

RECUPERO E VALORIZZAZIONE DEI TRULLI (PUGLIA), ESEMPI ANCESTRALI DI BIOEDILIZIA.

RECOVERY AND ENHANCEMENT OF TRULLI (PUGLIA), EXAMPLE ANCESTRAL BIOBUILDING.

di Emanuele Giaccari*, Ech Chabbi Bouchaib **

*Università degli Studi della Basilicata - Matera, Italia.

emanuele.giaccari@unibas.it

**Libero professionista - Casablanca Marocco.

Parole chiavi

Bioedilizia , Trullo Valle d'Itria , Cono

Abstract

La costruzione tipica della Puglia o meglio della Valle d'Itria, il trullo è quell'universalmente affascinante e confortevole abitazione costruita dai laboriosi maestri/contadini a partire dalla seconda metà del XVI secolo utilizzando come materia prima l'abbondante pietrame calcareo diffuso sull'arido terreno carsico .

Si tratta di costruzione in muratura, a secco, con copertura a cono che coniuga la sua straordinaria semplicità architettonica con efficienza avanzata e buone qualità antisismiche.

Nel lavoro, dopo un breve inquadramento storico e collocazione geografica, si descrivono le tecniche costruttive e i materiali impiegati per la edificazione per poi evidenziare le qualità eco-sostenibili e gli aspetti biologici nonché le capacità strutturali dell' edilizia tradizionale del trullo sia nella prima fase, quella della progettazione, sia nell' esecuzione in cantiere. In ultimo si trattano le proposte di tutela e promozione e le strategie per valorizzare e potenziare queste testimonianze storiche tradizionali.

Inquadramento geografico e note geologiche

In un continuo svoltare e altalenare, superando rilievi e pendii, traguardando boschi, vigneti, orti, pascoli, alberi da frutta e campi dorati di spighe, appaiono, come case di favole, i trulli. Spuntano dal terreno come isole di pietra, agglomerati ed integrati, in parte bianchi di calce e bruni di licheni fanno parte di una comunità. Alcuni isolati, altri aggruppati come fratellini per mano a due, a tre, a quattro e ancora di più . Ovunque muretti a secco allineati sui fianchi dei rilievi per raccogliere e reggere un po' del terreno strappato a tanto calcare. Siamo in Valle d'Itria nota anche come "Valle dei Trulli" (fig. 1), porzione di territorio della Puglia centrale, che coincide con la parte meridionale dell'aoltopiano delle Murge dove s'incontrano le tre province di Bari, Brindisi e Taranto e comprende i centri abitati di Alberobello, Locorotondo, Castellana Grotte, Noci, Putignano, Fasano, Cisternino, Ceglie Messapica, Ostuni, Martina

Keywords

Green building, Trullo, Itria Valley, Cone

Abstract

The typical construction in Puglia or better in the Valle d'itria, the trulli is universally charming and comfortable home built by hardworking teachers/farmers in the second half of the sixteenth century, using as raw material the abundant limestone stone spread on the dry ground karst .

It is of masonry construction, dry, with cone roofs that combines its extraordinary architectural simplicity with advanced efficiency and good quality seismic.

In the paper, after a brief historical background and geographical location, it describes the construction techniques and materials used in the building and then highlight the quality environmentally sustainable and biological aspects as well as the structural capacities of 'traditional trullo building was in the first phase, that of design, both in 'execution in the pipeline. Finally they treat the proposals of protection and promotion and strategies to enhance and strengthen these traditional historical.

Framing geographical and geological notes

In the hilly landscape of the Itria Valley, characterized by soft undulations, hills and slopes, it appears, as fables houses, the trulli that sprout from the ground like stone islands, agglomerated and integrated with the surrounding landscape. Some isolated, others grouped together as brothers by the hand to two, three, four and even more are whitewashed and brown lichen. framed from the contours of the rows, they never have an urban aggregation geometry. We are in the Valle d'Itria also known as "Valley of Trulli" (fig.1) , part of the territory of central Puglia, which coincides with the southern part of the Murge dell'aoltopiano where they meet the three provinces of Bari, Brindisi and Taranto and includes the centers towns of Alberobello, Locorotondo, Castellana Grotte, Noci, Putignano, Fasano, Cisternino, Ceglie Messapica, Ostuni, Martina Franca, dominated by, typical and unique stone buildings dry cone-shaped.

Franca, dominata dalle, tipiche ed esclusive abitazioni in pietra a secco a forma di cono.

La valle appartiene al ramo sud orientale del complesso altopiano delle Murge, così com'è adesso, è caratterizzata da fenomeni carsici, noto connubio tra precipitazioni meteoriche e composizione carbonatica delle rocce, dai rilievi poco accentuati (intorno ai 400 m), e sembra essere formata dalle due unità litostatigrafiche Calcarea di Fasano (Calcarea di Bari) e Calcarea di Ostuni (Calcarea di Altamura), calcari del cretaceo, multiformi, più o meno compatti, sub-cristallini, spesso dolomitici, talora anche un po' marnosi, stratificati, di tinta bianco-giallastra, o bianco-grigiastra, o leggermente giallognola, qualche volta rossastra e perfino nera.

Si estende dall'insenatura di Gioia del Colle per poi degradare lentamente in direzione Sud - Est sino all'agro di Francavilla Fontana, sul versante adriatico è delimitata dal terrazzamento di Fasano ed Ostuni mentre su quello ionico dall'anfiteatro tarantino.

In Valle d'Itria dominano versanti a media e bassa acclività caratterizzati da un mosaico paesaggistico variabile con colture boschive o agricola con scarsa vegetazione interpodereale. L'insediamento è rado e aggregato in borghi su viabilità in prevalenza di crinale.

Nel paesaggio dei trulli e della Valle d'Itria, l'integrazione delle altre componenti, naturali e antropiche, con quelle geomorfologiche, ha originato una configurazione paesistica di estrema peculiarità.

