

Michele Motta

Karst Microforms
Recognition and classification

Copyright © 2017 by Motta Michele

All rights reserved. This book or any portion thereof may not be reproduced or used in any manner whatsoever without the express written permission of the publisher except for the use of brief quotations in a book review or scholarly journal.

First printing: 2017

ISBN 978-1-326-56997-6

Motta Michele
Via Valperga Caluso 35
Torino, Italy 10141

www.unito.it

Introduction

You can find in this handbook:

- the Italian, English, French and German names of karst microforms on calcareous rocks and other soluble rocks (the symbol – means that the name is absent, in its place you can use foreign languages);
- the geomorphologic (or climatic) distribution, the geographic distribution and the presence in NW Italy, (i.e. in temperate and alpine karst);
- the typical genesis;
- the microforms of soluble rocks which have similar look.

List of abbreviations.

- p.p. (pro parte): in this language, the name is used also for a different microform, and so, if you want indicate exactly the microform, it is better that you use another name or a foreign name.
- s.s. (stricto sensu): the name is used also for the general kind of the microform.
- l.s. (lato sensu): the name is used also in particular for a specific kind of the microform and, if you want indicate exactly the microform, it is better that you use another name or a foreign name.
- °: the name is more proper for the rock.
- *: the name is more proper for the genetic process.

Anyone can send photo of a new or unknown microform; anyone can report new sites, inaccuracies of the text, synonyms... to michele.motta@unito.it

Introduzione

Questo manuale elenca:

- i nomi comunemente usati per le microforme carsiche epigee su rocce carbonatiche, con equivalenti inglesi, francesi, tedeschi (quando compare il simbolo - in quella lingua si impiega un termine delle altre lingue) e di altre lingue significative;
- diffusione nei vari ambienti carsici e nel mondo;
- principali località segnalate in letteratura, e località dove sono osservabili in Piemonte;
- forme convergenti osservabili in rocce carsificabili.

Abbreviazioni usate.

p.p. (pro parte) = termine che in quella lingua è usato anche per definire microforme di altri tipi; se si vuole indicare esattamente la forma, è meglio usare sinonimi (se ci sono) o il termine corrispondente in lingua straniera.

s.s. (stricto sensu) = termine che è usato anche per definire il gruppo generale di microforme cui appartiene la microforma in questione.

l.s. (lato sensu) inverso di s.s. Se si vuole indicare esattamente la forma, è meglio usare sinonimi (se ci sono) o il termine corrispondente in lingua straniera.

° = nome più propriamente pertinente per la particolare roccia associata alla microforma.

* = nome più propriamente di significato genetico.

Chiunque desidera può inviare foto di microforme nuove o segnalare nuove località, imprecisioni del testo, sinonimi, ecc., a: michele.motta@unito.it

Karst microforms / *Microforme carsiche epigee* / **Lapiés** / **Karrentypen**

1) Free karren (Unmantled karst, Bare karst*, Naked karst*) / *Karren liberi* (*Carso nudo**) / **Karst nu***, **Karst exposé*** / **Nacheiszeitliche Karstformen, Freie Karren (Nachertkarst*, Oberflächlicher nackter Karst* Wiederaufgedeckter Karst*)**

Water flowing unhindered over the rock surface. Some naked karsts grow beneath a temporary cover of snow (so-called *nival karst*) or water.

1.1) Solution by turbulent flows of unsaturated water / *Soluzione ad opera di flussi turbolenti di acqua insatura*

These microforms are formed when water runs down along a rock surface, so causing dissolving the rock. Karren can be on any soluble rock like limestone, dolomite or gypsum. The water always takes the direction of the steepest slope. When solution of the surface forms a shallow furrow in this direction, a bigger amount of water flows into the furrow. Finally the whole surface is drained through karren.

1.1.1) *Winding channels, Meandering channels or karren* / Solchi a doccia meandriiformi / **Lapiés à méandres** / **Mäanderkarren**

These are small grooves cut directly into rock surface. Generally wide and deep few centimetres. Their size remains the same or decreases downslope and usually exhibit small meanders with typical undercut sides and slip-off slopes. They frequently appear in the bottom of larger grooves, such as rinnenkarren.

Distribution: everywhere. In bibliography: Alps, Pirenei, Lancashire (GB).

Normal origin: by turbulent runoff on a slab gently tilted, without joints.

Diffusione: superfici suborizzontali. Alpi, Pirenei, Lancashire (GB). In Piemonte sui calcari pelagici giurassici del M. Cros (Valle Gesso) e del M. Mongioie (Alta Val Tanaro), calcari dolomitici del Marguareis.

Genesi tipica: deflusso turbolento e abbondante di acqua di scorrimento superficiale su superfici suborizzontali non fratturate.

1.1.2) *Solution runnels or grooves, Flat-bottomed grooves* / Solchi o Karren a doccia, Docce di dissoluzione / **Rigoles, Lapiés à rigoles** / **Rinnenkarren, Regenrinnenkarren¹, Hohlkarren** (undercut karren)

They are flat-bottomed grooves of several centimetres long.

Distribution: They are found in all climates. In arid zones, they exist as relics of the past when the climate was wetter. In bibliography: Alps, Ligury Apennines, Sirente-Velino National Park (I), Slovenia, Sarawak, Fitzroy (Patagonia).

Normal origin: by slow flux of water CO₂-rich (organic origin), linking one another rock basins, rainpits (decantation runnels) or cups (as defined by Wilford & Wall, 1965); rills arriving from networks of karst channels. Solution grooves develop where runoff water is collected in streams. If the whole surface is moistened, the amount of water increases downwards with the result that the grooves are deepened and widened at the bottom. This distinguishes them from other similar forms. When the slope is slight they are wavy, but become straighter with increasing inclination.

The undercut karren have been transformed by humus filling, because their side walls are been hollowed by biogenic CO₂

Diffusione: superfici poco inclinate. Alpi, Appennino ligure, Parco Sirente-Velino, Slovenia, Sarawak, Fitzroy (Patagonia). In Piemonte: Andonno, Valle Gesso, calcari giurassici del Marguareis, M. Mongioie. Sono anche le forme più comuni nei gessi, specialmente quelli microcristallini

¹ V-förmig als U-förmig.

Genesi tipica: lento deflusso di acqua arricchita di CO₂ di origine biologica, collegante kamenitzę o conchette di corrosione (cups: Wilford & Wall, 1965); flussi incanalati da scannellature a reticolo idrografico.

1.1.3) *Wall karren* / Solchi di parete isolati, Canalette / **Lapiés de parois** / **Wandkarren** p.p.

They are found on vertical walls, as a result of water flowing down the walls without any area-wide moistening, although area-wide sprinkling occasionally influences their development.

Distribution: They are found in all climates.

Normal origin: Runoff from temporary resurgences, after the rain.

Similar microforms: karst crevices (1.5.4), bedding grikes (1.5.5.2), half-pits.

Diffusione: pareti verticali delle Alpi. In Piemonte: Alta Val Tanaro, Andonno (Valle Gesso), Bec Curnalet (Val Grande, Vernante). Presenti anche all'imbocco degli inghiottitoi in gessi, dove sono profondi sino a 1 m e lunghi sino a 10 m, e sono dette candele (Romagna, Bolognese, Sorbas in Spagna).

Forme convergenti: crepacci carsici (1.5.4), cavità d'interstrato in stratificazioni subverticali (1.5.5), half-pits (forme ipogee derivanti dall'esumazione del fianco di pozzi).

Genesi tipica: deflusso da punti di risorgenza di falde temporanee attive dopo le precipitazioni.



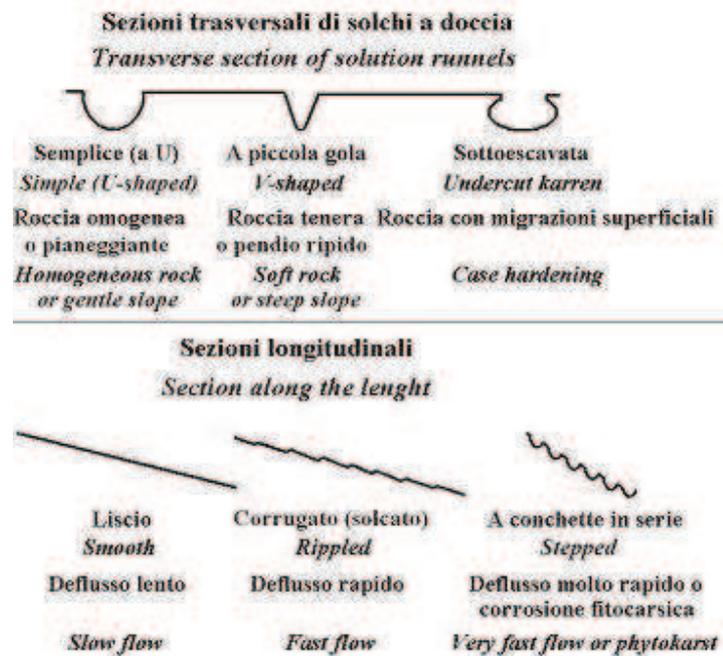
Undercut meandering karrens that go down to a solution pan. Limestone pavement made of “Pietra di Finale” (miocenic limestone). Liguria. Altitude of 300 m a.s.l. Width of the photo about 0.6 m.

Solchi a doccia meandriiformi e sottoescavati (in basso) che convergono in una kamenitzę, su una superficie di strato. Calcarea bioclastico miocenico. Finalese (Liguria). Larghezza della foto: circa 60 cm.



Solution runnels (V-shaped) in gypsum. Col du Mont-Cenis (F).

Solchi a doccia nei gessi. Colle del Moncenisio (F).





Solution groove U-shaped that ends in a solution pan, which is man-widened. Limestone pavement made of “Pietra di Finale” (Miocene limestone). Ligury, 300 m a.s.l. Width of the photo: about 0.9 m.

Solco a doccia (a U) che confluisce in una kamenitzja allargata artificialmente dagli uomini preistorici. Calcere bioclastico miocenico. Ciappo delle Conche, Finale Ligure, 300 m s.l.m. Larghezza della foto: circa 90 cm.



