

**PROTOTIPO DE VIVIENDA DE BAJOS RECURSOS CON MATERIAL
RECICLADO (MODELACIÓN SAP, CARACTERIZACIÓN DE LOS
MATERIALES, ANIMACIÓN VIRTUAL)**

**FABIO ANDRÉS ARGÜELLO RUEDA
MARIO LEONARDO CASTELLANOS SALAZAR**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2015**

**PROTOTIPO DE VIVIENDA DE BAJOS RECURSOS CON MATERIAL
RECICLADO (MODELACIÓN SAP, CARACTERIZACIÓN DE LOS
MATERIALES, ANIMACIÓN VIRTUAL)**

**FABIO ANDRÉS ARGÜELLO RUEDA
MARIO LEONARDO CASTELLANOS SALAZAR**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
ÁLVARO ENRIQUE RODRÍGUEZ PÁEZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2015**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Director de Investigación
Ing. Álvaro Enrique Rodríguez Páez

Asesor Metodológico
Ing. Richard Moreno Barreto

Jurado

Bogotá D.C., junio de 2015

Agradezco a Dios quien ha hecho posible llegar a este punto tan importante para mi formación académica, a mi familia que desde un principio han sido un soporte incondicional, quienes bajo su comprensión y cariño me han brindado su afecto en las circunstancias mas difíciles, especialmente a mi madre y mi hermana quienes conmigo compartieron el desarrollo de este proceso desde un principio, a la vida por permitirme vivir momentos y compartir con personas que han fortalecido mi carácter y han consolidado mis valores, agradezco a mi compañero de tesis Fabio Arguello quien ha sido una ayuda esencial para el desarrollo de este trabajo, por último agradezco a todo el equipo de profesionales que hacen parte de la universidad Católica por brindarme sus conocimientos para la culminación de mi carrera.

Mario Leonardo

Agradezco a la Vida, por cada día, hora y segundo que tengo disponible para sentirme vivo, para aprovechar cada momento, para aprender, para compartir y para verme acompañado por mi familia, amigos y de aquellas personas que han cruzado mi camino. Agradezco a Dios por brindarme esta vida que me ha llenado de bendiciones, de personas increíbles, de momentos únicos que han hecho de la vida más agradable, porque no ha sido fácil llegar hasta este punto donde los obstáculos prevalecen, donde algunos momentos han sido difíciles de llevar, pero como le vida me ha regalado tanto, me ha regalado a mis padres quienes son el principal motor de mi vida, a ellos son los que principalmente agradezco cada logro, cada llegada a la cima, cada momento de alegría y gloria pero también agradezco porque han estado en cada caída y en cada error que he cometido, a ellos les agradezco inmensamente por haberme regalado lo mejor de cada uno, sus grandes valores.

Que la vida esté llena de sorpresas, de momentos inesperados, de personas increíbles, de los mejores amaneceres y atardeceres... simplemente que la vida esté llena de pura vida y que nos alcance para lo que el tiempo disponga de nosotros.

Fabio Andrés

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES	15
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1 Descripción del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 JUSTIFICACIÓN	16
1.5 DELIMITACIÓN	17
1.6 MARCO DE REFERENCIA	17
1.6.1 Marco teórico	17
1.7 METODOLOGÍA	19
1.7.1 Recopilación de información	19
1.7.2 Análisis de Información	19
1.7.3 Diseño	19
2. MATERIALES PRINCIPALES DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	20
2.1 MADERA	20
2.1.1 Características	20
2.1.2 Maderas que se deben implementar en el proyecto	21
2.2 BOTELLA DE PLÁSTICO	21
2.1.1 Características	21
2.3 LLANTA	23
2.3.1 Características	23
2.4 GUADUA	24
2.4.1 Características	24
2.5 CLORO	25
2.5.1 Características	25
2.6 TIERRA	26
2.6.1 Características	26
3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	27
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	27
3.2 TIPO DE ESTRUCTURA	27
3.2.1 Estructura sistema aporticado	27
3.3 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑOS	27

	pág.	
3.4	TIPO DE SUELO	29
3.5	TIPO DE EDIFICACIÓN	30
3.6	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	30
3.7	ESPECTRO DE DISEÑO	31
3.8	CÁLCULO DEL PERIODO	31
3.9	MÉTODO PARA ANÁLISIS SÍSMICO	31
4.	CÁLCULO DE LAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE LA ESTRUCTURA	32
4.1	CARGA MUERTA	32
4.2	CARGA VIVA	33
5.	FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	34
5.1	CARGAS VIVAS	34
5.2	CARGAS MUERTAS	36
6.	ANIMACIÓN VIRTUAL	38
7.	CONCLUSIONES	43
8.	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento	28
Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo	29
Tabla 3. Valores del coeficiente F_a , para la zona de períodos intermedios del espectro	29
Tabla 4. Valores del coeficiente F_v , para la zona de períodos intermedios del espectro	30
Tabla 5. Valores del coeficiente de importancia, I	30
Tabla 6. Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado	32
Tabla 7. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	33

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tarimas de maderas recicladas	21
Figura 2. Ideas de reciclaje con botellas plásticas	22
Figura 3. Dimensiones a usar dentro de la vivienda de las botellas PET para la construcción de los muros fachada y muros divisores	23
Figura 4. Llanta	24
Figura 5. Guadua	24
Figura 6. Espectro de diseño	31
Figura 7. Elementos estructurales	34
Figura 8. Cargas vivas 1	34
Figura 9. Cargas vivas 2.	34
Figura 10. Cargas vivas 3	35
Figura 11. Cargas vivas 4	35
Figura 12. Cargas vivas 5	35
Figura 13. Cargas vivas 6	36
Figura 14. Cargas muertas 1	36
Figura 15. Cargas muertas 2	36
Figura 16. Cargas muertas 3	37
Figura 17. Cargas muertas 4	37
Figura 18. Cargas muertas 5	37
Figura 19. Animación virtual 1	38
Figura 20. Animación virtual 2	39
Figura 21. Animación virtual 3	39
Figura 22. Animación virtual 4	40
Figura 23. Animación virtual 5	40
Figura 24. Animación virtual 6	41
Figura 25. Animación virtual 7	41
Figura 26. Animación virtual 8	42
Figura 27. Animación virtual 9	42

GLOSARIO

A_a : Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño,

ANÁLISIS: Los efectos de las cargas en los diferentes elementos de la estructura y sus conexiones deben determinarse utilizando métodos aceptados de análisis estructural, teniendo en cuenta los principios de equilibrio, estabilidad general, compatibilidad de deformaciones y las propiedades de los materiales tanto a corto como a largo plazo.

A_v : Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.

BOTELLA: Recipiente para líquidos, generalmente de vidrio o de plástico, alto, cilíndrico y con el cuello largo y estrecho.

CARGAS MUERTAS: La carga muerta cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación. Las fuerzas netas de pre esfuerzo deben incluirse dentro de la carga muerta.

CARGAS VIVAS: Las cargas vivas son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento y sismo.

CARGAS: Son fuerzas u otras sollicitaciones que actúan sobre el sistema estructural y provienen del peso de todos los elementos permanentes en la construcción, los ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, asentamientos diferenciales y restricción de cambios dimensionales. Las cargas permanentes son cargas que varían muy poco en el tiempo y cuyas variaciones son pequeñas en magnitud. Todas las otras cargas son cargas variables.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: Se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva minimizar el impacto del sector en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.

F_a : Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

FACTOR DE IMPORTANCIA: El factor de importancia, **I**, para el edificio u otra estructura debe determinarse de acuerdo con los grupos de uso.

F_v: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.

PET: (polietileno tereftalato) es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección soplado y termo formado.

R: Coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico, **R₀**, multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura, en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

R₀: Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural.

RESISTENCIA: La estructura de la edificación y todas sus partes deben diseñarse y construirse para que los materiales utilizados en la construcción de los elementos y sus conexiones puedan soportar con seguridad todas las cargas.

S_a: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración **T**

SISTEMA DE PÓRTICO: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

S_v: Valor del espectro de velocidades de diseño para un período de vibración dado. Máxima velocidad horizontal de diseño, expresada en m/s, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración **T**.

T: Período de vibración del sistema elástico, en segundos.

T₀: Período de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones, en **s**.

T_C : Periodo de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño, para períodos cortos, y la parte descendiente del mismo.

INTRODUCCIÓN

Las construcciones de obras civiles son importantes en la vida económica de un país, el buen funcionamiento de estas obras depende de la forma en que fueron construidas y de los análisis previos de diseño que se desarrollaron, los cuales están adaptados a las condiciones del terreno, temperatura, ubicación, administración, uso, entre otros.

Basado en estudios que ya se realizaron para verificar que los materiales implementados de las estructuras funcionen, se han derivado diferentes formas para la construcción de viviendas, en este caso se tiene en cuenta los materiales de fácil uso e implementación, así como, su bajo costo para poder generar un impacto positivo en las personas que carecen de presupuestos para la adquisición de viviendas cómodas y habitables.