Dal punto di vista geologico il paesaggio evolve nel tempo per via di azioni esogene ed endogene e, nel caso della Puglia, quindi della Valle d'Itria, si tratta del processo di natura chimica che dissolve masse di roccia calcarea ad opera di acque meteoriche e nel drenaggio delle stesse dalla superficie al sottosuolo con modellamento di cavità sotterranee.

Le forme che ne derivano sono in relazione con le particolari modalità di drenaggio e sono conseguenza del loro scorrimento, tanto in superficie quanto nel sottosuolo.

Lo strato calcareo fratturato in affioramento impedisce il ristagno delle acque meteoriche ma favorisce l'infiltrazione e il deflusso sotterraneo. Perciò il paesaggio appare arido, ma solo in apparenza.

E' evidente che associare il trullo, uno tra i più affascinanti esempi di architettura spontanea, prodotto del faticoso lavoro del contadino della roccia carbonatica segnata dal carsismo, alle peculiarità geomorfologiche della valle d'Itria permette quell'appagante visione di un paesaggio sincrono ed armonico.

Inquadramento storico

Le origini e la datazione dei trulli è ancora oggi oggetto di studio ed argomento molto controverso tuttavia si ritiene che il termine "trullo" è piuttosto recente, lo ritroviamo solo nelle prime bibliografie dedicate all'argomento risalenti alla seconda metà dell'800 e deriva, molto probabilmente, dal greco tardo τρούλος

The valley belongs to the south eastern branch of the complex of the Murgia plateau, as it stands now, is characterized by karst phenomena, known combination of meteoric precipitation and composition of carbonate rocks, the little accentuated reliefs (around 400 m), and appears to be formed by the two units lithostratigraphic Limestone Fasano (Limestone Bari) and Limestone Ostuni (Limestone Altamura), limestones of the Cretaceous, multiform, more or less compact, sub-crystalline, often dolomitic, sometimes even a little 'marl, layered, white-yellowish tint, or white-grayish, or slightly yellowish, sometimes reddish and even black.

It extends from the inlet of Gioia del Colle and then degrades slowly in the direction of South - East until all'agro of Francavilla Fontana, on the Adriatic coast is bordered by the terracing of Fasano and Ostuni and Taranto on the Ionian from the amphitheater.

Valle d'Itria dominates medium and low slope steepness characterized by a variable landscape mosaic with forest or agricultural crops with poor vegetation interpodereale. The settlement is rarely aggregated in villages and on roads mostly ridge. In the trulli landscape of the Itria Valley, the integration of other components, natural and man-made, with the geomorphological, has given rise to a landscape of extreme configuration features. From geological point of view the landscape evolves over time due to endogenous and exogenous actions and, in the case of Apulia, and the Itria Valley, it is the chemical process that dissolves the limestone masses by rainwater and drainage of the same from the surface to the subsoil with a molding of underground cavities. The resulting forms are in relation with the particular mode of drainage and are a consequence of their sliding, both in surface and in the subsoil. The limestone layer in fractured outcrop prevents the stagnation of rainwater but favors infiltration and groundwater flow. Therefore, the landscape appears arid, but only in appearance.

It is clear that associate the *trullo*, one of the finest examples of spontaneous architecture, the product of the hard work of the carbonate rock farmer marked by karst, the geomorphological peculiarities of the Itria Valley allows that vision of a synchronous and harmonious landscape .

Employee old

The origins and dating of the trulli is still being studied and very controversial topic, however it is believed that the term "trullo" is quite recent, we find it only in the first bibliographies dedicated to the subject dating from the second half of the 800 and is derived, most likely, from the late τρούλος *trúlos* greek, ancient greek

trúlos, greco antico τροῦλλος *trúllōs*, e poi *torullus*, *torulla*, *trullum* che vuol dire cupola, casa a cupola, piccola torre. In precedenza, ma mai prima del '700, il termine trullo viene comunque menzionato nelle relazioni di eruditi viaggiatori del tempo, che però li definivano spesso anche in altri modi.

Mentre la costruzione, quella in pietra a secco ed in aggetto, è molto più remota perché il trullo è la continuazione di un tipo architettonico primitivo ed autoctono che risale ad epoche preistoriche. Nelle zone dei trulli talvolta sono state rinvenuti reperti archeologici di epoca preistorica, o fondazioni di capanne in pietra risalenti all'età del bronzo. Nessun trullo, attualmente eretto, risale a quell'epoca perché, al contadino pugliese risultava economicamente più vantaggioso abatterlo e ricostruirlo riutilizzandone il materiale anziché ripararlo e mantenerlo nei casi di dissesto o di vetustà.

Le più antiche testimonianze della falsa cupola in pietra le troviamo a partire dal IV millennio a.C. con le *tholoi* presenti in Mesopotamia, in Attica, nelle Cicladi e a Creta, che avevano funzioni prevalentemente funerarie.

Il trullo più antico della Valle d'Itria, di cui si conosce la data di costruzione, riportata sull'architrave della porta di ingresso, è il trullo di contrada Marziolla "1559" in agro di Locorotondo.

La diffusione della costruzione a trullo si ha dal XVI secolo in poi quando si sviluppa, come in tutta l'Italia meridionale, l'insediamento rurale.

Con il diffondersi dell'enfiteusi il fenomeno di deforestazione, di miglioria del fondo improduttivo, già di feudatari, porta alla trasformazione delle ampie terre incolte in piccole proprietà capaci di autosufficienza. Ogni contadino può sviluppare un'economia autarchica, non solo può finalmente darla una dimora a se e alla sua famiglia, ma costruisce trulli anche per gli animali da lui allevati e per conservare e trasformare i raccolti.

Spesso trulli e *Pajare*, altra costruzione rupestre tipica del salento, vengono erroneamente associati.

