

## ARQUITECTURAS DE PIEDRA SECA, UN LEVANTAMIENTO PROBLEMÁTICO

### DRY STONE ARCHITECTURES, A PROBLEMATIC SURVEY

Gabriele Rossi, Massimo Leserri

doi: 10.4995/ega.2013.1532

El término arquitectura de "piedra seca" no sólo se refiere a las soluciones constructivas privadas de material aglutinante, sino también a artefactos particulares y comunes al mismo tiempo, con rasgos tecnológico-constructivos y geométrico-formales específicos derivados de condiciones económico-sociales y geológico-agrícolas particulares. Estos artefactos entran dentro de la gran categoría de las arquitecturas menores, también conocidas como espontáneas, populares, vernáculas, indígenas o rurales para distinguirlas de la arquitectura mayor, es decir, la arquitectura sin arquitectos (Rudofsky 1964).

**Palabras clave: Piedra seca; Levantamiento**

*The term "dry stone architecture" refers to special building solutions that not only do not use any binding materials but also indicates special and very common buildings with specific technological/constructive and geometrical characteristics. These structures were built due to particular socio-economic and geological/farming conditions.*

*These structures belong in the great category of minor architectures, also defined as spontaneous, popular, vernacular, indigenous and rural in order to distinguish them from major architecture; in other words an architecture without architects (Rudofsky 1964).*

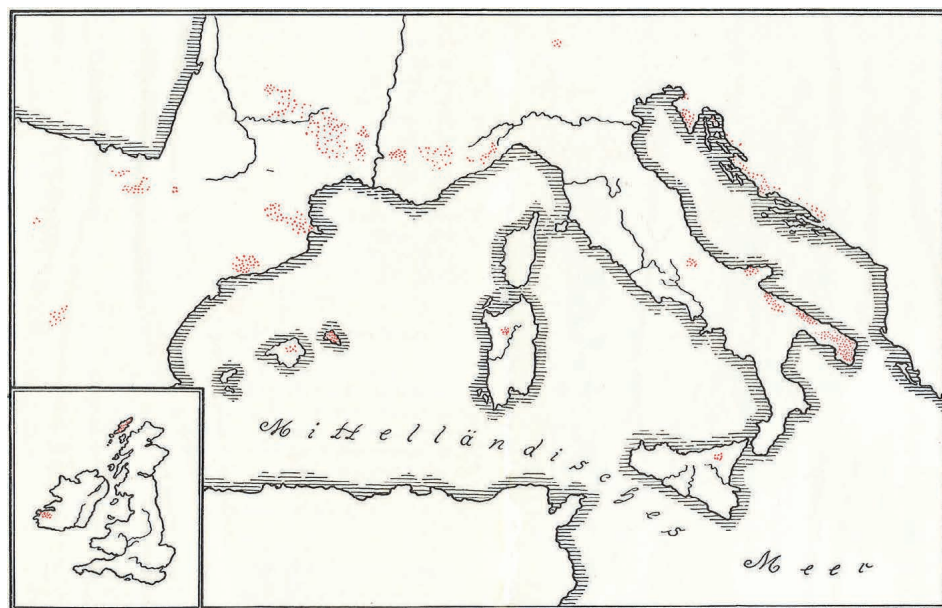
**Keywords: Drystone; Survey**





1. Distribución de las construcciones de piedra seco en la cuenca mediterránea. / Rohlf, G., 1963. Construcciones primitivas con cúpula en Europa, 1963.

1. Widespread concentration of dry stone structures in the European basin./ Rohlf, G., 1963. Early dome shaped structures in Europe, 1963.



En los países europeos, gran concentración de estos artefactos se encuentra en la cuenca mediterránea (Fig. 1); en Italia, en particular, en Apulia, y en menor medida en algunas partes de Sicilia 1, Cerdeña y Liguria. El fenómeno está muy extendido a lo largo de la costa de Dalmacia y en muchas zonas del sur de Francia (en particular en Provenza) y de España en la Comunidad Valenciana, Cataluña, Aragón y Navarra 2 con mayor concentración en las Islas Baleares (Fig. 2). También se observa una difusión menor en algunas regiones de Escocia e Irlanda.

Las construcciones en seco constituyen objeto de interés y estudio por parte de numerosos académicos desde finales del siglo XIX. A 1899 se remonta el ensayo de Emile Bertaux, *Etude d'un Type d'Habitation Primitive. Trulli, caselle et specchie des pouilles*, publicado en los *Annales de Geographie* (Bertaux 1899, p. 1-24).

En la actualidad, los estudios sobre estas arquitecturas son promovidos por

el *International Congress on Drystone Walling*, que celebra su XIII edición y cuya primera edición, a finales de los años ochenta, fue organizada por el Departamento de Diseño del Politécnico de Bari 3, que ha retomado (suscitando un nuevo interés) los estudios iniciados por Bertaux a finales del siglo XIX y continuados por Rohlf (1963) en la segunda mitad del siglo pasado.

### La construcción en piedra seca

La construcción en piedra seca se lleva a cabo con una sucesión de acciones de colocación que, debido a la ausencia de aglutinantes, desemboca en una operación de acumulación. Se pueden distinguir tres modalidades diferentes (Ambrosi 1987, p. 26):

- acumulación desordenada llevada a cabo por lanzamiento, modalidad de acumulación producida por acciones descuidadas de la colocación, sin prestar ninguna atención a la forma en que se disponen las

A major concentration of these structures can be found in European countries overlooking the Mediterranean basin (Fig. 1); particularly in Italy they can be found in the region of Apulia with a minor concentration in the Sicilian 1, Sardinian and Ligurian areas. They are also widespread along the Dalmatian coast and in many areas of southern France – particularly the Provence area – and in Spain in the regions of Valencia, Catalonia, Aragón and Navarra 2 with a major concentration found in the Balearic Islands (Fig. 2). A minor diffusion can also be found in a few regions of Scotland and Ireland.

Drystone-walling constructions have been objects of major interest and study by numerous scholars since the end of the XIX century. In 1899 Emile Bertaux wrote an essay entitled, *Etude d'un Type d'Habitation Primitive, Trulli, caselle et specchie des pouilles*, published in the *Annales de Geographie* (Bertaux 1899, pp. 1-24).

Nowadays studies on these structures are promoted by the bi-annual International Congress on Drystone-walling, now in its XIII edition. The first edition, held at the end of the eighties, was organized by the Dipartimento di Disegno del Politecnico (Department of Design of the Polytechnic) of Bari 3, which resumed – raising new interest – the works began by Bertaux at the end of the Nineteenth century and continued by Rohlf (1963) in the second half of the previous century.

### Drystone-walling construction

Drystone-walling is carried out with the succession of layout actions that, due to the absence of mortar or other binding materials, corresponds to an operation of stockpiling. There are three different types of methods (Ambrosi 1987, pg. 26):

- disorderly stockpiling method. In this method layout is carried out randomly, without any attention given to the way the different stones are placed. This generates a more casual arrangement whereby the stones obtain an equilibrium and a static-geometric cohesion very similar to the ones seen in natural stockpiles;
- orderly stockpiling carried out by a layering method. This stockpiling method is carried out

2. Construcciones en piedra seca en Cataluña (España).  
2. Dry stone structures in Catalonia (Spain).



2

by properly layering the stones in an orderly way; in order to do this the builder must give the right arrangement each time for each stone so as to obtain major balance and a better static-geometric cohesion;

- structured stockpiling. This method combines the act of arranging orderly layers of stones to the act of creating openings and compartments used as rooms or for the passage of persons, air and light.

