



Harmony dried: the trulli and their principles of vernacular architecture for a contemporary sustainable architecture

Armonía en seco: los trullos y sus principios de arquitectura vernácula para una arquitectura contemporánea sostenible

ENRICA DAMMACCO

Arquitectura, Politécnico de Bari (Italia)
endamm92@gmail.com

RICARDO TENDERO CABALLERO

E.T.S. Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
ricardo.tendero@upm.es

The term «Vernacular Architecture» includes one extends variety of constructive forms developed in the course of the centuries, strongly determined by the local morphology, the local resources, the climatic and environmental characteristics and the socio-economic requirements of the environment, and realized using empirical knowledge, signs and languages of a certain community. The objective that proposes this work is to know and to analyze technologies and constructive strategies of the Trullos, typical conical constructions of stone without mortar, traditional of the Italian region Apulia, and to compare them with the used ones in the Contemporary Architecture, to extract principles invariants, that if they are applied in the day of today, are demonstrated effective result effective and convenient, in response to the changes that a territory suffers with to spend some centuries from the social, economic and climatic point of view.

Vernacular architecture, Trullo, Sustainability, Bio-climatic architecture, Invariant principles.

El término arquitectura vernácula incluye una amplia variedad de formas constructivas desarrolladas en el curso de los siglos, fuertemente condicionadas por la morfología de los lugares, los recursos locales, las características climáticas y ambientales y las exigencias socio-económicas del entorno, y realizadas utilizando conocimientos empíricos, señales y lenguajes de una determinada comunidad. El objetivo por ello que se propone este trabajo es conocer y analizar técnicas y estrategias constructivas de los Trullos, típicas construcciones cónicas de piedra en seco, tradicionales de la región italiana Apulia, y compararlas con las utilizadas en la arquitectura contemporánea, para extraer principios que pueden definirse invariantes, o sea que si se aplican al día de hoy, se demuestran eficaces y convenientes, frente a los cambios que un determinado contexto padece con el pasar de los siglos, del punto de vista social, económico y climático.

Arquitectura vernácula, Trullo, Sostenibilidad, Arquitectura bioclimática, Principios invariantes.

1. INTRODUCCIÓN

Los palafitos ubicados en el sur de Chile, en una isla de pescadores y agricultores llamada Chiloé, surgieron como construcciones entre urbanas y rurales, edificadas por los propios usuarios, comúnmente la gente de escasos recursos que utilizaba el "bordemar" como lugar de edificación.

Las construcciones de piedra en seco son abundantemente difusas en todo el territorio italiano, más allá de que en aquel europeo. Se trata de construcciones provisionales, bastante simples, realizadas con una tradición constructiva empleada por campesinos o pastores o, excepcionalmente de maestrías especializadas. En Apulia, región meridional de

la península italiana, el patrimonio de piedra en seco de los Trullos constituye un importante testimonio de arquitectura rural gracias a la laboriosidad de una comunidad, aquella campesina, que ha producido manufacturas perfectamente integradas en el paisaje y legados a las actividades de dehesa y a cultivo en el curso de los siglos [1] y desde siempre interés de parte de los estudiosos que han conducido investigaciones para comprender las peculiaridades de tales organismos constructores.

Los Trullos de la zona de Alberobello, objeto de este trabajo de investigación, representan un caso excepcional si se piensa en su destino de empleo, aquella de la vivienda, que los caracteriza de todas las otras construcciones de piedra en

seco generalmente utilizadas exclusivamente como depósito de aparejos agrícolas u hospitalización de animales. Las primeras señas para comprender y distinguir las construcciones de piedra en seco son ciertamente la pertenencia a un específico contexto social y la naturaleza geológica de los suelos. El proceso constructivo se basa su la "auto construcción", grupos libres de trabajo, con una limitada especialización, extraen in situ, a través de una operación de rotura de los terrenos, elementos de piedra caliza que caracterizan el territorio pullés, de dimensiones modestas y ejecutan una mínima elaboración por la puesta en obra, sin el empleo de colantes e/o conexiones. En particular en la zona de la Murgia de los trullos – que incluye los territorios de Alberobello, Locorotondo, Ceglie Messapica, Cisternino y Martina Franca - el fenómeno de la piedra en seco representa un fundamental constante del paisaje [2]. En este área la técnica constructiva, a pesar de su carácter pobre y precario ha dado excepcionalmente vida a un agregado urbano justo a Alberobello. Las noticias históricas sobre el nacimiento del centro urbano resultan escasas hasta el siglo XVIII.

Hoy los Trullos de Alberobello representan un sitio de valor universal y excepcional en cuánto son el ejemplo de una forma de construcción heredado por la prehistoria y sobreviviente intacta hasta nuestros días. A partir del 1996, han sido inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial con base en el criterio que el territorio ofrece un ejemplo relevante de un tipo de construcción de un asentamiento arquitectónico, tecnológico o paisajista que testimonia uno o más períodos significativos de la historia humana.

Por ello, el objetivo principal que se pone este trabajo es, a partir del estudio práctico de un ejemplo de arquitectura vernácula, cual el trullo que es símbolo de la arquitectura espontánea por excelencia, precursor de la bio-arquitectura pasiva y magnífico ejemplo de este tipo de arquitectura, extraer principios que puedan considerarse útiles por el desarrollo de una arquitectura contemporánea sostenible.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación que se ha seguido por la realización de este trabajo ha previsto ante todo la colección de una gran cantidad de bibliografía y de datos preliminares, sucesivamente elaborados en apartados, reelaborados, interpretados y controvertidos en llave del objetivo jefe de estos elementos, por luego llegar a específicas conclusiones sobre la posibilidad o menos que explotar al día de hoy determinados principios constructivos.

2.1. DEFINICIÓN DE TRULLO Y SU UBICACIÓN GEÓGRÁFICA

Se define Trullo una construcción de piedras con cobertura cónica, característica de algunas localidades de Apulia, región meridional de la península italiana. El nacimiento de los

primeros Trullos remonta a la época prehistórica. Ya en este período estuvieron presentes en la Valle de Itria de los asentamientos e iniciaron a difundirse los Tholos, típicas construcciones a vez usada para enterrar a los difuntos.

El ámbito territorial de la Murgia de los Trullos es caracterizado fuertemente por la presencia de un paisaje rural: de la difusa presencia de la construcción rural de piedra de la Valle de Itria, de los aceitunos seculares, de los bosques de Fragno, uno de los más extensos bosques de la zona, como puede apreciarse en la Figura 1. El límite meridional del ámbito es definido por la presencia del arco jónico, que representa fuertemente un elemento morfológico de caracterización del punto de vista paisajista y que se impone como límite efectivo también con respecto de las divisiones administrativas. A Noroeste en cambio, en la definición de los confines se ha elegido de certificarse sobre los límites de aquellos territorios municipales que, incluso con algunas variaciones (trama espesa) mosaico agrario articulado, construcción rural difusa, etcétera..) adelantaron el paisaje de la Valle de Itria. A Sudeste los confines son definidos la ciudad de Brindisi. A Norte-este el ámbito sigue la línea de costa.

