

La cal como material bioclimático en la arquitectura tradicional canaria

Eduardo Martín del Toro

*Grupo de investigación ARQUITECTURA Y PAISAJE de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria,
España, eduardo@deltoroantunez.com*

Resumen

La arquitectura tradicional canaria es el resultado de la adaptación de una arquitectura importada, a las condiciones muy particulares de las islas, lo que le imprime un sello muy personal que la hace diferente. Esta arquitectura realiza una labor natural de adaptación e integración con el menor esfuerzo material y energético, razón por la cual es ejemplo de arquitectura bioclimática, ya que a base de ensayos y errores, a través de la experimentación cotidiana, representa la adecuación perfecta entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible. En la arquitectura vernácula del archipiélago canario -del mismo modo que ha sucedido en muchas otras arquitecturas tradicionales- la cal ha sido un material fundamental, pero no sólo como componente aglomerante para consolidar los muros o revestir las fábricas de piedra, gracias a sus cualidades de resistencia, durabilidad o flexibilidad, sino sobre todo como elemento fundamental dentro de su estrategia bioclimática, a través de sus múltiples propiedades, funcionando como elemento de aislamiento térmico, corrector de la humedad ambiental, desinfectante, impermeabilizante, etc. Este artículo analiza el uso que la cal ha tenido en la arquitectura doméstica canaria, no tanto como material constructivo, sino como elemento sostenible que forma parte fundamental de las estrategias bioclimáticas de esta arquitectura.

Palabras clave: Islas Canarias; cal; arquitectura tradicional; arquitectura vernácula; arquitectura bioclimática; arquitectura sostenible

Introducción

La arquitectura tradicional canaria es el resultado de la adaptación de una arquitectura importada, a las condiciones muy particulares del archipiélago, lo que le imprime un sello muy personal que la hace diferente.

Existen cuatro factores que han influido en esta adaptación al territorio y que son:

En primer lugar, el factor humano: Canarias es punto de encuentro de gentes de diferentes procedencias (andaluza, portuguesa y gallega principalmente) que introducen en canarias los modos y estilos particulares de sus lugares de procedencia.

En segundo lugar, la disponibilidad de los materiales de construcción: Canarias es una tierra escasa en recursos, los cuales fueron determinantes para el desarrollo de la arquitectura, como la piedra, la madera, el barro y en menor medida, la teja y la cal.

En tercer lugar, el socio-económico: La arquitectura tradicional rural fue obra de sus propios dueños ayudados por sus familias, amigos y paisanos, tal como sucedía en las zonas humildes urbanas, quedando exceptuada de esta regla la casa de los grandes propietarios.

Por último -y el que se ha tomado como base de esta investigación- el climático, muy ligado a la orografía: Ha sido precisamente el que más ha influido en el cambio de las arquitecturas importadas por sus primeros moradores y ha llevado a constituir el "modo canario" o -mal llamado- "estilo canario", ya que este estilo no existe: "Existe una manera o modo de hacer canarios, basados en la experimentación y en la sabia aplicación de medios y recursos, cosa que siempre ha sabido hacer el pueblo" [FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J. J., 2008].

La influencia cultural en Canarias es uno de los factores determinantes de la forma arquitectónica, pero siempre adaptada al medio natural en que se encuentra. A pesar de la aparente bondad del clima canario, para alcanzar el confort o bienestar en el ambiente interior de una vivienda, hay que seguir alguna estrategia bioclimática como la captación solar activa o la ventilación.

Como veremos a lo largo de este trabajo, los primeros constructores apreciaron los beneficios del sol y los perjuicios del viento, frío o caliente, lo que se tradujo en una arquitectura preocupada por el confort y la salubridad de sus ocupantes.

La arquitectura tradicional canaria como ejemplo de arquitectura bioclimática

Una de las bondades de la arquitectura tradicional canaria reside en que es capaz de garantizar un ambiente interior estable y cómodo frente a los condicionantes climáticos del medio. Para lograr este propósito se sirve de mecanismos de aprovechamiento natural energético como la protección o la captación de luz y energía solar, del viento o de la lluvia, según lo requieran los locales, su uso o función y los ocupantes [PÉREZ ROMERO, M. 2004].