In realtà sono differenti non solo per ragioni architettoniche ma anche per la destinazione d'uso e l'epoca di costruzione. I trulli sono adibiti ad uso abitativo e come già detto anche per ricovero degli animali, per conservare i raccolti e sono più recenti mentre le *Pajare* usate per cerimonie sacre, sono antecedenti.

Da ricerche effettuate dagli autori è emerso che esistono, ancora nel mondo (fig.2), altre costruzioni simili, a trullo, ma mai nessuna così incantevole come quello pugliese. I colori e le sfumature cangianti della pietra, le *chiancarelle* e la loro lavorazione, l'austera imponenza della struttura, l'arco trilitico dell'ingresso, i pinnacoli ecc fanno sì che il trullo della Valle d'Itria abbia un suo fascino tutto suo, unico al mondo.

Nella seguente tabella 1 si riportano i risultati più significativi della ricerca ancora in corso.

τροῦλλος *Trullōs*, then *torullus*, *torulla*, *trullum* which means dome domed house, small tower. Previously, but never before '700, the trulli term is still mentioned in the reports of travelers of the time scholars, but defined them often in other ways.

While building, the dry stone and projecting, it is much more remote because the trulli is the continuation of a primitive and indigenous architectural type that dates back to prehistoric times. In the trulli zone at times archaeological finds have been unearthed prehistoric, or foundations of stone huts dating from the Bronze Age. No Trulli, currently built, dates from that time because the Apulian peasant proved economically more advantageous tear it down and rebuild it reusing materials instead of repairing and maintaining it in cases of distress or age.

The oldest evidence of false stone dome we find from the fourth millennium BC with *tholoi* present in Mesopotamia, in Attica, the Cyclades and Crete, which had mainly funerary functions. The oldest trulli of the Itria Valley, where you know the date of construction, reported on the lintel of the front door, it is the Marziolla district Trullo "1559" in the countryside of Locorotondo.

The diffusion of trulli building is from the sixteenth century onwards when it grows, as in the whole of southern Italy, the rural settlement. With the spread emphyteusis the deforestation, the improvement of unproductive bottom, already lords, leads to the transformation of large uncultivated lands in small properties capable of self-sufficiency. Each farmer can develop self-sufficient economy, not only can finally give a dwelling to whether and to his family, but also builds trulli for animals bred by him and to conserve and transform the crops. Often trulli and *Pajare*, other typical cave building of Salento, are erroneously associated. In fact they are different not only for architectural reasons but also for the intended use and the period of construction. Trulli are used for residential purposes and as already said for shelter animals, to preserve crops and are newer while *Pajare* used for sacred ceremonies, are antecedents. From research conducted by the authors showed that there are, even in the world (fig.2), similar buildings, trulli, but none so lovely as that of Puglia. The colors and iridescent shades of the stone, the *chiancarelle* and their processing, the austere grandeur of the structure, the arch of the entrance, pinnacles, etc. mean that the trulli of Valle d'Itria has its own charm all its own, unique in the world. The following table 1 shows the most significant results of the ongoing research.

Tabella 1

1	Turchia	Villaggio di Harran	Trulli alveari di fango
2	Croazia	Istria	Kazuni o Casite
3a	Francia	Aquitania	Cabanes du Breuil
3b	Francia	Midi Pirenei	
4a	Irlanda	Isola di Skellig	Clochans (*)
4b	Irlanda	Penisola di Dingle	Clochans
5	Siria		Trulli di Sarouji
6	Grecia	Pylos - Messenia	Tomba a tholos
7	Mongolia	Karakorum -	
8	India	Sry Lanka	

Altri luoghi in cui accertare l'esistenza del trullo sono Siria, Libia, Sud Africa, Bretagna

Le tecniche costruttive del trullo

Il laborioso contadino pugliese del passato ha pensato bene di utilizzare gli elementi lapidei dello spietramento per la edificazione del suo ricovero seguendo i lineamenti orografici del paesaggio. Le colline, le gole, le selle le valli sono richiamate nell'architettura del trullo. Si tratta di una tipologia architettonica primitiva che ha sfruttato la specifica abbondanza di alcune formazioni calcaree adatte come materiale da costruzione, povera, modulare, composta da un vano oppure dall'accostamento di più ambienti (moduli) che generalmente venivano aggiunti al vano centrale per mutate esigenze di famiglia.

Esso si compone essenzialmente di 2 elementi principali: il basamento e la volta.

- Il basamento, la cui pianta è a forma circolare per quelli più antichi e primitivi o quadrata per i più recenti ha la funzione di contenimento delle, seppur lievi, componenti orizzontali della volta è costituito da doppia muratura a sacco, di spessore metrico, in funzione dell'ambiente da realizzare, posto da stratificazioni di pietre sovrapposte.
- La volta, messa in opera senza nessuna impalcatura sottostante, rappresenta la straordinarietà di questa costruzione, si tratta di un affascinante e misteriosa struttura autoportante a cono, dagli esperti chiamata, nel linguaggio locale, "cannela", (fig. 3) che non necessita di centinatura ma si rifà al metodo di costruzione a tholos in aggetto (vedi schema fig. 4) che prevede la posa di una serie di anelli concentrici sovrapposti orizzontalmente (da 15 a 20) a diametro decrescente fino alla chiusura del cono, di termini lapidei ("chianche") lavorati a mano su cinque facce, affiancate ed aderenti, disposte ad aggetto, a gradini rientranti, salendo verso la punta del cono, il "quinto" (interstizio che si viene a creare tra i vari conci principali) viene riempito con scaglie di pietra incastrate a pressione con effetto cuneo. Ogni anello è in perfetto equilibrio statico con quelli inferiori solo per le asperità naturali, si regge solo dall'equilibrio di peso e spinte laterali, inoltre, senza alcun legante; non esiste all'apice una chiave di volta su cui si concentrano le spinte, ma la volta stessa è terminata alla sommità dall'ultimo e più piccolo cerchio di pietra o da un monolite di copertura chiamata