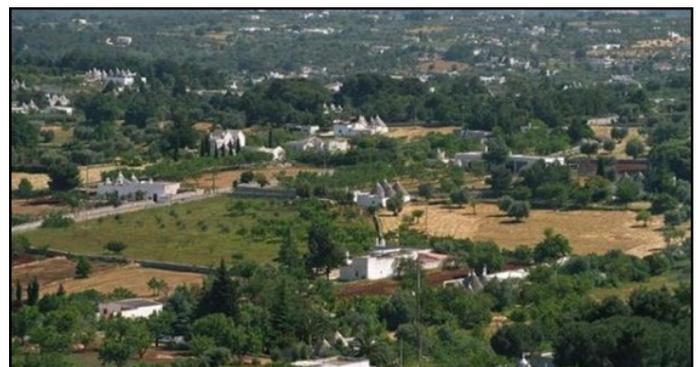


Fig. 1. Vista aérea de la Valle de Itria (Fuente: <http://www.cittadelvino.it/articolo.php?id=MzQx>)

La Valle de Itria, geomorfológicamente, es caracterizada por depresiones, torcas y valles. La capa rocosa superficial impide el estancamiento de las aguas meteóricas y favorece de ello el flujo subterráneo por hojas. Éste hace sí que la tierra sólo sea árida en apariencia. La arquitectura de los Trullos nace de la capacidad campesina de trabajar esta difícil tierra pedregosa por los mismos objetivos productivos, capacidad que la ha devuelto en edad contemporánea la zona más rica y populosa de la alta Murgia. A valles y depresiones se asocia la hidrografía superficial, que se manifiesta sin embargo de modo diferente en relación a su proximidad o menos a la línea de costa. [3] En efecto, mientras cerca de la costa los retículos hidrográficos se desarrollan segundos recorridos breves y rectilíneos, generalmente algo jerarquizados, contribuyendo a crear un orden de la misma red hidrográfica, en el interior dichos retículos asumen un orden fuertemente fragmentado e irregular, creando breves recorridos hidráulicos destinados a

confluir en áreas a deprimidas internas, cuales torcas y valles.

2.2. MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS TRULLOS

Estas manufacturas realizadas con este específico lenguaje arquitectónico representan las identidades arquitectónicas de Apulia. La piedra procedente de las canteras de caliza en muchas partes se ha vuelto como aspecto distintivo y originario instrumento de civilización en las más conocidas y populares formas campesinas de los Trullos.

Las modalidades constructivas de "piedra" en seco, ya sobrepuestas a antiguas manufacturas de la región Apulia, ha significado, por nuestros antepasados, una elección inevitable por sus necesidades, y no, sencillamente, una predilección del gusto. Fue la única metodología mural que admitió correspondencias entre sus capacidades editoriales y sus preguntas. Por cuyo hace falta subrayar el hecho que estas estructuras fueron realizadas por campesinos y pastores que administraron el ciclo completo del proyecto a la manufactura al proyecto acabado, sin el soporte técnico de arquitectos o ingenieros. De aquí la denominación del trullo como "arquitectura sin arquitectos".

La zona fue rica en piedras de cada tipo: en peñascos, a capas, en bancos y en elementos esparcidos de dimensiones variable, rotos por el hielo y corroídos por las raíces de las plantas.

La madera de los bosques fue dura, de pesada elaboración y procedente de árboles adultos que poco se prestó a formar techos y coberturas. El maderamen se mojó de invierno y presentó peligros de incendio en verano; hubo el problema de la clavazón, faltaron las serrerías y, por el derribo de las plantas en el bosque, hizo falta hacerse autorizar del padrón que lo permitió de mala gana. Pero, también cuando de los bosques se conoció la titularidad, la humilde gente respetó las plantas, protegiéndolas por cultura y tradición. La arcilla no regresó en las técnicas del sitio, por lo menos por falta de materia antes. [4]

Con un esfuerzo de adaptación, con la invención y el perfeccionamiento continuo de la elaboración de la piedra, se vino a crear un admirable sistema de explotación y sumisión de la fuerza de gravedad, que del muro en seco condujo al cono de cobertura del trullo. El sistema del trullo ya estuvo anticuado.

Por cuánto concierne la técnica constructiva, el obrero, hecho él valiente y consciente de los problemas estáticos, con el auxilio de un simple martillo forjado de acero y de un utensilio a punta y a corte, logró preparar las botaduras curtidas, dando a la piedra la forma intencional y pensada según un establecido dibujo mental: una cobertura con una serie de curtidos dispuestos a anillos concéntricos sobrepuestos, de diámetro menguante, auto-portante. Luego, solucionado el problema estático con el cono, fue necesario

cubrirlo para defenderlo de la lluvia, de la nieve, del viento, y no os fue elegida: el único material disponible quedó la piedra. He aquí, por lo tanto, que él eligió las losas más sutiles; las perfiló y las sobrepuso sobre la vuelta externa del cono, con una inclinación opuesta a aquel de la estructura interior portante, de modo que favorecer la rápida fluencia y la colección de la preciosa agua pluvial que, también convoyada por canales ellos de piedra, fueron acumulados en la cisterna cavada en proximidad. Así nació el trullo. [22]

2.3. LA GEOMETRÍA DE LOS TRULLOS

Observando el edificio del exterior son visibles dos partes distintas, una inferior, el basamento, correspondiente al desarrollo de las paredes y una superior que es relativa a la cobertura, como ilustra la Figura 2. El basamento se compone de dos revestimientos, interior y exterior, entre los que se crea un intersticio llenado con piedras con dimensiones más pequeñas, que llenan los intersticios. Las albañilerías perimetral tienen espesores notablemente variables incluidos entre los 1 y 1,5 metros por el muro anterior y hasta alcanzar 2 - 2,5 metros en total. Esta particular técnica constructiva es debida a dos factores, uno estructural, o sea a la necesidad de sustentar el peso de la cúpula sobresaliente y otro de tipo bioclimático, que será analizado sucesivamente.



Fig. 2. Ejemplos de trullos de Alberobello (Fuente: <https://www.fanpuglia.it/magazine/curiosita/trulli-alberobello-origini-caratteristiche/>)

La cobertura es una cúpula cónica auto-portante, por el que no son empleadas cimbras por su elevación. Ella se compone a su vez de dos partes: la parte interior, al intradós de la cobertura, que constituye la cúpula verdadera y propia, y el elemento con función estática que toma el nombre de vela. Este última es puesta en obra a través de la yuxtaposición de curtidos de piedras, de forma cuadrangular, dispuestos en proyectura a formar de las hileras circulares y concéntricas que reducen su diámetro hasta el cierre con una curtida terminal de dimensiones mayores. Los curtidos son dispuestos en proyectura hacia el interior de modo que, al intradós, no hay solución de continuidad pero sean acercados y

adherentes; al extradós, en los intersticios que se vienen a crear, se introducen a fuerza escamas de piedra.

