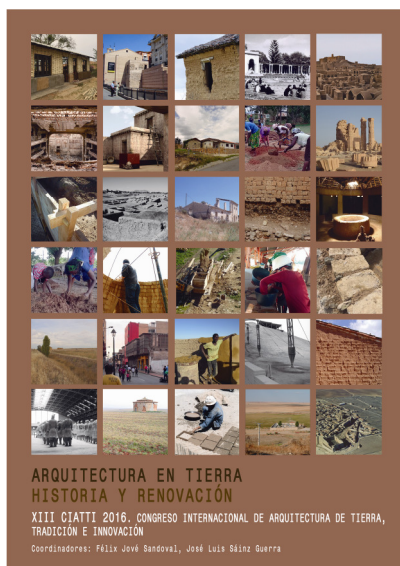




Arquitectura en Tierra

Historia y Renovación

XIII CIATTI 2016

Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-697-4387-4

D.L.: VA 531-2017

Impreso en España

Julio de 2017

Publicación online.

Para citar este artículo:

BEL-ANZUÉ, Pedro; GARCÍA MAINAR, Jesús; MORENO ORTOLANO, Juan; ZAVALA, Alfonso; FOLACHE, Paloma; ABAD CAYUELA, Ignacio. "Utilización de fibras naturales en adobe". En: *Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2016. Pp. 249-258

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

APRENDIENDO DE LOS USOS LOCALES: UTILIZACIÓN DE FIBRAS NATURALES EN ADOBE

XIII CIATTI 2016. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación
Valladolid

Pedro Bel-Anzué, Arquitecto*
Jesús García Mainar, Constructor
Juan Moreno Ortolano, Historiador del Arte
Alfonso Zavala, Arquitecto
Paloma Folache, Arquitecto
Ignacio Abad Cayuela, Arquitecto

Universidad de Granada

PALABRAS CLAVE: Fibras , adobe, local

1. “Construir con la historia”

El trabajo o caso de estudio que se presenta a continuación pretende recoger de manera resumida la actuación llevada a cabo en la región de Tala, Kenia.

Durante el último tercio del siglo XX, la arquitectura ha afrontado el duro y difícil tránsito que suponía conciliar la historia con el creciente ímpetu tecnologista (técnico) de nuestro tiempo. Un duro camino, que en ocasiones ofreció más desencuentros que encuentros, y que terminó, desgraciadamente, por debilitar la ciudad y el irrepetible legado

histórico con el que contábamos. Sin embargo, desde la apertura de una nueva “conciencia histórica”, la arquitectura ha ido también, poco a poco, facilitando procesos de integración, consolidación y recuperación de las fuentes históricas preexistentes, pasando a ser, finalmente, instrumento efectivo e irrenunciable que nos prepara para construir las ciudades y poblados de nuestro presente e inmediato futuro.

Así, han surgido muchas iniciativas que procuran desligarse del culto a la novedad y aproximarse de manera asertiva a la tradición de los pueblos, la constitución originaria de

