

Vulnerabilidad estructural de las edificaciones con bloques de adobe en Rama Mainland.

Structural vulnerability of adobe block buildings in Rama Mainland.

 Greivin Alejandro León González¹
grei.leon.98@gmail.com

 Lester Abrahan Vargas Espinoza¹
vargasabrahan24@gmail.com

 Julio César Aráuz Urbina¹
julio.arauz@do.bicu.edu.ni

Fecha de Recepción: 26-08-2022

Fecha de Aprobación: 26-09-2022

RESUMEN

Rama Mainland es una comunidad ubicada a 12.85 Kilómetros, al suroeste de la ciudad de Bluefields, donde se han construido edificaciones implementando adobes de suelo cemento comprimido, material poco común en la región. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la vulnerabilidad estructural de estas, que según nuestra hipótesis tienen poca resistencia a los embates de fenómenos hidrometeorológicos que golpean directamente a la zona. Se evaluó el sitio, se caracterizó físicamente a través de fichas, se realizaron levantamientos arquitectónicos en sus edificaciones y se sometió a ensayos de laboratorios unidades de bloques. Los resultados de la evaluación del histograma del lugar donde están las edificaciones, fue de 2.25 de vulnerabilidad a ciertos peligros, existiendo limitaciones ambientales que podrían perjudicar la salud de los habitantes. En el levantamiento físico se encontraron grietas en las edificaciones, pero estas no son tan graves. En cuanto a las pruebas de laboratorio que se les aplicaron a los bloques de adobe, estos obtuvieron un valor promedio en la resistencia de 54.67 kg/cm² (779.50 PSI) en la resistencia a la compresión y un 13.22% en la prueba de absorción, ambos resultados no cumplen con los que establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 12 008-16.

Palabras claves: edificaciones, viviendas, bloque, desastre, vulnerabilidad.

¹ Bluefields Indian & Caribbean University. Escuela de Ingeniería Civil, Bluefields, Nicaragua.



ABSTRACT

Rama Mainland is a community located 12.85 kilometers southwest of the city of Bluefields, where buildings have been constructed using compressed soil-cement adobe, an uncommon material in the region. The main objective of this research was to evaluate the structural vulnerability of these buildings, which according to our hypothesis have little resistance to the onslaught of hydrometeorological phenomena that directly hit the area. The site was evaluated, physically characterized by means of cards, architectural surveys of the buildings were carried out and block units were subjected to laboratory tests. The results of the histogram evaluation of the site where the buildings are located, was 2.25 vulnerability to certain hazards, with environmental limitations that could harm the health of the inhabitants. In the physical lifting, cracks were found in the buildings, but they are not so serious. As for the laboratory tests applied to the adobe blocks, they obtained an average resistance value of 54.67 kg/cm² (779.50 PSI) in the compressive strength and 13.22% in the absorption test, both results do not meet the requirements of Nicaraguan Mandatory Technical Standard 12 008-16.

Keywords: edifications, housing, brick, disaster, vulnerability.

BILA PRAHNIRA

Rama Mainland ba, tawan sirpi kum sa, naha tawan kana Bluefields wina 12.85 kilómetro waupasa bara muna bila tani ra sa, baha ra paskanka nani daukansa tasba bara simint wal kumi ra manki sirpi daukan slaubla wal (adobe wîyaba) nani wal, baha paskanka satka nani ba baha tasbaya tanira uba sakras palisa. Naha stadi taki pliki bapanka pali ba, laki kaikaya kan naha paskanka nani ba, nahki pitka kat kriwaya îsi ba (vulnerabilidad wîyaba), lukansa naha paskanka nani ba karnika mayara brîsa prari nani lî tara kuahki pliska bara ahwi pyuara. Laki kaikansa pliska ba, mariki sakansa paskanka nani ba ulbanka sirpi nani ra, nahki pitka bara satka nani paskan ba kulki sakansa bara bluk kum kum nani ra praptis nani daukansa laboratorio wîyaba ra. Naha laki kaikanka ra sakansa, paskanka pliska nani histogramika wîyaba ra 2.25 pât luaya sip nani wina pât luaya pali kum kum ra sakan sa, pliska ra bâra sa, siknis sat sat snaya nani (ambiente wîyaba) wina tawan uplika nani ra yabaya sîp sa. Paskanka nani ra baiwan sirpi nani bara kan, kuna naha nani ba uba pât pali yabras sa. Slaubla blukka nani wîyaba ra lika, laboratorio praptiska nani ra sakan ai karnika ba 54.67 kg/cm² (779.50 PSI) pitkara, (karnikaba pamnira mankan pyua ra) bara 13.22 % pitkara blukka ba lî utbaya sîp ba (absorción wîyaba), baha praptiska wal sut ra Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 12 008-16 wîyaba alki daukras sa.