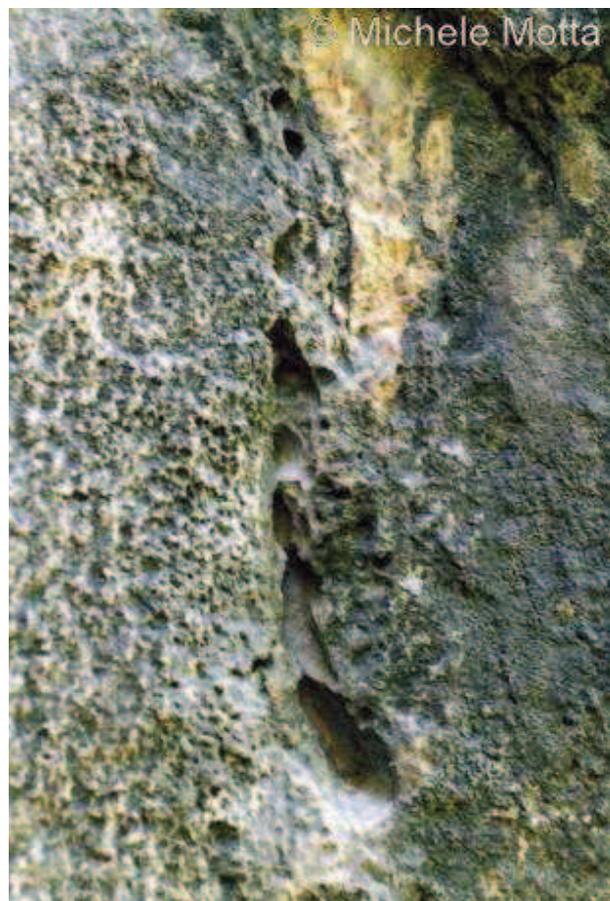
Solution runnels (on the right stepped), which receive the water that go down from firstkarrens and pits. Trias limestone of Muzzerone Mt., Ligury. Altitude of 200 m a.s.l.

Solchi a doccia (a destra visibilmente a conchette in serie) che raccolgono l'acqua defluente da scannellature e gocce, visti dall'alto. Calcere micritico triassico. M. Muzzerone, Portovenere (Liguria).



V-shaped solution runnels. Trias limestone, Maira Springs, Western Alps.

Solchi a doccia a V. Calcare micritico. Sorgenti della Maira.



Stepped wall karren, which go down from a resurgence, active after heavy rains. The name of these steps is cups, according Wilford & Wall (1965). Tertiary limestone of Bec Curnalet, Grande Valley of Vernante (Western Alps). Altitude of 1100 m a.s.l. Width of the photo about 0.4 m.

Solco di parete isolato, formato in corrispondenza di un punto di risorgenza attivo dopo forti precipitazioni. Le conchette di questi solchi sono dette cups (Wilford & Wall, 1965). Calcare nummulitico. Bec Curnalet, Val Grande (Vernante). Larghezza della foto: circa 40 cm.



Wall karrens on a pitted wall. Jurassic limestone of Andonno, Gesso Valley (Western Alps). Altitude of 900 m a.s.l. Width of the photo about 4 m.

Solchi di parete isolati sulla parte di una parete a gocce in cui cola maggiormente l'acqua dopo i temporali. Calcare pelagico. Andonno, Valle Gesso. Larghezza della foto: circa 4 m.

1.2) Corrosion by water, laminar flow / *Forme dovute alla corrosione per acqua in flusso laminare*

Nival karst / Corrosione da acqua di fusione nivale

1.2.1) *Heel-print karrens, Horseshoe shaped stepped structures* / Karren a impronte di passi / **Lapiés à empreintes de pas** / **Trittkarren**

They resemble to a heel imprint.

Distribution: they are common in cold climates.

Normal origin: Trittkarren appear and are of subnival origin. They are nearly connected with subhorizontal, adjacent, flat plains, and they migrate to upslope by cutting 'steps' through the process of retrogressive corrosion. The semicircular form is preserved by the 'horseshoe falls effect' which concentrates the main amount of water on the innermost part of the heel-print. At the upper rim, the water gains speed. The thickness of the film of water is indirectly proportional to the speed of the flow. A higher rate of flow results in a greater effectiveness of fresh precipitations added to the flow on the ground, but it also causes the diffusion of atmospheric CO₂ and more extensive corrosion. Most Trittkarren originate at the rim of a grike lying below, and have moved upward to the surface through retrogressive corrosion.

Diffusione: climi freddi. Gattalp (Alpi), Moncodeno (Lombardia), Norvegia, Polonia. Forse assenti in Piemonte.

1.2.1.1) *Niche-like heel-print karrens* / Imbuti / - / **Trichterkarren**

They are at the base of steep slopes where the snow collects, nearly funnel-shaped.

Similar microforms: solution pits (1.4.1).

Forme convergenti: gocce (1.4.1).

1.2.1.2) *Stepped karrens, Solution levels* / Impronte di tallone o di passi, Spianate di soluzione / - / **Ausgleichsfläche**

Similar microforms: rock basins (1.3.2).

Forme convergenti (nel carso nudo): conchette di corrosione (1.3.2).

1.2.2) - / Karren a punte / - / -

Distribution: flat surfaces of Canada.

Normal origin: perhaps these forms come from a growth of a heel-print karren.

Diffusione: superfici pianeggianti. Canada. Assenti in Piemonte.

Genesi tipica: forme residuali derivanti probabilmente dal forte sviluppo di karren a impronte di passi

Dissolution because of fresh meteoric water / Corrosione da acqua di pioggia

1.2.3) *Sharp-ridged grooves, Karst (shallow) channels, Mikrokarrens p.p., Firstkarrens / Scannellature / Cannelures p.p. / Firstkarren, Firstrillenkarren, Kannelierungen*

Usually in temperate climates the depth is 5-10 mm, the length is 5-50 cm (> 1 m in tropical climate).

Distribution: They are found in all climates.

Normal origin: Dissolution action of fresh meteoric water, when the rainwater is enough for runoff, and the rocks are poorly jointed.

Similar microforms: solution flutes (1.5.2, same size), solution runnels (1.1.2) and solution flutes (1.2.4, larger). Greatest size of 1.2.3: 2-4 cm.

Diffusione: le forme ramificate sono tipiche dei calcari puri, su superfici mediamente inclinate anche di limitata estensione; le forme a solchi paralleli sono tipiche delle superfici più inclinate (forme di transizione con i solchi di parete paralleli) e diffuse anche sui calcari arenacei e dolomitici. Alpi, Prealpi Venete, M. Coppello (Parco dell'Aveto), Pirenei, Carso, Nuovo Galles del Sud. In Piemonte: Andorno (Valle Gesso), Alta Val Tanaro. Presenti anche nei gessi dell'Harz (D)

Genesi tipica: azione acida dell'acqua di pioggia defluente in quantità sufficiente a organizzarsi in rivoli, su rocce poco fratturate.

Forme convergenti: graffi (1.5.2), aventi stesse dimensioni; solchi a doccia (1.1.2) e solchi di parete paralleli (1.2.4), normalmente più grandi. Lunghezza massima delle scannellature: 2-4 cm. Normalmente in Europa la profondità è di 5-10 mm, la lunghezza di 5 - 50 cm (> 1 m ai tropici).

Pattern classification according to Perna & Sauro (1976, 1978) / Sottotipi di scannellature secondo Perna & Sauro (1976, 1978)

1.2.3.1) comb arrangement / a pettine;

1.2.3.2) feather arrangement / a penna;

1.2.3.3) convergent bundles (similar to a hydrographic pattern) / a fasci convergenti, a reticolo idrografico;

1.2.3.4) diverging bundles / a fasci divergenti;

1.2.3.5) island arrangement / a isola.

1.2.4) *Sub-parallel runnels, Solution flutes p.p. / Solchi di parete paralleli, Lapiaz di parete, Cannelure, Karren a denti di sega, Lame dentate / Lapiés en cannelures, Cannelures, Canneloures / Rillenkarren, Wandkarren p.p., Karrendorne*

Shallow channels separated by sharp ridges at 2-3 centimeters apart one another.

Distribution: They are found in all climates.

Normal origin: Dissolution action of water that speeds up along a slope change.

Solution flutes are only in places where fresh unspent precipitation is active and they end where the water attains too high a content of lime or where water is added. Their length increases with slope, temperature and rainfall; eventually reaching 1 m and more in the tropics, up to 50 cm and, as an exception, 100 cm in the Alps. Their width extends from 1 to 3 cm. They lie together in rows with no space between, with sharp intermediary ridges of no more than 1 cm in height. They increase at all freely exposed peaks and ridges where fresh rainwater is at work alone. The grooves gradually flatten out to a smooth surface.

Similar microforms: Karst crevices (1.5.4), bedding grikes (1.5.5.2), half-pits (exhumed microform of cave)

Diffusione: tipicamente alla zona di transizione fra superfici molto inclinate e muri verticali o strapiombanti. Vercors, Verdon, Briançonnais, Finalese, Moncodeno, Parco Sirente-Velino (Pan di Zucchero), Dachstein. In Piemonte: M. Mongioie (Alta Val Tanaro), Curnalet e Vallone di S. Giovanni (Val Vermenagna).

Genesi tipica: corrosione ad opera di acqua aggressiva in accelerazione lungo un cambiamento di pendenza.

Forme convergenti: crepacci carsici (1.5.4), cavità d'interstrato in stratificazioni subverticali (1.5.5.2), half-pits (forme ipogee derivanti dall'esumazione del fianco di pozzi).

Condensation corrosion / Corrosione da acqua di condensazione e rugiada

1.2.5) *Young solution karrens, Rills, Microkarrens p.p. / Solchi embrionali / Micro-cannelures, Vermiculures / Rillensteine p.p.*

The microkarrens are very small channels, commonly of 1–3 mm wide; parallel, convergent or randomly intersecting on a limestone surface.

Distribution: Though they are in all climatic regions, they are most conspicuous in foggy deserts (Atacama, Namib), and in overhanging big face environments (Alps), where dissolutional processes are minimal and very slow. The random patterns of some microkarren may be the effect of condensation water.

Normal origin: Dew condensation or runoff after the slow bringing of water because of drizzling or snow melting.

Similar microforms: Microkarrens (1.5.1 and 1.2.3).

Diffusione: tipici dei deserti nebbiosi (Atacama, Namib) e delle superfici di giovane età. In Piemonte: numerose pareti di modellamento glaciale, come la Parete delle Striature Nere, l'Orrido di Foresto (Valle di Susa), Ara (M. Fenera, Valle Sesia). Presenti anche su diversi monumenti e manufatti in marmo cittadini. Presenti anche nella selenite (CaSO₄) del New Mexico.

Genesi tipica: condensazione della rugiada (o lento e uniforme apporto d'acqua come nelle precipitazioni piovigginose e nella fusione del manto nevoso) e scorrimento sulla superficie.

Forme convergenti: micrograffi (1.5.1), scannellature (1.2.3). Larghezza tipica dei solchi embrionali: circa 1-3 mm.



Left: Niche-like heel-print karrens, on a limestone. Moncodeno, Central Alps (I). Right: Stepped karrens, Canada.

A sinistra: Imbuti. Calcari bioermali. Moncodeno. Da Bini & Pellegrini (1998). A destra: Impronte di tallone. Canada. Da <http://www.caving.ab.ca.jpg>.



Karren a punte. Left: from Canada. <http://www.caving.ab.ca.jpg>. Right: Moncenisio Pass, Western Alps (F).



Firstkarrens of less than 10,000 years, on a marble of Susa Valley, Foresto (Western Alps, I).
Scannellature di meno di 10.000 anni. Marmo Bianco di Foresto, Valle Susa.