The productive/constructive process of these drywall structures has very unique characteristics because it is characterized by the identity of the places, materials and by the builders: identity of the places because the worksite is also an extraction, transformation and construction location; identity of materials because the stone is the only building material used; identity of the builder because he/she is the same person that gathers the material and builds the structure. The builder must also carry out some sort of “planning and design” of the entire productive cycle. However this should not be intended as a refined moment in designing the architectural structure but as a connection between building and planning. The entire process is synthetically carried out during the layout operations which is also “connection and arrangement, building and orderly layout, structuring and formal organization based on models and typical choices” (Ambrosi 1987, pg. 24).

The uniqueness of such a process determines a variety of shapes that makes these structures different from one another. In the absence of an in-depth knowledge of these buildings, one tends to think of them as basic arrangements, generating an ambiguous identification between real conformation and geometric/mental model. Because of their characteristics drywall constructions almost seem to establish an architectural archetype - halfway between a shack and a cave, a sort of stone tent – and end up with becoming a stereotype which is repeated an infinite number of times without the correct acknowledgement of the different geometric solutions that instead characterizes each single structure.

The uniformity given to the basic layout of these structures has generated a classification for typological models that correspond – in a forced way – to areas located in Apulia.

The overall uniformity and the forming of a

diferentes piedras. Esto genera una disposición aleatoria, una auto-disposición de las piedras, que encuentran por sí mismas un equilibrio y una consistencia estático-geométrica muy similar a la de las acumulaciones naturales;

- acumulación ordenada por estratificación, modalidad de acumulación que se lleva a cabo mediante la colocación de capas ordenadas de piedras; esto determina la necesidad por parte del constructor de proporcionar cada vez y a cada piedra la disposición adecuada con el fin de lograr un mayor equilibrio y una mejor consistencia estático-geométrica;
- acumulación estructurada, modalidad de acumulación que combina la acción de colocar capas ordenadas de piedras con la de estructurar espacios y compartimientos adecuados para la creación de huecos habitables y de pasos parapersonas, aire y luz.

El proceso productivo/constructivo de las arquitecturas en seco presenta rasgos de unicidad que se caracterizan por la identidad de los lugares (ya que el lugar de la obra es al mismo tiempo el lugar de extracción), de los materiales (ya que la piedra es el úni-

co material de construcción) y de los operadores (ya que es la misma persona que lleva a cabo la obra desde la recogida de los materiales hasta la construcción).

El diseño, cuyo único objeto es el ciclo productivo, no debe entenderse como un momento esencial de definición de la idea arquitectónica, sino como una coincidencia entre la construcción y el diseño. Todo el proceso se realiza sintéticamente durante la operación de colocación, que es al mismo tiempo “conexión y composición, construcción y disposición ordenada, estructuración y organización formal según modelos y opciones tipológicas” (Ambrosi 1987, p. 24).

Sin embargo, la singularidad de este proceso determina una gran variedad de soluciones formales que hacen que estos artefactos sean diferentes unos de otros. A falta de un conocimiento exhaustivo, se tiende a asimilar estas construcciones con las geometrías elementales a las que se refieren, creando una identificación ambigua entre conformación real y modelo geométrico/mental. La construcción en piedra seca, que por sus propias características parece casi constituir uno de los



3. Diagrama de matrices elementales sobre la base de las construcciones de piedra seca. / Ambrosi (1987).

3. Outline of the basic moulds at the basis of drywall buildings. / Ambrosi (1987).

arquetipos de la arquitectura (a mitad de camino entre la cabaña y la cueva, una especie de tienda de campaña de piedra), termina por convertirse en un estereotipo repetido innumerables veces sin el correcto reconocimiento de las diferentes soluciones geométrico-formales que caracterizan a los distintos artefactos.

Esta homologación con las geometrías elementales a las que estas construcciones se refieren ha generado una clasificación para modelos tipológicos que se han hecho corresponder (de forma forzada) con áreas del territorio de Apulia.

La homologación general y la reducción a estereotipo es desgraciadamente el resultado de un enfoque tipológico/constructivo y no de un conocimiento profundizado, determinado por la dificultad de detectarse, de las conformaciones geométrico-formales de los artefactos. Su evaluación es, sin duda, difícil.

Los estudios sobre estas construcciones han determinado las matrices geométricas/constructivas elementales sobre la base de las distintas soluciones geométrico-formales de las construcciones de piedra en seco (Fig. 3). 4

- la acumulación
- la torre aterrazada
- el tejado cónico
- las superficies unidas
- el tejado en vertiente
- las cubiertas cónicas con generatrices inflexas
- la cúpula con salientes

Las diferentes soluciones geométrico-formales revelan una tendencia a la continuidad de las superficies, continuidad resuelta “a través de una gradualidad de pasos y de soluciones arquitectónicas mínimas” (Ambrosi 1987, pág. 27), aunque determinantes en la percepción del objeto arquitectónico. La técnica constructiva de la acumulación (ya sea desordenada, ordenada o estructurada), la identi-

stereotype is unfortunately the result of a typological/constructive approach and not of a thorough knowledge of drywalling, determined by the difficulty in identifying the structures and by their geometric shape. Identifying and assessing them is, without a doubt, quite difficult.

Studies carried out on these structures have identified the basic geometric/constructive moulds at the basis of the different geometric solutions of drywall buildings (Fig. 3). 4

- the stack
- the terraced tower
- the conical roof
- the jointed surfaces
- the displuviate roof
- the conical covers with curved generatrices
- the corbelled dome

The different geometric solutions show a tendency of surface continuity, a continuity carried out “through gradual passages and minimum architectural solutions” (Ambrosi 1987, pg. 27) that, however, are crucial in the perception of the architectural object. The building technique of the stack – disorderly, orderly or structured that it may be –, the identification of the building materials, the identification of the builder, which is the only person that carries out the entire productive cycle along with the “planning and design”, is usually the *jointing* method. This technological/constructive method is the solution for both surfaces and cladding and for static/constructive techniques. Jointing technique is in fact the one used for *chiancarelle* covers, where thin sheets of this type of stone are arranged according to horizontal layout plans – for displuviate roofs they are arranged in a linear fashion, radially for conical surfaces or placed according to curves that are more or less regular on jointed surfaces. These types of layout arrangements ensure that rain water flows regularly. Jointing technique is also used for terraced towers, for foundations of the typical “trulli”, but also for dry stone walls, containment walls, terraces, where bends, corners and all the creases are taken care of with the use of more or less wide radials in order to avoid the formation of bends which would require a greater processing of the stone. Furthermore jointing is the building technique that can be used by non-specialized workers as well. Land is dug up and the materials obtained can be used in different ways and always in a constructive manner.