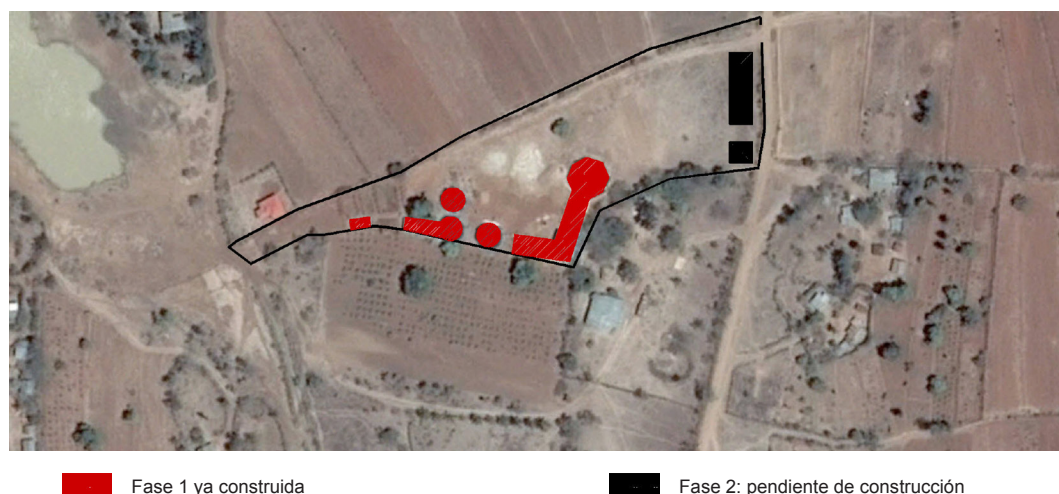


Figura 1. Fases constructivas del proyecto. Fuente: Pedro Bel-Anzué

las ciudades y territorios, y en definitiva, a la condición identitaria y biocultural que identifica a una cultura y que explica, en parte, su singularidad. Desde aquella singularidad, afrontamos nuestro compromiso con la historia entendiendo que en su indagación se encuentran las claves de lo que somos, y en gran parte, las respuestas a las interrogantes que nos plantea nuestro presente.

Y es precisamente desde esta vinculación con la historia, desde donde creemos nace el proyecto que detallamos en las líneas que siguen, entendiendo que todo el proceso de trabajo que presentamos a continuación, no es más que una “excursión” a través de los procesos constructivos locales, sus valores empíricos, la colaboración ciudadana y la escucha atenta a lo que ya grandes historiadores han venido en llamar el “*genius loci*”. Las claves de esta aventura bien podrían resumirse en las siguientes:

1. Introducción.

A finales de 2014, la ONG “Kubuka (Más por ellos)” nos confirma la participación en el diseño, y el asesoramiento para la construcción de aquellos edificios que constituyen la segunda fase de un orfanato en Tala (Kenia) según describe la Figura 1.

El orfanato se encuentra en una parcela de 5.300 m² dentro de un entorno rural, a unos 5 km de Tala. Está conectado a través de caminos de tierra batida.

Durante la primera fase se construyeron tres edificios dormitorios donde los niños cuentan con camas-litera dispuestas a lo largo del perímetro de la planta circular, además de un edificio principal que recorre la banda perimetral y está constituido por una oficina, un almacén, diversos cuartos para los trabajadores, una cocina y un gran salón que puede ser utilizado, según el horario, como comedor o como clase.

También se construyeron unos edificios dedicados a letrinas que funcionan con un sistema de pozo ciego. La parcela tiene suministro de agua no potabilizada pero apta para el consumo humano local, y aunque no hay suministro eléctrico, se espera que no tarde en llegar ya que está pendiente de unas tramitaciones burocráticas finales.

La totalidad de los edificios de la primera fase se construyeron con cimentación de hormigón armado, muros de carga realizados con bloques de piedra arenisca local de dimensiones 60x25x25 cm aprox., labrada a 4 caras, tomados con mortero de cemento y rematados con un zuncho de coronación y atado superior de hormigón. La cubierta de chapa, apoya en una estructura de vigas o cerchas de madera. Los acabados interiores son sencillos, utilizando en paredes la piedra vista o enfoscado de cemento pintado, chapa en la cubierta; y como pavimento se utiliza una solera de hormigón pintada durante la última fase del fraguado, a base de pigmentos en polvo de tono verdoso.