Baksakan bîla nani: Paskanka nani, ulta nani, bluk, sauhkanka, nahki pitka kat kriwaya îsi ba.

Para citar este artículo (APA): León González, G. A., Vargas Espinoza, L. A. y Aráuz Urbina, J. C. (2022). Vulnerabilidad estructural de las edificaciones con bloques de adobe en Rama Mainland. *Wani* (77), 75-87. <https://doi.org/10.5377/wani.v38i77.14949>



INTRODUCCIÓN

La comunidad Rama Mainland se encuentra a orillas de la bahía de Bluefields, zona propensa a fenómenos naturales: tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos, por esta razón las edificaciones con el sistema constructivo adobe suelo cemento comprimido que se encuentran en el lugar, representan un gran interés para el estudio de análisis de vulnerabilidad estructural. Se debe tener en cuenta que el análisis de evaluación de vulnerabilidad en estructuras, facilita la formulación de recomendaciones de gran relevancia para las construcciones futuras, tomando en consideración las condiciones climáticas de la zona. Esta investigación es importante para los habitantes de la comunidad Rama Mainland, porque puede servir a las entidades gubernamentales en los procesos de planificación, desarrollo social y urbanístico de la zona

En el año 2016, los técnicos Kevin Esmir Rivas Jarquín y Carlos Manuel Cerrato Cerrato, hicieron una investigación de Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas unifamiliares en el municipio de San Rafael del Sur, comunidad La Gallina, determinando que el bloque al ser elaborado con las especificaciones técnicas óptimas, tenía un promedio de resistencia a la compresión de 1217 PSI o 85 kg/cm², con una humedad de 12.14% (Rivas Jarquín & Cerrato Cerrato, 2016). El tipo de suelo, según el método Highway Research Board (HRB), fue un suelo A-7-5 que según la norma AASHTO (Duque Escobar, 2003), es un suelo de arcilla de alta compresión, por el método de Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); se identificó un suelo ML, que es un suelo limo arcilloso de baja plasticidad. Con los datos recopilados se concluyó que el material es apto para ser aplicado a la construcción, debido a que la resistencia a la compresión es mayor a 200 PSI o 50 kg/cm², sin embargo, este dato no se refleja de qué norma o reglamento se obtuvo.

En ese mismo año, los ingenieros Jairo Stiven Parrales Figueroa y Carlos Manuel Taisigüe Jarquín, realizaron un estudio de Evaluación de vulnerabilidad de vivienda en la comunidad Rama Cay en el municipio de Bluefields. En este estudio se estableció que la comunidad posee una puntuación de 2.06, puntaje que se determinó con el uso de histograma de evaluación del sitio. Esto significa que el lugar donde se emplazó el proyecto, es propenso a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que puede eventualmente dañar la salud de las personas que habitan el sitio (Taisigüe Jarquín & Parrales Figueroa, 2016). También se identificó que las viviendas están elaboradas por láminas de Plyrock, las cuales pueden resistir condiciones climáticas húmedas. Pero, al contener estructuras de perfiles de acero galvanizados, estar cerca del mar y no seguir las especificaciones técnicas del producto a la hora de su construcción, tienden que la estructura presente irregularidades, por ejemplo: corrosión y humedad en las paredes, tendiendo a presentar daños más severos en el futuro.

