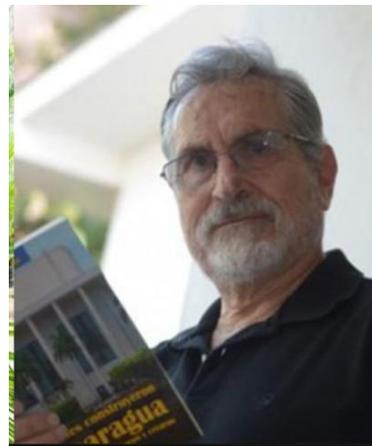


## LAS SEGOVIAS

### Editor de la sección: Eddy Kühl

Comprende ensayos que tratan temas referentes a Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega y Matagalpa.

El editor es Eddy Kühl, un escritor y promotor cultural de Las Segovias. Ha publicado más de 20 libros, y visitado todos los rincones de Las Segovias. Es propietario de [Selva Negra](#), un hotel de montaña muy exitoso. Es fundador de la [Fundación Científica Ulúa-Matagalpa](#). Organizó el [Primer Congreso Ulúa-Matagalpa](#). Es fundador de Revista de Temas Nicaragüenses.



Detrás de Eddy y su Fundación hay destacados científicos. Entre ellos el Dr. Rigoberto Navarro Genie, arqueólogo graduado en La Sorbona; el Lic. Uwe Paul Cruz, el antropólogo y abogado Mario Rizo; que dan un sólido respaldo a la labor de Eddy Kühl Arauz, ingeniero civil.

La Universidad de Ciencias Comerciales, UCC, en reconocimiento al trabajo realizado como investigador, escritor, productor, humanista y ecologista, hizo entrega del doctorado "honoris causa" al ingeniero Eddy

Kühl Arauz.

El Dr. Michael Schroeder renunció a ser editor de la sección. Damos las gracias al Dr. Schroeder por su ayuda durante seis años.

Distinguimos entre la Alta Segovia (Nueva Segovia, Madriz y Estelí) y la baja Segovia (Jinotega y Matagalpa). La Alta Segovia con 542,546 habitantes y la Baja Segovia con 800,507 habitantes según el censo de 2005. Ambas Segovias representaban en 2005, el 26.11% de la población del país.



Los ensayos incluidos en esta sección pueden ser de ciencias sociales, ciencias naturales o ciencias formales siempre y cuando su enfoque sea específico a esta región, de lo contrario, se considera son temas nacionales. ■

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

*Malin Laestander*

Traducción le inglés al español de la tesis del Department of Ecotechnology and Sustainable Building Engineering, Mid Sweden University, para optar al diploma de Bachelor programme in Eco Engineering TEKOGH11, 180 credits. Título original de la tesis *An economic sustainability comparison between the natural building technique; bahareque and the conventional technique; concrete for residential buildings in Matagalpa, Nicaragua*



## RESUMEN

Bahareque puede servir como un material de construcción alternativo al concreto en Nicaragua. Bahareque es una técnica de construcción a base de tierra sin quemar con bajo potencial de calentamiento global que se adapta al clima húmedo en Nicaragua. Puede ser construido a mano por personas sin experiencia utilizando materiales tales como; arcilla, paja, arena y agua. La técnica de bahareque es relativamente poco estudiada y el coste exacto no está claro. El objetivo de esta tesis ha sido por lo tanto proporcionar nueva información que ayudará a evaluar la sostenibilidad económica y el impacto ambiental de los recursos naturales de la técnica de construcción bahareque en comparación con la técnica convencional de concreto. La tesis fue realizada por un estudio de caso de dos casas en Matagalpa, Nicaragua.

Los resultados muestran que la técnica de bahareque tiene materiales baratos que apoyan la economía local de Nicaragua, pero requiere de mucha fuerza y tiempo de trabajo en comparación con el concreto. La técnica de bahareque también permite al constructor hacer la casa de manera más personal adaptándola con muebles y detalles, ajustada a las necesidades de los propietarios. El bahareque tiene también un gran potencial de larga vida con pocas necesidades de mantenimiento en comparación con el concreto. Concreto también tiene un mayor impacto ambiental local, más emisiones de CO<sub>2</sub> y el aumento de los costos externos. La conclusión es de este estudio es que la técnica de bahareque es más sostenible para la construcción de viviendas residenciales en Matagalpa.

**PALABRAS CLAVE:** bahareque, concreto, sostenibilidad económica, costes externos, impacto medioambiental, casa residencial.

## RECONOCIMIENTOS

Esta tesis se llevó a cabo mediante un estudio de campo menor. En primer lugar, me gustaría expresar mi profunda gratitud a la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Asdi, por otorgarme la beca que hizo posible el trabajo de investigación.

Deseo agradecer a mi supervisor Henrik Haller por su apoyo con mi trabajo de investigación, redacción y toda la ayuda durante el viaje, sin él nunca hubiera llegado hasta Nicaragua. También quiero agradecer a mi guía e intérprete Gisselle García por hacer posible mis entrevistas y por aumentar mi comprensión de la vida nicaragüense. También me gustaría expresar mi agradecimiento a Rubén

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Meiro y Marta Salvany, así como a Rosalio Antonio Hernandez Montenegro y Luis Armando Sánchez por compartir su experiencia de construcción y dejarme visitar sus casas en Matagalpa.

Gracias a mi familia y amigos por todo el apoyo y aliento durante mi estudio. Finalmente, deseo enviarle a mi amiga Linda Grinell un agradecimiento especial por el ánimo de solicitar la beca y todo el apoyo durante el viaje y el trabajo.

### 1. INTRODUCCIÓN

La población humana del mundo aumenta continuamente (The World Bank 1, 2014) 1. Este crecimiento requiere que cada vez se construyan más viviendas. Para garantizar que también las generaciones futuras puedan vivir una vida sana y que se ahorren recursos, estas viviendas deben construirse de manera sostenible. Tienen que ser sostenibles desde el punto de vista de la vida útil, pero también ecológica, social y económicamente sostenibles. Sin embargo, la construcción sostenible puede ser complicada de implementar en países en desarrollo donde la pobreza es un hecho. Puede ser difícil considerar el medio ambiente para una población que lucha a diario contra la pobreza y los bajos niveles de vida.



El país en desarrollo Nicaragua es el país más pobre de Centroamérica. Esto se refleja en el nivel de vida del pueblo nicaragüense. El nivel de vivienda es

pobre, la desnutrición es generalizada y muchos niños y jóvenes no tienen la posibilidad de ir a la escuela porque tienen que trabajar para ganarse la vida. La selva tropical ha sido fuertemente deforestada para dejar espacio para pastos en muchas partes de Nicaragua. La tala ilegal también ha sido un problema importante, con el resultado de que muchas especies están amenazadas de extinción y no queda mucha materia prima en forma de madera. (Nationalencyklopedin, 2014) De ahí que la madera sea un material escaso y bastante caro a pesar de su potencial como material de construcción en Nicaragua.

Muchos materiales de construcción que se han utilizado en lugar de madera suelen ser costosos y necesitan habilidades profesionales durante la construcción, como el concreto. Por eso hay muchas casas en Nicaragua que son deficientes. Los edificios en Nicaragua deben adaptarse al clima tropical, con alta humedad y calor. La mazorca es una técnica de construcción natural ancestral que cumple con estos requisitos y puede servir como alternativa en estos países, con materias primas baratas, como arcilla, paja y arena, y con un alto rendimiento incluso para clima húmedo (Evans, et al., 2002).

El precio de los principales materiales utilizados en la mazorca es relativamente bajo y, según un estudio previo de LCA, la mazorca es la técnica de construcción natural sostenible desde un punto de vista ecológico, en términos del potencial de calentamiento global (Estrada, 2013). Incluso si se presume que los materiales para la mazorca son baratos, el proceso de construcción es bastante laborioso y requiere mucho trabajo (Evans, et al., 2002). Sin embargo, la técnica es sencilla y no requiere habilidades profesionales, lo que significa que básicamente cualquiera puede ayudar. De esa forma la construcción con mazorca también puede ayudar a la sostenibilidad social al dar la posibilidad de que más personas puedan conseguir un trabajo.

### **1.1 Propósito y objetivos**

Los aspectos positivos de la mazorca aún pueden ser difíciles de comunicar a la gente de Nicaragua sin tener un cálculo claro de todos los costos, ya que en última instancia es la economía la que marca el límite. El desconocimiento de los costes dificulta la propagación de la mazorca. Por lo tanto, para aumentar el potencial de difusión de la mazorca, es necesario realizar un cálculo económico.

El propósito de esta tesis fue proporcionar nueva información que ayude a evaluar la sostenibilidad económica y el impacto ambiental de la técnica de construcción natural de mazorca en comparación con la técnica convencional del concreto.

Los objetivos generales de la tesis fueron:

- Comparar el costo total de construcción en dólares estadounidenses entre la técnica de construcción natural; bahareque y la técnica de construcción comercial; concreto. La comparación ha sido entre dos casas residenciales, una en mazorca y otra en concreto, en la ciudad de Matagalpa, Nicaragua.
- Evaluar si los costos de inversión de las dos técnicas diferentes benefician a la economía nicaragüense o la economía de importación.
- Realizar una comparación de costos de la vida útil de los dos edificios, donde se ha estudiado la longevidad y el costo de mantenimiento.
- Estudiar las dos técnicas; mazorca y concreto, desde un punto de vista ambiental local mirando los materiales; analizando los impactos generales y las emisiones a escala local del proceso de extracción de las materias primas y la producción de mazorcas y concreto. El estudio se ha centrado únicamente en los materiales en mazorca y concreto específicamente, excluyendo otras partes de las casas como techos de zinc corrugado, tejas de arcilla, ventanas, selladores, etc. Los impactos generales y las emisiones a escala local del proceso de extracción del Se han examinado y analizado las materias primas y la producción de mazorcas y concreto.
- Estudiar superficialmente los costos externos de los dos materiales diferentes; mazorca y concreto. Esto se ha hecho de manera muy simple solo para dar una descripción general de cómo podrían afectar la economía desde una perspectiva de sistema.

## 1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ✓ ¿Son las dos técnicas de construcción costosas de diferentes maneras, en materiales o en mano de obra?
- ✓ ¿Cuál de los materiales sale más barato desde el punto de vista de la vida útil?
- ✓ ¿Cuál de los materiales apoya más a la economía nicaragüense?
- ✓ ¿Cuál de los materiales genera mayor emisión e impacto a escala local?
- ✓ ¿Cuál de los materiales genera mayores costos externos?

## 2 MÉTODO

El estudio se llevó a cabo como un estudio de campo menor financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Asdi. El trabajo se realizó mediante recopilación de hechos por; entrevistas y visitas de estudio

en Nicaragua, y estudios de literatura de fuentes publicadas y basadas en la web tanto científicas como informales.

La tesis se ha limitado a estudiar dos viviendas residenciales; uno en mazorca y otro en concreto, en la ciudad de Matagalpa, Nicaragua, ver Figura 1.

2

Figura 1: La ubicación de Matagalpa en Nicaragua (Google Maps, 2014)

Los edificios que se han estudiado son dos viviendas; uno en mazorca y otro en concreto, de diferentes tamaños pero con similar desempeño y para poder compararlos se calcula el costo por metro cuadrado. Esta limitación se ha planteado para hacer una aproximación de lo que podrían costar viviendas de este tipo en Matagalpa. Estas dos casas representarán las dos técnicas diferentes.