El tipo de construcción tradicional de la edificación en Canarias buscaba la estabilidad térmica interior incorporando para ello técnicas y materiales aceptados y sancionados por el uso que, debido a la cultura tradicional adquirida a lo largo de los años, permitían crear el ambiente interior más confortable posible en la vivienda [ÁLVAREZ-UDE, L. et al., 2004]. A ello se unía una forma de habitar la vivienda que ayudaba a ese confort.

Por este motivo, se puede considerar que la arquitectura vernácula forma parte de la arquitectura bioclimática, ya que consigue acondicionar el ambiente interior de la vivienda a los parámetros de confortabilidad mediante mecanismos únicamente arquitectónicos y no tecnológicos [GIL CRESPO, I.J., 2014].

Los muy variados microclimas han generado diferentes respuestas arquitectónicas. La utilización de recursos para adaptarse al microclima local existente en su ubicación es patente: las estancias principales se orientan al abrigo de los vientos dominantes, los tejados permiten la evacuación rápida del agua de lluvia, se habilitan patios interiores para el refresco de la vivienda... sin duda, el conocimiento acumulado permitió la adecuación de las construcciones al entorno.

La arquitectura tradicional es el resultado -entre otros condicionantes- de la adecuación al entorno, el clima y las exigencias humanas naturalmente satisfechas. De manera natural y en tanto que la arquitectura tradicional daba respuesta a las inclemencias del clima, a las dificultades del acceso y a otros problemas planteados por el propio medio resultó establecer los condicionantes que en la actualidad precisamos para la arquitectura que hoy hemos dado en llamar bioclimática.

La cal como material bioclimático

La cal artesanal procede de la calcinación de las piedras calizas, un material que se encuentra en la naturaleza, no necesitándose de una alta industrialización para su obtención, ofreciendo grandes beneficios a un costo razonable. Se integra con el ambiente de forma respetuosa, con emisiones de CO₂ muy reducidas, puesto que el producido en su fabricación es absorbido en gran medida posteriormente durante la carbonatación, compensándose así gran parte de las emisiones de gases [MARTÍN DEL TORO, E., 2018a].

La durabilidad de la cal es uno de sus mayores puntos fuertes, debido entre otros a la flexibilidad que presenta, dotándola de una alta resistencia a movimientos térmicos o aquellos de la propia superficie a la que protegen, lo que evita el agrietamiento y la apertura de puntos de acceso de agua. Además, el no tener sales nocivas y otros elementos extraños en su composición, también favorece su alta durabilidad [USEDÓ VALLES R. M., 2015].

Aislante térmico y acústico, reduce la demanda energética, por lo que supone un ahorro económico y una disminución en las emisiones tóxicas para la atmósfera. Permite, en climas cálidos, reflejar los rayos solares hacia la atmósfera, evitando la incidencia solar y mitigando parte del calentamiento, para disminuir considerablemente la temperatura al interior de los espacios [ROBADOR GONZÁLEZ, M. D., 2015].

Es un material transpirable, con alta difusividad al vapor de agua e impermeable a la vez al agua en estado líquido, es decir, tiene la capacidad de dejar pasar el vapor de agua pero no el agua de lluvia; e higroscópico, siendo capaz de absorber gran cantidad de agua sin apenas aumentar de volumen durante los períodos frescos y húmedos, mientras que la difunde al ambiente en las épocas calurosas y secas, no sólo favoreciendo una correcta humedad relativa sino generando el enfriamiento de los muros cuando se produce la difusión de dicha humedad [MARTÍN DEL TORO, E., 2018b], con lo que es un regulador natural de la humedad en el interior del edificio, especialmente en zonas húmedas como baños y cocinas. Esto es debido a la amplia red capilar que forma el material en su interior, lo suficientemente estrecho para permitir que pase el vapor de agua pero no el agua de lluvia [PALENZUELA ILLÁN, J., 2014].