La estructura en la que está basado dicho diseño de la vivienda que se plantea en este proyecto, es generada por materiales como, la guadua, la arena, neumáticos, botellas de plástico, cemento y acero. siendo estos últimos los más costosos pero los que en menos cantidades se necesitan dado que los otros permiten que los costos de construcción sean menores y tengan el mayor protagonismo dentro del proceso constructivo.

Los programas existentes como el SAP permiten generar el análisis del comportamiento de la estructura, para así, saber si las dimensiones planteadas en un principio cumplen con las cargas que van a soportar las vigas y columnas y ver que la vivienda no vaya a colapsar. Por lo tanto podemos conocer antes de construir la vivienda si esta es viable, solamente con asumir algunas cargas y constantes que se acerquen a la realidad de lo que se vaya a utilizar para la construcción.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Desde la aparición de las primeras civilizaciones, los residuos de la actividad humana o basura, han sido un problema que ha ido incrementándose, lo cual a lo largo de la historia, ha presentado inconvenientes como enfermedades, contaminación y empeoramiento de las condiciones de vida de algunas comunidades, no solo humanas sino también de otras especies.

Debido a esto, el hombre ha intentado idear diversas soluciones para aminorar y en algunos casos eliminar la producción de desperdicios; gracias a la conciencia ambiental que ha ido aumentando en las nuevas generaciones de profesionales, se han mejorado los procesos de desarrollo de diferentes trabajos, haciendo que los mismos sean más eficientes reduciendo la emisión de agentes nocivos para el medio ambiente y la salud pública.

Una de las mejores soluciones que se han planteado para reducir el impacto ambiental, ha sido el reciclaje, proceso por el cual se recolecta los materiales de uso común y se transforman para el mismo u otro uso, evitando incurrir a usar mas materia prima.

Por lo anterior es necesario para el desarrollo de este trabajo proponer como solución reciclar todo tipo de materiales con el propósito de obtener beneficios económicos en busca de apoyar a familias mas desfavorecidas económicamente.

1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema. El crecimiento mundial en construcción es tan alto que las ciudades están generando una gran necesidad de materias primas para la ejecución a corto plazo de los proyectos, siendo los requerimientos tan altos que así mismo se van generando los desechos que van aumentando la contaminación y el desperdicio de implementos que pueden llegar a servir a la hora de brindar un apoyo a los más necesitados.

Es necesario promover la conciencia de reciclaje en la ciudad, contemplando la posibilidad de satisfacer las necesidades mínimas de supervivencia de una comunidad como lo son la vivienda, por lo anterior este proyecto se centra en la simulación mediante SAP de una vivienda que utiliza material reciclable para su construcción, la caracterización de sus materiales y la manera de adecuación de los mismos para este tipo de obras.

1.2.2 Formulación del problema. Colombia es un país que crece muy rápido cuanto a construcciones de vivienda, centros comerciales y oficinas se trata. Se generan todo tipo de estudios para que las estructuras cada vez sean más

resistentes, más económicas y más livianas, con el fin de brindarle a los usuarios un espacio agradable, pero el inconveniente es que no pensamos en aquellas personas que no cuentan con la facilidad de acceder a dichas viviendas por sus altos costos con respecto a sus ingresos mensuales, es por eso que este documento posee gran ayuda para el avance de las viviendas de bajo costo a partir de materiales reciclados con el fin de pensar en las personas que más lo necesitan, siendo estas un gran porcentaje de nuestro país.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Generar una simulación mediante el programa estructural SAP, y realizar una animación virtual con el fin de mostrar la construcción de una vivienda de bajo costo hecha en material reciclado, permitiendo así optimizar los costos, tiempos y calidad de producción, con el propósito de promover este tipo de construcciones en el futuro.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar una simulación estructural, garantizando así el óptimo funcionamiento de la vivienda.
- Promover la construcción auto sostenible con el propósito de mitigar los impactos ambientales generados en las obras civiles.
- Realizar una animación virtual para mostrar los acabados y el proceso constructivo de las viviendas con material reciclado.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la cotidianidad del ser humano está el constante uso de implementos que son desechados rápidamente y que generan problemas de almacenamiento ya que necesitan de un gran espacio para su ubicación, además, siendo estos los principales causantes de la contaminación mundial, pues son elementos derivados del petróleo.

Con este constante problema el hombre ha tratado de buscar soluciones prácticas que permitan reducir el alto impacto y que beneficien a las comunidades afectadas directamente, siendo estas las de más bajos recursos, pues son las que normalmente viven cerca a los grandes basureros. Al identificar este problema y al conocer ya procesos que permiten la reutilización de dichos materiales podemos aplicar las bases de la ingeniería y llegar a utilizarlos para la construcción de nuevas viviendas, siendo estos los que más espacio ocupan y los menos biodegradables.

1.5 DELIMITACIÓN

Este proyecto tuvo muy poco tiempo de desarrollo por lo cual solo se pudo llegar a realizar la captación de información suficiente para las bases de la construcción de la vivienda, la caracterización de los materiales y asimismo saber si las dimensiones suministradas inicialmente cumplen para soportar el peso de la vivienda. Por lo tanto la fase constructiva del proyecto no se va a llevar a cabo pues está no alcanza a ejecutarse en el tiempo estimado para el desarrollo de este proyecto.

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 Marco teórico. En el centro experimental de la vivienda económica se han desarrollado desde su fundación en 1967 y hasta el presente, diversos sistemas constructivos, con la finalidad de obtener viviendas económicas aptas para nuestra realidad latinoamericana.

Decenas de científicos y empresarios han desarrollado materiales económicos aprovechando desechos como botellas de plástico, vidrio y cartón reciclado. También se han creado opciones a partir del aprovechamiento de residuos agrícolas, de los desechos producidos por las industrias minera y azucarera, así como elementos totalmente naturales como el cáñamo y la leche.

Una compañía mejoró una antigua fórmula para hacer pintura casera, mezclando proteína de leche, cal, arcilla y pigmentos minerales. La pintura resultante puede usarse en el arte y en decoración de interiores, es biodegradable, durable y no tóxica.

Kirei, una empresa que produce materiales de construcción sustentables, ha creado paneles que pueden reemplazar a la madera a partir de los desechos del cultivo de sorgo y trigo. También comercializa azulejos hechos con cáscaras de coco.

Otro material verde que ha ido ganando popularidad es el vidrio reciclado, después de haber sido reutilizado y reciclado varias veces, el vidrio considerado inutilizable puede procesarse para ser usado como recubrimiento de muebles y paredes.

La ecología y el buen diseño no tienen por qué estar peleados. Se han creado paneles a partir de botellas de plástico (PET), que además pueden aislar el sonido.

Utilizando este mismo material, hace un par de años, un alumno de la UAQ desarrolló un tabique reforzado con PET. Cada construcción realizada con este tipo de material podría permitir aprovechar unas 4 mil botellas de plástico.

Otra alternativa al concreto prefabricado es el llamado Hempcrete, que consiste en una mezcla de cárcamo, cal, y agua. La empresa que lo fabrica también ofrece otros materiales a base del vegetal.

Como podemos ver la reutilización de plásticos es de las opciones más utilizadas, mejor conocidos como el PET, los cuales presentan características importantes en su uso para la construcción tales como – Peso ya que son más livianos que los bloques convencionales, resistencia mecánica pues tienen menor resistencia a la compresión que los bloques convencionales, lo cual limita su uso en paredes para cerramiento lateral de viviendas, con estructura independiente de hormigón armado, absorción de agua los bloques elaborados con PET y arena gruesa tienen una baja absorción de agua, inferior en volumen a la de los bloques convencionales, por ser el PET un material muy impermeable.

Los bloques elaborados con PET pero sin arena gruesa tienen una absorción de agua mayor a la de los bloques convencionales, por ser muy porosos, conductividad térmica son malos conductores de calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica, superior al de los bloques convencionales, comportamiento a la intemperie es excelente ya que se ha dejado a la intemperie por un año y no muestra ningún tipo de daño o alteración al material, son fáciles de clavar y aserrar.

En cuanto al costo un cerramiento realizado con ladrillos, bloques o placas con plásticos reciclados es económico porque gran parte de la materia prima es un residuo. Por su buena aislación térmica se puede utilizar un menor espesor de cerramiento que en uno tradicional, con lo cual se economizan materiales. La técnica de fabricación es muy simple, fácilmente reproducible por personal no especializado. El costo de mano de obra no es mayor que el requerido para fabricar un hormigón “común” (con áridos convencionales: grancilla y arena gruesa).

No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material. En el caso de las placas, se fabrican en taller, pueden ser manipuladas por dos operarios, y permiten un montaje de la obra rápido, lo cual permite economía de la mano de obra y tiempo, dando una inmediata solución a familias con necesidades urgentes.

Se ahorra también en cantidad de material de unión entre elementos. Por su liviandad, se ahorra en transporte y cimientos. Hay un “ahorro a largo plazo” por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclado de materiales de descarte. Por su bajo costo y buena efectividad sería una opción viable para la construcción de viviendas de interés social.