Sharp-ridged grooves with comb arrangement. Paleocene limestone of Bec Curnalet, Grande Valley of Vernante. Width of the photo: about 12 cm. Altitude of 1100 m a.s.l.

Scannellature a pettine. Calcare nummulitico. Bec Curnalet, Val Vermenagna. Larghezza della foto: circa 12 cm.



Sharp-ridged grooves with feather arrangement on biosparite of the Carso (I).

Scannellature a penna. Calcare bioemale. Carso. Da <http://www.flickr.com/photos/medioman/1798217141/>, 28.04.08



Sharp-ridged grooves in convergent bundles on Miocene biosparudite (“Pietra di Finale”) of the Manie Plateau (Liguria, I). Altitude of 300 m a.s.l.

Nei calcari bioclastici le scannellature (qui del tipo a reticolo idrografico) sono rare, essendo normalmente più rapido lo sviluppo di forme fitocarsiche. Pietra di Finale, Altopiano delle Manie (Liguria).



Sharp-ridged grooves in convergent bundles on Trias limestone of the Muzzerone Mt. (Liguria, I). Altitude of 200 m a.s.l. The calcareous rocks of alpine Trias are much fractured, and so the sharp-ridged grooves are uncommon, while the solution flutes are ordinary.

Scannellature a reticolo idrografico. Calcarea micritico triassico. Nei calcari triassici italiani, generalmente molto fratturati, le scannellature sono rare e sostituite dai graffi: nella foto un blocco di roccia particolarmente compatta che fa eccezione. M. Muzzerone, Portovenere (Liguria).



a



b

Sharp-ridged grooves in convergent bundles. a: Toirano (Ligurian Alps, I), 120 m a.s.l. b: Paklenica (HR). 500 m a.s.l.

Scannellature in fasci convergenti. a: Toirano, SV. b: Anica Kuk, Pakleniza (HR).



Sharp-ridged grooves in convergent bundles and solution runnels on limestone. Cala Gonone, (Sardinia, I). Altitude of 20 m a.s.l.

Scannellature e solchi a doccia che formano un minuscolo reticolo idrografico a creste affilate. Cala Gonone, Sardegna.



Sharp-ridged grooves in diverging bundles upstream of sub-parallel runnels, on a Jurassic limestone of the Rocher de Presles, Vercors (F). Typical aspect of the upper part of an overhanging wall. Width of the photo: about 1 m.

Scannellature a fasci divergenti che convogliano l'acqua a solchi di parete (viste dall'alto). Situazione tipica dell'orlo superiore delle pareti strapiombanti di calcare poco fratturato. Rocher de Presles, Vercors (Francia). Larghezza della foto: circa 1 m.



Sharp-ridged grooves with island arrangement, on a biorudite of Carso (I).

Scannellature a isola. Calcare bioermale. Carso italiano. Da <http://www.flickr.com/photos/medioman/494022850/>, 27.04.08.



Sub-parallel runnels on Miocene limestone of Rian Cornei, Liguria (I). Altitude 200 m a.s.l.

Solchi di parete paralleli. Calcare bioclastico miocenico. Parete dell'Eco, Rian Cornei (Liguria).



Sub-parallel runnels on a Jurassic limestone of Rocher de Presles, Vercors (F). Altitude of 800 m a.s.l. Width of the photo: about 1.2 m.

Solchi di parete paralleli. Sommità del Rocher de Presles, Vercors (Francia). Larghezza della foto: circa 1,2 m.



Sub-parallel runnels, Paklenica (HR). Altitude of 100 m a.s.l.
Solchi di parete paralleli. Pakleniza (HR).



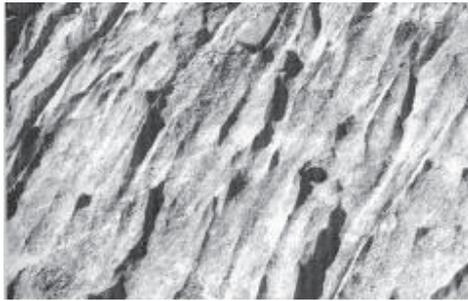
On the biosparudite the sub-parallel runnels are less common of phytokarstic microforms, and frequently they are pitted. Manie Plateau. Altitude of 300 m a.s.l. Width of the photo: about 1 m.

I solchi di parete sui calcari bioclastici sono molto meno comuni delle forme fitokarsiche, e sovente parzialmente rimodellati da alveoli. Calcare bioclastico miocenico. Altopiano delle Manie (Liguria). Larghezza della foto: circa 1 m.



Sub-parallel runnels on a block (1.5 m wide) of Paleocene limestone (Bec Curnalet, Grande Valley of Vernante, I). On the intervening ridges lie sharp-ridged grooves in diverging bundles.

Solchi di parete su masso di crollo, in cui negli spazi fra i solchi si sono sviluppate scannellature divergenti. Calcare nummulitico. Curnalet (Vernante). Larghezza del blocco: circa 1,5 m.



“Karren a denti di sega” (sub-parallel runnels) on a biotite of Moncodeno (Central Alps, I).

Karren a denti di sega. Calcari bioermali. Moncodeno. Da Bini & Pellegrini (1998).



“Karrendorne” (sub-parallel runnels) on a Dachstein limestone (90.6 - 99.8% of CaCO_3) of Tennengebirge (Toussaint, 1980).

“Karrendorne” (karren a denti di sega) nel calcare molto puro del Dachstein, Tennengebirge.



Young solution karren, on the dolomitic pebbles (4-6 cm long) of a till exposed to corrosion since 1950 (Galambra Glacier, Western Alps, 2900 m a.s.l.).

Solchi embrionali. Ciottoli di till (lunghi 4-6 cm) in dolomie triassiche, depositati dal ghiacciaio Galambra attorno al 1950. Valle Susa.

Precipitation / Accumulo

Organ pipes, shawls and draperies can overcome the size of microforms; they are also in caves, but the underground forms have smooth surfaces, due to missing of the algae corrosion.

Canne d'organo, cortine stalattitiche e vele possono superare il limite dimensionale delle microforme, e esistono anche come microforme ipogee, ma in tal caso sono tipicamente lisce in superficie, mancando l'azione delle alghe endolitiche.

1.2.6 Crusts (Case hardening*), Shawls p.p. / Croste travertinose / Encroûtements de surface, Croûtes calcaires / Tropfstein° p.p.

Distribution: everywhere on sun-dried walls.

Normal origin: precipitation on the rock surface or case hardening, especially where the water flows occasionally. The endolithic algae and/or the crustose lichens are involved in the process.

Diffusione: tipiche dei climi in cui sono frequenti forti temporali seguiti da forte insolazione. Abbondanti in Piemonte su tutte le pareti carbonatiche esposte al sole.

Genesi tipica: deposizione o micromigrazioni, specie dove scorre acqua da risorgenze. Sono considerabili anche forme fitocarsiche, per l'importante ruolo svolto da alghe e licheni crostosi epilitici nella loro genesi.

1.2.7) *Organ pipes (Dripstone°)* / Canne d'organo / **Pendeloques, Colonnets / Sinterfahne, Sintersäulen**

Distribution: everywhere on sunny crags, especially in temperate and tropical climates.

Normal origin: evaporation of dripping water on a sunny overhanging wall.

Diffusione: tipiche dei climi in cui sono frequenti forti temporali seguiti da forte insolazione. Finalese (Liguria occidentale), Rodellar, Sadernes (Pirenei), Attica (Grecia), Thailandia. In Piemonte: Andonno, Valle Gesso; Val Tanarello, Val Pennavaira, Valle Grande (Vernante).

Genesi tipica: lento deflusso di acque, rese soppresature dall'evaporazione, lungo pareti assolate.

1.2.8) *Shawls p.p. (Simple triangular-shaped curtain sheet)* / Cortine p.p., Drappeggi p.p. / - / -

Distribution: warm temperate and tropical climates, on sun-dried crags.

Normal origin: evaporation of dripping water on sunny overhanging walls.

Diffusione: tipiche dei climi temperati caldi e tropicali. In Italia il limite settentrionale è circa fra Liguria e Piemonte.

Genesi tipica: abbondante deflusso di acque, rese fortemente soppresature dall'evaporazione, lungo pareti assolate.

1.2.9) *Tropical tufa curtains, Drapery, Drip karrens, Bacon°, Blanket°, Stalactite curtains / Vele / Voiles calcitiques, Draperies de stalactites / Sintervorang*

They are sinuous and thin sheets of dripstone formed on the walls or behind dripping water.

The drapery, or curtain, is a thin sheet of dripstone, or a wavy sheet of flowstone hanging from a rock wall. Bacon is a thin, elongated, translucent flowstone with parallel colored bands that is on or projecting from overhanging walls. Blanket is a thick layer of dripstone, not translucent.

Distribution: tropical climates.

Normal origin: Frequent and strong drip on the lower part of sun-dried rocky bars or tsingy

Diffusione: tipiche dei climi tropicali. Segnalate anche in Verdon (Francia) e a Rocca della Basura (Val Pennavaira, Liguria). In Piemonte probabilmente assenti.

Genesi tipica: abbondante deflusso di acque rese fortemente soppresature dall'evaporazione alla base di pareti assolate.

1.2.10) *Vermiculations / Vermicolazioni / - / Tropfstein° p.p.*

It is a pattern of thin, worm-shaped coatings of clay or silt, on a wall.

Distribution: everywhere on sun-dried walls.

Normal origin: CaCO₃ precipitation from a laminar flux of sursaturated muddy waters.

Diffusione: pareti su cui cola mondmilch o acqua fangosa. Abbondanti in Piemonte su tutte le pareti carbonatiche solatie.

Genesi tipica: deposizione chimica di carbonato contemporanea al lento scorrimento di materiale fangoso.

1.2.11) *Splash cups / - / - / -*

It is the shallow concavity in the top of a stalagmite.

Distribution: everywhere, but rarely outside of a cave.

Normal origin: erosive effect of drip on a few stalagmites.

Diffusione: ovunque, ma raro fuori dell'ambiente di grotta (più comune in climi tropicali).

Genesi tipica: effetto erosivo della caduta di gocce su alcune stalagmiti.



The colour of organ pipes in the esokarst is typically grey – pale blue, because of endolithic algae. Sadernes (E). Width of the photo: about 5 m.

Canne d'organo epigee col tipico colore grigio o grigio-azzurro, dato dalle alghe endolitiche. Sadernes, Pirenei. Larghezza della foto: circa 5 m.



Crust on overhanging wall with commonly dripping, at Bec Curnalet (Vermenagna Valley, I), detail (a) and whole (b). Altitude of 1200 m a.s.l.

Crosta travertinoso in formazione (a), sulla parete strapiombante (b) del Curnalet (Val Vermenagna).



CaCO₃ precipitation on crust of lichens. Red Wall, Pennavaira Valley (Western Alps). Altitude of 800 m a.s.l. Width of the photo: about 1.2 m.