El mortero de cal es desinfectante y fungicida natural debido a su alcalinidad natural [AA. VV., 2009], por lo que en caso de algún tipo de problema con humedades evita la aparición de mohos, ácaros y otros microorganismos. El poder caústico de la cal viva se ha aprovechado como desinfectante o para la potabilización del agua de consumo [MANZANO CABRERA, J. L. y MIRELES BETANCOR, F. M., 2017].

También, su capacidad impermeabilizante para aislar de la humedad [TOVAR ALCÁZAR, R., 2017] la hace adecuada en la construcción hidráulica como estanques para el almacenaje de aguas pluviales y piscinas naturales. La cal hidráulica es impermeable, resistente a la compresión, resistente a las sales minerales y capaz de endurecerse incluso debajo del agua, sin la presencia de aire [BRÜEMMER M., 2003/2004].

La cal como elemento sostenible en la arquitectura tradicional canaria

En la arquitectura vernácula del archipiélago canario -del mismo modo que ha sucedido en muchas otras arquitecturas tradicionales- la cal ha sido un material fundamental, pero no sólo como componente aglomerante para consolidar los muros o revestir las fábricas de piedra, gracias a sus cualidades de resistencia, durabilidad o flexibilidad, sino sobre todo como elemento fundamental dentro de su estrategia bioclimática, a través de sus múltiples propiedades, funcionando como elemento de aislamiento térmico, corrector de la humedad ambiental, desinfectante, impermeabilizante, etc.

"La cal oscura o gris, que sirve para encalar paredes de casas y aljibes, se obtiene cuando se toma la parte superficial de la piedra de cal cocida, contaminada por las cenizas de la combustión. La cal interior es blanquecina y sirve sobre todo para albear, aunque también tiene otros usos, como desinfectante de aljibes y repelente de insectos en las casas" [GONZÁLEZ, C, 2015].

"La cal es, salvo en la dos islas más orientales, un material escaso y, por ese mismo motivo, caro y, por lo tanto, definidor del estatus económico y social de sus propietarios" [LEÓN ESPINOSA, R. E, s.f.].

Veamos pues a continuación como la cal tiene una función fundamental en las distintas tipologías de la arquitectura tradicional canaria:

La casa-cueva

La cal es un elemento frecuente en la arquitectura troglodita canaria, donde todo el interior está albeado con cal en paredes y techo y en muchas ocasiones el encalado se extiende al exterior de la misma, donde contrasta con el color oscuro de la toba (figura 1) y sobre el que destaca una gran profusión de plantas de colores vivos.

La arquitectura subterránea posee unas características bioclimáticas inmejorables y sostenibles en cuanto a su ejecución o rehabilitación. Sin embargo, la humedad contenida en el terreno y la propia del uso de la edificación junto con las bajas temperaturas en condiciones de invierno provocaría situaciones de malestar al aumentar la sensación térmica de frío con la presencia de humedad.

El recubrimiento exterior de la cueva de cal -permeable- permite cierta transpirabilidad al terreno que reacciona a las lluvias absorbiendo agua, reteniéndola e impermeabilizándose internamente al tiempo. Cuando llega el verano la evaporación de ese agua ayudará a mantener las bajas temperaturas interiores [NEILA GONZÁLEZ, F.J., 2013].

En zonas de rocas blandas, la parte del terreno por encima de la cueva se impermeabiliza mediante enfoscados de mortero de cal, para evitar filtraciones y humedades [AA. VV., 2008] y en el interior de las viviendas sirve de barrera para pequeños insectos de la tierra [SANTANA RODRÍGUEZ, R., et al., 2011].

Por otro lado, para proveer de iluminación natural a un espacio enterrado -y que por tanto en principio carece de ella- se conjugan dos estrategias: por un lado, se busca el color claro de su caras internas, a través del encalado o el albeado del interior; por otro lado, implantando un pequeño ventanillo practicado sobre el dintel de la entrada, el cual suministra una fuente de luz que se difundía por reflexión en las paredes [SABATÉ BEL, F., 2008].

