

Tecniche irrigue tradizionali e conservazione del suolo

Stefano Barontini

Università degli Studi di Brescia, DICATAM
Gruppo di studio *Le dieci giornate della vera agricoltura e de' piaceri della villa*
stefano.barontini@unibs.it
<http://barontini.wordpress.com>

ITAS G. Pastori
Brescia, 30 maggio 2019



Sommario

Dal suolo, al deserto, all'oasi

Suolo

Desertificazione

Oasi e agroecologia

Irrigazione tradizionale

Il ruolo dell'irrigazione tradizionale

Il caso delle Limonaie del Garda

Origini e paradigmi per le limonaie

Struttura e tecnica di irrigazione

Conclusioni



Outline

Dal suolo, al deserto, all'oasi

Suolo

Desertificazione

Oasi e agroecologia

Irrigazione tradizionale

Il ruolo dell'irrigazione tradizionale

Il caso delle Limonaie del Garda

Origini e paradigmi per le limonaie

Struttura e tecnica di irrigazione

Conclusioni



Che cosa è un suolo?

Dopo la disseminazione di Glinka dell'approccio di Dokuchaev e Sibertsev, il suolo e le proprietà del suolo sono considerate (Soil Survey Division Staff, 1993, ch.1):

*a unique combination of **climate, living matter, parent material, relief, and time**. (...) Properties of soils no longer were based wholly on inferences from the nature of the rocks or from climate or other environmental factors, considered singly or collectively; rather, by going directly to the soil itself, **the integrated expression of all these factors could be seen in the morphology of the soils**. This concept required that all properties of soils be considered collectively in terms of a completely integrated natural body. In short, it made possible a science of soil.*

Questo approccio suggerisce l'idea di un suolo che tende a un **equilibrio dinamico**.



Verso la *transizione*

Jenny (1941):

Soils are those portions of the solid crust of the earth the properties of which vary with soil-forming factors.



Un paradigma evolutivo

Johnson & Watson–Stegner (1987): I suoli sono **corpi in transizione**, a causa della concorrenza di:

1. **processi progressivi** che ne stimolano l'ispessimento e la stratificazione
2. **processi regressivi** che ne stimolano l'assottigliamento e la semplificazione



Sistemi autopoietici

Autopoesi (autoproduzione, autorinnovamento) è un concetto originariamente sviluppato per i sistemi biologici (a esempio Varela et al., 1974).

In accordo con Maturana (1975):

(...) A living system is properly characterized only as a network of processes of production of components that is continuously, and recursively, generated and realized as a concrete entity (unity) in the physical space, by the interactions of the same components that it produces as such a network. This organization I call the autopoietic organization, and any system that exhibits it is an autopoietic system in the space in which its components exist; in this sense living systems are autopoietic systems in the physical space.

(...) The basic consequence of the autopoietic organization is that everything that takes place in an autopoietic system is subordinated to the realization of its autopoiesis, otherwise it disgregates.

Sistemi autopoietici sono spesso **simbiotici e coevolutivi** (e.g. Naveh, 2001).

In accordo con questa definizione **i suoli possono essere considerati sistemi autopoietici.**



Desertificazione come degrado del suolo I

Şen (2008, p.3—4):¹

Desertification is a slowly creeping phenomenon, which for various reasons takes place in any area over a long period. In general desertification implies decrease in some significant meteorological and agricultural quantities such as rainfall, vegetation coverage, surface water extensions, groundwater level drops, and crop yields. On the other hand, increase in climate temperature, sand coverage, drought coverage, urban area expansion, and sedimentation also imply desertification.



Desertificazione come degrado del suolo II

Şen (2008, p.4—5):

A common misapprehension about desertification is that it spreads from an arid region such as a desert core (...). Land degradation can and does occur far from any climatic arid region. (...) [Desertification] begins usually as a spot on the land, where land abuse has become excessive.

(...) A second misconception is that droughts are responsible for desertification. Droughts cause increase in the likelihood that the rate of degradation will increase on nonirrigated land if the carrying capacity is exceeded. However, well-managed land will recover from droughts with minimal adverse effects when the rainfalls return. The deadly combination is land abuse during good periods and its continuation during periods of deficient rainfall.



