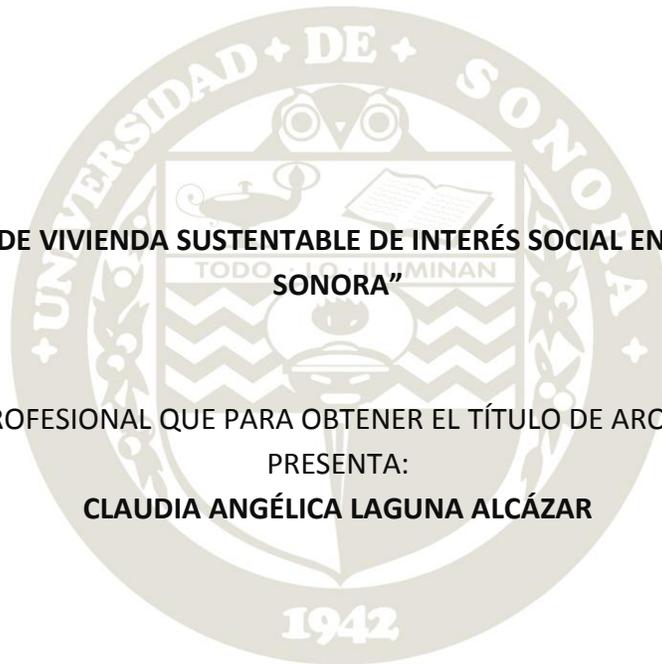


UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y BELLAS ARTES
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
PROGRAMA DE ARQUITECTURA

**“PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO,
SONORA”**

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO
PRESENTA:
CLAUDIA ANGÉLICA LAGUNA ALCÁZAR



HERMOSILLO, SONORA.
A: NOVIEMBRE DEL 2013

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
V. HIPÓTESIS	4
VI. METODOLOGÍA	5
CAPITULO UNO. ANTECEDENTES	7
1.1. Generalidades	7
1.1.1. Sustentabilidad	8
1.1.2. Vivienda	11
1.1.2.1. Antecedentes históricos	11
1.1.2.2. Situación de la vivienda	13
1.1.2.3. Estándares de habitabilidad	14
1.1.2.4. Problemática de la vivienda	16
1.1.3. Analogía	19
1.1.3.1. Tipología de la vivienda	19
1.1.3.2. Tipología de sistemas constructivos alternos	28
1.1.4. Alternativas sustentables	32
CAPÍTULO DOS. ESTUDIOS PRELIMINARES	35
2.1. Medio social y usuarios	35
2.1.1. Tipo de usuarios	35
2.1.2. Deseos y necesidades	36
2.1.3. Demanda	37
2.2. Medio urbano	38
2.2.1. Localización de la zona de estudio	38
2.2.2. Uso de suelo	40
2.2.3. Infraestructura	42
2.2.3.1. Agua	42
2.2.3.2. Alumbrado y red de energía eléctrica	44
2.2.3.3. Banquetas y peatones	44
2.2.3.4. Legislación	45
2.2.4. Imagen urbana	47
2.3. Medio físico	53
2.3.1. Suelo	53
2.3.2. Clima	53
2.3.3. Fauna	58
CAPÍTULO TRES. PROGRAMACIÓN	59
3.1. Programa de necesidades	59
3.2. Programa arquitectónico	60
3.3. Criterios de diseño	61
3.4. Diagramas espaciales	73

3.4.1. Diagrama de relaciones	73
3.4.2. Diagrama de funcionamiento	74
3.4.3. Zonificación	75

CAPÍTULO CUATRO. PROPUESTA PROYECTUAL	77
Presupuesto	79
Conclusión	84
Bibliografía	85
Anexos	

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Hipoteca Verde, Esquema Operativo.....	10
Imagen 2. Prototipo de Vivienda, Juan Legarreta.....	20
Imagen 3. Fotografía de fachada de casa.....	21
Imagen 4. Casa Fraccionamiento Dunas.....	22
Imagen 5. Planta Arquitectónica Fraccionamiento Dunas.....	23
Imagen 6. Lotificación Fraccionamiento Dunas.....	23
Imagen 7. Casa Fraccionamiento Altares.....	24
Imagen 8. Planta Arquitectónica, sección los Cirios.....	25
Imagen 9. Lotificación, Fraccionamiento Altares.....	25
Imagen 10. Cada Fraccionamiento Pilares.....	26
Imagen 11. Planta Arquitectónica Pilares.....	27
Imagen 12. Imágenes sobre la ejecución hogar dulce hogar.....	29
Imagen 13. Imagenes del proyecto Orange Ville.....	30
Imagen 14. Imagenes del proyecto Centro Médico.....	31
Imagen 15 Superficie del territorio de Hermosillo.....	39
Imagen 16 Plano de uso de suelos.....	41
Imagen 17 Cobertura de agua.....	43
Imagen 18 Fotografía de banquetas en colonia Pilares.....	44
Imagen 19 Imagen del Aspecto actual de la ciudad.....	48
Imagen 20 Plano de Aspectos Visiblemente malos de la ciudad.....	49
Imagen 21 Imagen de crecimiento Urbano del Municipio de Hermosillo.....	50
Imagen 22 Andreas Froese rodeado de su materia prima.....	52
Imagen 23. Botellas PET.....	61
Imagen 24. Cuerda nylon 3 mm.....	61
Imagen 25. Palet de madera.....	62
Imagen 26. Arena.....	63
Imagen 27. Bocetos del proyecto.....	64
Imagen 28. Recolección de material.....	64
Imagen 29. Boceto de proceso de relleno.....	65
Imagen 30. Boceto de cimentación.....	65
Imagen 31. Proceso de desplante de muro a base de botella PET.....	66
Imagen 32. Columna de botellas.....	66
Imagen 34. Boceto de acabado en muro de botellas.....	67
Imagen 33. Cerramiento de ventana en muro.....	67
Imagen 35. Boceto de la forma que se espera tener.....	70
Imagen 36. Tonalidades que se proponen.....	70

Imagen 37. Bocetos de los materiales que se utilizarán.....	71
Imagen 38. Sistema de ventilación cruzada.....	71
Imagen 39. Boceto de propuesta de ventana	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conclusión Tipológica	27
Tabla 2. Ocupación de Usuarios.....	35
Tabla 3. Demanda Espacial.....	37
Tabla 4 Vientos Dominantes.....	56
Tabla 5. Programa de necesidades.....	59
Tabla 6. Programa Tentativo para 4 (Miembros en una familia).....	60
Tabla 7. Propiedades mecánicas de HDPE.....	61
Tabla 8. Propiedades mecánicas de la cuerda Nylon.....	62
Tabla 9. Especificación de pallet de madera.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Temperatura.....	54
Gráfica 2 Humedad Relativa.....	55
Gráfica 3 Soleamiento.....	56

I. Introducción

Con el fin de promover la conciencia ambiental, que se ha perdido a través de los años, se presenta un documento de tesis a cerca de un prototipo de vivienda sustentable de interés social en Hermosillo, Sonora. Este proyecto consiste en una alternativa de construcción, además que cuente con elementos para el combate contra las inclemencias del tiempo, con métodos pasivos para favorecer el confort la vivienda de interés social o popular, y aunque todo lo que se implementa ya existe, se juega con estos elementos para sugerir un modelo innovador de diseño, con el fin de mejorar el nivel de vida a los propios usuarios.

Este proyecto se sensibiliza hacia personas de ingresos bajos, en su mayoría a usuarios que tienen un sueldo de 2 a 5 salarios mínimos.

Por otra parte en Hermosillo, Sonora se vive un fenómeno climático alarmante, la sequia a generado un clima desfavorable para generar confort térmico, y esto repercute más en la sociedad que cuenta con menos recursos económicos, ya que para tener calidad de vida también se necesita tener un nivel económico favorable.

Analizando el tema desde la perspectiva de proyectual, se trata de combatir dicho fenómeno proponiendo tipologías muy elementales en base a orientación solar, innovando sistemas constructivos vernáculos, reciclaje, etcétera.

La tesis básicamente se divide en cuatro partes o capítulos, el primero de ellos va orientado al estudio de los antecedentes a este problema, como es que la sociedad ha llegado a descuidar este importante sector de la ciudad, pero de igual modo como ha empezado esta motivación por mejorarla.

En el segundo capítulo realizamos estudios preliminares, estos como análisis del usuario o los usuarios, sus posibles tipos, deseos, demandas, anhelos, ver a fondo no solo físicamente si no psicológicamente que es lo que el usuario requiere. El medio urbano en el que se encuentra, en qué consiste la reglamentación, que si y no se puede hacer. Y para finalizar un estudio exhaustivo de su medio físico.

En el tercer capítulo veremos algo acerca de la programación del proyecto. En este se empieza a analizar los espacios antes propuesto, por medio de listados de necesidades, estudiando detenido de áreas que se necesitarán en el proyecto para así calcular el espacio total que será utilizado; diagramas de relaciones, para ordenar los espacios según su compatibilidad, también presentaremos diagramas de funcionamientos y terminaremos esta sección con una zonificación la cual se acercara mas al partido arquitectónico.

En el cuarto capítulo tendremos una propuesta proyectual, la cual permitirá describir literal y gráficamente cada uno de los espacios dando propuestas no solo para la idea de diseño si no para su posible construcción, en ella se verán criterios como: cimentación, instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas, de acabados, etcétera.

Finalmente concluiremos con una estimación financiera. Con esta propuesta se logrará promover la calidad de vida en personas que menos tienen, ya que como seres humanos merecemos un nivel de vida alto y homogéneo.

II. Planteamiento del Problema

Teniendo la situación del contexto de Hermosillo, Sonora con respecto a la vivienda se deduce que el problema de que se padece es el déficit de la vivienda en Hermosillo, Sonora.

Esto implica el alto costo de una vivienda para personas que cuentan con un salario entre los 2 y 5 veces el mínimo, el hecho de que los espacios sean de menor tamaño que el mínimo, impidiéndoles realizar cómodamente sus actividades. Por otra parte está el contaminante ambiental que va creciendo impactando seriamente con la naturaleza de la tierra, independientemente de todos esos problemas está el de la no aceptación a usar otro sistema constructivo que no sea el tradicional.

El problema de esto no es solamente la inexigibilidad económica para muchos, es también la falta de ética, de saber que existen sistemas alternos de construcción que son muy económicos, pero al ser tan económicos no deja ganancia, por lo tanto no se hace, y con esto se deja a numerosas familias sin la oportunidad de un lugar digno para vivir.

Por lo tanto el problema se basa prácticamente en la falta de oportunidad de vivienda para las personas que tienen un nivel económico bajo y por lo tanto les es muy difícil adquirir una vivienda. Es problema se encamina a la preocupación por ver como la mancha urbana que pertenece a la ciudad de Hermosillo, Sonora, crece sin control y con esto viene un sin número de conflictos, tales como recorridos de largas distancias para abastecer sus necesidades, poca accesibilidad, invertir más para que la infraestructura llegue, entre otros.

En los últimos años la ciudad se ha visto invadida por fraccionamientos que diseñan un tipo de vivienda y esta como una especie de “copiar y pegar” se impone en todo terreno, alejado de la ciudad, con problemas de abastecimiento en infraestructura, y sin un mínimo sentido de conciencia de los niveles críticos de clima que se puede llegar a tener en la región.

Como seres humanos necesitamos un espacio digno para habitar y no solo cuidarnos de las inclemencias del medio físico, necesitamos de un espacio en el que nos podamos recrear, y crecer física y emocionalmente. Muchos de los inmuebles de interés social que están en el mercado más que hacerse para vivir parece que se piensan con la intención de hacerse para sobrevivir.

III. Justificación

Este problema se encamina a la preocupación por ver como la mancha urbana que pertenece a la ciudad de Hermosillo, Sonora, crece sin control y con esto viene un sin número de conflictos, tales como recorridos de largas distancias para abastecer sus necesidades, poca accesibilidad, invertir más para que la infraestructura llegue, entre otros.

En los últimos años la ciudad se ha visto invadida por fraccionamientos que diseñan un tipo de vivienda y esta como una especie de “copiar y pegar” se impone en todo terreno, alejado de la ciudad, con problemas de abastecimiento en infraestructura, y sin un mínimo sentido de conciencia de los niveles críticos de clima que se puede llegar a tener en la región.

Como seres humanos necesitamos un espacio digno para habitar y no solo cuidarnos de las inclemencias del medio físico, necesitamos de un espacio en el que nos podamos recrear, y crecer física y emocionalmente. Muchos de los inmuebles de interés social que están en el mercado más que hacerse para vivir parece que se piensan con la intención de hacerse para sobrevivir.

Es por eso que la solución a este problema es diseñar un prototipo que se adapte a varios casos, en el que se piense profundamente en las necesidades que se tiene, a pesar del nivel económico. Los recursos para lograr esto son el conocimiento para enfrentar de una mejor manera la problemática climática, se cuenta con espacios para hacer proyecto de vivienda no alejados del centro urbano, solo se necesita iniciativa para enfrentar esto que tanto afecta a la mayor parte de la sociedad.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Crear una propuesta u objeto arquitectónico a nivel ejecutivo para resolver la problemática de calidad de vivienda de interés social en la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Dirigido a personas que cuentan con ingresos entre los 2 y 5 salarios mínimos. Con características de vivienda digna, flexible y económica.

Objetivos particulares

Usar métodos pasivos y activos para mejorar el confort térmico de la vivienda, sin importar que sean personas con niveles de ingresos bajos. Con esto lograremos aumentar la calidad de vida y homogenizar los derechos de una sociedad.

Reciclar el mayor material posible, logrando con esto generar conciencia y economizar al estar dándole reusó a un objeto.

Proponer espacios para la recreación y aumentar la convivencia entre los mismos usuarios de la vivienda.

Generar una fuente de empleo en prefabricados, esto con los implementos de objetos como ventanas, pergolados, elementos constructivos, etcétera, que se utilizan en el prototipo de vivienda.

Implementar sistemas constructivos emergentes que se están utilizando en otros países, acondicionándolos a nuestra región.

El implemento de materiales de reuso como botellas de plástico, tierra y escombros del sitio, madera, entre otros, para la reducción de contaminación y economizar la edificación de la vivienda, así como la creación de conciencia por el medio físico.

Comprobar mediante sistemas innovadores de diseño que el ser humano independientemente de su estado económico merece una vivienda digna en la cual pueda llevar a cabo sus actividades diarias, tanto de recreación como necesidades físicas.

V. Hipótesis

Lo que se logrará con esto es mejorar la calidad de vida en un ambiente físico y psicológico, para la población que particularmente carece en su mayoría de un nivel de vida digno.

VI. Metodología

En la primera etapa se concentraron resultados de consultas, lecturas, entrevistas y todo aquello que con lleve a recaudar información, para la asimilación y concientización del problema a resolver, en base a un proyecto arquitectónico. Una vez realizado todo este análisis y tipologías desde lo global a lo particular, se procedió con el estudio de las personas que lo usarán.

Como mencionamos anteriormente en esta sección se trataran temas que con base en la problemática estudiada desde la primera parte, pero en esta ocasión será a cerca de factores físicos y sociológicos que influyen directamente en el actual tema, tales como reglamentos, normativas, clima, cultura, métodos constructivos, etc. Otra de las cuestiones sumamente importantes es el de la psicología social, saber como el usuario es afectado por los espacios, un tema interesante pero de igual modo delicado, ya que se ha estado dejando de lado.

Siguiendo con el proceso se llevo a la situación de realizar un listado de necesidades. Tomando en cuenta los factores que fundamentan la problemática realizaremos una lista, en la que se propongan posibles espacios para concientizar y solucionar dicha situación, esto nos traerá la base del desarrollo del proyecto arquitectónico.

Finalmente en la última etapa tenemos el resultado de la conjugación de todos estos procesos y vemos un proyecto arquitectónico que promueve la calidad de vida y la conciencia de cuidado que debemos dar al ambiente, a nuestra economía y a la sociedad.

CAPITULO UNO. ANTECEDENTES

1.1 Generalidades

A lo largo de la historia hemos hablado de la vivienda como pieza fundamental en la consolidación de una sociedad integra, y es aquí de donde depende el espacio para desarrollar nuestras principales actividades físicas y psicológicas.

También hemos presenciado los cambios que el ecosistema ha sufrido debido al abuso de los medios naturales que tenemos o teníamos a nuestro alcance. Es por eso que para hablar a cerca de la vivienda, su importancia y la responsabilidad de generar conciencia hacia un bien ecológico, es importante fusionar estos dos aspectos de la vida. Con esto dar una posible solución a una problemática que venimos arrastrando desde hace algunas décadas.

Haciendo mención de un punto que cambio los parámetros en la sustentabilidad, hablaremos un poco sobre “El informe Brundtland o bien el también llamado Nuestro futuro común”, ya que en él se marca un parámetro de 1987 hasta lo que actualmente entendemos como sustentabilidad. Antes solo se hacía énfasis para el medio ambiente, después de este reporte se amplía el termino y se declara a la sustentabilidad como un compromiso, en el que se dice que hay que satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de las futuras generaciones, y en él se incluyen referentes para cambiar los niveles de calidad de vida en la vivienda. (Brundtland, 1987)¹ Esto aparte de buscar una nueva alternativa para cambiar la forma de vida, intenta ir más allá de una mejora en la calidad, y motivar el hecho de estar a tiempo de evitar una catástrofe ecológica y psicológica.

Es indignante como las empresas que se encargan de la construcción de nuevos núcleos de vivienda de interés social se aprovechan de las carencias y degradan las necesidades que como humanos tenemos. Si hacemos un recuento histórico veremos como en vez de superarnos con tanto avance tecnológico e intelectual que se ha alcanzado en las últimas décadas, solo nos hundimos en términos de confort, ya que la menor inversión va dedicara a los niveles económicos más bajos de nuestra sociedad. Se cree que cumpliendo con una demanda numérica se acaba el problema, siendo que la problemática va más allá de una cuestión cuantitativa. Este problema está arraigado a la calidad, aunque viéndolo del punto simplista no cumple tampoco en cantidad.

¹ Brundtland, H. G. (1987). *Our Common Future*. Organización de las Naciones Unidas, World Commission on Environment and Development.

Para desarrollar este tema adecuadamente se tuvo que hacer un estudio minucioso de lo antes mencionado, lo que referimos con términos como calidad de vivienda, vivienda de interés social, sustentabilidad y la historia que hay ante dichas cuestiones que hoy en día nos llevan a la preocupación por este fenómeno que crece día con día.

1.1.1 Sustentabilidad

Actualmente el mundo en general se encuentra en un punto crítico en relación con el nivel ambiental, ecológico y económico, que se vive. Desde hace ya algunos años varias organizaciones se han visto interesadas en hacer un alto a esta problemática entre ellas la ONU.

En el año de 1987 se marca una pauta acerca este tema, por medio de un informe Brundtland encabezado por la Doctora que lleva el mismo apellido (nombre del informe referido por ella) en el cual se declara la definición de Desarrollo Sostenible dada por la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo ("Comisión Brundtland") sigue siendo vigente y actual: "El desarrollo sostenible o bien sustentable es el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades." (Brundtland, 1987) Esto implica conseguir el equilibrio entre y la integración de aspectos medioambientales, económicos y sociales del desarrollo, sin olvidar la componente cultural.²

Este momento hace un parte aguas en lo que era y ahora es la sustentabilidad ya que cambia el panorama y no se queda solo con el lado físico del medio si no con un nivel en el que se conjuga la economía, medio ambiente y sociedad. Aparentemente esto genero una innovación en la forma de conceptualizar a la sociedad y su interacción con la sociedad.

A la sustentabilidad se le ha dado varios enfoques, al ser un tema tan amplio y aplicable a numerosas áreas de práctica y de estudio. Uno de estos enfoques es el ecologista, en este se hace resaltar la preocupación solamente por las condiciones que impliquen mantener la vida humana a lo largo de las generaciones, y enfatiza límites ecológicos ya que vivimos en un planeta finito. Otro enfoque es el intergeneracional, en este se da a entender la necesidad de preservar la naturaleza con el fin de que las futuras generaciones puedan gozar de las mismas oportunidades que brinda la materia prima ahora. Siguiendo con los enfoques viene el económico la cual se fundamenta en políticas sostenibles que amplíen la base de los recursos del medio ambiente.

² Brundtland, H. G. (1987). *Our Common Future*. Organización de las Naciones Unidas, World Commission on Environment and Development.

Concentrando este tema en la arquitectura, y viéndolo a un nivel internacional, los métodos que se usan para edificar no son sustentables, ya que en su mayoría estos se logran con la explotación de los recursos naturales, y es aquí cuando se viola el patrón principal del término sustentabilidad al no hacer conciencia y por lo tanto comprometer a las futuras generaciones.

Nosotros como nueva generación de arquitectos debemos tomar conciencia de esto, ya que en gran medida el deterioro de los medios naturales se debe a la construcción (uno de los mayores contaminantes en el planeta).

Muchas de las cosas que se han hecho son irreversibles pero hoy lo menos que podemos hacer es espacios dignos que frenen o mínimo no aumenten este deterioro.

En México el término sustentabilidad se trata recientemente pero aun no se profundiza mucho en el tema debido a que las grandes inmobiliarias disfrazan el sentido de sustentabilidad bajo un eslogan de verde, siendo que esto va mas allá, para lograr la sustentabilidad se debe profundizar y generar conciencia.

En Sonora ha habido algunos intentos por el implemento de normas que contengan fines sustentables tales como:

- La Ley 254 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora regula el ordenamiento de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano, además de organizar el sistema de centros de población en la Entidad y asegurar la dotación suficiente de infraestructura y equipamiento, así como la coordinación de acciones entre el Estado y los ayuntamientos en materia de planeación, administración y operación del desarrollo urbano. De acuerdo con estos ordenamientos es atribución de los ayuntamientos el formular, aprobar, ejecutar y modificar los Programas de Desarrollo Urbano de los Centros de Población ubicados en su jurisdicción. Se establece que una vez formulado el programa, para la integración de los proyectos definitivos de los programas municipales, se recabará de la Secretaría el dictamen de congruencia de los mismos con las políticas, estrategias y acciones del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y las del Programa Regional de Ordenamiento Territorial aplicable.³

Actualmente la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, creada en el 2006), tiene propuestas para iniciar un programa de vivienda sustentable, estos esfuerzos se ven

³ CDI. COMISIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. (15 de Noviembre de 2009). *Portal CDI*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=698

impulsados a partir del 2009 y en estos proyectos se dan como hechos relevantes los siguientes:

Para la tercera década del presente siglo en México habrán 40 millones de hogares y se construirán y financiarán en promedio 0.6 millón por año.

- En los próximos 30 años se construirá el 35% de las viviendas que hoy existen en México.
- Los ámbitos urbanos consumen cerca del 50% de los recursos energéticos del país.
- Hasta hoy se han construido en México casi 596,268 viviendas sustentables, cada una de ellas ha logrado mitigar 1 – 1.5 ton de CO₂e.
- Se han otorgado 243,626 subsidios “Ésta es tu casa” para Hipoteca Verde
- 5 Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) y 18 en proceso de revisión (más de un millón 250 mil viviendas nuevas en 15 estados)

Los beneficios económicos que la HV genera a la familia, están directamente vinculados con el paquete tecnológico que elijan. Dependiendo del ingreso tasado por el salario mínimo (VSM), se establece un rango de ahorros mínimos, lo que garantiza el ahorro mínimo a la economía familiar. Existe un apoyo del Gobierno Federal llamado Subsidio “Esta es tu Casa”: es un monto excedente sumado al crédito otorgado por INFONAVIT. Permite a las familias de menor ingreso (<2.6VSM) adquirir una vivienda sustentable.⁴



Imagen 1. Hipoteca Verde, Esquema Operativo. Recuperado el 29 de Septiembre del 2012. Fuente: http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

⁴ CONAVI. (01 de 08 de 2010). CONAVI. Recuperado el 29 de Septiembre de 2012, de http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

1.1.2 Vivienda

En esta tesis el tema primordial es el de la vivienda, ya que es el fundamento de esta investigación. Para desarrollar este punto hablaremos de la historia y la trascendencia de la misma, la situación en la que se encuentra, los estándares que la colocan en un nivel específico y las formas de entender la problemática desde diferentes enfoques.

1.1.2.1 Antecedentes históricos

Desde nuestro ante pasado prehispánico podemos ver como la vivienda ha sido y seguirá siendo un parámetro indispensable en el desarrollo de una sociedad solida. Esto reflejado en la manera de cómo se distribuía la ciudad, como esta se conecta de tal manera de intentar lograr un equilibrio, teniendo al alcance lugares a los cuales acudir para que nuestra forma de vida sea más sencilla. Sus técnicas constructivas iban de la mano a sus condicionantes climáticos, materiales constructivos adecuados, entre otras cosas.