A esto ayuda el hecho de que las cuevas canarias no suelen tener grandes profundidades -no siendo común que se concatenen más de dos estancias en profundidad-, sino que se constituyen normalmente a partir de cámaras contiguas que dan directamente al exterior o, más normalmente, a un patio que les provee de iluminación y ventilación al tiempo que sirve de elemento protector.



Figura 1. Hornos y casas cuevas en la Atalaya Santa Brígida 1890-1895. Exposición fotografías antiguas "Gran Canaria desconocida". Las colecciones fotográficas de la Casa de Colón. Las Palmas de Gran Canaria. Funete: Flickr [<https://www.flickr.com/photos/azuaje/8311114927>]

La casa terrera

La vivienda tradicional canaria de una planta, con muros de piedra y cubierta de tejas es denominada en el archipiélago como "casa terrera" (figura 2).

Es la vivienda rural canaria por antonomasia, siendo la más común y la de mayor arraigo en casi todas las comarcas del archipiélago por lo que también se la conoce como "casa canaria" y es, por consiguiente, la que ha llegado hasta nuestros días con todas las formas y

combinaciones que la cultura y los tiempos han ido imprimiendo sobre ella [MARTÍN RODRÍGUEZ, F.G., 1978].

Los muros de carga son de sillares basálticos o mampostería ordinaria calzados con hijas o ripios. En las fachadas abunda la mampostería mientras se destinan los sillares a los marcos de los huecos y a las esquinas. Se emplean como elemento de relleno el barro, trozos de teja o pequeñas lascas de piedra. Éstos se terminan con enjalbegado de cal o cal y arena, que mejora sus características térmicas.

El empleo de la cal en el recubrimiento de los muros les confiere la capacidad de ser impermeables a la lluvia, al tiempo que permite respirar a la pared, facilitando la eliminación de la humedad del interior.

El encalado de la fachada principal, orientada normalmente al sur, que solía ser restaurado cada seis meses o cada año -junto antes de la llegada de la época de lluvia y/o la calurosa- para mantener todas sus propiedades y evitar el calentamiento del interior mediante el aumento del su albedo o cantidad de radiación solar que es devuelta a la atmósfera tras chocar con una superficie. Un alto albedo consigue reflejar la luz y el calor recibido regulando el calor y manteniendo los hogares a temperaturas inferiores a la exterior.



Figura 2. Casa terrera. Autores: Eduardo Martín del Toro y Sara Acosta Pérez.

La casa de azotea

Además de la casa terrera con cubierta de teja, podemos encontrar la vivienda de techo plano transitable -de torta o azotea- el cual sirve de elemento de recogida de agua para el aljibe, espacio de secado de frutos o zona para el tendido de ropa.

Los muros antiguamente se construían con piedra seca, luego piedras aglutinadas en barro, más tarde con mortero de cal y finalmente con bloques de arena volcánica y cemento [Arquitectura en Fuerteventura, s.f.]. Originalmente de piedra vista por el exterior y

blanqueados en el interior -que en ocasiones se deja asomar por los bordes de los huecos, lo que se denomina "bigotes" [ALONSO FERNÁNDEZ-ACEYTUNO, J.M., 1979]-, posteriormente han terminado siendo blanqueados también por el exterior, al menos, con el encalado de la fachada principal.

Esta tipología predomina en las islas más orientales -Lanzarote y Fuerteventura- y en las zonas costeras de las islas orientales.

Una de las principales características que constituyen las edificaciones es la blancura de todas las superficies exteriores -incluidas las cubiertas- para reflejar la luz solar, impidiendo que el calor pase al interior de la vivienda y convirtiéndose en un aislante térmico, contribuyendo a la refrigeración por alta masa térmica (aplicable en temperaturas entre 20° C y 36° C, con casi cualquier humedad: desde 8% hasta 80%) [Conceptos bioclimáticos en la arquitectura contemporánea, s.f.], ya que reduce sus ganancias diurnas gracias al efecto del albedo, mientras que disipa el calor por la noche, al bajar las temperaturas y por radiación a la bóveda celeste, como se muestra en la figura 3.