ICONOGRAFIA - PRINCIPI FORMALI	POSSIBILITA' E TENDENZE AGGREGATIVE RAPPORTO INTERNO ESTERNO	MODALITA' COSTRUTTIVE DELLA COPERTURA	GEOMETRIA DELLE SUPERFICI E DEI PROFILI
<p>ACCOMITI DI TERRA</p> <p>SPECIE PRAMITI TORRI TERRAZZATE TRAMITE GRADUOSE MANTARE TIGGIURATI</p> <p>PIUMI MONTICINI PUGGIANI</p>	<p>ISOLAMENTO ED ESPOSIZIONE SUL PARAGGIO</p> <p>ACCOMIAMENTO PER ACCOSTAMENTI CON VARI INTERI SOLLICITATI</p>	<p>ACCOMIAMENTO PER GETTO IL RIAMPIANTO COME TEGUMENTO</p>	<p>CONI TRONCHI TRONCHI DI CONO E DI PARABOLE SOVRAPPOSIZIONI DI CONI A TRONCHI DI CONO</p>
<p>LA CAPANNA TETTO CONICO DI PALLE RIGIDE</p> <p>LA TENDA</p> <p>LA CAPANNA TETTO ASSIOLARE TETTERATIUM</p>	<p>ISOLAMENTO O TENDENZA AD ACCOSTAMENTI SUPERFICIALI IN VARIO PER OGNI COPERTURA CONICA</p> <p>TENDENZA A RAGGIUNGERE PIU' VANTO SOTTO LA STESSA COPERTURA</p> <p>STRUTTURE MISTE VOLTE IN ACCETTO</p>	<p>STRATIFICAZIONE (TEGUMENTO E STRUTTURA SEPARATO)</p>	<p>CONI SU CILINDRI CONI SU CUBI</p> <p>RACCORDI</p> <p>PRESMI TRANSCORIANI</p>
<p>LA CAPANNA TETTO CON RADI FLESSIBILI TASTIUDO</p> <p>ANZETAS</p>	<p>OPERA MURARIA APPARENTE DISPOSTO DI ANGOLLA SULLA FACCIATA</p>	<p>STRUTTURAZIONE STRUTTURA COME TEGUMENTO</p>	<p>SUPERFICI DI ACCOSTAZIONE CONI CON GENERATRICE CURVE</p> <p>SENSETERE SEMOLINDI</p>



Combining these geometric/constructive moulds produces different geometric solutions each time. Excluding the implications which are typically difficult to control in the absence of a thorough knowledge of the phenomena and, at the same time, paying less attention to any possible reflections regarding the origins of the phenomena, two architectural solutions which are widely used in Apulia will be analyzed, namely the “pagghiara” and the “trullo” introducing different important solutions to tools and instruments available.

### Pagghiara

The term “pagghiara” varies in different Apulian areas, other terms often used are “paiara”, “furneddu”, “chipuro” and “casedda” (Fig. 4). This term indicates a building solution widely used in Apulia with characteristics that vary in the different areas of the region. It is used mostly as a field shelter and not permanent dwelling if not for very brief periods. There are a series of these structures with geometric shapes of minor or major complexity (Fig. 5). These shapes range from a truncated cone or simple truncated pyramid to truncated cones with a more square shape, or from split-level ones with the same shape to other split-level structures with different shapes, from truncated cones to truncated pyramids or vice-versa. There are also elongated rectangular structures and coupled or aggregate structures. The inside of the building is usually round, as seen in more ancient structures. Recent ones have a square shape making inside spaces and rooms more useful. The dome shaped voussoir roof almost entirely characterizes the dry stone constructions of the Apulian territory; traces of more “noble” uses of the roof can be seen in a few medieval churches around the Bari area, known as “aligned dome” 5. The structured stack of properly placed layers of progressively protruding stones allows the builder to create interior rooms or even small openings and recesses.

### Trullo

The term “trullo” indicates structures typical of the Itria Valley and Alberobello areas (Fig. 6). The architectural structures at Alberobello all have

dad del material de construcción, la identidad de los operadores (la única persona que implementa todo el ciclo productivo, también el de “diseño”) hacen que la *conexión* sea la solución tecnológico-constructiva adoptada tanto en las soluciones de las superficies de muros y revestimiento como en la técnica estático-constructiva. En efecto, la conexión es la solución presente en las cubiertas de *chiancarelle* (lajas), donde delgadas placas de piedra dispuestas en planos de colocación horizontal (en los tejados dispuestos en vertiente de manera lineal, radialmente en las superficies cónicas o siguiendo curvas más o menos regulares en las superficies conectadas) resultan adecuadas para garantizar el flujo regular de las aguas pluviales. La conexión se encuentra en las murallas de las torres aterrazadas, en los fundamentos de los llamados “trulli”, pero también en los muros construidos en piedra seca, los muros de contención, las terrazas, donde las curvas, los ángulos y todos los pliegues se suelen resolver recurriendo a tendencias radiales más o menos amplias con el fin de evitar la creación de rinconeras que implicarían una mayor elaboración de la piedra; asimismo, la conexión es la técnica constructiva más accesible para artesanos no especializados que trabajan la piedra, resultante de la roturación de terrenos, un recurso que se puede reutilizar de forma distinta y siempre constructiva.

La combinación de estas matrices geométricas/constructivas suele generar soluciones geométrico-formales diferentes. Omitiendo en este punto implicaciones tipológicas difícilmente controlables en ausencia de un conocimiento exhaustivo del fenómeno y, al mismo tiempo, poniendo en segundo plano posibles reflexiones relativas a la

génesis del fenómeno y a su evolución tipológica y formal, se analizan dos soluciones arquitectónicas ampliamente extendidas en Apulia: la “pagghiara” y el “trullo”, proponiendo varias soluciones relevantes relacionadas con la instrumentación disponible.

### Pagghiara

El término “pagghiara” varía en las distintas zonas del territorio de Apulia, también conocido por el término “paiara”, “furneddu”, “chipuro”, “casedda” (Fig. 4). Este término indica una solución constructiva ampliamente extendida en Apulia con características que varían en diferentes zonas de la región, utilizada como lugar de apoyo para las actividades en el campo y no para fines residenciales, excepto para períodos muy cortos. Se puede identificar toda una serie de construcciones con soluciones geométricas de menor o mayor complejidad (Fig. 5): desde geometrías troncocónicas o troncopiramidales simples a soluciones troncocónicas con directriz cuadrangular conectada, desde soluciones de varios niveles/escalones de geometrías iguales a soluciones de varios niveles/escalones con geometrías diferentes, desde troncos de cono a troncos de pirámide o viceversa, hasta soluciones alargadas de base rectangular o soluciones adosadas o agregadas.

El compartimiento interno, de forma circular en los ejemplos más antiguos, se sustituye en las soluciones más recientes por un compartimiento cuadrangular conectado más adecuado para el uso del espacio interior.