El cálculo brinda una descripción general de los costos totales de construcción de los materiales, la mano de obra y una parte del transporte, aunque tendrá un margen de error debido a la diferencia de tamaño. Los costos se han analizado para ver si apoyan la economía de importación o la economía de Nicaragua para ayudar a evaluar la sostenibilidad económica de las dos técnicas en Nicaragua. Los datos para este análisis se recuperaron principalmente a través de entrevistas con los propietarios y constructores de las dos casas.

Las dos casas también se han estudiado desde el punto de vista de la vida útil. Esto ha sido hecho por

investigaciones de estudios anteriores de los dos materiales diferentes, entrevistas y estimaciones. Se han tenido en cuenta los costes de inversión, los costes de mantenimiento y la longevidad esperada.

Los materiales utilizados para la mazorca y el concreto se han estudiado desde un punto de vista medioambiental. El estudio se ha centrado en los materiales principales; mazorca y concreto, y no todos los materiales para toda la casa. Esto se ha hecho ya que ambas casas podrían tener el mismo tipo de techos, ventanas, etc. que en ese caso generarían las mismas emisiones. Se ha estudiado el proceso de extracción de las materias primas y la fase de producción de las emisiones e impacto que tienen a escala local, esto se ha estudiado en una perspectiva global sin entrar en detalles. La escala local significa la ubicación donde se extraen y producen los materiales y donde de hecho causa impactos. Los datos para este estudio se han basado en investigaciones anteriores sobre los materiales y en las entrevistas con los propietarios y constructores de los dos edificios.

Los costos externos de los dos edificios también se han estudiado brevemente. Los dos materiales diferentes; Se han tenido en cuenta la mazorca y el concreto. Los costos externos son los costos que muestran cómo las técnicas afectan la economía desde una perspectiva de sistema. Los costos externos son una forma bastante amplia y compleja de ver los costos, en este estudio de caso solo se evalúan superficialmente y no se cuantifican para los dos edificios. Calcular los costos externos es una forma de poner los edificios en un sistema, esto es parte del pensamiento sostenible. Los costos externos se han estudiado utilizando investigaciones anteriores.

### 3 ANTECEDENTES

El capítulo 3 describe las dos técnicas de construcción diferentes y los dos casos diferentes. El capítulo 3.1 describe la técnica de construcción natural de la bahareque y el capítulo 3.1.1 describe la casa de la bahareque estudiada. El capítulo 3.2 describe la técnica convencional del concreto y el edificio de concreto estudiado se encuentra en el capítulo 3.2.1.

#### 3.1 Técnica Bahareque

Bhareque es una técnica de construcción natural hecha de una mezcla de tierra cruda a base de arcilla, paja, arena y agua. El término bahareque es inglés antiguo y significa "un bulto de masa redondeada" y proviene de la técnica de construcción con bahareque. La mezcla de tierra se procesa y se forma en grumos redondos que luego se juntan para construir un muro (Smith, 1998), ver Figura 2.



**Figura 2: Terrones de bahareque y una pared de bahareque en fase de construcción. Foto del autor**

Los edificios de bahareques generalmente se ajustan a cómo se ve la naturaleza. Esto se debe a que el diseño y apariencia de las casas puede variar mucho dependiendo de las necesidades de luz natural, calefacción o refrigeración que tenga el que vivirá en la casa, por lo que se toman en consideración los diferentes puntos cardinales, colinas y vegetación. (Smith, 1998)

Un edificio de bahareque generalmente consta de una base con un sistema de drenaje, paredes y un techo. Ninguna de las piezas necesita máquinas o herramientas profesionales para ser construida. Las herramientas necesarias suelen ser; palas, picos, machetes, lonas, baldes, una carretilla y unas pequeñas herramientas de madera para perforar la bahareque. (Evans, et al., 2002)

El sistema de drenaje es necesario para reducir el riesgo de daños por agua. La bahareque puede soportar absorber gran cantidad de agua y volver a secarse sin dañarse, pero si se expone durante mucho tiempo la paja incrustada puede empezar a pudrirse y la pared perder su fuerza y pronto incluso colapsar. El sistema de drenaje lleva el agua lejos de la casa y puede estar hecho de tuberías de materiales sintéticos o puede excavar y formarse a mano con ladrillos y piedras. (Evans, et al., 2002)

La base de un edificio de bahareque está hecha de material geológico como; piedras, concreto o ladrillos. La función de la fundación es (Smith, 1998):

- levantar la pared de bahareques del suelo para mantenerla alejada del agua,
- Mantener el edificio unido como una unidad integral - importante en zonas sísmicas,
- y distribuir la carga del edificio de manera uniforme para reducir el riesgo de hundimiento. (Smith, 1998)

Las paredes están hechas de bahareque en una mezcla de arcilla, agua, paja y arena en proporciones variables. Muchos de los ingredientes de una mezcla de bahareques se pueden encontrar en el lugar al excavar los cimientos y el drenaje. Mientras se construyen las paredes, se colocan las ventanas, las puertas, los cables eléctricos y las tuberías en la bahareque. (Evans, et al., 2002)

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Las paredes se recortan para nivelarlas y cuando se secan se cubren con yeso y / o pintura. El yeso debe permitir que la pared respire; Se prefieren los revoques a base de yeso, cal y tierra. Como pintura, se utilizan con mayor frecuencia lavados con cal y / o pintura de sílice. (Smith, 1998)



**Figura 3: La casa de bahareques estudiada en Matagalpa, Nicaragua, con un amplio voladizo de techo, fotografías del autor.**

La protección más importante para la pared exterior es el techo. El material del techo puede variar, pero los edificios de bahareques necesitan un saliente de techo ancho para evitar que la lluvia golpee las paredes, ver Figura 3. (Evans, et al., 2002)

"Dale a una bahareque house un buen par de botas y un buen sombrero y vivirá para siempre"

Un viejo dicho inglés (Evans, et al., 2002, p. 227)

La bahareque también es muy maleable y de esa manera se puede utilizar para más paredes de la casa. La bahareque se puede moldear de cualquier forma, tanto para estatuas como para obras de arte, pero también para muebles. Las estanterías y sofás se pueden configurar como prefiera el usuario. Las paredes y los sofás se pueden conectar al sistema de calefacción si es necesario, lo que significa que estarán calientes y cómodos. (Evans, et al., 2002)

2 La paja se debe separar del heno, se corta en seco y se compone de celulosa y silicio, con un bajo valor nutritivo que disminuye el riesgo de hongos. La pajita utilizada es preferiblemente larga ya que da una mezcla de bahareques más fuerte. (Smith, 1998)

5

La bahareque es un material ignífugo, aunque contiene paja, y puede usarse para construir hornos, estufas y chimeneas. El material también tiene masa térmica y de esa manera mantendrá la temperatura uniforme durante todo el día.

### 3.1.1 Construcción de bahareque estudiadas

La casa de bahareques estudiada se encuentra en Matagalpa, Nicaragua. La superficie habitable de la casa es de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> y fue construida y es propiedad de una pareja española que vive en Nicaragua desde hace varios años. La casa tiene disposición de piso abierto con techo de 4 metros de altura, en su punto más alto. La planta baja tiene una sala, un estudio, una cocina con comedor, un baño y una entrada con un pequeño pasillo. En el centro de la casa se sitúa una escalera. Conduce al segundo piso que sirve como dormitorio. En el salón se sitúa un sofá y un nicho de bahareque. También está la estantería, varios otros estantes y delicadezas construidas en bahareque. Además de eso hay un banco en el patio también hecho de bahareque. El inodoro instalado es un inodoro seco o un inodoro de compostaje, lo que significa que no está conectado a un sistema de alcantarillado.

La cimentación está hecha de rocas de la zona que se sitúa encima de un lecho de grava que actúa como antisísmico en caso de terremotos. La casa tiene un sistema de drenaje debajo de la casa hecho con ladrillos para llevar el agua de lluvia y evitar el riesgo de inundar la casa durante la temporada de lluvias. El techo está hecho de tejas de arcilla con alguna excepción donde se usa un tipo de fibra de vidrio llamado tragaluz para dejar entrar la luz natural. El techo está cubierto con cañas salvajes. Hay varias ventanas con persianas. Las contraventanas son necesarias para prevenir el robo. Para que entre más luz y para que se vea bien, también se han colocado grandes botellas de vino en la pared. La casa se puede ver en la Figura 4, Figura 5 y Figura 6.

6

1

2

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)



**Figura 4 Arriba desde la izquierda: 1. La sala de estar con el sofá bahareque, 2. El techo con la claraboya. Abajo de izquierda a derecha: 3. La pared de bahareques con las botellas de vino y 4. La cocina. Fotos del autor**



**Figura 5: 1. La escalera y 2. El comedor y la sala de estudio al fondo. Fotos del autor**



**Figura 6: El exterior de la casa de bahareques. Foto del autor**

Los dueños de la casa están muy satisfechos con ella. El clima interior es fresco y el nivel de humedad es muy estable. Las paredes de la bahareque absorben la humedad cuando el aire está húmedo y la liberan cuando el aire está seco. Es aproximadamente lo mismo con la temperatura, durante el día se absorbe

el calor y en la noche más fresca se libera debido a la masa térmica. Los propietarios dicen que durante el mediodía en la estación seca, la temperatura exterior puede rondar los 35 grados centígrados y la mayoría de las casas de la zona parecen hornos de microondas, pero no la casa de las bahareques que se siente más fresca. Suponen que puede ser unos 4 grados más frío que afuera. La casa tampoco se ve afectada por la lluvia, ya que tiene un amplio voladizo de techo y una adecuada cimentación que protege las paredes.

Los propietarios recomiendan que otros en Matagalpa construyan con bahareque porque es apropiado para el clima, es una técnica de construcción simple y los materiales son naturales y mucho puede provenir del sitio de construcción. La casa se puede personalizar y diseñar según las necesidades de los habitantes. Es posible adaptar la casa a la luz natural y los hábitos de trabajo de los usuarios y elegir en qué direcciones cardinales deben estar las diferentes habitaciones por eso. Meiro dice que se necesitará pensar y planificar mucho antes de construir la casa, pero si eso se hace, habrá una casa saludable, fresca y duradera por muchos años.

Meiro también cree que es necesario cambiar la forma del sistema de construcción actual. Quiere decir que el dinero que se usa para la construcción se destina a materiales costosos en lugar de a la gente, como él cree que necesitaría la sociedad de Nicaragua. También quiere decir que el concreto es un buen material de construcción, pero debe usarse para construcciones donde realmente se necesita, como puentes e infraestructura grande, y no para casas residenciales donde otros materiales son más adecuados. La información completa sobre la casa de la bahareque se puede ver en la entrevista en el Apéndice.

### **3.2 Concreto**

El concreto es un material de construcción usado convencional. Es el material de construcción más común para edificios e infraestructura en todo el mundo (Van den Heede & De Belie, 2012).

El concreto es una mezcla de cemento, agua, áridos y, a veces, diferentes tipos de aditivos químicos para darle diferentes propiedades (Al-Ayish, 2013) (Elfgren, 2014). El agregado suele ser grava y rocas trituradas junto con material más fino como arena y representa aproximadamente el 65-75% del concreto final (Al-Ayish, 2013).

Se utilizaron bloques de concreto para formar las paredes del edificio estudiado. Están reduciendo la necesidad de mano de obra en comparación con otros sistemas de concreto según Cemex (Cemex - Construyendo el futuro, 2014). El tamaño de los bloques es de 20 x 15 x 40,5 cm y tienen dos agujeros, ver Figura 7.