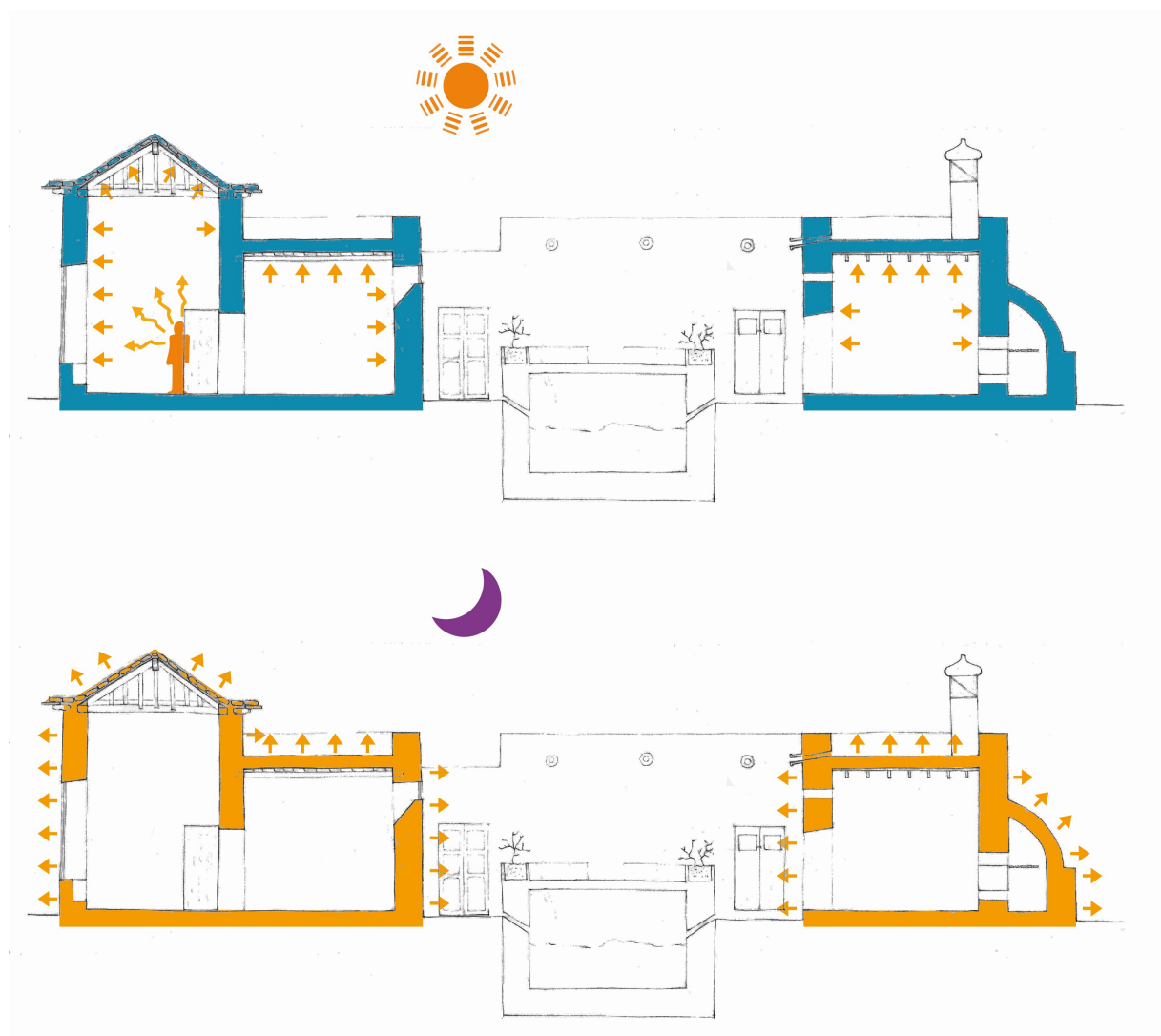


Figura 3. Refrigeración por alta masa térmica: Ante necesidades moderadas de disipar calor se puede aprovechar la gran capacidad de la masa de los cerramientos del recinto para absorber calor. Si paredes, suelo y techo están más frescos que el aire, se reduce la sensación térmica. Pero requiere mucha masa para disipar el calor absorbido, generalmente de noche, al bajar las temperaturas exteriores. Autores: Eduardo Martín del Toro y Sara Acosta Pérez.