Según el señor Vicente Ruiz (V. Ruiz, comunicación personal, 21 de abril del 2021), juez comunal de la organización «Amigos en acción», bajo la supervisión del señor Timoteo Johnston, representante legal, financió la construcción de tres viviendas unifamiliares utilizando bloques de adobe suelo cemento comprimido, teniendo un costo aproximado de \$5,500 (cinco mil quinientos dólares). Sin embargo, estas edificaciones carecieron de planos para guiar a los constructores durante la obra, no se hicieron ensayos de laboratorios a los bloques y agregados que fueron utilizados en el proyecto, dejando la incertidumbre si estas edificaciones se encuentran en los

parámetros de calidad de resistencia que estipula la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON)12 008-16, y que puedan soportar los embastes de fenómenos hidrometeorológicos.

Por ello, surgió la iniciativa de este estudio con el fin de evaluar el nivel de vulnerabilidad estructural que tienen estas edificaciones, realizando inspección y levantamiento de las instalaciones. Se aplicó los histogramas de evaluación del sitio a través de la observación y los parámetros que establece el Sistema Nacional de Prevención a Desastres (SINAPRED); se verificaron, a través de ensayos de laboratorios, la resistencia de comprensión y el porcentaje de humedad que tienen los bloques de adobe suelo-cemento comprimido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de localización del estudio

Esta investigación se hizo en la comunidad de Rama Mainland, ubicada a 12.89 Km al suroeste de la ciudad de Bluefields. Constituye un asentamiento de la isla de Rama Cay, perteneciente al municipio de Bluefields; su acceso es por la vía acuática, tardando desde la ciudad, aproximadamente 90 minutos en botes de motor de 15 caballos fuerza y de 15 a 20 minutos en lanchas con motor de 75 y 200 caballos fuerza.

Tipo de estudio

La investigación es descriptiva no-experimental, porque se describieron las características físicas y mecánicas del material constructivo de las edificaciones empleando análisis de laboratorio. Únicamente se observaron los resultados sin realizar experimentos que los alteraran.

Esta investigación tiene un enfoque mixto, porque se describieron las condiciones estructurales de la edificación, de manera que se evaluó utilizando datos no numéricos para valorar el estado en que se encuentran; se interpretaron y analizaron datos numéricos adquiridos de los ensayos de laboratorios a los bloques. Esta investigación es de corte transversal, porque el estudio se realizó en un lapso de tiempo determinado.

Población muestral

La población está conformada por siete edificaciones que poseen este sistema constructivo de adobe suelo-cemento comprimido, construidas en la comunidad Rama Mainland del municipio de Bluefields. Se tomó como muestra el 100% de la población con el fin de analizar el estado actual de cada infraestructura.

Técnica e instrumento de la investigación

Visita in situ

Se realizó visita al lugar de estudio para poder observar y analizar las condiciones en que se encuentran las edificaciones y el entorno construido, utilizando la ficha de caracterización se pudo obtener información para el análisis de la situación existente, haciendo consideraciones de la vulnerabilidad de la comunidad.

Método de evaluación del sitio

Para el método de evaluación de sitios, se utilizó un formato elaborado por el equipo de la subcomisión ambiental establecida cuando se presentan situaciones de estados de amenazas o vulnerabilidad. Dicha evaluación se realizó mediante el llenado de los histogramas de evaluación del sitio establecido por el SINAPRED (2012) en los componentes bioclimático, geología, ecosistema, medio construido, interacción (contaminación) e institucional social.

El procedimiento para obtener los resultados fue siguiendo lo que establece el SINAPRED (2012), el cual indican que se deben de sumar el valor registrado por todos los componentes y luego dividirlo entre el número total. Este valor debe de oscilar entre 1 y 3 teniendo en cuenta los criterios de la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios que estable el SINAPRED en los histogramas de evaluación.