### **Producción de cemento**

Los pasos de la producción de cemento en Cemex Nicaragua:

1. Las materias primas necesarias para el cemento son la piedra caliza y las margas calcáreas. Estos se extraen en minas a cielo abierto cercanas a la fábrica de cemento de San Rafael del Sur. Los explosivos se utilizan para extraer el lecho de roca más duro y las excavadoras para el resto. Luego, los materiales se transportan con camiones volquete a la planta.

2. En la planta de San Rafael del Sur, la piedra caliza y la marga se muelen en los trozos más pequeños utilizando un molino de martillos. El material se transporta en un transportador a un almacén.

3. A continuación, se añade agua a la piedra caliza y la marga trituradas durante una segunda molienda. Esto se hace para formar los materiales en una pasta fina.

4. Para conseguir la correcta homogeneización de la pasta se transporta a depósitos (cilindros de concreto). En este paso la homogeneización se realiza mecánicamente con un sistema de aire comprimido. En los depósitos se pueden hacer correcciones si es necesario, esto es para mantener una alta calidad de la pasta.

5. Desde los depósitos, la pasta se introduce en los hornos para cocinarla. Los hornos se calientan mediante la combustión de fueloil, coque, aceites usados y cáscaras de arroz. La pasta comienza a secarse ya 1450 ° C comienza la calcinación y se forma el clínker de cemento.

6. A continuación, el clínker de cemento se muele en un molino de bolas junto con yeso y una pequeña adición de puzolana (una fina ceniza de volcán).



***Figura 7: Bloques de concreto con dos huecos (Cemex - Construyendo el futuro, 2014)***

7. El cemento final son partículas finas que se transportan y se guardan en bolsas de papel grueso. (Cemex - Constuyendo el futuro, 2014)

### **Producción de concreto**

Los pasos de la producción de concreto en Cemex Nicaragua:

1. Las piedras y rocas para los agregados se extraen en diferentes minas a cielo abierto. El agregado representa aproximadamente el 60-75% del concreto final. El agregado se coloca en un recipiente de mezcla.

2. Se pueden agregar aditivos en forma de productos químicos sólidos o líquidos en la mezcla de concreto antes o durante el proceso. Los aditivos que se agregan se usan con mayor frecuencia para mejorar la durabilidad del concreto endurecido o para reducir el contenido de agua para aumentar el tiempo de fraguado.

3. Se agrega agua para que reaccione con el cemento para formar la pasta de cemento que mantiene unido el concreto.

4. Se agrega cemento Portland a la mezcla y es la parte más importante de la mezcla ya que le da resistencia al concreto.

5. La mezcla de concreto se mezcla luego en un recipiente giratorio. (Cemex-, Constuyendo el futuro, 2014)

La mezcla de concreto probablemente se forma luego en bloques utilizando formas preformadas.

El concreto se puede utilizar para varios propósitos diferentes y se debe a que se utiliza en cantidades enormes en todo el mundo cada año. Esto significa que las emisiones de dióxido de carbono del concreto son muy elevadas, aproximadamente el 5% de las emisiones antropogénicas anuales. (Cuervo, 2008)

El concreto se puede utilizar en edificios; como cimientos, muros, techos o cubiertas interiores y pisos, por ejemplo, pero también para infraestructura, presas, puentes, tuberías, etc.

#### **3.2.1 Edificio de concreto estudiado**

El edificio de concreto estudiado en este caso fue un edificio de 116 m<sup>2</sup> de una sola planta. La casa todavía estaba en proceso de construcción y estaba previsto que estuviera terminada a finales de mayo de 2014.

Los materiales utilizados en la construcción de concreto se seleccionan cuidadosamente para tener una alta calidad y una larga vida útil. El cemento para

el edificio fue elegido y comprado específicamente en Costa Rica para obtener una alta calidad.

La casa descansa sobre una base de grava para reducir el riesgo de derrumbe en caso de un terremoto. Las paredes están construidas con bloques de concreto unidos con cemento y cubiertos con un sellador para paredes exteriores. El techo está hecho de zinc corrugado. Ver figura 8.

La pared interior se cubrió con un sellador para hacerla más uniforme y darle un color blanco. El piso interior estaba hecho de baldosas de cerámica para que fuera uniforme y fácil de limpiar. Hay 8 ventanas de bronce de aluminio instaladas en la casa, vea la Figura 9. Para más información sobre el edificio de concreto, vea el Apéndice.

Figura 9: Las paredes interiores y algunas partes del piso de cerámica. Foto del autor

El propietario, Rosalio Antonio Hernández Montenegro, recomienda otros para construir con concreto porque asegura que es el mejor material de construcción. Él y el jefe de construcción, Luis Armando Sánchez, dicen que el concreto es adecuado para el clima en Matagalpa, y este edificio en particular está particularmente adaptado a la zona ya que está asegurado contra terremotos. Al mismo tiempo, piensan que la técnica de construir con concreto es difícil y requiere mucho tiempo y trabajo.

### 3.3 Costos externos

Los costes externos son costes que se producen cuando una producción o un consumo de un servicio o un producto impacta en forma de coste en un tercero (¿ayuda la economía,?). Esto significa que pueden producirse costos que no son para el propietario o la persona que vive en una casa. Un ejemplo de un costo externo podrían ser los costos sociales del calentamiento global de las emisiones



**Figura 8: La pared exterior del edificio de concreto estudiado en Matagalpa, Nicaragua. Foto del autor**

de dióxido de carbono en los edificios; desde la fase de construcción, fase de uso y fin de vida.

El cambio climático provocado por los gases de efecto invernadero afectará las condiciones fundamentales de vida de una gran parte de la población mundial. El riesgo de inundaciones, la falta de recursos, los productos alimenticios y el agua dulce son problemas que enfrenta la tierra, y esto significa que la salud y la condición tanto del medio ambiente como de los seres humanos están en juego. Todos estos escenarios tendrán un coste, tanto en dinero real como para la sociedad. (Naturvårdsverket, 2007)

El sector de la construcción tiene un impacto bastante grande en las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente por el uso de energía (Naturvårdsverket, 2007). Los dos edificios en este estudio de caso también generarán costos externos.

## 4 RESULTADOS

El Capítulo 4.1 y sus subcapítulos presentan los resultados de la parte de economía, con costos de construcción, origen del material y vida útil. El capítulo 4.2 y sus subcapítulos contienen los resultados de la evaluación de impacto ambiental, y el capítulo 4.3 describe los costos externos.

### 4.1 Economía

#### 4.1.1 Fuerza laboral

La casa de bahareques estudiada fue construida durante 2008 y 2010 por un matrimonio español, Rubén Meiro y Marta Salvany, y contrató ayuda. La fase de construcción activa duró aproximadamente 2 años en total, ver Tabla 1. Durante este tiempo, los cimientos, piso, paredes, techo y muebles se construyeron en bahareque y algunos en madera. Esto significa que se hace más que en la casa de concreto que no tiene ningún mueble o similar cuando está terminada.

Hubo un promedio de 6 personas, excluyendo a Meiro y Salvany, trabajando en la construcción durante los dos años. Nadie tenía experiencia en la construcción con bahareque antes, por lo que el proceso fue bastante lento. Los empleados trabajaban 48 horas a la semana con 4 semanas de vacaciones al año.

- Aproximadamente 48 semanas / año durante 2 años 4 96 semanas
- 96 semanas con 48 / semana 4 4 608 horas
- 6 empleados + Meiro y Salvany = 8 personas

$$8 \times 4608 = 36864 \text{ horas de trabajo}$$

Tabla 1: Mano de obra y horas de trabajo para el edificio bahareque

Personas que trabajan Horas de trabajo / persona Tiempo total de trabajo (horas) Tiempo / m<sup>2</sup>

8 4 608 36 864614

La casa de concreto fue construida en 2011 durante 1 mes y terminada durante 3,5 meses en 2014, por una empresa de construcción contratada. Había 7 personas trabajando los 7 días de la semana, 12 horas al día durante el proceso activo, ver Tabla 2. Las únicas vacaciones fueron de 2 días durante Semana Santa. Durante este tiempo se construyeron los cimientos, muros, pisos y techo.

7 personas que han estado trabajando 12 horas / día, 7 días / semana durante 3,5 meses con parada de 2 días:

- Aproximadamente 130 días de trabajo.
- 12 x 131 = 1572 horas / persona
- 1572 x 7 = 11 004 horas de trabajo

Tabla 2: Mano de obra y horas de trabajo para el edificio de concreto

Personas que trabajan Horas de trabajo / persona Tiempo total de trabajo (horas) Tiempo / m<sup>2</sup>

7 1572 11 004 95

La fase de construcción activa fue 520 horas más en el edificio de la bahareque que la construcción con concreto, ver Tabla 3. Esto significa que la casa de concreto se construyó en aproximadamente el 15% del tiempo que tomó construir la casa de la bahareque.

**Tabla 3: Los diferentes tiempos necesarios para la construcción con bahareque y concreto.**

Time to build cob in m <sup>2</sup> (hours)	Time to build concrete in m <sup>2</sup> (hours)	Time difference (hours)
614	95	520

Tiempo de construcción de bahareques en m<sup>2</sup> (horas) Tiempo de construcción de concreto en m<sup>2</sup> (horas) Diferencia de tiempo (horas)

614 95 520

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

La información completa sobre la fuerza laboral se puede ver en el Apéndice.

Para poner la mano de obra en un costo, se utilizó el salario mínimo acordado en la asamblea nacional de Nicaragua. El número era de 2014, pero como se usó para ambas construcciones, ha funcionado para dar una visión general de la fuerza laboral.

El salario mínimo para alguien que trabaja en la construcción es de aproximadamente 1,2 dólares estadounidenses por hora (Ministerio del Trabajo, 2014). Este salario es para personas que tengan educación o experiencia previa en la construcción. El salario mínimo se ha utilizado para ofrecer una descripción general de los costes de la mano de obra. Los costos laborales para la bahareque fueron 764 USD por m<sup>2</sup> y para el concreto 114 por m<sup>2</sup>, ver Tabla 4. Es importante notar que los trabajadores en el proceso de construcción de la bahareque podrían ser contratados por una menor cantidad de dinero debido a la inexperiencia. Salvany eligió pagar a su trabajador más que el mínimo, por lo que en este caso el pago por hora es el mismo para ambos edificios.

**Tabla 4: Costos de mano de obra bahareque y concreto**

Labour force, costs in USD		
Construction type	Cob	Concrete
Costs total hours of work	44 237	13 205
Cost per m <sup>2</sup>	\$ 764	\$ 114

Mano de obra, costos en USD

Tipo de construcción Bahareque Concrete

Costos total de horas de trabajo 44237 13205

Costo por m<sup>2</sup> \$ 764 \$ 114

La cantidad real de dinero gastada en el edificio ha sido aparte del cálculo, ya que el tiempo que Meiro y Salvany asignaron por sí mismos no se incluyó en esa suma. Esto le da a la casa de la bahareque un costo de mano de obra más alto que el dinero real que se gastó, lo cual es importante considerar.

### 4.1.2 Materiales y sus orígenes

Los costos de los materiales utilizados en los dos edificios se presentan en la Tabla 5. También se presenta el origen de los materiales, para dar una visión general de si se sustenta la economía nacional de Nicaragua o la economía de importación.

Aproximadamente el 90% de los materiales utilizados en la casa de bahareques fueron comprados o recuperados dentro de los 30 kilómetros del sitio de construcción, elegidos después de una cuidadosa consideración según Meiro.