Para analizar el tema de la vivienda es importante remontarlos en el marco histórico y ver qué es lo que ha estado pasando a lo largo de los años en el ámbito demográfico, ya que de aquí dependen las necesidades por la vivienda y la debida planificación para dar un techo digno a miles de mexicanos.

Un detonante para el crecimiento acelerado de la población fue un hecho histórico que marco a la humanidad y este es el de la Segunda Guerra Mundial, que a pesar de sus problemas sociales trajo consigo el inicio de la industrialización y con esto una revolución en el ámbito urbano.

Lo anterior será nuestro punto de referencia y para continuar, empezaremos a dar una serie de cifras que nos ayudaran con el entendimiento del crecimiento demográfico en nuestro país. Empezando por el año 1950 México tenía un 70% de vivienda rural y el 30% restante se sumergía en las zonas urbanas, pero para el año 2000, el fenómeno demográfico dio un giro, en el que sus porcentajes invirtieron.⁵

En 50 años aparte de invertir estos porcentajes la población, aumento cerca de 10 veces, trayendo con esto caos al estado, ya que no se contaba con la planificación necesaria para tantas personas. La zona más crítica se concentra en el área metropolitana de la Ciudad de México, ya que ahí la población va aumentando el doble cada año.

⁵ Cortés Delgado, J. L. (Octubre de 2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. (S. H. González, Ed.) *Casa del tiempo* .

Como sabemos nuestras culturas de origen se remontan a la época prehispánica, estas nos dejaron joyas arqueológicas que nos dan una entrada a lo que eran sus sistemas de urbanización.

Sus principios urbanísticos eran tan sólidos, que en los restos que encontramos en algunos centros arqueológicos del país podemos ver que sus patrones se repetían en cada ciudad, poniendo en el núcleo de sus ciudades los centros ceremoniales, y sus costados se encontraban los edificios de mayor poder, al perímetro de estas estaba la vivienda común. Estas ciudades se distinguen por tener esa armonía, al generar un equilibrio entre la naturaleza, el hombre y el espacio construido.

Cuando los españoles llegaron a conquistar América, con ellos trajeron una serie de principios urbanísticos que de cierta manera coincidían con los de las culturas existentes en la región, ellos traían una filosofía llamada “Sueño de Orden” y esta era a diferencia de la de las culturas prehispánicas un trazado totalmente ortogonal, en lo que coincidían es que sus puntos de importancia era enfatizado por una gran plaza que comprendía a su vez los edificios de alto rango como lo eran los políticos y los de culto religioso, a su alrededor se desprendían una serie de manzanas las cuales coincidían en su dimensión para mantener una perspectiva constante.

Al mismo tiempo ellos seguían un patrón en cuanto a sus diseños, estos aplicados en vanos, colores, texturas, etcétera. Se intentó implementar una accesibilidad digna entre la ciudad y la vivienda pues si bien se dice hacer vivienda implica hacer ciudad. El resumen de la llegada de España a América se sintetiza en más de 350 ciudades fundadas entre los siglos XVI al XIX. (Viforcós Marinas, 2008)⁶

Siguiendo con lo anterior el choque cultural fue enorme y al fusionar estas dos formas de urbanización nos hemos quedado con ejemplos impresionantes de parones sólidos para una armónica planificación urbana, y un valor impresionante de responsabilidad al hablar de ubicación estratégica de los lugares en una ciudad.

⁶ Cortés Delgado, J. L. (Octubre de 2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. (S. H. González, Ed.) *Casa del tiempo* .

1.1.2.2 **Situación de la vivienda**⁷

En México la situación de la vivienda más que ser un tema cualquiera, es un tema de discusión y problemas. Debido al aumento de la población estos problemas se vuelve más serio, y las formas de frenarlo cada vez son más complicadas.

Existen distintos enfoques para analizar la situación en México, tales como:

Aspecto Filosófico

Según José Luis Cortes Delgado la filosofía de la vida se centra en la sintetiza de relacionarse con la sociedad, la naturaleza, con el entorno edificado y el universo. Ya que como seres humanos nos hemos apropiado de todas estas piezas elementales de la vida, es por eso que las circunstancias nos llevan a pensar que si todo esto lo hemos adoptado, es nuestra gran responsabilidad equilibrarlas, para poder seguir aprovechándonos de esos preciados recursos. (Cortés Delgado, 2001)

Es por eso que es importante ponernos a pensar que estamos haciendo hoy por lo anterior comentado, y ver cuál es nuestra aspiración de vida, que es lo que actualmente necesitamos para mantener ese equilibrio.

Aspecto Ético

En esta se implican procesos un poco más abstractos, tales como la política, liderazgo social, profesionistas, académicos, el desarrollo de la vivienda, los servicios públicos, etc. Estos deben actuar en conjunto y con una ética que difícilmente encontramos, esto con el fin de que nuestra visión se convierta en un objeto de bien social y que este se vea reflejado en la vivienda. Es por eso que el futuro de miles de habitantes del país depende de la conciencia que tengan todas estas personalidades, según su ética ellos podrán generar un bienestar para la población por medio de la vivienda.

Aspecto Cultural

El crecimiento acelerado de las ciudades trae consigo una idiosincrasia, costumbres, imágenes, formas de pensar, de ver, de hablar, que al momento de conjugarse en un punto, se llega a una cultura enriquecida en muchos aspectos, pero esto trae como consecuencia que a su llegada (en este caso a una nueva ciudad) cueste trabajo incorporarse a esta, ya que para esto el individuo debe intentar entender su entorno y es por eso que la ciudad muchas veces crece alarmantemente, ya que algunos llegan a las periferias de la ciudad y viven en total caos y al momento de intentar integrarse estas intentan imitar este mismo caos.

⁷ Comentarios propios con referencia al análisis del tema Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México (Cortés Delgado, 2001)

1.1.2.3 Estándares de habitabilidad

*“La meta del arquitecto y del estudiante no puede ser,
en ningún caso la obra representada,
sino la obra viva, habitada y ambientada.”*

(Villagran García)

A lo largo de nuestra historia, la humanidad ha pretendido mejorar su nivel de vida, desde lo más básico hasta comodidades que jamás pensó llegar a tener. El grupo social que mayormente es afectado en este ámbito, es el que tiene la economía desfavorecida. Para entender un poco esto tenemos que hablar del concepto de habitabilidad.

La Habitabilidad es la cualidad de lo habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda. (Real Academia Española, 2010) En arquitectura, el concepto de lo habitable es el elemento rector de todo el proceso de producción de las obras arquitectónicas. Por tanto, el análisis de la habitabilidad, como cualidad de lo habitable, es el eje vertebral y común denominador de las actividades transformadoras del proceso, la investigación programática, el proyecto, la construcción, la habitación y la valoración arquitectónica. Partiendo de esta premisa teórica, y corroborada en la práctica, su análisis lo hemos dividido en dos partes, una “el hombre... como finalidad esencial, y otra, lo que le rodea... a envoltura, la arquitectura como medio...” (Hegel, 1981)⁸

Es por eso que como la civilización ha ido evolucionando, debemos tener en cuenta que, en términos de habitabilidad también se debe seguir haciendo, pero esto se ha visto truncado a través de los años, especialmente después de la época en el que el modernismo llegó a su máximo esplendor, esto debido a que el mínimo espacio se implemento como modelo, sin tomar en cuenta que muchas veces esto llevado al extremo, pudiendo dañar la integridad del usuario. Hablar de espacios mínimos significa tener un espacio modulado a nivel usuario con el mínimo para realizar sus actividades satisfactoriamente, esto no quiere decir privarle de ciertas actividades que muchos no creen que sean necesarias, pero realmente si lo son, tales como las actividades de recreación y convivencia.

Hablar de habitabilidad suele ser algo complejo, ya que este término es completamente subjetivo, influyen parámetros muy personales y específicos para determinar que es habitable para cada individuo, siendo diferentes en necesidades psicológicas y filosóficas.

⁸ Hegel. (1981). *Arquitectura. Arquitectura*, 34. Kairós.

Algunos factores de habitabilidad que se toman de manera estándar son: el tiempo, el espacio, presupuesto, contexto, seguridad y permanencia a largo plazo, conceptos muy generales, que ni en estos puntos se llega a tratar con profundidad en el caso de la vivienda de interés social.

El problema aumenta como antes mencionamos en las personas que no cuentan con un ingreso alto o medio, ya que al no tener los medios para pagar a alguien que les ayude con el diseño digno de un espacio, las inmobiliarias se aprovechan y a un precio que apenas pueden pagar les venden un imaginario insuficiente e indigno. Es un problema que va más allá de la economía, un problema de falta de ética.

Cuando hablamos de vivienda mínima, cualquiera relaciona esto con una casa de menor tamaño, pero en este caso se hace aclaración de que esta vivienda mínima trata de que con los mínimos recursos dar una vivienda de dignidad, que cualquier persona merece tener, no un mínimo espacio. Este problema de entender erróneamente este término se remonta a importantes personas que han determinado el significado de dicho concepto.

Existen casos excepcionales tal como el del Arq. Amos Salvador, quien hace un reporte que se enfoca en un contra entre vivienda mínima – vivienda barata. Reduciendo alturas que en su tiempo eran las reglamentarias para respetar los niveles de higiene, pero al reducir la altura añadió ventilación para equilibrar el riesgo de insalubridad y con esto redujo el costo en mantenimiento⁹. Otro ejemplo importante y más actual es el de Luis Fernando Figue Pinto, que en el 2005 dio un informe sobre la habitabilidad de la vivienda de interés social, en la que hace un llamado para no dejar pasar este importante punto en la sociedad para dar calidad de vida a todos por igual. En este último se habla un poco de cómo también los jefes de sociedad toman un papel fundamental para el desarrollo de esta elemental parte de nuestra estructura social.¹⁰

⁹ Vivienda mínima versus casas baratas. Propuesta de Amós Salvador para el concurso de casas militares en Burgos. **Fuente especificada no válida.**

¹⁰ Figue Pinto, L. F. (2005). La Habitabilidad. *INVI*, 20 (55), 12 a 19.

1.1.2.4 **Problemática de vivienda**

Como se dice anteriormente, la situación de la vivienda es un problema y para entender este problema se tiene que analizar desde diferentes enfoques.

Problema de Déficit

Una manera fácil de analizar la vivienda en México es haciendo una equivalencia de las casas que se necesitan para habitar a la población del país, y teniendo esta cuantificación ver si todos están dentro de este rango. Realmente los resultados son alarmantes.

Si hablaremos de un verdadero análisis este se tendría que desglosar en si todas esas casas que habitan a millones de mexicanos cuentan con los espacios y cualidades básicas para que el ser humano viva en condiciones optimas. (Cortés Delgado, 2001)

Problema de Tierra

Siguiendo con el análisis que el Sr. Cortes Delgado realizó, deduzco que el país está en un tema crítico en cuanto a la relación de tierra que se tiene para vivir, ya que a la falta de una buena planificación las ciudades se están saliendo de sus límites aumentando su mancha urbana sin piedad llegando a invadir reservas no solo ecológicas si no también ejidales, etc. El caso es preocupante y lo menos que se puede hacer por esto es intentar controlar este terrible crecimiento. (Cortés Delgado, 2001)

Problema Financiero

El problema consiste en que el recurso financiero que va destinado a la vivienda es mínimo en comparación a otros sectores de la economía, ya que la falta de ética nos ha llevado en pensar que deja más dinero y no que da mayor satisfacción en calidad de vida a la sociedad. (Cortés Delgado, 2001)

Problema de Desarrollo Tecnológico

Debido al caso que antes mencionaban de integrarse una nueva sociedad, muchas veces al sentir la desesperación por tener un lugar donde vivir la gente sin haber estudiado ni recibido una ayuda profesional opta por generar su propia vivienda, trayendo consigo un sin número de problemas entre ellos la no planificación, el uso de materiales no aptos, métodos constructivos erróneos, y esto muchas veces por el abuso de la industria que les vende material a costos variados que apenas están a su alcance pero que en calidad estos no proporcionan un nivel de seguridad, muchas veces estos materiales ni si quieren se adaptan al lugar pero al ser lo único que tienen no les dejan otra opción. (Cortés Delgado, 2001)

Problema de Diseño Urbano

El diseño urbano es la conformación del espacio físico-espacial de las áreas públicas, es decir todo lo que rodea a la vivienda. Al no tener un trazo, ubicación de plazas o espacios públicos en general adecuados a las condiciones de vida que se requieren para cada nivel de la sociedad, la población se ve afectada y es por eso que no solo esto puede perjudicar de manera psicológica si no también física, generando problemas de distancia, vandalismo, etc. (Cortés Delgado, 2001)

Problema de Ecología

En nuestro antepasado la vivienda era generada de una manera que en arquitectura conocemos como vernáculamente es decir utilizando materiales de la región de una manera artesanal, con base a la experiencia de años adecuándonos lo más posible a las condiciones de vida de dichos lugares. Pero al momento de que la población va creciendo nos vamos aprovechando de la ecología que nos rodea y es cuando empieza el abuso al medio natural.

Al inicio del siglo se ha generado una conciencia de cambio es por es una lucha que actualmente se vive por intentar devolver al planeta lo que lo hemos lastimado. (Cortés Delgado, 2001)¹¹

Problema de Costo Social

Esto se relaciona con la ubicación de la vivienda, localizar la vivienda no es solo ponerlo en un lugar habitable si no que ésta tenga una fácil comunicación con el resto de la ciudad, es generar parques, escuelas, centros de salud, áreas de abastecimiento, etc.

Si ubicamos la zona de vivienda en lugares muy alejados esto traerá como consecuencia la problemática del transporte público, la pérdida de tiempo, trayendo un costo social muy elevado.

El tiempo que el ser humano individualmente tiene en la tierra son tan solo unos años los cuales estadísticamente varían entre los 70 y 80 años. La población de México irá creciendo y es por eso que es importante generar conciencia, es importante de hablar del tema de sustentabilidad en la vivienda y no irnos a temas meramente comerciales si no el de actuar hoy sin comprometer a futuras generaciones, ver y resaltar la importancia de la vivienda como nido de formación del individuo siendo este el principal protagonista de la sociedad.

¹¹ Todos los aspectos que se analizan son resultante del artículo Reflexión sobre el Problema de Vivienda en México. Cortés Delgado, J. L. (Octubre de 2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. (S. H. González, Ed.) *Casa del tiempo* .

Concluyo que México quizás en un momento tuvo una buena urbanización y la gente vivía como merecía pero la población aumentó y las necesidades también y es ahí cuando no se trabaja de la manera que necesita.

El gobierno debe de equilibrar sus recursos financieros y tomar en cuenta que la vivienda es el primer eslabón en la cadena de la vida y que invertir en eso conviene porque al darle calidad a la vida se genera una mejor sociedad y empezar una etapa de superación en nuestra republica.

La vivienda es un tema de compromiso para todos pero especialmente para los diseñadores de estos espacios, es un tema de ética, ecología, tecnología, y muchas cosas más que si nos ponemos a pensar y actuamos de manera integral podemos lograr una mejora a nivel nacional¹²

¹² Todos los aspectos que se analizan son resultante del artículo Reflexión sobre el Problema de Vivienda en México. Cortés Delgado, J. L. (Octubre de 2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. (S. H. González, Ed.) *Casa del tiempo* .

1.1.3 Analogía

En este apartado temático analizaremos modelos de casos análogos al tema que estamos desarrollando (vivienda popular y/o interés social).

Para ordenar estas analogías dividiremos el material de estudio en dos categorías, la primera de ellas serán modelos de diseño de vivienda de interés social, existentes en la república y sobre todo en la región de Hermosillo, Sonora. El segundo parámetro será el de tipos de sistemas constructivos alternos para llevar a cabo estas viviendas, (los sistemas constructivos que se exponen no necesariamente están aplicados a vivienda, pero se pueden adaptar a nuestro proyecto).

1.1.3.1 Tipología de la vivienda

Al estar desarrollando una vivienda para personas de ingresos bajos, nos vemos obligado a hacer un análisis comparativo de lo existente, y con esto deducir qué cosas están bien y deberían seguirse haciendo, y que cosas definitivamente no se deben repetir.

Para esto veremos 4 casos dentro de México, el primero de ellos es una vivienda de interés social, dirigida a obreros en la Ciudad de México, seguido por 3 proyectos de vivienda de interés social, ubicados en Hermosillo, Sonora.

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN MÉXICO

Para ejemplificar a grandes rasgos debemos remontarnos a 1932. En este año se llevo a cabo el concurso para vivienda de interés social dirigido a los trabajadores obreros mineros de la Ciudad de México.¹³

En este concurso el proyecto ganador fue diseñado por el Arq. Juan Legarreta, el cual se preocupaba por la vivienda orientada a la clase popular. Este personaje de la historia de la arquitectura tuvo interesantes intervenciones logrando una gran movilidad por las múltiples formas y dimensiones de los claros de las ventanas. Se debe reconocer que este arquitecto pertenece a la filosofía funcionalista y es aquí donde resalta, gracias a sus métodos constructivos y su flexibilidad en los espacio.



Imagen 2. Planta Arquitectónica - Prototipo de Vivienda para Obreros Mineros. Fuente: Dibujo propio en base al proyecto ganador. Diseñador Juan Legarreta.

Sus aportaciones en materia de vivienda popular sobresalen por establecer como centro a la madre, quien desde la cocina, sin moverse, organiza, vigila, controla el acceso, prepara la comida y cuida a los niños. El espacio central de la vivienda funciona como estancia, taller y área para fiestas, con posibilidad de extenderse hacia el jardín. La recámara de los padres, la más alejada de las otras y la coloca más cercana al baño, permite la intimidad de la pareja y evita la promiscuidad. Finalmente, el baño de estas

¹³ Concurso para Vivienda de interés Social dirigida a trabajadores obreros mineros de la Ciudad de México. **Fuente especificada no válida.**

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

viviendas ofrece una solución admirable: si va a utilizarse el lavabo pero alguien más ocupa el inodoro, e incluso la regadera, la única puerta, al abrirse, cierra el área de la taza, posibilitando que hasta tres personas usen el baño al mismo tiempo.

Este caso particularmente piensa en organizar cada espacio para tener un rendimiento mayor en cada actividad, cuidando la comodidad de realizar actividades y la integridad de la familia.



Imagen 3. Fotografía de fachada de casa. Recuperado el 15 de noviembre del 2012 de <http://3.bp.blogspot.com/-mNkknb2JJC8/TjiKb13IF5I/AAAAAAAAAC7A/RX0UV9WI07Q/s400/co03.jpg>

FRACCIONAMIENTO DUNAS

Ubicado al poniente de la ciudad y construido por la constructora Construvisión, S.A. de C.V. encontramos que los lotes en el que se encuentran construidas las casas tienen un área de 128.00 m², con una área de construcción de 48.37m², el lote tiene un frente de 8 mts por una profundidad de 16.00 mts. La vivienda cuenta con 2 recamaras, 1 baño, sala-comedor, cocina, pasillo de servicio, cochera para un carro. Esta vivienda se cataloga para habitar a 4 personas.



Imagen 4. Casa Fraccionamiento Dunas. Recuperado el 15 de Noviembre del 2012 de <https://maps.google.com.mx/maps?q=Dunas,+Hermosillo&hl=en&ll=29.122731>

Su impacto ambiental no es tan notorio como el que se produce en la urbanización de la capital, ya que esta afecta en que crece en una franja alejada del núcleo urbano y las distancias empiezan a crecer y a carecer medios de accesibilidad tales como el transporte público.

En cuanto a su orientación estas se encuentran ordenada aleatoriamente, de modo que en un terreno determinado queden el mayor número de casa posibles, sin importar que las fachadas principales den a los lados más críticos que tenemos con respecto a la posición del sol, en este caso las orientaciones que deberían tomar mayor importancia son las del norte y las del oriente pero desafortunadamente los diseñadores no asumen su responsabilidad y hacen un trabajo solo por hacerlo y no tomando la conciencia que este requiere, estos errores de diseños pueden repercutir seriamente en el consumo energético de estos espacios.

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

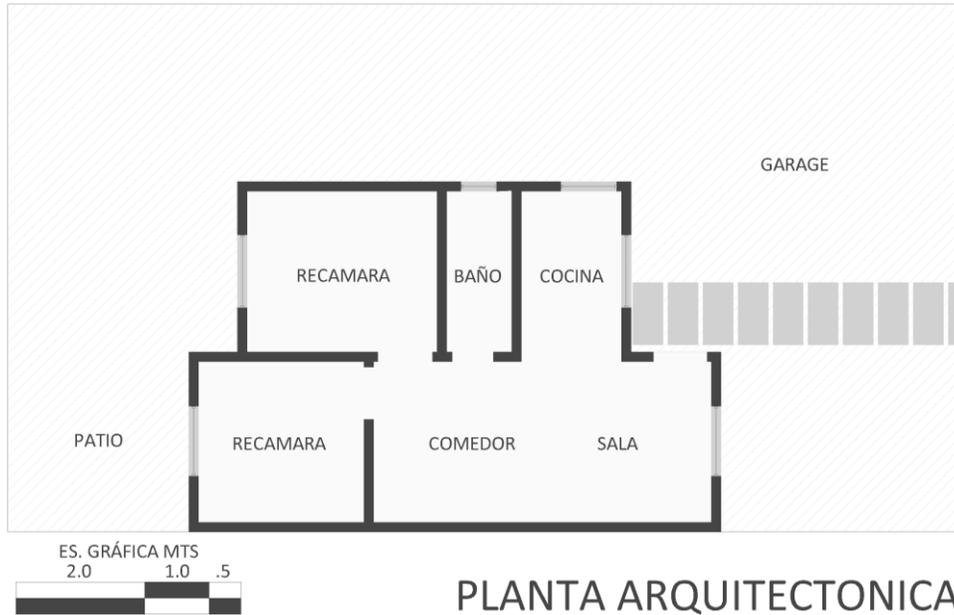


Imagen 5. Planta Arquitectónica Fraccionamiento Dunas. Fuente: Dibujo propio en base al proyecto del Fraccionamiento.

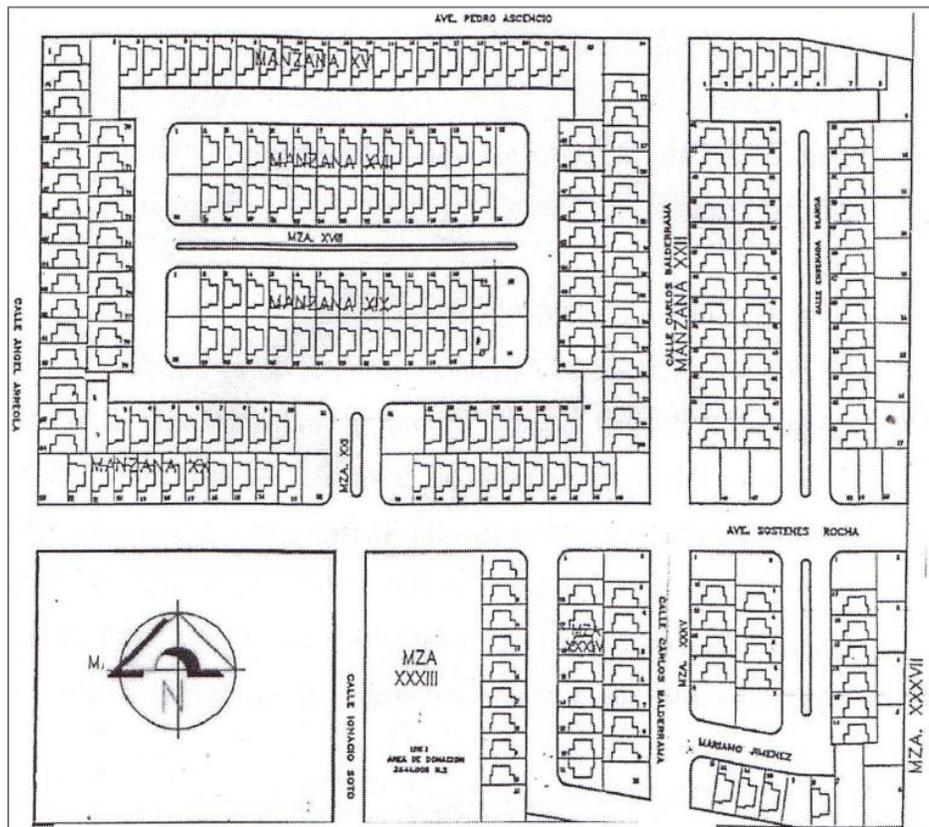


Imagen 6. Lotificación Fraccionamiento Dunas. Fuente: Empresa Construcción, S.A. de C.V.

