

DESCRIPCIÓN

a. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS ECO-AMIGABLES CONFORMADAS POR MÓDULOS DE BOTELLAS DE PLÁSTICO (PET) VERTICALES, RELLENAS DE ARENA Y REFORZADAS CON ACERO CORRUGADO Y MALLA ESLABONADA

b. **Sector Tecnológico:** la presente invención está relacionada con el sector de la construcción y específicamente a la construcción de viviendas con materiales no convencionales.

c. **Tecnología anterior:**

A partir del documento WO2022024158A1, se conoce una invención denominada BRICK COMPOSED OF RECYCLED MATERIAL AND FILLED WITH RECYCLED PET PLASTIC BOTTLES THAT CAN BE EXTRACTED FOR FUTURE RECYCLING, se trata de un ladrillo compuesto por una mezcla de cemento (1) que incluye cemento, residuos de hueso de aceituna, residuos resultantes de la cocción de pellets, mezclados homogéneamente y caracterizados por ser llenados con botellas de plástico PET (2) que se extraen del medio ambiente después de su uso, donde las botellas de PET (2) se rellenan con espuma de poliuretano (4) y se pueden extraer del ladrillo y volver a utilizar; el ladrillo está compuesto por materiales reciclables utilizando botellas de plástico PET recicladas, preferentemente por 0,50 l, lo que permite el reciclaje de material de desecho y además garantiza propiedades específicas del ladrillo como su ligereza, y el aumento del aislamiento térmico y acústico propiedades, conservando las propiedades estáticas de su capacidad de carga, y un proceso que hace que las botellas sean totalmente reciclables incluso después del ciclo de vida del ladrillo.

A partir del documento RU2634136C1, se conoce una invención denominada CONSTRUCTION BLOCK, se refiere a una invención que puede utilizarse para fabricar o calentar paredes de edificios. Un bloque de construcción de hormigón poliestireno comprende canales huecos interiores dispuestos perpendicularmente a la base del bloque y un panel frontal de hormigón resistente. Los canales tienen una sección transversal circular y están formados por tubos de un material aislante térmico ligero y resistente. Se utilizan como tubos botellas de tereftalato de polietileno (PET) o un material similar, y la placa frontal está unida al bloque por medio de las tapas de botellas de PET incrustadas en él y en el cuerpo del bloque, estando los

cuellos de estas botellas incrustados en el frente panel, y la parte restante - en el cuerpo del bloque.

A partir del documento JP2002021043A, se conoce la invención denominada BLOCK FOR CIVIL ENGINEERING WORKS, se refiere a una invención para obtener bloques para obras de ingeniería civil que se puedan producir a bajo costo utilizando de manera efectiva materiales plásticos de desecho como botellas de PET de desecho o similares, evitando así la destrucción ambiental causada por la recolección de piedras en el sitio de construcción y prevención de accidentes causados por el escurrimiento del agua del suelo. SOLUCIÓN: Cada bloque para la obra de ingeniería civil está constituida por un cuerpo principal de bloque en forma de caja para obras de ingeniería civil formado con una serie de orificios al menos en ambas paredes laterales, fibras plásticas formadas por calentamiento y fusión de materiales plásticos de desecho, como botellas de PET de desecho llenas en la parte principal. cuerpo de las botellas para obras de ingeniería civil y luego caer y solidificarse en forma de fibra, y una tapa unida para cubrir la parte de apertura del cuerpo principal del bloque para las obras de ingeniería civil.