Valores	Significado	Recomendación
Entre 1 a 1.5	El sitio donde se encuentran las edificaciones es muy peligroso y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas.	Se recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomienda la selección de otro lugar
Entre 1.6 a 2.0	El sitio donde se encuentran las edificaciones es propenso a ciertos peligros y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que habitan el sitio.	Se sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa deberá estudiarse de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo de un proyecto.
Entre 2.1 y 2.5	El sitio es poco peligroso y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas	Se considera aceptable el sitio.
Mayor a 2.6	significa que el sitio no es vulnerable, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental para el desarrollo del sitio	Se considera este sitio aceptable para la conservación y desarrollo

La evaluación final del sitio fue determinada por el promedio de los valores registrados por cada componente.

Levantamiento de las edificaciones

Antes de hacer el levantamiento se aplicaron encuestas a cada jefe de familia que habita las edificaciones en estudio, con el fin de determinar cómo es la percepción de ellos en habitarlas.

También se hicieron entrevistas a las personas involucradas en la elaboración y construcción de las edificaciones a base del adobe suelo cemento comprimido obteniendo datos relevantes de las edificaciones.

Se realizó el levantamiento arquitectónico de las edificaciones construidas con el bloque de adobe suelo cemento usando el método de la cinta métrica, tomando las medidas de la estructura para plasmarlas en papel. Posteriormente se dibujó en AutoCAD® 2020, esto permitió visualizar todas las características arquitectónicas de las edificaciones. También se utilizó un GPS con el fin de georreferenciar las coordenadas de las edificaciones.

A través de la observación se describió detalladamente el estado actual de cada una de las edificaciones posteriormente al levantamiento realizado, esto permitió llenar las fichas de caracterización en cada edificación identificando los problemas físicas, mecánicas y químicas que tienen.

Ensayos de laboratorios

Se realizaron ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de porcentaje de absorción en el laboratorio de ingeniería de la Universidad Centro Americana (UCA) en Managua, cuyo director, MSc. Jean Carlos Gutiérrez, recomendó que como mínimo se analizaran tres bloques con que se realizaron las edificaciones a evaluar.

La determinación de absorción de agua en los bloques de adobe suelo cemento comprimido, consistió en someter a los bloques a la inmersión en agua hasta su saturación y luego al secado, para registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% Abs = \frac{A-B}{B} * 100 \quad (1)$$

%Abs = Porcentaje de Absorción.

A = Masa en húmedo del espécimen, en Kg.

B = Masa en seco del espécimen, en Kg.

El ensayo resistencia a la compresión a los bloques de adobe suelo cemento comprimido, utilizando la Máquina Universal, se obtuvo la resistencia a la compresión de unidades de bloques de adobe suelo cemento comprimido, los cuales se verificaron si cumplen con las condiciones que establece las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 12 008-16). Se tomaron las dimensiones de cada bloque que se dio a someter a la prueba. Seguidamente se colocaron en la máquina universal confinándolo con una placa metálica, esto se realizó porque el pistón hidráulico es menor que el área bruta del espécimen, se le ejercerá la presión necesaria hasta que el bloque llegue al punto de agrietamiento o fractura.

La prueba de compresión axial trabaja bajo la ecuación:

$$Resistencia (T) = \frac{P}{A_n} \quad (2)$$

T = Es el esfuerzo a la compresión o resistencia.

P = Es la fuerza aplicada hasta el momento de ruptura por la máquina de ensaye.

An = Área neta del espécimen ensayado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del sitio según histograma

La componente bioclimática se identificó como la de mayor riesgo, siendo la variable de precipitación como la de mayor amenaza, esto puede ser debido a que casi todo el año se observa precipitación en la zona. En el componente Medio Construido se observó como de mayor peligro la variable del acceso a servicios básicos debido a que la comunidad no posee servicios básicos como electricidad, agua potable y alcantarillado sanitario. En cuanto a la telecomunicación es muy baja debido a la distancia lejana que hay con las torres de telecomunicaciones más cercana. En los componentes geológico, ecosistema, Interacción e Institucional Social no se observaron variables peligrosas.

Tabla 2. Valores obtenidos para cada componente del histograma del SINAPRED.