Esta técnica constructiva, basada sobre el principio de gravedad, permite la estabilidad de la cúpula originada del contraste lateral de los curtidos y del roce que se crea entre ellos. Al extradós, el revestimiento de la cúpula es constituido por losas de dimensión menor incluida entre los 6 y 10 centímetros. con inclinación hacia el exterior para facilitar la fluencia de las aguas[15].

Otro elemento fundamental de la cobertura es representado por las agujas, elementos en piedra de variadas formas revestida de una capa de argamasa pintada que han suscitado el interés de los estudiosos suponiendo hipótesis sobre su sentido y sobre su función. Pueden asumir formas diferentes: simples monolitos dispuestos verticalmente, conos empalmados para arriba sobre la cumbre o bien triángulos equiláteros con una cumbre.

El sistema de colección del agua pluvial representa una solución genial en cuanto explota la geometría del cono, la inclinación de las piedras de cobertura y la fuerza de gravedad para convoyar todo la agua en una única zona, que es una cavidad de abajo los entornos, devuelta estanco con la aplicación de argamasas especiales; en el pozo se recoge el agua pluvial procedente de los canales de cobertura oportunamente sellados. A la extremidad del canal de colección es posicionado una particular piedra tallada para regular el aliviadero.

La organización del espacio interior varía con el pasar de los siglos, y se adapta estrechamente a su función social. Inicialmente fueron utilizados como hospitalizo temporal para campesinos y animales o para reponer instrumentos; en el siglo XVI del trullo-hospitalización se pasó a una primordial función de vivienda, con construcciones aisladas, constituidas por una única célula elemental o dos al máximo, como la figura 3 enseña muy claramente, con una cúpula y dotadas de chimenea y huerto contiguo. Entre la segunda mitad del siglo XVIII inician a surgir los primeros agregados de trullos. Porque se pueda llegar a entornos habitables y confortables hará falta llegar al final del siglo XVIII. [5]

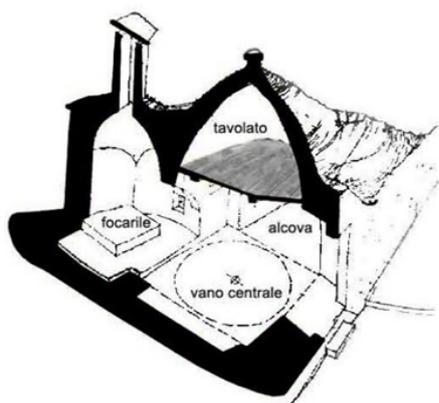


Fig. 3. Distribución de la edificación (Fuente: <http://www.bed-breakfastpuglia.it/web/i-trulli/>)

El modelo del trullo es formado por una única célula elemental que se vuelve más amplia gracias a la presencia de espacios menores, de enfrente aquel central.

Las actividades principales se desarrollan en un "espacio incluyente" compuesto por una entrada, caracterizada por un dintel en piedra y un arco, una zona destinada a cuarto de estar, una zona destinada a la cocción de las comidas y al calentamiento, en italiano dicha "focarile", o sea que tiene a que hacer con el fuego, uno o dos alcobas por el descanso nocturno, de dimensiones reducidas, tales de contener una cama doble, y nichos sacados en el espesor de los muros para reducir a lo mínimo las decoraciones más allá de que utilizables como pesebres por los animales o anaqueles para arrinconar los utensilios agrícolas; en algunos casos los nichos resultan más complejas volviéndose reales despensas.

En muchos casos, la presencia de un entablado de madera en la parte superior y accesible a través de una escalera de espárragos y una escotilla, ofrece a la arquitectura un espacio ulterior, utilizado como depósito de comidas e instrumentos por la cocina.

Testimonio de la condición de semi-ruralidad de la población, es la existencia, en adyacencia a cada apartado, de un espacio abierto de pertinencia, un pequeño terreno cultivado, un huerto.

2.4. ESTRATEGIAS BIOLIMÁTICAS

El trullo se demuestra un gran ejemplo de arquitectura vernácula, con un extraordinario carácter bioclimático, en cuyo es posible reconocer una perfecta relación entre clima, edificio y bienestar de la vivienda.

Representa la respuesta del hombre a las condiciones del contexto ambiental en el que vive llevando a la práctica, con los recursos que este ofrece, técnicas constructivas tradicionales desarrolladas con la experiencia y el consolidarse del tiempo.

Analizando los datos meteorológicos locales del quinquenio 1982-86 se ve que la zona de los Trullos es caracterizada de una situación climática que pone condiciones sea de frío bastante rígido que de calor bochornoso, y que determina evidentes oscilaciones climatológicas entre las varias estaciones del año y entre el día y la noche. Como se puede observar de la Tabla 1 hay excursiones estacionales de acerca de 16- 17° C, media, y diferencias notables, hasta 40°C, entre las temperaturas extremas absolutas de un año.

Tal régimen térmico, más allá de los valores de altitud y latitud de la zona, está en gran parte influenciada por la acción de los vientos. De éstos son dominantes la tramontana fría y bajío, de Norte, y el siroco caliente y húmedo, de Sureste. Está claro, por lo tanto, que cuando de invierno prevalece la tramontana y de verano, por contra, el siroco, se viene a crear las condiciones estacionales extremas dichas.

Temperaturas medias		
Enero	Julio	Diferencia (ΔT)
6,78°C	23,4°C	16,62°C
Temperaturas extremas absolutas		
Mínima	Máxima	Diferencia (ΔT)
- 3,2°C	37	40,2

Tabla 1 Cuadro de las temperaturas medianas y absolutas en el arco del año (elaboración propia)

La importancia de la construcción a trullo del punto de vista bioclimático está en el hecho que ello funciona de envoltura termo-regularizadora del microclima interior, o sea utiliza diferentes sistemas constructivos para obtener el enfriamiento y calefacción pasivos del Trullo.

Tal prestación se basa principalmente en tres elementos : el tipo de material, el espesor de las albañilerías y la forma del edificio. El material con que es construido el trullo se ha dicho ser una caliza dura y compacta, localizable sobre el sitio sea en bloques cuadrados que en bancos rocosos; el primer tipo es usado por las albañilerías del basamento y la estructura del cono, el otro por el manto de cobertura. Este tipo de piedra es un malo conductor de calor, tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0,6 Kcal/mh °C; el muro no es homogéneo, en cuanto compuesto de dos hileras de piedras

con material minuto interpuesto.