FRACCIONAMIENTO ALTARES

Este fraccionamiento se encuentra ubicado al Sur de la ciudad, a un costado de la salida a Guaymas, este desarrollo fue comandado por CENIT, S.A. de C.V., el lote cuenta con dimensiones de alrededor de 119.00m² teniendo un frente de 7.00*17.00 mts. Y un área de construcción del 78% (alrededor de 66 m²). La vivienda cuenta con 3 recamaras (en el caso de sección Los Cirios), 1 baño dividido, sala-comedor, cocina, pasillo de servicio y una cochera para un carro.



Imagen 7. Casa Fraccionamiento Alatares. Recuperado el 15 de Noviembre del 2012 de <https://maps.google.com.mx/maps?q=Dunas,+Hermosillo&hl=en&ll=29.122731>

La ubicación de este lugar en el sur de la ciudad trae un gran impacto ambiental ya que donde se construyó todo este desarrollo antes era un espacio de reserva ecológica teniendo a unos cuantos metros el Centro Ecológico de la región, y este contamina no solo el suelo y el ambiente si no con su acústica perturbando la vida de los animales que viven en esa área. En cuanto a su orientación el 50% de las viviendas de este fraccionamiento se encuentran orientadas al norte y esto las beneficia en el consumo energético mientras que el resto se ve afectada por el mal diseño en referencia con su orientación.

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

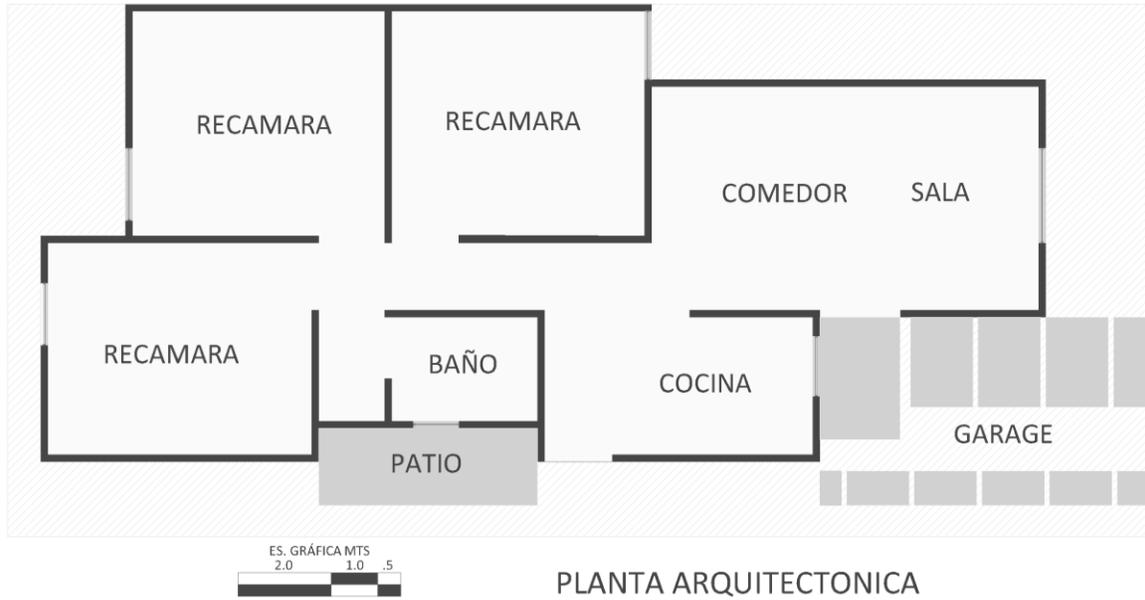


Imagen 8. Planta Arquitectónica, sección los Cirios. Fuente: Dibujo propio en base al proyecto del Fraccionamiento.

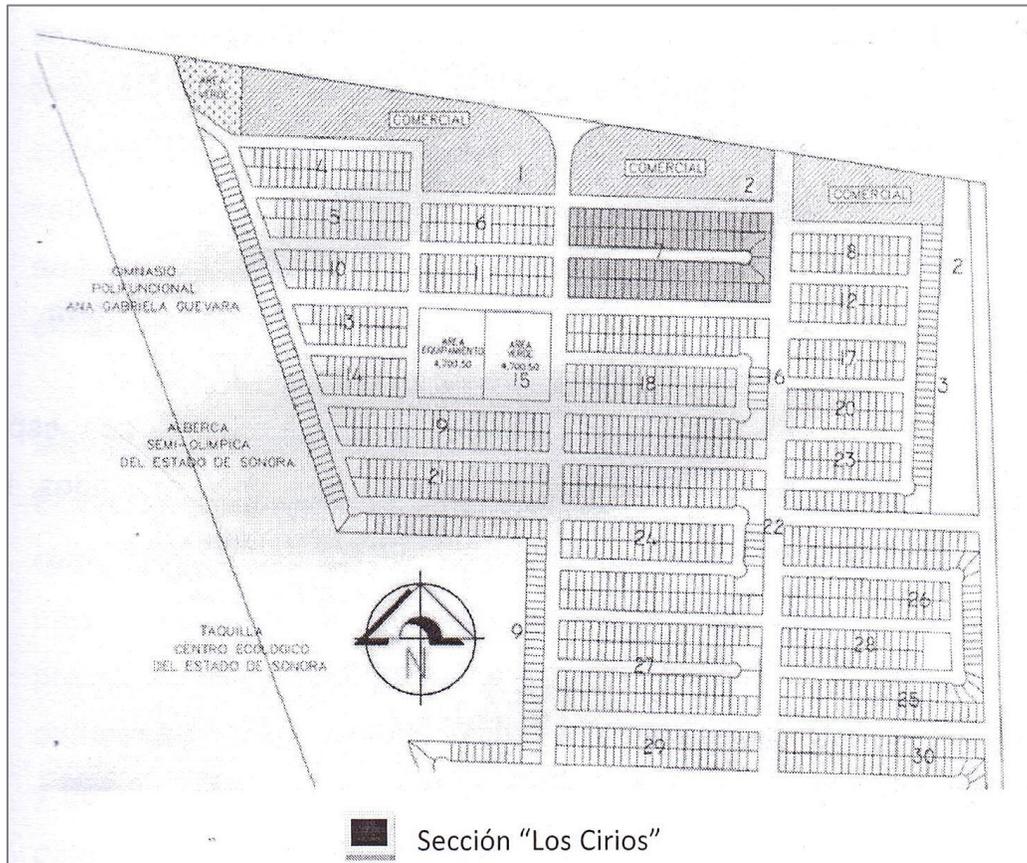


Imagen 9. Lotificación, Fraccionamiento Altares. Fuente: Plano en base al proyecto del Fraccionamiento

FRACCIONAMIENTO PILARES

Este fraccionamiento se localiza al norte de la ciudad y fue diseñado y construido por la empresa Construvisión, S.A. de C.V. El lote en el que se encuentra cuenta con 117.00 m² y sus dimensiones son un poco menores al fraccionamiento anterior este cuenta con 6.5 mts de frente y 18.0 mts de profundidad y en total suman un área de construcción de 64.00 m².



Imagen 10. Cada Fraccionamiento Pilares. Recuperado el 15 de Noviembre del 2012 de <https://maps.google.com.mx/?ll=29.146577,-110.994755&spn=0.002544,0.005284&t=h&z=18>

La vivienda cuenta con 2 recamaras, 1 baño, estancia, sala-comedor, cocina, pasillo de servicio, cochera para un carro. Esta vivienda asegura ser habitable para más de 4 personas.

El impacto ambiental que trajo este fraccionamiento es que gracias a él se iniciaron una serie de núcleos de vivienda que se han ido expandiendo en la zona norte de la ciudad, esto no solo afecta ambientalmente si no que también socialmente ya que las distancias aumentaron considerablemente y mucha de la infraestructura difícilmente llega a los extremos de la ciudad. La orientación de dicho fraccionamiento es incoherente si hablamos en términos de soleamiento, es claro ver como las constructoras orientan de manera que se puedan hacer un mayor número de casas y no logran ver el daño que les hacen a sus clientes por no orientarlos adecuadamente.

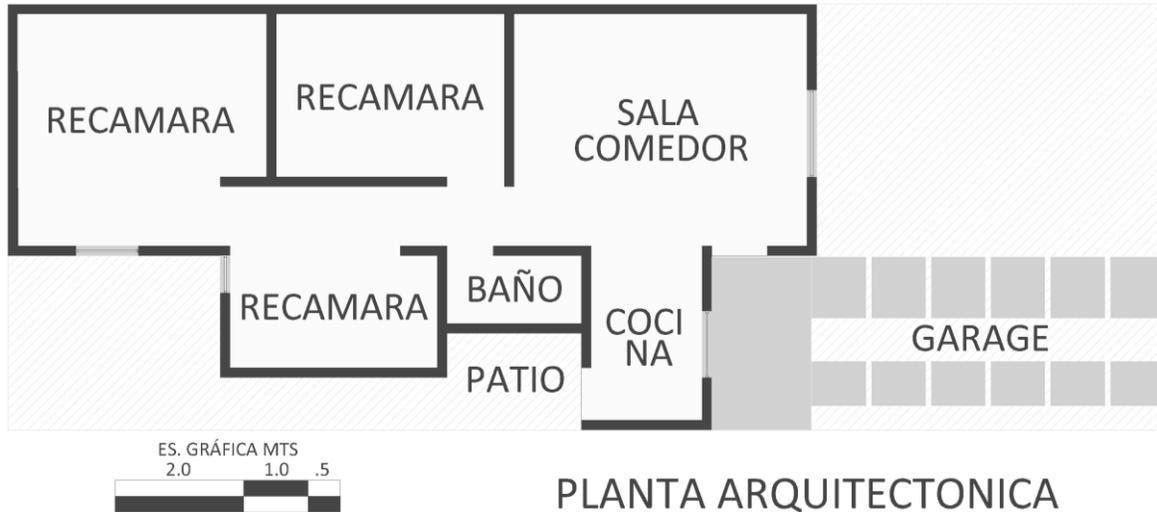


Imagen 11. Planta Arquitectónica Pilares. Fuente: Dibujo propio en base al proyecto del Fraccionamiento.

En conclusión podemos decir que en México si ha habido motivación para realizar proyectos para mejorar la calidad de vida en el sector económico más bajo.

Desafortunadamente en Sonora no se ha motivado esta preocupación y se han hecho proyectos que no dan un nivel de confort apto. Haciendo un resumen de lo que se hace en Hermosillo en cuanto implemento de materiales tenemos que los materiales utilizados en los 3 tipo que analizamos son los mismos, y estos no son los mas convenientes para el clima desértico que se vive.

Tabla 1. Conclusión Tipológica

Elemento	Material o sistema constructivo.
Muros	Uso de ladrillo común o Block de concreto.
Cimentación	Losa de cimentación de concreto reforzado.
Estructura	Cadenas de cerramiento de concreto armado, en el caso de block castillos ahogados.
Losa	Vigueta se concreto armado y bovedilla de poliestireno.
Acabados	Acabado grueso (Solo en exterior, textura), piso de concreto pulido.

1.1.3.2 **Tipología de sistemas constructivos alternos**

En este punto analizaremos distintos sistemas constructivos que se pueden aplicar en el tema de vivienda de interés social. Sistemas constructivos que reducen notoriamente los costos de la vivienda y el de impacto ambiental.

Estos casos se encuentran en diferentes partes del mundo y en los proyectos que presentaremos no necesariamente son de vivienda, pero se pueden aplicar al tema que desarrollamos.

Para aplicar realmente estos sistemas en la región, habrá que hacer algunas adaptaciones para que así como funcionan en otras regiones funcionen en el prototipo para Sonora. Estos casos resultan ejemplares debido a las innovaciones en los sistemas constructivos, materiales reciclados, los cuales se adaptan perfectamente a nuestro entorno y cumplen con las necesidades que se demandan en la investigación.

Se citarán obras en el que el principal elemento constructivo se basa en la tierra, algunos otros en adobe, botellas recicladas rellenas de tierra confinada, etcétera. Veremos como para resolver problemas actuales tendremos que recordar la arquitectura de nuestros antepasados, la arquitectura vernácula.

PROYECTO “HOGAR DULCE HOGAR”, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Tomaremos como ejemplo este caso, debido a que trata de una vivienda popular, la cual de manera muy económica, sobre lleva la problemática del clima en Argentina, volviéndose un caso de sustentabilidad ya que al aprovechar materiales de desperdicio no está comprometiendo a las futuras generaciones, respetando la naturaleza y ayudando a la economía de esta comunidad.

Consiste de un mejoramiento de viviendas para ayudar a familias que viven en condiciones de precariedad y hacinamiento; el grupo está conformado por jóvenes estudiantes de distintas disciplinas de la Universidad Nacional de La Plata, en Buenos Aires, Argentina. A continuación se presentará más información e imágenes del trabajo realizado en base a materiales locales y la reutilización de botellas y cajas tetra-pack.



Imagen 12. Imágenes sobre la ejecución hogar dulce hogar. Recuperada el 13 de Febrero del 2013 de: <http://www.archdaily.mx/196697/proyecto-hogar-dulce-hogar-construye-y-repara-viviendas-en-base-al-reciclaje-de-botellas-en-buenos-aires-argentina/>

El objetivo de la asociación es brindar mejores condiciones de vida a familias de bajos recursos, al mismo tiempo reducir el impacto de la contaminación ambiental que estas producen, al reciclar una gran cantidad de materiales como: botellas de plástico y de vidrio, tetra-packs, residuos secos, aceite quemado de autos, entre otros. Esto se lleva a cabo a través de donaciones y la colaboración de la comunidad. Las botellas de plástico y los envases de tetra-pack se utilizan como aislante térmico, aprovechando un material disponible en forma gratuita y en cantidades industriales en la ciudad. Las botellas de vidrio, son usadas como ladrillos formando así dibujos y texturas distintas.

LIVING TEBOGO DE BASEHABITAT EN ORANGE FARM, SUDÁFRICA.

En este caso se toma como referencia debido a que las condiciones en que se encuentra dicho establecimiento son similares a las de la región estudiada (Hermosillo Sonora). Los elementos que se utilizan para esta obra son de bajo costo y a su vez reducen la sensación del calor.

Orange Farm es un municipio en el suroeste de Johannesburgo, Sudáfrica. Las construcciones son principalmente chozas de materiales reutilizados. En verano, el calor se hace insoportable en estas chozas, llegando hasta los 45° C, mientras que durante las noches de invierno son muy frías, llegando a los 2° C, muy parecido al clima de la ciudad de Hermosillo.

El diseño consiste en una pérgola de grandes dimensiones conecta los edificios entre sí. El edificio mantiene una temperatura interior agradable durante todo el año, sin necesidad del uso de energía. A través del diseño y la materialidad, se logró reducir la fluctuación de temperatura a sólo 9° C. Los materiales de construcción fueron adquiridos directamente desde el municipio: bloques de concreto, tierra, barro, paja, madera – fortaleciendo la economía local y haciendo más fácil su traslado.



Imagen 13. Imágenes del proyecto. Recuperado el 13 de Febrero del 2013 de:
<http://www.basehabitat.org/projekte/living-tebogo>

CENTRO MÉDICO MAE TAO EN TAILANDIA

Esta edificación se considera un caso que puede ayudar en la investigación debido a que está hecho a base de adobe y cuenta con un diseño muy interesante en sus ventanas que permite la entrada de poca incidencia de sol pero si el paso de aire para lograr una ventilación cruzada.

Para proteger los muros de los efectos del agua estancada, se levantó una losa de concreto de 30 cm como base. El techo es una estructura de madera con revestimiento de tejas. Las ventanas y puertas, también se construyeron de madera reutilizada, pintadas después de verde y azul para el aula y ocre para el edificio de oficinas.

Todos los materiales utilizados son disponibles localmente y bien conocidos por sus usuarios, lo que permite un fácil mantenimiento y permitió reducir los costos.

Mediante el uso de ladrillos de barro, se pretende aumentar la conciencia ambiental entre los estudiantes y proporcionar un ambiente agradable para llevar a cabo los programas de capacitación.

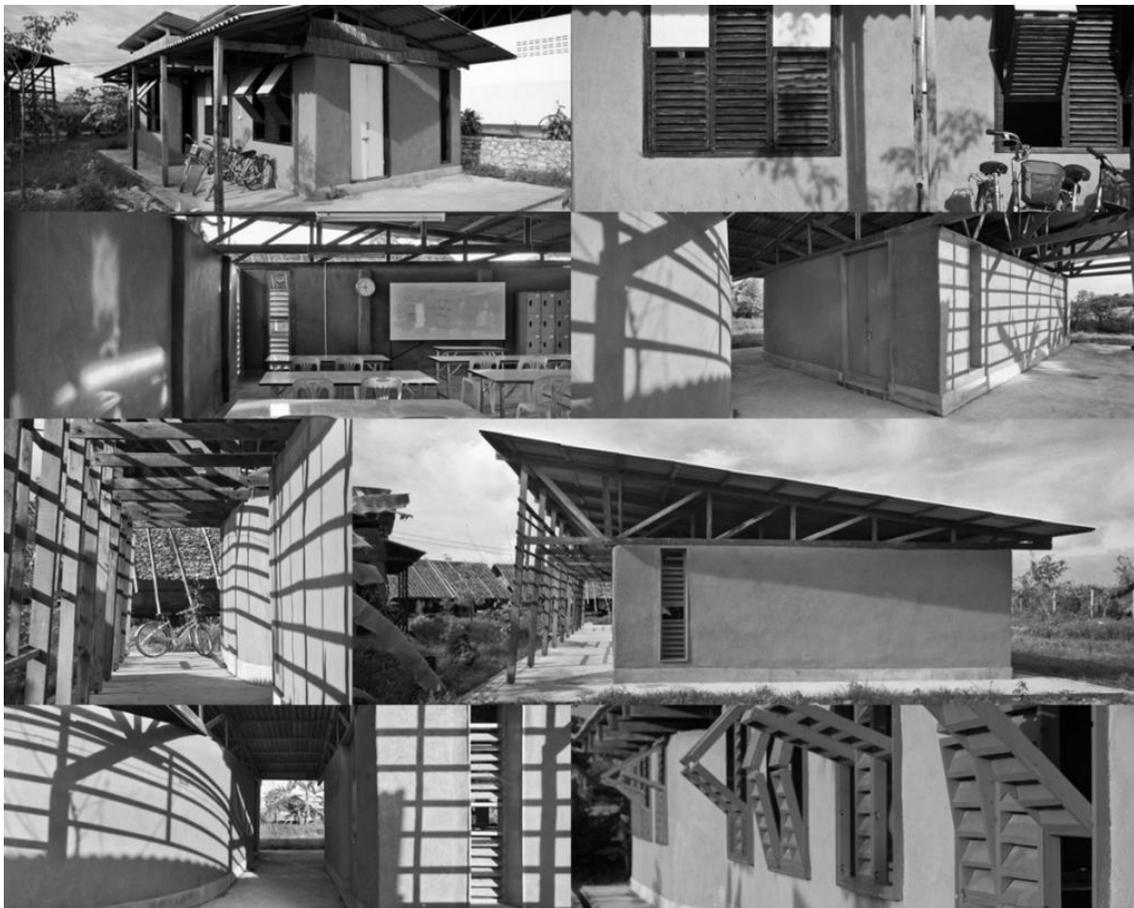


Imagen 14. Imágenes del proyecto Centro Médico. Recuperado el 13 de Febrero del 2013 de <http://www.archdaily.mx/162455/centro-medico-mae-tao-a-gor-a-architects/>

1.1.4 Alternativas Sustentables

Con base a lo que anteriormente se presento se puede recuperar y resaltar cierta información que será indispensable para el resto de la investigación. Esto reúne la preocupación por la sustentabilidad y la respuesta a una problemática en la vivienda.

En este caso hablaremos de un material en especifico que es el PETE. Las botellas de plástico se están convirtiendo en una amenaza cada vez mayor para el medio ambiente debido a los productos químicos utilizados en su fabricación, su uso y su eliminación inadecuados. Por lo tanto, la forma más segura de eliminar las botellas de plástico es reciclándolas, en particular pueden ser utilizados en la construcción de viviendas, ya que con esto se generaría una nueva forma de dar un hogar estable, de bajo costo a familias que realmente lo necesitan.

Esto no es algo nuevo, personas de todo el mundo han demostrado que es posible construir casas de este tipo, se han logrado obras ejemplares en Honduras, América Central por una organización no gubernamental llamada Eco-Tech, fundadas por el alemán Andreas Froese¹⁴, quien apoyo en la orientación de este tema a base de su experiencia personal, ya que el no ha hecho estudios ingenieros sobre la resistencia de este sistema constructivo. Y como esta persona existen otras tantas, entre las más sobresalientes tenemos a Mike Reynolds (conocido como el Guerrero de la basura), o fundaciones como BUVAD (Butakoola Village Association for Development, a Ugandan Community based organization), que desafortunadamente tampoco cuentan con estudios estructurales de su sistema.

Pero al ver esta alternativa de construcción por medio del reciclaje, se a despertado la curiosidad por saber que tan seguro es utilizar estos sistemas. Andreas Froese asegura que sus obras perduran en buen estado a través de los años, basándose en obras construidas hace más de 17 años que siguen intactas, su comprobación es la misma casa vista en la actualidad. Para hacer esto un poco más formal algunos ingenieros han estudiado este mecanismo. Existe una tesis de investigación que proporciona una base de datos estructurales básicos, así como su resistencia a la compresión en la albañilería, y el tipo y propiedades de este sistema, el crédito de esta investigación corresponde al Ing. Kalumire Kusimwiragi.¹⁵ Los datos que se muestran en dicho documento basándose en los resultados de las pruebas realizadas por el autor, se puede concluir que la proporción del

¹⁴ Froese, A. (Marzo de 2001). *ECO-TECH*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de Eco Tencnología: <http://www.eco-tecnologia.com/>

¹⁵ Kusimwiragi, K. (Junio de 2011). *Investigating the Compressive Strength of Plastic Bottles as Masonry. A report submitted in part requirement for the degree of Bachelor of Environmental Design with Honours* . Nkozi, República de Uganda.

suelo es un aspecto importante en la producción de mampostería de botellas PETE con resistencia a la compresión adecuada.

Dentro de la investigación se analizaron tres especímenes de suelo y todos cayeron dentro del límite ideal en la distribución de tamaño de partículas, produciendo de este modo mampostería de PETE con resistencia a la compresión, cuando se compara con la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de mamposterías de barro. Los tres especímenes de suelo tenía un límite plástico bajo con un contenido de humedad promedio de 10,1% al 18,7%. La relación de mezcla puede desempeñar un papel importante en la determinación de la adecuada mortero de tierra-cemento para PETE unidades de albañilería, como se notó que en teoría el mortero tiene poca influencia en la resistencia de la unión de las botellas PETE, el mortero de cemento estabilizado proporcionado un lugar mejor resistencia a la compresión de la pared de botellas de muestra de que el mortero estabilizado. Además, las propiedades del suelo pueden ser un factor de producción de la fuerza mayor en mortero de cemento estabilizada de botellas PETE de mampostería.

Se observó que había una relación clara entre la densidad y la resistencia a la compresión de las botellas. Se vio que los parámetros tales como el contenido de tierra pueden influir en la resistencia a la compresión de las botellas PETE en términos de esfuerzo de compresión puesto que durante la compactación en el otro extremo influye en gran medida la densidad de las botellas. Se descubrió que para mejorar la resistencia a la compresión botellas, el suelo debe tener un contenido de humedad ligeramente superior, con el fin de tener una baja tasa de compresión que resultará en una baja densidad de botellas PETE.