Los bloques desarrollados con PET reciclado son una alternativa posible para la ejecución de construcciones, más ecológica, más liviana y de menor aislación

térmica, que los bloques convencionales de cemento y arena gruesa que se utilizan tradicionalmente en nuestro país. Su resistencia mecánica es menor, pero lo suficiente para cumplir la función de constituir viviendas de hasta dos pisos de altura con losas de hormigón. Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en la etapa de recolección de la materia prima como en la de elaboración de los elementos constructivos.

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Recopilación de información. La metodología que se va a implementar es la recopilación de información necesaria para determinar los materiales adecuados para la construcción de viviendas autosostenibles, cantidades de material y conclusiones.

1.7.2 Análisis de Información. Ya recolectada la información se realizará el pertinente análisis para así poder determinar el dimensionamiento de la vivienda y posteriormente hacer la simulación mediante SAP. Con base en estos análisis realizados se procederá a hacer los planos y sacar las cantidades de obra, es decir, la cantidad necesaria de material que se va a implementar en dicha construcción.

1.7.3 Diseño. Teniendo lo anteriormente mencionado se procede a organizar y formar la cartilla del proceso constructivo de las viviendas con material reciclado.

2. MATERIALES PRINCIPALES DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

Algunos de los siguientes materiales se encuentran a disposición fácilmente y de forma económica o en algunos casos sin costo alguno dentro de un entorno común pues estos son desechados constantemente por su corto tiempo de uso, mientras otros se encuentran en su estado natural.

- Madera
- Botella de Plástico
- Llanta
- Guadua
- Cloro
- Agua
- Tierra

2.1 MADERA

2.1.1 Características. La característica principal de la madera es que sus propiedades físicas y mecánicas son las mismas en todas las direcciones. Hay diferentes tipos de madera pero en general cumplen un funcionamiento similar. Para este proyecto se manejará madera que se encuentra a fácil disposición, mezclando entre ellas diferentes tipos, a la final lo que se necesita es que éstas puedan brindar un mejor toque arquitectónico a la estructura y a resistir ciertos esfuerzos dentro de la vivienda.

Para saber cuál es el mejor uso de la madera dependiendo su funcionamiento tenemos las siguientes descripciones.

- Resistencia a Compresión: Los esfuerzos deben ser en la dirección axial.
- Resistencia a Tracción: Los esfuerzos deben ser paralelos a las fibras
- Resistencia a la Flexión: Los esfuerzos deben ser perpendiculares a las fibras.

Las principales razones por las que se utiliza la madera en construcción son:

- Disponibilidad del material. América cuenta con grandes bosques donde se realiza tala de árboles, la gracia de este proyecto es reutilizar la madera que ya fue talada y darle un uso adecuado para personas que lo necesitan, también con esto podemos ayudar al planeta.
- Facilidad a la hora de construir. Las casas que implementa madera son fáciles de montar que incluso los mismo dueños pueden levantar la estructura, muros y demás elementos.

- Relativamente seguras. Al ser un material flexible, la madera puede ser resistente a eventos como sismos e incluso a ligeros vientos, para este caso como Colombia es un país en constante actividad sísmica nos ayuda a que la vivienda sea un poco más segura.

2.1.2 Maderas que se deben implementar en el proyecto. La madera que se debe obtener para este caso son piezas que ya estén talladas y que no hayan sufrido un trato fuerte y se encuentren en óptimas condiciones, pueden ser residuos de viviendas que fueros demolidas y de estas podemos obtener los marcos, algunas vigas y entre muebles que pudieron ser parte de la antigua construcción.

También otra forma de conseguir madera es en las estibas (Imagen 1), estas son reutilizadas constantemente dado que al cumplir su labor a la hora del desplazamiento de equipos son desechadas inmediatamente. Con la ayuda de otras herramientas extras se puede llegar a obtener las dimensiones que se necesitan para los marcos de las ventanas, las puertas y algunos refuerzos en la parte del techo.

Figura 1. Tarimas de maderas recicladas.



Fuente: TARIMAS ÁNGEL DE JESÚS. Tarimas de maderas recicladas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.tarimasdemaderarecicladas.com.mx/modelos-de-tarimas.php>>.

2.2 BOTELLA DE PLÁSTICO

2.1.1 Características. La ventaja de las botellas de plástico PET es que es un elemento que ya se encuentra procesado y se puede encontrar en un estado óptimo para ser reutilizado, adicional su característica principal es su flexibilidad, la capacidad de soportar tracción y ser elástico antes de su falla.

Su uso durante este proyecto se basa en llenar en su totalidad las botellas con arena para que éstas sean más resistentes pues al estar compactas por dentro se vuelven en un elemento bastante fuerte que resiste compresiones, adicional que al tener grandes cantidades de ellas trabajando al mismo tiempo se obtiene un trabajo en masa que permite crear estructuras de gran tamaño. (Figura 2)

Para el adecuado uso de estas hay que verificar que ninguna botella presente agujeros que permitan la salida de la arena, adicional de que todas las botellas que se vayan a implementar en un muro para este caso tengan las mismas dimensiones, vale aclarar que estas deben tener su respectiva tapa para así asegurar que el material no vaya a ser expulsado por la presión.

Las principales botellas usadas para estas viviendas son las de gaseosa pues hay gran cantidad disponibles dado que su producción es continua y su tiempo de uso es bastante corto, ya que posee pequeñas cantidades de líquidos y al terminarse son desechadas inmediatamente.

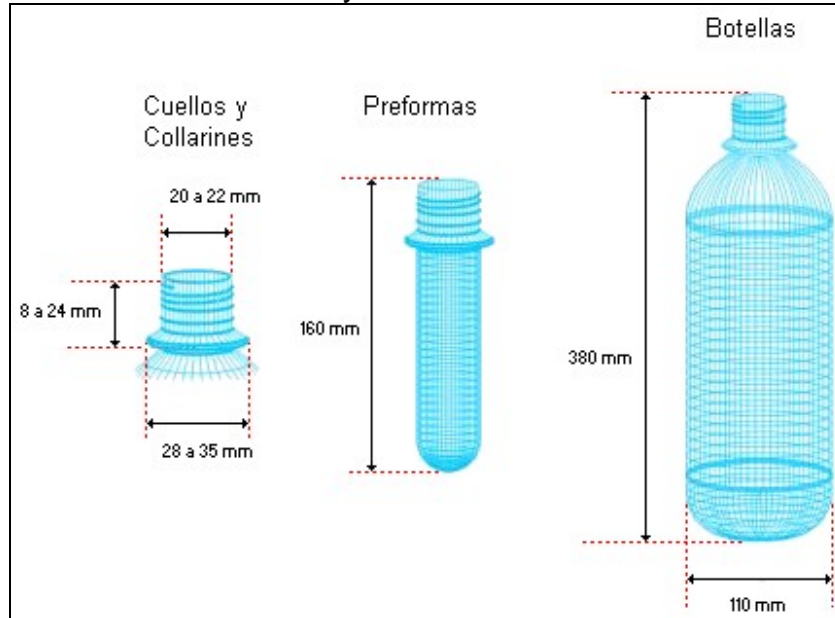
Las botellas pueden variar dependiendo su capacidad, en este caso es preferible que sean botellas pequeñas que no superen su capacidad de un litro, pues si es mayor no servirán para las dimensiones que fueron previamente diseñadas para la estructura, adicional que las botellas más pequeñas son mucho más funcionales a la hora de trabajar en conjunto.

Figura 2. Ideas de reciclaje con botellas plásticas.



Fuente: RECICLADO Y ECOLOGIA. Ideas de reciclaje con botellas plásticas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://recicladoyecologia.com/>>.

Figura 3. Dimensiones a usar dentro de la vivienda de las botellas PET para la construcción de los muros fachada y muros divisores.



Fuente: VIARURAL.COM. Dimensiones máximas de preformas admitidas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/maquinaria/auxxon/auxxon-sp2.htm>>.

2.3 LLANTA

2.3.1 Características. La llanta es un material que dura mucho tiempo en degradarse dada su alta composición en elementos derivados del petróleo, a su vez es un material resistente a altas compresiones y también tiene la característica de ser elástico lo que permite que al resistir altas cargas y estas al ser retiradas el material puede volver a su forma original.

Este es un material que hace parte de toda una pieza automotriz siendo la parte externa de la rueda. En Colombia es conocido como llanta al neumático (Figura 4) que es esta la parte que vamos a usar para la base prima de la cimentación superficial de la vivienda.

Figura 4. Llanta.



Fuente: MICHELIN. Llanta Michelin [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.michelin.es/neumaticos/michelin-energy-saver>>.

Para el uso dentro de este proyecto es recomendable que las dimensiones de las llantas sean preferiblemente las mismas, pues esto permite que las bases de la vivienda sean mucho más estables, de lo contrario ubicar las de las mismas dimensiones en el perímetro del terreno y las de dimensiones similares en el centro.

Al ser llantas recicladas lo que más nos interesa de estas es que se encuentren completas, no necesariamente con la superficie rugoso, dado que esta propiedad es más funcional cuando están en funcionamiento con el vehículo.