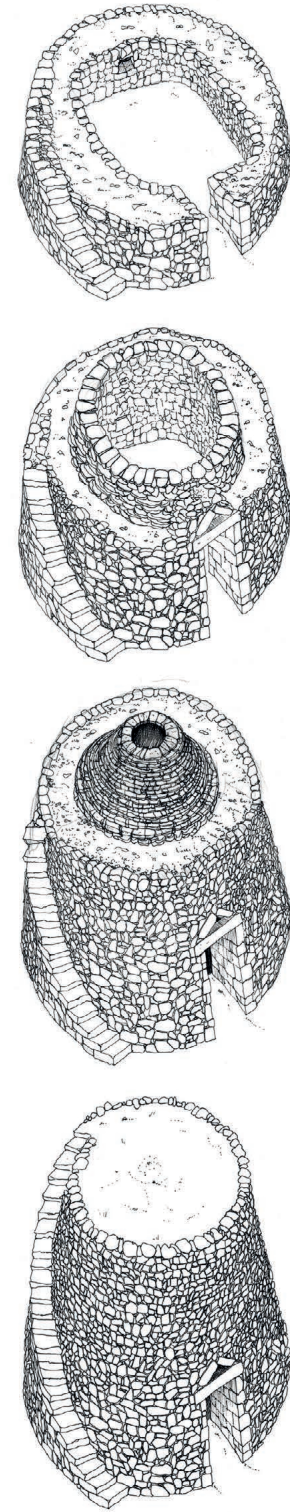
La solución de la cubierta de la cúpula saliente caracteriza casi la totalidad de las construcciones de piedra seca de la región de Apulia; de esta solución se pueden hallar usos más “solemnes”



- 4. Imágenes de “pagghiare”.
- 5. Las fases de la construcción de una “pagghiara” tronco-piramidal conectada.
- 4. Images of “pagghiare”.
- 5. Building phases of a “pagghiara” with jointed truncated pyramid.



4



5

en algunas iglesias medievales del territorio de Bari llamadas “con cúpula de eje” 5. La acumulación estructural de capas ordenadas de piedra que sobresalen progresivamente permite la creación de compartimientos interiores, además de aberturas o nichos.

### Trullo

El término “trullo” se refiere a las soluciones constructivas típicas del Valle d’Idria y el pueblo de Alberobello (Fig. 6). La estructuración urbana de esta solución arquitectónica en Alberobello dispone de rasgos únicos y ha

unique characteristics and thus were listed in the UNESCO World Heritage Site in 1996.

The geometric shape of the conical roof characterizes the ring tension of these structures, usually consisting in more rooms and all covered by a pseudo-dome and re-covered by layers of “chiancarelle” stones that protect the structure from rain.

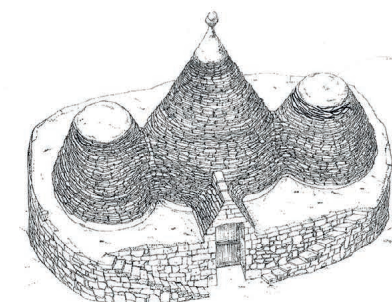
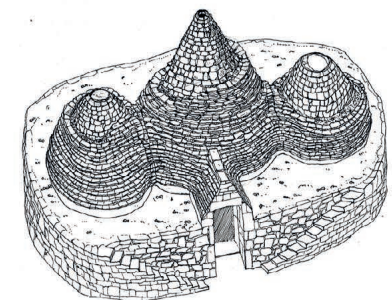
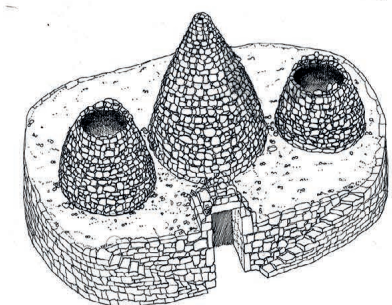
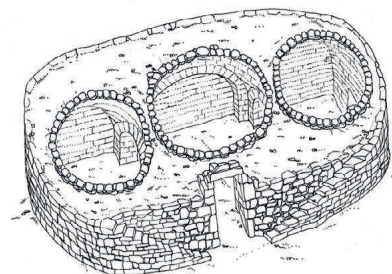
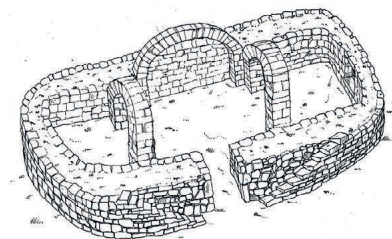
- 6. Imágenes de “trulli”.
- 7. Las fases de la construcción de un “trullo” de tres conos.
- 6. Images of “trulli”.
- 7. The construction phases of a three-coned “trullo”.



6

The juxtaposition of each single conical element generates different structures made up of more cones until reaching more complex structures like the ones in Alberobello. “Trulli” of the Itria Valley are, in the majority of cases, residential dwellings tied to agricultural activities (Fig. 7).

permitido el reconocimiento de patrimonio UNESCO en 1996. La solución geométrica del techo cónico caracteriza la superficie del extradós de estos artefactos que se componen de varios compartimentos, todos ellos cubiertos por pseudo-cúpulas y



7

recubiertos con capas de “chiancarelle” (lajas) que proporcionan protección contra el agua de lluvia.

La yuxtaposición de los distintos elementos cónicos genera soluciones estructuradas compuestas por varios conos hasta llegar a soluciones más



8. Levantamiento por secciones verticales.

8. Survey by vertical sections.

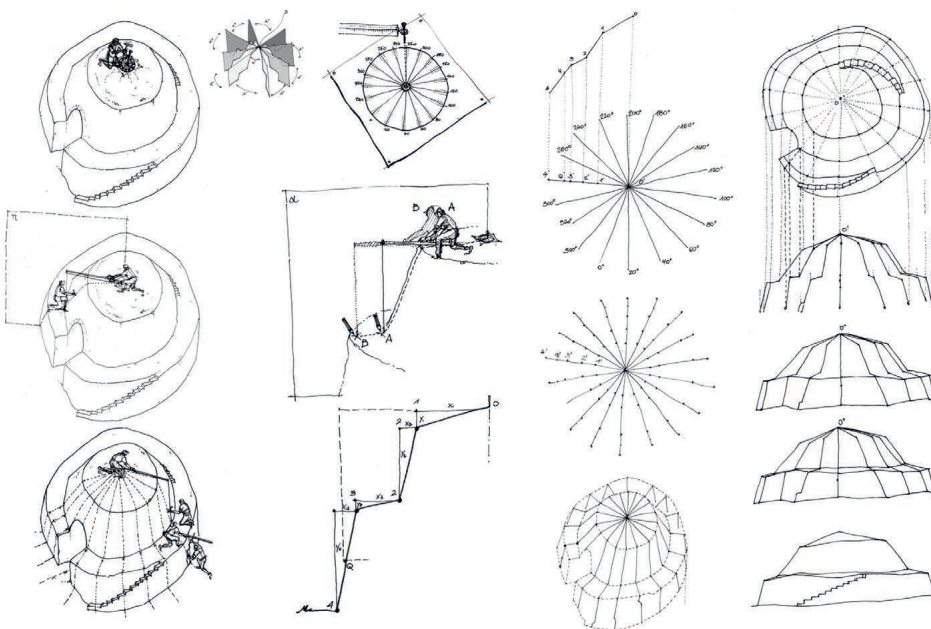
complejas que se encuentran cerca de las zonas urbanas de Alberobello.