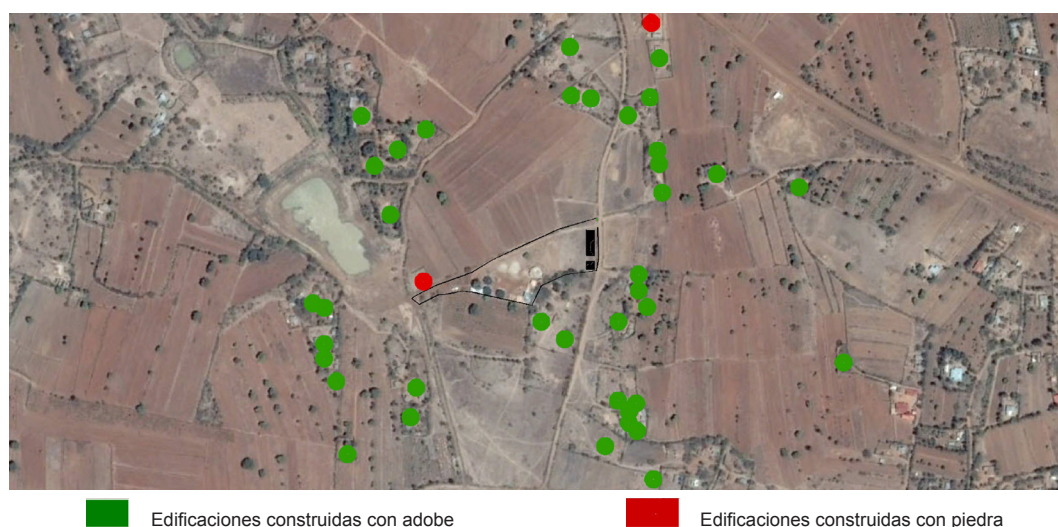


Figura 2. Análisis constructivo del entorno. Fuente: Pedro Bel-Anzué.

La ONG “Kubuka (Más por ellos)”, nos informó de que eligieron esos sistemas constructivos durante la primera fase, dejándose aconsejar por los albañiles locales. Estos les informaron de que eran los sistemas que se estaban utilizando para las construcciones de calidad en el lugar.

Para poder diseñar y organizar la fase 2, solicitamos una lista de precios sobre una serie de productos y materiales de construcción en los comercios locales: kg de cemento, kg de cal, tn de arena, tn de grava, viga de madera, viga metálica, bloque de piedra, ladrillo cerámico... También solicitamos conocer los rendimientos de trabajo observados durante la primera fase de la construcción.

Una vez recibida la información, intuimos que, debido al alto precio de los materiales (con precios similares o incluso más caros a los precios del mismo producto en España) y el reducido coste de la mano de obra, los sistemas de construcción con tierra cruda podrían resultar muy ventajosos.

Por ello comenzamos a calcular los costes de ejecución según los rendimientos de producción obtenidos en las construcciones realizadas por los integrantes del equipo redactor en España mediante sistemas de construcción con tierra cruda.

Obtuvimos como resultado que un metro cuadrado de muro de carga podía abarataarse entre 5 y 10 veces (dependiendo del sistema)

en comparación con el coste que supuso la realización en la primera fase de construcción. En ésta se utilizó la piedra con mortero de cemento. Por ello, planteamos la posibilidad de construir el edificio con muros de tierra cruda, debiendo analizar la tierra (materia prima disponible) y el entorno para decidir cuál de los sistemas de construcción con tierra cruda utilizar (adobe, pared de mano o tapia).

2. Análisis del entorno

Durante la primera visita inspeccionamos las edificaciones vecinas (Fig. 2) y estudiamos los materiales, técnicas y detalles constructivos (Fig. 3) que han sido utilizados localmente, para así aprender de las experiencias y sistemas aplicados, y de esta manera integrarlos en nuestro proyecto.

El análisis de las edificaciones vecinas reveló que las viviendas del entorno más próximo se construyeron con adobe como el material autóctono dominante. El mismo análisis lo pudimos extender a la arquitectura de la región (25 km a la redonda) en posteriores viajes.

De las 40 viviendas estudiadas en el entorno, (Fig. 2) 38 de ellas fueron construidas con adobe, y tan sólo 2 fueron construidas con bloques de piedra arenisca local de 60x25x25 cm aprox. labrada a 4 caras, tomados con mortero de cemento, sistema que se utilizó para la construcción de la primera fase del orfanato.



Figura 3. Comparativa de viviendas construidas adobe/piedra en el entorno. Fuente: Pedro Bel-Anzué.

Observamos una gran diferencia entre los dos tipos de edificación encontrados (Fig. 3), ya que las viviendas realizadas con piedra revelaban haber sido construidas en los últimos 5 años, siendo de un tamaño mucho mayor y con una estética cuidada de aspecto colonial, que a través de determinadas constantes formales (cerramiento/fachada) pretendían transmitir que se trataba de viviendas de familias adineradas. Por el contrario, las edificaciones de adobe mostraban un mayor arraigo en el lugar y un tamaño reducido. Su composición arquitectónica era el resultado de las necesidades estrictas para el uso de una familia que, sin pretensiones estéticas, quedaban perfectamente integradas en el entorno.