2.4 GUADUA

2.4.1 Características. La guadua (Figura N.5) puede ser considerada una madera, pues esta viene de un ser vivo como el resto de tipos de maderas que existen actualmente. La característica principal de la guadua es su flexibilidad y capacidad de soportar tensiones, adicional de que puede ser usada en exteriores, pues el agua no afecta mucho sus características ni permite que esta se vaya deteriorando.

Figura 5. Guadua.



Fuente: SENA. Cursos complementarios [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://img.webme.com/pic/c/cursoscomplementarios/guadua_natural.jpg>.

La guadua no es un material que se encuentre reciclado pero si es un material que se encuentra disponible fácilmente en Colombia dado que crece en climas trópicos como el nuestro, adicional su tiempo de formación va de 0 a 3 años hasta alcanzar su estado ideal para la construcción.

El uso que se le va a dar dentro del proyecto va desde el armazón de las Columnas y vigas de amarre que tiene la cubierta y las canaletas de desagüe de aguas lluvias, para estas últimas se toma la guadua y se hace un corte longitudinal que permita tener dos partes iguales.

Desde hace siglos la guadua ha sido utilizada tradicionalmente como material de construcción, y ahora, debido a la corriente actual de búsqueda de materiales para el desarrollo sostenible, esta planta ha ganado un espacio en la construcción, desde viviendas en zonas rurales, hasta la implementación de estructuras modernas por su aprovechamiento arquitectónico. 1

El resultado es una vivienda muy económica, de excelente comportamiento antisísmico debido a su flexibilidad. Es de destacar que el clima subtropical reduce los requerimientos termo físicos de la vivienda ya que con un buen sombreado y ventilación adecuada se alcanzan los niveles de confort térmico necesarios. 2

2.5 CLORO

2.5.1 Características. El cloro es un elemento que no se encuentra en estado puro ya que reacciona con rapidez con muchos elementos y compuestos químicos, por esta razón se encuentra formando parte de cloruros en las minas de sal y disuelto en el agua de mar.

El uso adecuado que se va a dar durante este proyecto está basado en la potabilización del agua para el suministro de la vivienda tanto para los baños como cocina y zona de lavandería. Este proceso se va a llevar a cabo durante la captación del agua en los tanques de almacenamiento que estarán ubicados en la parte superior de la vivienda para el aprovechamiento de la energía de la gravedad.

Los niveles de cloro que se están aplicando para la desinfección de agua están en un rango de 0.5 a 0.8 mg/l dado que estos no representan riesgo a la salud. Se debe anotar que, en dosis mayores a 1.0 mg/l el agua es rechazada por la mayoría de las personas dada la asociación con productos blanqueadores a base de cloro. Debe considerarse que no todas las superficiales son aptas para su cloración directa sin tratamiento y para su uso posterior para consumo humano. Su selección depende de la demanda de cloro, pues las características del agua influyen en la formación de compuestos organoclorados que, en altas concentraciones, podrían tener efectos adversos a la salud.

2.6 TIERRA

2.6.1 Características. Este elemento se encuentra en grandes cantidades dado que es de fácil acceso y explotación para obtener las áreas necesarias durante el proyecto, adicional se puede usar el material que se obtuvo durante la excavación para la cimentación superficial para el relleno de las llantas que se ubicaran en esta misma parte.

3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Al planificar proyectos, a menudo es necesario simular y grabar modificaciones del mismo, sin influir en el proyecto operativo. Para ello, se utilizan versiones de simulación que pueden modificarse, calcularse y programarse. Por lo anterior para el desarrollo de este proyecto fue necesario realizar la simulación estructural de la vivienda mediante el programa SAP.

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

En principio y para el caso de este producto se propuso realizar la construcción en la ciudad de Bogotá.

3.2 TIPO DE ESTRUCTURA

3.2.1 Estructura sistema aporticado.

3.3 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑOS

- Disipación de energía
- D.M.O(Moderado)
- Variables del espectro
- Zona de amenaza Sismica intermedia
- Aa (aceleración pico efectiva): 0,15
- Av (velocidad pico efectiva): 0,20

Tabla 1. Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento.

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Fuente: Autores.

3.4 TIPO DE SUELO

Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: Autores.

La respuesta sísmica de la estructura está íntimamente ligada a la forma como los movimientos sísmicos del terreno afectan la estructura a través de su cimentación. Las características dinámicas del suelo subyacente, la rigidez y disposición de la cimentación y el tipo de sistema estructural de la edificación interactúan entre sí para caracterizar los efectos sísmicos sobre ella.

Tabla 3. Valores del coeficiente F_a , para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Autores.

Coeficiente de amplificación de suelos para zonas de periodos cortos del espectro
 $F_a = 1,2$

Tabla 4. Valores del coeficiente F_v , para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Autores.

Coeficiente de amplificación de suelos para la zona de periodos intermedios del espectro
 $F_v = 1,65$

3.5 TIPO DE EDIFICACIÓN

Debido a que la vivienda es de tipo residencial pertenece al grupo de uso I (*estructuras de ocupación normal*) como lo indica la norma NSR en el capítulo A.2, apéndice A.2.5.1.4

3.6 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

El Coeficiente de Importancia, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación.

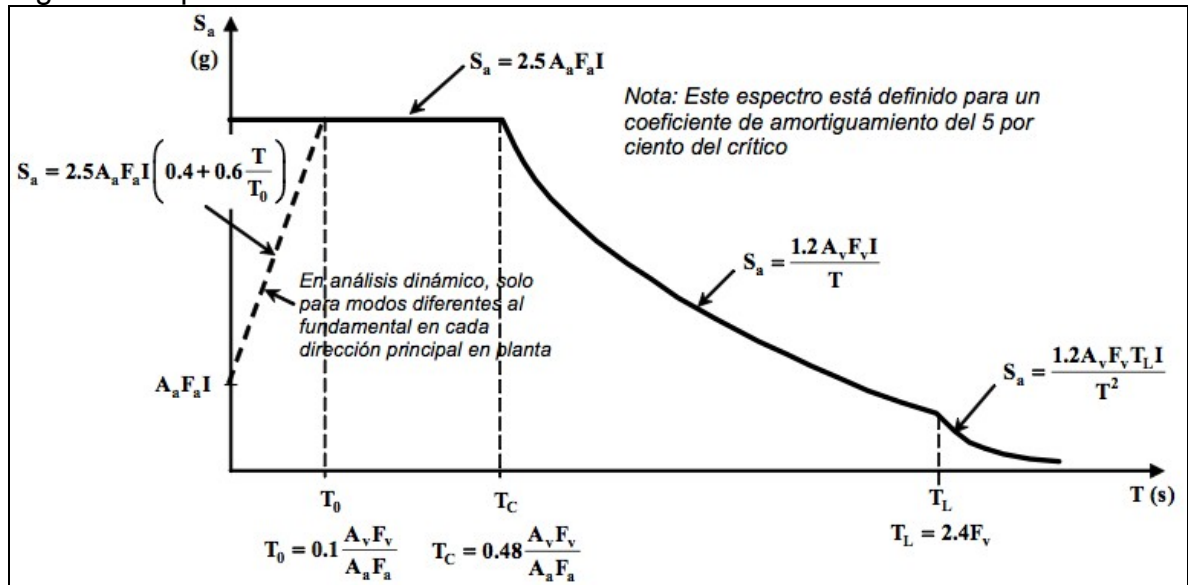
Tabla 5. Valores del coeficiente de importancia, I.

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Autores.

3.7 ESPECTRO DE DISEÑO

Figura 6. Espectro de diseño.



Fuente: Autores.

3.8 CÁLCULO DEL PERIODO

$$T_0 = \frac{0.1 * A_v * F_v}{A_a * F_a} = 0,18 \text{ seg}$$

3.9 MÉTODO PARA ANÁLISIS SÍSMICO

Método de la fuerza horizontal equivalente:

Obtención del periodo fundamental T

$$T_a = C_t * h^\alpha = 0,10 \text{ s}$$

$$h = 2,5 \text{ m}$$

$$C_t = 0,047$$

$$\alpha = 0,9$$

$$S_a = 0,33$$

4. CÁLCULO DE LAS CARGAS MUERTAS Y VIVAS DE LA ESTRUCTURA

4.1 CARGA MUERTA

Tabla 6. Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado.

<i>Ocupación</i>		<i>Fachada y particiones (kN/m²) m² de área en planta</i>	<i>Afinado de piso y cubierta (kN/m²) m² de área en planta</i>	<i>Fachada y particiones (kgf/m²) m² de área en planta</i>	<i>Afinado de piso y cubierta (kgf/m²) m² de área en planta</i>
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	180
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	180
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	180
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150
Fábricas	Industrias livianas	0.8	1.6	80	160
Institucional	Internados con atención a los residentes	2.0	1.6	200	160
	Prisiones, cárceles, reformatorios y centros de detención	2.5	1.8	250	180
	Guarderías.	2.0	1.6	200	160
Comercio	Exhibición y venta de mercancías.	1.5	1.4	150	140
Residencial	Fachada y particiones de mampostería.	3.0	1.6	300	160
	Fachada y particiones livianas.	2.0	1.4	200	140
Almacenamiento	Almacenamiento de materiales livianos.	1.5	1.5	150	150
Garajes	Garajes para vehículos con capacidad de hasta 2000 kg	0.2	1.0	20	100

Fuente: Autores.