Las cubiertas planas -o de azotea- se fabrican de barro reforzado con paja, o barro y picón con cal. Estas cubiertas se combinan con las de teja en un mismo edificio, conformando una azotea o un mirador.

La escasez de agua hace necesaria la recogida, sin que se pierda ninguna gota de la agualluvia, término empleado en Lanzarote para designar el agua de la lluvia. Esta necesidad ha determinado la forma de las viviendas lanzaroteñas, de modo que sus plantas tradicionales en "L" o en "U" no sólo son idóneas para proteger el patio del alisio sino que ayudan a verter el agua de las azoteas al patio interior bajo el cual se ubica el aljibe.

El aljibe es un depósito o cisterna subterránea cuyo fin es almacenar agua, en este caso de lluvia. Se sitúa bajo el patio principal o en el patio entre varias construcciones de una misma vivienda [CÁRDENAS Y CHÁVARRI, J. de, et al., 2007a].

Este tipo de infraestructuras hidráulicas se fabricaban con *mezcla real* -cal mezclada con arena y aglutinada con arcilla- ya que "queda mejor que con cemento, se estalla menos" [MIRELES BETANCOR, F. M., 2011], y de vez en cuando se le echaba una piedra pequeña de cal viva al agua del aljibe para que desinfectase el agua [CÁRDENAS Y CHÁVARRI, J. de, et al., 2007b].

Las azoteas poseen una ligera pendiente hacia los desagües, que lanzan el agua al patio a través de las gárgolas o caños. El exterior de la cubierta se encala para favorecer la escorrentía y evitar su filtración, que con una ligera pendiente facilita la conducción del agua hacia las gárgolas, que la vierten al patio.

El patio y los alrededores de la casa se pavimentan con una torta de barro y cal para poder recoger el agua de la lluvia limpia y desinfectada y conducirla, mediante la pendiente del patio y pequeños muretes y maromas tendidas para la ocasión, hasta el caño del aljibe.

El patio genera un espacio protegido del sol, con la presencia del aljibe para la recogida de aguas que, junto con algo de vegetación -como un parral o algún árbol-, aporta frescor y humedad al ambiente del mismo constituyendo el mejor regulador de la temperatura. En climas secos, o que tienden a secos en época estival, un aumento controlado de la humedad relativa del aire permite capturar la energía del ambiente para mejorar los niveles de confort.

El patio es un fenómeno bioclimático excepcional capaz de intervenir directa o indirectamente en el acondicionamiento de los edificios, en ocasiones, colaborando en el mejor funcionamiento de algunas estrategias bioclimáticas y, en otras, con aportaciones propias.

En el patio, el empleo de vegetación, de agua y la radiación nocturna con el embolsamiento de aire frío lo convierten en una estrategia imprescindible en climas calurosos.

En verano, la evapotranspiración -fenómeno conjunto de evaporación directa más la transpiración de la vegetación- [RODRIGUES DE SOUSA MACANJO FERREIRA, D. y COSTA SOBRINHO CORREIA, R.A., 2013] que se produce en los patios por la presencia del agua de los aljibes, junto con la vegetación hará que disminuya la temperatura del patio creando una zona de altas presiones que provoca la succión del aire que se encuentra a nivel superior. Con la abertura de ventanas o puertas en el patio, el aire entrará por la casa pudiendo recurrir a la ventilación cruzada por medio de la abertura de ventanas u otro tipo de vanos en paredes opuestas.

En invierno, la temperatura del patio será también mayor que la temperatura del aire exterior.

Conclusiones

Canarias es un territorio fragmentado, con recursos naturales muy limitados. La arquitectura tradicional canaria cuenta con escasos medios materiales y económicos, reduciéndose al

mínimo el número de materiales empleados e incluso la calidad de éstos. Sin embargo, posee una gran riqueza en variedad y lenguajes, y de sus espacios arquitectónicos en cuanto a la ordenación y la configuración, siendo uno de los elementos más importantes del patrimonio cultural de Canarias y -por supuesto- del paisaje de las islas.