Cause di degrado e crisi del suolo

La **Thematic Strategy for Soil Protection²** della UE identifica **otto processi principali di degrado del suolo**:

1. Erosione (C-d: precipitazione, vento, A-d: pratiche agricole proerosive, diserbamento)
2. Diminuzione della sostanza organica (C-f: **perdita di serbatoi di carbonio organico**)
3. Compattazione (tipicamente A-d: eccessivo pascolo, uso di meccanica agraria pesante)
4. Salinizzazione (C-d: evaporazione da falda, intrusione salina, A-d: inquinamento di potassio e sodio nell'acqua di irrigazione, sale per le strade, evaporazione dell'acqua di irrigazione)
5. Frane (forse maggiormente C-d, ma anche A-d)
6. Contaminazione (A-d)
7. Sigillazione (A-d)
8. Perdita di biodiversità (indotta dagli altri processi, **ha C-f**)



Sensitivity-to-Desertification Index SDI

SDI è stato elaborato nel framework del progetto UNCCD DISMED (Desertification Information System for the MEDiterranean). SDI tiene conto di **suolo, vegetazione e clima**:

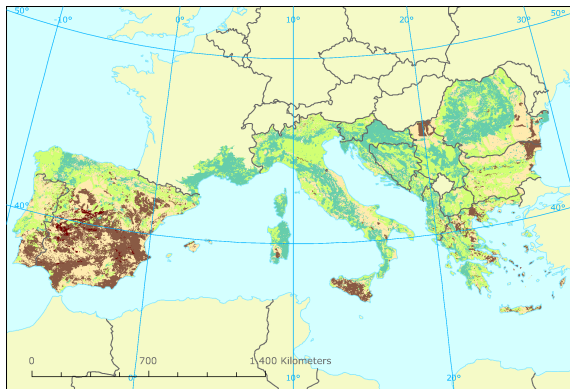
$$SDI = (S V A)^{\frac{1}{3}},$$

dove






- ▶ *S* Indice di (*degrado del*) suolo, dal Soil Database V2, JRC
- ▶ *V* Indice di (*degrado della*) vegetazione, dal Corine Land Cover 2000
- ▶ *A* Indice di aridità (*PET/Precipitazione ?*)



L'Europa Mediterranea



Index of sensitivity to desertification (SDI), 2008

	< 1.2	Non affected areas or very low sensitivity to desertification
	1.2–1.3	Low sensitivity areas to desertification
	1.3–1.4	Medium sensitivity areas to desertification
	1.4–1.6	Sensitive areas to desertification
	> 1.6	Very sensitive areas to desertification

- ▶ UNCCD DISMED (Desertification Information System for the Mediterranean)
- ▶ SDI del 2008, aggiornamento 2012
- ▶ SDI tiene conto di **suolo, vegetazione e clima**
- ▶ Alcuni cambiamenti rispetto al 2005, forse legati alla definizione, **evidenziano alcune allerte**

Fonte:

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/sensitivity-to-desertification-and-drought-in-europe>



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Che cosa è un'oasi?

L'oasi è un'ecosistema (tipicamente) antropogenico, **basato sull'irrigazione**,³ che vive grazie alla simbiosi tra uomo e natura.⁴

³Starr, S.F. (2013). *L'illuminismo perduto. L'età d'oro dell'Asia centrale dalla conquista araba a Tamerlano*. Einaudi.

⁴Laureano, P. (1995). *La Piramide rovesciata: il modello dell'oasi per il pianeta terra*. Bollati Boringhieri.



Il paradigma dell'oasi e l'agricoltura tradizionale

- ▶ Autopoiesi
- ▶ **Coevoluzione e adattamento** (piuttosto che *equilibrio*) di ambiente e tecniche, e **resilienza** ai cambiamenti climatici
- ▶ Naturale resilienza alla scarsità idrica per mezzo della **spontanea selezione di varietà resistenti alla scarsità**⁵
- ▶ Selezione di *cultivar* locali che **contribuiscono alla biodiversità** (e all'immagazzinamento di sostanza organica)
- ▶ Ricchezza di coltivazioni ancillari
- ▶ **Prodotti con grande valore aggiunto** (datteri, uva, spezie, agrumi)



Osservazioni

- ▶ Le oasi e l'agricoltura tradizionale **combattono la desertificazione, mitigano la pericolosità idrogeologica e gli effetti dei cambiamenti**, con possibili ricadute positive anche sul clima⁶
- ▶ Come il suolo, **le oasi sono spesso in transizione**
- ▶ Come per la desertificazione **studiare le oasi richiede un approccio strutturalmente multidimensionale e interdisciplinare**
- ▶ Altieri (2002) evidenzia:⁷

Agroecology goes beyond a one-dimensional view of agroecosystems—their genetics, agronomy, edaphology, etc.—to embrace an understanding of ecological and social levels of coevolution, structure and function.

- ▶ Le oasi mettono a disposizione **Cultural, Regulating, Provisioning Ecosystem Services**⁸

⁶Si veda a esempio la Vienna Soil Declaration, 2015; Morri en, E., Hannula, S. E., Snoek, L. B., Helmsing, N. R., Zweers, H., De Hollander, M., ... & Duyts, H. (2017). Soil networks become more connected and take up more carbon as nature restoration progresses. *Nature communications*, 8.

⁷Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, ecosystems & environment*, 93(1), 1-24.