A partir del documento CZ20014071A3, se conoce la invención denominada PREFABRICATED ELEMENT OF PERIMETER MASONRY, PARTICULARLY FOR DRY STONE WALLING, se refiere a una invención que divulga un elemento prefabricado de mampostería perimetral, particularmente para muros de piedra seca y con la posibilidad preservada de hacer adicionalmente un monolito a partir de la misma mediante un compuesto sellador en el que el elemento inventado está hecho de secciones de soporte (1) exactamente moldeadas que tienen la forma de losas rectangulares con un sistema de cavidades verticales practicadas en el espacio intermedio de las mismas que consta de al menos un sistema de una sola fila de cavidades en forma de botella formadas por botellas de PET moldeadas (2). La distribución de las botellas de PET (2) es idéntica en cada elemento prefabricado utilizado, estando los cuellos de las botellas de PET (2) orientados en la misma dirección. Tanto los fondos como los cuellos de las botellas de PET (2) están en contacto con la pared superior e inferior respectivamente del elemento prefabricado y, por lo tanto, el módulo de altura del elemento prefabricado corresponde a la altura de las botellas de PET usadas (2). Los canales horizontales (3) que tienen forma de ranuras se realizan a lo largo de las paredes frontales en el costado de los cuellos de las botellas de PET (2) entre las filas de las cavidades verticales. En extensión del plano axial longitudinal de al menos una fila de botellas de PET (2), la primera pared lateral de contacto (7) del elemento prefabricado está provista de una ranura de bloqueo vertical (8) y la otra pared lateral de contacto (9) está provisto de una leva de bloqueo (10). Dicha comba de bloqueo (10) tiene en sus partes superiores una forma cilíndrica que es coaxial con la botella de PET fundida más cercana (2). El ancho de la ranura de bloqueo (8) en la primera pared lateral de contacto (7) es mayor que el ancho de la correspondiente curvatura de bloqueo (10) en la otra pared lateral de

contacto (9) del elemento prefabricado adyacente. Tras el prensado horizontal del elemento prefabricado adyacente, estas diferencias de forma forman un sistema de canales verticales (4) en los que entran los canales horizontales (3). El tamaño de la ranura de bloqueo (8) y el de las cámaras de bloqueo (10) y su distancia de los ejes longitudinales de las botellas de PET vecinas (2) se determinan de manera que cuando se aplica presión horizontal a los elementos prefabricados adyacentes, la posición mutua de las cavidades verticales internas en forma de botella es idéntica a la posición mutua de las cavidades verticales del elemento prefabricado dispuestas una encima de otra.

A partir del documento RO126953A2, se conoce la invención denominada MODULAR CONSTRUCTION ELEMENT, la invención se refiere a un elemento modular empleado en el campo de las construcciones, p. para hacer una estructura de cerca, una barandilla, estructura de balcón o terraza. De acuerdo con la invención, el elemento consta de unos contenedores (), a saber, un contenedor grande y un contenedor pequeño, hechos de plástico que contiene tereftalato de polietileno, en los que se practica un orificio pasante central en cada fondo y un orificio pasante central en cada tapón, teniendo los dos agujeros centros coaxiales, llenándose dichos contenedores con materiales de construcción como CLC y al menos una capa de arena, en el caso de los grandes contenedores (), introduciéndose por dichos agujeros unas varillas metálicas () unidas en un extremo interior por un anillo metálico interior () y en las proximidades de un extremo exterior se fija una arandela de tope (), estando todos dichos extremos fijados a un anillo metálico exterior (), mientras que, en el caso de los envases pequeños (), por dichos orificios se introducen otras varillas metálicas () colocadas en oposición y soldadas con sus extremos interiores a otro anillo interior metálico (), y cada extremo exterior en cuyas proximidades va fijada otra arandela de tope () fijándose entre dos anillos exteriores de metal (), b y colocando los recipientes pequeños () entre cuatro anillos metálicos exteriores () que son tangentes de dos en dos.

A partir del documento CN212331390U, se conoce la invención denominada ENVIRONMENT-FRIENDLY REGENERATED BRICK, la invención se refiere a un El ladrillo de regeneración ecológico se compone de un nuevo material de construcción, una botella vieja y un relleno de residuos, y el ladrillo de regeneración ecológico se compone de un ladrillo de pared de carga, un ladrillo de pared de carga, un ladrillo de aislamiento térmico y un ladrillo de absorción de impactos. El ladrillo regenerado respetuoso con el medio ambiente está hecho de basura y materiales de desecho, se utiliza un método de procesamiento beneficioso para la protección del medio ambiente, los materiales de desecho se procesan y utilizan circularmente, el ladrillo regenerado respetuoso con el medio ambiente está hecho de basura y materiales de desecho, y Se reduce el daño al medio ambiente causado por la incineración y el enterramiento de la basura y los materiales de desecho.