Licheni crostosi epilitici in via di trasformazione in crosta calcarea. Alto, Val Pennavaira. Larghezza della foto: circa 1,2 m



Organ pipes those are long more than 25 m. Red Wall, Pennavaira Valley (Western Alps). Altitude of 800 m a.s.l.
Canne d'organo lunghe più di 25 m. Muro Rosso, Alto, Val Pennavaira.



Organ pipe that is high about 1 m, Grande Valley of Vernante (Western Alps, I).

Canna d'organo alta circa un metro. Valle Grande (Vernante, CN).



Organ pipe that down becomes a drapery. Basura Rock, Pennavaira Valley (Liguria, Western Alps). Width of the photo: about 4 m.

Canna d'organo che in basso si prolunga in una cortina stalattitica. Rocca della Basura, Nasino (Val Pennavaira, SV). Larghezza della foto: circa 4 m.



Shawls within a recesses at foot (2.1.5), at the foot of S. Pietro dei Monti Big Wall (Toirano, Western Alps). Altitude of 300 m a.s.l.

Cortine al piede di una parete rocciosa di calcare dolomitico triassico. Paretone di Toirano (Liguria).



In Tower Karst, drip karrens and organ pipes are typical of solution notches. Okinawa Island, (J), at intertidal altitude.
Vele e canne d'organo sono tipiche degli strapiombi basali del carso a torri. Okinawa (Giappone).



Left: Drip karren of 2 m high. Basura Rock, Pennavaira Valley (Liguria, Western Alps).

Right: Vermiculations. Red Wall, Pennavaira Valley (Western Alps). Altitude of 800 m a.s.l. Width of the photo: about 9 cm.

A sinistra: Vela alta circa 2 m. Rocca della Basura, Nasino (Val Pennavaira, Liguria).

A destra: Vermicolazioni. Muro Rosso, Alto (Val Pennavaira). Larghezza della foto: circa 9 cm.



Vermiculations on a marble wall. Abbey of St. Pierre Crag, Aosta Valley (Western Alps). Altitude of 700 m a.s.l. Width of the photo: about 1 m.

Vermicolazioni su parete di marmi a silicati. Priorato di Saint-Pierre, Valle d'Aosta.

1.3) Microforms modeled by a motionless or very slow waterflow / *Microforme modellate da acqua stagnante o in lentissimo deflusso*

solution microforms: / di corrosione:

1.3.1) *Solution pans* s.s., *Panholes*, *Kamenitzas* (simple, composite, uvala), *Water pots* p.p., *Cups* p.p., *Rock basins* p.p., *Rock tanks* p.p. / *Kamenitzze*², *Vaschette di corrosione* p.p. (a fondo piatto, e pareti generalmente aggettanti) / **Kamenitzas p.p., Kamenices, Lapiés en nids de poule / Opferkessel** / *Kamenica* (hrvatski)

It is a shallow solution basin, or a closed depression (few meters in diameter, rarely greater than 15 cm; several centimeters deep) formed on a bare limestone. The initial form is a closed hollow created under a humus patch. The depression is enlarged by the solution effect of the water collecting between slight undulations. Generally it has overhanging sides and a flat floor covered by algae (aiding a further solution by pH lowering) and small pieces of broken rocks.

Distribution: everywhere, more common in warm and temperate climates. Absents on the gypsum rocks.

Normal origin: Algae are concentrated in the bottoms of the solution pans which provide a moister microenvironment with the presence of occasional standing water. Biochemical dissolution is important in their formation both indirectly, causing the under-saturation with respect to CaCO₃ of water in basins at night and directly as a result of biological corrosion by algae. The dissolved carbonate is carried away during the stronger rains.

Diffusione: comunissime in tutti i climi temperati e caldi, sino a climi montani, quali quello del Moncodeno (Lombardia), e temperati freddi come nel Nord Lancashire (GB). In Piemonte: calcari cretacei dell'Alta Val Tanaro, M. Fenera (Valle Sesia), alta Val Bormida.

Genesi tipica: fitocarsismo e allontanamento del carbonato disciolto ad opera dell'acqua debordante, in occasione delle maggiori precipitazioni. Nei gessi sono del tutto assenti, perché anidride carbonica e acidi umici non corrodono il solfato di calcio.

² Impropriamente sono usati sovente i termini solchi a ciotola (it).

1.3.2) *Rock basins p.p., Rockholes, / Conchette di corrosione, Ciotolette, Vaschette di corrosione p.p. (a fondo concavo)³ / Cuvettes de dissolution, Cupules de dissolution / Napfkarren p.p.*

Distribution: everywhere, but absents on gypsum.

Normal origin: phytokarst. Many have a basal layer made of rock grains, which is attributed to the disintegration of the rock by mechanical processes.

Similar microforms: edged potholes, etched potholes (evorsion origin).

Diffusione: Comunissime in tutti i climi. In Piemonte: su tutte le superfici rocciose carbonatiche esposte da qualche secolo alla corrosione. Microvaschette sono presenti anche nella selenite (CaSO₄) del New Mexico.

Genesi tipica: fitocarsismo. I granuli di roccia spesso presenti sul fondo sono attribuiti a disgregazione fisica.



Solution pan of 40 cm long, on a Miocene limestone. Lampedusa Island (I).

Kamenitza lunga 40 cm sulla miocenica Formazione di Lampedusa.

³ Talvolta dette impropriamente coppelle (forme scavate dall'uomo, con cui sono a volte confuse), panhole, tinajita, solution pan (ing), solchi a ciotola.



Solution pan of 30 cm long, on Pietra di Finale (Miocene limestone). Karst plateau of Manie, western Liguria (I).
Kamenitza lunga 30 cm in Pietra di Finale (calcare bioclastico miocenico), in cui è evidente il colore rosso delle alghe.



Solution pan of 40 cm length (above) and several solution pans transformed in sharp ridges because of enlargement of solution flutes (close-up). Triassic dolomitic limestone, Toirano (western Liguria, I).
Al centro un'allungata kamenitza di circa 40 cm. In primo piano kamenitze distrutte dall'ampliamento di graffi carsici, e trasformate in creste aguzze parallele. Calcare dolomitico triassico. Toirano (Liguria).



Rockhole (approx. 6-7 cm long) with a bottom full of granules, on a limestone pavement (Ciappo delle Conche, Finale Ligure, I).

Conchetta di corrosione (lunga 6-7 cm) sul cui fondo si sono accumulati frammenti di roccia. Superficie di strato di calcare bioclastico miocenico. Ciappo delle Conche, Finale Ligure.

Deposition microforms: / *Microforme di accumulo:*

These forms are also common hypogean microforms, but under this circumstance, they lack of algae and mosses.

Forme simili sono comuni anche nell'ambiente ipogeo, prive però dell'azione biocimica di alghe e muschi.

1.3.3) *Rimstone barrages or barriers, Rimstone dams* / Dighe di travertino o di tufi calcarei, dighe concrezionali / **Gours, Barrages de tuf en balcon, Barrières de tuf / *Sinterwall***

associated always with: / sempre associate a:

1.3.4) *Rimstone pools* / Vasche d'incrostazione (formate da dighe di tufi calcarei) / **Bassins p.p. / *Sinterbecken*** / Ponvice (hrvatsky)

Distribution: in surface environment, they are typical of streams with waterfalls and hot springs. The dams are high and linear on the steep watercourses, while they are shallow and sinuous on the others. Present in all climates. In Piedmont they are not present as epigeal forms, but are very common within caves.

Normal origin: the calcite precipitation in the cool freshwater calcareous tufa is due to: evaporation, difference in CO₂ partial pressure and temperature between air and subsoil. In the resurgences these processes act at the same time. The waterfall tufa precipitates because of: mixing of air and water, jet flux and pressure lowering. These processes are linked with the typical waterfall's processes: the flux acceleration and the widening of the air-water interface.

Similar forms: potholes (fluvial origin).

Diffusione: in ambiente epigeo, tipiche dei corsi d'acqua a cascatelle e delle sorgenti calde. Le dighe sono alte e lineari sui corsi d'acqua ripidi, basse e sinuose su quelli a scarsa pendenza. Presenti in tutti i climi. In nessuna località del Piemonte sono presenti come forme epigee, ma sono molto comuni come forme ipogee.

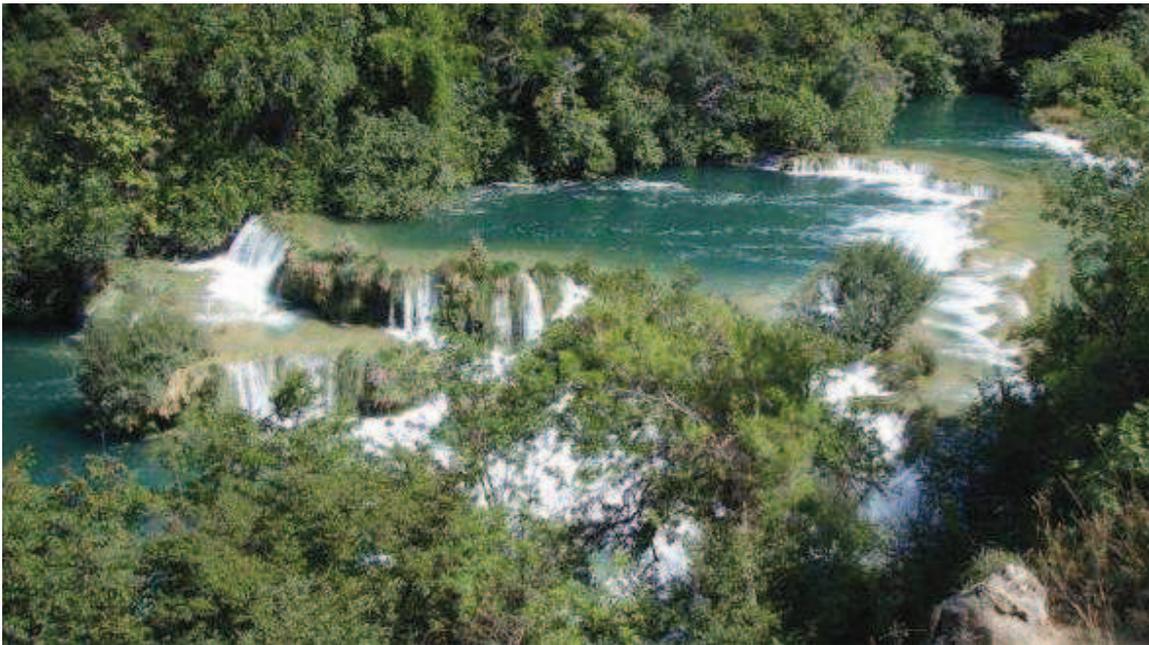
Genesi tipica: nei cool freshwater calcareous tufas, la deposizione di CaCO₃ avviene principalmente per parziale evaporazione dell'acqua, differenza di pressione parziale di CO₂ fra l'ambiente ipogeo e quello subaereo, differenza di temperatura tra il sottosuolo e la superficie. I

tre processi agiscono contemporaneamente alle risorgenze di acque sotterranee carsiche. Nei tufi di cascata, invece, la perdita di CO_2 dovuta all'evaporazione è scarsa, e prevalgono come fattori di precipitazione di $CaCO_3$ (Zhang et al., 2001): aerazione dell'acqua, flusso a getto, abbassamento della pressione. Sono effetti dovuti a due processi tipici delle cascate d'acqua: l'accelerazione del flusso, e l'allargamento dell'interfaccia aria-acqua (che interviene anche nei tufi formati da stillicidio).