Componentes	Valor
Bioclimático	1.6
Geología	2.71
Ecosistema	2.20
Medio Construido	1.80
Interacción (Contaminación)	2.67
Institucional Social	2.50
Promedio	2.25

En el resumen de la Tabla 2, la evaluación reflejó un resultado promedio de 2.25, significando que el sitio donde se emplazaron las edificaciones es propenso a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente perjudicar las condiciones de vida de las personas que las habitan. Según los parámetros del SINAPRED (2012) estas personas tendrían que buscar otro lugar para vivir, pero al ser de escasos recursos y no tener otro lugar para vivir, es difícil que puedan hacerlos, por lo cual se tendrían que buscar estrategias que puedan mitigar las variables de mayor peligro que se detectaron.

Levantamiento de las edificaciones

Antes de realizar el levantamiento de las edificaciones, primero se hicieron encuestas y entrevistas a los jefes de familia, en las que manifestaron que no están capacitados y no han recibido charlas para afrontar un fenómeno hidrometeorológico que pueda afectar la zona, no conociendo cuales serían las estrategias, refugios y técnicas para poder salvaguardar sus vidas.

También argumentaron que durante la construcción de sus viviendas no se guiaron de planos constructivos ni especificaciones técnicas, únicamente fueron realizadas con la experiencia empírica del albañil. También se pudo determinar que las viviendas en sus paredes exteriores se hicieron con adobe suelo cemento comprimido, pero se utilizó bloques de concreto en las cimentaciones de la estructura.

Nivel de seguridad de las edificaciones ante fenómenos naturales

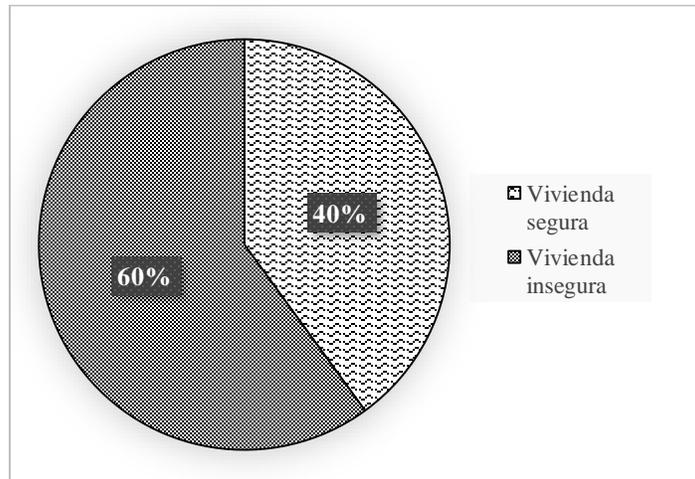


Figura 1. Nivel de seguridad de las edificaciones ante fenómenos naturales.

Las edificaciones no han enfrentado ningún fenómeno natural, pero el 60% de los encuestados observan algunas debilidades en las edificaciones manifestando no estar seguro ante el embate de un fenómeno natural.

Edificaciones que incorporan condiciones estructurales resistentes

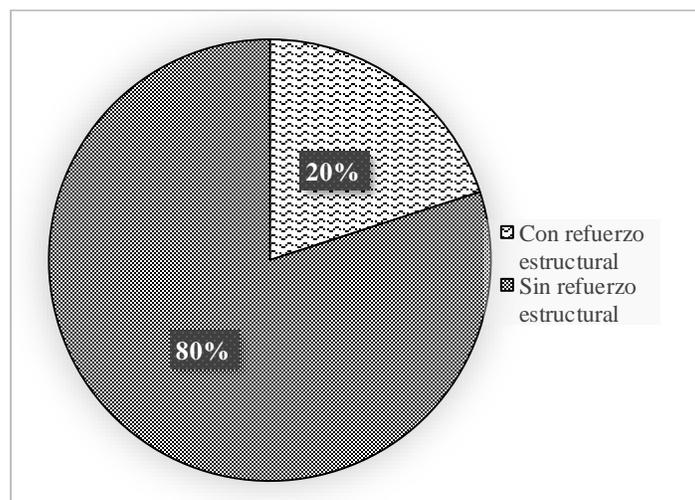


Figura 2. Porcentaje de las edificaciones que incorporan condiciones estructurales resistentes

Un 80% de los encuestados consideran que su vivienda no cuenta con las condiciones estructurales adecuadas para brindar una resistencia conforme. Esto puede ir relacionado con la carencia de elementos estructurales como vigas y columnas en las edificaciones, poniendo en incertidumbre a las personas con respecto a la resistencia.