Las cubiertas de chapa galvanizada (o lacada) grecada se estaban utilizando en 39 de las 40 construcciones estudiadas; en todas salvo en una construcción en la que se utilizaban hojas de palmera.

El análisis del entorno, nos permitió elegir al adobe como el sistema constructivo a utilizar en la Fase 2 de la construcción, consiguiendo así un mayor respeto por el entorno e inte-

grando los nuevos volúmenes en el mismo de la manera más silenciosa posible. De esta manera se revalorizan los sistemas locales de construcción.

El coste estimado de la construcción ha sido 8 veces menor con adobe que con la piedra utilizada durante la primera fase de construcción.

3. Materiales. Estudio del adobe local y materias primas disponibles

El adobe es uno de los materiales más utilizados para la construcción de muros de carga debido a su facilidad de elaboración y a la abundancia en la corteza terrestre de materiales aptos para su fabricación. Se realiza una mezcla de tierra con agua y se añaden normalmente fibras vegetales en un porcentaje que varía entre el 10 y el 30% medido en volumen.

Durante la visita a las viviendas del entorno, fuimos acompañados con Eric Kyallo, responsable local de la ONG, que nos sirvió de



Figura 4. Distintos tipos de tierra en la parcela. Fuente: Pedro Bel-Anzué.

traductor inglés-kiswahili o kamba (dialecto local) para realizar entrevistas a los residentes y constructores locales, de manera que pudimos entender las similitudes y diferencias entre el adobe en España y el adobe de la zona de Tala (Kenia).

3.1 Similitudes entre los adobes de la zona de Tala (Kenia) y España:

3.1.1 El uso de la tierra

Decidimos comenzar probando las cualidades de la tierra de la parcela para realizar los adobes, y tras unas comprobaciones organolépticas, concluimos que existen tipos de tierra muy distintas (Fig. 4).

También realizamos con responsables de la ONG una visita a la parcela, detectando posibilidades que pudieran justificar el desmonte o vaciado de tierra. Esto nos ayudó a identificar dos necesidades en la parcela: Un aljibe para recoger el agua de las duchas diarias de los niños de manera que pudiese ser utilizada en el riego de los campos pertenecientes al orfanato en los que se

cultivan alimentos, y la nivelación de la superficie de la parcela para poder instalar un campo de fútbol y zonas de juegos.

Esta variedad de materias primas, nos permitió valorar las cualidades de dos tierras distintas para fabricar adobes y probar diferentes dosificaciones como resultado de la mezcla de éstas en distintas proporciones

3.1.2 El agua

La cantidad de agua utilizada en la mezcla en Tala, es muy similar a la utilizada en España, contemplando pequeñas variantes según la persona que la trabaja. Definimos como válida la mayor cantidad de agua posible para facilitar el trabajo o moldeado, de tal manera que se alcanza una estabilidad suficiente para que durante el desmoldado del adobe, éste no deforme.

El mezclado de tierra y paja, lo realizan mediante una disposición de tierra en espiral (Fig. 5). La tierra dispuesta en la zona exterior es la que primero se utiliza.

3.2 Diferencias entre los adobes de la zona de Tala (Kenia) y España:

3.2.1 Las fibras vegetales

Sin duda, se trata de la diferencia más notable. Ya que en las visitas realizadas ninguna de las viviendas analizadas mostraba tener fibras vegetales de ningún tipo en la composición de sus adobes.

Durante las entrevistas con las familias que construyeron las viviendas todos coincidieron en afirmar que no usaron paja, ni fibras vegetales, y que nunca habían visto ni escuchado que un adobe tuviera en su composición fibras vegetales.

En la zona de Tala, Kenia, no se utilizan las fibras vegetales, en España por el contrario, las fibras vegetales ocupan un porcentaje entre 10 - 30% en volumen.