**Tabla 5: Costo de material y origen para bahareque y concreto dividido en 6 grupos. Explicación: - significa no utilizado y / significa utilizado pero se desconoce el número exacto. Costo de materiales en apoyos estadounidenses Costo en apoyos estadounidenses dólares Nacional (N) dólares Nacional (N).**

Materials	Cost in U.S dollars	Supports National(N) or Import (I) economy	Cost in U.S dollars	Supports National(N) or Import (I) economy
	Cob	Cob	Concrete	Concrete
<b>Group 1: Cooked earth (total cost of group)</b>				
Bricks	35	N	-	-
Clay tiles	737	N	-	-
Sum group 1	772	N: 772;- I: 0;-	-	-
<b>Group 2: Wood (total cost of group)</b>				
Bamboo	30	N	-	-
Large wood for structure	817	N	-	-
Pochote wood	666	N	-	-
Castilla canes	237	N	-	-
Guayabo wood	268	N	-	-
Sum group 2	2 018	N: 2 018;- I: 0;-	-	-
<b>Group 3: Solvents/paints (total cost of group)</b>				
Sealer	✓	I	600	?
Oil	✓	I	-	-
Anti-termite	✓	I	-	-
Solvent	✓	I	-	-
Sum group 3	423	N: 0;- I: 423;-	600	N/I?
<b>Group 4: Metals (total cost of group)</b>				
Nails	✓	I	21	I
Fastening wire	✓	I	35	I
Galvanized wire	✓	I	-	-
Flat Zinc sheet	✓	I	-	-
Corrugated Zinc	-	-	1 046	I
Iron	-	-	2 900	I
Perlines (Iron)	-	-	766	I
Aluminium	✓	I	-	-
Sum group 4	306	N: 0;- I: 306;-	4 768	N: 0;- I: 4 768;-
<b>Group 5: Glass (total cost of group)</b>				
Windows crystal	188	N	-	-
Aluminium bronze windows	-	-	900	I

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Wine bottles	0	N	-	-
Fibre glass	54	?	-	-
Sum group 5	242	N: 188:- I: 0:-	900	N: 0:- I: 900:-
<b>Group 6: Building material (total cost of group)</b>				
Concrete blocks	-	-	1 870	N
Stones for foundation	57	N	-	-
River stones	196	N	-	-
Quarry stones	-	-	960	N
Gravel	325	N	500	N
Beach sand	19	N	-	-
Sand	14	N	756	N
River sand	439	N	-	-
Filling materials	10	N	-	-
Cement	336	N	2 115	I
Ceramics	142	?	912	I
Expansive cement	Included in ceramics	?	375	?
Sealing for the ceramics	-	-	250	?
Straw bales from rice	56	N	-	?
Clay	10	N	-	-
Plastic pipes for plumbing	-	-	90	?
Sum group 6	1 604	N: 1 462 :- I: 0:- ?	7 828	N: 4 086:- I: 3 027:- ?
Sum materials USD	5 356	Sum National: 4 440:- Sum import: 729:- (187:- unknown)	14 096	Sum National: 4 086:- Sum import: 8 695:- (1 315 :- unknown)
Sum materials/m <sup>2</sup>	89	Sum National/m <sup>2</sup> : 74:- Sum import/m <sup>2</sup> : 12:-	122	Sum National/m <sup>2</sup> : 35:- Sum import/m <sup>2</sup> : 75:-

Quería utilizar material local en la medida de lo posible sin arriesgar la calidad o el desempeño ambiental.

### 4.1.3 Costo total de inversión

El costo de la mano de obra y los materiales se compilan como un costo total en la Tabla 6. El costo de inversión para bahareque es 617 dólares estadounidenses más que el costo de inversión para el concreto. La principal diferencia está en la fuerza laboral. La construcción con bahareque sería aproximadamente la mitad del tiempo con experiencia en la construcción con

	Total costs USD/m <sup>2</sup>	
	Cob	Concrete
Labour force	764	114
Materials	89	122
Sum	\$ 853	\$ 236

bahareque, según Meiro. Afirma que si se construyera una casa similar hoy con la experiencia que tiene en la construcción de su casa, solo necesitaría un año, este es un factor importante a considerar.

Los costos de las dos técnicas de construcción diferentes respaldan economías diferentes. En este estudio de caso, estas economías se han limitado a nacional e importación (el significado nacional es que el dinero permanece dentro de Nicaragua e importación significa el dinero que sale de Nicaragua), ver Tabla 7 y Tabla 8. Según estos cálculos, la bahareque está apoyando la economía local. principalmente tanto en mano de obra como en materiales, mientras que los costos del concreto sustentan la economía nacional principalmente en mano de obra y principalmente en la economía de importación en materiales.

National USD/m <sup>2</sup>		
	Cob	Concrete
Labour force	764	114
Materials	74	35
Sum	\$ 838	\$ 149

Import USD/m <sup>2</sup>		
	Cob	Concrete
Labour force	0	0
Materials	12	75
Sum	\$ 12	\$ 75

#### 4.1.4 Vida útil

La técnica de construir con tierra sin cocer existe desde hace siglos y se estima que un tercio de la población mundial vive en casas de tierra, pero la técnica de la bahareque se introdujo en Europa hace unos 800 años. Hay casas de los siglos XVI y XVII que aún se encuentran en condiciones de uso. Esto significa que las casas tienen aproximadamente 400-500 años. (Abeja, 1997)

No hay edificios de bahareques en Matagalpa que sean tan antiguos como en Inglaterra, pero ambos lugares tienen un alto nivel de humedad en el aire y la bahareque rara vez se ve afectada por cualquier otra condición climática que no sea la lluvia y la humedad. Por lo tanto, es posible suponer que la casa de la bahareque en este estudio de caso puede tener una vida útil de más de 400 años. Según Meiro, la casa de las bahareques probablemente no necesitaría ningún otro mantenimiento que una casa normal, es decir, pintura y similares, durante la vida. Si la casa necesitara una reparación sería bastante simple, eso se haría con una mezcla de arcilla o yeso.

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Según el jefe de obra Luis Armando Sánchez, el edificio de concreto estudiado probablemente permanecería sin necesidad de reparación, y se necesitaría otro mantenimiento que no sea pintura y similares, durante al menos 50-60 años. Adivinó este número de años por una experiencia anterior y porque los materiales de la casa eran de alta calidad (según él mismo).

Para poder obtener una descripción general de los costos durante la vida útil de los dos edificios, se ha realizado un cálculo. El cálculo es hipotético y podría verse totalmente diferente, pero ayuda a poner los edificios en una perspectiva de por vida. Si la vida útil y el mantenimiento de estos dos edificios se estiman en 400 años para la bahareque y 50 años para el concreto, el costo podría considerarse de manera diferente, ver Tabla 9.

Building technique	Cost/m <sup>2</sup> (USD)	Expected lifespan (years)	Cost/m <sup>2</sup> per year (USD)
Cob	\$ 853	400	\$ 2,13
Concrete	\$ 236	50	\$ 4,72

### 4.2 Impacto ambiental local de la extracción de materia prima y producción

El capítulo 4.2.1 contiene la evaluación de impacto ambiental local para la bahareque y el capítulo 4.2.2 para el concreto.

#### 4.2.1 Bahareque

Las materias primas necesarias para la bahareque son; arcilla, arena, paja y agua (Evans, et al., 2002). La mayoría de los materiales se pueden reclamar desde el sitio de construcción al hacer los cimientos. En este estudio de caso, los materiales utilizados para la mezcla de bahareques provienen de la zona de Matagalpa.

La arcilla utilizada en el edificio estudiado provino de Matagalpa. La arena y la mayor parte de la arcilla se extrajeron del sitio de construcción a mano con palas y picos. El resto de la arcilla de dos lugares diferentes; uno a 80 metros del solar transportado con carretillas, y el último tramo con piedras para la cimentación transportadas en camión desde la zona de Matagalpa.

Dado que allí la casa está construida en el lugar de donde vino la mayor parte de la arcilla, no hay impacto visible en la vegetación y el terreno (aparte de la casa, pero ese es el mismo caso que para la casa de concreto). La arcilla transportada con carretillas tampoco causó ningún impacto particular. La última parte de la arcilla fue transportada por un camión que causa ruido y algo de contaminación del aire en el área local.

La paja provino de una plantación de arroz en las afueras de la ciudad de Matagalpa. La paja es un producto de reposo del cultivo del arroz y no se utilizaría para nada más que alimento para animales si faltara una alternativa mejor, ya que la paja no es una fuente de alto valor nutricional. Según una mujer de Matagalpa, los agricultores prendieron fuego a la maleza seca antes de la temporada de lluvias para mejorar las condiciones del suelo. El disparo está prohibido por el gobierno local, pero aún se realiza. La paja se transportó desde el punto de cultivo hasta la obra, lo que provocó contaminación acústica y algo de contaminación del aire.

La elaboración de la bahareque se realiza a mano con ayuda de una lona. Tirando y girando la lona, los materiales se mezclan. Cuando la mezcla está lista, se forman a mano en grumos. (Smith, 1998)

Los efectos en el área local para la construcción de bahareques estudiadas por la extracción y producción de bahareque se pueden ver en la Tabla 10.

Activity	Effects on the local area
Extraction of straw	Less food reserve for livestock
Transportation of clay and straw	Noise Air pollution
Extraction of clay	Visible transformation of the land

El ruido afecta a la vida silvestre y a los humanos y puede causar estrés e incomodidad, se puede ver una presentación más detallada de los efectos del ruido en la Tabla 12 donde se presentan los impactos del concreto.

#### 4.2.2 Concreto

Se desconoce el origen exacto de los bloques de concreto utilizados en el edificio de concreto estudiado. En Nicaragua hay dos grandes productores de cemento y concreto uno llamado Cemex y el otro Holcim. En este caso se asume que los bloques de concreto vinieron de la empresa Cemex para poder estimar el impacto local.

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Los diferentes pasos en la extracción y producción generan efectos e impactos. En este estudio de caso se presentan las actividades que afectan el área local para dar una visión general de los posibles impactos sobre el medio ambiente y la salud humana, ver Tabla 11 y Tabla 12.

Activity		Effects on the local area
<b>Effect</b>	<b>Impact on local environment</b>	<b>Possible impacts on human health</b>
Dust	May impact the photosynthesis, respiration and transpiration on vegetation (Farmer, 1993) Decreased productivity of vegetation (Farmer, 1993)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respiratory symptoms</li> <li>Coughing phlegm</li> <li>Chronic bronchitis (Yang, et al., 1996)</li> </ul>
Cement Kiln Dust - PM <sub>10</sub>	Same as dust but depending on what type of particles e.g. heavy metals they can have a higher impact on the surrounding environment.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effects on breathing and respiratory system</li> <li>Damage to lung tissue</li> <li>Cancer</li> <li>Increasing of illness for people whom are already sick, such as asthma or COPD</li> <li>Premature death (U.S. Environmental Protection Agency, 2012)</li> </ul>
Noise	Wildlife: Stress Change in behaviour and physiology Can disturb the reproductive success Decrease of long-term survival (Radie, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hearing loss</li> <li>Stress</li> <li>Sleep disturbance</li> <li>Increased blood pressure</li> <li>Increased heart rate</li> <li>Decreased performance (Stansfeld &amp; Matheson, 2003)</li> <li>Etc.</li> </ul>
Vibration		<ul style="list-style-type: none"> <li>Discomfort</li> <li>Stress (Rock Tech Centre, 2010)</li> </ul>
Whole body vibration (the machine workers)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Discomfort, decreased performance</li> <li>Health problems: cardiovascular, respiratory, endocrine and metabolic changes, digestive problems, impairment of vision and balance etc. (Safe work Australia, 2012)</li> </ul>
Destruction of land and vegetation	Scarring the earth's crust Destroying the natural ecosystem Disruption of habitat (The RMA Quality Planning Resource, ?) Erosion May interfere the natural flow of the ground water (Langer, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impact on cultural and historic heritage value might cause discomfort for people in the area (The RMA Quality Planning Resource, ?)</li> </ul>
Emissions to air and water	Might be leakage of polluted water to water sources near (Langer, 2001)	

(Van den Heede & De Belie, 2012)

la respiración y la transpiración en la vegetación (Farmer, 1993) Disminución de la productividad de la vegetación (Farmer, 1993) • Tos con flema, cambios

respiratorios, endocrinos y metabólicos, problemas digestivos, deterioro de la visión y el equilibrio, etc. (Safe work Australia, 2012)

Destrucción de la tierra y la vegetación Marcando la corteza terrestre • El impacto en el valor del patrimonio cultural e histórico podría causar incomodidad a las personas en el área (¿El recurso de planificación de calidad de RMA,?)