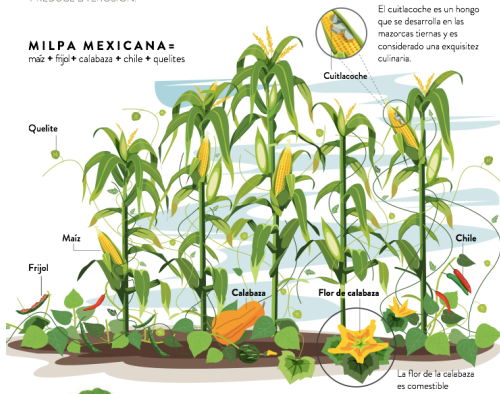
⁸Si veda, per la definizione: Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington. 155pp.



La prospettiva agroecologica I

LA MILPA ES UN COMPLEJO SISTEMA AGRÍCOLA Y CULTURAL CON MUCHOS SIGLOS DE EXISTENCIA. LA ROTACIÓN DE SUS CULTIVOS MANTIENE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y REDUCE LA EROSIÓN.

MILPA MEXICANA =
maíz + frijol + calabaza + chile + quelites



La *Milpa*, coltivazione tradizionale di fagioli, mais e zucca in America Latina. Fonte: viaorganica.org



La prospettiva agroecologica II

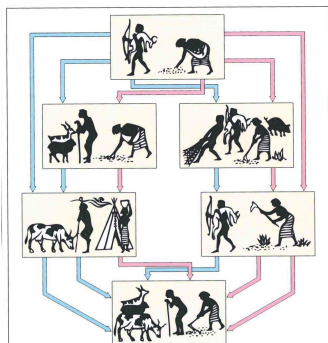
Altieri (2002):⁹

Agroecology goes beyond a one-dimensional view of agroecosystems—their genetics, agronomy, edaphology, etc.—to embrace an understanding of ecological and social levels of coevolution, structure and function.

- ▶ L'agroecologia ha come obiettivo la sostenibilità dell'agroecosistema, con una particolare attenzione all'agricoltura tradizionale, considerata come **intrinsecamente biodiversa, protettrice del suolo e resistente alla scarsità idrica**, per conseguire la resilienza verso i cambiamenti climatici
- ▶ L'agricoltura tradizionale è fortemente legata alla struttura antropologica delle popolazioni



Questioni di genere nell'agricoltura tradizionale



Divisione del lavoro nelle società primitive (secondo R. Thurnwald)

Lo schema ideato dall'antropologo austriaco Richard Thurnwald (1869-1954) descrive i probabili sviluppi dei rapporti sociali ed economici all'interno delle società primitive. Originariamente la donna sarebbe stata addetta alla raccolta di vegetali spontanei e l'uomo alla caccia.

Questa divisione dei compiti sarebbe proseguita nelle varie fasi di avanzamento della civiltà neolitica: caccia, pesca e pastorizia

sarebbero rimaste attività maschili, mentre le donne sarebbero passate dalla raccolta all'agricoltura assumendo il ruolo di motore dell'intero sviluppo umano.

L'applicazione pratica di questa teoria viene confermata dagli antropologi che osservano le abitudini e i comportamenti delle popolazioni primitive; per esempio, ancora oggi nei Paesi africani e nelle economie arretrate in cui predomina l'agricoltura, il lavoro di semina e raccolta nei campi è in prevalenza femminile.

Thurnwald, Hypothesis on the development of agricultural societies



Richiami dell'UNCCD sulle questioni di genere

UNCCD Secretariat (2005):¹⁰

Desertification causes the spread of poverty, it exhausts marshes and backwaters, and it causes the soil to dry out which results in an inability to cultivate such things as root vegetables, wild fruit and trees for firewood. It is a vicious circle which degrades the life of the women, whose means of survival depends on the fertility and productivity of the soil.

The women are the guarantors of the survival of the African family, because they are reacting to the gravity of the situation, making agreements and undertaking action plans. They try to find solutions through communication between women of different populations and the organization of inter-village meetings on the management of the territories.

(...) Some traditional technologies are used to fight desertification and to reduce the scourge of drought. Some women, with the help of the children, make fences to surround the towns. After the birth of a child the young mother must plant five seedlings during the period of 20 days that the baby is suckling.

¹⁰UNCCD Secretariat (2005) *Women of the world*. For further reading: UNCCD Secretariat (2007) *Women pastoralists. Preserving traditional knowledge. Facing modern challenges*; UNCCD Secretariat (2016) *Turning the tide. The gender factor in achieving Land Degradation Neutrality*.



Richiami dell'UNCCD sulla conoscenza tradizionale

UNCCD Secretariat (2005, p.50):¹¹

7. In the discussion by the Panel it was stated that traditional knowledge:

(a) Has an important economic role; generates social and cultural benefits and values; is dynamic and adapts to change; needs an enabling environment to be developed and to reproduce itself; cannot just be listed, as it is not static information but rather time, context and actor-specific living knowledge.