Forme convergenti:vasche d'evorsione torrentizia (forme fluviali).

1.3.5) Miniature rimstone dams / Vaschette di concrezionamento / **Microgours** / -

Miniature rimstone dams, with associated tiny pools (about 1cm of width and deep) that develop on flowstone.



Rimstone barrages on the Krka River (HR).

Dighe di tufi calcarei sul fiume Krka (HR).



Rimstone pool and rimstone barriers within a canyon with little water stream.

Vasca d'incrostazione e dighe concrezionali in canyon a scarso deflusso idrico. Da jedi.bq.usra.edu rimstone pool soda.bmp



The mechanical erosion by whirling water, carrying many cobbles as bedload, has carved this pothole of 70 cm long. The bottom is red due to the presence of algae.

Vaschetta d'evorsione (lunga circa 70 cm) colonizzata da alghe in calcare. Sadernes, Pirenei.

1.4) Splash microforms / *Microforme da stillicidio*

by erosion and corrosion: / di erosione e corrosione:

1.4.1) *Dripholes l.s., Solution pits p.p., Pits / Gocce / Gouttes, Gouttes d'eau / -*

Distribution: very common on slabs topped by overhangs, in Mediterranean climate. France, Spain, Italy. In Côte d'Azur (F) are a very common microform, and progressively they disappear towards the Northwest. In Liguria abound on the sunny walls, while are uncommon on shady ones.

Normal origin: rising of pressure because of impact by droplets and continual water replacement that enhance the dissolving power of the water (which drops from the overhang rock in saturate condition).

Similar forms: they are often confused with steps footprints (1.2.1), but they stand out for their morphological position, the lower average size (1-5 cm) and the sharp edges.

Diffusione: comunissime sulle placche sovrastate da rocce aggettanti, in clima mediterraneo. Francia, Spagna, Italia. In Francia sono una delle microforme più comuni in Costa Azzurra, e si rarefanno progressivamente sino a sparire nel Nord-Ovest. In Liguria abbondano sulle pareti solatie, sono poco comuni su quelle esposte a Nord. In Piemonte: Andonno, Valle Gesso; alta Valle Tanaro.

Genesi tipica: azione corrosiva dell'acqua gocciolante da strapiombi, resa leggermente insatura dall'innalzamento di pressione conseguente lo shock d'impatto, e continuamente ricambiata.

Forme convergenti: sovente confuse con i karren a impronte di passi (1.2.1), se ne distinguono per la posizione morfologica, le dimensioni mediamente inferiori (1-5 cm) e i bordi taglienti.

1.4.1.1) - / Microrilievo a puntine aguzze p.p. / **Râpe à fromages** / -

Distribution: very common on a slab topped by overhanging rocks, in Mediterranean climate. Verdon, Vercors, Diois (F), Finale Ligure, Val Pennavaira, Toirano (Liguria, I)

Normal origin: the widening of pits carves a pointed peak at the triple contact points of pits.

Similar forms: (2.2.4, shown in fissures and not on rock walls)

Genesi tipica: la coalescenza delle gocce lascia delle punte aguzze nei punti tripli di contatto fra gocce.

Forme convergenti: figure di dissoluzione vermicolari (2.2.4, presenti nelle diaclasi e non sulle pareti rocciose).



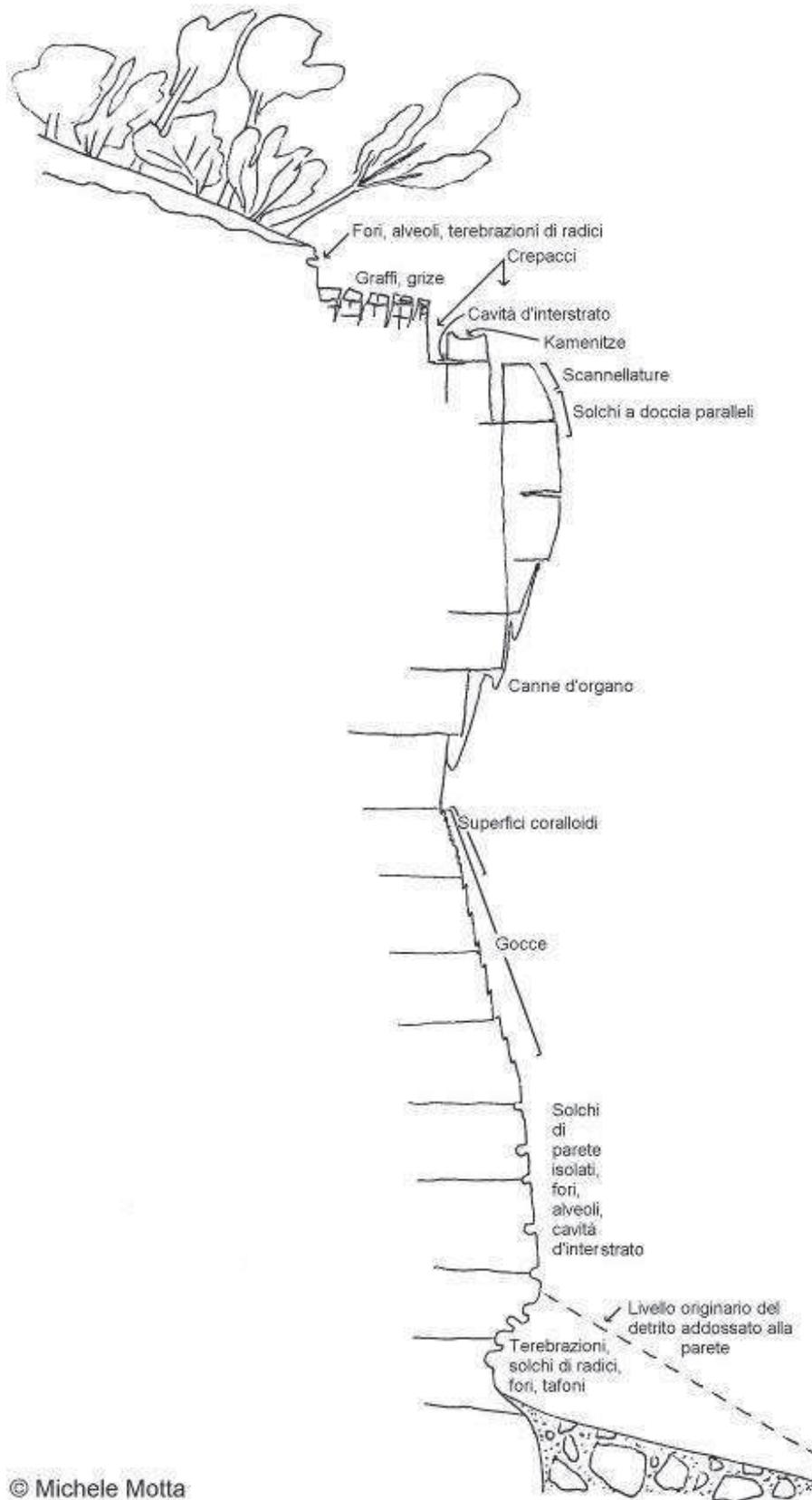
a: large dripholes on a slab below a overhanging wall (visible in its entirety in b). In this case the drops are full of plant fragments, whose decomposition leads to a further enlargement with mechanisms similar to those of solution pans. In b you see the organ pipes of the overhang, from which the droplets fall, digging the drops. Pelagic limestone (Western Alps, I).

In a, vista dall'alto di grandi gocce su una placca rocciosa sottostante uno strapiombo (visibile nel suo complesso in b). In questo caso le gocce sono piene di frammenti vegetali, la cui decomposizione porta a un ulteriore allargamento con meccanismi analoghi a quelli delle kamentzge.

In b si vedono gli strapiombi a canne d'organo, dai quali cadono le gocce d'acqua che scavano le gocce. Calcare pelagico. Andonno, Valle Gesso.



*These drops lie at the protruding points of a marble wall. Susa Valley, Western Alps (I), 550 m a.s.l.
Gocce formate in punti sporgenti di una parete di marmo Bianco di Foresto. Striature Nere, Valle Susa.*



© Michele Motta

Morphological position of organ pipes, drops and coralloid concretions.

Posizione morfologica di canne d'organo, gocce e concrezioni coralloidi.



Dripholes (left at the mouth of a short, and wide grooves), seen from above, on a block below an overhanging wall. Triassic calcareous mudstone of Ligurian Apennines, I.

Gocce (a sinistra al termine di corte e larghe scannellature), viste dall'alto su blocco al limite della zona protetta dalla pioggia dalla parete soprastante. Calcare triassico. M. Muzzerone, La Spezia (Liguria).

by precipitation: / di accumulo:

1.4.2) *Cave coral, Coralloid, Botryoid, Grape formations, Coralloid or botryoidal speleothem*^o; *Knobstone*⁴, *Cave popcorn, Splash deposits*^o / *Concrezioni coralloidi, Croste di concrezioni da splash, Concrezioni a cavolfiore / Croûtes stalagmitiques / Erbsenstein*^o, *Traubensinter*^o

It is a grape-like deposit of calcium carbonate that generally is on walls. Knobstone has concretions larger, more pronounced, and more widely separated than cave coral.

Distribution: typical of climates where there are frequent heavy rains, then sunshine.

Normal origin: the calcite precipitates because of a widening of the air-water interface (lowering of CO₂ partial pressure).

Diffusione: tipiche di climi in cui sono frequenti forti temporali seguiti da forte insolazione. Aiglun (Francia), Gumbi di Toirano (Liguria occidentale), Diois (Francia). Per il knobstone Bric Spaventaggi, Rian Cornei (Finalese, Liguria occidentale). In Piemonte: Parete delle Striature Nere, Val Pennavaira.

Genesi tipica: precipitazione di CaCO₃, conseguente allo stillicidio, dovuta alla soprassaturazione per l'allargamento dell'interfaccia aria-acqua. /

Forme convergenti: microrilievo a puntine aguzze (1.5.2.1); figure di dissoluzione vermicolari (2.2.4).

⁴ Forma con gli elementi più grandi, più pronunciati e più largamente separati.