A partir del documento 04-85354, se conoce la invención denominada SISTEMA DE CONSTRUCCION DE MUROS CON BLOQUES DE PLASTICO RECUPERADO, la invención se describe a continuación: 1.- La forma del bloque de plástico recuperado es rectangular, alargada y comprendida por dos caras extremas, dos paredes laterales y dos superficies; la superior y la inferior. En el centro de la superficie superior y de la pared lateral derecha se configura una depresión o canal del mismo ancho de las caras extremas y en el centro de la superficie inferior y de la pared lateral izquierda se configura un relieve o espigo también del mismo ancho de las caras extremas, los cuales encajan complementariamente con los canales y espigos de un bloque colindante idéntico que sea adosado horizontal o verticalmente. Los bloques que sean superpuestos deben ponerse desplazados medio bloque en el sentido de su longitud para obtener así un intertrabado. 2.- El bloque de plástico recuperado contiene en el centro de la superficie superior y de la pared lateral derecha una depresión o canal del mismo ancho de las caras extremas y en el centro de la superficie inferior y de la pared lateral izquierda se configura un relieve o espigo también del mismo ancho de las caras extremas, los cuales hacen que puedan ensamblarse vertical y horizontalmente unos con otros siendo todos ellos idénticos. 3.- El bloque de plástico recuperado se caracteriza además porque contiene 4 orificios verticales, internos, pasantes y equidistantes que van desde la parte superior, hasta la parte inferior.

A partir del documento 80199659, se conoce la invención denominada SISTEMA DE CONSTRUCCION DE MUROS CON BLOQUES DE PLASTICO RECUPERADO, la invención describe que La Estructura de Construcción Eco-Sostenible PET/PVC es una forma económica y ecológica para construir paredes reutilizando botellas de plástico tipo PET, Tubos de PVC, codos, t, arena o suelo, ojáleles y concreto. Reutilizando las botellas PET en el proceso, se disminuye la contaminación ambiental que estas producen y se consigue una materia prima de bajo costo. La base en concreto y las uniones de los tubos permiten alta estabilidad y resistencia a la estructura final a la cual se puede revestir con una malla y frisar con adobe o cemento para dar apariencia y acabado de una pared tradicional. La forma en que se ensamblan las piezas, los materiales y sus modificaciones para lograr estabilidad y resistencia son la parte novedosa de la construcción tradicional con botellas PET.

A partir del documento MXMX/A/2007/009910, se conoce la invención denominada SISTEMA CONSTRUCTIVO A PARTIR DE BLOQUES DE PLASTICO, la presente invención se refiere a un bloque de plástico para construcción, con medios de acoplamiento con otros bloques semejantes, caracterizado porque cada bloque de construcción esta hueco y posee postes estructurales de carga internos que permiten el paso de instalaciones eléctricas hidráulicas, etc., el bloque incluye medios que permiten el paso de varillas para reforzar el acoplamiento de los bloques entre sí, y que permite construir paneles con una pluralidad de bloques. La invención también

describe un sistema de construcción empleando los bloques de plástico antes mencionados, en dicho sistema de construcción, los bloques se ordenan en un arreglo cuatrapeado que se ve reforzado por la presencia de salientes y depresiones formadas en las mismas caras de los bloques. El sistema constructivo involucra el uso de canales rígidos en forma de "U" que soportan a la pluralidad de bloques formando paneles, los paneles se pueden formar previamente y transportarse al sitio de construcción conforme a una primera modalidad de la invención, o bien armar los paneles en el sitio de construcción, conforme a una segunda modalidad. El sistema constructivo resultante es más resistente a la combustión, en comparación con los sistemas de construcción tradicionales, resultando en estructuras más ligeras y además permite eliminar substancialmente los tiempos requeridos en mano de obra, para el proceso de construcción de muros.