De acuerdo a la tabla anterior se asume una carga muerta de 1,4 KN/m²

4.2 CARGA VIVA

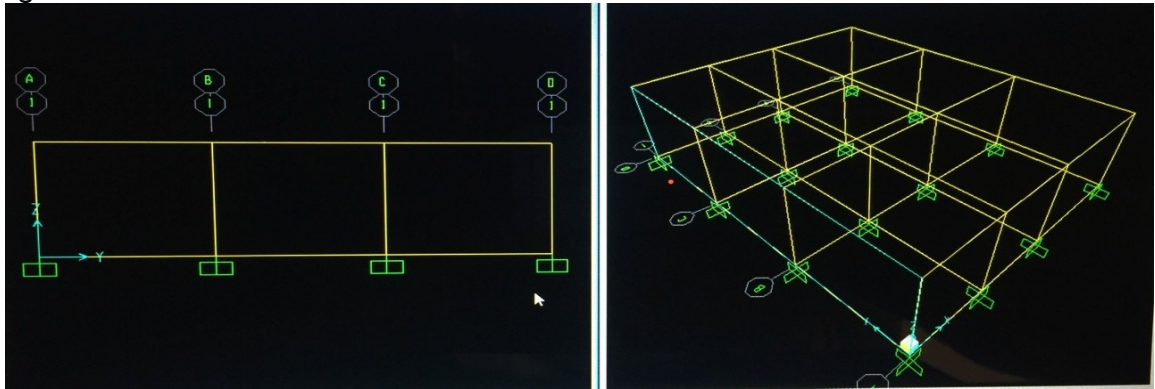
Tabla 7. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Balcones	5.0	500
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3.0	300
	Gimnasios	5.0	500
	Vestibulos	5.0	500
	Silletería móvil	5.0	500
	Áreas recreativas	5.0	500
	Plataformas	5.0	500
	Escenarios	7.5	750
Oficinas	Corredores y escaleras	3.0	300
	Oficinas	2.0	200
	Restaurantes	5.0	500
Educativos	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
Fábricas	Estanterías	7.0	700
	Industrias livianas	5.0	500
	Industrias pesadas	10.0	1000
Institucional	Cuartos de cirugía, laboratorios	4.0	400
	Cuartos privados	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
Comercio	Minorista	5.0	500
	Mayorista	6.0	600
Residencial	Balcones	5.0	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3.0	300
Almacenamiento	Liviano	6.0	600
	Pesado	12.0	1200
Garajes	Garajes para automóviles de pasajeros	2.5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad.	5.0	500
Coliseos y Estadios	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500

De acuerdo a la tabla anterior se asume una carga viva de 0,5 KN/m²

5. FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

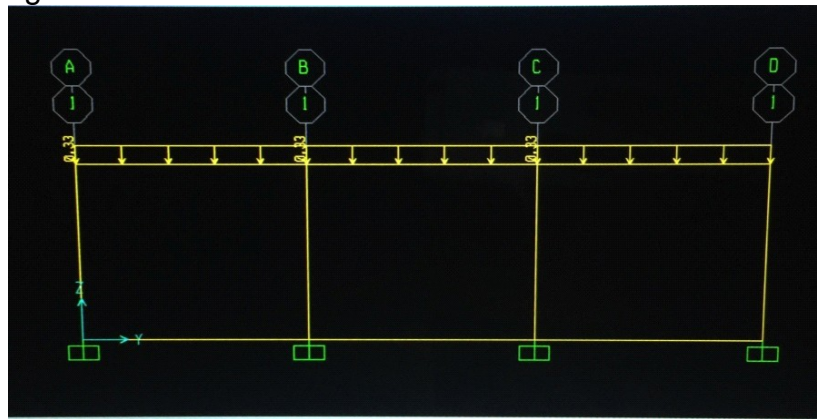
Figura 7. Elementos estructurales.



Fuente: Autores.

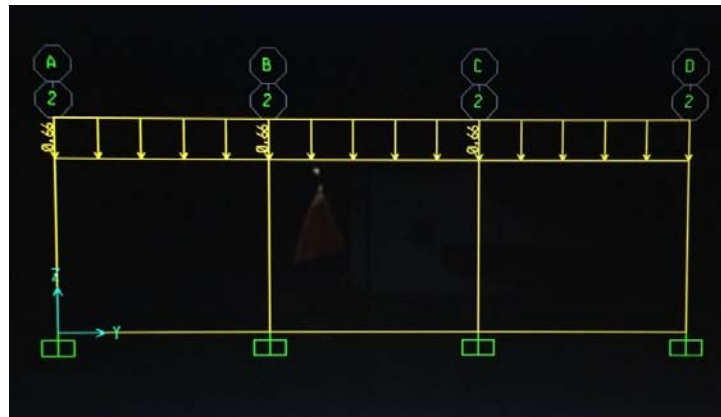
5.1 CARGAS VIVAS

Figura 8. Cargas vivas 1.



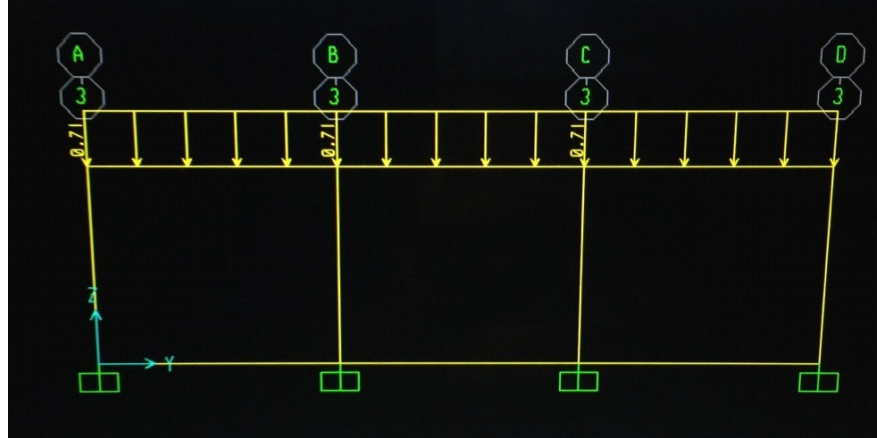
Fuente: Autores.

Figura 9. Cargas vivas 2.



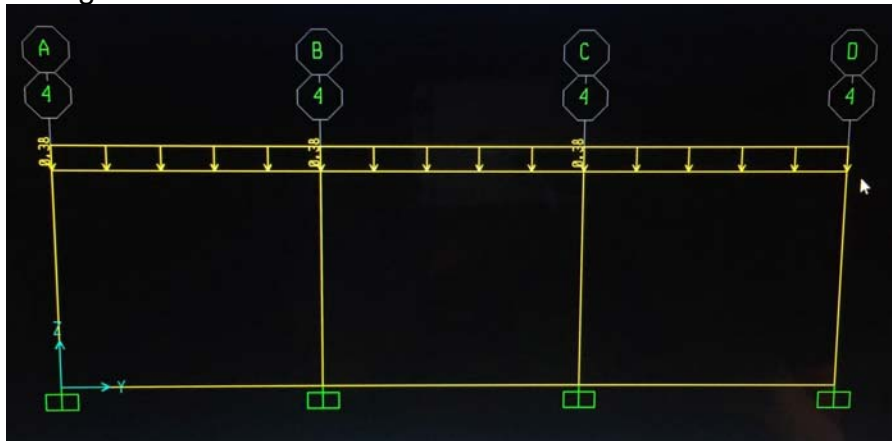
Fuente: Autores.

Figura 10. Cargas vivas 3.



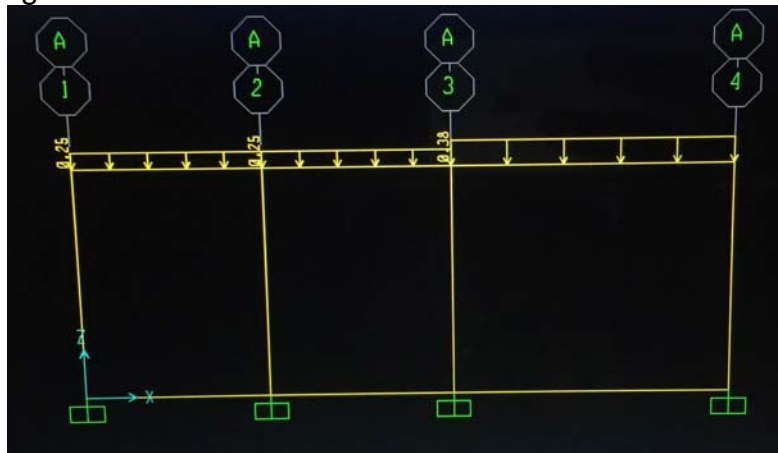
Fuente: Autores.