Posteriormente se realizó el levantamiento de las edificaciones a evaluar georreferenciando con un GPS la localización de éstas, así mismo se midió el largo y ancho identificando sus ambientes y utilidad a como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Coordenadas y dimensiones de las edificaciones

Edificación	Ocupación	Coordenadas		Largo (m)	Ancho (m)
		X	Y		
1	Vivienda	194445	1317370	7.90	6.10
2	Vivienda	194425	1317390	7.90	6.10
3	Vivienda	194422	1317411	7.90	6.10
4	Vivienda	194375	1317535	7.90	6.10
5	Taller de aserrío	194587	1317362	18.33	7.48
6	Bodega	194607	1317347	7.56	3.35
7	Vivienda no habitada	194658	1317451	13.48	6.00

En las edificaciones 1, 2, 3 y 4 son edificaciones que se utilizan como viviendas conformándose por cuatro ambientes, siendo tres habitaciones de 6.84 m² cada uno y una sala cocina de 20.56 m², contiendo 4 puertas de aproximadamente de 0.90 m por 1.90 m y 7 ventanas de madera de 0.85 m por 0.96 m, la cubierta de techo es de cuatro aguas conformados por láminas de zinc ondulado y estructura de madera. Estas edificaciones no contienen servicios sanitarios en su interior.

La edificación 5 se utiliza para taller de aserrío y está dividida en tres ambientes siendo oficinas y bodegas abarcando cada uno 12.42 m², y un área de trabajo la cual ocupa un espacio de 74.45 m². Esta edificación contiene 2 puertas de aproximadamente de 0.90 m por 1.90 m y 2 ventanas de madera de 0.85 m por 0.96 m, la cubierta de techo es de 2 aguas conformados por láminas de zinc ondulado con una estructura de perlines.

La edificación 6 está dividida en dos ambientes, una bodega de 7.20 m² para almacenamiento de material y otra de 14.40 m² para almacenamiento combustible y planta eléctrica. La edificación 7 es una vivienda sin ambientes la cual tiene un espacio de 70 m². Ambas edificaciones tienen puertas y ventanas de madera (3 puertas y 3 ventanas la primera y 2 puertas y 8 ventanas la segunda), con techo de dos aguas conformados por láminas de zinc ondulado y estructura de madera.

Las cubiertas y estructuras de techos en todas las edificaciones, se observaron que están en buen estado, pero se considera que no podrían soportar embates de vientos intensos, llegando a desprenderse, esto es debido a que la estructura no es rígida, teniendo bastante separación entre sus elementos, e igualmente el clavado de las láminas con la estructura es con clavos comunes.

Durante el levantamiento se observó que las edificaciones físicamente presentan patología estructural, observándose humedad y suciedad, pudiendo ser causadas por capilaridad y filtración;

estas lesiones pueden estar relacionadas también con las propiedades de los bloques, el tema ambiental y la incidencia del nivel freático superficial que probablemente tiene la zona.

En cambio, los problemas mecánicos que se edificaron en las edificaciones fueron grietas y fisuras verticales, las cuales tienen aproximadamente la longitud del alto del bloque con ancho de 6.35 mm. Según el Cemix®, estas grietas con ese ancho son consideradas como moderadas, lo que indican que se debe hacer una reparación urgente, ya que la vivienda podrá soportar su peso, pero disminuirá su resistencia lateral (Cemix®, 2020). El blog de Arquitectura y edificación en Ingenieros Asesores, indica que si llegan hasta 3 mm a más, pueden ser una señal indicativa de que existe un problema de asentamiento grave, el cual requería una inspección por parte de expertos en ingeniería estructural. (Ingenieros Asesores, 2021)



Figura 3. Grietas en unas de las viviendas.