A partir del documento MXMX/A/2009/004754, se conoce la invención denominada PROCESO DE FABRICACION DE BLOQUES DE CONSTRUCCION, la presente invención es relativa a un proceso de fabricación bloques de construcción, el cual incluye las etapas de obtención de material de desecho o reciclado, tales como papel de desecho, papel reciclado, cartón, plástico, polietilen tereftalato (PET), pasto, unicel, hojas de plantas, desperdicios de maleza, y recortes orgánicos de jardín, prensado de dicho material y recubrimiento del bloque con una malla resistente y durable.

A partir del documento MXMX/A/2009/004AR072881, se conoce la invención denominada PANELES DE HORMIGON ALIVIANADO CON CELULAS DE ENVASES DE PET PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS Y TABIQUES DE EDIFICIOS Y METODO DE REALIZACION, la invención consiste en la construcción in situ, mediante moldes deslizables entre estructura portante, de paneles de hormigón alivianados con células elaboradas con envases de PET (polietilien - tereftaleto) para la construcción de muros y tabiques de edificios. Esto supone simultáneamente reciclar un material que habitualmente se descarta, los envases PET, disminuir la utilización de materiales constructivos (cemento, arena, piedra, ladrillos, bloques) y disminuir el tiempo de realización de los tabiques a través de los encofrados deslizables.

d. Descripción:

Una limitante de la invención WO2022024158A1, es que al utilizar bloques con rellenos de residuos de aceituna y cocción de pellets no generan una resistencia adecuada para soportar las cargas requeridas para un uso como elementos estructurales de una vivienda. Para poder brindar la resistencia requerida como elemento estructural, se debe utilizar un relleno con materiales granulares según la NTC-174.

Una limitante de la invención RU2634136C1 es el bloque propuesto, ya que no se puede utilizar como elemento estructural para una vivienda, debido a que las botellas PET están sin relleno para generar un canal vacío por donde va a circular el aire caliente. El problema técnico es que, al presentar canales vacíos, las cargas no se transmiten y por ende no se pueden considerar como elementos estructurales.

La invención JP2002021043A, propone un proceso de generación diferente, ya que se utiliza calor para la fusión de materiales plásticos. El problema técnico es que este tipo de invención no tiene la capacidad de brindar ductilidad requerida, ya que no presentan acero de refuerzo corrugado y, por ende, después de la ocurrencia de un sismo, la construcción con estos elementos puede colapsar debido a desplazamientos excesivos ya que no tendrían la capacidad de volver a su estado inicial sin deformación.

La invención CZ20014071A3, presenta limitantes en su uso como elemento estructural para una vivienda, la tecnología anteriormente conocida la utilizan para generar calefacción. El problema técnico se presenta al poseer canales son vacíos y las cargas no se transmiten y por ende no se pueden considerar como elementos estructurales.

La invención RO126953A2, la limitante de esta invención es que las cargas no se transmiten de manera vertical y por ende no se pueden considerar como elementos estructurales, además de que en su descripción ya se está aclarando que es un elemento de cerramiento.

La invención CN212331390U, presenta una limitante al no poderse utilizar como elemento estructural para una vivienda, ya que utilizan botellas de vidrio, generando que el bloque sea muy frágil. Para poder brindar el comportamiento de un elemento estructural, se debe utilizar un material que sea dúctil, como el plástico o el acero.

La invención 04-85354 requiere de un proceso adicional mecánico que genera un gasto energético y genera contaminación por la producción de un gas nocivo para la salud. El problema técnico es que este tipo de invención no tiene la capacidad de brindar ductilidad requerida, ya que no presentan acero de refuerzo corrugado y, por ende, después de la ocurrencia de un sismo, la construcción con estos elementos puede colapsar debido a desplazamientos excesivos ya que no tendrían la capacidad de volver a su estado inicial sin deformación.

La invención 80199659, no se puede utilizar como elemento estructural para una vivienda, ya que los elementos no cuentan con una estabilidad lateral autoportante, ya que no utilizan acero de refuerzo sino tubos en PVC.

La invención MXMX/A/2007/009910, requiere de un proceso adicional mecánico que genera un gasto energético y genera contaminación por la producción de un gas nocivo para la salud. Este tipo de invención no tiene la capacidad de brindar la ductilidad requerida, ya que no presentan acero de refuerzo corrugado y, por ende, después de la ocurrencia de un sismo, la construcción con estos elementos puede colapsar debido a desplazamientos excesivos ya que no tendrían la capacidad de volver a su estado inicial sin deformación.