Figura 11. Cargas vivas 4.



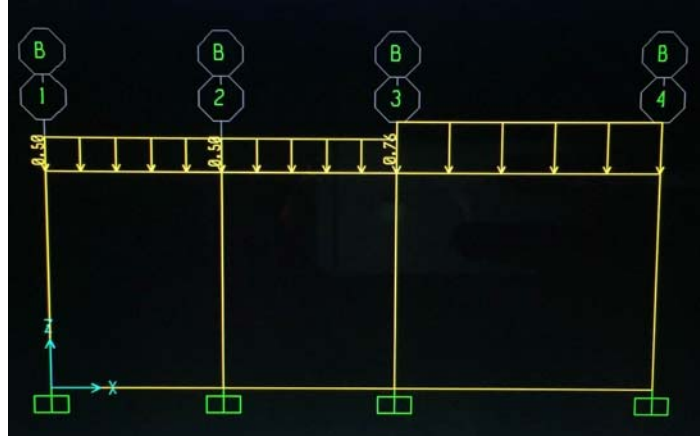
Fuente: Autores.

Figura 12. Cargas vivas 5.



Fuente: Autores.

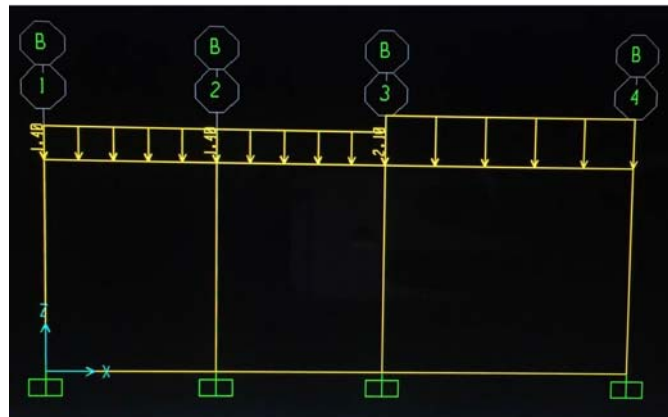
Figura 13. Cargas vivas 6.



Fuente: Autores.

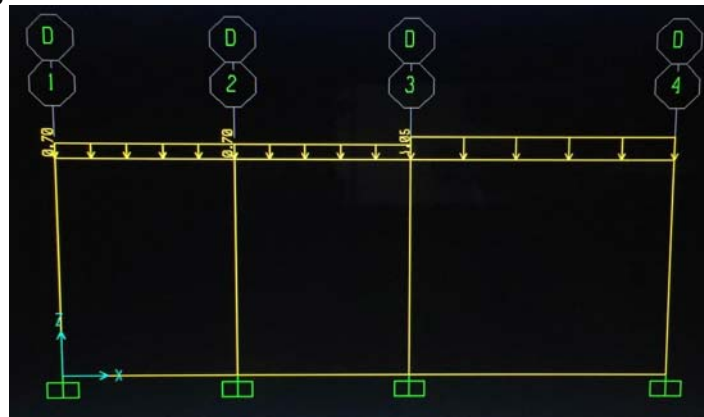
5.2 CARGAS MUERTAS

Figura 14. Cargas muertas 1.



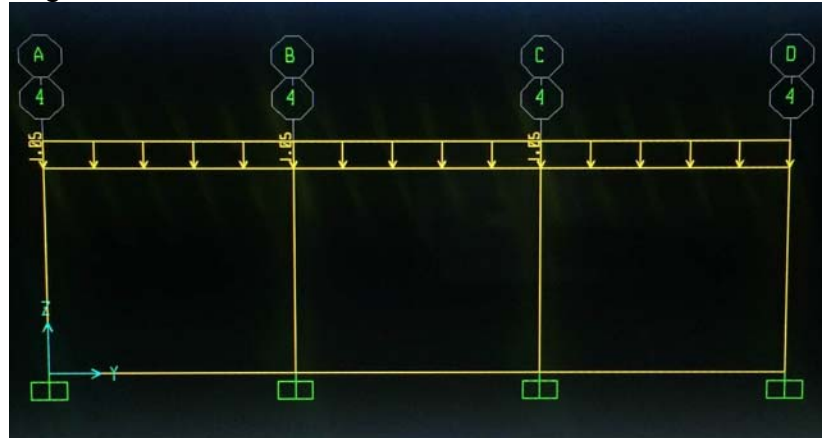
Fuente: Autores.

Figura 15. Cargas muertas 2.



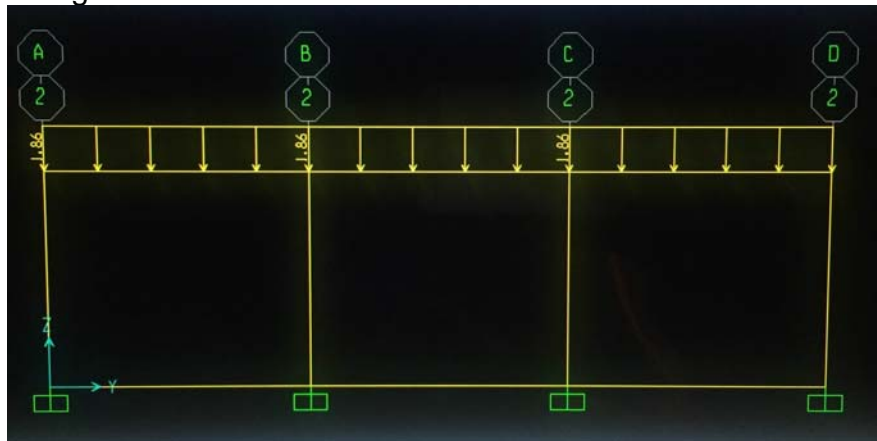
Fuente: Autores.

Figura 16. Cargas muertas 3.



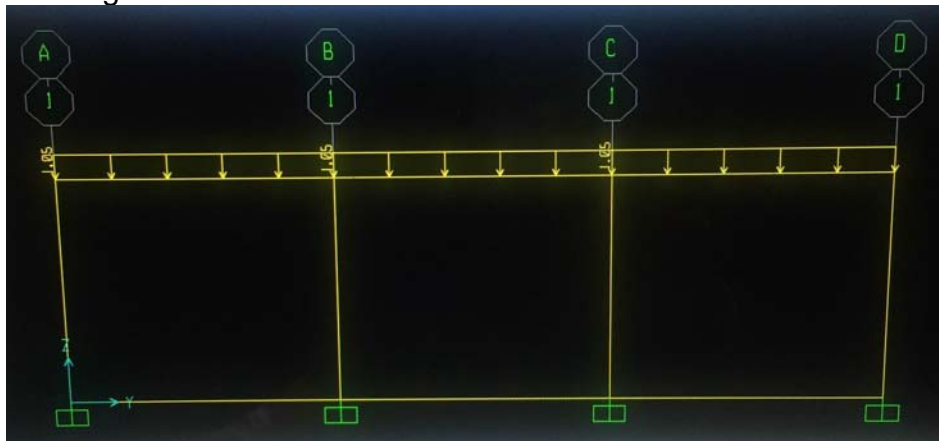
Fuente: Autores.

Figura 17. Cargas muertas 4.



Fuente: Autores.

Figura 18. Cargas muertas 5.



Fuente: Autores.

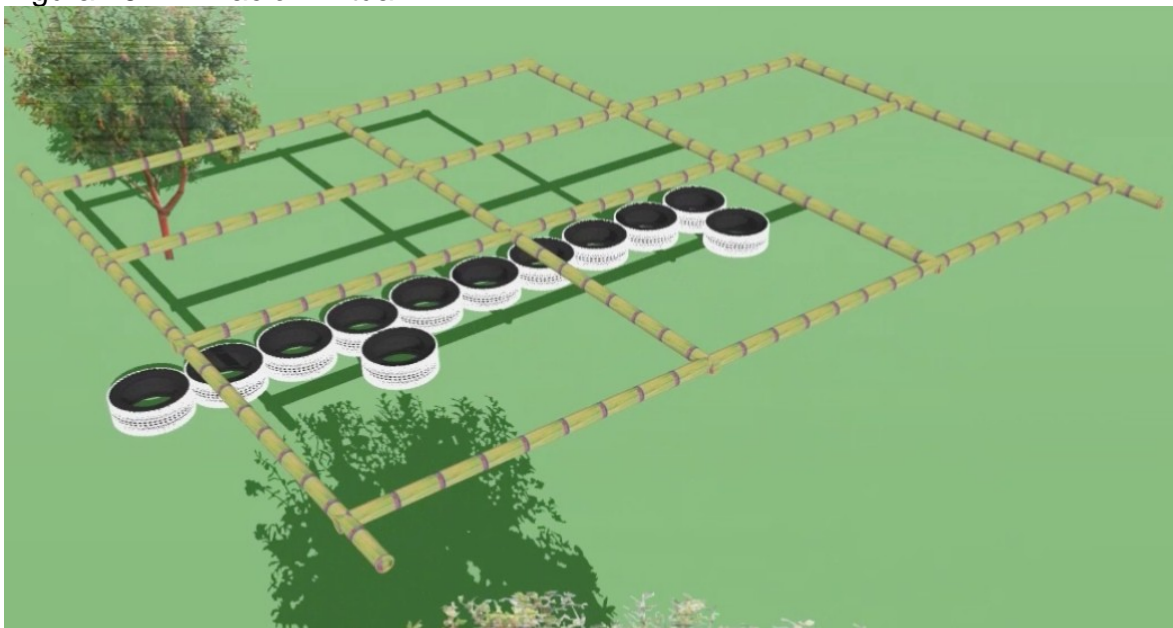
6. ANIMACIÓN VIRTUAL

En la animación podemos encontrar el proceso constructivo de la vivienda, empezamos por extraer del terreno la tierra para poder ubicar los neumáticos sobre todo el área de la vivienda, estos preferiblemente uniformes en sus dimensiones. Con el material extraído podemos rellenar los espacios de los radios internos de los neumáticos. Después de rellenar lo que se hace es generar la viga de amarre con concreto que va a ser el soporte para los muros.