Destrucción del ecosistema natural Disrupción del hábitat (¿El recurso de planificación de calidad RMA,?)

Erosión

Puede interferir con el flujo natural del agua subterránea (Langer, 2001)

Las emisiones al aire y al agua pueden ser fugas de agua contaminada a fuentes de agua cercanas (Langer, 2001)

### **4.3 Costos externos 3**

Los impactos ambientales y de salud de los dos materiales diferentes pueden generar costos externos para la sociedad.

#### **4.3.1 Costos externos de bahareque**

La extracción de la materia prima y la producción de bahareque no tienen mayor impacto en el medio ambiente local y solo están generando emisiones de dióxido de carbono debido al transporte. El material no se trata mecánicamente ni libera emisiones en la fase de producción.

Esto significa que la bahareque no generará bajos costos externos.

#### **4.3.2 Costes externos del concreto**

Las diferentes etapas de la parte de construcción generan diferentes costos externos. La fase de extracción de la materia prima y la fase de producción tiene un impacto en el medio ambiente y en la salud humana.

Las canteras de concreto dejan cicatrices en la tierra y destruyen los ecosistemas naturales. Cuando las canteras ya no estén en uso, deben restaurarse (Holl & Howarth, 2000). La restauración de la tierra y los ecosistemas debe pagarse y puede considerarse como un costo externo para la construcción de concreto.

Dado que la producción de concreto tiene un impacto potencial en los seres humanos, como el polvo, la contaminación acústica y las vibraciones, pueden producirse problemas de salud. Más problemas de salud significarán que más personas necesitarán atención médica y no podrán trabajar debido a enfermedades. Este también es un costo externo potencial de la casa de concreto, ya que podría afectar a la sociedad.

El cemento es la parte del concreto con mayores emisiones de dióxido de carbono. La extracción, trituración y calentamiento junto con el proceso de calcinación genera aproximadamente 1,25 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento (Babor, et al., 2009). Los agregados también demandan energía en forma de procesos de extracción y molienda, por lo que aunque el cemento es solo una parte del concreto, las emisiones de dióxido de carbono serán bastante altas para una casa de concreto.

Un aumento de dióxido de carbono en la atmósfera contribuirá a un aumento del calentamiento global. El calentamiento global tiene muchos efectos sobre la sociedad. El aumento de temperatura derretirá los glaciares y aumentará el nivel del mar, esto podría causar inundaciones en las ciudades que obligan a las personas a moverse. El clima también podría cambiar, con más o menos precipitaciones causando inundaciones y sequías, con más tormentas y clima extremo. Esto puede causar efectos como la devastación de casas y tierras de cultivo y menores rendimientos. Esto significa que las personas podrían verse obligadas a trasladarse y que es posible cultivar menos alimentos (Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., 2014). Estos son ejemplos de los efectos del cambio climático y tendrán una consecuencia y un costo para la sociedad.

3 Al igual que en el impacto ambiental, los materiales de la bahareque y el concreto están en el punto de mira cuando se consideran los costos externos, ya que el material en, por ejemplo, el techo podría ser el mismo en ambas casas.

### **4.3.3 Otros posibles costes externos**

Los costos externos del material concreto serán mayores que los de la bahareque material debido al mayor impacto en el medio ambiente local y más emisiones de dióxido de carbono.

En general, los impactos ambientales del ciclo de vida de los materiales son costos externos potenciales ya que, en última instancia, podrían tener un impacto en la sociedad y la economía.

Otros costos externos que pueden ocurrir se encuentran en el final de la vida útil de los edificios. Cuando los edificios ya no estén en uso y sean demolidos, se deben cuidar los materiales que se encuentran dentro. Los materiales en la

bahareque son naturales (arcilla, paja, arena y agua) y serán fáciles de devolver al suelo o reutilizar en otro edificio. Esto podría contarse como un opuesto a un costo externo o un costo externo positivo, ya que no es una carga para la sociedad sino todo lo contrario. La reutilización de un material disminuye la necesidad de extracción de nueva materia prima.

Cuando se demuele un edificio de concreto, el concreto suele acabar en vertederos a pesar de que tiene potencial de reciclabilidad (¿Svensk Betong,?). El concreto viejo se puede utilizar como agregado para otra mezcla de concreto, pero podría tener una calidad peor de la deseada (MPA - The Concrete Center,?). Esto significa que gran parte del concreto tendrá que depositarse en vertederos y esto supondrá un coste para la sociedad.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 Costos de construcción

El costo de la casa de bahareque estudiada y la casa de concreto son diferentes, tanto en suma como en lo que representan. El costo principal de este edificio de bahareque estudiado fue la mano de obra mientras que era el material en la casa de concreto estudiada. La casa de la bahareque era más cara en términos de dinero de inversión, pero hay algunos factores que deben tenerse en cuenta.

La tesis muestra la sostenibilidad económica de dos casas específicas, no en general, los materiales y formas de construcción pueden variar y verse diferentes en otros casos.

La casa de la bahareque estudiada fue construida por personas sin experiencia que no tenían educación en la construcción. La fase de construcción activa de la casa fue durante dos años y necesitó mucha mano de obra. La razón de esto fue que los propietarios querían tomarlo con calma y no apresurar nada solo para terminarlo rápido. Sentían que necesitaban tiempo para construir y no querían arriesgar la calidad del edificio ya que eran principiantes en la técnica de la bahareque. Si la casa fuera construida hoy por personas experimentadas, el tiempo se reduciría a la mitad, lo que significa que la casa estaría terminada en un año. Esto reduciría rápidamente el costo de la mano de obra.

Durante la fase de construcción, se contrató y pagó a muchas personas, a pesar de que no tenían ninguna educación en la construcción con bahareque. Muchas de estas personas estaban desempleadas. Además de que no solo se construyó una casa -de piso, paredes y techo- construida durante este tiempo,

hubo muebles y adornos hechos también tanto en bahareque como en madera. La casa se adapta a los requisitos y necesidades de los residentes, con un diseño personal y muchas ideas de último momento. El costo de la mano de obra también incluye el tiempo que Meiro y Salvany se sacrificaron a pesar de que no se les pagó por ello. Esto significa que el costo podría ser menor si se excluyeran. Para este estudio de caso se incluyó todo el tiempo para dar una imagen completa de cuál podría ser el costo. El costo podría ser mucho menor si una familia decide construir una casa por sí mismos sin contratar ninguna ayuda externa el costo sería mayor en el tiempo. El costo del tiempo es básicamente el hecho de que se dedica tiempo a construir una casa y no a un trabajo para ganar dinero.

La casa de concreto se construyó a un ritmo rápido y la gente trabajaba los 7 días de la semana. Fue construido por personas experimentadas de una empresa constructora en Matagalpa. Durante la fase de construcción no se construyó nada más que lo básico; piso, paredes y techo.

Dado que las dos casas son de diferente tamaño el cálculo se basa en un costo por metro cuadrado para poder compararlas, esto dará un margen de error, especialmente en número de horas de trabajo. Al construir un edificio más grande, como la casa de concreto, el tiempo necesario probablemente será menor por metro cuadrado en comparación con una casa más pequeña construida con las mismas técnicas en las que todos los materiales están en el sitio de construcción.

Teniendo en cuenta estos diferentes factores, la casa de las bahareques puede verse un poco menos costosa. Dado que la casa de la bahareque está hecha por personas desempleadas con gran necesidad de trabajo, con materiales baratos y ya están amueblados en cierta medida, el dinero gastado puede tener un mayor valor.

El edificio de bahareque apoya la economía local principalmente, utilizando materiales locales de Nicaragua y principalmente del área alrededor de Matagalpa. Los solventes y similares comprados en Costa Rica se eligieron desde la perspectiva de la calidad y el rendimiento y los materiales se compraron después de una cuidadosa consideración para obtenerlos como material local sin tener demasiado impacto en el medio ambiente.

Los materiales utilizados para construir el edificio de concreto se eligieron desde la perspectiva de la calidad según Sánchez. No se tomaron en consideración el medio ambiente o impactos similares.

Se podría decir que la técnica de la bahareque apoya a la sociedad de Nicaragua en mayor medida que la técnica del concreto. El dinero utilizado para la bahareque se queda dentro del país con la gente y esto puede considerarse más sostenible tanto para la economía como para la sociedad.

El costo de inversión para la bahareque también podría ser diferente si el edificio fuera realizado por personas con experiencia (con experiencia, lo que significa que alguien que ayudó en la fase de construcción ha construido con bahareque antes) tomaría aproximadamente la mitad del tiempo, esto también significaría que podría ser más barato, si el dinero es la prioridad.

También se estima que la bahareque tiene una vida útil muy larga, hasta 400-500 años, y no necesitará ninguna renovación o mantenimiento importante. Esto significa que el edificio de bahareque será barato de poseer y que el costo de inversión se reembolsará con el tiempo. Se estima que la casa de concreto necesitará renovación o mantenimiento dentro de los 60 años desde el punto de construcción. Por supuesto, la casa de concreto puede tener una vida útil más larga de lo que estima Sánchez, pero sigue siendo una buena suposición después de tener varios años de experiencia laboral.

## **5.2 Impactos en el medio ambiente local y la salud humana**

La bahareque material tiene un bajo impacto ambiental a escala local. Los efectos sobre la tierra y la vegetación son pequeños, al igual que los efectos sobre la salud humana. La bahareque es un material de construcción natural sin ningún proceso mecánico y al no estar horneado no requiere una gran cantidad de energía ni provoca emisiones al aire en una fase de combustión. El mayor impacto a escala local es la propia casa, ya que se cambia el terreno natural. Sin embargo, este tipo de impacto vendrá al construir cualquier casa.

El concreto, por otro lado, tiene un mayor impacto en el medio ambiente local y la salud humana, aunque es básicamente un material natural de piedras. El proceso de extracción, trituración, calentamiento y transporte hace que los efectos en el área local sean bastante altos. La extracción y producción de cemento y concreto es a gran escala ya que ambos se utilizan de manera tan amplia. Por eso, las canteras son muy grandes y asustan a la tierra.

No es solo el medio ambiente el que se ve afectado por la fase de extracción y producción del concreto. Las personas (y los animales) que rodean los procesos, principalmente los trabajadores, también se ven afectados por problemas de salud. Una técnica que genera tantos impactos a tan pequeña escala no es lo que se consideraría sostenible desde un punto de vista ambiental.