Los *trulli* del Valle d'Itria tienen, en la mayoría de los casos, funciones de vivienda vinculadas en un principio a la gestión agrícola (Fig. 7).

**Un levantamiento difícil**

Los artefactos de piedra seca no poseen las características geométricas/formales de la construcción convencional; carecen de planos regulares, superficies simples, volúmenes elementales compuestos por muros verticales, cubiertas horizontales o inclinadas, todos conectados de forma simple y atribuibles a líneas, puntos y superficies. Su espacialidad se materializa predominantemente en las formas curvas más o menos regulares conectadas entre sí y desprovistas (en la mayoría de los casos) de aristas o ángulos que hacen que se asimilen más a elementos escultóricos que arquitectónicos. Cada artefacto es el resultado de condiciones relacionadas con la mano de obra, el material disponible, las necesidades específicas y funcionales, así como el proceso de construcción en sí, ya sea por acumulación, ordenación, estratificación o estructuración. La construcción constituye un momento único, comparable al del escultor que plasma la materia teniendo a su disposición materiales de diferentes tamaños, acumulándolos de forma diferente, encontrando además cada vez un nuevo equilibrio estático/constructivo.

Conscientes de que el estudio es una práctica personal, no una secuencia de operaciones incluidas o predestinadas, y teniendo en cuenta que un estudio que carece de finalidades u objetivos específicos puede ser deficiente, se propone una secuencia de modalidades de estudio que, en ningún caso, pretendan limitar la práctica de la persona que realiza el estudio, sino más bien



8

proporcionar experiencias y procedimientos consolidados para adaptarse a cada caso concreto o al artefacto concreto que se desea estudiar.

**Levantamiento directo "por secciones verticales" de una estructura aterrazada troncocónica de dos niveles**

La construcción en seco del ejemplo que aquí se propone (Fig. 8) es de tipo troncocónico con dos niveles. Está dotada de un doble sistema de escaleras helicoidales de cono director para acceder al primer nivel y al de las cubiertas. El compartimiento interno es de forma cuadrangular conectada y está cubierto por una pseudo-cúpula.

Esta modalidad se conoce como "método por secciones verticales" (Lesserri 2008, pp. 477-480), ya que rebasa el enfoque tradicional planimétrico y permite estudiar el artefacto a través de una serie de secciones verticales.

**Levantamiento indirecto celerimétrico de una estructura aterrazada troncopiramidal de un único nivel**

El artefacto del ejemplo que aquí se propone (Fig. 9) es un tipo extendido sobre todo en la zona sur de la región

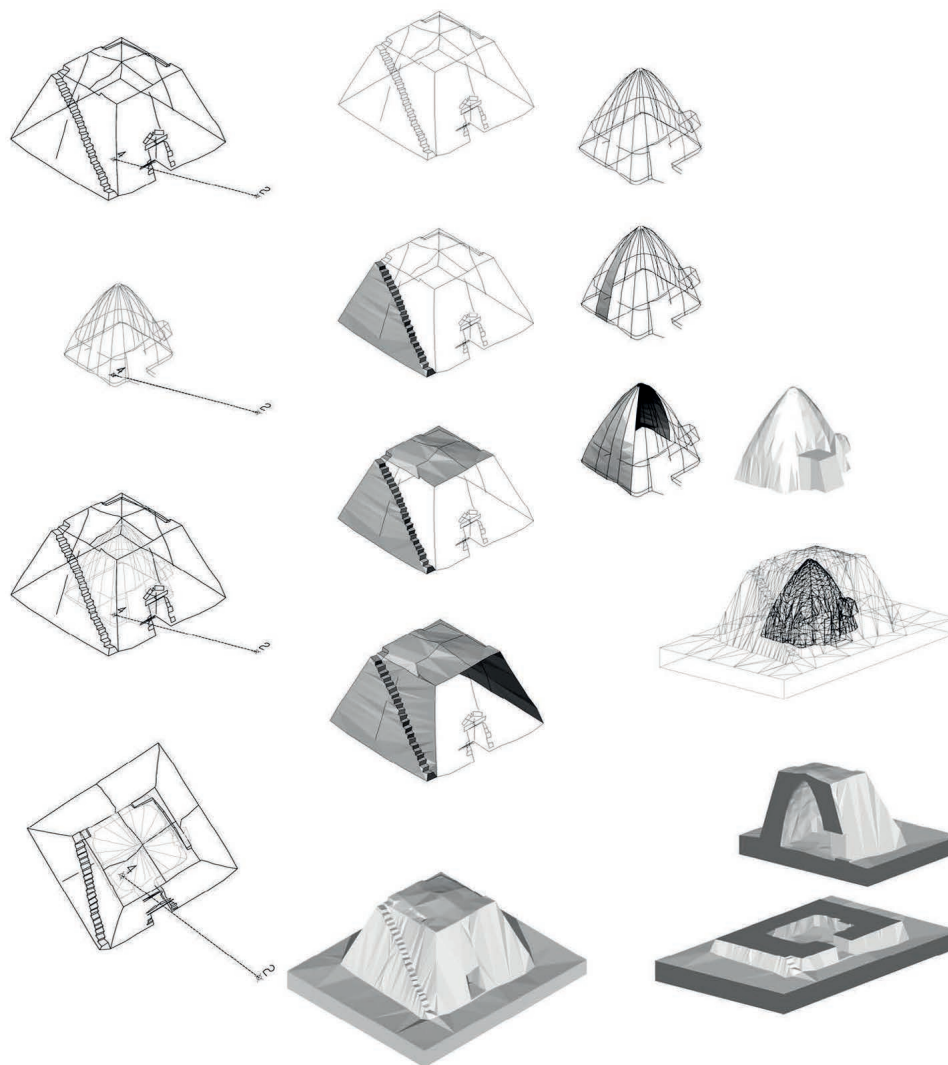
**A difficult assessment**

Dry stone structures do not have the geometric characteristics of conventional construction works; they lack regular planes, simple surfaces, basic volumes made up of vertical walls, horizontal or slanting roofs, all simply connected and attributable to lines, points and surfaces. They are usually made in more or less circular shapes connected together and without - in the majority of cases - edges or corners, bringing to mind sculptures rather than architectural structures. Each single structure is the result of conditions tied to workmanship, available materials, specific and functional needs in addition to the constructive process that includes stacking, arranging, layering and structuring. Building these structures creates a unique moment, comparable to the moment when a sculptor shapes the material, knowing that materials of various shapes and sizes are always available, accumulating them in different ways and discovering a new static/constructive balance each time.

Knowing that an architectural survey is a personal practice, not a sequence of bound or preordained operations and that a survey without specific purposes or goals can however be considered blank, a series of survey methods are proposed in this document. However, they do not, in any way, intend to limit the person carrying out the survey but instead provide experiences and consolidated procedures to be used in every single case or for a particular structure that needs assessing.



9. Levantamiento celerimétrico.  
9. Celerimetric survey.



9

**Direct survey “for vertical sections” of a split level truncated-cone terraced structure**

Drystone construction of this example (Fig. 8) is a split level truncated-cone type with a double system of cone-shaped helical stairs that take to the upper floor and roof. The inside is square shaped and joined, covered by a pseudo-dome. This method is known as “method for vertical sections” (Leserri 2008, pp. 477-480) because it goes beyond the traditional layout approach and allows you to assess the structure through a series of vertical sections.