En este caso, este coeficiente sube a 1, es decir aumenta la transmisión térmica de la pared; en todo caso siempre estamos en el orden de valores muy bajos. El elemento determinante es, en cambio, el espesor de las albañilerías que varía de un mínimo de 100-150 cm. a un máximo de 200-250 cm.

En práctica lo que muestra la figura 4 es que una notable masa mural ofrece una fuerte inercia térmica o bien la posibilidad de acumular mucho calor, de modo tal de provocar una reducción de la variación de temperatura y retrasar sus efectos a el interior del vivienda; es decir la variación de temperatura externa es registrada poco al interior y por demás después de algunas horas.

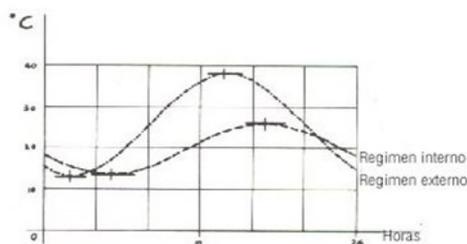
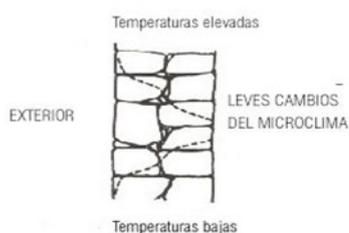


Fig. 4 Efecto termo-regularizador de las albañilerías con amplio espesor Fuente: http://www.apuliabase.com/pdf/ApuliaBase_D1.1_main.pdf

El tercer elemento que contribuye a definir las calidades bioclimáticas del trullo es la forma del edificio o, más precisamente, la forma de su cobertura. Las ventajas debidas a la forma cónica del techo son más evidentes en el período veraniego, cuando se quiere preservar fresca el aire interior.

El mecanismo de termo-regularización se basa en el hecho que el espesor del cono, durante el día, permite a la albañilería de absorber mucho calor y de retenerlo por luego dispersarlo por radiación durante la noche; tal dispersión resulta muy eficaz en cuanto la superficie externa del cono es muy extensa.

Una parte del calor absorbida por la albañilería de cobertura logra, sin embargo, a llegar a la haga interna y a iluminarse. Ello, en todo caso, queda en el rebalse del cono y solista una mínima parte alcanza la zona de abajo de cuarto de estar.

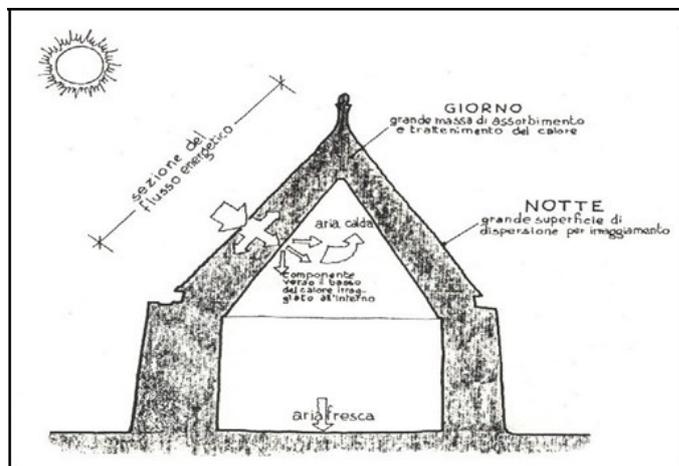


Fig. 5. Funcionamiento de la Inercia térmica de la albañilería Fuente: <http://www.studioarchitettura.it/page/26-i-trulli-e-l-architettura-bioclimatica.html>

Otra acción termo-regularizadora del trullo es aquel, obviamente, revuelta a conservar el calor producido de invierno del hogar y de los braseros. Lo primero presenta algunas particularidades sobre que merece la pena detenerse: la zona fuego no es cobrado en el muro, con la caña fumaría por consiguiente escondido en la pared, pero constituye uno todo uno con el entorno a ella destinada[1 2].

Algunas veces el entero del cono que cubre este entorno supe de capa, mientras que su cumbre es dejada abierta como embocadura de la chimenea. La importancia de estas soluciones, en Figura 6, se encuentra en la posibilidad de utilizar el entorno que resulta como zona de cuarto de estar y, a veces, como pone cama; mientras el hecho de estar muy abierto permite al calor de propagarse más fácilmente en el trullo central y de aquí en los otros huecos.

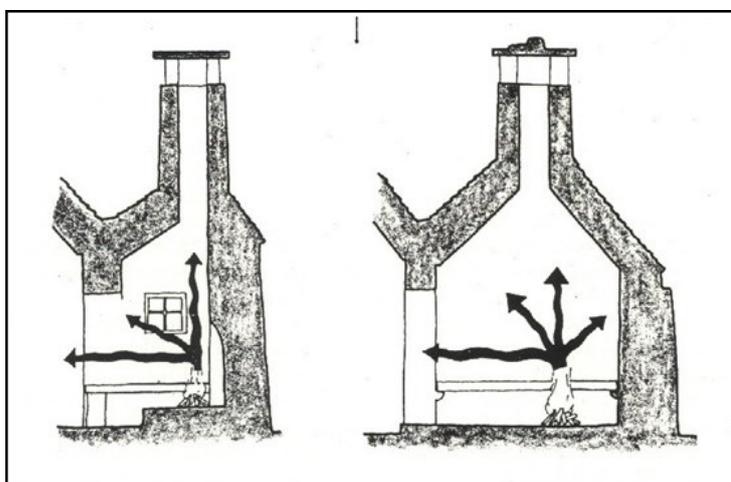


Fig. 6 El funcionamiento de la zona del fuego en los Trullos, dónde a diferencia de lo que normalmente ocurre, la chimenea no es posicionada dentro de un nicho, pero es parte integrante del espacio poblado, así de hacer posible el riscaldamento de todo el entorno.(Fuente: <http://www.studioarchitetturabp.it/page/26-i-trulli-e-l-architettura-bioclomatica.html>)

En general la correcta orientación de un edificio es solicitada para que todas sus partes reciban un adecuada aportación del sol. Se puedes afirmar que en este tipo de edificios la relación entre orientación y disposición de los entornos no tiene mucha importancia fechas el espesor de los muros y la escasez de aberturas. Sin embargo entre todos los trullos observados se ha constatado que la orientación, referido a la frente principal, predominante resulta el Este-Sur-Este sigue luego un cierto número de casos en que ellos son dirigidos a Sureste.