A partir de los ensayos de resistencia a compresión realizados sobre las unidades de PETE y paredes, los signos revelaron que las unidades de PETE se pueden utilizar con confianza como mampostería logrando una resistencia a la compresión de $f'c=235.55$ kg/cm², por último, esta investigación demostró que las botellas de plástico de mampostería tiene potencialidades estructurales y puede ser recomendada en la industria de la construcción, especialmente en el suministro de viviendas de bajo costo, ya que su uso puede reducir considerablemente el impacto de las botellas de plástico en el medio ambiente.¹⁶

¹⁶ Todo lo mencionado en esta página se retoma de: Kusimwiragi, K. (Junio de 2011). Investigating the Compressive Strength of Plastic Bottles as Masonry. *A report submitted in part requirement for the degree of Bachelor of Environmental Design with Honours*. Nkozi, República de Uganda. VER ANEXO 1

CAPÍTULO DOS. ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 Medio Social y Usuarios

2.1.1 USUARIOS

A medida que vamos avanzando en el análisis del caso de la vivienda, nos damos cuenta que este problema va enfocado directamente a satisfacer las necesidades de los usuarios, en este caso al público al que se dirige son personas con recursos bajos, los cuales tienen la necesidad como cual quiere otra persona de tener un hogar digno donde vivir, esta propuesta de casa de interés social sustentable se propone para 1 ó hasta 4 personas.¹⁷

Según encuestas realizadas en fraccionamientos del mismo nivel socioeconómico, la mayor parte de las personas adultas (25 años en adelante) trabajan como empleados en empresas maquiladoras, áreas de aseo en diferentes instituciones, son educadores de planteles cercanos a la zona, etc. Los jóvenes que tienen entre 15 y 25 años, muchos de ellos han truncado sus estudios por trabajar igualmente maquilando, empleados también en supermercados o tiendas varias, y muchos otros están estudiando. En los niños menores de 15 años, casi su totalidad estudia sus niveles básicos de educación en escuelas aledañas a su comunidad.

A continuación veremos una tabla la cual refleja la pregunta ¿A qué se dedica? De la encuesta que se realizó en el fraccionamiento Altares a 100 personas con el fin de recaudar los resultados que anteriormente se mencionaron.

Tabla 2. Ocupación de Usuarios. Resultado de encuestas realizadas en Fraccionamiento Altares. Marzo 2013.

¿A QUÉ SE DEDICA?					
EDAD	ESTUDIA	TRABAJA	AMBAS	NINGUNA	Observaciones
Menores a 15 años	14	0	6	0	Los trabajos de los menores corresponden a actividades sencillas como empacando en supermercados.
15-25 años	11	5	18	6	En su mayoría empleados, (cajeros, maquiladores, empleados en empresas pequeñas) y estudiando.
25 en adelante	0	37	3	0	Empleados en maquiladoras o empresas grandes, profesores en educación básica, negocio propio.

¹⁷ Estadísticas del INEGI con familias de un promedio de 3.4 miembros. **Fuente especificada no válida.**

1.1.2 **Deseos y necesidades**

Haciendo referencia a lo anterior, debemos hacer una pausa en este momento para meditar realmente cuales son los deseos y necesidades que tiene una persona para la vivienda, en esta parte tomamos en cuenta los lugar indispensables y requisitos mínimos que debemos cumplir, para dar a la sociedad una propuesta que en verdad valga la pena y no cumpla solo con los numero si no con la calidad que realmente se demanda.

Para hacer más clara estas necesidades se agruparán las necesidades de dos tipos:

- Parámetros que satisfagan necesidades psicológicas
- Parámetros para satisfacer necesidades físicas

Definiremos necesidades psicológicas como todas aquellas que nos ayudan en el desarrollo recreativo, intelectual y espiritual. En estos se expresaran lugares tales como para convivencia, relajación, habitación y recreación.

En cambio las necesidades físicas nos referimos a las que no las podemos omitir ya que sin ellas no podríamos vivir tales como: descansar, alimentarnos, asearnos, entre otras necesidades fisiológicas.

1.1.3 Demanda

Haciendo como referencia lo anterior debemos tomar en cuenta que estas necesidades a satisfacer no se logran si no se propone espacios aptos para dichas actividades es por eso que a continuación se presenta una tabla clasificando en ella las necesidades¹⁸, el espacio a realizar y el alcance que se quiere tener en el.

Tabla 3. Demanda Espacial

Tipo de necesidad	Espacio	Demanda a cubrir
Psicológica	Sala	Espacio para la recreación en el cual se puedan comunicar, convivir, relajarse y se podrá utilizar como zona social-pública o privada según el usuario lo desee.
Fisiológica/Psicológica	Comedor	Lugar destinado para uso privado y si el usuario lo permite publico-social (visitantes) espacio apto para convivir, relacionarse y alimentarse.
Fisiológica	Cocina	Espacio especialmente para los miembros de la vivienda, en él se desarrollara la actividad de la realización de los alimentos y de igual modo podrán consumirse en el mismo espacio.
Fisiológica	Recamara	Espacio de uso privado destinado únicamente a los miembros de la casa, en él se desarrollaran actividades para el descanso y relajación.
Fisiológica	Baño	Este espacio puede ser de uso público y social debido al caso de recibir visitas. En él se podrán hacer las necesidades fisiológicas de expulsión de desecho y aseo personal.
Fisiológica	Lavadero	Espacio de uso privado en el que se realizaran actividades de aseo en cuestiones generales del hogar.

¹⁸ Se hace referencia de espacios de necesidad psicológica a aquellos que nos ayudan a recrearnos, convivir, etc., los que tienen finalidad fisiológicas son los que no se pueden omitir ya que sin eso no podemos vivir, las que comparten necesidades son las que aun cuando son una necesidad nos sirven como convivencia o recreación.

2.2 Medio Urbano

2.2.1 Localización de la zona de estudio

Para empezar a describir la zona de estudio debemos decir que al ser este proyecto un prototipo la información que se dé será con un parámetro muy amplio, ya que este objeto arquitectónico se podrá ubicar en varias partes de la región y no solo en un punto en específico.

Para empezar nos ubicaremos en la Ciudad de Hermosillo, que es la Capital del Estado de Sonora, se encuentra asentada en la porción centro-oeste de la planicie costera de Sonora, con una altitud promedio de 200 metros sobre el nivel del mar. Ubicada casi al centro del estado, a tan solo 270 km de la frontera con Estados Unidos de América.

Este municipio representa el 8.77% de la superficie del estado, y al ser un porcentaje relativamente alto de área la urbanización que se tiene también lo es, sus coordenadas geográficas se ubican en el paralelo 29° 43' de latitud norte, al sur 28°14', al oeste 112°15' y finalmente 110°23' al este. (IMPLAN, 2007)

Al ser el territorio amplio, inclinaremos nuestra investigación a lugares un poco mas puntuales. En este caso estudiaremos mas los bordes de la ciudad, ya que sin duda es el lugar más propenso al tipo de vivienda que nosotros queremos mejorar.

Si analizamos la imagen 15 de la siguiente página, podremos ver que la superficie de la ciudad de Hermosillo está marcada con color gris y el color rosa representa el territorio en el que se puede dar la aplicación del prototipo. En ese sector se encuentran casas de interés social y vivienda de tipo popular.

Se debe resaltar que en esta investigación la localización de la zona de estudio se da por la existencia ya de este tipo de vivienda, lo que se propone es remplazar de ser posible viviendas que no son hechas de un material aceptable por la este nuevo prototipo y dar una alternativa a un nivel de interés social de un nuevo proceso constructivo.

Para hacer todo lo antes mencionado estudiaremos el plan de Uso de Suelos de la ciudad, el impacto ambiental que hay en la zona, los aspectos estéticos que predominan, algunas propuestas sobre sectorización, Infraestructura, por mencionar algunos.

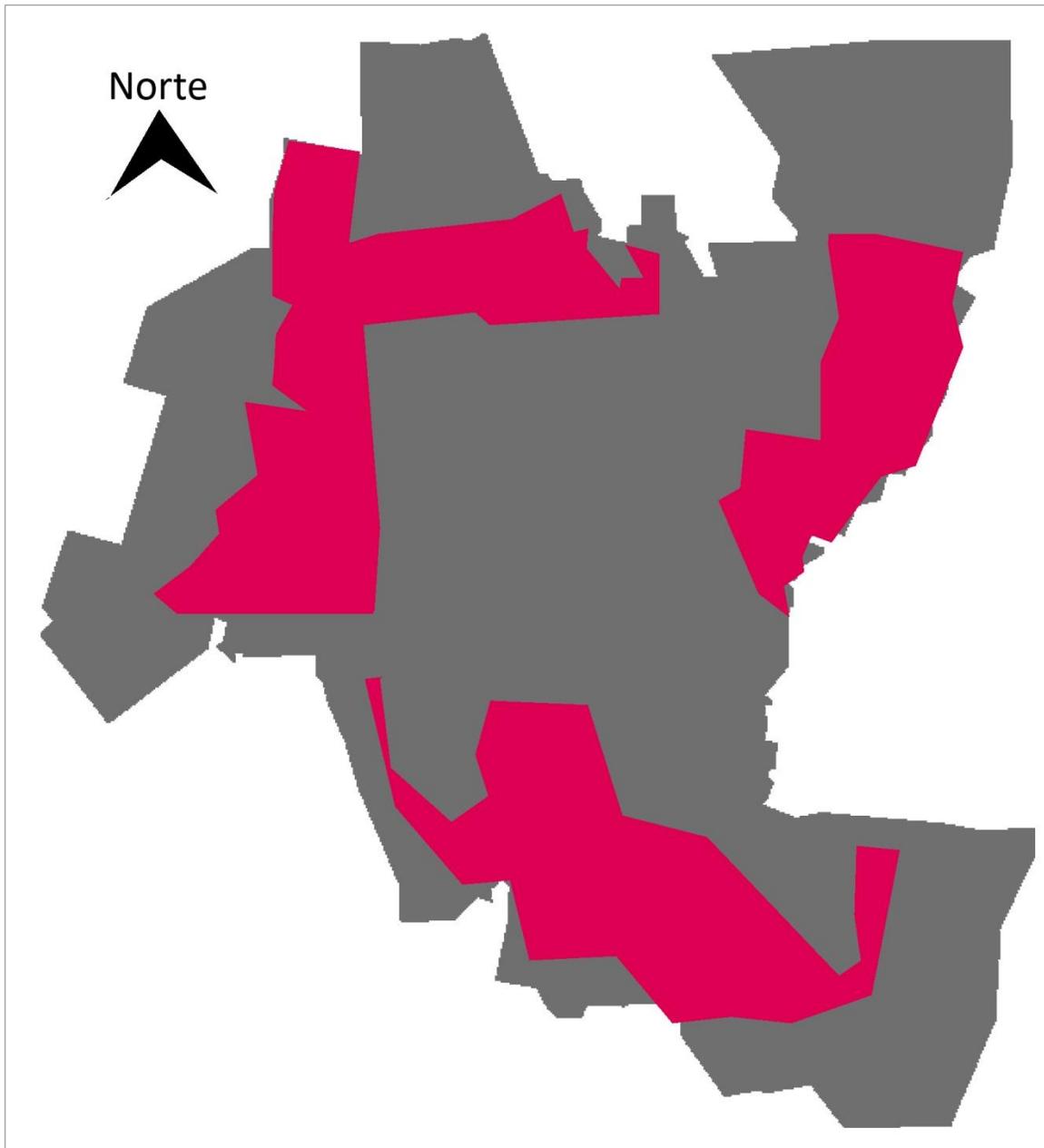


Imagen 15 Superficie del territorio de Hermosillo, Sonora, y la posible localización de nuestra zona de estudio. Gris: Superficie de Hermosillo, Rosa: Zona de estudio.

2.2.2 Uso de suelos

Dentro del constante crecimiento que ha ido experimentando el Centro Urbano, encontramos una transformación de uso de suelo habitacional a uso de suelo mixto y comercial dentro y en los márgenes del sector, quedando de esta manera, regiones mixtas entre los que se encuentran usos habitacionales, comerciales, oficinas, estacionamientos, equipamiento y de servicios. (IMPLAN, 2007)

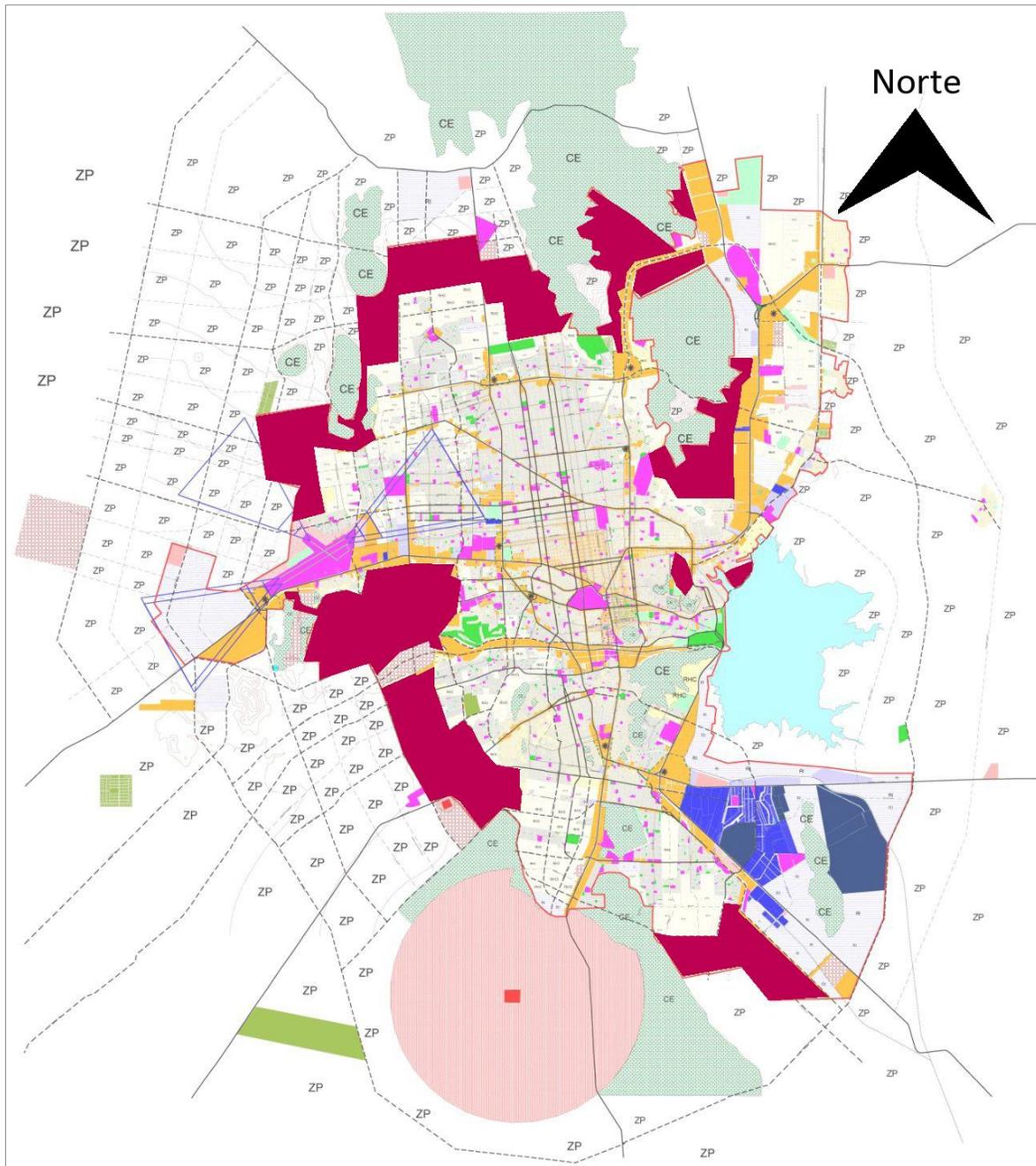
Los sectores considerados para la vivienda de interés social son los fraccionamientos realizados bajo el régimen de interés social, que cumplen con la infraestructura y características obligatorias que para este tipo de desarrollos se establecen en la Ley de Desarrollo Urbano, al estar proponiendo un sistema constructivo alternativo, nuestro proyecto quiera fuera de cumplir con la legislación que se requiere para estar dentro del parámetro de interés social, es por eso que nombramos el termino de interés social no por el tipo de legislación al que pertenece, si no por interesarse por el bien social.

Cuando hablamos de interés social en términos normativos generalmente se hace referencia a vivienda en serie, realizada por particulares o institutos de vivienda oficiales. Atendiendo a su traza urbana se clasifican los fraccionamientos de interés social en retícula abierta y en esquema de cerrada.

Haciendo notar la información anterior tenemos que en el plano de uso de suelos, los sectores para promover la vivienda de interés social son muy próximos o están ubicados en el mismo lugar que concentraciones de vivienda popular.

La mayor parte de estas zonas como antes ya lo habíamos mencionado, se encuentran a las periferias de la urbe. En la siguiente pagina, mostraremos el mapa de zonificación de Hermosillo, resaltando el área en el que según el plan de uso de suelos podemos aplicar nuestro prototipo, sin alterar el entorno en el que lo situaremos.

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.



SIMBOLOGIA							
	Subcentros limite		HABITACIONAL POPULAR		MICRO INDUSTRIAL		ZONA DE PRESERVACION
	Subcentros		HABITACIONAL INTERES SOCIAL		INDUSTRIA LIGERA		CONSERVACION ECOLOGICA
	Vialidades		HABITACIONAL MEDIA		INDUSTRIA MEDIA		ZONA DE SALVAGUARDA
	Limite de crecimiento		HABITACIONAL RESIDENCIAL		INDUSTRIA PESADA		ESTACIONAMIENTO
	Conservacion ecologica		HABITACIONAL CAMPESTRE		EQUIPAMIENTO		USO ESPECIAL
	Pista		HABITACIONAL MIXTO		INFRAESTRUCTURA		SIN CLASIFICAR
	relienos sanitarios		MIXTO		AREA DEPORTIVA		PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES
	zona de amortiguamiento		CENTRO URBANO		AREA VERDE		Presas
	Conos de aproximacion aeropuerto		SUBCENTRO URBANO		RESERVA HABITACIONAL		Curvas de nivel
	ferrocarril		ALMACENAMIENTO		RESERVA HABITACIONAL CONDICIONADA		
					RESERVA INDUSTRIAL		

Imagen 16 Plano de uso de suelos, resaltando el área de estudio. Fuente: Programa Implan 2013

2.2.3 Infraestructura

En Hermosillo como capital del estado de Sonora, es notoria la concentración de equipamiento urbano, en razón a la infraestructura económica que se desarrolla en la zona y en las poblaciones aledañas. Lo anterior, refleja la proporción de servicios a nivel regional que ofrece la ciudad. Pero también resalta una desigualdad en su distribución ya que a las periferias de la ciudad cada vez es más difícil y problemático abastecimiento de la infraestructura. Esto quizás es solo una de las consecuencias que trae el hecho de que la ciudad crezca sin un orden, extendiéndose a los extremos especialmente al sur y norponiente de la ciudad.

Con respecto a la información proporcionada por las dependencias correspondientes y el estudio de campo se puede apreciar una concentración mayor de equipamientos en el centro del área urbana y en la parte norte. Zonas que evidentemente tienen mayor manejo económico. Durante las visitas alrededor de la ciudad donde se propone el prototipo (Salida a Guaymas y al Norponiente de la ciudad) se puede notar que en muchos de esos lugares no existe la infraestructura, por lo tanto los responsables de gobierno deben utilizar métodos rudimentarios para abastecer de servicios a las comunidades.

A continuación se analizaran punto por punto cada servicio.

2.2.3 Agua potable

El sistema de agua potable de la ciudad es operado por Agua de Hermosillo, organismo que cuenta con infraestructura de captación de agua, potabilización, regulación y distribución.

La captación de agua para uso urbano es principalmente de pozos ubicados en las cuencas del Río Sonora y el Río San Miguel, al oriente de la ciudad. Debido a la sequía que se ha presentado en los últimos años, se ha dejado de captar agua superficial de la presa Abelardo L. Rodríguez, en donde se cuenta con las instalaciones necesarias para la potabilización del agua, sin embargo no ha operado en los últimos años.

Por causa de que la red de distribución de agua potable en la ciudad ha crecido anárquicamente obedeciendo al crecimiento del abastecimiento, así como por la edad de la tubería, se venían generado excesivas pérdidas de presión, así como fugas visible y no visibles. Con los trabajos de sectorización y regulación de presiones, así como la atención a las fugas, se ha logrado llegar a un nivel de eficiencia del 79.84%.(Eficiencia técnica), lo que se ubica por encima del promedio de eficiencia en el país. Pero esto es solo hablado a grandes rangos.

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

A pesar de que CONAGUA asegura abastecer a todo Hermosillo, la realidad es otra. Muchas comunidades populares de la ciudad no cuentan con la infraestructura para abastecimiento de agua y por lo tanto al según líquido indispensable en la vida, se generan muchos problemas de sanidad. Es por esto que para que el agua llegue a todos y sea equitativo se realiza un tandeo, el cual consiste en que ciertas horas del día solamente se tenga agua.

En la imagen que se muestra a continuación podremos observar cuales son las principales tomas de agua que atraviesan la ciudad, apreciar como estas están en la parte central de la ciudad y son menos equidistantes en los extremos, también podremos observar como volvemos al mismo problema que se repite en cada uno de los planos analizados. El hecho de que en las zonas de la periferia no llega de manera equitativa, podemos ver el exceso de áreas en blanco lo cual indica que no cuentan con el servicio.

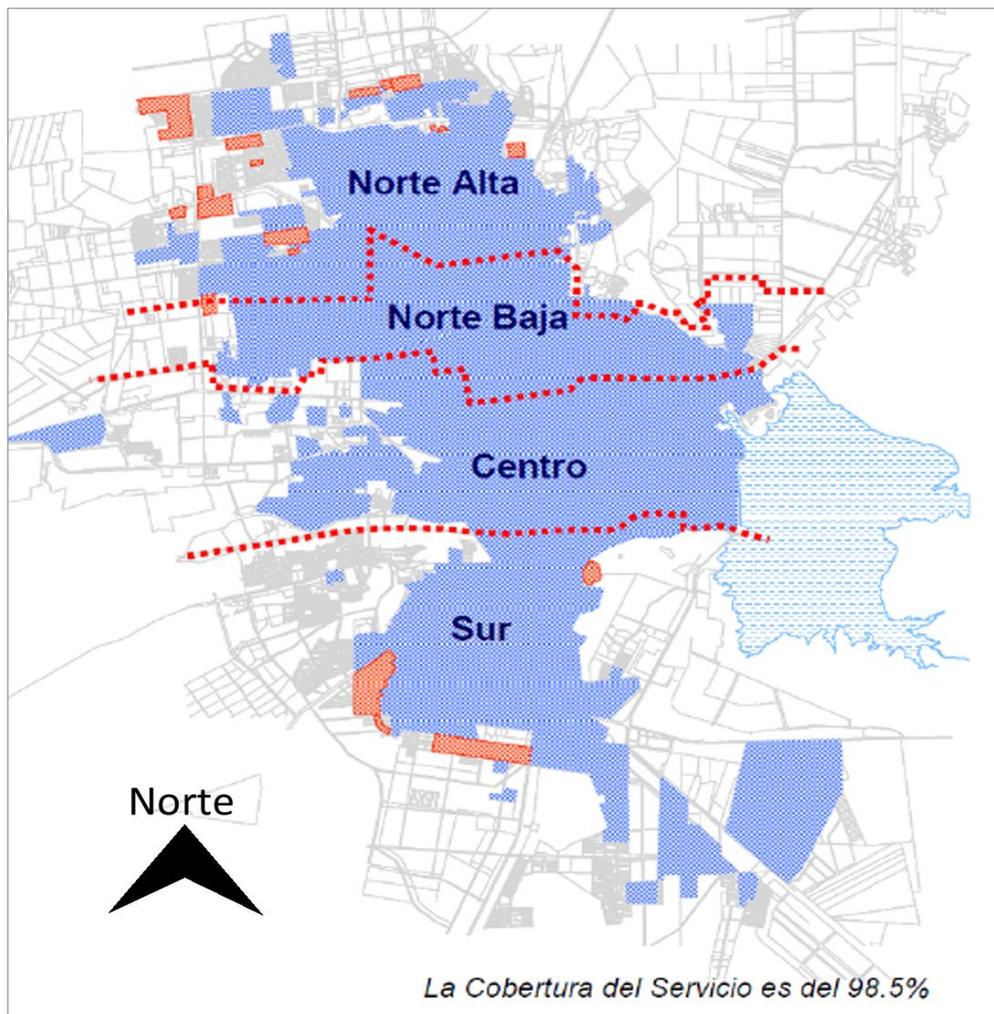


Imagen 17 Cobertura de agua, Azul: área donde llega el agua, Puntos Rojos: distribuidor principal.
Fuente: <http://www.implanhermosillo.gob.mx/> Obtenido: Septiembre del 2012

2.2.3.2 Alumbrado y red de energía eléctrica

El servicio de alumbrado público de la ciudad se encuentra en proceso de modernización, tanto desde el punto de vista administrativo como técnico. En el año 2002 se creó el Fideicomiso para el Alumbrado Público como organismo desconcentrado de la administración pública paramunicipal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto el administrar y operar el servicio de alumbrado público de Hermosillo.