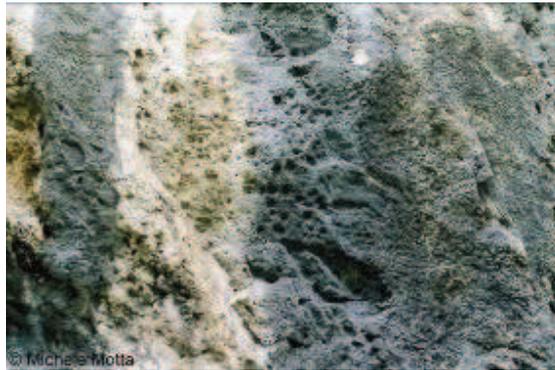
a: coralloids concretions have often color orange or brown , due to the presence of clay and iron oxides. Photo: approx. width 15 cm. b: concretions of aragonite. Photo width: approx. 8 cm.

a: le concrezioni coralloidi hanno molto spesso colore arancione o bruno per la presenza di argilla e ossidi di ferro. Larghezza della foto: circa 15 cm. b: concrezioni aragonitiche. Larghezza della foto: circa 8 cm. Alto, Val Pennavaira (CN).



Coralloids concretions, gray due to the presence of algae and lichens. Triassic dolomitic limestone.

Concrezioni coralloidi grige per alghe endolitiche e licheni. Calcare dolomitico triassico. Paretone di Toirano (Liguria).



You can see on the right of the picture a crust of concretions from splash, in the middle you can see Karst cavities. The blue-grey colour is caused by algae. Nummulitic limestone. Picture width: about 2 m.

Crosta di concrezioni da splash a destra, alveoli carsici al centro. Il colore grigio-azzurro è dovuto a alghe endolitiche. Calcare nummulitico. Bec Curnalet, Val Vermenagna. Larghezza foto: circa 2 m.



Knobstone formed in a geological organ after erosion of sediment filling. Picture width: about 45 cm

Knobstone formato in un organo geologico (geological organ) dopo lo svuotamento dei sedimenti che conteneva. Parete dell'Orso, Rian Cornei (Liguria). Larghezza della foto: circa 45 cm.

1.5) Structural microforms, Grikes ls / Microforme strutturali p.p. (legate a fratture) / Formes liées à la faiblesse structurale (lapiés en sillons) / *Strukturgebundene Karren*

These microforms have a look very similar to solution runnels or sharp-ridged grooves, but they are formed along joints or fissures that are within the rock. Initially tectonic movements produce the joints. Stress in the rock typically produces many parallel fissures (so-called joint set); it produces also secondary fissures,

with a certain angle respect to main set of joints. In these forms the water enters within crack and does not stays on the surface. The dissolution continues inside, and the crack becomes more and more wide.

Queste microforme assomigliano molto a solchi a doccia e scannellature, ma sono formate lungo giunti o fessure della roccia prodotti da movimenti tettonici. Lo stress nella roccia in genere produce due o tre sistemi, all'incirca perpendicolari fra loro, di fessure parallele. In queste forme l'acqua non rimane in superficie ma entra nella fessura, provocando una dissoluzione che la allarga e approfondisce progressivamente.

In order of increasing size:

In ordine di dimensioni crescenti:

1.5.1) *Young, sharp-edged solution karrens, Mikrokarrens p.p.* / Micrograffi, Microsolchi (larghezza e profondità < 1 cm) / **Rainures de dissolution, microlapiés** / -

Their length and depth is less of 1 cm.

Distribution: they are abundant on the rocks that are tectonically fractured and that are exposed to corrosion only since few thousands of years; they are more frequent in arid climates, and in cold climates.

Normal origin: acid action of the rain on the fractured rocks.

Similar microforms: young solution karrens (1.2.5).

Diffusione: abbondanti sulle rocce fratturate tettonicamente e solo recentemente esposte alla corrosione, più frequenti nei climi aridi e nei climi freddi. Capo Noli, Toirano (Liguria occidentale), Polonia. In Piemonte: M. Ara (Valle Sesia), Ambin (Valle di Susa), alta Val Tanaro.

Genesi tipica: azione acida dell'acqua di pioggia su rocce fratturate.

Forme convergenti: solchi embrionali (1.2.5).

1.5.2) *Solution flutes p.p.* / Graffi / **Lapiés de joints** / **Kluftkarren** p.p.

Their length is up to 10 cm, and their depth goes from 1 to 8 cm.

Lunghezza 1 – 10 cm, profondità 1 – 8 cm.

Distribution: they are abundant on the rocks too fractured to other microforms (e.g., jointing, cleavage, brecciation, etc.), and they are more frequent in cold climates.

Normal origin: aggressiveness of rain water on the high-fracturing rocks.

Similar microforms: firstkarrens (1.2.3.1, 1.2.3.2).

Diffusione: abbondanti sulle rocce troppo fratturate per consentire lo sviluppo delle altre microforme, più frequenti nei climi freddi. Irlanda, Indiana, Patagonia, Puerto Rico, Ansois (F), Liguria occidentale. In Piemonte abbondanti ovunque, particolarmente sulle rocce calcareo-dolomitiche del Trias medio. Nei conglomerati oligocenici di Bagnasco (Valle Tanaro) sono presenti clasti con graffi ben sviluppati fossilizzati.

Genesi tipica: azione acida dell'acqua di pioggia come nel caso delle scannellature, ma su rocce fratturate. /

Forme convergenti: scannellature (1.2.3.1, 1.2.3.2).

1.5.2.1) - / Microrilievo a puntine aguzze p.p. / - / -

Micro-relief resulting by a network of sharp-edged solution flutes.

Distribution: on the rocks affected by several joints system, very dense and with different orientations (typically dolomitic limestone; Motta, ined.). In NW Italy they are abundant everywhere, particularly on the dolomite limestone rocks of the Middle Trias.

Normal origin: progressive enlargement of solution flutes.

Similar microforms: the shape resulting from the coalescence of the dripholes (1.4.1.1).

Diffusione: sulle rocce interessate da sistemi di giunti molto fitti e con diverse orientazioni (tipicamente i calcari dolomitici; Motta, ined.). Capo Noli (Liguria). In Piemonte abbondanti ovunque, particolarmente sulle rocce calcareo-dolomitiche del Trias medio.

Genesi tipica: allargamento progressivo dei graffi.

Forme convergenti: omonima forma derivante dalla coalescenza delle gocce (1.4.1.1).

1.5.2.2) *Bedding grooves* / Cavità d'interstrato l.s. / - / -

Bedding planes are widespread within most carbonate rocks, and the corrosion is commonly guided by them.

Cavità sviluppate lungo i piani di stratificazione.

Distribution: on the rocks with bedding planes and differences of solubility in different beds.

Normal origin: progressive enlargement of microcracks, that are associated with stratification surfaces.

Similar microforms: less porous levels in relief (1.6.4).

Diffusione: sulle rocce stratificate. In Piemonte abbondanti ovunque.

Genesi tipica: allargamento progressivo di microfrazture associate alle superfici di stratificazione. /

Forme convergenti: livelli meno porosi in rilievo (1.6.4).

1.5.3) *Debris karrens l.s., Pavements shattered* / Grize, Pietraie carsiche / **Grèzes** l.s. / **Trummerkarren**

Distribution: they are abundant on the highly-fractured rock (e.g., jointing, cleavage, brecciation, etc.), and they are more frequent in cold climates.

Normal origin: enlargement of solution flutes that are possibly associated with bedding grooves, up to fragmentation of rock in chunks. The landslide grize (or grize of 2nd order) is a complex form that arises from corrosion of landslide accumulations, and that is classifiable as a macrokarst landform.

Diffusione: analoga ai graffi. Altopiano delle Manie, Toirano (Liguria occidentale), Moncodeno (Lombardia), Veneto. In Piemonte: calcari dolomitici dell'Alta Valle Tanaro.

Genesi tipica: allargamento di graffi, eventualmente associati a cavità d'interstrato, sino alla frammentazione in blocchi della roccia. Le grize di frana (o grize di II ordine) sono forme complesse derivanti dalla corrosione di accumuli di frana, considerabili macroforme.

1.5.3.1) - / Grize concentrate / - / -

Distribution: top of reliefs in strong erosion. In Piedmont, the ridges of Alpine watershed, especially at high altitudes (Susa, Stura and Maira valleys).

Diffusione: culminazioni topografiche in forte erosione. In Piemonte creste spartiacque delle Alpi, particolarmente a quote elevate (alte valli Susa, Stura e Maira).

1.5.3.2) - / Grize diffuse / - / -

Distribution: on regularized slopes under conditions of medium erosion. In Alps, abundant especially on calcareous rocks of the Dolomites, where non-are covered with talus cones.

Similar microforms: cryokarst debris (angular debris formed by freezing-thawing of permafrost or ground-ice overlying different rock, including limestone); talus cones.

Diffusione: versanti regolarizzati, in media erosione. In Piemonte: abbondanti in particolare sulle rocce calcareo-dolomitiche, dove non sono ricoperte da detriti di falda.

Forme convergenti: detriti di falda (forma di deposito gravitativa) o campi lastricati (forma crionivale, in cui i clasti non hanno subito trasporto, come nelle grize).

1.5.3.3) - / Grize disperse / - / -

Distribution: at foot of steep slopes, in small valleys and depressions closed. Typical of dry valleys in Périgord-Quercy, where have worked mixed cryonival-karstic processes. In Piedmont they are spread where the pedogenesis is weak, at medium and high altitudes.

Similar microforms: talus cones, landslide deposits.

Diffusione: aree al piede di ripidi versanti, fondo di vallecole e depressioni chiuse. Tipiche delle valli secche del Périgord-Quercy, dove si sono formate per processi misti crionivali-carsici. In Piemonte: diffuse a quote medie e elevate, dove è minore la pedogenesi.

Forme convergenti: detriti di falda, corpi di frana.

1.5.3.4) - / Grize residuali / - / -

Distribution: everywhere, if the structural features of the rock are favorable.

Normal origin: presence of a thin and disjointed layer of soluble rock resting on an insoluble rock.

Diffusione: zone dove un sottile livello di calcare poggianti su rocce insolubili è stato profondamente carsificato. In Piemonte: ampiamente diffuse in corrispondenza alle falde più sottili di rocce carbonatiche, e alle scaglie tettoniche di rocce carbonatiche incluse in rocce insolubili (Valle Po, Alpi Lepontine, Valle Gesso, ecc.).

1.5.4) *Dissolution-widened fissures (gaping fissures), Grikes p.p.* / Crepacci carsici, Lapiaz di fessura, leptoclasie e diaclasi, Karren di diaclasi / **Lapiés de diaclase** / **Kluftkarren** s.s. p.p. / Zanjones p.p. (castigliano)

They are solutionally enlarged, vertical or steeply inclined joints in the surface of a karstland, extending up to a few meters into the rock. The length is more of 10 cm, normally reaching 1 m and more. The depth commonly goes from 2 to 30 cm, sometime up to several meters. Its typical width goes from 3 to 20 cm.

Lunghezza oltre 10 cm, normalmente 1 m o più; larghezza normalmente di 3-20 cm, profondità di 2-30 cm.

Distribution: abundant everywhere.

Normal origin: concentration of the attack along the joints, when the rock is wide-jointed. The process is facilitated near to edge of the bars, because of good drainage and scarce accumulation of soil. The windypit are the dissolution- and gravity-widened fissures, at the edge of big walls.