En fin, cuando el trullo ha sido edificado independiente y aislado en la lotería primitiva, se registra la tendencia a disponerse con la frente, sobre cuyo se abren las principales ventanas y la única entrada, hacia el arco diurno del sol. Cuando el trullo, en cambio, hace parte de un agregado o surge adyacente a una calle, tales elementos condicionan la elección de la orientación. Un elemento presente al exterior de muchos Trullos es la glorieta de vides a alto fuste. Muy frecuente también es la disposición de plantas a lo largo del frente principal. La utilidad de eso es crear zonas de sombra

en proximidad de puertas y ventanas, y limitadamente al período veraniego.

Otra solución ingeniosa de esta tipología de arquitectura es la realización de un subterráneo, como se puede observar en la Figura 7, utilizado no sólo como depósito de materiales y de agua pluvial, necesaria por sus habitantes, en una tierra como la Apulia, sobre todo en los meses veraniegos, pero representa también una preciosa estrategia constructiva en verano para enfriar el aire presente a su interior y bajar así la temperatura dentro del trullo[23].

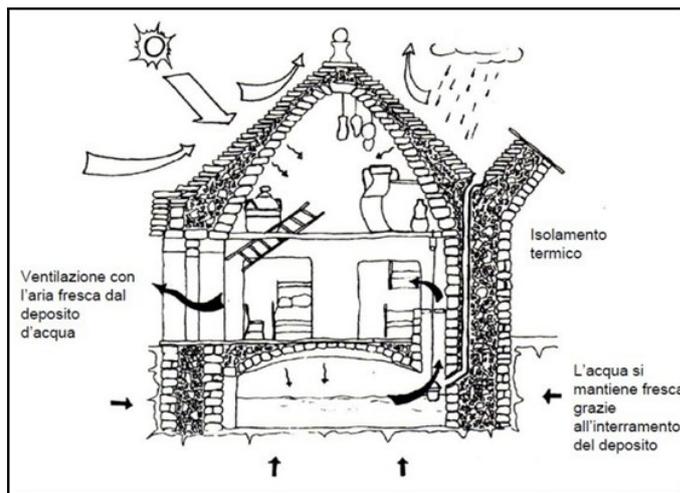


Fig. 7 La cisterna subterránea del trullo. Esa no representa sólo una preciosa escolta de agua pluvial así rara en esta tierra, pero también una preciosa reserva fresca en verano capaz de enfriar el aire que la rozó el agua y bajar así la temperatura dentro del trullo.(Fuente: <http://www.studioarchitetturabp.it/page/26-i-trulli-e-l-architettura-bioclomatica.html>)

2.5. MODELO SOCIO-ECONÓMICO

La Murgia de los Trullos cuenta bastantes centros populosos esparcidos con todo el territorio. La población vive en gran parte en los campos en vez de en los centros, con un porcentaje de población esparcida excepcionalmente elevada no sólo por esta región, pero por toda Italia meridional.

Al centro de la economía de este territorio hay la vivienda y el sistema de subsistencia de la población, que se demuestra muy autónoma, es orientado a la auto-producción y al auto-consumo; lo que se deduce de esta condición es que se trata de una producción discontinua, vinculada a la disposición de tierra y mano de obra, para la producción de árboles de fruto, aceitunos, cereales y leguminosas.

Para compensar este límite en el sistema económico, a la producción agrícola vienen acercadas otras actividades como la artesanía.

A través de los siglos, este sistema padece evoluciones importantes, tan de hacerlo desenvolver de una construcción única y aislada a un conjunto de viviendas, que, al día de hoy, corresponden empleos diferentes. Con el paso del tiempo, el núcleo rural pierde su función primitiva, siendo utilizado de modo discontinuo por la población y asumiendo una función

de tipo atractiva, en parte del capital y en parte de la gente, o sea promoviendo la actividad del turismo. De hecho, el turismo se ha vuelto por la Apulia un potente motor de desarrollo económico con una incidencia sobre el PIB del 7,7%. Para hacer una comparación económica, el turismo pullés está acercando al impacto sobre el Pil del sector de las construcciones. Además este estudio no puede prescindir de un análisis de tipo social de este territorio. En la actualidad, los instrumentos de planificación que, a los diferentes niveles, señalan el desarrollo y regulan este territorio, de echo intervienen en la autonomía del usuario mucho más que en el pasado.

A Enero de 2010 la Junta Regional ha aprobado la Propuesta de Plano Paisajístico Territorial Regional (PPTR). Los presupuestos que da vida a este instrumento urbanístico son de un lado la consideración del paisaje como un bien común, entendido como un yacimiento extraordinario de culturas de empleo del territorio y del otro la consideración del paisaje como un puente entre pasado y futuro. El Plan Estratégico del Valle de Itria ha sido aprobado en cambio en Mayo de 2009; el común primero del fila es Monopolios, a hacer parte también son los ayuntamientos de Putignano, Alberobello, Castellana, Cisternino, Locorotondo, Martina Franco, Nogales. Considerando las interrelaciones a nivel de objetivos los solos conflictos evidentes entre PPTR y PE son dados por la previsión de nuevas infraestructuras para la viabilidad. Ido sin embargo notado como muchos objetivos se presten a interpretaciones múltiples, pues, sea sinérgicas que opuestas a los objetivos del PPTR. Luego el Plan de Desarrollo Rural interacciona positivamente con el PPTR por lo que atañe los objetivos del equilibrio hidro-geomorfológico y del desarrollo de la calidad ambiental de los territorios. Conexiones importantes se registran sobre los objetivos de la valorización de los paisajes a rurales historiadores, del patrimonio de identidad cultural y sobre la recualificación de los paisajes degradados de las urbanizaciones contemporáneas. [18]

Del marco normativo presente sobre el territorio, se deduce como a diferencia de los siglos anteriores, en cuyo la reglamentación del territorio fue mucho más complaciente, a hoy resulta decididamente más restrictiva. De hecho, la voluntad de la sociedad es de proteger el territorio y conservarlo, haciendo posible su valorización.

2.6. LA ARQUITECTURA VERNÁCULA COMO MODELO CODIFICADO POR EL PROYECTO CONTEMPORÁNEO SOSTENIBLE

La arquitectura vernácula se puede definir, por lo tanto, como el resultado de una estratificación de conocimientos empíricos, señales y lenguajes, que han tomado forma, por un largo proceso de tentativas y errores, en estrecha relación con la morfología de los lugares, los recursos locales, las características climáticas y ambientales y las exigencias socio-económicas, culturales y de protección del entorno de una determinada comunidad.

Todo esto representa un importante recurso con elevadas potencialidades de que sacar principios por un planeamiento contemporáneo sostenible. [26]

La mayoría de las soluciones y estrategias empleadas en la construcción de un trullo, realizada cincos siglos atrás, se prestan a contextos actuales, que se muestran particularmente aptos a planeamientos contemporáneos innovadores, como en el caso del proyecto del grupo MCA, Mario Cucinella Architects, resultado el vencedor en la competición internacional del 2008 por el planeamiento de un nuevo complejo constructor que hospedará oficinas y laboratorios de recerca de la Agencia Regional Prevención y Entorno (A.R.P.E.), de Ferrara, en Italia (como se observa en la Figura 8).