Como parte de la modernización técnica se están sustituyendo los dispositivos de alumbrado utilizados por otros con menores requerimientos de energía eléctrica, lo que llevará en el corto plazo a que este servicio sea autosustentable.

La cobertura del servicio es prácticamente total en las zonas regularizadas y se considera la operación con un grado aceptable de eficiencia. Pero este vuelve a ser un problema para nuestro caso ya que el área que estamos tratando se encuentra en zonas irregulares. La cuestión es que la zona de estudio que nosotros tratamos no está en su totalidad regularizada.

Haciendo un estudio de campo se pudo apreciar que en gran parte de las zonas tiene alumbrado público. Podríamos decir que la vivienda de interés social cumple con este requisito, en cambio en el nivel popular no se cuenta en su totalidad con el servicio. En muchas de estas comunidades se tiene el alumbrado público mínimo y no da abasto para iluminar una manzana completa, mientras que en el interior de la vivienda generalmente lo tienen.

2.2.3.3 Banquetas y peatones

En cuanto al tema que concierne al peatón esto está pobremente tratado, ya que la ciudad se ha convertido en un lugar para máquinas y no para personas, en la mayoría de los casos las banquetas son de reducidos tamaños y estas no llevan un constante nivel, por otra parte en las zonas de vivienda popular no existe una banqueta como tal solo un arriate perimetral y tierra con hierbas que van creciendo sin control.



Imagen 18 Fotografía de banquetas en colonia Pilares.

<http://maps.google.com.mx/maps?q=Los+Pilares,+Villas+del+Cortijo>

Obtenido el 19 Septiembre del 2012

2.2.3.4 Legislación

Para entrar al tema de legislación se deben aclarar algunos puntos. Uno de ellos es que por el tipo de sistema constructivo que se propone, dentro de la legislación es catalogado como un sistema para uso en un nivel popular. Ya que para entrar en otro rango de nivel, como lo es el de interés social, debe de cumplir con ciertos tipos de modos de construir aprobados, y como este a un no se pone a prueba no es permitido para darle la categoría. Pero para conocer un poco más a cerca de esto puntualizaremos algunas legislaciones que serian las más próximas al caso.

El Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Hermosillo 2006 tiene su sustento legal en los siguientes ordenamientos:

*La Constitución Política, en los artículos 27, 73 y 115. Específicamente el artículo 115 en su fracción V, faculta a los Municipios... "en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales, controlar y vigilar la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales; intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcción, y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas. Para tal efecto y de conformidad a los fines señalados en el párrafo Tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos que fueren necesarios".*¹⁹

Esto quiere decir que para construir debemos cumplir con el plan de uso de suelos al igual de obtener las licencias necesarias para la ejecución de la obra.

La Ley General de Asentamientos Humanos, establece la concurrencia de los municipios, los estados y la federación para ordenar y regular los asentamientos humanos en el territorio nacional. Asimismo se establecen las facultades de los ayuntamientos para la formulación y aprobación de los planes y programas de desarrollo, así como dictar disposiciones reglamentarias necesarias para cumplir con los objetivos trazados en los planes y programas.

De igual modo esta ley solicita una aprobación por medio del ayuntamiento, esto es importante porque gracias a esto de lleva un ordenamiento de la ciudad.

La Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Sonora señala las normas a las que se sujetará la planeación del desarrollo urbano en el estado de Sonora y regula la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población de la entidad.

¹⁹ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Hermosillo 2003 [generación 2025+].

Otra cuestión importante a todo esto es la del *Programa Sectorial de Desarrollo Urbano Sustentable 2004-2009*, que establece la necesidad de ordenar el uso del territorio, adecuar el desarrollo de las ciudades y las regiones a las necesidades actuales.

Reconoce a Hermosillo como cabeza del Sistema de ciudades del Estado de Sonora, en el rango de mayor jerarquía a nivel nacional, ubicada en el rango 3, definido por su importancia en desarrollo económico, desempeño productivo, nivel de escolaridad alto, en la categoría de áreas urbanas de mayor población con la cuarta población del estado, grado de urbanización y por su jerarquía de influencia que cubre la totalidad del territorio del Estado. Las políticas sectoriales que señala este programa son:

Desarrollo Sustentable y Competitividad Regional

Integración funcional del territorio

Coordinación intersectorial y de órdenes de gobierno Indica las siguientes estrategias:

1. Incorporar la perspectiva ambiental en el ordenamiento territorial en un marco de sustentabilidad.
2. Lograr la conformación de un sistema funcional de ciudades.
3. Ampliar y modernizar los servicios de infraestructura y equipamiento de apoyo a la producción.
4. Ampliar y modernizar la infraestructura de vialidad y transporte.
5. Impulsar una política agresiva de regularización de la tenencia de la tierra.
6. Impulsar el mejoramiento de vivienda para las familias de menores ingresos.
7. Definir instrumentos de regulación y control del desarrollo urbano que permitan evaluar los impactos económicos, sociales, ambientales y territoriales en las acciones que se lleven a cabo en materia de desarrollo urbano.
8. Fortalecer el contenido de protección ecológica.
9. Promover la actualización de los planes de desarrollo urbano.
10. Desarrollar un sistema de planeación moderno y eficaz para normar y orientar el crecimiento urbano.²⁰

Como podemos notar, este último programa de desarrollo motiva a la iniciativa por comprometerse con el medio, la economía y la sociedad, encajando perfectamente con las intenciones del proyecto del prototipo de vivienda sustentable de interés social en Hermosillo, Sonora.

²⁰ Información obtenida de la pagina regional IMPLAN

2.2.4 **Imagen urbana**

Haciendo una pausa en lo que concierne a normativa, iremos a un punto de análisis esencial en lo que muchas veces nos hace dar la etiqueta de vivienda popular o de interés social, el cómo se ve, lo que muestra o se expresa a través de la edificación.

El aspecto de paisaje en la ciudad de Hermosillo, es predominantemente de tipo urbano, donde lo edificado y los elementos creados por el hombre han superado a los que son de tipo natural. Esto cada vez se está extendiendo hasta a las orillas de la ciudad, pero como sabemos a medida de que la población aumenta las necesidades espaciales crecen.

La extensión de la ciudad ha estado alargando horizontalmente en sus principales vías, e internándose en lo que queda del territorio sensiblemente plano, dejando las barreras naturales como hitos de la ciudad, tales como las elevaciones (cerros, lomas, etc.). La ciudad requiere de un arduo trabajo en lo que se refiere a imagen urbana, y ésta sólo puede darse mediante la suma de esfuerzos. Asimismo, es necesario que se refuerce el valor del espacio público y además que se aumente el número y calidad de estos espacios, los cuales deben ser concebidos a una escala humana, con un amplio sentido del respeto al peatón y que sirvan como elemento integrador de las edificaciones y espacios privados, que entretejidos forman en conjunto la imagen urbana. (IMPLAN, 2007)

Considerando un análisis entre los diferentes aspectos de la ciudad, podemos ver como ya existen estudios del IMPLAN, en los que se refleja cuál es el nivel de apariencia por zonas.

En la siguiente página podemos distinguir los diferentes parámetros de estética por zona según el IMPLAN, seguido de esto daremos una opinión particular analizando varios planos en el que a través de los años se ha ido modificando y se concluye con un punto en común.

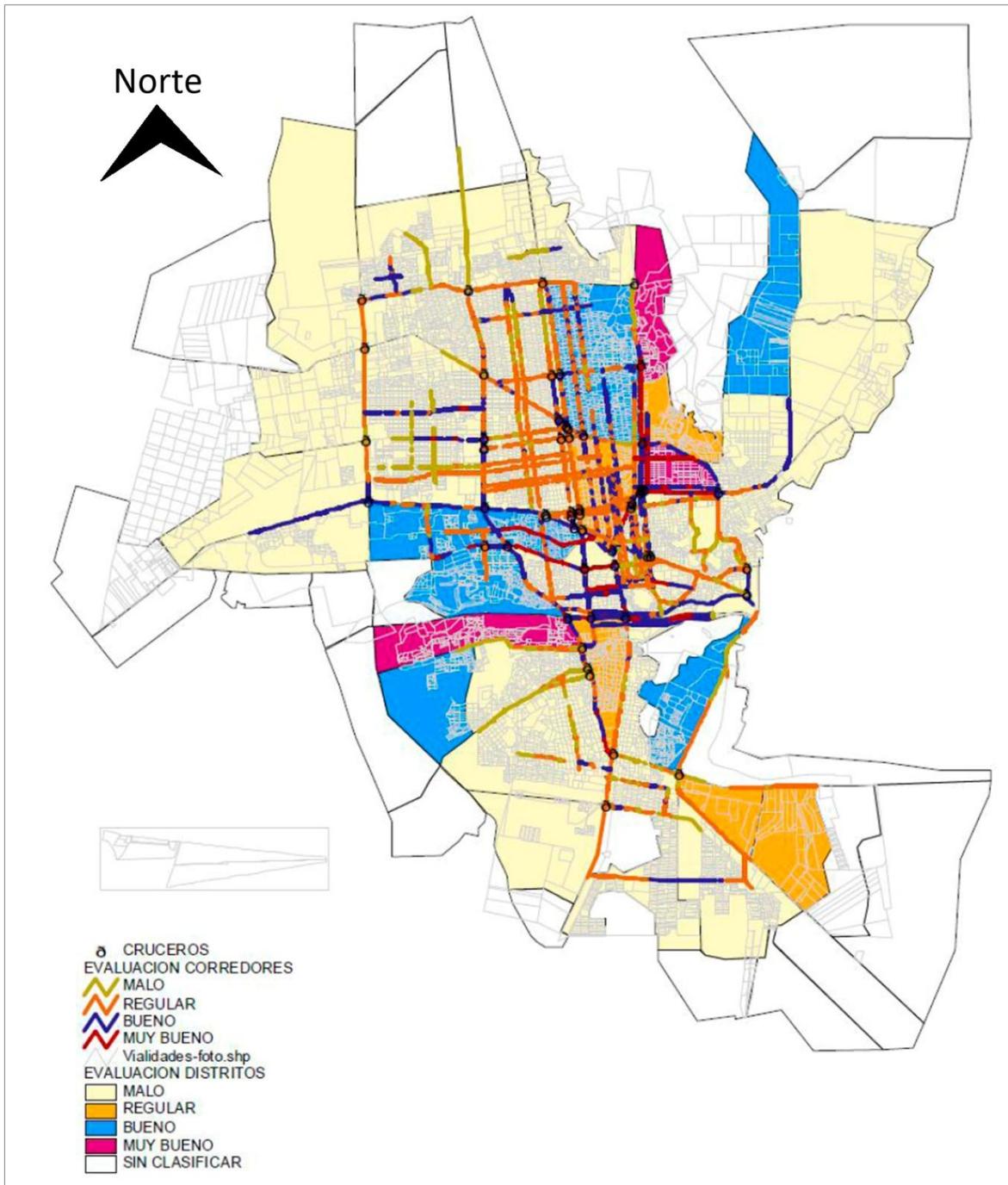


Imagen 19 Imagen del Aspecto actual de la ciudad. Fuente: <http://www.implanhermosillo.gob.mx/>

Como podemos ver el aspecto peor visto se encuentra resaltados en la imagen y es nombrado por el IMPLAN como visiblemente “Malo”, para apreciar mejor esta sección veremos otra imagen la cual resumen los aspectos malos de la ciudad.

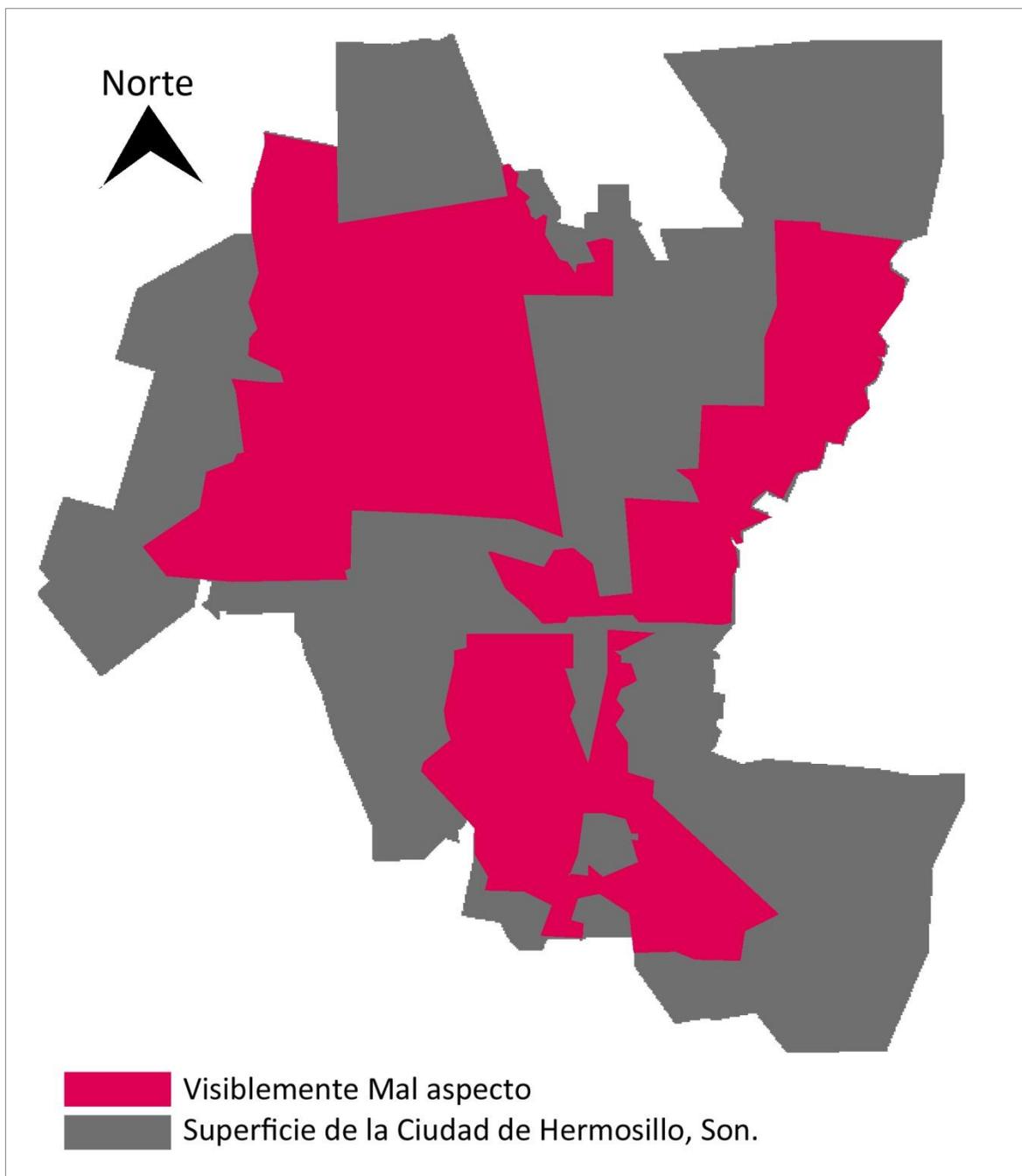


Imagen 20 Plano de Aspectos Visiblemente malos de la ciudad. Fuente: Propia Autoría.

Para entender mejor este fenómeno de crecimiento de la ciudad, con respecto al tipo de vivienda de interés social y popular, analizaremos otra imagen en la que veremos el crecimiento paulatino de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

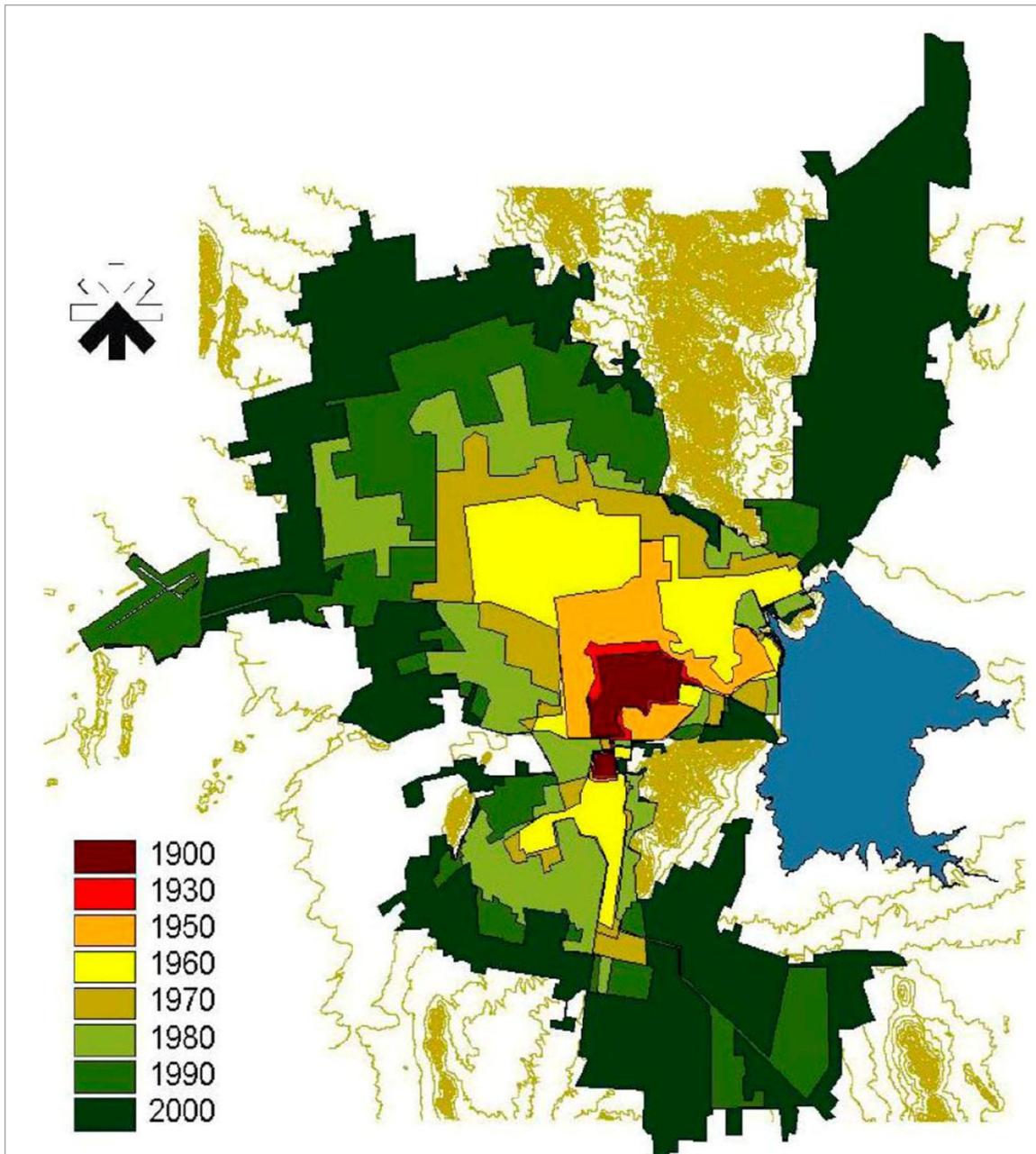


Imagen 21 Imagen de crecimiento Urbano del Municipio de Hermosillo. Fuente: <http://www.implanhermosillo.gob.mx/> Obtenido: Septiembre del 2012.

Como se muestra en la imagen el crecimiento que ha tenido Hermosillo a sido del centro hacia el exterior, notando un alargamiento en el lado sur y norte. A todo esto podemos hacerle una conclusión grafica sobre poniendo todos los planos y ver que aquí como a las periferias esta el mayor crecimiento, esta también la zona de aspecto visiblemente malo, y esto a su vez da lugar a la zona de vivienda popular e interés social.

Impacto ambiental

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

En el área del Centro de Población se ubica una zona natural protegida, de competencia estatal: el Sistema de Presas Abelardo L. Rodríguez- El Molinito, que cuenta con dos zonas núcleo y un área de amortiguamiento en torno a las dos anteriores.

Así mismo existen zonas de interés natural, por la biodiversidad que contienen y por el papel ambiental que juegan para la durabilidad de algunas especies de seres vivos, destacando la zona de Agualurca y los cerros del Bachoco.

En el análisis que hacemos podemos destacar que estas zonas son altas y algunas de ellas están invadidas por vivienda del tipo que estudiamos. Estos casos los podemos encontrar al sur, en Agualurca, así como en los perímetros de la reserva ecológica del centro ecológico otras tratantes cerca de lo que sería la presa.

En una investigación de campo se visitaron invasiones a las orillas de la presa Abelardo L. Rodríguez y es impactante la apariencia rural que predomina, a falta de equipamiento urbano se sufre una contaminación del aire por el exceso de polvo, así como los recolectores de chatarra generan una contaminación visual y de suelo. Al habitar un tipo de persona sin cultura de orden, hay basura por cualquier lugar. A parte espacios aleatorios sin uso, lo ocasionan puntos peligrosos promoviendo el ocio. El crecimiento de la ciudad ha causado un alto impactos en el ambiente y la urbanización de la misma, identificándose entre ellos, el desmonte de zonas sin uso urbano (baldíos antes mencionados), el desvío y desaparición de arroyos y escurrimientos naturales. La invasión de estos vertederos naturales ocasiona que en temporada de lluvia las frágiles casas queden totalmente al colapso (esto a falta de una asesoría urbana e ir asentándose según obtengan un lugar en la zona).

En nuestro caso trataremos respetar de la mejor manera el medio natural ya que se estarán implementando métodos recientes basados en construcciones vernáculas. A parte se crearan con los mismos deshechos del sitio, como la tierra, el escombros, piedras, etc. Al mismo tiempo que se hará una exhaustiva recolección de botellas de plástico PET de dos litros. Suponiendo que un grupo de personas practicara esta obra constructiva esto significaría un ayuda en la reducción de residuos PET que es tan grande ya que cada casa habitación por pequeña que sea requiere de alrededor de 8000 botellas.



Imagen 22 Andreas Froese rodeado de su materia prima. Fuente:
<http://ecococos.blogspot.mx/2012/03/sistema-constructivo-con-botellas-de.html> Obtenido: 15 Abril 2013

2.3 Medio físico

2.3.1 Suelo

Como estaremos hablando de la ciudad en general, los términos a describir sus aspectos serán prácticamente generales. Esto porque el proyecto se basa en una propuesta que se pueda adaptar a cualquier sitio y no sería adecuado elegir uno específico, ya que la intención del proyecto no se cumpliría.

La ciudad es sensiblemente plana en extensiones muy amplias ya que se encuentra en una zona en la que su pendiente en la mayoría de su extensión es del 5% con una inclinación dirigida hacia el sureste de la ciudad y es por eso que la presa se encuentra ubicada en esa parte de la ciudad, prácticamente orientada al lecho del Río Sonora. La zona de estudio se encuentra con una altitud promedio de 200 metros sobre el nivel del mar. Pero esto solo en un nivel promedio, en el caso de tener que realizar en la práctica este prototipo se deberá adaptarlo a las condiciones del medio, en primer instancia se recomienda un sistema constructivo a base de piedra y cemento (ciclópeo), pero dependiendo del caso se deberá hacer un estudio del terreno.

Por los sedimentos que predominan en esta zona se deduce 3 tipos de suelo, y estos son: arcilloso, gravoso y limoso de origen pluvial, estos últimos localizados en el cauce del Río Sonora. Es por eso que la clasificación de suelos en la ciudad es muy buena teniendo al norte y oeste de la ciudad suelos de tipo limo-arenoso y al poniente encontramos arcilla expansiva la cual no es conveniente para construir y se reserva para uso agrícola.

Es por eso que para realizar este prototipo deberán hacerse pruebas de mecánica de suelos, para saber cuáles serán las dimensiones apropiadas para una cimentación según el tipo de terreno. (IMPLAN, 2007)

Dadas las explicaciones se debe entender que este prototipo no debe usarse en lugar de alto contenido de arcilla expansiva, ya que el movimiento que se pueda generar con la humedad afectaría en su totalidad al sistema constructivo.