La invención MXMX/A/2009/004754, el procedimiento descrito para la fabricación de bloques está conformado por materiales que no garantizan la resistencia requerida para ser utilizados como parte del sistema estructural de una vivienda. Para poder brindar la resistencia requerida como elemento estructural, se debe utilizar un relleno con materiales granulares según la NTC-174.

La invención MXMX/A/2009/004AR072881 presenta formaletas deslizantes para la construcción de muros. El problema técnico es que el proceso no presenta materiales granulares de acuerdo a la NTC-174, por tanto, no garantiza la resistencia requerida para ser utilizados como parte del sistema estructural de una vivienda.

La configuración constructiva de la presente invención garantiza una resistencia a la compresión adecuada para soportar cargas verticales en una vivienda gracias al procedimiento propuesto, este propone el uso de botellas PET rellenas de arena que cumpla con una granulometría según la NTC-174 (norma técnica Colombiana que brinda las especificaciones de los agregados para concreto).

El procedimiento describe la ubicación de las botellas verticalmente y se amarran para conformar bloques que permiten soportar las cargas verticales. Los problemas técnicos hallados con respecto a la capacidad de ductilidad son solucionados al proponer que el procedimiento incluya que en el centro de estos bloques se agregue una varilla de diámetro de $\frac{1}{2}$ " de acero de refuerzo fy 4200 kg/cm² (60 ksi), la cual brinda la estabilidad lateral a los bloques y es la encargada de brindar la ductilidad del elemento estructural.

Finalmente, se ubican formaletas como se realiza en una construcción convencional, conformando un molde perimetral en forma rectangular. En su centro se localiza el elemento como se encuentra conformado hasta el momento y se vierte concreto que provenga de un diseño de mezcla de 21 MPa con aditivos Plastocrete y viscoflow para darle fluides a la mezcla, de tal manera que se llenen todos los espacios vacíos para conformar un elemento estructural con la apariencia de una columna, viga o muro en concreto reforzado, el cual es capaz de soportar las cargas requeridas en una vivienda, lo que soluciona los problemas técnicos hallados en las tecnologías anteriormente conocidas.

Para validar la afirmación anterior, se realizó la construcción de un prototipo de vivienda en el sistema constructivo propuesto y se lo sometió a un ensayo de cargas verticales mediante sacos de arena con un total de 175 kg/m². A partir de la norma de construcción sismo resistente de Colombia (NSR-10), se determinó que la vivienda máximo debía soportar una carga de 125 kg/m² de cubierta, lo que demuestra que el sistema estructural propuesto soportó un 40% adicional de lo requerido, sin llegar a un colapso.

e. Imágenes

FIGURA I

La figura I es una vista de los materiales utilizados en la presente invención, que muestra la configuración de ensamble del conjunto de bloque con botellas de plástico PET. Se aprecia la configuración del relleno interno de cada botella con arena, su amarre, recubrimiento con malla eslabonada y ubicación entre las varillas de diámetro de ½" de acero de refuerzo fy 4200 kg/cm² (60 ksi).

FIGURA II

La figura II contiene una vista superior y lateral que muestra la configuración de la conformación de formaleta que permite observar el espacio de 3 cm descrito para el recubrimiento de concreto, adicionalmente permite ver el vertimiento del diseño de mezcla de concreto de 21 MPa con aditivos plastificantes Plastocrete y viscoflow, para rellenar espacios vacíos.

FIGURA III

La figura III es una vista lateral que permite observar la configuración de alzado de muro con puerta y ventana bajo el proceso propuesto.