Fig. 8 MCArchitects | Vista nocturna del edificio. El corte practicado sobre el extenso sureste del edificio otorga al nuevo bloque un sentido de ligereza que es enfatizado hacia arriba por el salto de la "cobertura a chimeneas" del nuevo bloque. (Fuente: MCArchitects, <https://www.mcarchitects.it/> ultima fecha: 28/05/2018)

La intervención consiste en la reestructuración de los edificios existentes y la realización de un nuevo complejo fuertemente caracterizadas por la sostenibilidad ambiental.

En una lógica que se fija en un futuro más sostenible, el estudio de planeamiento propone un edificio que sea relacionado con el microclima local, dónde las elecciones proyectivas contribuyen a responder a las exigencias de menor impacto ambiental, menores consumos energéticos, menores emisiones contaminantes y más buenas calidades de los espacios.



Fig. 9 Planta baja y de las coberturas. El corte longitudinal practicado con la eliminación de algunas "torres" del viento. Está evidenciado por el choque trasero de aquellos circunstante con paneles fotovoltaicos, crea un pequeño jardín interior sobre el que se asoman los despachos centrales del nuevo bloque. (Fuente: MCArchitects, <https://www.mcarchitects.it/> ultima fecha de consulta: 28/05/2018)

La esencia arquitectónica del proyecto es encerrada en el espacio central entre los dos edificios, el uno existente y el segundo de nueva construcción. Se trata de un amplio espacio vidriado dónde se desarrollan todas las funciones públicas del complejo, es decir la recepción, el fronte-office y las otras

actividades de interfaz con el público; es un espacio caracterizado por la presencia del verde y sobre todo del empleo de la luz natural, se pueden observar en la Figura 9. Sobre este espacio asoman y toman luz y aire los despachos del bloque de nueva realización.

WINTER

- 40% energy saving relative to a traditional building

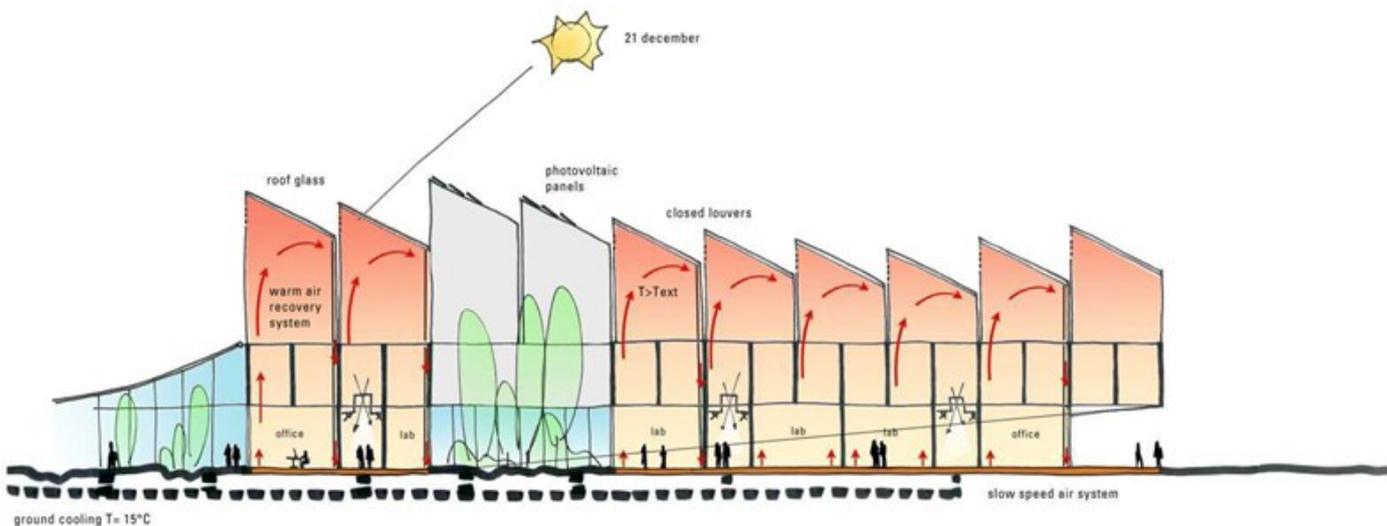


Fig. 10 sección del sistema de las "torres" del viento con la que es garantizada la ventilación natural dentro del edificio en los meses invernales y veraniegos (Fuente: MCArchitects, <https://www.mcarcchitects.it/> ultima fecha de consulta: 28/05/2018)

ESTATE

- 30% energia risparmiata rispetto a un edificio tradizionale

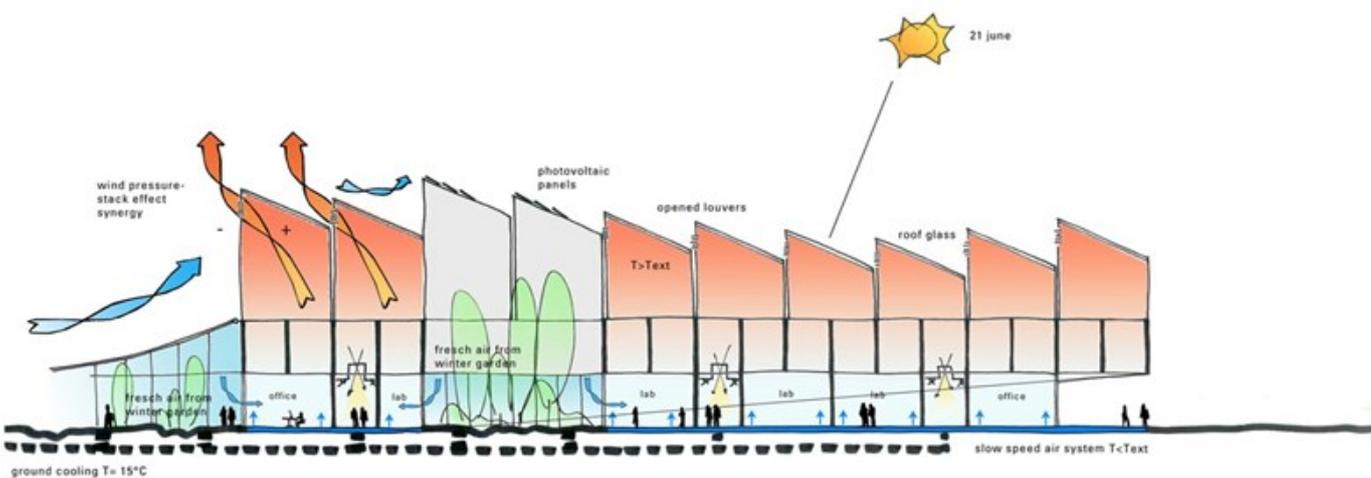


Fig. 11 sección del sistema de las "torres" del viento con la que es garantizada la ventilación natural dentro del edificio en los meses veraniegos (Fuente: MCArchitects, <https://www.mcarcchitects.it/> ultima fecha de consulta: 28/05/2018)

El nuevo edificio se distingue por el corte de luz practicado sobre el extenso sureste, que de al nuevo bloque un sentido de ligereza y flote en el aire, además de por la presencia de imponentes chimeneas sobre el techo.