La técnica de la bahareque es una alternativa más sostenible para el entorno local para construir viviendas residenciales en Matagalpa según este caso de estudio.

### **5.3 Costos externos**

La casa de las bahareques está hecha de tierra sin cocer, piedras y tierra cocida básicamente. Los materiales utilizados son locales y, por tanto, no se transportan a grandes distancias. Según estos factores y el estudio previo de LCA, se generan menos emisiones de dióxido de carbono que en una casa de concreto similar. En este caso los materiales utilizados para el concreto provienen de materiales importados, con mayores distancias y mayor impacto en el clima, especialmente en la producción. En este contexto, la casa de concreto generará un mayor coste externo por las emisiones de dióxido de carbono.

El concreto tiene un mayor impacto en el medio ambiente y en la salud humana en general. Los impactos pueden, a su vez, causar efectos que deben ser atendidos y esto genera costos. Estos costos externos no se pueden ver en los costos de inversión ni en los costos de mantenimiento, pero deben tomarse en consideración cuando se habla de sostenibilidad, porque afecta a la sociedad, la economía y el medio ambiente en diferente medida.

Los costos externos serán más altos para la casa de concreto que para la casa de bahareques. Esto es importante cuando se mira desde el punto de vista del sistema. Para la sociedad, el concreto será más caro en su conjunto. Incluso si este es el caso, puede ser difícil utilizar esto como un factor para el inversionista de una nueva casa. El hecho de que la casa de la bahareque sea más cara en costo de inversión probablemente afectará más al que compra una casa. Es posible que el mayor costo externo del concreto se pueda usar para decirle a los tomadores de decisiones (o similar) que recomienden a las personas que construyan con otros materiales que no sean el concreto, porque afectará a todos cuando la sociedad deba pagar.

## **6. CONCLUSIONES**

Se han estudiado dos técnicas de construcción en el contexto de Matagalpa, Nicaragua; Edificios de bahareque y concreto. La técnica de la bahareque es intensiva en mano de obra y tiene un costo laboral más alto durante la fase de construcción si se supone el mismo costo laboral por hora para las dos técnicas de construcción. La técnica de construcción de concreto es más cara en materiales. Bajo estos supuestos, la inversión final para construir una casa es menor para el edificio de concreto que para el edificio de bahareque del mismo tamaño. La vida útil esperada de los dos edificios es diferente.

La técnica de la bahareque utiliza materiales del área local, elegidos conscientemente para tener el menor impacto posible en el medio ambiente. La

técnica de la bahareque también apoya la economía nacional nicaragüense y por eso permite que el dinero invertido vaya a la gente dentro de Nicaragua. En comparación con el concreto, la técnica de la bahareque es más fácil de construir para la gente de Nicaragua. Es posible construir sin experiencia previa y cualquiera puede ayudar. La casa de bahareques puede hacerse a medida y verse exactamente como el propietario quiere, independientemente de si el edificio es rico o pobre.

La vida útil esperada de la bahareque también es muy larga, si la casa se construye correctamente, puede durar hasta 400-500 años sin un gran mantenimiento o renovación. Por otro lado, se espera que el concreto necesite renovación dentro de los 60 años posteriores al punto de construcción, lo que hace que la propiedad de un edificio de concreto sea más cara.

El concreto tiene un mayor impacto en el medio ambiente local y afecta más la salud humana con los muchos pasos de la fase de producción. La parte de cemento tiene las mayores emisiones de dióxido de carbono en la mezcla de concreto. Esto significa que se espera que los costos externos de la casa de bahareques sean menores que los de la casa de concreto. Este es un factor importante a considerar porque pone a los dos edificios en una perspectiva más amplia y muestra los efectos sobre la economía de toda la sociedad.

## 7. REFERENCIAS

Al-Ayish, N., 2013. *Miljövärdering av resurssnål betong med införande i BIM*. [Online] Available at: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-131422>

Babor, D., Plian, D. & Judele, L., 2009. *Environmental Impact of Concrete*, Secția, Romania: Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași .

Banco Central de Nicaragua , 2010. *DESLIZAMIENTO DIARIO DEL TIPO DE CAMBIO OFICIAL DEL CORDOBA VERSUS USDOLAR 2009*. [Online] Available at: [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiarior/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/cambio\\_historico/tipocambio2009.pdf](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/cambio_historico/tipocambio2009.pdf) [Accessed 18 04 2014].

Banco central de Nicaragua, 2009. *DESLIZAMIENTO DIARIO DEL TIPO DE CAMBIO OFICIAL DEL CORDOBA VERSUS USDOLAR 2008*. [Online] Available at: [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiarior/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/cambio\\_historico/2008/tipocambio2008.pdf](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/cambio_historico/2008/tipocambio2008.pdf) [Accessed 18 04 2014].

**Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa**

---

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Banco Central de Nicaragua, 2011. *DESLIZAMIENTO DIARIO DEL TIPO DE CAMBIO OFICIAL DEL CORDOBA VERSUS USDOLAR 2010*. [Online] Available at: [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiarior/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/cambio\\_historico/tipocambio2010.pdf](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/cambio_historico/tipocambio2010.pdf) [Accessed 19 04 2014].

Banco Central de Nicaragua, 2013. *TIPOS DE CAMBIO OFICIAL DEL CORDOBA CON RESPECTO AL DÓLAR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA 2012*. [Online] Available at: [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiarior/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/cambio\\_historico/tipocambio2012.pdf](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/cambio_historico/tipocambio2012.pdf) [Accessed 19 04 2014].

Banco Central de Nicaragua, 2014. *Indicadores Económicos*. [Online] Available at: <http://www.bcn.gob.ni/> [Accessed 16 04 2014].

Bee, B., 1997. *The Bahareque Builders Handbook - You Can Hand-Sculpt Your Own Home*. ISBN : 0-9659082-0-8, 3rd edition ed. Murphy, OR, USA: GROUNDWORKS PUB.

Cemex - Consruyedo el futuro, 2014. *Productos y Servicios*. [Online] Available at: <http://www.cemexnicaragua.com/ProductosServicios/Bloques.aspx> [Accessed 05 05 2014].

Cemex - Constuyendo el futuro, 2014. *Productos y Servicios*. [Online] Available at: El cemento producido por los molinos de bolas es transportado por roscas sin fin y 27

elevadores de canjilones hacia los silos de concreto. [Accessed 05 05 2014].

Cemex-, Constuyendo el futuro, 2014. *Productos y Servicios*. [Online] Available at: <http://www.cemexnicaragua.com/ProductosServicios/ComoHacemosConcreto.aspx> [Accessed 05 05 2014].

Concrete Society, 2001. *Portland cement and the environment*. [Online] Available at: [http://www.concrete.org.uk/fingertips\\_nuggets.asp?cmd=display&id=141](http://www.concrete.org.uk/fingertips_nuggets.asp?cmd=display&id=141) [Accessed 02 05 2014].

Crow, J. M., 2008. The concrete conundrum. *Chemistry World* [Available at: [http://www.rsc.org/images/Construction\\_tcm18-114530.pdf](http://www.rsc.org/images/Construction_tcm18-114530.pdf)], March, pp. 62-66.

D, D. J. M., 2010. *Sustainable Development: From Brundtland to Rio 2012*, New York: United Nations.

Economics help, ?. *Helping To Simplify Economics - External costs*. [Online] Available at: <http://www.economicshelp.org/blog/glossary/external-costs/> [Accessed 30 04 2014].

Elfgren, L., 2014. *Nationalencyklopedin Betong*. [Online] Available at: <http://www.ne.se/lang/betong> [Accessed 28 04 2014].

Estrada, M., 2013. *A case study of bahareque earth based building technique in Matagalpa, Nicaragua – LCA perspective and rate of adoption*. [Online] Available at: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:miun:diva-21315> [Accessed 03 2014].

Evans, I., Smith, M. G. & Smiley, L., 2002. *The Hand-Sculpted House, A Practical and Philosophical Guide to Building Bahareque Cottage*. 1st printing ed. White River Junction: Chelsea Green Publishing Company.

Exchange Rates UK, 2011. *US Dollar to Nicaragua Cordoba (USD NIO) for 23 April 2011 (23/04/2011)*. [Online] Available at: [http://www.exchangerates.org.uk/USD-NIO-23\\_04\\_2011-exchange-rate-history.html](http://www.exchangerates.org.uk/USD-NIO-23_04_2011-exchange-rate-history.html) [Accessed 17 04 2014].

Farmer, A. M., 1993. The effects of dust on Vegetation - A review. *Environmental Pollution*, 79(1), pp. 63-75.

Google Maps, 2014. *Maps Matagalpa, Nicaragua*. [Online] Available at: [https://maps.google.se/maps?f=q&source=s\\_q&hl=sv&geocode=&authuser=0&q=matagalpa&vps=1&jsv=480a&sll=61.606396,21.225586&sspn=10.965324,43.286133&vpsrc=1&t=h&ie=UTF8&ct=clnk&cd=1&spell=1](https://maps.google.se/maps?f=q&source=s_q&hl=sv&geocode=&authuser=0&q=matagalpa&vps=1&jsv=480a&sll=61.606396,21.225586&sspn=10.965324,43.286133&vpsrc=1&t=h&ie=UTF8&ct=clnk&cd=1&spell=1) [Accessed 20 04 2014].

**Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa**

---

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Holl, K. D. & Howarth, R. B., 2000. Paying for Restoration. *Restoration Ecology*, 10, Volume 8(3rd edition), pp. 260-267. 28

Langer, W. H., 2001. *Potential Environmental Impacts of Quarrying Stone in Karst - A Literature Review*, USA: U.S. Geological Survey.

Mehta, P. & Monteiro, P., ?. *Concrete and the Environment*. [Online] Available at: <http://www.ce.berkeley.edu/~paulmont/CE60New/Concrete%20and%20the%20Environment.pdf> [Accessed 12 05 2014].

Ministerio del Trabajo, 2014. *Acuerdo Ministerial ALTB-01-03-2014*. [Online] Available at: <http://www.mitrab.gob.ni/documentos/salario-minimo/Acuerdo%20Ministerial%20ALTB-01-03-2014%20Salario%20Minimo%202014.pdf/view> [Accessed 24 04 2014].

MPA - The Concrete Centre, ?. *End of life recycling*. [Online] Available at: [http://www.concretecentre.com/sustainability/end\\_of\\_life\\_recycling.aspx](http://www.concretecentre.com/sustainability/end_of_life_recycling.aspx) [Accessed 24 05 2014].

Nationalencyklopedin, 2014. *Nicaragua*. [Online] Available at: <http://www.ne.se/lang/nicaragua> [Accessed 20 04 2014].

Naturvårdsverket, 2007. *Sternrapporten - en genomgripande analys av klimatförändringens ekonomi*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Radie, A. L., 2007. *The Effect Of Noise On Wildlife: A Literature Review*, Oregon: Radie, Autumn Lyn.

Rock Tech Centre, 2010. *Guideline avseende vibrationer inomhus orsakade av sprängningsinducerande vibrationer och luftstötsvågor. Mätmetod och begränsningsvärden för komfort..* [Online] Available at: [http://rocktechcentre.se/wp-content/uploads/2013/04/RTC\\_2\\_Guidelines\\_low.pdf](http://rocktechcentre.se/wp-content/uploads/2013/04/RTC_2_Guidelines_low.pdf) [Accessed 12 05 2014].