3.2.2 El tamaño del adobe y el molde

Con respecto al aparejo, observamos variaciones de medidas locales, con un predominio de una métrica de adobe de 28 cm de soga (largo), 10 cm de canto (altura) y 12 cm de tizón (ancho), mientras que las medidas más usadas en España pueden asemejarse a una pieza de 40 cm x 19 cm x 8 cm.

El molde de adobes, en el que se coloca el barro fresco en la zona de Tala, además de las tablas que definen la forma de los adobes, tienen una madera a modo de cierre en la base, por lo que el sistema de elaboración es distinto al de España.

En España, al no tener este cierre en la base, el molde permite un llenado con barro para luego ser retirado mediante un deslizamiento en sentido vertical, dejando en el suelo el barro con la forma del molde.

En la zona de Tala, se llena el molde con el barro, pero el cierre en la base del molde no permite retirarse levantándolo, sino que una vez lleno y nivelado se voltea, debiendo levantar un gran peso, para depositar el conjunto nuevamente en el terreno y desmoldar por la misma abertura por la que se llenó el molde previamente. Seguramente, este proceso de desmoldado que obliga a manejar un gran peso para levantar y voltear

tenga su influencia en que prevalezca un menor tamaño de los adobes en Tala en comparación con los españoles.

3.2.3 El aparejo

En la zona de Tala los adobes se colocan siguiendo el aparejo conocido como “a sogas,” realizado a base de muros de medio pie de espesor, que generan muros del mismo espesor que el tizón, por lo que se obtienen muros de 12 cm de espesor, capaces de sustentar únicamente una cubierta ligera.

La buena climatología propia de la zona del ecuador, constante durante todo el año y la dispersión de la edificación, favorecen la utilización tradicional de este tipo de aparejo sencillo que en España no se utilizó en viviendas por la dureza climatológica y el creciente desarrollo promotor (necesidad de construir en altura), requiriendo de mayor espesor de muro en el contexto tratado, aunque ese aparejo sencillo se encuentra en pequeños almacenes rurales también.

3.2.4 La mano de obra

En Tala, los varones demostraron ser muy inconstantes en el trabajo, llegando al trabajo algunas veces en estado de embriaguez a la obra, motivo por el que se les echaba del lugar.

Era bastante común ver familias desestructuradas por el mal comportamiento de los varones, que en muchos casos terminaban abandonando a las familias, dejando a las madres como la única esperanza para la educación y alimentación de la familia.

4. Métodos

4.1 La tierra

Realizamos distintos ensayos de campo y análisis de resistencia mecánica empíricos para determinar la proporción en la mezcla de tierras de cada una de los dos tipos de tierra disponibles, buscando también una dosificación sencilla de realizar, con pequeñas muestras representativas.

Una vez determinada la dosificación, comprobamos tener suficiente volumen de cada una de las tierras para poder concluir la construcción.



Figura 5. Mezclado del agua y pruebas de amasado con distintas fibras vegetales. Fuente: P. Bel-Anzué.

Asegurada la continuidad del material, empezamos a realizar muestras de 50 adobes, realizándolos sin fibras vegetales, con objeto de analizar únicamente la dosificación de la tierra elegida.

4.2 El agua

La metodología de añadido de agua y cantidad no presenta problemas, al coincidir tanto en España como en Kenia, y haberse constatado como correcta a través del buen estado de las edificaciones vecinas.

4.3 Las fibras vegetales

La retracción durante el secado de los adobes sin fibra era muy baja, debida a la baja superficie específica de las arcillas. Aun así, sensibilizados o atentos a la situación concreta cultural de la zona o el territorio tratado, convinimos en la adición de fibras como mejorante de la mezcla, realizando de esta manera, una búsqueda de las fibras vegetales que estuvieran disponibles en la zona.

Con cada uno de los distintos tipos de fibra, efectuamos pruebas de pequeñas producciones de 50 adobes (Fig. 5) para analizar comportamientos y comparar.