Elementos utilizados

1. Botellas de Plástico PET: Envases plásticos reciclados.
2. Arena: con granulometría según la NTC-174.

3. Alambre dulce: Sus características le permiten realizar nudos y dobleces con alta flexibilidad, maleabilidad y facilidad de trabajo, permitiendo obtener terminaciones seguras y firmes
4. Varilla: Varillas de diámetro de ½" de acero de refuerzo fy 4200 kg/cm² (60 ksi).
5. Malla eslabonada: Malla tejida en forma de rombo con enlazado transversal, fabricada en alambre galvanizado con remate cerrado en los dos extremos.
6. Formaleta: Molde temporal en el que se vierte el concreto.
7. Concreto: Mezcla de concreto de 21 MPa con aditivos plastificantes
8. Plastificantes (PLASTOCRETE y VISCOFLOW): aditivos para el concreto.
9. Cemento: Material de construcción que mezclado con agua u otra sustancia, forma una pasta blanda y se endurece en contacto con agua o aire.
10. Agregado grueso: es aquel que es retenido 100% en el tamiz N° 4 o superior.
11. Agregado fino: material que pasa 100% el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200. Generalmente es clasificado como arena gruesa o fina.

f. Descripción detallada del invento

El proceso constructivo de la presente invención comprende las siguientes etapas:

1. Preparación de botellas plásticas PET (1)

Inicia mediante el reciclaje de botellas PET (1). Las botellas son previamente lavadas para evitar que queden restos de alimentos (azúcares) que serán transformados en gases como CO₂ y expandirán y contraerán la botella hasta romperla debido a los cambios de temperatura.

Posteriormente se alista la arena (2), la cual debe cumplir con las especificaciones constructivas de diámetros máximos de los agregados (DMA) menores a ½" y cumplir con una curva granulométrica construida con un método de tamizado siguiendo la norma NTC 174. Esto con el objetivo de tener una gradación correcta que garantice la mínima posibilidad de espacios vacíos, lo que genera una óptima transmisión de cargas entre las partículas. La curva granulométrica del material que se debe utilizar se presenta a continuación mediante la Tabla 1.

Tabla 1.

ABERTURA TAMIZ		PESO RETENIDO (KG)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULA DO	% PASANTE
in	Mm				

0,50	12,70	0,024	2,67	2,67	97,33
0,25	6,35	0,306	34,00	36,67	63,33
0,19	4,75	0,013	1,44	38,11	61,89
0,09	2,38	0,041	4,56	42,67	57,33
0,07	1,68	0,3	33,33	76,00	24,00
0,05	1,19	0,051	5,67	81,67	18,33
0,02	0,59	0,118	13,11	94,78	5,22
0,01	0,30	0,036	4,00	98,78	1,22
0,01	0,15	0,01	1,11	99,89	0,11
0,00	0,08	0,001	0,11	100,00	0,00
TOTAL		0,9	100		

Una vez se cuente con la gradación correcta de la arena (2), se procede a realizar el llenado de las botellas PET (1), rellenando cada un tercio (1/3) de la altura y compactando por medio de 20 golpes utilizando la varilla (4) de diámetro de $\frac{1}{2}$ " que debe ingresar en el orificio de la botella (1) donde se ubica la tapa de la botella. La compactación de la arena aumenta la resistencia a la compresión de las botellas (1), ya que al tener el menor espacio vacío se comporta como un material uniforme similar al de una roca. Una vez compactada la arena (2), se sella la botella PET (1) con su respectiva tapa.

2. Alistamiento del terreno y preparación de vigas de cimentación

Previamente se alista el terreno como en los procesos de construcción de viviendas convencionales, se realiza el alistamiento de las vigas de cimentación que son las encargadas de transmitir las cargas al subsuelo. se funde un solado de limpieza de 5cm, es decir, verter una mezcla de "concreto pobre" en el fondo de la cimentación que sirva como conexión entre la viga de cimentación y el terreno natural.

Posteriormente se procede al armado de acero de columnas. Se deja 20 cm de barra en escuadra en la base de la columna, esta punta debe ubicarse

apuntando hacia dentro a la construcción, con el fin de generar mayor estabilidad. Este proceso de construcción eco-amigable reduce el consumo de acero de refuerzo en las columnas a tan solo 1 Varilla de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro (4) por columna, la cual consecuentemente sirve de guía para los módulos conformados.