Table 1

1	Turchia	Villaggio di Harran	Trulli alveari di fango
2	Francia	Istria	Kazuni o Casite
3a	Francia	Aquitania	Cabanes du Breuil
3b	Francia	Midi Pirenei	
4a	Irlanda	Isola di Skellig	Clochans (*)
4b	Irlanda	Penisola di Dingle	Clochans
5	Siria		Trulli di Sarouji
6	Grecia	Pylos - Messenia	Tomba a tholos
7	Mongolia	Karakorum -	
8	India	Sry Lanka	

Other places in which to establish the existence of the trulli are Syria, Libya, South Africa, Britain

The construction techniques of the trulli

The hard-working farmer Apulian past has seen fit to use the stone elements of the stone clearance for the edification of his hospitalization following the orographic features of the landscape. The hills, the gorges, the saddles valleys are called up in the architecture of the trulli. It is a primitive type of architecture that has exploited the specific abundance of some limestone formations suitable as a building material, poor, modular, composed of a compartment or from the combination of more environments (modules) that generally were added to the central compartment to the changed family needs. It is essentially composed of 2 main elements: the base and the vault.

- The base, the plan of which is circular in shape to those earliest and most primitive or square for the more recent has the function of restraining, albeit slight, horizontal components of the vault consists of double bag masonry, of metric thickness, in function environment to be achieved, instead of by overlapping stones stratifications.
- The vault installation with no underlying scaffold, is the extraordinary nature of this construction, it is a fascinating and mysterious self-supporting cone structure, the experts call, the local language, "cannela" (fig. 3) which does not requires the bending but refers to the method of construction tholos corbelled (see scheme fig. 4) for the laying of a series of concentric rings stacked horizontally (15 to 20) in a decreasing diameter until the closing of the cone, of terms stone ("chianche") made by hand out of five faces, side by side and adherents, willing to overhang, falling in steps, going up to the tip of the cone, the "fifth" (gap that is created between the various segments principal) is filled with stone chips embedded in pressure with wedge effect. Each ring is in perfect static balance with the lower ones only for its natural roughness, it is based only weight balance and lateral forces, moreover, without any binding agent; It does not exist at the apex a keystone on which focus the thrusts, but the same time is finished at the top by the last and smallest circle of stone or by a call coverage monolith "keystone" precisely in relation to its function of close, tighten the turn. Each strand exerts only vertical tension unlike any other (time, simple or compound) which also has a horizontal component. Although it is a "false vault", which is not based on arc

“serraglia” proprio in relazione alla sua funzione di chiudere, serrare, la volta. Ogni filone esercita una tensione solo verticale a differenza di qualunque altra (volta, semplice o composta) che ha anche una componente orizzontale. Sebbene si tratta di una “falsa volta”, che non si basa sul principio dell’arco, per il quale sarebbero state necessarie apposite armature preliminari di sostegno, tuttavia, i coni si sono dimostrati molto più resistenti anche all’azione sismica. A volte l’intradosso della cannella viene levigata dagli spigoli sporgenti dei vari anelli, formando una superficie liscia simile a quelle caratteristiche dalle volte spingenti creando una sorta di pseudocupola come nella Tholos Micenea. Il cono interno (*cannella*) è rivestito da un secondo cono esterno (fig. 5) costruito con lastre calcaree più sottili (4-7 cm) (“*chiancarelle*”) (fig. 6) affiancate l’una all’altra ma non in pressione, come nel caso della *cannella*, anch’esse rifinite a mano sull’unico lato visibile a due curvaturei, ad arco di cerchio ad ampio raggio, verticale ed orizzontale e disposte a squame con leggera pendenza verso l’esterno per agevolare lo scolo delle acque pluviali. I due coni sono saggiamente distaccati per l’intercapedine necessaria ad assicurare al trullo la giusta coibenza termica.

Il cono di copertura termina a punta ed è rifinito con “pinnacolo” la cui forma, curiosa e misteriosa, può essere a palla, a punta, a stella, a croce, a mezza luna, a piatto, a disco, squadrato o piramidale, secondo i gusti e l’importanza della famiglia che avrebbe abitato il trullo.

Una presenza costante in ogni trullo è data dal focolare all’interno e da una sottostante cisterna per la raccolta e la conservazione delle acque piovane.

Il materiale di scavo della cisterna è utilizzato, insieme a quello di spietramento del terreno, per la edificazione del manufatto.

Tutto è edificato a secco, non vi sono malte tra i vari conci (fig. 3). La pietra calcarea, materia prima essenziale che costituisce il trullo, reperita in loco, a trasporto nullo, è dotata di caratteristiche fisiche che le permettono buona lavorabilità, ottima resistenza a compressione, basso dilatazione termica, antigelivo².

L’igiene e la pulizia degli interni da abitare è assicurata da materiali ecocompatibili: intonaco fatto con l’impasto del bolo (terreno rossastro) (*vuelo*) e frammenti di paglia impastati con calce spenta, latte di calce per imbiancare gli esterni ed alcune parti (architavi e stipiti, sommità, canali di scolo, scale, ecc.). Nella figura 7 alcuni esempi di trulli in valle d’Itria.

Le qualità bioclimatiche e sostenibili del trullo

Sebbene con spazi interni contenuti ogni trullo, grazie all’elevato spessore dei muri, alla quasi assenza di aperture verso l’esterno è un curioso ed interessante esempio “*ante litteram*” di bio-edilizia passiva. Dotato dunque di una elevatissima inerzia termica garantisce la conservazione del calore all’interno d’inverno e ancor più utile d’estate conserva il freddo che le spesse

principi, for which special preliminary support reinforcement would have been necessary, however, the cones have proven much more also resistant to seismic action. Sometimes the intrados of cannella is smoothed by the protruding edges of the various rings, forming a smooth surface similar to those features from the times thrusting creating a sort of pseudocupola as in Tholos Micenea. The inner cone (*cannella*) is covered by a second outer cone (fig. 5) built with thinner limestone slabs (4-7 cm) (“*chiancarelle*”) (fig. 6) adjacent to each other but not under pressure, as in the case of cannella, too ' they finished by hand on the only visible side to two curvatures, arc of a circle with large radius, vertical and horizontal scales and arranged to slope slightly towards the outside to facilitate the drainage of rain water. The two cones are wisely seconded for the space necessary to ensure the trullo the right thermal insulation.