Similar microforms: Gulls, entirely due to landslide processes; wall karren (1.1.3), sub-parallel runnels (1.2.4).

Diffusione: abbondanti sulle rocce fratturate tettonicamente, in tutti i climi. In Piemonte presenti pressoché in tutte le aree di carso nudo.

Genesi tipica: concentrazione della corrosione lungo fratture, quando queste ultime sono piuttosto spaziate. La genesi è facilitata quando l'area è prossima all'orlo di una parete rocciosa, la cui azione di drenaggio favorisce il deflusso dell'acqua e ostacola l'accumulo di suolo. Larghezza tipica dei crepacci 3 – 20 cm, profondità tipica: 2 – 30 cm. Se all'allargamento del crepaccio contribuiscono processi gravitativi agenti nella parete rocciosa la forma è detta windypit (ing).

Forme convergenti: solchi di parete (1.1.3, 1.2.4).

1.5.5) *Widened bedding joints* / Cavità d'interstrato l.s. / **Lapiés des joints de stratification** p.p. / **Schichtfugenkarren l.s.**

Distribution: they are all abundant in well-stratified rocks.

Normal origin: dissolution concentrated along bedding joints.

Similar microforms: differential solution forms (1.6), solution flutes (1.5.2).

Diffusione: abbondanti in tutte le rocce a strati medi e spessi, in tutti i climi. In Piemonte presenti pressoché in tutte le aree carsiche di rocce sedimentarie.

Genesi tipica: concentrazione della corrosione lungo le fratture che seguono gli interstrati. Larghezza e profondità variabili da quelle dei graffi a quelle delle diaclasi.

Forme convergenti: corrosione selettiva (1.6), graffi (1.5.2).

1.5.5.1) *Anastomosing tubes, Anastomoses, Labyrinth* / Cavità anastomotiche d'interstrato, Anastomosi* / **Anastomoses, Labyrinth** / *Labyrinth*

This is a network of tubular passages or holes in a solution-sculptured rock.

Normal origin: anastomosing tubes are generally formed due to dissolution by slow, poorly directed, phreatic flow along a bedding plane parting or fracture in rock. They represent an important element in the early stages of cave development. Such abandoned or relict anastomoses are commonly exposed by rockfalls on overhanging walls.

Diffusione: rocce stratificate profondamente carsificate.

Genesi tipica: si forma in ambiente ipogeo e condizioni freatiche, e appare (ormai inattivo) sulla superficie inferiore di blocchi strapiombanti in seguito al distacco dei blocchi sottostanti.

1.5.5.2) *Bedding grikes* / Cavità d'interstrato p.p. (subverticali) / **Lapiés des joints de stratification** p.p. / **Schichtfugenkarren** p.p.

Normal origin: dissolution and widening (similar to that which occurs in joints) of nearly vertical bedding.

Similar microforms: solution flutes (1.5.2), grikes (1.5.4).

Genesi tipica: allargamento per corrosione di interstrati con giacitura verticale o molto inclinata.

Forme convergenti: graffi (1.5.2) o crepacci (1.5.4).

1.5.5.3) *Bedding plane grikes* / Cavità d'interstrato p.p. (suborizzontali) / **Lapiés des joints de stratification** p.p. / **Schichtfugenkarren** p.p.

Normal origin: dissolution and widening of nearly horizontal bedding.

Similar microforms: solution flutes (1.5.2), grikes (1.5.4).

Genesi tipica: allargamento per corrosione di interstrati con giacitura suborizzontale.

Forme convergenti: graffi (1.5.2) o karren di diaclasi (1.5.4).

1.5.6) *Wents, Karst furrows, Solution trenches* / Crepacci carsici a trincea / **Corridors, Défilés** / **Karstgäbe, Zangön** / Bogaz p.p. (hrvatski, usato in questa accezione anche in francese e tedesco), Strugas / Zanjones p.p. (castillano)

A long narrow chasm enlarged by solution of the rock that ranges from a few centimetres to about 8 meters in width and from about 1 to 4 meters in depth. Sometimes it reaches 50 m deep and 1 km long.

Larghezza da pochi cm a 8 m, profondità sino a 50 m, normalmente di 1-4 m; lunghezza decametrica o ettometrica.

Distribution: massive and poorly jointed rocks (Verdon, Ardèche, Tarn, F; Puerto Rico; Ligurian Alps, Grigna, I).

Normal origin: total solution of the rocks along the main tectonic lines (fault or joint) in a massive limestone.

Similar microforms: gulls and windypit are a widened fissure formed by a landslide along valley sides, generally where a massive bed of limestone overlies weaker rocks.

Diffusione: abbondanti sui calcari puri con fratturazione piuttosto spaziata, in tutti i climi. Verdon (Francia), Puerto Rico, Toirano (Liguria occidentale), Alpe di Mogafieno (Grigna, Lombardia). In Piemonte: calcari giurassici della Conca delle Carsene.

Genesi tipica: forte sviluppo della corrosione superficiale, con totale asportazione delle fasce di roccia più fratturata associate a linee tettoniche.

Forme convergenti: fessurazioni dei movimenti franosi, o forre fluviocarsiche embrionali (bogaz l.s.), in cui lungo il fondo c'è azione erosiva efficace del ruscellamento.

1.5.7) *Karst wells (cylindrical pits), Hollow with firm* / Pozzi di lapiaz, Pozzi a neve, Pozzi superficiali / **Puits de dissolution, Réseaux cutanés** / **Karrenkreuz, Karrenstern** / Kotlici (hrvatski)

Distribution: especially mountains and cold or temperate climates.

Normal origin: the melt water causes solution enlargement and rounding of joints systems intersecting (grikes) to produce cylindrical pits.

Similar microforms: ponor (hole in the bottom of a depression where the surface water sinks into the underground karst ground-water system).

Diffusione: ammassi rocciosi fratturati, a quote elevate. Bregai Medio (Moncodeno, Lombardia), Polonia, Alpi occidentali. I n Piemonte: Marguareis (considerata la località tipo di queste forme nella letteratura italiana), nei calcari selciferi del Dogger.

Genesi tipica: concentrazione della corrosione lungo le intersezioni di più sistemi di giunti, facilitata dal rilascio di acqua di fusione nivale.

Forme convergenti: ponor (inghiottitoio attraverso il quale le acque superficiali entrano nel reticolo carsico ipogeo).

1.5.8) *Debris karrens, Ruiniform reliefs, Rock cities* / Blocchi dei campi ruiniformi, Carsi ruiniformi o a rovine, Superfici ruiniformi, Campi di monoliti, Città di roccia / **Reliefs ruiniformes, Pointements rocheux, Chaos / Pedistalkarren, Kalktische (Verzäuberte Städte*)** / Skripovi (hrvatski) / Ciudades encantadas (castigliano)

These are pinnacles that form in rock with a thin sheet structure that soon falls into smaller fragments.

Pinnacoli rocciosi formati per smembramento di un livello poco potente di rocce solubili fratturate.

Distribution: dolomitic limestone, dolomite, massive limestone. NW Canada, Rand (South Africa), Aiguilles de Valbelle, Chaos de Montpellier-le-vieux, Bois de Paiolive (F), Ciudad Encantada de Cuenca (E), M. Lessini, Ligurian Alps (I).

Normal origin: growing of karst furrows, until the isolation of the rocks.

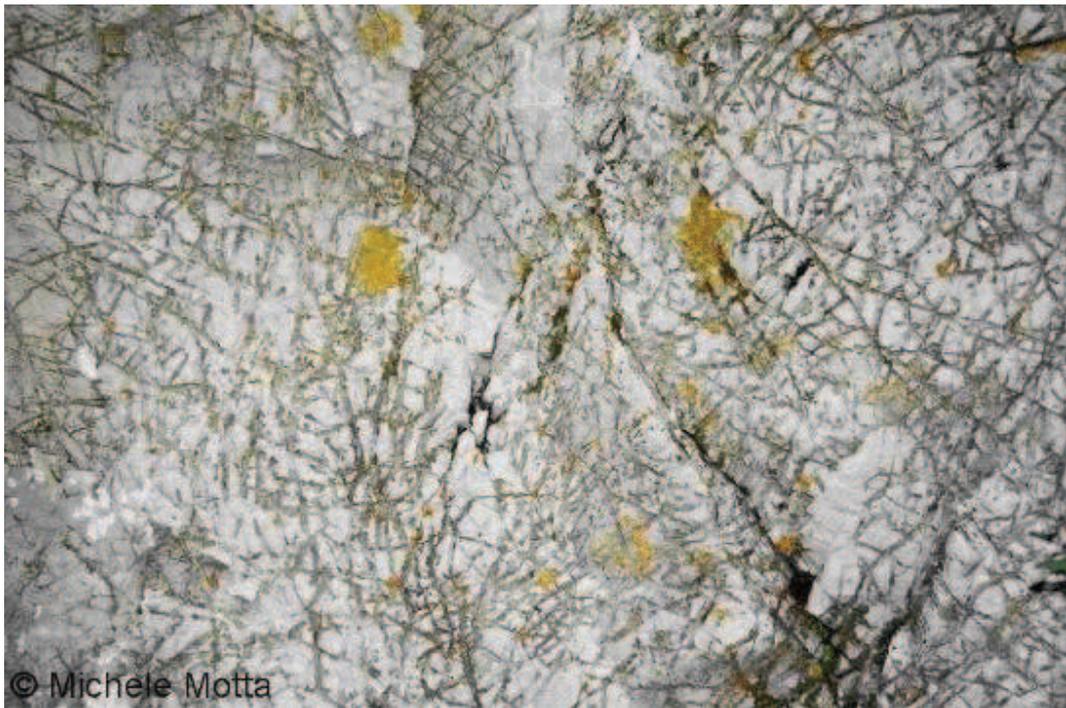
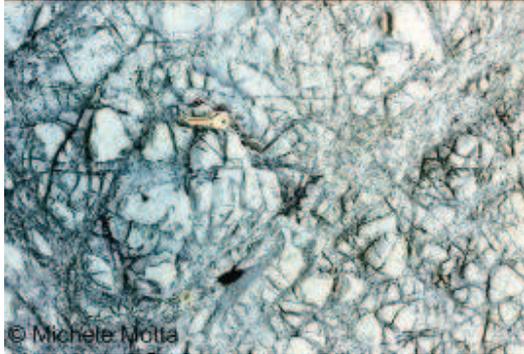
Diffusione: tipici di calcari dolomitici, dolomie e carniole. Presenti anche in calcari a strati spessi o molto spessi e fratturazione spazziata (Rosso Ammonitico veneto, ecc.). I n Piemonte: Torre Virginia (Valle di Susa), S. Giustina (Valle Tanaro), Valle Stura di Demonte, Camoglières (Valle Maira), Villanova Mondovì.

Genesi tipica: evoluzione dei crepacci carsici a trincea, con totale isolamento di blocchi rocciosi.



Young, sharp-edged solution karrens on dolomitic pebble (of 6 cm long) of till deposited in 50's at 3000 m a.s.l. Susa Valley (I).