Las fibras vegetales analizadas fueron:

- Paja: la paja en Tala es un recurso escaso, difícil de conseguir y que todavía se corta y cosecha de manera manual, siendo bastante caro. Cuando conseguimos unas pacas de paja, encontramos las fibras muy largas, siendo necesario su corte en trozos más pequeños. La escasa compresión que tenían las pacas de elaboración manual hacía inviable la utilización de éstas, por el gran número que habríamos necesitado.
- Vegetación local variada: Realizamos una recogida del forraje local buscando zonas de terreno con variedades carentes de semillas, para más tarde, proceder a su secado y posterior elaboración de una nueva muestra de 50 adobes.
- Viruta excedente de carpintería: en Kenia es muy difícil encontrar un residuo de fibras vegetales, debido a la escasez generalizada de productos y medios; todo tiene ya un uso previsto. Las carpinterías de trabajos manuales abundan, por lo que es sencillo encontrar virutas para utilizar. Por ello, pudimos conseguir grandes cantidades a un muy bajo precio, con las que al final obtuvimos otra nueva muestra de 50 adobes.



Figura 6. Talleres con los niños del orfanato y con grupos de mujeres locales. Fuente: Pedro Bel-Anzué.

4.4 El tamaño del adobe y el aparejo

Con respecto al molde, decidimos usar el sistema de molde español, que permitía un desmoldado más sencillo con un simple deslizamiento vertical.

El espesor del muro se determinó según las necesidades estructurales y su cálculo realizado de proyecto. Como necesitábamos un muro de 25 cm, decidimos utilizar un aparejo de muro con espesor de un pie, utilizando un molde de adobes que ya habíamos usado en España anteriormente, con un formato de adobes de 25 x 12 x 8cm.

De igual manera pudimos transportar un molde que ya teníamos de una vivienda construida anteriormente en España, que nos permitió empezar con las pruebas y fabricación de adobes el primer día de llegada, sin necesidad de contactar con un carpintero local.

4.5 La mano de obra

Realizamos cursos con las mujeres locales, (Fig. 6) buscando impulsar un aprendizaje activo y participativo que permitiera involucrarlas en la realización constructiva y formal de los adobes, a través de criterios de calidad, coordinación y liderazgo de equipo. Durante los días enmarcados en los talleres y aprendizaje, pudimos valorar los rendimientos de producción de adobes, con el fin de determinar la posible (o previsible) rentabilidad de la construcción con adobe que ya había sido explorada al inicio de la Fase 2 con

adobes. De estos talleres surgió un equipo de mujeres, vecinas del orfanato, que realizaron los adobes.

La aportación de los niños del orfanato también fue muy importante, participando activamente en la realización de adobes, (Fig. 6) a través de talleres semanales con fines lúdicos (no productivos), en los que pudieron colaborar en las mezclas de las tierras, amasados, realización de adobes y desmoldados, en un continuo de actividades lúdicas, que permitió hacerles artífices del proceso constructivo del edificio: su futura residencia y hogar.

Con ello satisfacíamos una doble propuesta que nos habíamos hecho al inicio de esta aventura: proveerles de las herramientas necesarias para la colaboración activa y social comunitaria en el proceso constructivo, a la par que ayudarles a conocer los entresijos técnicos de la construcción con los que podrán hacer sus viviendas en pocos años.



Figura 7. Termitas que afloraron en 24 horas en busca de las fibras del adobe. Fuente: Pedro Bel-Anzué.



Figura 8. Estado construido del edificio con adobes sin fibras vegetales. Fuente: Pedro Bel-Anzué.