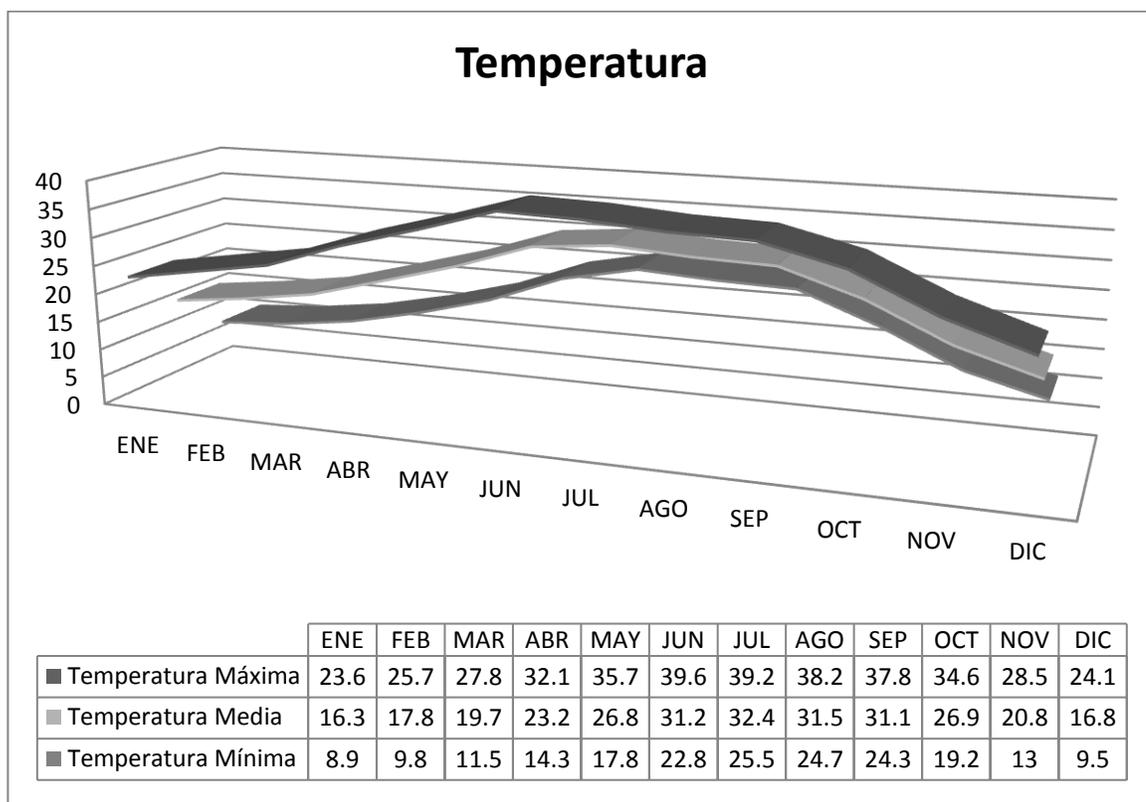
2.3.2 Clima

En la ciudad de Hermosillo se tiene un clima extremoso, ya que se categoriza como cálido-seco a semidesértico, sus temperaturas varían drásticamente a través del año teniendo temperaturas sumamente altas en verano y en invierno muy bajas. Esto afecta directamente a la arquitectura debido a que el confort que se necesita se vuelve difícil de obtener.

Para entender mejor la dificultad del clima, a continuación se mostraran algunas estadísticas de la región.

TEMPERATURA

El mes con las temperaturas más elevadas se ubican en Junio con temperatura máxima en promedio de 45°C, mientras que en diciembre tenemos las temperaturas mínimas las cuales están en un promedio de 3.5°C.

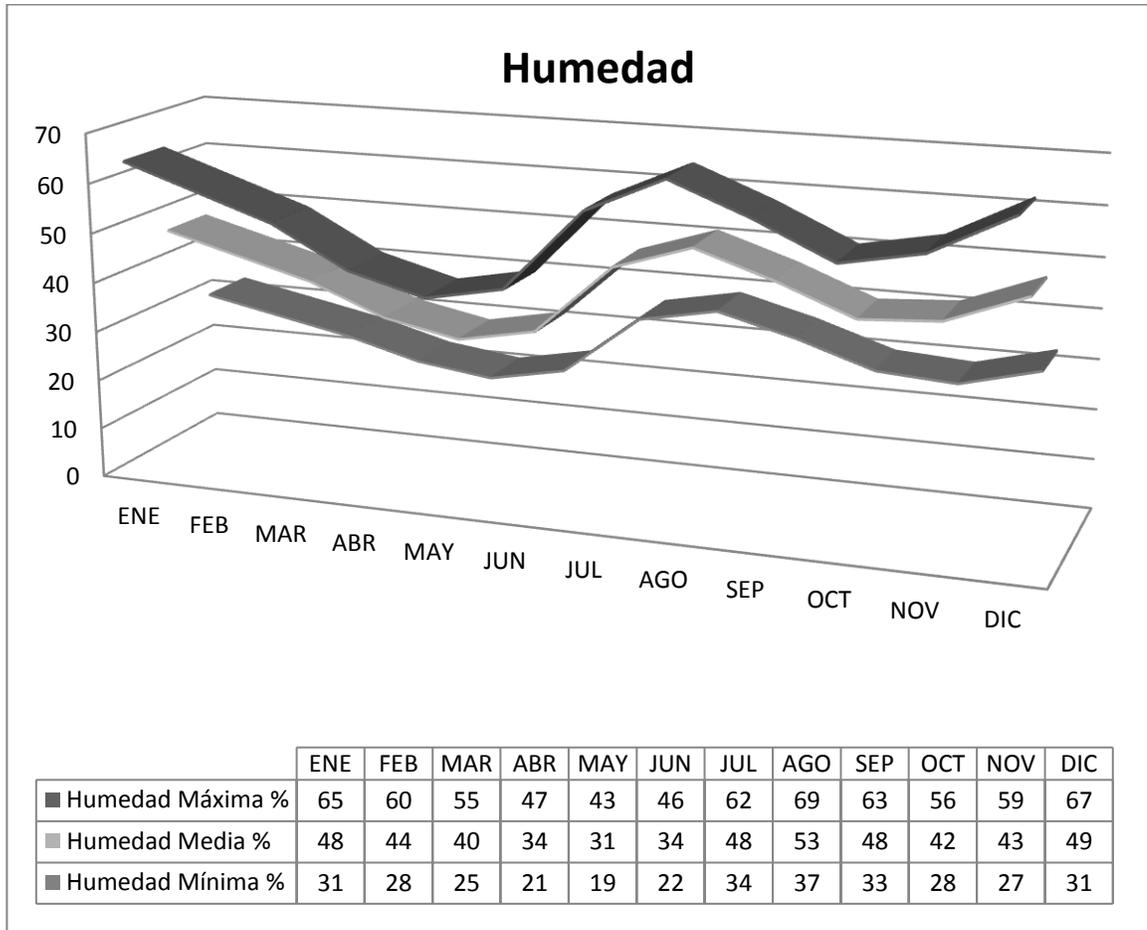


Gráfica 1 Temperatura. Fuente:

<http://smn.cna.gob.mx/observatorios/historica/hermosillo.pdf>

HUMEDAD

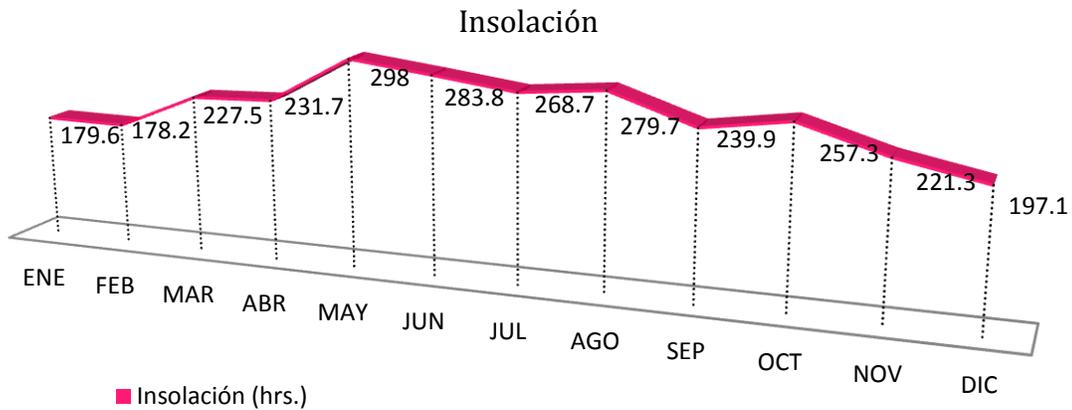
Diciembre particularmente es el que tiene más humedad relativa alcanzando el 62% y el que le contrasta con menos humedad es el de Abril con 24.6% de humedad.



Gráfica 2 Humedad Relativa. Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/observatorios/historica/hermosillo.pdf>
Obtenido en Septiembre del 2012

SOLEAMIENTO

El mes en el que se muestra con mayor presencia de insolación es en Mayo con un promedio máximo alrededor de 300 horas luz. Es por eso que este, es el factor al que más debemos considerar. La entrada de calor por medio de la luz solar es sumamente alta, por lo tanto se debe de evitar exponer vanos hacia las orientaciones mas criticas.



Gráfica 3 Soleamiento. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL26139.TXT>

VIENTO

Los vientos dominantes se dirigen generalmente, por la mañana en sentido suroeste-noreste, variando a lo largo del día y siendo dominantes en determinada dirección. Los vientos más fuertes se presentan en las temporadas de julio, agosto y septiembre, con variaciones de 60 a 80 Km/h, que eventualmente pueden presentar vientos huracanados con ráfagas de hasta 120 Km/h, principalmente al presentarse algún fenómeno natural en las costas del golfo de California. A continuación apreciaremos la velocidad del viento en promedio mensual y su dirección.

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DIR	NO	O	O	SO	SO	SO	E	SO	E	E	E	E
V.M m/s	1.5	1.4	1.5	1.8	1.6	1.7	1.5	1.3	1.4	1.5	1.2	1.2

Tabla 4 Vientos Dominantes. Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/observatorios/Vegetación>

En Hermosillo, área comprendida dentro del límite del Centro Urbano presenta la vegetación similar a la de la región, típica de zonas cálidas desérticas, en una densidad de media a baja. En las partes elevadas del cerro de la Campana destaca la vegetación compuesta por matorral y vegetación secundaria arbustiva.

Las especies nativas que podemos encontrar en el Centro Urbano son muy pocas como puede ser el mezquite y destacan principalmente especies inducidas, entre las más comunes tenemos al árbol del fuego, gredilla, benjamina, ceiba, fresno y palma datilera entre otras. En las zonas que aplicaríamos el prototipo abundan toda clase de plantas que se dan en la región, debido a que son zonas más abiertas y al no haber tanta urbanización muchos de estas especies se conservan.

Los árboles de eucalipto representan cierto riesgo debido a su tamaño y también se menciona a la benjamina como poco adecuada debido al daño que causan sus raíces en banquetas y edificaciones.

Un aspecto fundamental es tomar en cuenta factores como la protección de ciertos arboles que abundan en la región tal como el árbol conocido como palo fierro (*Olneya tesota*), se encuentra protegida según la NOM-059-ECOL-2001, por lo que será necesario establecer las medidas correspondientes para su protección y conservación. Esto se menciona por la cuestión de que si tenemos uno de estos en nuestro terreno debemos ser delicados con las acciones que realicemos. También porque varios de esta vegetación será implementada en el diseño como elemental.

2.3.3 Fauna

La fauna realmente es un tema en el que no se puede profundizar mucho debido a la mínima cantidad de especies que habitan en el municipio, debido al clima que no propicia tener mayor diversidad. Por otra parte la de que no hay la que debería debido a los daños que ha causado el hombre invadiendo terrenos los cuales antes eran habitados por diferentes tipos de animales. A los que se les pudiera temer en términos constructivos sería a la termita ya que esta nos afecta la madera. Algunos otros insectos tales como arañas altamente peligrosas y algunos otros roedores como el juancito, ratas, etc. En el caso de que en este prototipo se implementara madera de reúso traerá como consecuencia el tener que tratar estas piezas para evitar daños, en cuando a los insectos se cuidara de no dejar espacios en los que puedan anidar.

CAPÍTULO TRES. PROGRAMACIÓN

3.1 Programa de necesidades

El programa de necesidades va enfocado principalmente a familias de 4 integrantes, dato que se tomo de los resultados arrojados por las encuestas del INEGI acerca del número de integrantes de familia (3.8 miembros)²¹, Es por eso que los espacios son en torno a este dato, tratando de adaptarlos lo mejor posible para proporcionar un nivel de confort considerable para todos (especialmente hablando). A continuación realizaremos un estudio en el cual se propondrán una serie de espacios que antes fueron analizados.

Tabla 5. Programa de necesidades

NECESIDADES						
Fisiológicas				Psicológicas		
Cocina	Recamara	Baño	Patio de Servicio	Comedor	Sala	Estudio/ Estancia
Refrigerador, fregadero, estufa, alacena, barra de preparación.	Cama matrimonial, 2 camas individuales, 4 burós, 2 closets.	2 WC, 2 lavabos, 2 regaderas.	Lavadero, patio tendido, lavadora y/o secadora.	Mesa con 4 plazas.	1 sillón de dos plazas, 1 silla y Mesa de centro.	1 sillón de 2 plazas, Mesa de trabajo, 1 silla, Mesa de centro.

²¹ INEGI. Promedio de integrantes por familia.

3.2 Programa arquitectónico

Como mencionábamos en uno de los puntos anteriores, todo este proceso se dedujo en base a las actividades que predominan en las familias a las que va dirigida la propuesta. Estas se basan en el bienestar físico y psicológico de cada integrante de familia y como antes ya analizamos detenidamente cada miembro se dedujo que para hacer una vivienda digna se requieren estos espacios con ciertos muebles y metros cuadrados mínimos.

A continuación mostraremos una tabla la cual incluye los espacios y muebles propuestos en el punto 3.1 pero en esta se muestra la frecuencia con la que se usara y el resumen de el análisis de áreas.

Tabla 6. Programa Tentativo para 4 (Miembros en una familia).

Tipo de necesidad	Espacio	Mobiliario	Superficie (m ²)
Psicológica, Fisiológicas	Comedor	Mesa con 4 plazas.	5.76
Psicológica	Sala	1 sillón de dos plazas, 1 silla y Mesa de centro.	4.86
Psicológica	Estudio/Estancia	1 sillón de 2 plazas, Mesa de trabajo, 1 silla, Mesa de centro.	7.00
Fisiológica	Cocina	Refrigerador, fregadero, estufa, alacena, barra de preparación.	8.64
Fisiológica	2 Recamara	Cama matrimonial, 2 camas individuales, 4 burós, 2 closets.	17.82
Fisiológica	2 Baño	2 WC, 2 lavabos, 2 regaderas.	4.32
Fisiológica	Patio de Servicio	Lavadero, patio tendido, lavadora y/o secadora.	2.16
TOTAL			50.56

3.3 Criterio de diseño

MATERIALES

En este punto se hará una recolección de materiales que se pueden usar en el prototipo que se realizara. Se pretende, que en su mayoría sean de costo bajo o de reúso.

BOTELLAS PET

Las botellas de polietilen-tereftalato, conocidas con el nombre de PET, se caracterizan por ser ligeras, traslucidas, flexibles, con alta resistencia, no absorbe humedad, alta duración, durabilidad de aproximadamente 300 años. Anualmente se producen 170 billones de botellas y la mayoría no tiene reúso, por lo cual la implementación de ellas en el prototipo no tendría mayor costo, ya que serian reutilizadas. Por lo tanto no hay restricción por tamaño, forma o marca de las botellas para su uso en el sistema.

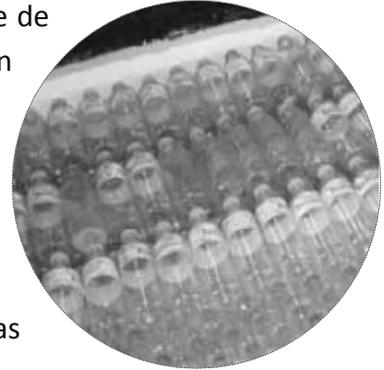


Imagen 23. Botellas PET.

Tabla 7. Propiedades mecánicas de HDPE. Fuente (Rajput, 2007)

Autor: Rajput, 2007.

PROPIEDADES	Botella PET
Densidad (kg/m ²)	95-140
Punto de reblandecimiento (°C)	90-100°
Conductibilidad térmica (W/mK)	0.42-0.55
Expansión térmica (1/K)	120*10 ⁴
Calor específico (J/Kg°C)	2100-2310
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	200-300
Resistencia a la compresión (N/mm ²)	20-30
Coefficiente de fricción	20-25
Modulo de Young (N/mm ²)	550-1050

NYLON

EL nylon es un termoplástico de poliamida producida por serie de reacción de condensación entre una amina y acides orgánicos. Sus propiedades son: Buena resistencia a la abrasión, resistente y fuerte pero flexible también, alta resistencia al impacto, absorbe el agua que provoca la reducción de las propiedades de resistencia e impacto, resistente a la mayoría de los disolventes y productos químicos, altas temperaturas de reblandecimiento y así moldeo se hace difícil.



Imagen 24. Cuerda nylon 3 mm. Autor Rajput, 2007.

Tabla 8. Propiedades mecánicas de la cuerda Nylon. Fuente: The Engineering Toolbox (2011)

PROPIEDADES	HDPE (High density polyethylene) (Polietileno de alta densidad)
Peso (kg/m)	0.013
Sobrecarga (Factor de seguridad 12) (kN)	0.326
Fuerza ruptura (kN)	3.91
Densidad (kg/m ³)	11.50
Módulo de tracción (N/mm ²)	2000-3600
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	82
Módulo específico	2.52
Resistencia específica	0.071
Temperatura máxima de servicio (°C)	75-100
Límite elástico (N/mm ²)	45

PALLETS

Los pallets o bien tarminas de madera son plataformas hechas de pino blanco de gran rigidez. Son construidas con la finalidad de almacenar y transportar gran volumen de producto. Son creadas para facilitar la transportación, el manejo y carga de productos usando montacargas y otros mecanismos de elevación en la industria.

Sus principales características son: madera de primera calidad, resistente, duradera, reutilizable, son tratadas con calor y cumplen las especificaciones de exportación de ISPM 15, clavado por computadora asegurando uniformidad y alta calidad.



Imagen 25. Palet de madera.
Autor: Claudia Laguna, Octubre 2013.

Tabla 9. Especificación de pallet de madera.

DIMENSIONES	CARGA	PESO
40 x 40"	2,500 lbs.	38 lbs.
42 x 42"	4,000 lbs.	40 lbs.
47 x 32"	5,000 lbs.	32 lbs.
48 x 40"	2,500 lbs.	40 lbs.
48 x 42"	3,000 lbs.	42 lbs.
48 x 48"	3,500 lbs.	50 lbs.
58 x 41"	2,000 lbs.	60 lbs.
72 x 48"	10,000 lbs.	75 lbs.
96 x 48"	10,000 lbs.	100 lbs.

RELLENO

El relleno para las botellas es el recurso obtenido del mismo terreno, en este caso para que el prototipo funcione, se debiera implementar tierra que sea de tipo **suelo arcilloso** preferentemente (no arcilla expansiva), ya que es mucho mas manejable y cumple con las funciones de resistencia y contencion dentro de la botella. Las características principales son: principalmente están formados por arcilla, de granos muy finos color amarillento, retienen el agua formando charcos, es tierra fértil para cultivo. Se elige este tipo de suelo como optimo, pero también puede funcionar con otro.

ARENA

La Arena es un tipo de suelo que se puede encontrar en la región, este a diferencia de la arcilla se utilizaría para dar cuerpo a ciertas mezclas que se utilizaran como acabado y aglomerante. Las características principales de la arena son: están formados principalmente por sedimentos pequeños (granos entre 1-3 mm de diámetro), son suelos que no retienen agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura.

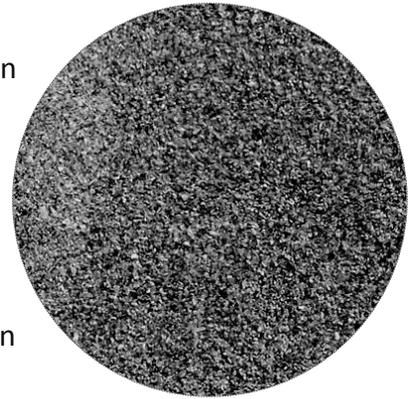


Imagen 26. Arena. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

CEMENTO

El cemento es un elemento conglomerante que al reaccionar con el agua, forma una pasta que fragua y endurece, funcionando como aglomerante. Teniendo una base de estudios de materiales, este puede llegar a resistir de algunas inclemencias del tiempo.

AGUA

Líquido indispensable para la hacer reacción con otros materiales.

CAL

La Cal que se implementará en el proyecto será hidráulica y tiene propiedades similares al cemento, fragua cuando se le añade el agua y desprende calor mientras se expande.

ESCOMBRO

Es el desperdicio que queda de diversos materiales, ya sea: elementos metálicos, piedras que no pasaron por el filtro para ser relleno, maderas, etc. Estas se colocaran en los huecos que queden entre botellas y también servirán de relleno.

PROCESO

Con los materiales antes mencionados se tendrán que analizar algunas cuestiones, como: ¿Qué aplicación tendrían dentro de la vivienda?, ¿Qué proceso se realizara para llegar a formar uno de ellos?, ¿Se tendrán que mezclar?, entre otros. Para entender esto de una mejor manera se mostrara a manera de pasos el sistema constructivo utilizando los materiales que se mencionaron en la sección anterior.

1. **Proyecto y estimación de material.** En base al terreno obtenido, realizar los primeros trazos de los espacios, hasta tener un anteproyecto (según las necesidades del usuario). Con esto se hará una estimación del material que se necesitara.

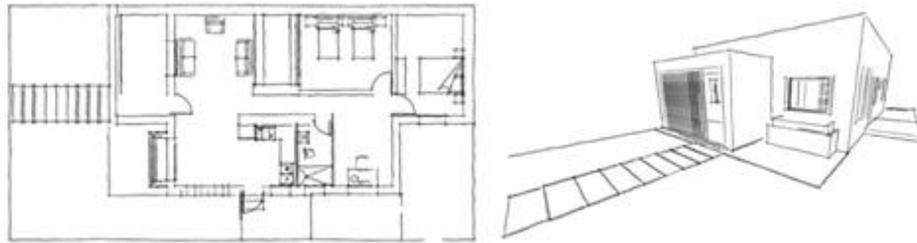


Imagen 27. Bocetos del proyecto. Autor Claudia Laguna, Octubre 2013.

2. **Recolección del material.** Teniendo un número aproximado de la cantidad de material que se utilizara en la obra, se recaudaran botellas, tierra, y cuerda (como recurso esencial). Se cuidara de que las botellas estén en buen estado. Se pueden usar botellas con diferente forma, siempre y cuando no se mezclen, es decir, que se use un mismo tipo en cada muro o elemento.



Imagen 28. Recolección de material. Autor Andreas Froese, 2007

3. **Rellenado de botella.** Al momento de rellenar las botellas debe hacerse por medio de un embudo, se introducirá la tierra y se irá apisonando con un palo para que el interior quede compactado. Se llenara completamente y se cerrara con la tapa para que esta quede sellada. Después se debe inspeccionar, para que no haya abolladuras y al momento de presionarla no se debe de hundir ninguna de sus caras.

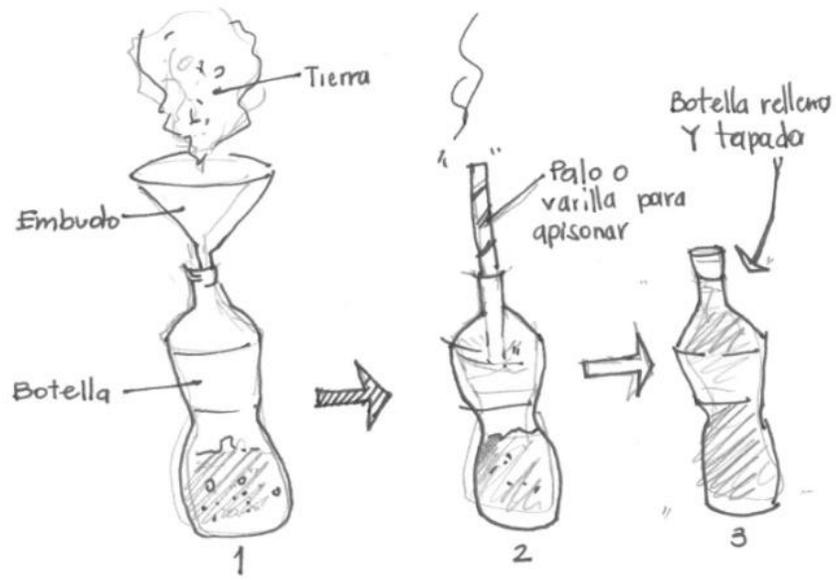


Imagen 29. Boceto de proceso de llenado. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

4. **Cimentación.** Este sistema constructivo solo necesita un plantilla de desplante como cimentación. Lo que se debe hacer es colocar una plancha de concreto y sobre esta se empieza a desplantar el muro.