Safe work Australia, 2012. *Whole-Body Vibration*. [Online] Available at: [http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/SWA/about/Publications/Documents/712/Whole\\_Body\\_Vibration\\_Fact\\_Sheet.pdf](http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/SWA/about/Publications/Documents/712/Whole_Body_Vibration_Fact_Sheet.pdf) [Accessed 12 05 2014].

Seaton, A., MacNee, W., Donaldson, K. & Godden, D., 1995. Particulate air pollution and acute health effects. *The Lancet*, Volume 345, pp. 176-178.

Smith, M. G., 1998. *The Baharequeber's Companion - How to build your own earthen home*. 2nd edition ed. Cottage Grove: A Bahareque Cottage Company Publication.

Stansfeld, S. A. & Matheson, M. P., 2003. Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin "Impact of environmental pollution on health"*, 12, 68(1), pp. 243-257.

**Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa**

---

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

Svensk Betong, ?. *Hållbart Byggande, Återvinning*. [Online] Available at: <http://www.svenskbetong.se/hallbart-byggande-bp/atervinning.html> [Accessed 24 05 2014]. 29

The RMA Quality Planning Resource, ?. *Quarry and gravel extraction resource management issues and effects*. [Online] Available at: <http://www.qualityplanning.org.nz/index.php/planning-tools/industry-guidance-notes/aggregates-and-quarry-industry/overview-of-quarry-resource-management-issues> [Accessed 07 05 2014].

The World Bank 1, 2014. *Data, Population (Total), World, 2004 -2012*. [Online] Available at: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL/countries/1W?display=graph> [Accessed 19 04 2014].

The World Bank 2, 2014. *Data, Population (Total), Latin America & Caribbean (developing only), 2004-2012*. [Online] Available at: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL/countries/XJ?display=graph> [Accessed 19 04 2014].

The World Bank 3, 2014. *Data, Population (Total), European Union, 2004-2012*. [Online] Available at: <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL/countries/EU?display=graph> [Accessed 19 04 2014].

U.S Environmental Protection Agency, 2014. *Future and Climate Change*. [Online] Available at: <http://www.epa.gov/climatechange/science/future.html> [Accessed 24 05 2014].

U.S. Environmental Protection Agency, 2012. *Particular Matter (PM-10)*. [Online] Available at: <http://www.epa.gov/airtrends/aqtrnd95/pm10.html> [Accessed 09 05 2014].

Van den Heede, P. & De Belie, N., 2012. *Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and 'green' concretes: Literature review and theoretical calculations*, Ghent: Elsevier Ltd.

Yang, C.-Y.et al., 1996. Effects of occupational dust exposure on the respiratory health of Portland cement workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 49(6), pp. 581-588.

## APÉNDICE

### Apéndice 1 - Entrevistas Cambio de moneda

- 2014: 1 USD = 25,69 Córdobas (C \$) (Banco Central de Nicaragua, 2014)
- 2011: 1 USD = 22,22 Córdobas (C \$) (Tipo de cambio Reino Unido, 2011)

### **Casa de concreto**

La entrevista tuvo lugar el 15 de abril de 2014 en la casa de concreto de Matagalpa, Nicaragua. Participaron cuatro personas; la estudiante Malin Laestander, la guía e intérprete Gisselle García y la dueña de la casa y jefa de obra.

Propietario (O): Rosalio Antonio Hernandez Montenegro Jefe de obra (HC): Luis Armando Sánchez Preguntas sobre costos y proceso de construcción

1. ¿En qué año se construyó la casa?

O: El primer edificio de 7 x 8m<sup>2</sup> se construyó durante un mes en 2011, y luego mi tía se mudó y vivió aquí hasta que comenzó el segundo proceso el 15 de febrero de 2014.

2. ¿Cuánto duró el proceso de construcción activo? (¿Cuánto tiempo pasó desde el inicio de la construcción hasta que se terminó la casa?)

HC: El primer proceso fue de 1 mes y la segunda y la fase final de construcción aún están en curso entre el 15 de febrero y el 31 de mayo, por lo que aproximadamente cuatro meses y medio en total.

3. ¿Contrató a alguna empresa de construcción para hacer el trabajo? Si es así, ¿cuánto costó? O: Sí, y el costo fue de 6000 USD.

4. (y 5) ¿Cuánto material usó y cuánto costó en USD en el momento de la compra?

Grupo 1 Tierra cocida: Ladrillos y tejas de barro Ninguno del grupo 1

Madera Grupo 2: Bambú, Vigas y travesaños, Postes de madera, Bastones Castilla / Silvestre, Madera de Pochote

La única madera utilizada se utilizó durante el proceso de construcción, no está en la construcción en sí, se utilizó como plantilla y soporte.

30

Grupo 3 Pinturas Solventes / Adhesivas de Grupo Sur Empresa: Aceite usado, Antitermitas, Sellador (capa), Solvente, Pintura

Sin pinturas de la empresa Grupo Sur.

Se utilizaron dos tipos diferentes de selladores para las paredes de concreto, uno para la pared interior y otro para la pared exterior. En total se utilizaron 14 contenedores de sellador.

Cada contenedor contiene 28 kilogramos de sellador y el costo de uno es de 1100 C \$, en 2014.

$28 \times 14 = 392$  kg de sellador

^  $1100 \times 14 = 15400$  C \$ ^ 600 USD

Metales del Grupo 4: Clavos, Alambre de sujeción, Alambre galvanizado, Lámina de zinc plana, Aluminio, (iron)

^ iRon

o Se utilizaron barras de refuerzo (varillas) en dos tamaños diferentes para estabilizar los muros.

o Se utilizaron 42 varillas de 3 octavos y 22 varillas de 1 octavo. ^ 64 barras de refuerzo

o Cada barra de refuerzo costó 1200 C \$, en 2014. o  $64 \times 1200 = 76800$  C \$ ^ 2900 USD

Zinc corrugado

o Se utilizaron 56 láminas de zinc corrugado como material para el techo

o Cada hoja tenía 12 pies x 80 cm, es decir, un área de aproximadamente 2,9 m<sup>2</sup> por hoja. ^ 164 m<sup>2</sup> de zinc corrugado

o Cada hoja costaba 480 C \$ en 2014 o  $56 \times 480 = 26880$  C \$ ^ 1046 USD ^ Clavos (tipo de metal desconocido)

o 25 libras ^^ 11 kg de clavos

o 1 libra de clavos cuesta 22 C \$

o  $25 \times 22 = 550$  C \$ ^ 21 USD

^ Alambre de sujeción (tipo de metal desconocido)

o Se utilizaron 50 libras de alambre de sujeción en la construcción, es decir, aproximadamente 22,7 kg de alambre de sujeción

o 1 libra de cable era 18 C \$ en 2014 o  $50 \times 18 = 900$  C \$ ^ 35 USD ^ Perlíneas (iron)

o Se utilizaron 41 perlíneas como estructura para el techo

o Cada perlin fue de 480 C \$ en 2014 o  $41 \times 480 = 19\ 680$  C \$ ^ 766 USD

Grupo 5 Vidrio: Cristal, Botellas de vino ^ Ventanas

HC: Hay 8 ventanas de bronce aluminio instaladas en la casa. El área de las ventanas es aproximadamente 12 m<sup>2</sup> en total. El precio de las ventanas también incluye el montaje de las mismas, por lo que era bastante caro.

o 12 m<sup>2</sup> de ventanas

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

- o 900 USD por 8 ventanas y montaje de las mismas
- Grupo 6 Otros materiales de construcción: Piedra de cantera, Adoquín, Piedra fina, Material seleccionado, Arena de río, Arena de playa, Paja, Arcilla, Cemento, (Bloques de concreto)
  - Bloques de concreto
  - o En la construcción se utilizaron 2400 bloques de concreto y en su mayoría se compraron en 2014.
  - o Cada bloque costaba 20 C \$
  - o  $2400 \times 20 = 48\,000$  C \$ ^ 1870 USD
  - cemento
  - o Se utilizaron 210 sacos de cemento en la construcción. Cada bolsa pesa 50 kg y tuvo un precio de 240 C \$ durante 2011 y 2014.
  - o  $210 \times 50 = 10\,500$  kg de cemento
  - o  $210 \times 240 = 50\,400$  C \$ ^ estimó que la mitad del cemento se compró en 2011 y la mitad en 2014:  $1134 + 980,9 = 2115$  USD
  - Motastepe Sand (una especie de arena)
  - o En la construcción se utilizaron 30 m<sup>3</sup> de arena Motastepe.
  - o El costo de 1 m<sup>3</sup> de arena fue de 560 C \$ en 2011.
  - o  $30 \times 560 = 16\,800$  ^ 756 USD
  - Grava
  - HC: Para estabilizar la cimentación y nivelar el terreno se utilizaron 17 m<sup>3</sup> de grava. La grava también funciona como antisísmica para evitar que la casa se agriete y se rompa durante los terremotos, lo cual es importante en este país y área, la gente se siente más segura. Este tipo de grava es un poco más cara pero está ajustada para funcionar como antisísmica y tiene una calidad superior a otros tipos de grava.
  - o Se utilizaron 17 m<sup>3</sup> de grava
  - o El costo de 1 m<sup>3</sup> de grava fue de 650 C \$ en 2011.
  - o  $17 \times 650 = 11\,050$  C \$ ^ 500 USD
  - Piedras de cantera (piedra cantera)
  - o Se utilizaron 600 piedras de cantera en la construcción de la casa.
  - o Cada piedra fue de 38 C \$ en 2011 y 2014

o Estimando que la mitad se compró en 2011 y la mitad en 2014:  $600 \times 38 = 22800$  ^  $11400 / 22,22 = 513$ ,  $11400 / 25,69 = 444$  ^ ^ 960 USD

- Cerámica

o Se utilizaron 114 m<sup>2</sup> de cerámica para el piso.

o El precio de 1 m<sup>2</sup> fue de 8 USD en 2014

o  $114 \times 8 = 912$  USD

- Cemento expansivo

o Se utilizaron 62 bolsas de cemento expansivo para ensamblar la cerámica.

o Cada bolsa pesa 20 kg y costó 155 C \$ en 2014.

32

o  $62 \times 20 = 1240$  kg de cemento expansivo

o  $62 \times 155 = 9610$  -> 375 USD

- Sellado para la cerámica

o Para evitar la filtración de agua o suciedad entre las cerámicas se utilizó un tipo de sellado. En total se utilizaron 42 sacos de 2 kg cada uno.

o  $42 \times 2 = 84$  kg de sellado

o El precio de cada bolsa fue de 155 C \$ en 2014.

o  $42 \times 155 = 6510$  C \$ -> 250 USD

- Tuberías de plástico para el sistema de plomería

O: Hay 2 baños en la casa, por lo que hay 9 tubos instalados en el edificio.

o 6 tubos con un diámetro de 4 pulgadas y 3 tubos con un diámetro de 2 pulgadas.

o El precio de cada tubo de 4 pulgadas fue de 280 C \$ y por cada tubo de 2 pulgadas fue de 210 C \$.

o  $(6 \times 280) + (3 \times 210) = 1680 + 630 = 2310$  -> 90 USD

5. ¿Cuánto costó el material en dólares estadounidenses en el momento de la compra? Según los 6 grupos

(Y también si conoces los costes de transporte de estos, según los 6 grupos)  
Respondida en la pregunta 4-5

6. ¿Cuántas personas ayudaron en cada proceso de construcción y durante cuánto tiempo estuvieron ayudando activamente?

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

O: Siempre ha habido 7 personas trabajando en la construcción. Durante el primer proceso: 1 mes y el segundo 3,5 meses. Trabajan los 7 días de la semana con un descanso de dos días durante Semana Santa.