(b) Moreover, traditional knowledge also integrates modern knowledge, evolves, and spreads to create regional traditions; it should not be glorified blindly but carefully evaluated in its contribution to sustainable resource management; the term "traditional knowledge" also includes very old, forgotten techniques; it is a plural term, indicating the diversity of the knowledge of other cultures (...).

¹¹ UNCCD (2005) *Revitalizing Traditional Knowledge. A Compilation of Documents and Reports from 1997—2003*. UNCCD, Bonn, Germany; for further reading UNCCD and World Bank (2017) *Land for life. Create wealth, transform lives*. UNCCD, Bonn, Germany.



Richiami dell'UNCCD sul ruolo culturale dell'irrigazione tradizionale

UNCCD Secretariat (2005, p.51):¹²

15. *One of the most successful techniques for the rehabilitation of strongly degraded land in the Sahel is the improved traditional planting pit or "zai". This traditional technique was improved in the early 1980's by a farmer in the Yatenga region of Burkina Faso. He increased the diameter and the depth of the traditional pits and put manure in them during the dry season. (...)*

16. *The most widespread system characteristic of the Mediterranean area is the terracing system that can be found in the Middle East, Greece, Italy and Portugal. (...) The aesthetic qualities, the beauty of natural materials, the comfort of architecture and spaces, the organic relationship with the landscape that the ancient towns of the area boast are especially due to the qualities of traditional techniques and to the search for symbiosis and harmony intrinsic in local knowledge. The survival of traditional societies in the whole Mediterranean area depends on the effective, economic and sustainable management of natural resources. In the Mediterranean area, which is characterised by intensive settlement, the environment is not only the result of natural processes, but rather represents a cultural landscape where historical centres are the crystallization of knowledge appropriate to environmental management and maintenance.*



Una recente posizione dell'UNESCO

Dry-stone walls have been inscribed in the list **intangible cultural heritage**¹³

The Intergovernmental Committee for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage, meeting in Mauritius until 1 December, inscribed nine elements on the Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity. The Representative List seeks to enhance visibility for the traditions and know-how of communities without recognizing standards of excellence or exclusivity. The newly inscribed elements are: (...)

*Croatia, Cyprus, France, Greece, Italy, Slovenia, Spain, Switzerland – Art of dry stone walling, knowledge and techniques – The art of dry stone walling concerns the art of building by stacking stones upon one another, without using any other materials except, in some case, dry soil. This know-how is preserved in rural communities where the practice is deeply rooted, and among construction industry professionals. Dry-stone structures **have shaped numerous and diverse landscapes with a variety of constructions used as dwellings, for farming and animal husbandry. Such structures testify to the methods used by people from prehistory to the present in organizing their living and working space by optimizing local natural and human resources.***

¹³<https://en.unesco.org/news/intangible-heritage-nine-elements-inscribed-representative-list>, checked 29/11/2018



Una nota di Elisée Reclus



Elisée Reclus (fotografia di Nadar)

Dans l'intérieur de l'Asie, dans la Péninsule arabique, dans les déserts du Sahara et de l'Afrique centrale, sur les plateaux du Nouveau Monde, même dans certaines régions de l'Espagne, chaque source est plus que le symbole de la vie, c'est la vie elle-même : que cette eau devienne plus abondante et la prospérité du pays s'accroît en même temps ; que le jet diminue ou qu'il tarisse complètement et les populations s'appauvrissent ou meurent : leur histoire est celle du petit filet d'eau près duquel se bâtissent leurs cabanes.

Les Orientaux, lorsqu'ils rêvent de bonheur, se voient toujours au bord des eaux ruisselantes, et leurs chants célèbrent surtout la beauté des fontaines. Tandis que dans notre Europe bien arrosée, on s'aborde bourgeoisement en se demandant des nouvelles de la santé ou des affaires, les Gallas de l'Afrique orientale se disent en s'inclinant : « As-tu trouvé de l'eau ? » En Indoustan le serviteur chargé de rafraîchir

es demeures en aspergeant le sol, s'appelle le « paradisiaque. »

Le oasi e la *civiltà idraulica*

Starr, 2013, p.37, on Central Asia:¹⁴

... an important positive force made possible the development and maintenance of civilization and a high culture across Central Asia. Again, the agent was not nature but humankind, specifically, people's gradual mastery of the arts and technologies of irrigation. It was irrigation, and only irrigation, that made possible the rise of civilization on some of the otherwise barren land of Central Asia. In this sense it is fair to call Central Asia a "hydraulic civilization"...



Outline

Dal suolo, al deserto, all'oasi

Suolo

Desertificazione

Oasi e agroecologia

Irrigazione tradizionale

Il ruolo dell'irrigazione tradizionale

Il caso delle Limonaie del Garda

Origini e paradigmi per le limonaie

Struttura e tecnica di irrigazione

Conclusioni



Perché studiare le tecniche irrigue tradizionali?