Imagen 30. Boceto de cimentación. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

5. **Unión.** Para la unión de las botellas se necesitarán 3 tipos de mezclas.
Arena-Cemento-Cal: 1-5-0.5, Esta mezcla se coloca cada 4-6 hiladas, formando un amarre horizontal.
Cal-Arena: Empleada para acabado final del sistema constructivo.
Adobe: 1 tierra – 1 paja (o ramas) este se coloca entre cada hilada
6. **Muros.** Para la elaboración de los muros la plancha de concreto que antes mencionamos debe estar perfectamente nivelada. Se colocara la primera capa de

mortero (cemento-cal-arena) y se empiezan a colocar las botellas rellenas, estas a su vez se amarran de la cintura de la botella y cuello, después se coloca una segunda hilada pero estas deben colocarse en el valle formado entre dos botellas de la hilada anterior. Una vez obtenida la altura requerida se procede a llenar con los escombros de tamaño medio los espacios vacíos que hay entre cada botella de manera que se nivele la superficie para proceder a colocar la primera capa de pañete.

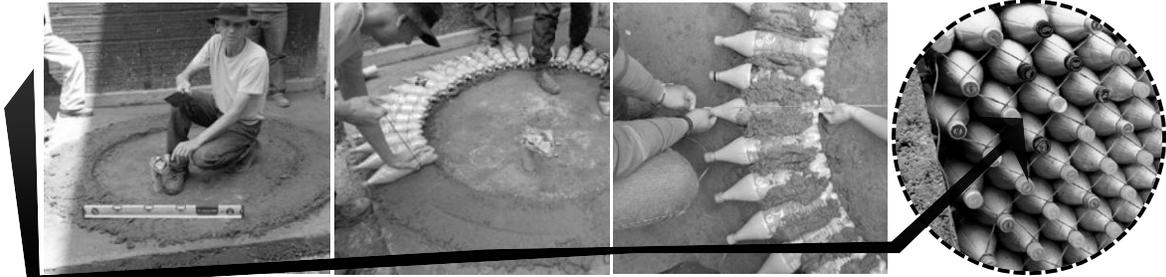


Imagen 31. Proceso de desplante de muro a base de botella PET. Autor Andreas Froese, 2007.

Columnas. Este elemento se colocara al final de cada muro, con la función de retener el peso propio del elemento antes mencionado. Esto puede solucionarse con columnas a base de botellas, las cuales mediante una guía (varilla, palo, o cualquier objeto vertical) se coloquen al rededor las botellas hasta formar una columna cilíndrica, este proceso es similar al muro, solo que de manera radial. En los espacios que quedan vacios, se colocara escombros de relleno.



Estos elementos pueden remplazarse por columnas de concreto o madera. Pero por fines de reducción de costo se mantendrán a base de botellas rellenas. Las tapas deben formar un anillo simétrico en el centro, que se va amarrando a medida que se va colocando las botellas. La columna servirá de refuerzo para sostener la cubierta solicitada.

Imagen 32. Columna de botellas. Autor Andreas Froese, 2007.

7. **Puertas y ventanas.** Como en otros sistemas constructivos tradicionales al llegar a la altura requerida para una puerta o ventana poner dinteles (ya sea de madera o metálicos) y continuar sobre él con el muro hasta obtener la altura pedida.



Imagen 33. Cerramiento de ventana en muro. Autor Andreas Froese, 2007.

8. **Pisos.** Para el piso no se tiene alguna restricción se puede colocar cualquier tipo sin problema.
9. **Acabado.** Para finalizar con este sistema constructivo se colocara sobre el muro una malla hexagonal (comúnmente llamada como malla de gallinero) y sobre ella se colocara un acabado a base de cal arena. Este se puede pintar después con pintura de agua para lugares donde no habrá contacto con humedad y en los lugares donde abunda la humedad se pondré una pintura a base de aceite.

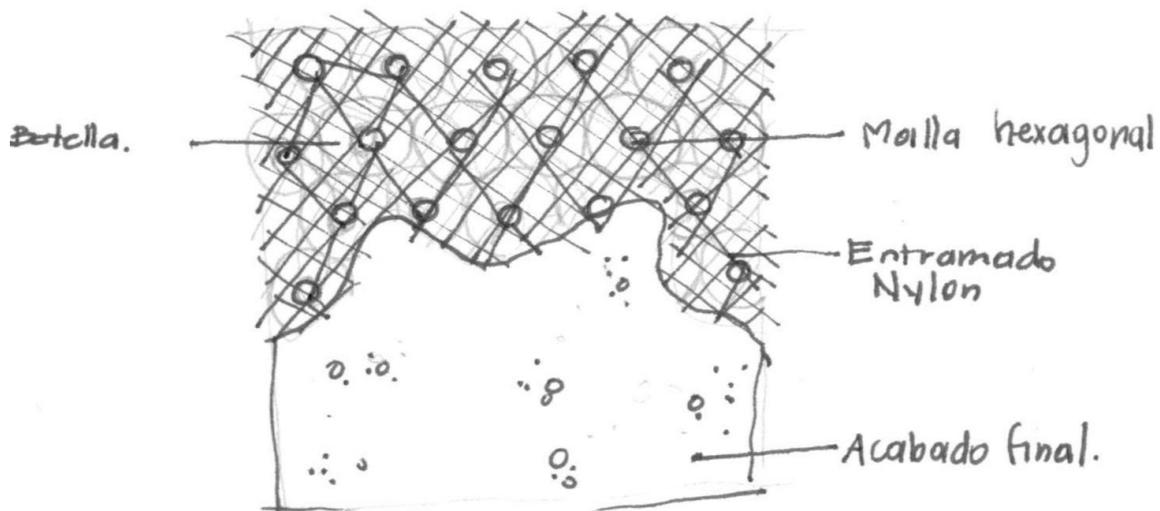


Imagen 34. Boceto de acabado en muro de botellas. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2007.

INSTALACIONES

En cuanto a los criterios de instalaciones no habrá mayor cambio, estos seguirán siendo los tradicionales y a continuación se describirán uno a uno.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA

1. Todas las tuberías de la Instalación hidráulica serán de CPVC (CTS para cementar, presión de trabajo de 7kg/cm^2 a $82\text{ }^\circ\text{C}$, diámetro de $1/2''$)
2. Las uniones serán selladas con cemento para CPVC.
3. El corte se efectuara perpendicular al eje del muro. Se eliminara sobrantes del corte dejando una superficie uniforme. Después se aplicara el cemento en el tubo y la conexión lo más rápido posible y se insertara un tubo en otro, girándolo 90° y presionando un tubo con otro por 15 segundos.
4. En todas las salidas deberán dejarse conectores roscados y tapones. Las salidas del WC, lavabo, fregadero y calentador deberán con conector macho. Las salidas de lavadora, lavadero y llave de jardín deberán contar con conectores hembra y la salida a la regadera llevara codo-conector tipo hembra.
5. Las tuberías por muro irán aparentes mientras que las tuberías por el piso y ahogadas en el espesor del concreto del firme.
6. Las alturas de los muebles con respecto al N.P.T. son las siguientes:

Fregadero	0.60 m
Lavabo	0.60 m
Lavadero	1.10 m
Inodoro	0.20 m
Calentador	1.70 m
Llaves regadera	1.90 m
Llave de Jardín	0.50 m

INSTALACIÓN SANITARIA

1. Toda la tubería será de PVC tipo sanitario de diámetros indicados en planta. Las conexiones serán de tipo unicople para cementar sobre tubería de extremos lisos.
2. El corte de la tubería debe ser a escuadra y con segueta de arco o serrucho de diente fino. Se deberán de eliminar las rebabas interiores y exteriores y limarse los extremos para obtener un pequeño chaflan. Todo esto se limpiara para poder pegar las piezas.
3. Para pegar se utilizara cemento PVC. Debe aplicarse en el tubo y la conexión, acoplado y dejando secar por 45 minutos. Este tubo deberá introducirse en la conexión por lo menos $3/4$ partes de la campana.
4. Al colocar la tubería esta debe tener una pendiente del 2%.
5. Las alturas a las salidas de los muebles sanitarios con respecto al NPT serán:

Lavabo	0.50 m
Fregadero	0.50 m
Lavadero	0.30 m
Lavadora	0.85 m

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. Toda la instalación eléctrica que va por losa y firme será de manguera naranja flexible para instalación eléctrica con un diámetro de 3/4". Los conductores utilizados son cables suaves trenzados clase B con un calibre indicado según su necesidad, y aislados.
2. Se utilizara cable de cobre suave trenzado clase B calibre 12 sin aislamiento a lo largo de todas las canalizaciones, esto con el fin de aterrizar todas las partes metálicas del sistema.
3. Las tuberías de montaje de los contactos se determinaran en el sitio según la necesidad, considerando alturas de trabajo.
4. Es importante señalar que en todo momento deberá respetarse la polaridad de los receptores de energía. Y todo esto deberá cumplir con lo que establece la NOM-001-SEDE-2012.

INSTALACIÓN DE GAS

1. Toda la tubería de gas será de cobre rígido tipo "L" y accesorios del mismo material, unidos con soldadura de estaño 50/50 sobre superficies previamente lijadas.
2. La tubería de servicio ira oculta en muros. En el piso deberá ser enterrada a 0.60 m de profundidad y forrada con cinta aislante de polietileno marca Poliken o similar y encofrada en concreto.
3. Deberán evitarse en todo caso el contacto de la tubería a acero de refuerzo (en firme), utilizando manguera de poliducto en los cruces. Y deberá estar alejado de conductos eléctricos mínimo 0.50 m.
4. Al instalar los aparatos de consumo, estos se unirán a la tubería por medio de rizados de cobre flexible tipo L y se colocara un válvula de espera.

RESULTADOS

Esta sección se enfocara en mostrar los resultados físicos que se pretenden lograr.

Forma.

El hablar de forma se hace referencia al físico que se obtendrá al final. En general el prototipo con conservara una forma rectangular, tratando de enfocar los espacios de tipo social al entrar al espacio y al final los de tipo privado.

Su piso no tendrá desniveles, haciendo todo esto lo más sencillo posible. En cuanto a sus muros interiores estos se dividen en dos, los que serán a base de botella los cuales tienen un espesor de aproximadamente 0.30 m y los que serán de madera con un espesor aproximado de 0.15 m.



Imagen 35. Boceto de la forma que se espera tener. Autor. Claudia Laguna, Noviembre 2013.

En el interior se cumple con una altura de 2.80 m., esto con el fin de mantener el lugar fresco, al no tener la irradiación de la losa tan cerca. Y en exterior se alcanza una altura de 3.80 m. debido a los pretilos que se tiene.

También se lograra un espacio tipo vacio en el interior para generar iluminación y ventilación natural. Y en las áreas que merezca tener vegetación se implementaran tipos desérticos para su mejor mantenimiento físico y económico.

Color

En cuanto al color, este será de color blanco, ya que el blanco refleja la luz solar y evita convertirla en calor. Mientras que en el interior produce el mismo efecto y logrando que los espacios se vean mas iluminados. En cuanto a los muros de madera, estos quedaran aparentes.

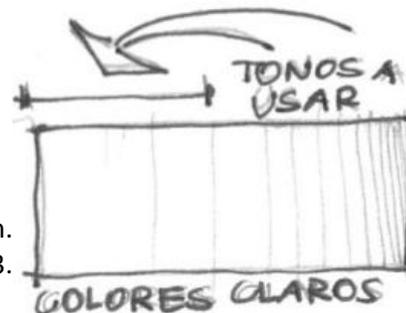


Imagen 36. Tonalidades que se proponen. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

Textura

Las texturas que se implementan en el prototipo son muy generales, en el piso se manejará una textura de concreto pulido, dando con esto un piso más estable y limpio. En muros interiores y exteriores el acabado será dado por la mezcla de Cal-arena. Se aprovechara la textura natural de la madera.

En general se intentara mantener texturas sobrias y poco forzadas para dejar la naturalidad del producto lo máximo posible.

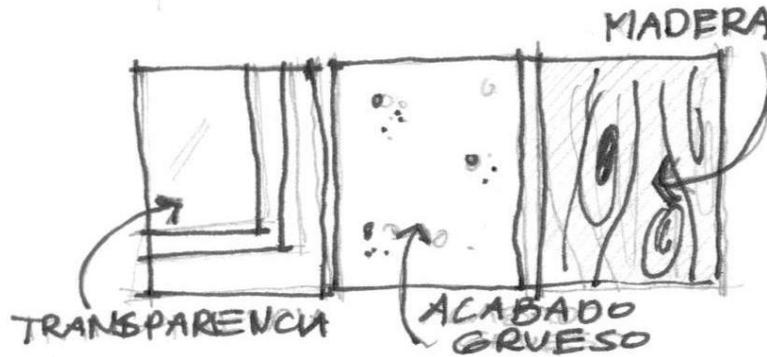


Imagen 37. Bocetos de los materiales que se utilizaran. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

Ventilación

La ventilación será cruzada, colocando un jardín interior, colocándolo estratégicamente para que sea aprovechado por un máximo de espacios. Al tener una altura considerable el aire caliente tiende a subir y el aire frío se queda en el lugar donde se realiza la mayor actividad, al generar corrientes cruzadas el aire está constantemente en movimiento, y al darle esa circulación el ambiente que se genera en el interior es mas higiénico.

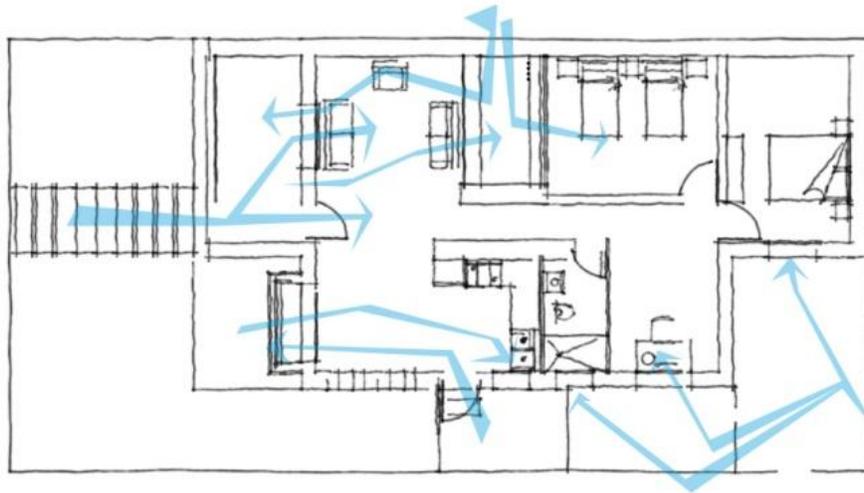


Imagen 38. Sistema de ventilacion cruzada. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

Luz y sombra

Debido a que la radiación solar en Hermosillo, Sonora, es muy fuerte basta una abertura pequeña en el muro para que entre la suficiente luz. Lo que se propone para este caso es hacer una ventana que se adapte a las necesidades del usuario en todas las estaciones del año. Para esto se hará una ventana a base de madera, pero a diferencia de otras ventanas esta tendrá un mecanismo de partesoles en el exterior, haciendo posible el control de la entrada de luz y calor al interior del espacio.

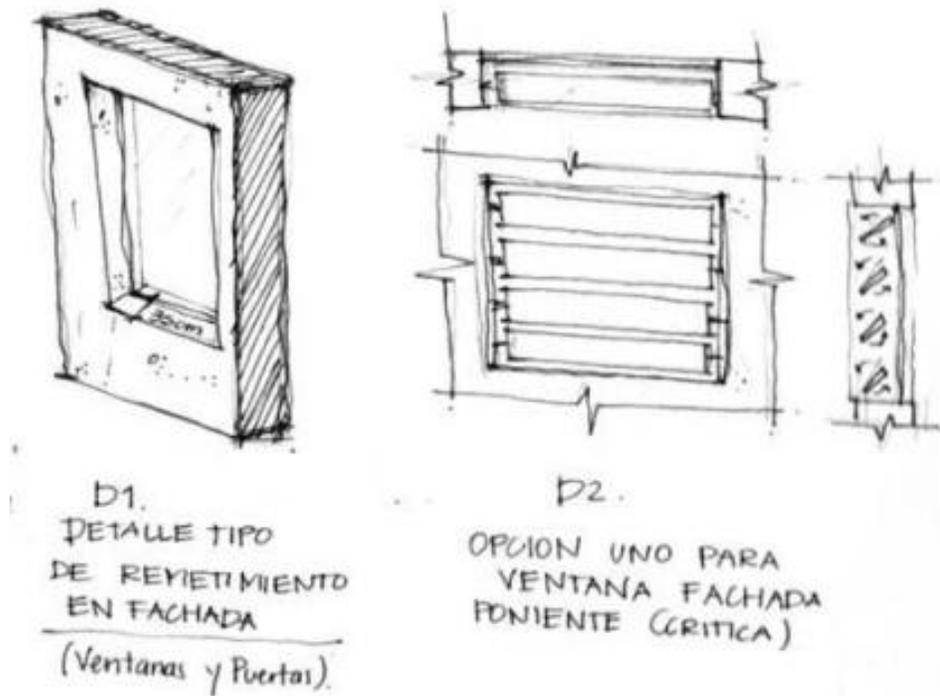


Imagen 39. Boceto de propuesta de ventana. Autor Claudia Laguna, Noviembre 2013.

3.4 Diagramas espaciales

En este apartado mostraremos de manera grafica el análisis de la relación de los espacios, tomando en cuenta criterios tales como función, de zonificación y de mas, esto con el fin de jerarquizar los espacios de manera correcta y darle la privacidad que corresponde a cada uno, marcando tres áreas fundamentales, la privada, social y de servicio, de esta se derivara otra, la cual proporciona espacios, su relación y la intersección de los mismos, para finalizar se hará una propuesta de zonificación en la cual de manera muy general se plante la posible localización de cada lugar.

3.4.1 Diagrama de relaciones

Como se puede apreciar en el diagrama de la parte inferior, el área que corresponde a lo social, es la de mayor tamaño, esto con el fin de representar el área que en el que un mayor número de personas transita, sean miembros de la casa o todo aquel que el dueño permita su acceso, secundariamente tenemos el área de servicios, ya que a esta principalmente acudirán miembros de la casa, de la misma manera que en la zona privada, teniendo como diferencia que en la zona privada solo acude el dueño de la habitación.

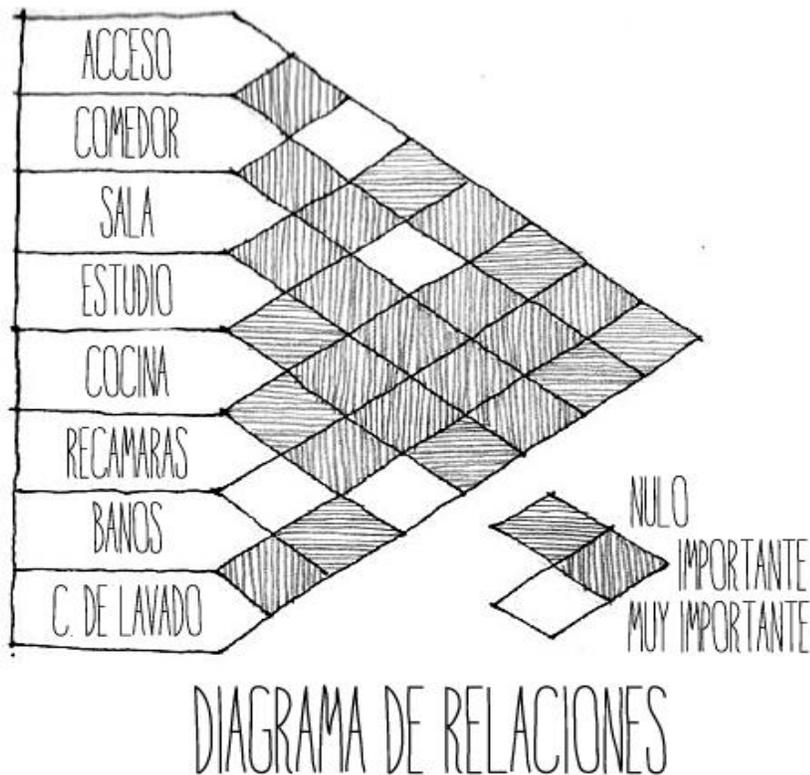


Diagrama 1 Relación entre espacios. Fuente: Análisis de áreas.

3.4.2 Diagrama de funcionamiento

Para llevar a mayor detalle la relación de los espacios realizaremos un diagrama de funcionamiento, el cual tiene como objetivo identificar los espacios y la relación que hay entre ellos. Esto es elemental en el diseño arquitectónico, ya que la funcionalidad es un punto con mucho peso en el diseño de cualquier edificio y en el caso de una vivienda, por sencillo que parezca se debe plantear para que los futuros usuarios de dicho espacio puedan realizar sus actividades adecuadamente.

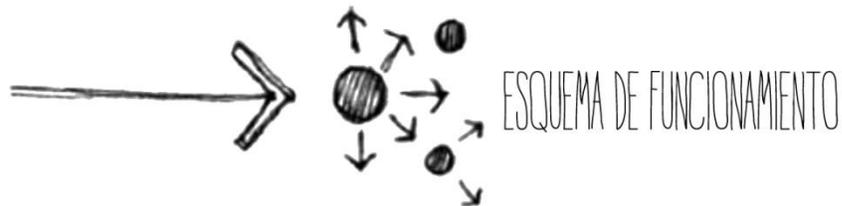
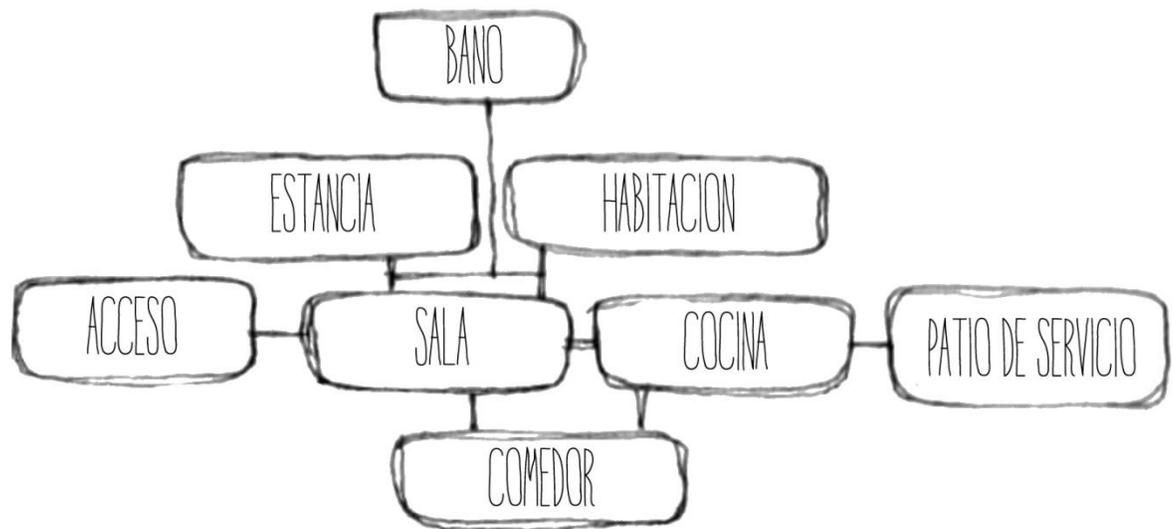


DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

Diagrama 2 Diagrama de funcionamiento de la Vivienda tratada. Fuente: Análisis de diagrama de relaciones.

3.4.3 Zonificación

Para resumir los diagramas anteriores colocaremos los espacio según su zona, con esto lograremos mantener una relación correcta entre las personas que pueden estar en dicho lugar y lo que se realiza. Iniciaremos con el acceso dirigido a la sala, ya que la sala funcionara como vestíbulo a distintas aéreas de tipo social, esta área irá directamente relacionado con el comedor que este a su vez estará unido a la cocina y de la cocina que es un área de servicio estará el acceso al patio. Después de esto estará una estancia o estudio, la cual servirá para vestibular el baño y las habitaciones.

Para darle un mejor funcionamiento a los espacios, este esquema se repetirá, intentando poner el lado de servicio (comedor, patio, cocina, baño) en las orientaciones más críticas (Oeste y sur). Para tener una mejor impresión de esto podemos apreciar la imagen que se presenta a continuación.