Los muros son en su mayoría de botellas plásticas de iguales dimensiones rellenos con arenas y previamente selladas con su tapa. Estas permiten disminuir el área que se necesita para el cemento y trabajan muy bien en conjunto. Todos los muros de la vivienda son hechas a partir de este mismo proceso.

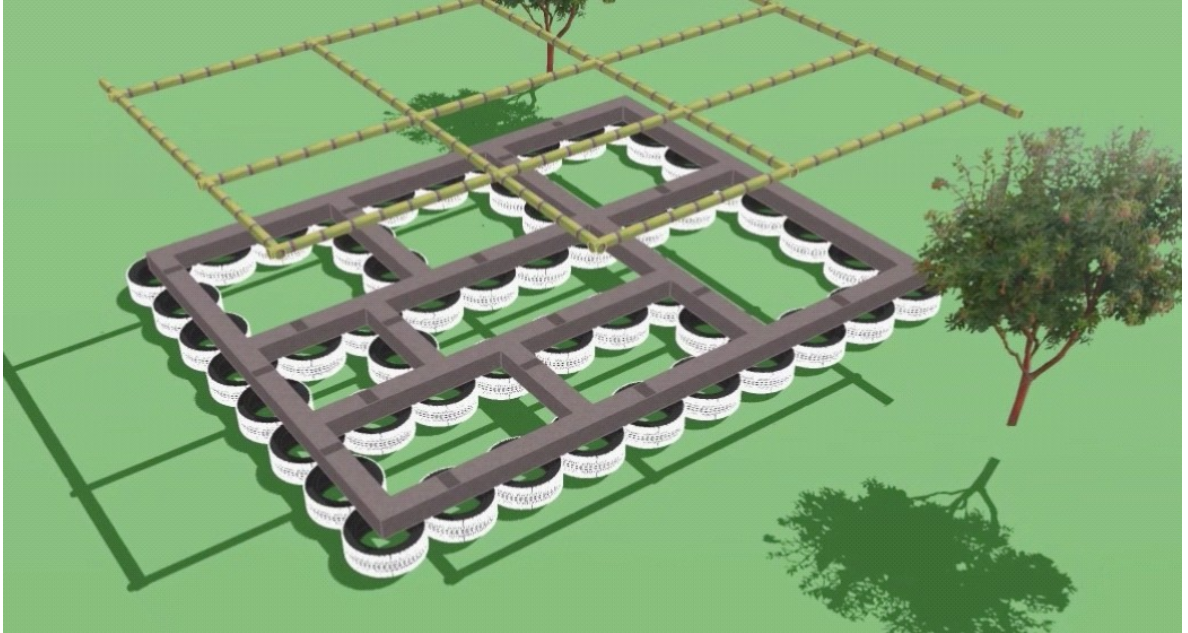
El techo esta hecho en guadua así mismo sus canaletas para las bajantes de agua lluvia, adicional esta permite mantener una temperatura agradable dentro de la vivienda y su peso es bastante ligero por lo que permite la resistencia de los muros.

Figura 19. Animación virtual 1.



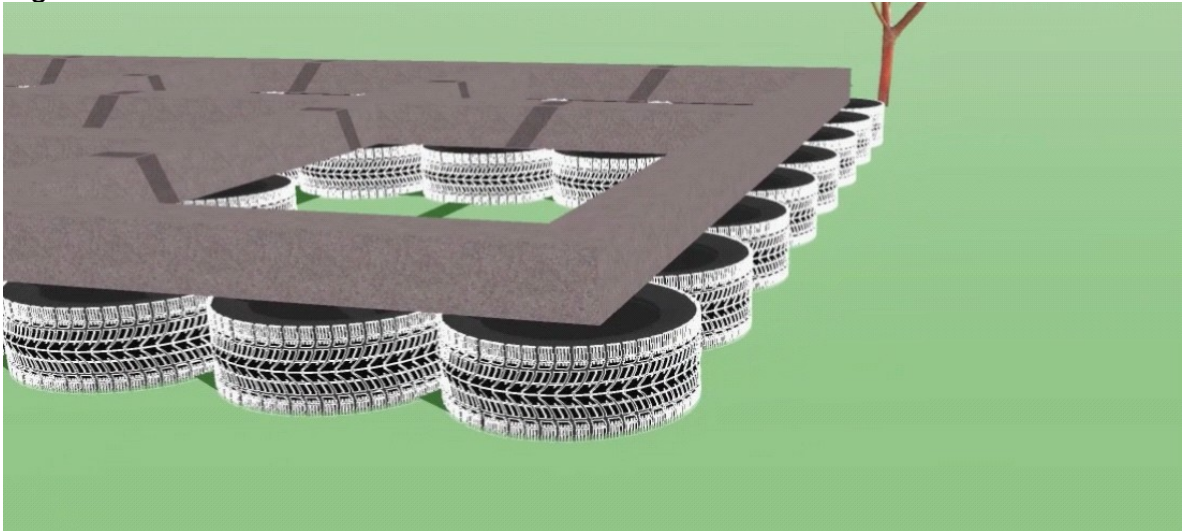
Fuente: Autores.

Figura 20. Animación virtual 2.



Fuente: Autores.

Figura 21. Animación virtual 3.



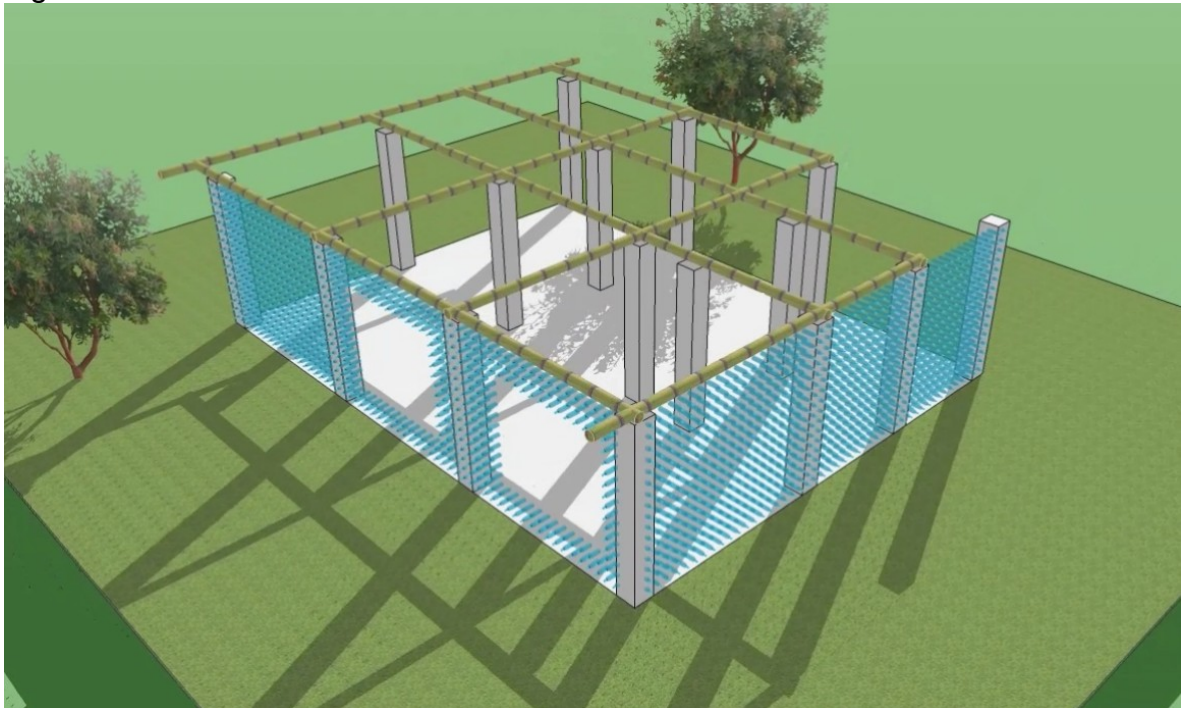
Fuente: Autores.