Barontini et al. (2017, 2018 in preparazione):¹⁵

1. Un'eredità e un'identità culturale
2. Un'asse portante dell'oasi e della lotta contro la desertificazione
3. **Prassi che trascendono la dimensione locale** (e proiettano in una dimensione culturalmente universale)
4. Tecniche agricole flessibili e dinamiche (in altre parole *coevolutive*: il concetto stesso di scarsità è legato a un'idea di interazione)
5. Climi aridi possono essere considerati suggestioni degli effetti di un cambiamento climatico in climi temperati
6. Consentono la coltivazione di aree marginali e il connubio di protezione del suolo e produzione agricola
7. *Interesse culturale: spesso le tecniche tradizionali non sono progettabili nel senso moderno del termine*
8. *Il clima sublitoraneo alpino è tipicamente umido, ma le montagne sono spesso in scarsità idrica*

¹⁵ Barontini S., Boselli V., Louki A., Ben Slima Z., Ghaouch F. E., Labaran R., Raffelli G., Peli M., Ani A. M., Vitale N., Borroni M., Martello N., Bettoni B., Negm A., Grossi G., Tomirotti M., Ranzi R., Bacchi B. (2017) Bridging Mediterranean cultures in the International Year of Soils 2015: a documentary exhibition on irrigation techniques in water scarcity conditions, *Hydrology Research* Jun 2017, 48 (3) 789—801.



Un'ipotesi di classificazione

1. Raccolta dell'acqua di falda: *qānāt, foggara, khattara, pozzi*
2. Raccoltà dell'umidità atmosferica: *muretti a secco, muretti in terra cruda, tu'rat*
3. Raccolta delle precipitazioni: *zai, wadi, barrages, serbatoi*
4. Sistemi di sollevamento: *shadouf, saqiyya, naoor*
5. Sistemi di distribuzione

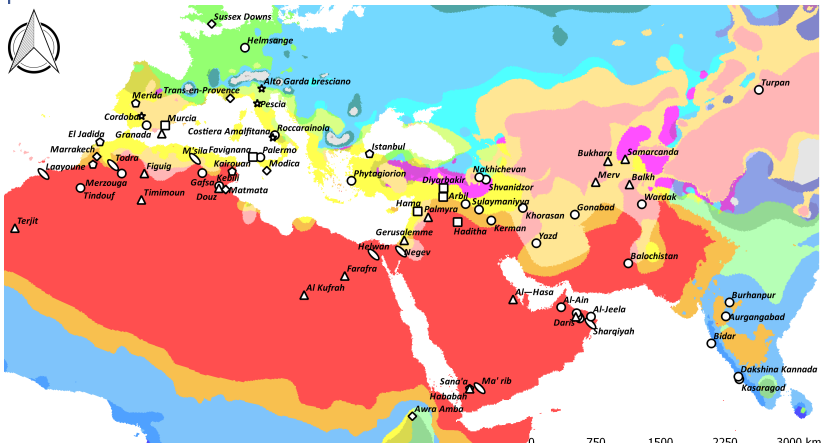


Ecumene tolemaico



Mappa del mondo nell'edizione di Leinhart Holle (1482) della *Geografia* di Tolomeo
(Fonte: <https://commons.wikimedia.org>, checked 12/12/2018)

Mappa delle informazioni finora raccolte



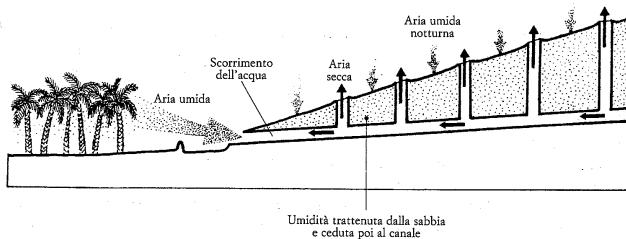
Legenda

Tecniche

- qanat
- ◇ muretti a secco e altre tecniche a condensazione
- ∩ uadi e barrage
- cisterne
- tecniche di sollevamento dell'acqua
- ★ sistemi di distribuzione dell'acqua
- △ oasi
- K-G CC
- Af

Am	BSK	Cwb	Dsa	Dwb	Dfd
Aw	Csa	Cwc	Dsb	Dwc	ET
BWh	Csb	Cfa	Dsc	Dwd	EF
BWk	Csc	Cfb	Dsd	Dfa	
BSh	Cwa	Cfc	Dwa	Dfb	
				Dfc	

Risorse principali e risorse ancillari I



Schema di funzionamento di una of a foggara (qanata, fonte: Laureano, 1995, 2013)

Funzionamento di una *foggara*:

- ▶ Risorsa principale: **drenaggio dalla falda**
- ▶ Risorsa ancillare: **condensazione del vapore in risalita**

Risorse principali e risorse ancillari II



Giardino d'agrumi a Pozzallo (Sicilia). Fotografia di: N. Vitale

Raccolta dell'acqua in un giardino d'agrumi di tipo pantesco:

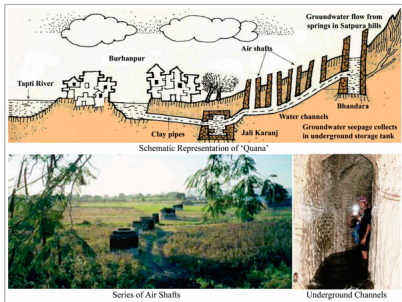
- ▶ Risorsa principale: **precipitazione**
- ▶ Risorsa ancillare: **condensazione dell'aria umida, riduzione dell'evaporazione da falda**



Irrigazione tradizionale e innervamento del territorio



Kariz in Iran



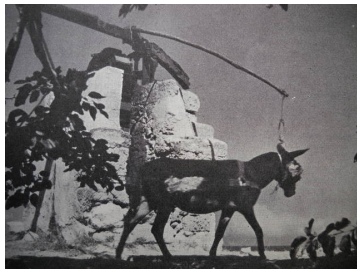
Khooni bandhara in Madhya Pradesh

Canalette di distribuzione dell'acqua



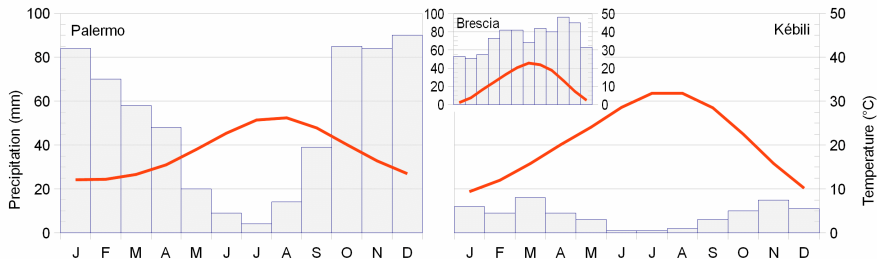
Sistemi di distribuzione dell'acqua a Siviglia (Spagna, fotografia di M. Peli)

Saqiya e Sènia



Saqiya in Mali (1924, fonte: <https://dianabuja.wordpress.com/>, sinistra) e "*norìa*" o *sènia* nella Sicilia occidentale (1953, fonte: <https://reportagesicilia.blogspot.it/>, destra).

Diagramma climatico

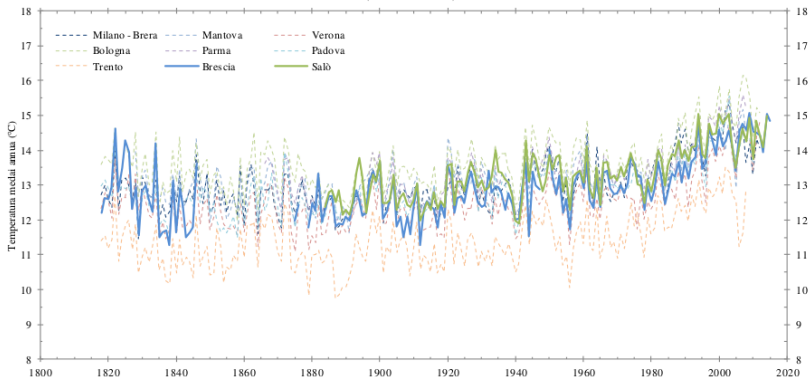


Fonte: <http://www.climate-data.org>



Temperature medie annuali di Brescia e Salò

Temperatura media di Brescia e Salò a confronto con altre serie della GAR
(Anni 1818 - 2015)



Serie delle temperature medie annuali di Brescia e di Salò a confronto con altre città della *Great Alpine Region* (Fonte: Roversi et al., in preparazione)



Outline

Dal suolo, al deserto, all'oasi

Suolo

Desertificazione

Oasi e agroecologia

Irrigazione tradizionale

Il ruolo dell'irrigazione tradizionale

Il caso delle Limonaie del Garda

Origini e paradigmi per le limonaie

Struttura e tecnica di irrigazione

Conclusioni



Introduzione



Limonaia del Pra' de la Fam a Tignale
(BS, Fonte: Ecomuseum)

- ▶ *Giardini d'agrumi terrazzati*
- ▶ Antropizzazione del territorio
- ▶ Attualità delle limonaie:
abbandono, cambio di
destinazione, cambio d'uso
- ▶ Cultural, Regulating, Provisioning
Ecosystem Services



Dalle origini agli *orti belli*

G. M. Voltolina, *De hortorum cultura*, 1574, l:146—151:

*Insuper optandae quippe essent hic tibi frondes,
Hesperidum, Alcides nostris quas intulit oris;
Ipsa, inquam, Citrus nostro ponatur in Horto,
Difficiles quamvis curas, propriosque labores,
Ut generis puer illustris si detur alendus,
nobilis exposcit multum semperque morosa.*