**Indirect celerimetric survey of a single level truncated-cone terraced structure**

The structure used as an example here (Fig. 9) is a widely diffused one, mainly in the southern area of the Apulian territory; a single level truncated-pyramid shaped structure with only one staircase for the roof and a joined square shaped internal room covered by a pseudo-dome. The survey method used here is a celerimetric one that, on the basis of a polygonal approximation and through a radius technique allows you to determine from a known coordination point, station point, the position of a series of additional points by measuring the reduced distance and directional angles (Rossi – Leserri 2008, pp. 777-782).

**Indirect GPS survey of a cone shaped “specchia” structure**

A dry stone construction widely used in the Terra d’Otranto is the “specchia” (Fig. 10). These are megalithic buildings made of piles of various streaked stones held together without mortar. The characteristics at a territorial scale of the structure, even if small, recommends the use of the GPS technique for assessing the surfaces, particularly the differential survey method known as Real Time Cinematic.

**Indirect Scanner Laser survey of a “trullo” with cone-shaped roof**

The dry stone construction used as an example here (Fig. 11) is an extremely diffused type found in the Itria Valley: a structure with four various sized rooms each with corresponding cone

de Apulia; una construcción tronco-piramidal de un nivel, dotada de una escalera única para acceder a las cubiertas y un compartimiento interno cuadrangular conectado y cubierto por una pseudo-cúpula.

La modalidad de estudio que aquí se muestra es la celerimétrica que, sobre la base de una poligonal y a través de la técnica de irradiación, permite determinar desde un punto de coordinación, punto de estación, la posición de una serie de puntos adicionales mediante la medición de la distancia reducida y de los ángulos de dirección (Rossi – Leserri 2008, p. 777-782).

**Levantamiento indirecto GPS de estructura cónica “specchia”**

Un tipo de construcción en piedra seca extendida en gran parte de la Te-

rra d’Otranto es la de “specchie” (Fig. 10), construcciones megalíticas compuestas por montones de piedras de diversos tamaños sin aglutinante.

El carácter a escala territorial del artefacto, aunque de dimensiones limitadas, recomienda el uso de la técnica de GPS para el estudio de las superficies, en particular la del método de estudio diferencial, también llamado Real Time Cinematic.

**Levantamiento indirecto Escáner Láser de una estructura de techo cónico “trullo”**

La construcción en seco del ejemplo aquí propuesto (Fig. 11) es una tipología muy extendida en el territorio del Valle d’Itria: una estructura con cuatro compartimentos de dimensiones diferentes a los que se corres-



## 10. Levantamiento GPS.

### 10. GPS survey.

penden otras tantas cubiertas cónicas apoyadas por pseudo-cúpulas.

La modalidad de estudio utilizada recurre a las últimas técnicas de Escáner Láser: este último permite capturar con extrema rapidez nubes de puntos que devuelven conformaciones geométricas de gran complejidad.

## Levantamiento indirecto: fotomodelaje de una estructura aterrazada troncopiramidal.

La estructura que aquí se propone (Fig. 12), troncopiramidal conectada a un único nivel y dotada de una única escalera para acceder a las cubiertas y de un compartimento interno cuadrangular cubierto por una pseudo-cúpula.

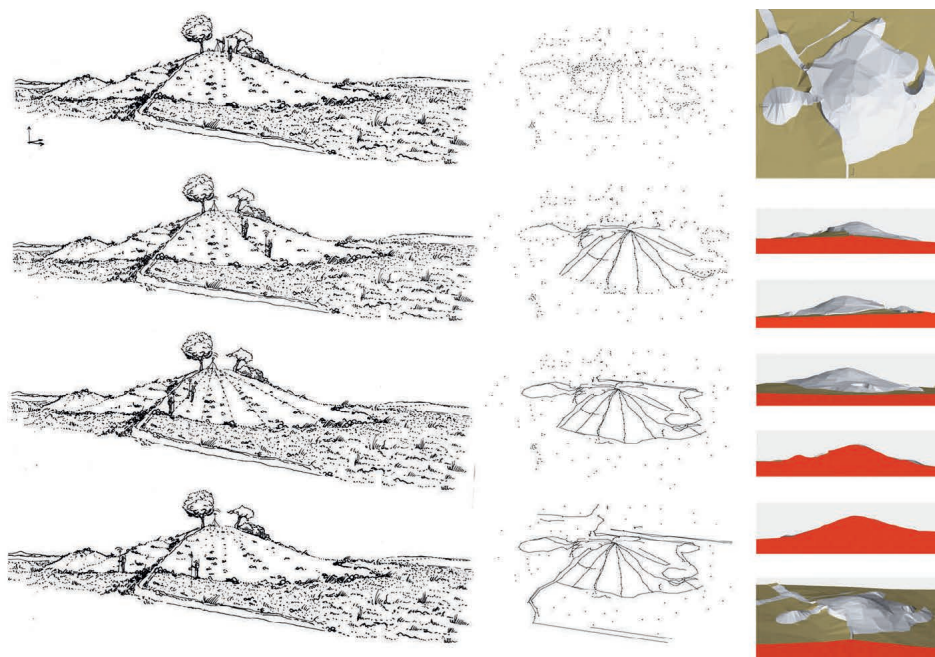
La modalidad de estudio utiliza los principios de la estereoscopia con procedimiento semiautomático.

El carácter fuertemente plástico caracteriza a estas arquitecturas de piedra en seco no vinculadas a superficies elementales, lo que induce a preferir para su estudio la utilización de técnicas de escáner láser y de fotomodelaje basadas en los principios de la estereoscopia.

Estas tecnologías, procediendo a una medición constante y general por puntos y planteando de forma menos problemática cuestiones de estrategia o programación de las operaciones en el campo, agilizan las operaciones de adquisición devolviendo a la fase de restitución la discretización de los datos.

Las texturas irregulares de las paredes de estas construcciones, comparables al *opus incertum* (obra irregular), no se pueden obtener utilizando técnicas de medición discretas por puntos, sino a técnicas continuas como el láser escáner y el fotomodelaje.

El fenómeno de las construcciones de piedra en seco, aunque se puede



10

examinar desde distintos puntos de vista y con enfoques multidisciplinares, aún presenta una laguna: la correcta medición de las conformaciones geométricas. Efectivamente, el reconocimiento de las particularidades geométrico-formales, recurriendo a las metodologías de estudio propuestas, contribuye a la protección y preservación de estos artefactos, al estar sujetos a los ataques por parte de los inversores, los cuales, apoyándose en la vocación turística de la región de Apulia y aprovechando la ausencia de una legislación específica para su protección, dan lugar a especulaciones interviniendo de forma más o menos radical con el propósito de utilizar dichos artefactos para fines residenciales turísticos. ■

#### NOTAS

1 / Para el territorio siciliano, véase la actividad llevada a cabo por la Universidad de Catania y, en particular, la contribución de Restuccia, Fianchino, Galizia, Santagati (2012).

2 / En lo que respecta al fenómeno español, véase la obra de Cebrían Gimeno (2011).