5. Resultados

- La dosificación final elegida de mezclado de tierras dio muy buen resultado, siendo suficiente la obtenida del volumen de nivelar la parcela y construir el aljibe de acumulación de agua de duchas.
- La cantidad de agua de amasado no presentó ningún problema, siendo la misma en Kenia y en España.
- Las fibras vegetales no se usan localmente y no aportan una mejoría sustancial, ya que las arcillas locales generan una muy baja retracción, siendo la paja y la vegetación local un elemento de muy difícil acceso y por lo tanto inviable para grandes construcciones. Los residuos de carpintería (viruta y serrín) son un buen material sustitutivo de otras fibras.
- Durante el secado de los adobes, observamos una altísima presencia de termitas (Fig. 8) en los adobes realizados un día antes. Determinando la no conveniencia de la utilización de fibras vegetales en el adobe en este lugar, por perjudicar en casos concretos la seguridad estructural del edificio.
- Como resultado de las pruebas, los adobes se realizaron sin fibras vegetales, siguiendo los pasos ya aprendidos y cultivados tras la larga y profunda experiencia de las generaciones anteriores.
- Los moldes españoles son más sencillos de desmoldar que los moldes usado en Tala.
- Los rendimientos de producción de adobes, realizados con la actuación directa de las mujeres, produjeron un ahorro con respecto a la realización de los muros con piedra (sistema que se está imponiendo actualmente), siendo 8 veces menor que el coste de realización de un metro cuadrado de muro con adobes que con piedra.
- La dinamización de este trabajo con mujeres, permitió que la retribución económica que obtuvieron revirtiera directamente en la calidad de vida de las familias.
- Los equipos de trabajo de mujeres demostraron estar más organizadas de lo que estaban los equipos de trabajo formados por hombres, anticipándose a eventualidades como cortes de agua, herramientas rotas, etc...

El orfanato se finalizó en 2015 (Fig. 8), habiéndose realizado la totalidad de la Fase 2 con adobes realizados por un equipo de mujeres.

6. Conclusiones

La alta presencia de termitas, imposibilitó la utilización de fibras vegetales en los adobes, como la cultura local ya había aprendido de la experiencia de generaciones anteriores.

En Kenia, construir un metro cuadrado de muro con adobes (sistema tradicional) supone un coste 8 veces menor al obtenido si se realiza con piedra del mismo espesor (sistema que se está imponiendo).

El equipo de trabajo de mujeres consiguió realizar todos los adobes (más de 20.000 adobes) con una alta calidad y mejor coordinación de equipo, que la mostrada por el equipo de hombres durante la realización de la cimentación y sobre-cimientos.

Agradecimientos

A la ONG “Kubuka (Más por ellos)”, por promover y financiar este proyecto, y tantos otros de igual interés.

Bibliografía

Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, Ministerio de Vivienda. España

DOAT P, et al., *Building with earth, The mud village society*, New Delhi, 1991

FERNÁNDEZ COX, C, Bienestancia: breve teoría del Proyecto de Arquitectura en la lógica orgánica (sistémica). Santiago de Chile. 2011

GUIDONI, Enrico, *Arquitectura primitiva*. Milan. 1975

Citas y notas

* **Pedro Bel-Anzué**, Arquitecto. Univesidad de Granada. Granada. España.

Jesús García Mainar Constructor. Huesca. España

Juan Moreno Ortolano. Historidor del Arte. Murcia. España

7. Coda

Las intervenciones plasmadas en Tala (Kenia), demuestran que es posible realizar otra arquitectura que nace desde la honestidad constructiva, sus funciones vitales y programáticas, en concordancia con su sencillez formal y volumétrica. Una arquitectura que revela un compromiso enraizado en su tradición, que respecta el “*Locus*” más allá de componentes visuales o formales, y que incluye al habitante como gestor y constructor de su propio hogar. Quizá, de esta manera, entendamos que el arte de construir comienza por el estudio detallado del lugar, por establecer unas pautas de reconocimiento y legibilidad que nos ayuden a elaborar las nuevas propuestas a fin de promover desde la arquitectura, un campo de acción que contribuya a mejorar las condiciones de vida y “bienestancia” de sus habitantes.

MAORAD, Ana. y RIVAS, Felix., *Técnicas Tradicionales de Construcción en Aragón, Zaragoza*, Archivo Etnográfico de Los Monegros, 2002

MARTINS, C. et al., *Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra práticas de campo*, Proterra, proyecto de investigación XIV.6, 2005.

MONESMA, Eugenio., *La construcción tradicional*, CD-ROM, Huesca 2006

Normativa de construcción con tierra neozelandesa NZ 4297, 1998

Alfonso Zavala. Arquitecto. Madrid. España

Paloma Folache. Arquitecto. Madrid. España

Ignacio Abad Cayuela. Arquitecto. Murcia. España