A. Gallo, *Le dieci giornate della vera agricoltura, e piaceri della villa*, 1564, f.2v:

*E medesimamente si può dire delle maravigliose doti della tua Riviera
Salodiana, la quale produce gran quantità di vini, di ogli, e mediocremente di
biade, e fieni. Oltre che la parte, che riguarda verso Trento è ricca di cedri,
limoni, & aranci. Cedri poi, che avanzano in bontà tutti gli altri d'Italia.*



Coltura e commercio

A. Gallo, *Le vinti giornate dell'agricoltura e de' piaceri della villa*, 1572, Giornata VII:

... vi sono cinque sorti di quelli frutti; cioè cedri, limoni, aranci, pomi d'Adamo & limonee. Et che essendo conosciuti i cedri, i limoni, gli aranci, & in parte gli Adami; non però sono conosciuti così bene le limonee, che sono una specie di mezo fra il detto pomo e il limone.

G. Da Lezze, *Catastico*, 1609—1610, Vol.III, pp.648 e sgg.: Nella quadra di Gargnagno (da Toscolano a Limone, *genti laboriose e bellicose*) si coltivano tra l'altro agrumi per l'esportazione *in Alemagna*.

Apogeo tra il XVIII e il XIX secolo e successiva decadenza



Quale paradigma per le limonaie? I

Dal distretto produttivo...

1. Area produttiva assai ben definita
2. Lunga durata
3. Coinvolgimento del territorio nella preparazione delle materie prime e dei semilavorati
4. *Chain of skills*, dalla coltivazione del bosco alle strutture commerciali

... all'oasi

1. Condizioni di scarsità idrica
2. Simbiosi tra uomo e ambiente
3. Autopoiesi
4. Equilibrio con l'ambiente e adattamento ai cambiamenti climatici
5. Selezione di cultivar locali (cedro di Salò, limone di Maderno)
6. Colture ancillari (arancia amara, capperò)
7. **Sistemi di limonaie**

- ▶ **Le limonaie ebbero un periodo di splendore durante la piccola età glaciale**
- ▶ *Quale fu, nelle diverse fasi della storia delle limonaie, la struttura economica e sociale della produzione?*



Quale paradigma per le limonaie? II

B. Scaglia, 1994, pp.46—47:

[Il limone] era frutto, non della natura ma dell'opera e del capitale degli uomini, che con notevole sforzo e sacrificio economico avevano costruito, col lavoro di generazioni, piccoli orti, scavati nella montagna, sostenuti da muri, il cui fondo terroso era costituito da terra trasportata dalla sponda veronese in quella bresciana su grosse barche.



La struttura delle limonaie



Limonaia de La Malora a Gargnano)

1. Modularità dei campi ($\sim 20 \text{ m}^2$)
regolata dalle esigenze colturali
2. Esposizione prevalente a SE
3. Protezione dai venti a monte e laterale
4. *Casello*
5. Prossimità a sorgenti o torrenti
6. Standardizzazione costruttiva e colturale

L'acqua nelle limonaie

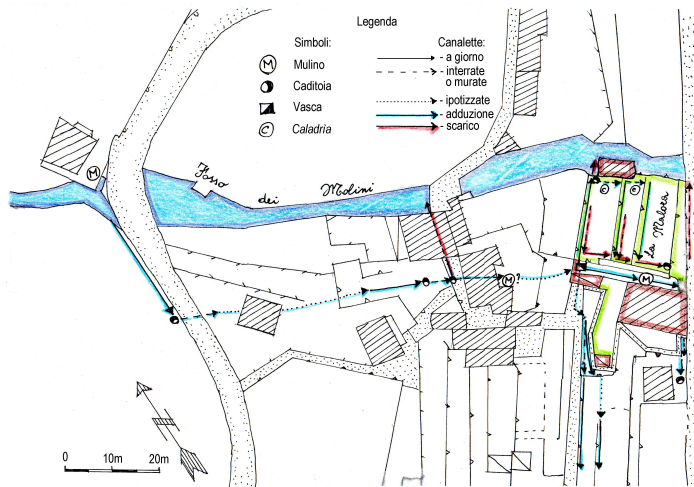
A. Gallo, *Le vinti giornate dell'agricoltura e de' piaceri della villa*, 1572, Giornata VII:

Et però sono ben fortunati coloro, che o presso o dentro de' giardini hanno buona commodità d'acqua; (...) Si come il perfetto terreno è sempre vero padre delle piante; così l'acqua data loro con misura, e a tempo, è anco fecondissima madre.

- ▶ Grande richiesta estiva di acqua da parte delle piante d'agrumi, stimata tra 100 e 300 ℓ per pianta ogni 8 giorni
- ▶ Sensibilità delle radici all'eccessiva irrigazione
- ▶ Richiesta d'acqua per usi concorrenti (mulini da macina, mulini da forgia)



La limonaia de La Malora a Gargnano



Derivazione



Sistema irriguo de La Malora: Panoramica della derivazione al Fosso dei Molini. Legenda: a) canale di derivazione, b) paratoia per la derivazione sotto battente, c) lavatoio, d) vasca di calma, e) derivazione di un mulino, attualmente interrata.