3. conformación de los módulos y conformado de columnas

Se conforman grupos de cuatro unidades de botellas (1) rellenas de arena (2) ubicadas de manera vertical y se amarran con alambre dulce (3) en la parte superior e inferior de la botella (1) utilizando un alicate. Como se muestra en la Figura 1.

Para asegurar una mejor conexión de viga con el material reciclado que compone las columnas, se coloca concreto en las esquinas de la estructura y se pone en contacto el primer módulo de botellas (1) en dicho concreto (7). La forma correcta de proyectar las columnas es ubicando el módulo y luego llenando con concreto hidráulico (7) denso, para evitar tener espacios vacíos en el interior. Este detalle se ampliará en la sección de columnas.

Para la conformación de columnas, se procede a ubicar los módulos de botellas PET (1) uno sobre otro de manera vertical, atravesados por la varilla (4) que sirve de guía y tiene un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm² (60 ksi), como se muestra en la Figura 3. Los módulos se forran con una malla eslabonada (5) para generar una mayor adherencia del concreto (7).

4. Encofrado de columnas.

Se ubican formaletas como se realiza en una construcción convencional, conformando un molde perimetral en forma rectangular. Se deja un espacio de 2 cm entre las tablas y las cuatro caras de los módulos de botellas (1), que representa el recubrimiento de concreto (7) final. Para asegurar la formaleta se utilizan clavos y un martillo.

Posteriormente, se vierte el concreto (7) fluido desde la parte superior, el cual se genera a partir de un diseño de mezcla de concreto de 21 MPa, con adición de dos plastificantes (8) (PLASTOCRETE y VISCOFLOW) y cumpliendo con la distribución de materiales de la Tabla 2. en la cual se presenta 2 tipos de diseño de mezcla, por volumen o por peso, para un (1)

metro cubico (m³) de concreto (7), logrando una mezcla fluida capaz de ingresar en todos los espacios vacíos de los elementos.

MATERIAL	PESO HUMEDO	DENSIDAD APARENTE	VOLUMEN	PESO	UN
	Kg/m ³	Kg/m ³	a ³ /m ³	50 litros	
AGUA	142.5	1000	0.14	7.1	kg
AIRE	0	0	0.03	0	kg
CEMENTO FORTECEM TIPO UG	382.2	3100	0.12	19.1	kg
AGREGADO GRUESO (Tamaño máximo 3/8")	949.9	2636	0.36	47.5	kg
AGREGADO FINO (Río)	245.05	2570	0.09	12.25	kg
AGREGADO FINO LAV (Arena Peña)	565.5	2601	0.21	28.27	kg
PASTIFICANTE PLASTOCRETE	1.9	1120	0.002	0.1	kg
PASTIFICANTE VISCOFLOW	1.15	1100	0.001	0.06	kg
TOTAL	2285.18		0.97		

Tabla 2.

Posteriormente, se retiran las formaletas utilizando el martillo y el elemento queda con su acabo final.

5. conformación de muros

Finalmente, con los elementos tipo columna conformados, se procede a la construcción de los muros con la misma metodología descrita anteriormente. Se ubican los bloques de botellas PET (1) rellenos de arena (2) a través de

las varillas (4) de aceros de refuerzo que quedaron libres, se amarran los bloques con la malla eslabonada (5).

Para finalizar esta etapa, se procede a agregar concreto (7) como se construye el pañete de las paredes de una vivienda convencional. Se agrega tanto concreto (7) hasta que se conforme un espesor adicional de 2 cm, conocido como el recubrimiento.

6. Vigas de amarre aéreas

De forma similar a como se construyeron las columnas, las vigas tienen una varilla (4) con un diámetro de $\frac{1}{2}$ " en el centro que se conecta con las columnas en los extremos de la estructura.

También se ubican los módulos conformados de botellas (1), pero en posición horizontal. Se aplica el mismo proceso de encofrado que en las columnas rellenando los espacios vacíos con el concreto (7) propuesto en las proporciones establecidas previamente para que rellene los espacios vacíos.

Finalmente Se debe señalar que el proceso de construcción planteado puede ser ajustado a cualquier tipo de diseño arquitectónico que se plantee y que el armado de la cubierta o techo dependerá del diseño que se siga.