3 / En particular, por Angelo Ambrosi, Carlo Zaccaria y Enrico Degano del Departamento de Diseño de la entonces Universidad de Bari y hasta hace pocos años el Politécnico de Bari. Estos fueron los editores de las actas del 1º Architettura in pietra a secco, publicados por las ediciones Schena Fasano en 1990.

4 / Si se desea profundizar sobre las matrices geométricas/construivas, se puede consultar la contribución de Ambrosi (1987) p. 26.

shaped roofs held up by pseudo domes.

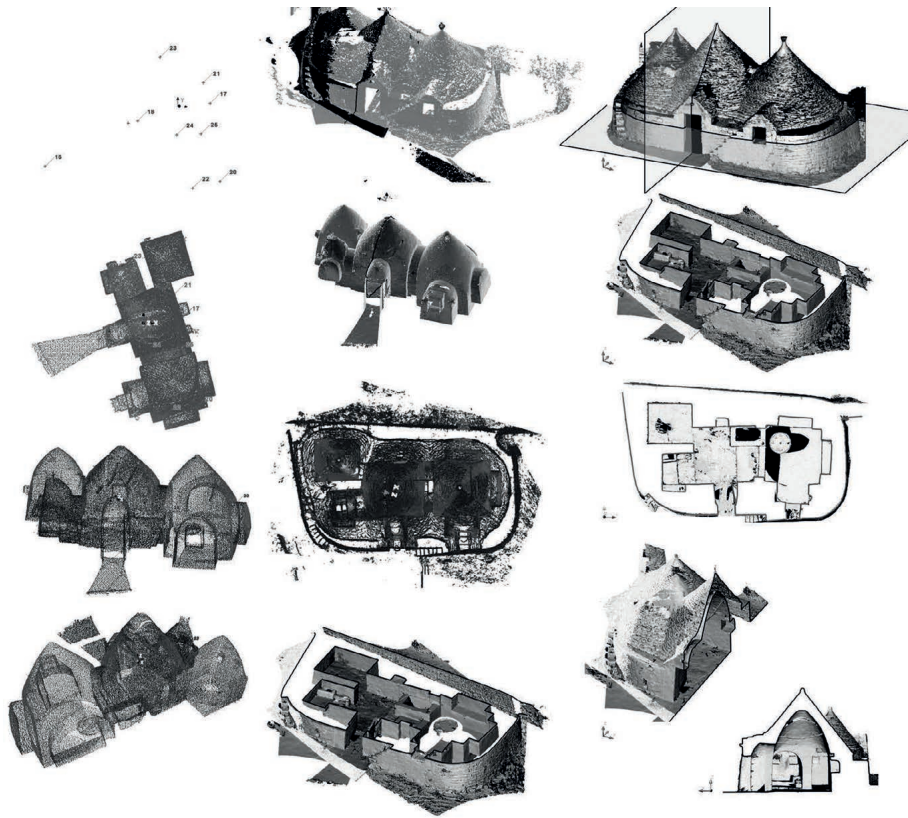
The survey method used here is the latest Scanner Laser technique. This technique allows you to quickly acquire point clouds of geometric samples, even of highly complex ones.

## Indirect survey: photo modelling of a truncated-pyramid shaped terraced structure

The building shown here (Fig. 12) is a truncated-pyramid shaped structure joined together in a single level with only one staircase for the roof and an internal square shaped room covered by a pseudo-dome.

The survey method is based on stereoscope principles with a semi-computerized procedure. The highly smooth feature that characterizes these dry stone structures, not attributable to basic surfaces, leads one to prefer recent assessment techniques such as the scanner laser and photo modelling based on stereoscopic principles.

These technologies carry out a broader survey rather than concentrating on the single detail or point of the structure, since they do not emphasize problems tied to planning or organisation of the operations. Furthermore they quickly elaborate all acquisition of data sending all data feedback to the restitution phase. The irregular masonry layout of these structures, comparable to the *opus incertum* (or irregular masterwork), cannot be restored with the use of techniques that assess minute details. It is only with the use of continuous techniques such as



11

laser scanner and photo-modelling that they can be restored.

The phenomena of dry stone constructions, although thoroughly analyzed by various points of view and with multi-disciplinary approaches, still has a gap to fill: that of correct survey of the geometric structures. In fact the acknowledgement of geometric peculiarities with the use of the aforementioned techniques contributes in helping protect these structures, especially at a time like this where they are constantly the subject of interest of many investors who want to use them solely for tourist purposes on the Apulian territory. They take advantage of the fact that there are no specific decrees that regulate their protection and preservation thus radically speculating on them, using them only as accommodation facilities for tourists. ■

#### NOTES

**1** / For the Sicilian territory refer to the works carried out by the University of Catania, particularly the works of Restuccia, Fianchino, Galizia, Santagati (2012).

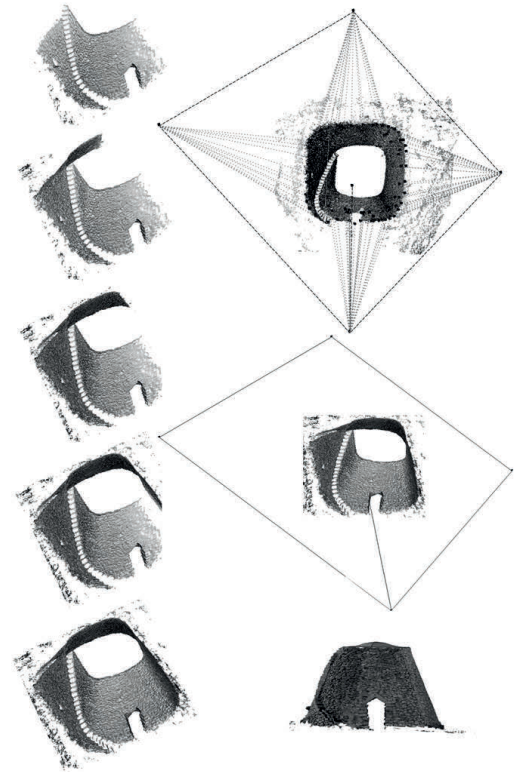
**2** / For the diffusion of the Spanish phenomena refer to the works by Cebrián Gimeno, (2011).

**3** / Particularly by Angelo Ambrosi, Carlo Zaccaria and Enrico Degano from the Department of Design of the then University of Bari and up until a few years ago of the Politecnico di Bari. The same individuals are also responsible for the deeds of the 1<sup>st</sup> International Convention of "Architettura in pietra a secco" (Dry stone architecture), edited for the Schena di Fasano editions of 1990.

**5** / Iglesias "con cúpula de eje" forman un grupo reconocible y bien conocidos por la historiografía medieval, que se distingue por el período de distribución, morfología y las características estilísticas y puede ser comparado con otros grupos de arquitecturas similares, que tienen en común el uso de la cúpula, tales como iglesias paleocrata en la costa oriental del Adriático o las románicas de algunas provincias francesas (Perigord, Quercy, Angoumois). A este respecto, se puede ver la contribución de Rossi (2008), p. 323-342 y Rossi (2009), p. 157-166.