Figura 22. Animación virtual 4.



Fuente: Autores.

Figura 23. Animación virtual 5.



Fuente: Autores.

Figura 24. Animación virtual 6.

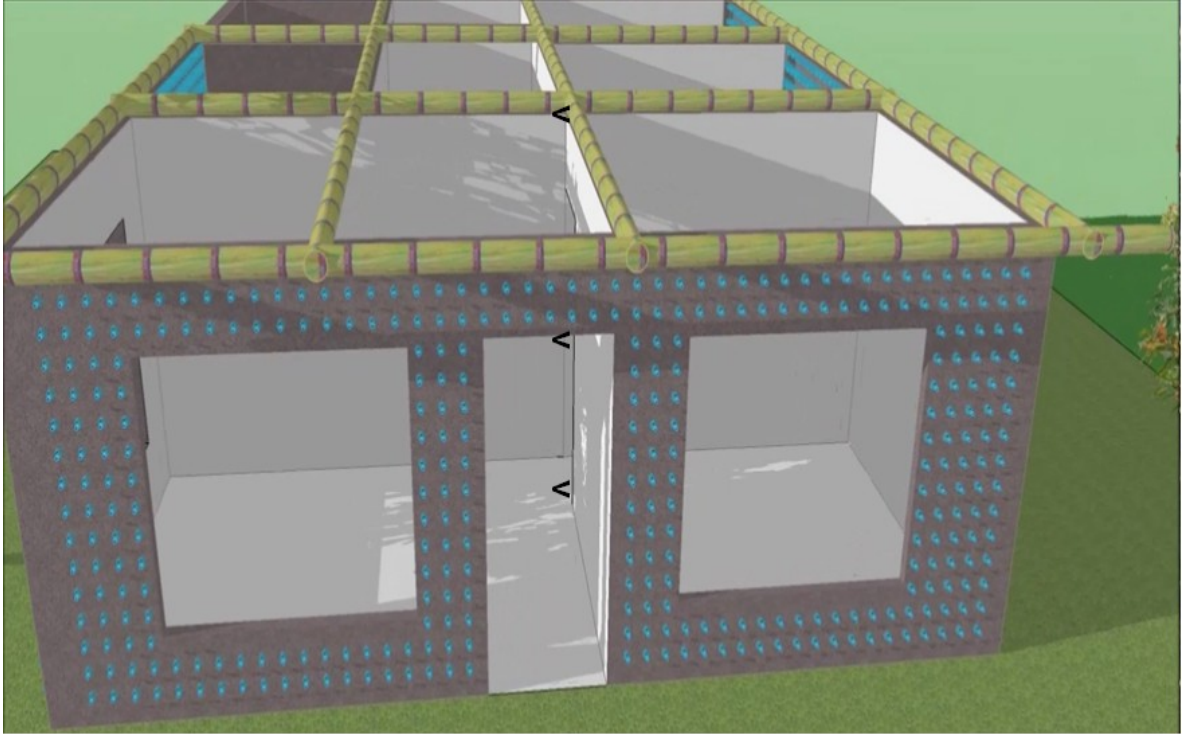
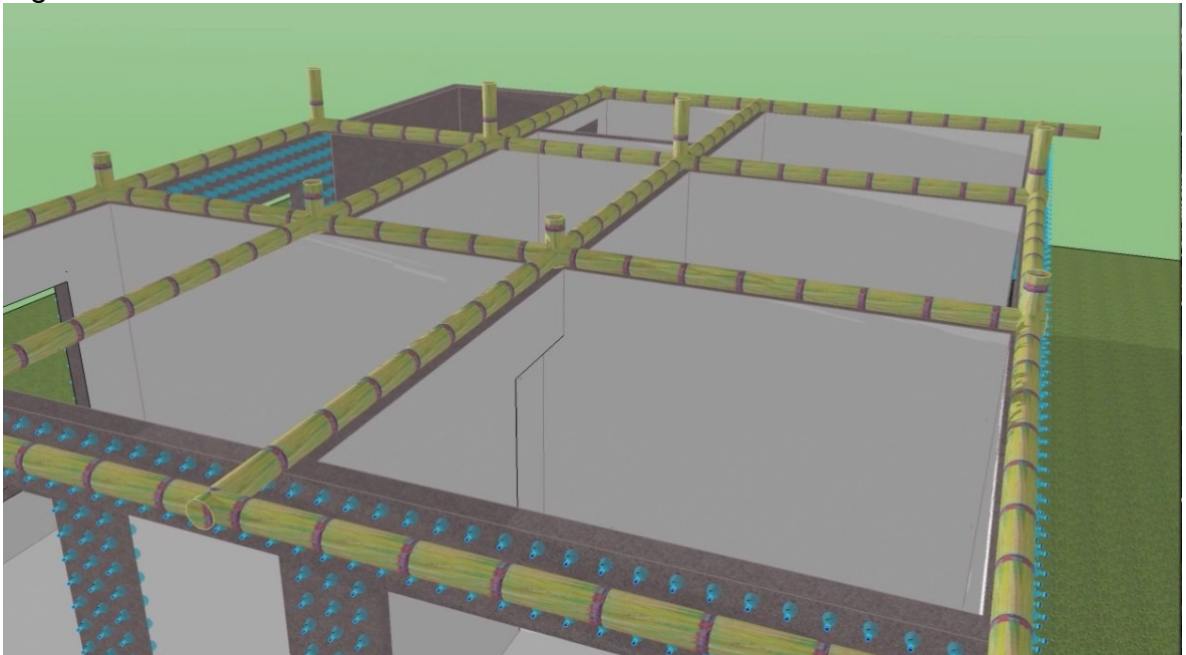


Figura 25. Animación virtual 7.



Fuente: Autores.

Figura 26. Animación virtual 8.



Fuente: Autores.

Figura 27. Animación virtual 9.



Fuente: Autores.

7. CONCLUSIONES

Los diseños previos que se realizaron para la vivienda son factibles dado que soportan las cargas estáticas que se generan, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de SAP.

Los materiales que se van a usar para la construcción son de gran resistencia y de fácil acceso, lo que permite reducir costos y disminuir los impactos medioambientales.

La vivienda no tiene un análisis de cargas dinámicas pero si podemos llegar a concluir que es una vivienda ligera y flexible que puede llegar a resistir movimientos telúricos.

El impacto social que genera el proyecto es positivo, pues este permite mejorar la calidad de vida de aquellas personas que no cuentan con los recursos suficientes para una vivienda, adicional el proyecto logra satisfacer las necesidades básicas de una población, pues este, está pensado para brindar esta oportunidad a varias familias necesitadas.

8. RECOMENDACIONES

Las investigaciones relacionadas con estos proyectos auto-sostenibles y de bajo costo son factibles y muy viables pero a la hora de la ejecución se quedan cortos por falta de interés de los habitantes a los cuales se va a beneficiar, por lo tanto las recomendaciones son más dadas a la promoción del proyecto, a la capacitación e instructivo de que las personas colaboren y sientan interés por cosas que los van a beneficiar. También generar una mayor difusión y tocar puertas para que las grandes empresas contribuyan al proyecto, siendo con implementos o mano de obra, pues es lo que genera el mayor costo en este proyecto. Podemos generar un documento bastante sólido y con las bases necesarias para llevar a cabo el proyecto pero se necesita más la educación de una comunidad, tratar de relacionar el proyecto con temas sociales que permitan no solo el mejoramiento de la calidad de vida de las personas si no también de poder inculcar valores de ayudar, cuidar, fomentar para que estos proyectos tengan un impacto mayor.

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistente NSR-10. En: Diario Oficial. 26, marzo, 2010, no. 47.663, p. 3-410.

GAGGINO Rosana. Un nuevo desafío: construir con materiales reciclados. En: Revista Vivienda Popular. Montevideo, Uruguay. Ed. Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República. No. 14 (2004), p. 59 a 62.

MANUAL DE AUTOCONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VIVIENDA [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://cedure.org/files/autoconstruccion.pdf>>.

MICHELIN. Llanta Michelin [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.michelin.es/neumaticos/michelin-energy-saver>>.

NOTICIAS.ARQ.COM. Sustentabilidad, ecología y bioclimática [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://noticias.arq.com.mx/Sustentabilidad_Ecologi_a_y_Bioclimatica/>.

RECICLADO Y ECOLOGIA. Ideas de reciclaje con botellas plásticas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://recicladoyecologia.com/>>.

SENA. Cursos complementarios [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: http://img.webme.com/pic/c/cursoscomplementarios/guadua_natural.jpg>.

TARIMAS ÁNGEL DE JESÚS. Tarimas de maderas recicladas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.tarimasdemaderarecicladas.com.mx/modelos-de-tarimas.php>>.

VIARURAL.COM. Dimensiones máximas de preformas admitidas [en línea] Bogotá, [citado 20, abr., 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/maquinaria/auxxon/auxxon-sp2.htm>>.