Las condiciones climáticas y orográficas del entorno canario han generado que su arquitectura se entienda claramente como propia, aunque elaborada. A pesar de admitir corrientes exteriores de variados orígenes, la fuerte personalidad del medio de nuestro archipiélago la ha evolucionado a modelos adaptados al lugar, diversificando su respuesta a medida que se asentaba en uno u otro microclima.

Como hemos visto, la arquitectura tradicional del archipiélago intenta resolver su adaptación al microclima local con todos los medios a su alcance, siendo la cal un elemento versátil que aporta muchas ventajas y otorga gran calidad a la construcción.

Es evidente que, por sus ventajas y su actual comercialización, el uso de cal es una posibilidad muy real incluso en la construcción convencional. Así que al margen de la bioconstrucción y la rehabilitación hay un abanico muy amplio de posibilidades para un uso habitual y fácil de la cal.

Existe la imperiosa necesidad de rescatar las técnicas y soluciones que las generaciones anteriores habían adoptado y de explotar sus ventajas. No se trata de copiar los diseños y las soluciones antiguas, sino de aprovechar esos principios e integrarlos en la arquitectura contemporánea.

Agradecimientos

A la arquitecta Sara Acosta Pérez por su ayuda en la edición y mejora gráfica de los dibujos.

Bibliografía

Arquitectura en Fuerteventura. Fuerteventura-tour.com (sin fecha). <http://www.fuerteventura-tour.com/es/arquitectura.php>. Julio 2015.

Conceptos bioclimáticos en la arquitectura contemporánea: El edificio EREN, (sin fecha). S.I.: Regional de Energía de Castilla y León.
<http://biourbhost.net/descargas/Edificio%20EREN/BIOURB%20Folleto%20Edificio%20bioclim%C3%A1tico%20EREN.pdf>.

AA. VV., (2008). *El patrimonio troglodítico de Gran Canaria*. Las Palmas de Gran Canaria: Asociación Insular de Desarrollo Rural de Gran Canaria.

AA. VV., (2009) *Guía práctica para los morteros con cal*. Madrid: Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE)

ALONSO FERNÁNDEZ-ACEYTUNO, J. M., (1979). *Estudio sobre arquitectura popular Fuerteventura (Islas Canarias)*. Las Palmas de Gran Canaria: Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias. Colección ARCHIVO HISTORICO, 2.

ÁLVAREZ-UDE, L., CASANOVAS, X., CUCHÍ, A., BALDRICH, X., GARCÍA DE VINUESA, L. y DÍAZ FERIA, L., (2004). *Análisis de los materiales empleados en la edificación en la isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental* Las Palmas de Gran Canaria: Caja Insular de Ahorros de Canarias. Equipo Life 2001-2004.

BRÜEMMER M., (2003/2004) *La cal. Pequeña guía de la cal en la construcción*. Rincones del Atlántico, nº 1, pp. 112-115.

CÁRDENAS Y CHÁVARRI, J. de, GIL CRESPO, I.J. y MALDONADO RAMOS, L., (2007a). *Arquitectura popular de Lanzarote*. Madrid: Fundación Diego de Sagredo.

CÁRDENAS Y CHÁVARRI, J. de, MALDONADO RAMOS, L., y GIL CRESPO, I.J. (2007b). *La ingeniería tradicional del agua en Lanzarote*. V Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 7-9 junio 2007, Burgos. pp. 183-194.

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, J. J., (2008). *Detrás del muro: razón de ser y valoración de la arquitectura tradicional*. Catharum: revista de ciencias y humanidades, nº 9, pp. 5-16.

GIL CRESPO, I.J. (2014). *El lenguaje vernáculo de las ventanas tradicionales canarias: antecedentes, tipología y funcionamiento bioclimático*. Anuario de estudios Atlánticos, nº 60, pp. 817-858.