También se identificaron desprendimiento, erosión (estas pudieron ser causadas por las cargas que están sometida las edificaciones, dilatación) contracción del material que están compuesto los bloques, la mala aplicación de acabados en las paredes y la carencia de elementos estructurales como columnas y vigas.

Desde el punto de vista químico, se identificó los problemas de los organismos que están por la vivienda: pueden ser animales, plantas y hongos, que podría generar la descomposición y debilitamiento de los bloques que componen las edificaciones. El otro problema identificado es la corrosión, causada por la aireación diferencial de salitre debido a la cercanía del mar.

En cuanto a los ambientes de las edificaciones que se utilizan como viviendas, algunos no cumplen con las dimensiones que indican la Normas Mínimas de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 11 013-04), la cual menciona que las habitaciones tendrían que tener un área mínima de 9 m² (NTON 11 013-04), y según las dimensiones recolectadas son menores a ese valor. En cuanto a los otros ambientes que serían la sala cocina, estas sí cumplen, y están por arriba del dato que manda la norma que es 16.20 m² (NTON 11 013-04). Sin embargo, las estructuras no cuentan con espacios que según la NTON 11 013-04 son esenciales, las cuales son: la unidad sanitaria con ducha, inodoro y lavamanos, cuarto de servicio. y un espacio para el lavado y planchado.

Ensayos de Laboratorios

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en el laboratorio de suelos de la UCA, supervisados por el responsable de Laboratorio Jean Carlos Gutiérrez Gutiérrez. Los resultados se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Valores obtenidos de cada muestra en el ensayo de absorción.

Muestra	Peso húmedo (kg)	Peso seco (kg)	Ensayo Absorción (%)
M-1	11.43	10.10	13.17
M-2	11.41	10.10	12.97
M-3	11.26	9.92	13.51

En los bloques se obtuvieron un promedio de absorción de 13.22% aproximadamente, el cual es mayor al límite de 10% que establece la norma NTON 12 008-16, por lo cual no cumple.

Tabla 5. Valores obtenidos de cada muestra en el ensayo de resistencia

Muestra	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Fuerza Aplicada (kgf)	Ensayo de Resistencia (kgf/cm ² - psi)
1	35	17.5	10	9,660.9	36.8 – 523.42
2	35	17.5	10	18,837.0	83.3 – 1,184.80
3	35	17.5	10	11,132.0	43.9 -624.40

Con los datos del cuadro anterior, primero se debe indicar que los bloques cumplen con las dimensiones que establece la Nueva cartilla de la construcción (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2011 p.37). En cuanto a la resistencia promedio de los bloques que se analizaron, fue de 54.67 Kg/cm² (777.59 psi) con un promedio de absorción de 13.22%. En ambos casos, estos bloques no cumplen con las normas de NTON 12 008-16, lo cual indican que para una resistencia mínima a compresión debe de ser de 1542 psi y la absorción debe ser menor a 10%, por lo cual se deduce que estos bloques no son aptos para la construcción.

Los resultados de resistencia de compresión no son similares en las tres muestras, según el MSc. Jean Carlos Gutiérrez Gutiérrez, esto puede ser por la irregularidad en la proporción de la mezcla y que los bloques no reciban la compresión adecuada y el tiempo de curado necesario cuando se están fabricando.

Propuesta de mejoras en las futuras edificaciones

Para mejorar la calidad de las futuras edificaciones que se realicen con los bloques en estudios, se proponen las siguientes acciones:

1. Mejorar la proporción del bloque, realizando estudios de mejora en las dosificaciones de los materiales que lo componen, alcanzando de esta manera la resistencia requerida que cumplan con los estándares permisibles.

2. Para evitar el desgaste de los bloques de adobe suelo cemento, se recomienda impermeabilizar las paredes con una capa de repello de mortero; de igual manera disponer de buenos aleros en el techo para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia.
3. Cumplir con las especificaciones técnicas que orienta el proveedor de la máquina, para que los bloques de adobe suelo cemento adquieran sus propiedades mecánicas.
4. En las edificaciones que se construyan, implementar elementos estructurales como columnas y vigas intermedias que ayuden a soportar las cargas de la edificación.
5. Para el mortero de pega de los bloques, es recomendable usar una dosificación 1:3 (1 cemento, 3 de arena) para obtener una resistencia mayor de 2500 PSI.
6. Realizar estructuras de techos más regidos, siguiendo las normas constructivas, también que la fijación de la cubierta será con pernos.