The coverage pattern tapers to a point and finished with “*pinnacle*” whose shape, curious and mysterious, can be a ball, he pointed, star, cross, crescent-shaped, flat, disc, square or pyramid, according to taste and the importance of the family who would inhabit the trulli.

A constant presence in each trullo is given by the hearth inside and from an underlying tank for the collection and storage of rainwater. The excavated material of the tank is used, together with that of stone clearance of the terrain, for the edification of the artifact.

Everything is built dry, there are no mortar between the various segments (fig.3). The limestone, essential raw material that constitutes the trulli, retrieved locally, at zero transportation, has physical characteristics that enable good workability, high compressive strength, low thermal expansion, frost-proof¹. The hygiene and cleaning of the interior of living is ensured by environmentally friendly materials: plaster made with the mixture of the bolus (reddish soil) (*vuelo*) and straw fragments mixed with lime, milk of lime to whiten the exterior and some parts (lintels and jambs, top, gutters, stairs, etc.)

In the figure 7 examples of trulli in the Itria valley.

The bioclimatic and sustainability qualities of the trulli

Although with internal content areas each trullo, thanks to the thickness of the walls, the near absence of openings to the outside is a curious and interesting as “*ante litteram*” bio-passive building. It is offering therefore a high thermal inertia ensures the conservation of heat inside in winter and in summer even more useful

murature a secco, coibentate naturalmente dalle bolle d'aria, racchiuse tra i vari termini lapidei calcarei, hanno accumulato durante la stagione fredda e che cederanno lentamente sino a metà agosto allorché si verificherà inevitabilmente l'inversione termica (fig. 8).

Realizzare un immobile in perfetta integrazione con l'ambiente circostante, rispettando i principi della sostenibilità e in armonia comunque con uno stile architettonico gradevole e vicino alle aspettative di chi lo vive, vuol dire rispettare le conoscenze della bioarchitettura che ha l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra l'ambiente e il costruito, soddisfacendo i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere, con il consumo indiscriminato delle risorse, quello delle generazioni future.

Alcuni dei principi progettuali alla base della bioarchitettura sono:

- ottimizzare il rapporto tra l'edificio ed il contesto;
- privilegiare la qualità della vita ed il benessere psico-fisico dell'uomo;
- salvaguardare l'ecosistema;
- impiegare le risorse naturali;
- non causare emissioni dannose (fumi, gas, acque di scarico, rifiuti);
- concepire edifici flessibili e riadattabili nel tempo con interventi di ampliamento o cambiamento di destinazione d'uso;
- prevedere un diffuso impiego di fonti energetiche rinnovabili;
- utilizzare materiali e tecniche ecocompatibili, preferibilmente appartenenti alla cultura materiale locale.

Orbene, appare evidente, che il trullo della Valle d'Itria, così come costruito originariamente, rispetta i principi su cui si basa la bioarchitettura, poichè, è perfettamente incastonato nel paesaggio circostante, grazie al materiale con cui è costruito, trasmette un'appagante sensazione di benessere, grazie ai rilevanti spessori e alla tecnica costruttiva assolve pienamente alla funzione portante, alla protezione dagli agenti atmosferici (neve, vento, pioggia, ecc.), all'isolamento termico ed acustico

Qualunque edificio ha un ciclo di vita in cui consuma energia durante le sue diverse fasi:

- l'estrazione e il trasporto delle materie prime;
- la loro trasformazione in semilavorati o prodotti finiti e il loro trasporto nel cantiere per l'utilizzo;
- la costruzione del fabbricato;
- il periodo di utilizzo dell'edificio, con il funzionamento degli impianti e le manutenzioni dei componenti dell'edificio;
- la fine dell'utilizzo, con la dismissione che porta allo smontaggio dei componenti e al loro reimpiego o alla discarica.

Si parte dal reperimento delle materie prime per la produzione dei materiali edilizi, fino al momento della sua dismissione e, la fase più critica, è l'utilizzo dell'edificio in cui, su un orizzonte di 50 anni, il consumo è oltre il 90 % di quello complessivo dell'intero

retains the cold that the thick dry masonry, of course insulated by the air bubbles enclosed between the various calcareous stone terms, they have accumulated during the cold season and slowly cede until mid-August when is unavoidable thermal inversion (fig.8). Realizing a property in perfect integration with the surroundings, respecting the principles of sustainability and harmony still with a pleasant architecture and close to the expectations of those who experience it, it means respecting the knowledge of ecological design that aims to establish a balanced relationship between the environment and the constructed, satisfying the needs of the present without compromising with the indiscriminate use of resources, that of future generations. Some of the design principles behind the green architecture are:

- optimize the relationship between the building and the environment;
- favor the quality of life and mental well-being of man;
- preserve the ecosystem;
- use our natural resources;
- does not cause harmful emissions (smoke, gas, waste water, waste);
- designing flexible, adaptable buildings over time with on extension or change of intended use;
- predict widespread use of renewable energy sources;
- use environmentally friendly materials and techniques, preferably from the local material culture.

However, it is clear, that the trulli of Valle d'Itria, as originally built, observe the principles underpinning the bio-architecture, as is perfectly nestled into the landscape, thanks to the material it is made, sends a rewarding feeling of well-being, thanks to the significant thickness and construction technique is fulfilling the load-bearing function, protection from the elements (snow, wind, rain, etc.), thermal insulation and acoustic. Every building has a life cycle in which consume energy during its different phases:

- extraction and transport of raw materials;
- their transformation into semi-finished or finished products and their transport in the pipeline for the use;
- the construction of the building;
- the period of use of the building, with plant operation and maintenance of building components;
- The end use, with the disposal leading to the disassembly of components and the reuse or landfill.