Micrograffi su ciottolo dolomitico (lungo 6 cm). Till abbandonato dal ghiacciaio Galambra attorno al 1950. Valle Susa.



Solution flutes are typical of the dolomitic limestone of Middle Trias in Italy. a: on a pebble of till; b: on a summit peak; c: network of closely spaced joints that emphasizes some nodules in relief; d, e: with several joint systems.

I graffi sono la microforma più comune sui calcari dolomitici del Trias medio. a, su ciottolo trasportato dai ghiacciai in Valle Susa (lungo 12 cm ca.); b, sulla Rocca dell'Olivo (Toirano, Liguria); c, nei calcari dolomitici sovente i graffi si intersecano formando un disegno di noduli di roccia in rilievo; d, e, aspetti tipici di graffi in rocce interessate da più sistemi di fratture. Si noti che dove sono più fitti comincia ad apparire un microrilievo a puntine aguzze.



Solution flutes developed for 10.000 years, on dolomitic marbles (600 m a.s.l., Susa Valley, I).

Graffi a, a sviluppo ineguale; b, graffi ortogonali che ricalcano due famiglie di giunti. Marmo dolomitico Bianco di Foresto. Valle Susa.



Bedding grooves on calcareous sandstone (Northern Apennines, I).

Bedding grooves. Calcarenite. Pietra di Bismantova (Emilia). Foto M. Pecci.



Pebble of a pavement shattered, with solution flutes. 900 m a.s.l., Western Alps (I).

Ciottolo di griza (lungo 15 cm circa), solcato da graffi. Cima Tabona (Valle Gesso).



Debris karrens (“griza concentrata”) little by little developed for widening of solution flutes. Dolomitic limestone at the top (400 m a.s.l.) of Ulivo Rock, Western Alps (I).

Griza concentrata in formazione (in primo piano) a partire da graffi. Calcare dolomitico triassico. Sommità della Rocca dell'Ulivo, Toirano (Liguria).



Debris karrens (“Griza diffusa”) highly developed, on the dolomitic limestone of Manie Plateau (250 m a.s.l., Ligurian Alps, I).

Griza diffusa. Calcare dolomitico triassico. Noli (Liguria).

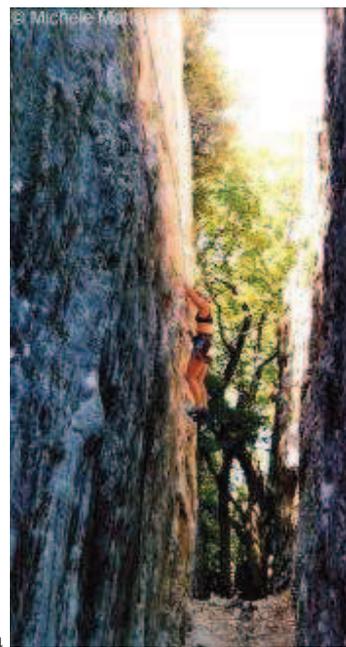
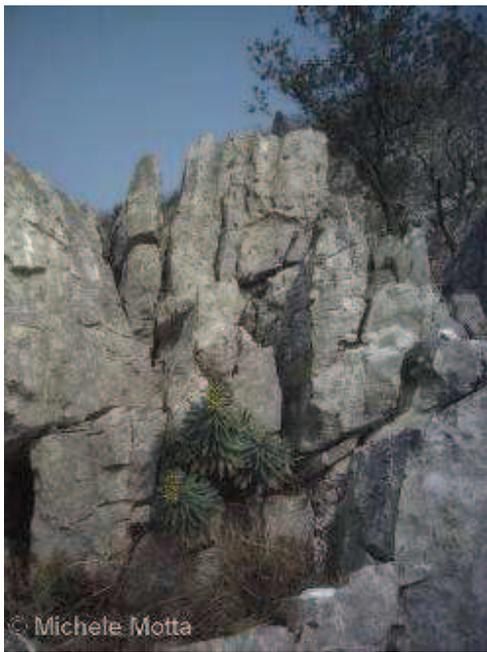


Karren debris (“griza dispersa”) on dolomitic limestone, at the bottom of a dry valley (1700 m a.s.l., Durance Valley, F).

Griza dispersa sul fondo di una vallecola formata da processi misti crionivali-carsici, in calcari dolomitici triassici presso la Croix de l'Aquila (Vallée de la Durance, F).



Bedding plane grikes on Miocenic limestone (100 m a.s.l., Sciusa Valley, Ligurian Alps, I).
Cavità d'interstrato suborizzontali. Calcare bioclastico miocenico. Boragni, Valle Sciusa (Liguria).



a: dissolution-widened fissures derived from the widening of solution flutes. Dolomitic limestone of S. Pietro dei Monti (200 m a.s.l., Ligurian Alps, I).

b: big windypit in a limestone (900 m a.s.l., Verdon Valley, F).

a: lapiaz di fessura visti di lato, alla sommità di una parete. Derivano dall'ampliamento, ad opera dei processi carsici e gravitativi, di graffi carsici. Calcare dolomitico triassico. Toirano (Liguria).

b: crepaccio carsico profondo 25 metri, allargato dal basculamento (windypit), della quinta rocciosa a destra, sospesa su un'alta parete. Calcare bioermale. Gorges du Verdon, Haute Provence (Francia).



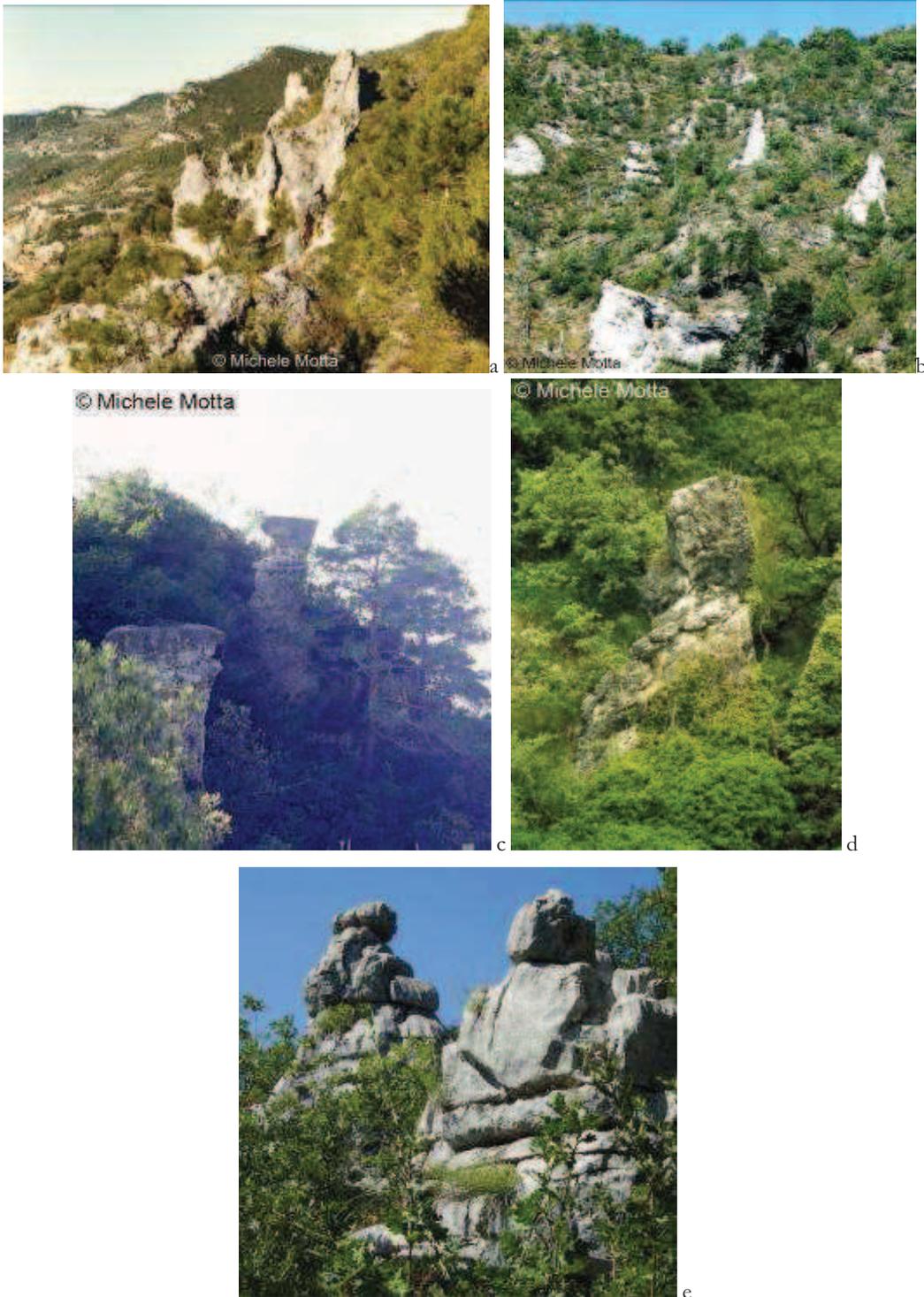
a: bedding plane grikes, on a Jurassic limestone (700 m a.s.l., Western Alps, I). b: anastomoses (on a surface that dips gently to right) on a dolomitic limestone (200 m a.s.l., Noli, Ligurian Alps, I).

a: cavità d'interstrato suborizzontali. Calcare pelagico giurassico. Andonno, Valle Gesso. b: cavità anastomotica d'interstrato (leggermente inclinata a destra nella foto) in rocce profondamente solcate da graffi. Calcare dolomitico triassico. Noli (Liguria). Larghezza della foto: circa 90 cm.



Solution trenches. Limestone of Bois de Paiolive (left) and dolomitic limestones of Casteljan (right), Ardèche (F).

Crepacci carsici a trincea. Bois de Paiolive (sin.) e Casteljan (dx.), Ardèche (F).



Ruiniform reliefs. a are highs 10 m (200 m a.s.l., dolomitic limestone, Ligurian Alps). b are highs 1-3 m (1400 m a.s.l., calcareous dolostone, Western Alps, I). c: Ciudadada Encantada (400 m a.s.l., Tarragona, E). d is a single rock of 8 m high, of dolomitic limestone (600 m a.s.l., Ligurian Alps, I). e are highs 10 – 15 m (700 m a.s.l., Bois de Paiolive, Ardèche, F).

Campi di monoliti. a: con monoliti che raggiungono sovente i 10 m di altezza, dimensioni massime delle microforme (calcare dolomitico triassico, versante meridionale dell'Altopiano delle Manie, Liguria); b: versante ruiniforme a torri alte 1-3 m (dolomia calcarea, sopra Camoglières, Valle Maira); c: ciudadada encantada (dolomia, Tarragona, Spagna); d: torrione isolato alto 7-8 m (calcare dolomitico, M. Calvario, Villanova Mondovì). escittà di roccia alla sommità di un altopiano carsico (Bois de Paiolive, Ardèche, F).