'Italia, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II. vol. **XIV**, 149-150, Bologna 2003.
- D'ANDREA A., MUSCIO G. (2004) - L'Alta Val Tagliamento. In: Muscio G. (a cura di): Il fenomeno carsico delle Alpi Carniche, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, vol. **XV**, 121-126, 2004.
- GORTANI M. (1904) - Una dolina di sprofondamento presso Treppo Carnico. Mondo Sott., 1 (2): 40-41, Udine sett. 1904.
- GORTANI M. (1965) - Le doline alluvionali. In: Natura e Montagna. S.2, V (3): 120-128, Bologna 1965.
- MARINELLI O. (1897) - Fenomeni di tipo carsico nei terrazzi alluvionali della Valle del Tagliamento. In: Studi orografici nelle Alpi orientali, Mem. Soc. Geogr. It., VIII (2): 415-419, Roma 1898.

- MARINELLI O. (1916) - La Nuova dolina di sprofondamento di Auronzo. Mondo Sott., **13** (4/6): 1112-116, Udine lug. - dic. 1916.
- MENEGON E., PITTINO P., STEFANELLI N. (1999) - Studio geologico per il Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Enemonzo, Provincia di Udine. Gennaio 1999.
- MOCCHIUTTI A. (2004) - Le cavità nelle rocce non calcaree della Carnia. In: Muscio G. (a cura di): Il fenomeno carsico delle Alpi Carniche, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s.II, vol. **XV**, 173-175, 2004.
- FORD D., WILLIAMS P. (1989) - Karst geomorphology and Hydrology. Unwin Hyman, 396-399, 1989.