It starts from the procurement of raw materials for the production of building materials, up to the time of its disposal and, the most critical phase, is the use of the building in which, on a horizon of 50 years, the consumption is over the 90% of the total for the entire life cycle.

It is therefore clear that the trulli is a good example of a green building, in fact in the first three phases the energy consumption is much lower than any other building, the material is sourced on site, transport or almost null, the transformation takes place on site, for the more hand, the construction without the use of machinery or products

ciclo di vita.

Appare dunque evidente che il trullo è un buon esempio di bioedilizia, infatti nella prime tre fasi il consumo energetico è molto più basso di qualunque altro edificio, il materiale è reperito in loco, trasporto nullo o quasi, la trasformazione avviene in loco, per lo più a mano, la costruzione senza utilizzo di macchine o prodotti che abbiano l'impiego di energia atteso che avviene a secco; la vita media si aggira attorno ai 100 anni.

Durante la fase di utilizzo, attesa la bassa trasmittanza termica "U" del trullo, si hanno confortevoli condizioni climatiche anche senza il bisogno di ricorrere a sistemi riscaldamento e/o di raffreddamento;

Il recupero dell'acqua piovana nelle cisterna sotto il pavimento ne limita il consumo energetico altresì necessario per l'estrazione da pozzi profondi.

A parere degli autori, considerato che l'aspetto gestionale di una costruzione edilizia influisce notevolmente sull'impatto che essa ha sull'ambiente e, quindi, sui costi diretti e indiretti, l'affascinante e piacevole architettura del trullo risolve anche il divario tra la concezione estetica-formale e quella energetica-funzionale.

Proposte di tutela, promozione valorizzazione dei trulli e del loro paesaggio

Gli interventi di ristrutturazione dei trulli, nel passato, troppo spesso sono stati non conformi alla loro concezione tipologica e costruttiva (per esempio: recupero delle coperture tramite iniezioni di cemento, sostituzione degli infissi in legno con serramenti in alluminio, apposizione di antenne televisive sui tetti).

Ciò che gli autori propongono è una serie di steps verso l'eliminazione di tali interventi impropri, anche attraverso opere di sensibilizzazione rivolte alla popolazione locale.

Sarebbe dunque opportuno:

- predisporre, dopo uno studio specifico, un disciplinare o prontuario sul restauro dei trulli.
- formare gli operatori del settore e gli abitanti del posto sull'importanza di materiali ecocompatibili da utilizzare per gli infissi esterni, il piazzale antistante il trullo e dunque le rifiniture interne e l'arredo;
- proporre agli enti locali d'incentivare, anche mediante un contributo economico ai proprietari, al restauro ecocompatibile dei trulli come ad esempio la sostituzione degli infissi esterni in alluminio o pvc od altro ancora con porte e finestre in legno conformi alle costruzioni originarie.
- promuovere corsi per *mastri trullari* finalizzati alla formazione di professionalità adatte a garantire la rispondenza delle opere di restauro ai caratteri tradizionali dei trulli, in termini di modalità costruttive, materiali, dimensioni ecc.
- istituire una scuola professionalizzante per tecnici ed artigiani sulla tematica del restauro dei trulli.

which have the expected use of energy that is dry; the average life is around 100 years. During the phases of use, waiting the low thermal transmittance "U" of the trulli, you have comfortable climatic conditions even without the needs to resort to heating and / or cooling. The recovery of rainwater in the tank under the floor limits energy consumption also necessary for the extraction from deep wells. In the view of the authors, considering that the management aspect of building construction will greatly affect the impact it has on the environment and, therefore, the direct and indirect costs, the charming and pleasant of the trulli architecture also addresses the gap between the design aesthetic-formal and energy-functional.

Proposals for the protection, promotion and enhancement of the trulli of their landscape

The trulli of the restructuring measures in the past were too often do not conform to their conception of typological and constructive (eg: recovery of hedges through injections of cement, replacing wooden windows with aluminum frames, placing of television aerials on the roofs).

What the authors propose is a series of steps toward the elimination of these improper actions, including through awareness-raising works aimed at the local population.

It would therefore be appropriate to:

- Provide, after a specific study, disciplinary or handbook on the restoration of the trulli.
 - Training of the operators and the locals on the importance of environmentally friendly materials to be used for window frames, the square in front of the trulli and thus the internal finishes and furnishings;
 - Propose to local authorities d 'to encourage, also by means of a financial contribution to the owners, to environmentally friendly restoration of trulli such as the replacement of window frames made of aluminum or PVC or more with wooden doors and windows conform to the original construction.
 - Promote courses for master trullari aimed at professional training tailored to ensuring the compliance of the works of restoration to the traditional characteristics of the trulli, in terms of construction methods, materials, size etc
 - Establish a vocational school for technicians and craftsmen on the issue of the restoration of the trulli.
- The correct restoration and upgrading of the trulli landscape we believe that it can offer, even today, as long as sustainable economic development opportunities. By conducted studies on the subject already published in Giaccari, 2010 and this work it showed that the proper restoration and upgrading of the landscape of the trulli can still offer development opportunities, including

Il corretto restauro e la riqualificazione del paesaggio dei trulli noi riteniamo che possa offrire, ancora oggi, opportunità di sviluppo economico purchè sostenibile

Dagli studi condotti sull'argomento già pubblicati in Giaccari 2010 e dal presente lavoro è emerso che il corretto restauro e la riqualificazione del paesaggio dei trulli possa ancora oggi offrire possibilità di sviluppo, anche economico, purchè avvenga nel rispetto dei principi della termodinamica ampiamente contemplati nell'uso dei materiali naturali ed ecocompatibili, come quelli della tradizione architettonica pugliese: pietra, calce, creta, legno e ferro e nelle tecniche costruttive del passato.

economic, as long as it is done in compliance with the principles of thermodynamics widely contemplated in use of natural and environmentally friendly materials, such as those of the Apulian traditional architecture: stone, lime, clay, wood and iron, and in the construction techniques of the past.