GONZÁLEZ, C, (2015). *La cal como motor económico tras la conquista*. Mi Pueblo Fuerteventura, nº 46, Edita Ana Notario, pp. 6-7.

LEÓN ESPINOSA, R. E., (s.f.). *La arquitectura tradicional y Canarias* en Atlas rural de Gran Canaria. AIDER Gran Canaria Asociación Insular de Desarrollo Rural de Gran Canaria, pp. 44-47. [http://www.aidergc.com/documentos/GC%20isla%20rural%20FINAL%20\(1\).pdf](http://www.aidergc.com/documentos/GC%20isla%20rural%20FINAL%20(1).pdf)

MANZANO CABRERA, J. L. y MIRELES BETANCOR, F. M., (2017). *Incidencias de la cal En el paisaje tradicional de Gran Canaria*. El Pajar. Cuaderno de etnografía de Canarias, III Época, nº 32, A. C. "Pinolere. Proyecto Cultural", pp. 121-139

MARTÍN DEL TORO, E., (2018a). *Materiales sostenibles*. Sustentable & Sostenible. <https://blog.deltoroantunez.com/2018/01/materiales-sostenibles.html>. Enero 2018.

MARTÍN DEL TORO, E., (2018b). *Estudio del comportamiento bioclimático de un inmueble previo a su rehabilitación*. Sustentable & Sostenible. <https://blog.deltoroantunez.com/2018/02/estudio-del-comportamiento-bioclimatico.html>. Febrero 2018.

MARTÍN RODRÍGUEZ, F.G. (1978). *Arquitectura doméstica canaria*. Santa Cruz de Tenerife: Aula de Cultura de Tenerife.

MIRELES BETANCOR, F. M., (2011). *Juan de León y Castillo, y el uso tradicional de la cal*. I Jornadas de Cultura del Agua. <https://jornadasdeculturadelagua.wordpress.com/2012/07/10/el-ingeniero-juan-de-leon-y-castillo-y-el-uso-hidraulico-de-la-cal-por-francisco-mireles-betancor>. Enero 2018.

NEILA GONZÁLEZ, F.J., (2013). *Las casas cueva granadinas*. Sostenibilidad de Javier. <http://sostenibilidadjavierneila.blogspot.com.es/2013/12/las-casas-cueva-granadinas.html>. Mayo 2015.

PALENZUELA ILLÁN, J., (2014). *Las ventajas de la CAL*. De cal y canto. <https://decalycanto.es/las-ventajas-de-la-ca>. Marzo 2018.

PÉREZ ROMERO, M. (2004). *La vivienda Lanzaroteña*. en NEILA GONZÁLEZ, F.J. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid: Munilla-Lería. pp. 31-34.

ROBADOR GONZÁLEZ, M. D., (2015). *Sostenibilidad de la luminosa cal en la arquitectura*. 2º Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes. Sevilla. Chapter I: Building Refurbishment. pp. 124-135.

RODRIGUES DE SOUSA MACANJO FERREIRA, D. y COSTA SOBRINHO CORREIA, R.A., (2013). *Manual para la conservación y rehabilitación de la diversidad bioconstructiva*. Bragança (Portugal): Câmara Municipal de Bragança (CMB).

SABATÉ BEL, F., (2008). *El territorio rural como encuentro entre la naturaleza y la cultura humana: Reflexiones sobre su construcción histórica y su crisis contemporánea*. Rincones del Atlántico, nº 5, pp. 80-129.

SANTANA RODRÍGUEZ, R., PÉREZ LUZARDO, J.M. y PÉREZ-LUZARDO DÍAZ, J., (2011). *El hábitat troglodita en Gran Canaria: Evolución del hogar desde tiempos prehistóricos*. Almogaren, nº 42, pp. 89-108.

TOVAR ALCÁZAR, R. (2017). *La cal en la arquitectura bioclimática*. Foccal: México. http://www.foccal.org/descargas/ART-CAL-BIOCLIMATICA_0.pdf. Febrero 2018.

USEDÓ VALLES R. M., (2015). *Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico*. Proyecto final máster. Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura. <http://hdl.handle.net/10251/60200>. Diciembre 2017.