CONCLUSIONES

El nivel de vulnerabilidad que tiene el lugar donde están emplazados las edificaciones es de 2.25, lo que significa que el lugar es vulnerable a ciertos peligros, existiendo limitaciones ambientales que pueden perjudicar la salud de los habitantes, razón por lo cual se sugiere un cambio de lugar para vivir; de no ser éste el caso, se recomienda realizar un análisis más a fondo para adaptar el material constructivo a la zona donde se emplaza este proyecto.

Según las encuestas, los habitantes del sitio manifestaron que las edificaciones que habitan les dan confort, pero la mayoría no se sienten seguros y capacitados a la hora de afrontar un fenómeno hidrometeorológico. En las edificaciones se observaron deterioros leves en las estructuras que no perjudican la seguridad de las personas que las habitan; también se observó que se va deteriorando debido a la humedad que se presenta en la zona, reflejándose en el desgaste del material en la parte inferior de las paredes.

Al realizarle pruebas de laboratorio al bloque de adobe suelo cemento comprimido, se obtuvieron valores en la resistencia a la compresión promedio de 54.67 kg/cm² (779.50 psi), y en el porcentaje de absorción promedio de 13.22%, no cumpliendo con lo que establece la NTON 12 008-16, indicando que se tienen que obtener valores mayores a 108 kg/cm² (1542 psi) y menores a 10% respectivamente, por ello se sugiere mejorar la proporción y modo de realizar dichos bloques.

Definitivamente, el bloque de adobe suelo cemento comprimido utilizado en la comunidad Rama Mainland, es de mala calidad para la construcción y no podría resistir los embates de fenómenos hidrometeorológico que afectan a la zona, en gran medida por la ubicación donde están emplazadas las edificaciones, poniendo en riesgo a las personas que viven en dichas edificaciones.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.



REFERENCIAS

- Cemix® (2020). Grietas en muros: cómo identificarlas y corregirlas. Cemix.
<https://www.cemix.com/identificar-corregir-grietas-muro/>
- Duque Escobar, Gonzalo (2003). Manual de geología para ingenieros. Universidad Nacional de Colombia
- Ingenieros Asesores. (2021, marzo). Grietas estructurales peligrosas: cómo identificarlas para repararlas cuanto antes. Arquitectura y edificación., Ingenieros Asesores.
<https://ingenierosasesores.com/actualidad/grietas-estructurales-peligrosas-como-identificarlas-repararlas/#:~:text=Las%20grietas%20verticales%20surgen%20generalmente,de%20expertos%20en%20ingenier%C3%ADa%20estructural.>
- Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI. (2011). Nueva cartilla de la construcción. (pág. 37). Nicaragua.
- NTON. (2004). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. En NTON 11 013-04, Normas Mínimas de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales. (pág. 18). Nicaragua.
- NTON. (2016). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. En NTON 12 008-16, Materiales de construcción. Bloque hueco y sólido a base de cemento y agregados pétreos. Requisitos y evaluación de conformidad. (págs. 5-8). Nicaragua.
- Rivas Jarquín, K. E., & Cerrato Cerrato, C. M. (2016). *Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas unifamiliares en el Municipio de San Rafael del Sur Comunidad La Gallina (de Agosto – Noviembre 2016)*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- SINAPRED. (2012). Manual de procedimientos para evaluación de sitio. Nicaragua.
- Taisigüe Jarquín, C. M., & Parrales Figueroa, J. S. (2016). *Evaluación de vulnerabilidad de vivienda en la comunidad Rama Cay - Municipio Bluefields, RACCS, 2015 - 2016*. Bluefields Indian & Caribbean University.
- Williams, J. (23 de Abril de 2021). *Características geográficas de la comunidad Rama Mainland*. (L. Vargas, Entrevistador)