Figura 1: The trulli valley.
Figura 1: La valle dei trulli.



Figura 3: Cono interno (cannella) di un trullo visto a) da dentro e b) da fuori
Figure 3: Inner cone (cinnamon) of a trullo seen from a) within and b) from outside

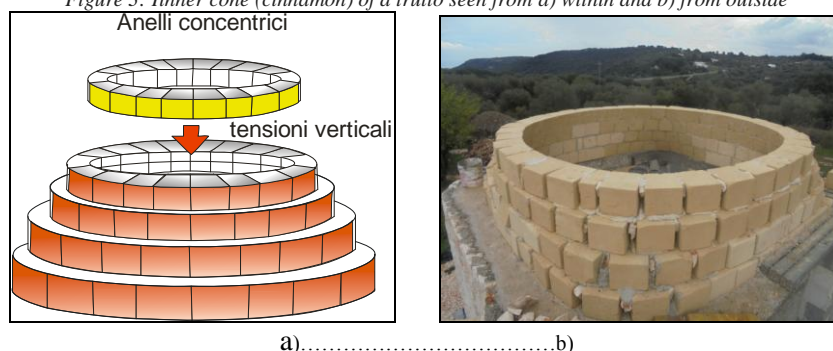


Figura 4: Volta a cono con anelli concentrici a) Particolare schematico 3D; b) foto trullo moderno in costruzione
Figure 4: Once a cone with concentric rings a) 3 D schematic detail; b) photo modern trullo under construction