Las estrategias pasivas utilizadas devuelven el edificio una

máquina bioclimática, apuntando de manera particular sobre estrategias de ventilación natural e iluminación natural, como se muestra en las Figuras 10 y 11.

El edificio se basa en un sistema de enfriamiento que explota las potencialidades de la masa térmica del terreno, tal como

el trullo con la zona de depósito subterráneo a contacto con el terreno, encauzando las corrientes y haciéndolas pasar en el subsuelo por algunas chimeneas del viento posicionadas a Norte del edificio, en la zona más fresca y a favor de viento veraniego en cuyo el aire ulteriormente enfriada sale en la gran corta interna y en los espacios de circulación.

El techo representa el elemento de diseño más significativo del proyecto y al mismo tiempo desarrolla la función energéticamente más importante del edificio: está compuesto de una serie de chimeneas solares que dan una fuerte identidad al edificio y favorecen la ventilación natural activando el efecto chimenea. Ésta permite la formación, gracias a la natural tendencia del aire caliente, de subir hacia arriba de los movimientos convectivos que garantizan el confort al interior. Más específicamente, en los meses veraniegos son capaz de hacer entrar el aire de Norte para enfriar el pasillo y los entornos interiores y de escudar con la misma presencia la entrada a la radiación solar; en cambio en el período invernal han sido estudiadas para convertirse en superficies vidriados que captan la luz solar, transformandose en reales invernaderos bioclimáticas por la calefacción pasiva de los entornos interiores, reglajes de modo automático para maximizar la aportación solar.



Fig. 12. Particular de la "cobertura a chimeneas" desfondada al centro para crear un corral-jardín; el espacio vidriado, destinado a los todas las funciones públicas del complejo, además de señalar la entrada al complejo, suple de interconexión entre el edificio existente, negro, y aquel nuevo. (Fuente: MCArchitects, <https://www.mcarchitects.it/> ultima fecha: 28/05/2018)

Además han sido planeados como conducidos por la luz cenital, que garantiza una buena iluminación natural dentro de los espacios, y dentro de algunas chimeneas son colocados paneles solares por la producción del agua caliente sanitaria y paneles fotovoltaicos por la producción de corriente eléctrica.

Este proyecto, como todos los otros del estudio MCArchitects, se señala por un empleo intensivo de los softwares de cálculo dinámico por la simulación puntual, estación por estación, del comportamiento de la ventilación natural dentro de las estructuras constructoras, qué influye de manera evidente en las formas las formas y en los materiales.

Al objetivo de garantizar y calibrar el porcentaje de superficie que capta en la estación invernal han sido conducidas simulaciones con el software Ecotect mientras el nivel de iluminación natural del nuevo bloque ha sido estudiado con la ayuda del software Radiance, contribuyendo a una adecuada formación de las chimeneas solares. El control térmico de los espacios del entero complejo ha sido conducido con el auxilio del programa especializado que han permitido de también averiguar el curso de la ventilación natural en los espacios de trabajo.

Para una mayor compatibilidad ambiental de la intervención han sido elegidos materiales característicos sea por las paredes y coberturas, aislante en fibra de madera dentro de una estructura con montantes y traveses, sea por la estructura portante, madera a sección rectangular.

El edificio, por el empleo de estas tecnologías innovadores, se coloca sin duda a lo de vanguardia en nuestro país y se demuestra a la altura de los estándares europeos por los edificios por despachos por cuanto concierne los consumos energéticos en relación al metro cuadrado de superficie construida. En conclusión, se trata de un experimento interesante que debió ser perseguido a nuestras latitudes, dónde las condiciones climáticas son menos severas con respecto de aquellos orientales y a las de Norte-Europa.

3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El estudio realizado sobre este caso de arquitectura vernácula típicamente de la Italia meridional, se ha comportado analizando los aspectos característico y se puede afirmar cuanto sigue: del análisis de la condición del medioambiente suyo del período de construcción de los Trullos y comparándola con aquel actual se puede afirmar que la situación ha quedado casi inalterada, sea del punto de vista de las condiciones climáticas que de la condición morfofonológica del territorio.

No se puede afirmar el mismo por cuánto concierne el modelo socio económico, por lo que se ha producido el paso de un anterior empleo continuo como vivienda, de parte de los mismos que la han construido, a un empleo discontinuo de tipo estrechamente atractivo, por el casi totalidad de los casos, atribuyendo al trullo un valor turístico. Y además esta condición comporta una necesidad de cambio en la arquitectura y en el disposición de los espacios. También del punto de vista bioclimático sobreviene una inevitable y necesaria evolución de los sistemas constructivos, frente a estas exigencias diferentes debidas al cambio de las condiciones necesarias para alcanzar un nivel de confort térmico (21 – 22°C) y luego al punto de vista del empleo [16].

Del análisis de las estrategias bioclimáticas utilizadas, como el enfriamiento y calentamiento pasivo y la explotación de la

ventilación pasiva, se demuestra que son todavía hoy las correctas, a frente pero de un cambio y una evolución de los sistemas constructivos, como se ha enseñado en el caso del proyecto de Ferrara. En un contexto templado-caliente como aquel italiano un enfoque más atento a la interacción entre las varias posibilidades en juego puede ofrecer mejores resultados. La estrategia híbrida, envolvente aislado- núcleo interior inercial se demuestra además un paso lógico mucho más probable en construcción en un mercado lento por que deben ser pensadas evoluciones inteligentes más que traumáticas revoluciones. Se demuestra que una medida mezcla de capas de envoltura y aisladores, sea a base sintética que natural, está capaz de dar óptimas prestaciones de resistencia térmica, unidas a óptimas prestaciones de desfase y atenuación térmica.

Por cuánto concierne la estrategia de enfriamiento pasivo geotérmico, o sea sin el empleo de una máquina eléctrica como la Bomba de calor, pero qué sólo explota la inercia térmica del terreno a contacto directo con el edificio, se puede afirmar que hoy es una selecta vencedora y utilizable: el terreno, en efecto, presenta algunas características muy favorables, a causa de su elevada inercia térmica, ya a moderada profundidad padece poco de las oscilaciones térmicas diarias y estacionales, se puede considerar su temperatura, prácticamente, constante por todo el arco del año. Tal estrategia puede dar resultados interesantes en satisfacer determinadas condiciones de temperatura interior por el confort ambiental, pero padece limitaciones sobre la naturaleza de las cargas térmicas latentes, obre los que, pero no siempre existe la necesidad de intervenir.

7. CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación realizado, se han mostrado unos de los principios de la arquitectura vernácula sobrepuestos al caso de estudio de los Trullos de Alberobello, y de una perspectiva más amplia, y como ellos se relacionan con la arquitectura contemporánea en llave de un proyecto sostenible. Se puede concluir que:

- ◆ El empleo del trullo durante el arco de todo el año resulta confortable, gracias a la explotación de la inercia térmica de las paredes;
- ◆ Referida a la arquitectura contemporánea, la estrategia de explotar la inercia térmica se consigue con técnicas diferentes como la explotación del contacto directo del terreno con el edificio;
- ◆ El efecto-chimenea dentro del edificio aumenta el nivel de comodidad térmica del entorno y se demuestra hoy una técnica aún válida;
- ◆ La evolución del modelo económico del trullo, da vivienda a empleo turístico supone un cambio en la arquitectura y en particular de sus espacios interiores;

- ◆ Actualmente, el contexto social a cuál pertenecen los Trullos interviene mucho más en la autonomía del usuario que en pasado, con una legislación mucho más restrictiva.

8. REFERENCIAS

- [1] Regione Puglia, 4.4.4 Linee guida per la tutela, il restauro e gli interventi sulle strutture in pietra a secco della Puglia, in Piano Paesaggistico territoriale Regionale, 2013, pp. 2-5.
- [2] A. BISSANTI, Il paesaggio della pietra a secco, in Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco", a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, p. 121.
- [3] M. MIOSI, Tholoi d'Italia. Trulli e capanne in pietra a secco con copertura a tholos, Edizioni di Pagina, Collana Etnografie, Bari, 2012, pp. 2-9, 15-32, 45.
- [4] Regione Puglia, Linee guida per la tutela, il restauro e gli interventi sulle strutture in pietra a secco della Puglia, in Piano Paesaggistico territoriale Regionale, 2013, pp. 2-5.
- [5] E. DEGANO, La campagna di rilievo dei manufatti in pietra a secco della Puglia, in Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco", a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, pp. 413-414, 431, 445.
- [6] A. AMBROSI, L'architettura in pietra a secco: costruzione, progetto, tipologie (con riferimento alla Puglia), in Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco", a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, pp. 22-25, 30-31, 40-44
- [7] A. AMBROSI, R. PANELLA, G. RADICCHIO, Dalla Sylva Arboris Belli al villaggio dei trulli, in Storia e destino dei trulli di Alberobello. Prontuario per il restauro, a cura di E. DEGANO, Schena Editore, Fasano (BR), 1997 (2009 Ristampa), pp. 12, 16, 28-44.
- [8] A. A. BISSANTI, Il paesaggio della pietra a secco, in Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco", a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, p. 121.
- [9] AA. VV., Martina Franca — un'isola culturale, Edizioni Pugliesi, Martina Franca 1992.
- [10] G. NOTARNICOLA, I trulli di Alberobello dalla preistoria al presente, Unione Editoriale D'Italia, Roma, 1940, rist. Bari, 1983, pp. 59, 120-122, 73, 198.
- [11] R. BATTAGLIA, Osservazioni sulla distribuzione e sulla forma dei Trulli pugliesi, in Atti del II Congresso Storico Pugliese e del Convegno Internazionale di Studi Salentini, Terra d'Otranto 25-31 ott. 1952, Archivio Storico Pugliese, C.E. Alfredo Cressati, Bari, 1952, pp. 33-44.
- [12] NOTAIO L. D'ONCHIA, Atto notarile 6 ottobre 1799, Archivio di Stato Bari.
- [13] G. RADICCHIO, Il villaggio dei trulli, in Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco", a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, pp. 496-497, 500-504.
- [14] SITI (A CURA DI), Il piano di gestione per il sito UNESCO "Trulli di Alberobello", 2009.
- [15] C. MOSCHETTINI, I trulli (Trudhu), in Atti del Primo Congresso di Etnografia italiana (Roma 19-24 ottobre 1911), Unione Tipografica Cooperativa, Perugia, 1912,

pp. 215-228. .

- [16] G. ROHLFS, *Dizionario delle Tre Calabrie*, Tomo I, 1932, p. 17.
- [17] G. B. BRONZINI, *Il trullo: segno e/o simbolo?*, in *Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco"*, a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, pp. 111-112.
- [18] A. AMBROSI, R. PANELLA, G. RADICCHIO, *Gli elementi dell'architettura dei trulli, in Storia e destino dei trulli di Alberobello. Prontuario per il restauro*, a cura di E. DEGANO, Schena Editore, Fasano (BR), 1997 (2009 Ristampa), pp. 63-99.
- [19] T. FIORE (A CURA DI), *Glossario. La casa alberobellese nei termini dialettali relativi alla tradizione abitativa*, in *Storia e destino dei trulli di Alberobello. Prontuario per il restauro*, a cura di E. DEGANO, Schena Editore, Fasano (BR), 1997 (2009 Ristampa), p. 104.
- [20] R. SANTILLO, *Le cupole a secco*, in *Edilizia Militare*, n. 17-18, Roma, 1986, p. 18.
- [21] F. GIACOVELLI, *Rapporto tra architettura in pietra a secco e paesaggio agrario nel territorio di Noci*, in *Architettura in pietra a secco. Atti del 1° Seminario internazionale "Architettura in pietra a secco"*, a cura di A. AMBROSI, E. DEGANO, C. A. ZACCARIA, Schena Editore, Fasano (BR), 1990, p. 447.
- [22] <http://www.cittadelvino.it/articolo.php?id=MzQx> (Ultima fecha de consulta: 03/06/2018)
- [23] <https://www.fanpuglia.it/magazine/curiosita/trulli-alberobello-origini-caratteristiche/> (Ultima fecha de consulta: 04/06/2018)
- [24] <http://www.bed-breakfastpuglia.it/web/i-trulli/> (Ultima fecha de consulta: 25/05/2018).
- [25] http://www.apuliabase.com/pdf/ApuliaBase_D1.1_main.pdf (Ultima fecha de consulta: 26/05/2018)
- [26] <http://www.studioarchitetturaabp.it/it/page/26-i-trulli-e-l-architettura-bioclimatica.html> (Ultima fecha de consulta: 05/06/2018)
- [27] MCArchitects, <https://www.mcarchitects.it/> (Ultima fecha: 28/05/2018)
- [28] <http://www.arcomai.org/2006/07/15/una-macchina-bioclimatica-a-ferrara-per-larpa/> (Ultima fecha: 28/05/2018)

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.