#### Referencias

- ALLEN, E., 1979, *Pietre di Puglia, dolmen e insediamenti rupestri*, Mario Adda Editore, Bari.
- AMBROSI, A., 1987, *L'architettura in pietra a secco: costruzioni, progetto, tipologie*, en "Architettura in pietra a secco", Actas del 1<sup>er</sup> Seminario Internacional, Noci-Alberobello, 27-30 de septiembre de 1987, Schena Editore, Fasano.
- BARLETTA R., 2009, *Architettura contadina del Salento, muretti a secco e pagghiaroni*, Capone Editore, Cavallino (Le).
- BERTAUX E., 1899, *Etude d'un Type d'Habitation Primitive. Trulli, caselle et specchie des pouilles*, en "Annales de Geographie", VIII, n. 39, Paris.
- CEBRIÁN GIMENO, R., 2011, *La arquitectura de la piedra seca. 14 Itinerarios. Caminos y paisajes*, Ed. Carena, Valencia.
- DIMITRI A., 2002, *Trulli e muri a secco tra Manduria, Maruggio e Torricella*, Provveduto Editore, Manduria.
- LESERRI. M., 2008, *Il rilievo delle costruzioni a secco pugliesi. Rilievo per sezioni delle superfici esterne e delle superfici interne*, in AA.VV., "Spazi e culture del Mediterraneo", Edizioni Kappa, Roma.
- NEGLIA G., 1970, *Il fenomeno delle cinte di "Specchie" nella penisola salentina*, Adriatica Editrice, Bari.
- PAGANO G., GUARNIERO D., 1936, *Architettura rurale italiana*, Edizioni Hoepli, Milán.



12

- PONZI L., 1981, *Monumenti della civiltà contadina del Capo di Leuca*, Congedo Editore, Galatina (Le).
- RESTUCCIA F., FIANCHINO C., GALIZIA M., SANTAGATI C., 2012, *The Ible's stone landscape: the muragghi through geometry, structure, shape and nature*, en Actas del Congreso Internacional Domes in the world, Florencia, 19-23 de marzo de 2012.
- ROHLFS G., 1963, *Primitive costruzioni a cupola in Europa*, Leo S. Olschki Editore, Florencia.
- ROSSI, G., 2008, *Geometria delle cupole in Puglia, Confronti tra architettura religiosa medioevale e le costruzioni rurali in pietra a secco*, en AA.VV., "Spazi e culture del Mediterraneo", Edizioni Kappa, Roma.
- ROSSI, G., 2009, *Geometria delle cupole medioevali in Puglia. La cupola di San Vito a Corato. Cupole e pseudocupole*, en R. De Cadilhac, "L'arte della costruzione in pietra, Chiese di Puglia con cupole in asse dal secolo XI al XVI", Gangemi Editore, Roma.
- ROSSI, G., LESERRI, M., 2008, *Le geometrie delle architetture in pietra a secco salentine. La cupola in oggetto*, en Actas del VI Foro Internacional de Estudios. Le vie dei Mercanti, Cielo dal Mediterraneo all'Oriente, Capri, 5-6-7 de junio de 2008.
- SPECIALE GIORGI C., SPECIALE P., 1989, *La cultura del trullo, Antologia di scritti letterari e scientifici sui trulli*, Schena Editore, Fasano.



11. Levantamiento Escáner Láser.  
12. Levantamiento estereofotogramétrico de fotodelaje.

11. Scanner Laser survey.  
12. Stereoscopic photo modelling survey.



4 / For a more in-depth view of the geometric/building moulds refer to the works by Ambrosi (1987), pg. 26.

5 / Churches with "aligned dome" are part of a well known and recognisable group of building pertaining to the medieval period. This group stands out for diffusion, morphology and style features and can be compared with other analogous groups of architectural structures that have one thing in common, the use of the dome. Examples can be seen in the much older churches located on the eastern coast of the Adriatic or the Romanesque ones in a few French provinces (Pèrigord, Quercy, Angoumois). For more on this subject refer to the works by Rossi (2008), pp. 323-342 and Rossi (2009), pp. 157-166.

#### References

- ALLEN, E., 1979, *Pietre di Puglia, dolmen e insediamenti rupestri*, Mario Adda Editore, Bari.
- AMBROSI, A., 1987, *L'architettura in pietra a secco: costruzioni, progetto, tipologie*, in "Architettura in pietra a secco", Atti del 1° Seminario Internazionale, Noci-Alberobello, 27-30 settembre 1987, Schena Editore, Fasano.
- BARLETTA R., 2009, *Architettura contadina del Salento, muretti a secco e pagghiaroni*, Capone Editore, Cavallino (Le).
- BERTAUX E., 1899, *Etude d'un Type d'Habitation Primitive. Trulli, caselle et specchie des pouilles*, in "Annales de Geographie", VIII, n. 39, Paris.
- CEBRIÁN GIMENO, R., 2011, *La arquitectura de la piedra seca. 14 Itinerarios. Caminos y paisajes*, Ed. Carena, Valencia.
- DIMITRI A., 2002, *Trulli e muri a secco tra Manduria, Maruggio e Torricella*, Provveduto Editore, Manduria.
- LESERRI, M., 2008, *Il rilievo delle costruzioni a secco pugliesi. Rilievo per sezioni delle superfici esterne e delle superfici interne*, in AA.VV., "Spazi e culture del Mediterraneo", Edizioni Kappa, Roma.
- NEGLIA G., 1970, *Il fenomeno delle cinte di "Specchie" nella penisola salentina*, Adriatica Editrice, Bari.
- PAGANO G., GUARNIERO D., 1936, *Architettura rurale italiana*, Edizioni Hoepli, Milano.
- PONZI L., 1981, *Monumenti della civiltà contadina del Capo di Leuca*, Congedo Editore, Galatina (Le).
- RESTUCCIA F., FIANCHINO C., GALIZIA M., SANTAGATI C., 2012, *The Iblei's stone landscape: the muragghi through geometry, structure, shape and nature*, in Atti del Convegno Internazionale Domes in the world, Firenze 19-23 marzo 2012.
- ROHLFS G., 1963, *Primitive costruzioni a cupola in Europa*, Leo S. Olschki Editore, Firenze.
- ROSSI, G., 2008, *Geometria delle cupole in Puglia, Confronti tra architettura religiosa medioevale e le costruzioni rurali in pietra a secco*, in AA.VV., "Spazi e culture del Mediterraneo", Edizioni Kappa, Roma.
- ROSSI, G., 2009, *Geometria delle cupole medioevali in Puglia. La cupola di San Vito a Corato. Cupole e pseudocupole*, in R. De Cadilhac, "L'arte della costruzione in pietra, Chiese di Puglia con cupole in asse dal secolo XI al XVI", Gangemi Editore, Roma.
- ROSSI, G., LESERRI, M., 2008, *Le geometrie delle architetture in pietra a secco salentine. La cupola in oggetto*, in Atti del VI Forum Internazionale di Studi. Le vie dei Mercanti, Cielo dal Mediterraneo all'Oriente, Capri 5-6-7 giugno 2008.
- SPECIALE GIORGI C., SPECIALE P., 1989, *La cultura del trullo, Antologia di scritti letterari e scientifici sui trulli*, Schena Editore, Fasano.