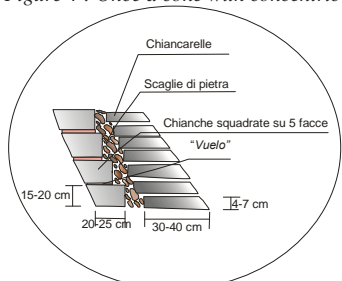


Fig. 5 Sezione schematica dei due coni



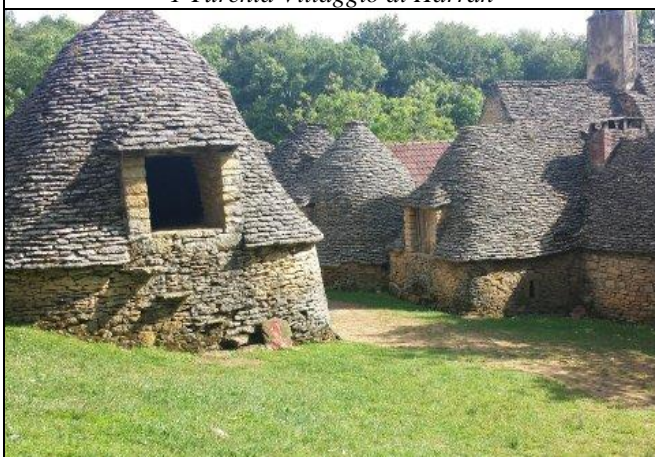
Fig. 6 Cono esterno e chiancarelle



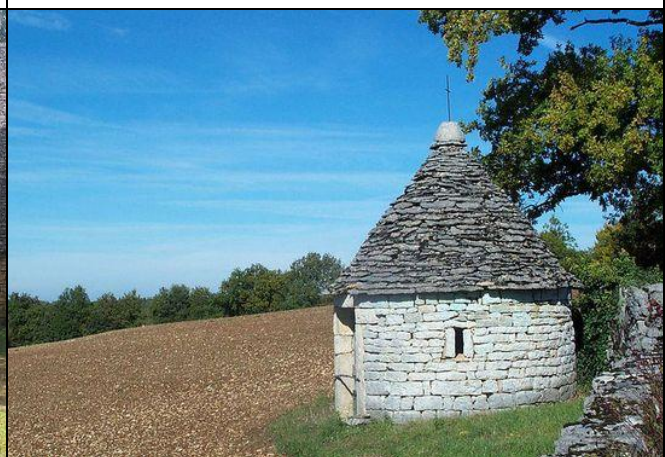
1 Turchia Villaggio di Harran



2 Croazia Kazuni Istria



3a Cabanes du Breuil. St. André d'Allas, Aquitaine



3b Midi Pirenei



4a Irlanda Trulli di Skellig



4b Clochans on Dingle Peninsula, Kerry, Ireland



5 Siria Trulli di Sarouji



6 Messenia – Grecia Tomba a tholos di Pylos



7 Karakorum – Mongolia



8 Sry Lanka

Fig. 2 Esempi di trulli nel mondo
Fig. 2 Examples of trulli in the world



1 Trulli antichi in valle d'Itria



2 Trulli a diverse quote



3 Esempio di costruzioni recent



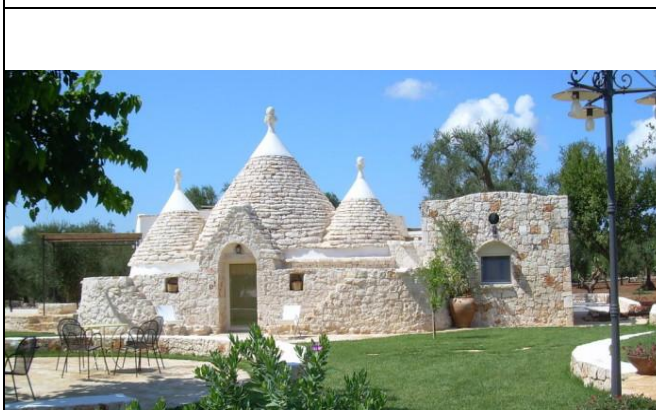
4 Alberobello



5 Restauro dei coni



6 Restauro di trullo antico ed ampliamento



7 Trulli restaurati e valorizzati



8 Trulli restaurati e valorizzati

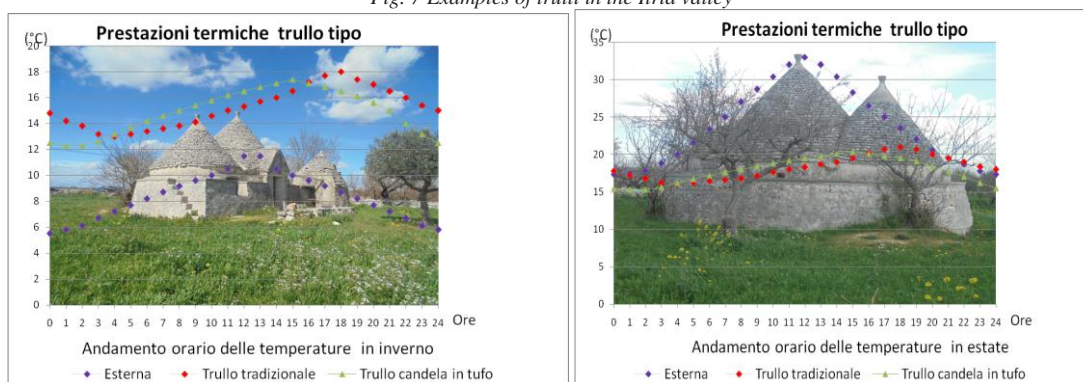


9 Trulli restaurati e valorizzati



10 Esempi di trulli di nuova costruzione

Fig. 7 Esempi di trulli in valle d'Itria
Fig. 7 Examples of trulli in the Itria valley



a)
Fig. 8 Prestazioni termiche del sistema climatico all'interno di un trullo tipo a) inverno, b) estate
Fig. 8 Thermal performance of the climate system within a type trullo a) winter, b) summer

NOTE

¹ Un Clochán è una capanna in pietra a secco, con un tetto a sbalzo, comunemente associati con la costa irlandese, sud-ovest. L'esatta data di costruzione della maggior parte di queste strutture è nota con qualsiasi grado di certezza.

¹ *A Clochán is a stone hut dry, with a cantilevered roof, commonly associated with the Irish coast, the south-west. The exact date of construction of most of these structures is known with any degree of certainty*

² Ai fini della valutazione della gelività, il materiale viene considerato antigelivo (non gelivo) qualora, al termine dei 20 cicli di condizionamento, non presenti screpature o tracce di lezioni sulla sua superficie, non faccia registrare perdite di peso superiori al 2% e la resistenza media a compressione ottenuta, per ciascuna direzione, non risulti inferiore di oltre il 25% rispetto a quella di provini identici dello stesso materiale sottoposti alla sola compressione e non condizionati.

² *For the assessment of frost resistance, the material is considered anti-freeze (not gelivo) if, at the end of the 20-conditioning cycles, no screepture or traces of lessons on the surface, do not record weight losses greater than 2% and the resistance average compression achieved, for each direction, is not less than 25% compared to that of identical specimens of the same material subjected to compression alone and not put*

BIBLIOGRAFIA

- Amoruso E.: «L'incanto dei trulli». (da « Trulli. Living & Hosting ». Mario Congedo Editore – 2008)
- Bentivenga M. (2011) - *Il Patrimonio Geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare*. Supplemento Geologia dell'Ambiente, 2/2011, pp. 490.
- Ciarandi-N., Pieri -P., Ricchetti G. .*Note alla Carta Geologica delle Murge e del Salento* (Puglia Centromeridionale). Memorie della Società Geologica Italiana, 1988, Volume 41, Fascicolo 1, pp. 449 - 460.
- FESTA V. (1999) - *L'avampaese apulo nel quadro dell'evoluzione dell'Appennino meridionale: la deformazione della piattaforma carbonatica apula nel settore murgiano* (Puglia, Italia meridionale). Tesi di Dottorato in Scienze della Terra, 122 pp., Università di Bari.
- Giaccari E (2010) *La geologia ambientale e lo sviluppo sostenibile - la valorizzazione dei paesaggi geologici lucani*. Atti del Convegno Nazionale. Il Patrimonio Geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare, 29 e 30 aprile 2010 Sasso di Castalda - Potenza
- Giaccari E. & Rivello A. . (2015) *The fusion between the geological and urban landscapes lucania (Italy)* REUSO 2015_ Valencia III Congreso Internacional sobre Documentación, Conservación, y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico Atti del Convegno pp 2138-2146 ISBN 978-84-9048-386-2 Deposito legale V-2020-2015
- Marinelli C., *La Murgia dei trulli. Un'oasi di popolazione sparsa nel Mezzogiorno*, in "Scritti di geografia", Ricci, Firenze 1908.
- Pieri P., Festa V., Moretti M. & Tropeano M. (1997) - *Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland, Southern Italy)*. Ann. Geofisica, **40** (5): 1395-1404.
- Regione Puglia Assessorato all'assetto del territorio Piano Paesaggistico territoriale PPTR **Prof. Angela Barbanente**
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. & Pieri P. (1988) - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampaese Apulo*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41, 57-82.
- SIGEA Puglia (2010) – *Il Patrimonio Geologico della Puglia. Territorio e Geositi*. Geologia dell'ambiente, Suppl. 4/2010.
- Speciale Giorgi C., Paolo Speciale. *La Cultura del Trullo - Antologia di scritti letterari e scientifici sui trulli*. Schena Editore, 1989.
- Valduga A. (1965) - *Contributo alla conoscenza geologica delle Murge baresi*. Studi geologici e geomorfologici sulla regione pugliese, **1**: 1-14.
- Wimbledon W.A.P. (2011) - Geosites. A mechanism for protection, integrating National and International of heritage sites. In: Bentivenga M. (ed) "Il patrimonio geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare", "Geologia dell'Ambiente" Journal Suppl. 2, 13-25.