7. ¿Pagó a alguien durante el proceso de construcción?

O: Sí, la empresa de construcción y los que instalaron las ventanas.

8. Si pudiera estimar, ¿cuántas horas, semanas o meses de trabajo hay detrás de todo el proceso de construcción activo? Incluyendo el tiempo que tú y tu eventual ayuda sacrificaron.

(Si es más fácil estimar cuánto tiempo por persona / día y cuántos días ha trabajado cada uno)

HC: 7 personas que han estado trabajando 12 horas / día, 7 días / semana durante 3,5 meses con una parada de 2 días durante Semana Santa.

- Aproximadamente 130 días de trabajo.

- $12 \times 131 = 1560$  horas / persona

- $1572 \times 7 = 11\ 004$  horas de trabajo

9. ¿Será necesaria alguna reparación u otro mantenimiento pronto?

La casa aún no está terminada, por lo que en su lugar la pregunta se reformuló como:

¿Cuánto tiempo de vida estima que tiene la casa, a partir de experiencias previas con casas similares?

HC: Los materiales de esta casa se seleccionan cuidadosamente para tener una alta calidad y una larga vida útil. Supongo que la casa no necesitará ninguna renovación hasta alrededor de 50 o incluso 60 años en el futuro. Las casas de peor calidad necesitarían mantenimiento y renovación mucho antes.

10. ¿O ya ha realizado alguna reparación o mantenimiento desde que se terminó la casa?

11. ¿Qué tamaño tiene la superficie habitable en m<sup>2</sup>? O: 116 m<sup>2</sup>

12. ¿Recomendaría a otros que utilicen este material de construcción? O: ¡Sí, es el mejor material!

13. ¿Cómo fue que eligió este tipo de material de construcción? O: ¡Es el mejor material!

Preguntas sobre la casa en general

14. ¿Se siente cómodo y satisfecho en su casa? 15. ¿El o f-l

ee bien?

16. ¿El clima interior se siente diferente al de otras casas en las que ha vivido?

17. ¿Experimenta que la casa y el material de construcción son adecuados para las condiciones climáticas locales?

Oh si

HC: Sí, el concreto es adecuado para un clima tropical. También es apropiado para Nicaragua ya que está asegurado contra terremotos.

18. ¿El clima húmedo y la lluvia afectan la casa de alguna manera visible? (de una experiencia anterior) HC: No. No hay ningún problema con el clima húmedo, está hecho de roca y material no orgánico, no se enmohece.

19. ¿Fue fácil construir la casa?

O y HC: No, hay tantos detalles y lleva mucho tiempo.

20. ¿El material era nicaragüense o de importación?

Se cree que la mayoría de los materiales son de Nicaragua, además de los siguientes:

Hierro importado

Zinc importado

Cerámica importada

Windows importado de México

Cemento importado de Costa Rica para obtener alta calidad

Pregunta adicional:

Según su presupuesto, ¿cuál fue el costo total de construcción de la casa de concreto? O: 35 000 USD incluidos materiales, mano de obra y algo de madera para la fase de construcción.

### **Casa de la bahareque**

Moneda

- 2008: Promedio 1 USD = 19,37 C \$ (Banco central de Nicaragua, 2009)
- 2009: Promedio 1 USD = 20,34 C \$ (Banco Central de Nicaragua, 2010)
- El promedio entre 2008 y 2009 fue: 1 USD = 19,86 C \$
- 2010: Promedio 1 USD = 21,36 C \$ (Banco Central de Nicaragua, 2011)
- El promedio entre 2008, 2009 y 2010 fue: 1 USD = 20,36 C \$

- 2011: 1 USD = 22,22 C \$ (tipos de cambio del Reino Unido, 2011)
- El promedio entre 2010 y 2011 fue de 1 USD = 21,79
- El promedio durante 2008, 2009, 2010 y 2011 fue de 1 USD = 20,82 C \$
- 2012: Promedio 1 USD = 23.55 C \$ (Banco Central de Nicaragua, 2013)

La entrevista tuvo lugar en la casa bahareque de Matagalpa, el 14 de abril de 2014. Estuvieron presentes cinco personas; la estudiante Malin Laestander, la guía e intérprete Gisselle García, y los dos dueños de la casa.

Dueño de casa 1 (O1): Rubén Meiro Dueño de casa 2 (O2): Marta Salvany

O1: - Hay tres materiales principales utilizados para la construcción en Nicaragua; ladrillos, bloques de hormigón y piedra de cantera (llamada piedra cantera), y nunca habíamos construido nada. Queríamos construir con un material natural y terminó siendo bahareque. Esto resultó en que aproximadamente el 90% de todo el material en la casa es del área alrededor de la casa. Realmente intentamos utilizar materiales que no estuvieran a más de 30 km del sitio de construcción. Lamentablemente solo hay dos lugares en Nicaragua donde se pueden conseguir tejas de barro para el techo, así que las tuvimos que comprar en La Paz Centro, a más de 100 km del sitio.

- Cuando queríamos empezar a construir y le explicamos a la gente lo que queríamos hacer, simplemente dijeron que estábamos locos. Por suerte nos pusimos en contacto con un hombre multitarea (toca varios instrumentos, hace ropa y está involucrado con edificios) de Matagalpa. Tenía cierta experiencia en la construcción con otros materiales.
- Nos lo tomamos con calma cuando empezamos a construir la casa, ya que no teníamos experiencia no queríamos apresurarnos. Pasaron aproximadamente 2 años desde el inicio de la construcción hasta que pudimos mudarnos. Supongo que podríamos hacerlo en 1 año con la experiencia que tenemos ahora.

### **Preguntas sobre costos y proceso de construcción**

1. ¿En qué año se construyó la casa?

O1: Empezamos en abril de 2008 y terminamos en 2010, aproximadamente 2 años. Pero creo que podríamos terminar una casa como esta en 1 año si lo hiciéramos hoy.

2. ¿Cuánto duró el proceso de construcción activo? (¿Cuánto tiempo pasó desde el inicio de la construcción hasta que se terminó la casa?)

O1: El proceso activo fue durante 2 años, pero estábamos trabajando lentamente para no arriesgar nada, queríamos tener cuidado y hacerlo bien.

3. ¿Contrató a alguna empresa de construcción para hacer el trabajo? Si es así, ¿cuánto costó?

O1: No firme, pero contratamos ayuda. Contratamos a personas que necesitaban trabajo.

O2: El costo total de la fuerza laboral, incluida la construcción de muebles en madera y bahareque, fue: 25 497 USD

4. ¿Cuánto material usaste? + 5. ¿Cuánto costó el material en dólares estadounidenses en el momento de la compra?

Grupo 1 Tierra cocida: Ladrillos y tejas de barro

- Ladrillos

- o Se utilizaron ladrillos para construir tuberías de drenaje en los cimientos para llevar el agua durante la temporada de lluvias.

- o Se utilizaron 500 ladrillos y el precio fue de 650 C \$ en 2008. El transporte no está incluido en este precio pero está incluido en el precio de las vigas y travesaños.

- o 650 C \$ (/ 19,37) -> 35 USD

- Baldosas de barro

- o Se utilizaron 5 000 tejas de barro para el techo. Fueron comprados en La Paz Centro en 2009 y el precio total incluyendo transporte fue de 15 000 C \$

- o 15 000 C \$ (/ 20,34) -> 737 USD

Madera Grupo 2: Bambú, Vigas y travesaños, Postes de madera, Bastones Castilla / Silvestre, Madera de Pochote

- Bambú

- o El bambú se utilizó en las escaleras.

- o El precio del bambú fue de 675 C \$ en 2011

- o 675 C \$ (/ 22,22) -> 30 USD

- Madera para la estructura, por ejemplo, vigas y vigas transversales

- o En 2008 se adquirió madera para vigas y vigas transversales.

## Una comparación entre la técnica de construcción de bahareque y concreto para casas en Matagalpa

@ Malin Laestander - [editor@temasnicas.net](mailto:editor@temasnicas.net)

- o El precio de la madera fue de 15 820 C \$ en 2008. Este precio incluye el transporte tanto de madera como de ladrillos que fue de aproximadamente 2 000 C \$.
- o 15829 C \$ (/ 19,37) -> 817 USD
- Madera de pochote
- o La madera de pochote se utilizó para muebles, contraventanas y marcos, y para la puerta.
- o La madera de pochete se compró tanto en 2008 como en 2009 por un precio total de 13 225 C \$.
- o 13225 C \$ (/ 19,86) -> 666 USD
- Bastones de Castilla (Salvajes)
- o Para el techo se utilizaron 1 600 cañas de castilla de 3 metros de largo cada una.
- o El precio de las cañas de castilla fue de 4 800 C \$ en 2009 (esto incluye un costo de transporte de aproximadamente 1 480 C \$).
- o 4800 C \$ (/ 20,24) -> 237 USD
- Madera de Guayabo
- o Se utilizó madera de guayabo para el dormitorio del segundo piso.
- o El precio fue de 5200 C \$ en 2008.
- o 5200 C \$ (/ 19,37) -> 268 USD
- Grupo 3 Pinturas Solventes / Adhesivas de Grupo Sur Empresa: Aceite usado, Antitermitas, Sellador (capa), Solvente, Pintura
- En 2008 y 2009 se compraron aceite, antitermitas, selladores y solventes a la empresa Grupo Sur. La empresa Grupo Sur es una empresa costarricense. O2: "Son un poco más caras que empresas similares".
- o El precio del lote fue de 8200 C \$ en 2008-2009.
- o 8200 C \$ (/ 19,86) -> 423 USD
- Metales del grupo 4: clavos, alambre de fijación, alambre galvanizado, chapa plana de zinc, aluminio, (hierro)
- Se compraron clavos, alambre de sujeción, alambre galvanizado, chapa plana de zinc y bisagras entre 2008 y 2010 al precio total de 6 200 C \$.
- 6200 C \$ (/ 20,36) -> 306 USD
- Grupo 5 Vidrio: Cristal, Botellas de vino

- ventanas
  - o Las ventanas son de cristal y se compraron en 2010-2011 al precio de 4 100 C\$. (/ 21,70) -> 188 USD
- Botellas de vino
  - o Las grandes botellas de vino funcionan como diseño e iluminación natural. Fueron donados gratis de un restaurante local.
- Fibra de vidrio / claraboya
  - o Se ha montado fibra de vidrio en el techo para dejar entrar la luz natural durante

## Los Cayos Miskitos



Los Cayos Miskitos (14°23'N 82°46'O) son un archipiélago con una superficie de 27 km<sup>2</sup> situado en el mar adentro en la costa noreste caribeña de Nicaragua. Forman parte de la RACCN.

Están compuestos de 76 formaciones que incluyen estuarios, arrecifes de coral, cayos, bancos de hierbas submarinas e islotes, de los cuales 12 de las formaciones están cubiertas con vegetación y por consiguiente forman islas que están bordeadas con playas de arena blanca.<sup>1</sup>

"Cayo Miskito", también conocido como "Cayo Mayor", es el cayo más grande e importante y está situado en el centro del archipiélago midiendo 37 km<sup>2</sup>. Otras islas principales son "Cayo Maras", "Cayo Nasa" y "Cayo Morrison Denis".

La "Reserva Biológica Cayos Miskitos" es una de las 78 áreas protegidas de Nicaragua, siendo declarada como tal en 1991.

En 2001 la UNESCO declaró a los "Cayos Miskitos y su Franja Costera Inmediata" como sitio RAMSAR, "Humedal de importancia Internacional". yos Miskitos. ■