Adduzione



Canaletta che attraversa il secondo giardino dopo la derivazione, monte (sinistra) e valle (destra) ($B \sim 45$ cm, $h \sim 40$ cm, salti di fondo ~ 30 cm/1 m).



Canaletta di distribuzione



Misura della pendenza della canaletta della terrazza di monte alla limonaia de La Malora.

Le canalette hanno pendenza compresa tra 1% e 10%.

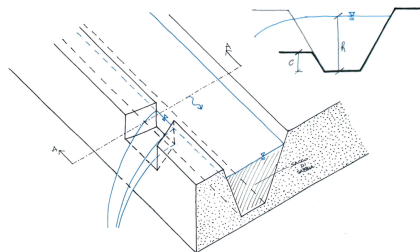
A meno di rari casi, hanno sezione trapezia prossima alla sezione di minima resistenza, con larghezza superiore $B \sim 12$ cm.



Bocchette

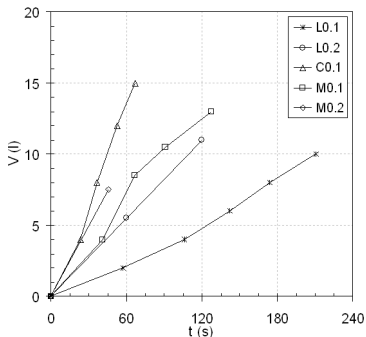


Bocchetta in opera presso la limonaia de La Malora.

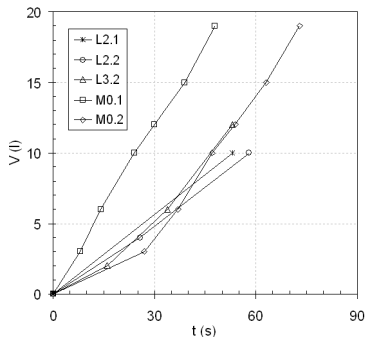


Schema di funzionamento delle bocchette.

Misura dell'efflusso



Prove di efflusso presso la limonaia de La Malora a Gargnano.



Prove di efflusso presso la limonaia del Pra' de la Fam a Tignale.

Le bocchette sono in grado di erogare una portata compresa tra 7 e 15 l/min



Sistemi di distribuzione



Cordoba, Giardini (A. Mondini, 2013)



Gargnano, Limonaia (2015)

Diedro e *caladria*



Diedro per accompagnare l'acqua al piede della pianta, ricostruito.



Fistula della caladria rinvenuta dal proprietario, presso la limonaia de La Malora ($L = 55$ cm).

Allontanamento



Terrazza centrale (al piede): canaletta coperta per il drenaggio delle precipitazioni, delle venute a giorno dal muro di monte e dell'eventuale acqua in eccesso.



Canaletta a giorno per l'allontanamento dell'acqua drenata dalla terrazza centrale.

Le canalette di drenaggio giocavano un ruolo importante soprattutto per l'allontanamento delle precipitazioni invernali, non pare fossero usate anche per recuperare l'acqua per l'irrigazione a valle.



Outline

Dal suolo, al deserto, all'oasi

Suolo

Desertificazione

Oasi e agroecologia

Irrigazione tradizionale

Il ruolo dell'irrigazione tradizionale

Il caso delle Limonaie del Garda

Origini e paradigmi per le limonaie

Struttura e tecnica di irrigazione

Conclusioni



Conclusioni I

- ▶ Suoli dell'Europa Mediterranea sono attualmente prони a fenomeni di desertificazione e scarsità idrica
- ▶ La corretta gestione dell'acqua è storicamente una delle chiavi per la conservazione del suolo
- ▶ Alcune tecniche tradizionali consentono la coltivazione in condizioni semiaride o aride, contribuendo alla formazione di **ecosistemi agricoli antropogenici e autopoietici, resilienti ai cambiamenti, basati sulla simbiosi tra uomo e natura**
- ▶ La complessità dell'ecosistema agricolo richiede un approccio strutturalmente multidimensionale e interdisciplinare
- ▶ Quale futuro per le tecniche irrigue tradizionali?



Conclusioni II



Zavřel, L'ultimo albero, 1975



References I

- Şen, Z. (2008). *Wadi Hydrology*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Jenny, H. (1941). *Factors of soil formation*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Maturana, H. R. (1975). The organization of the living: A theory of the living organization. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(3), 313 – 332.
- Naveh, Z. (2001). Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 57(3), 269 – 284. Bridging human and natural sciences in landscape research.
- Soil Survey Division Staff (1993). *Soil survey manual*.
- Varela, F., Maturana, H., & Uribe, R. (1974). Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems*, 5(4), 187 – 196.