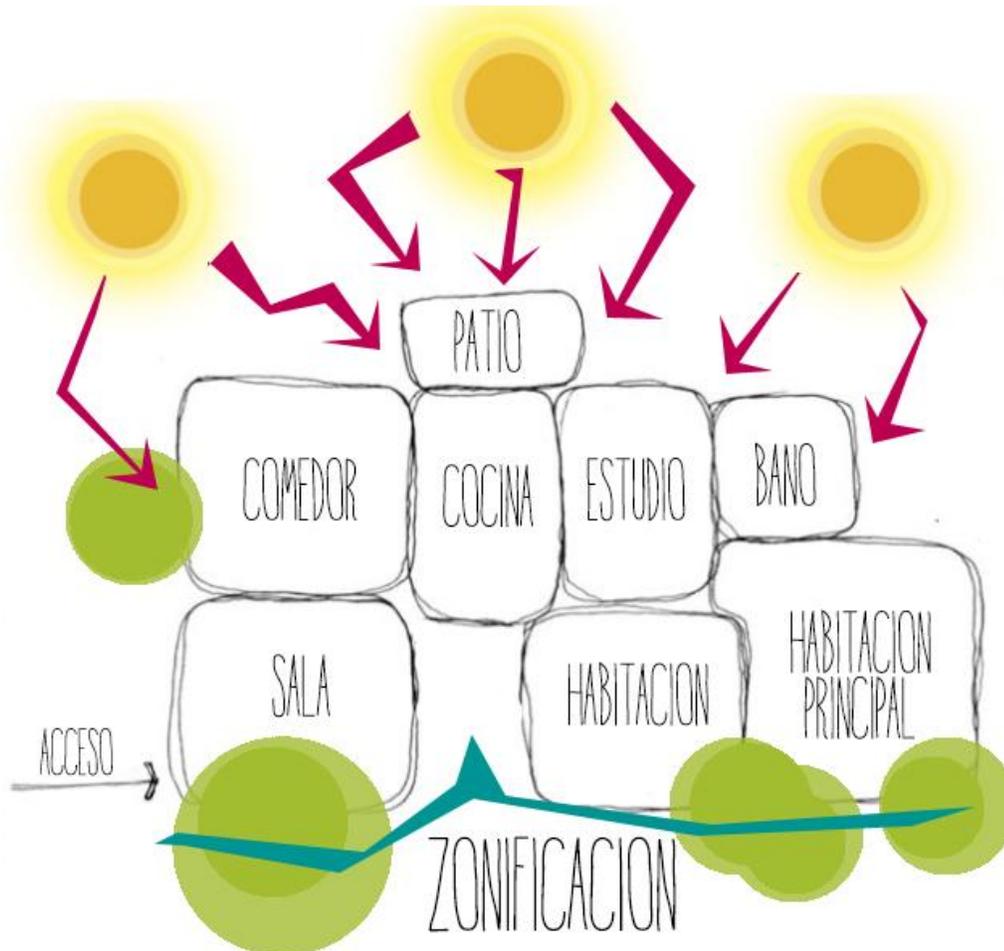


Diagrama 3 Análisis de Zonificación. Fuente: Propia autoría

CAPÍTULO 4. PROPUESTA PROYECTUAL

ÍNDICE DE PLANOS

INTRODUCCIÓN

- SC1 Introducción al sistema constructivo
- SC1 Introducción al sistema constructivo

ARQUITECTÓNICOS

- A00 Plano de azote
- A01 Planta arquitectónica
- A02 Planta arquitectónica amueblada
- A03 Fachadas arquitectónica
- A04 Cortes arquitectónicos
- A05 Corte por fachada
- A06 Corte por fachada
- A07 Detalles
- A08 Detalles

ARQUITECTÓNICOS CONSTRUCTIVOS

- AC01 Plano de acabados
- AC02 Plano de puertas y ventanas
- AC03 Plano de puertas y ventanas

ESTRUCTURALES

- E01 Plano de cimentación
- E02 Detalles de cimentación
- E03 Notas de cimentación
- E04 Plano de trabes y vigas
- E05 Plano de losa
- E06 Detallas de losa
- E07 Corte de losa

INSTALACIONES

- IE01 Instalación eléctrica fuerza y contacto
- IE02 Instalación eléctrica iluminación
- IG01 Plano de gas
- IG02 Isométrico de tubería de gas
- IH01 Plano de instalación hidráulica
- IH02 Isométrico de instalación hidráulica
- IH03 Detalles de muebles
- IS01 Plano de instalación sanitaria
- IS02 Isométrico instalación sanitaria
- IS03 Detalle de muebles

PRESUPUESTO

A continuación se presentara un análisis de presupuesto de lo que incluye la vivienda que se desarrollo a lo largo de la tesis. La residencia cuenta con un área de construcción de 115.91 m²

CLAVE	DESCRIPCION	UN	CANT	P.U.	IMPORTE
1.PRELIMINARES					
PRE-01	TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO, INCLUYE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, INICIAL Y FINAL Y TOPOGRAFIA DE APOYO DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.	M2	200.00	\$1.99	\$398.00
PRE-02	EXCAVACION POR METODOS MANUALES TERRENO, INVESTIGADO EN OBRA, CUALQUIER PROFUNDIDAD, INCLUYE AFLOJE, EXTRACCION, AMACICE DE PLANTILLA Y AFINE DE TALUDES MEDIDA EN BANCO	M3	12.30	\$0.00	\$0.00
PRE-03	AFINE Y COMPACTACIÓN DE TERRENO POR MÉTODOS MANUALES, INCLUYE HUMECTACIÓN Y TODO LO NECESARIO PARA RECIBIR FIRME DE CONCRETO.	M2	12.30	\$0.00	\$0.00
1.PRELIMINARES					\$398.00
2.CIMENTACION					
CIM-01	PLANTILLA DE CONCRETO F'C= 100KG/CM2 CON UN AGREGADO MÁXIMO DE 20 MM RESISTENCIA NORMAL DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE ACARREO 20.00 MTS TENDIDO Y AFINE.	M2	7.00	\$47.00	\$329.00
CIM-02	CONTRATRABE CT-1 DE 15X20 CM. CONCRETO F'C=150 KG/CM TMA 3/4", H. EN O. ARMADA CON ARMEX 15X20-4, INCLUYE: CIMBRA APARENTE, ARMADO, COLADO Y DESCIMBRA.	ML	47.89	\$120.00	\$5,746.80
CIM-03	IMPERMEABILIZACION DE ZAPATAS, MURO DE ENRASE Y CONTRATRABES DE CIMENTACION CON EMULSION ASFALTICA HYDROCIDE 700 B EN DOS CAPAS .	M2	10.39	\$26.00	\$270.14
CIM-04	LOSA DE DESPLANTE DE CIMENTACION DE 10 CM DE ESPESOR , CONCRETO f'c=150 KG/CM2 T.M.A. 3/4", ARMADA CON ELECTROMALLA 6X6/8X8, INCLUYE: CIMBRA UTILIZANDO REHOFINISCH 255, FABRICACION, COLADO, VIBRADO, CURADO CON CURE EB DE MBT Y DESCIMBRA.	M2	108.74	\$199.00	\$21,639.26
2.CIMENTACION					\$27,985.20
3.ESTRUCTURA					
EST-01	COLUMNA TIPO, DE DIAMETRO DE 0.63 M (INCLUYENDO RECUBRIMIENTO), A BASE DE MAMPOSTERIA DE BOTELLA PET, ENTRAMADO DE NYLON DE 3 MM, RELLENO DE TIERRA CONFINADA TIPO ARCILLOSO, F'C=235.55 KG/CM2, INCLUYE: COLOCACION, ENTRAMADO, RELLENADO, DESPERDICIO. (MEDIDO DESDE LECHO SUP. DE LOSA DE CIMENTACION HASTA LECHO INF. DE TECHUMBRE) 8 PIEZAS DE 3.50 M/UD	ML	28.00	\$75.00	\$2,100.00
EST-02	DINTEL DE MADERA CLASIFICACION V-65 TRATADA PROWOOD MICRO CA , SECCIÓN DE 12" x 4", APOYADO EN MURO DE MAMPOSTERIA DE BOTELLA. ALTURA DE COLOCACIÓN A 2.10 N.P.T.	ML	22.22	\$20.41	\$453.51
EST-03	VIGA DE MADERA PRIMERA CALIDAD, PROWOOD MICRO CA TRATADA, SECCIÓN DE 4" x 2", APOYADA SOBRE MUROS DE CARGA (MAMPOSTERIA DE BOTELLA) Y TRABE PRINCIPAL. ALTURA DE COLOCACIÓN DE 2.70	ML	140.66	\$35.16	\$4,945.61

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

EST-04	TRABE DE MADERA PRIMERA CALIDAD, PROWOOD MICRO CA TRATADA, SECCIÓN DE 4" x 8", ANCLADA EN MURO DE CARGA (MAMPOSTERIA DE BOTELLA) . ALTURA DE COLOCACIÓN DE 2.50, TRAMO DE 5.12 M	PZA	3.00	\$589.00	\$1,767.00
3. ESTRUCTURA					\$9,266.12
4. ALBAÑILERÍA					
ALB-01	MURO DE BOTELLA RELLENA DE TIERRA DE 0.24 M x 0.065 M x 0.065 M, ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO COMUN. ESPESOR DE MURO TOTAL DE 0.30CM. MURO DE 3.5 DE ALTURA	M2	53.57	\$57.14	\$3,060.99
ALB-02	MURO DIVISORIO A BASE DE PALLET DE MADERA DE REUSO TIPO INDUSTRIAL, DIMENSIONES DE 2.40 M x 1.20 M, PESO DE 65 KG. SUJETO DE BASTIDOR DE MADERA DE 1" , CLAVADO A PISO Y MURO.	PZA	7.00	\$135.00	\$945.00
ALB-03	APLANADO DE TIERRA-CEMENTO EN MUROS Y COLUMNAS (INTERIOR Y EXTERIOR) DE MAMPOSTERIA DE BOTELLA, DE 3.0 CM DE ESPESOR PROMEDIO, CON MALLA DE GALLINERO APERTURA 38 MM CALIBRE 20, A PLOMO Y REGLA, ACABADO GRUESO, INCLUYE: PERFILADO DE ARISTAS Y REMATE EN COLUMNAS Y MUROS.	M2	424.74	\$30.00	\$12,742.17
4. ALBAÑILERÍA					\$16,748.16
5. ENTREPISO Y AZOTEA					
LSA-01	LOSA A BASE DE PALLET DE MADERA DE REUSO TIPO INDUSTRIAL, DIMENSIONES DE 2.40 M x 1.20 M, PESO DE 65 KG. SUJETO A VIGAS DE MADERA , RELLENO DE FIBRA DE VIDRIO OWEN'S CORNING R-13 R-13. SIN CARA. ESPESOR DE 3.5", LAMINA DE POLIESTIRENO (AISLAMIENTO TERMICO) DE 1" EXTRUIDO FOAMULAR 250 COLOCADA SOBRE PALLET Y CUBIERTA POR CAPA DE CONCRETO F'C= 100KG/CM2 CON UN AGREGADO MÁXIMO DE 20 MM RESISTENCIA NORMAL DE 5 CM DE ESPESOR. PENDIENTE DEL 2% EN TODA LA SUPERFICIE.	M2	91.22	\$178.29	\$16,263.61
LSA-02	IMPERMEABILIZACION DE CUBIERTA A BASE DE ELASTOMERICO THERMOTEK O SIMILAR, GARANTIA DE 5 AÑOS, INCLUYE: LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, UNA APLICACION DE PRIMER-SELLO Y DOS MANOS DE IMPERMEABILIZANTE. (PR)	M2	91.22	\$45.00	\$4,104.90
5. ENTREPISO Y AZOTEA					\$20,368.51
6. CARPINTERIA Y VIDRIO					
CYV-01	VENTANA ABATIBLE "V-1" DE 1.53X1.20 M. HECHO CON PERFILES MADERA DE PINO POPULAR, FORMADA POR MARCO PERIMETRAL DE 1", MARCO DOBLE PARA FORMACION DE HOJA INDIVIDUAL Y CRISTAL SENCILLO DE 3 MM, EMPAQUE Y SELLADOR VINIL, HERRAJES, TAQUETES Y CHILILLOS PARA SU FIJACION, Y BISAGRAS.	PZA	6.00	\$155.00	\$930.00
CYV-02	VENTANA ABATIBLE "V-2" DE 0.69X1.20 M. HECHO CON PERFILES MADERA DE PINO POPULAR, FORMADA POR MARCO PERIMETRAL DE 1", MARCO DOBLE PARA FORMACION DE HOJA INDIVIDUAL Y CRISTAL SENCILLO DE 3 MM, EMPAQUE Y SELLADOR VINIL, HERRAJES, TAQUETES Y CHILILLOS PARA SU FIJACION, Y BISAGRAS.	PZA	1.00	\$110.00	\$110.00
CYV-03	VENTANA ABATIBLE "V-3" DE 0.69X0.40 M. HECHO CON PERFILES MADERA DE PINO POPULAR, FORMADA POR MARCO PERIMETRAL DE 1", MARCO DOBLE PARA FORMACION DE HOJA INDIVIDUAL Y CRISTAL SENCILLO DE 3 MM, EMPAQUE Y SELLADOR VINIL, HERRAJES, TAQUETES Y CHILILLOS PARA SU FIJACION, Y BISAGRAS.	PZA	1.00	\$65.00	\$65.00

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

CYV-04	VENTANA FIJA "V-4" DE 0.55X1.20 M. HECHO CON PERFILES MADERA DE PINO POPULAR, FORMADA POR MARCO PERIMETRAL DE 1", MARCO DOBLE PARA FORMACION DE HOJA Y CRISTAL SENCILLO DE 3 MM, EMPAQUE Y SELLADOR VINIL, HERRAJES, TAQUETES Y CHILILLOS PARA SU FIJACION.	PZA	2.00	\$95.00	\$190.00
--------	---	-----	------	---------	----------

6.CARPINTERIA Y VIDRIO \$1,295.00

7.PUERTAS

PTS-01	PUERTA EXTERIOR "P-1" DE 0.96 X 2.10 M FABRICADA POR FAJAS DE MADERA EXTRAIDAS DE PALET DE MADERA DE PINO POPULAR CON DIMENSIONES DE 2.40 x 1.20 M. SE FABRICA USANDO LAS FAJAS DE MADERA EN DISPOSICION DOBLE Y CONTINUA, FIJACION PERIMETRAL DE FAJAS CON MARCO METALICO DE 1" AMBAS CARAS. INCLUYE MARCO PERIMETRAL DE PUERTA FORMADO POR PERFILES DE MADERA DE PINO POPULAR DE 1" Y MANIJA CON LLAVE.	PZA	2.00	\$425.00	\$850.00
PTS-02	PUERTA EXTERIOR "P-2" DE 0.83 X 2.10 M FABRICADA POR FAJAS DE MADERA EXTRAIDAS DE PALET DE MADERA DE PINO POPULAR CON DIMENSIONES DE 2.40 x 1.20 M. SE FABRICA USANDO LAS FAJAS DE MADERA EN DISPOSICION DOBLE Y CONTINUA, FIJACION PERIMETRAL DE FAJAS CON MARCO METALICO DE 1" AMBAS CARAS. INCLUYE MARCO PERIMETRAL DE PUERTA FORMADO POR PERFILES DE MADERA DE PINO POPULAR DE 1" Y MANIJA.	PZA	1.00	\$325.00	\$325.00
PTS-03	PUERTA EXTERIOR "P-3" DE 0.90 X 2.10 M FABRICADA POR FAJAS DE MADERA EXTRAIDAS DE PALET DE MADERA DE PINO POPULAR CON DIMENSIONES DE 2.40 x 1.20 M. SE FABRICA USANDO LAS FAJAS DE MADERA EN DISPOSICION DOBLE Y CONTINUA, FIJACION PERIMETRAL DE FAJAS CON MARCO METALICO DE 1" AMBAS CARAS. INCLUYE MARCO PERIMETRAL DE PUERTA FORMADO POR PERFILES DE MADERA DE PINO POPULAR DE 1" Y MANIJA.	PZA	2.00	\$325.00	\$650.00

7.PUERTAS \$1,825.00

8.ELECTRICAS

ELC-01	SALIDA PARA CONTACTO 110 V. MONOFASICO POLARIZADO DUPLEX, CON TIERRA FISICA, A BASE DE TUBO CONDUIT GALV. DE 3/4" P.D., CABLE LS MARCA CONDULAC O SIMILAR, EN CALIBRES Y CODIGO DE COLORES INDICADOS EN PLANOS, CAJA DE LAMINA, INCLUYE: CONTACTO DUPLEX DE 500WATTS, COPLES, CODOS, CURVAS, MONITORES Y CONEXIONES. (JJ)	SAL	12.00	\$300.00	\$3,600.00
ELC-02	CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO DEL TIPO PUESTA A TIERRA, 125V., 15A. CON DOS ENTRADAS PLANAS Y UNA REDONDA, PLACA COLOR MARFIL., INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, CONEXIONES, PRUEBAS, MATERIAL, HERRAMIENTA.	SAL	12.00	\$29.50	\$354.00
ELC-03	APAGADOR SENCILLO QUINZIÑO COMPLETO CON TAPA, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA, Y PRUEBAS.	SAL	8.00	\$315.00	\$2,520.00
ELC-04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIO DE APAGADOR QUINZIÑO BTICINO, SENCILLO, DOBLE Y TRIPLE, INCLUYE MANO DE OBRA	PZA	8.00	\$40.00	\$320.00

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

ELC-05	SALIDA PARA ALUMBRADO, CON CAJA DE LAMINA 4"x4", TUBO CONDUIT GALV. DE 3/4" Y 1/2" P.D., CABLES DE COBRE #12 AWG CON AISLAMIENTO THW-LS, MARCA CONDULAC, INDIANA WIRE O EQUIVALENTE, QUE CUMPLA CON LAS NORMAS NOM-063-SCFI, NMX-J-010, NMX-J-093, NMX-J-472, NMX-J-474 Y CERTIFICACION ANCE, CODIGO DE COLORES INDICADOS EN PLANOS, CINTA AISLANTE CON RETARDADOR DE FLAMA MCA. 3M MODELO TEMFLEX O EQUIVALENTE, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA.	SAL	7.00	\$340.00	\$2,380.00
ELC-06	SALIDA PARA ALUMBRADO EN PARED, CON CAJA DE LAMINA 4"x4", TUBO CONDUIT GALV. DE 3/4" Y 1/2" P.D., CABLES DE COBRE #12 AWG CON AISLAMIENTO THW-LS, MARCA CONDULAC, INDIANA WIRE O EQUIVALENTE, QUE CUMPLA CON LAS NORMAS NOM-063-SCFI, NMX-J-010, NMX-J-093, NMX-J-472, NMX-J-474 Y CERTIFICACION ANCE, CODIGO DE COLORES INDICADOS EN PLANOS, CINTA AISLANTE CON RETARDADOR DE FLAMA MCA. 3M MODELO TEMFLEX O EQUIVALENTE, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA.	SAL	4.00	\$340.00	\$1,360.00
ELC-07	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 1 POLO DE 15 A 50AMPERES, MARCA SQUARE-D O SIMILAR, ENCHUFABLE (QO), INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, CONEXION Y PRUEBA.(VER AMPERAJE EN CUADRO DE CARGA) (EB)	PZA	4.00	\$80.00	\$320.00

8.ELECTRICAS

\$10,854.00

9.HIDROSANITARIAS					
HIS-01	TENDIDO DE TUBERIA DE PVC SANITARIO NORMALIZADO DE 2" , EL PRECIO INCLUYE: SUMINISTRO, PREPARACIONES, EXCAVACION, RELLENO, RANURADOS Y RESANES EN SU CASO, ACARREOS, CORTES, AJUSTES, DESPERDICIOS, PEGAMENTO PARA PVC, PIEZAS ESPECIALES, CAMA DE ARENA, MATERIALES DE CONSUMO, PRUEBAS CON AGUA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.	ML	11.97	\$28.77	\$344.38
HIS-02	TUBERIA DE CPVC HIDRAULICO DE 1/2" DE DIAM. MARCA DURALON, INCLUYE: SUMINISTRO, TENDIDO, CONEXIONES Y PRUEBAS. (JJ)	ML	22.06	\$15.01	\$331.12
HIS-03	SALIDA HIDRAULICA DE TUBO CPVC DE 1/2" (SE CONTEMPLA DESDE LA CONEXIÓN A LA TUBERIA ALIMENTADORA HASTA LA SALIDA EN EL MURO PARA CONEXIÓN DE MUEBLE), EL PRECIO INCLUYE: CONEXIÓN, RANURAS, PEGAMENTO PARA PVC, CODOS, RESANES, DEMÁS MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	12.00	\$90.00	\$1,080.00
HIS-04	TOMA DOMICILIARIA DE Ø13 MM, CON CONEXIÓN DE TUBERÍA PE-AL-PE A CPVC VÁLVULA DE GLOBO, MEDIDOR VOLUMÉTRICO, VÁLVULA CHECK Y TUERCA UNIÓN	PZA	1.00	\$350.00	\$350.00
HIS-05	TUBERIA DE PVC SANITARIO DE 4" DE DIAM. MARCA DURALON, INCLUYE: SUMINISTRO, TENDIDO, CONEXIONES Y PRUEBAS. (JJ)	ML	14.06	\$54.68	\$768.80
HIS-06	SALIDA SANITARIA DE TUBO PVC MARCA DURALON DE 2" (SE CONTEMPLA DESDE LA CONEXIÓN A LA TUBERIA ALIMENTADORA HASTA LA SALIDA EN EL MURO PARA CONEXIÓN DE MUEBLE), EL PRECIO INCLUYE: CONEXIÓN, RANURAS, PEGAMENTO PARA PVC, CODOS, RESANES, DEMÁS MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	6.00	\$110.00	\$660.00
HIS-07	SALIDA SANITARIA DE TUBO PVC MARCA DURALON DE 4" (SE CONTEMPLA DESDE LA CONEXIÓN A LA TUBERIA ALIMENTADORA HASTA LA SALIDA EN EL MURO PARA CONEXIÓN DE MUEBLE), EL PRECIO INCLUYE: CONEXIÓN, RANURAS, PEGAMENTO PARA PVC, CODOS, RESANES, DEMÁS MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$150.00	\$150.00

PROTOTIPO DE VIVIENDA SUSTENTABLE DE INTERÉS SOCIAL EN HERMOSILLO, SONORA.

HIS-08	SUMINISTRO E INSTALCION DE COLADERA HELVEX MOD. 27 ADAPTADOR GAL-CAMPANA DE PVC 2"	PZA	2.00	\$735.00	\$1,470.00
HIS-09	REGISTRO SANITARIO DE 45X60X60 CM. MEDIDAS INTERIORES, A BASE DE FIRME DE CONCRETO F'C=150 KG/CM2, T.M.A. 3/4", H. EN O., DE 10 CM. DE ESPESOR, MURO DE LADRILLO DE 14 CM. DE ESPESOR, JUNTEADO CON MORTERO CEM-ARENA 1:3, APLANADO PULIDO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:3 EN INTERIORES, MARCO Y CONTRAMARCO DE ANGULO Y TAPA DE CONCRETO F'C=150KG/CM2 DE 5 CM. DE ESPESOR REFORZADO CON ALAMBRON DE 1/4", CADENA DE REMATE CONCRETO F'C = 150 KG/CM2, T.M.A. 3/4" SECCION 15X15CM REFORZADA CON ARMEX TRIANGULAR 15X15-3,INCLUYE EXCAVACION, MATERIAL, HERRAMIENTA.	PZA	2.00	\$700.00	\$1,400.00
9.HIDROSANITARIAS					\$6,554.30
10.PLUVIAL					
PLV-01	TUBERIA DE PVC DE 4" DE DIAM. MARCA DURALON, CON PERFORACIONES, INCLUYE: SUMINISTRO, PERFORACION CON BROCA DE 3/8" @5cm Y COLOCACION.	ML	1.00	\$54.68	\$54.68
10.PLUVIAL					\$54.68
11.ACESORIOS					
ACC-01	PARTESOL DE MADERA EN PORTICO PRINCIPAL, FABRICADO A BASE DE PERFILES DE MADERA DE CIMBRA DE 2" x 4". 21 PIEZAS DE 2.38 M.	ML	49.98	\$20.20	\$1,009.60
11.ACESORIOS					\$1,009.60

NOTAS
<p>Los volúmenes de obra fueron obtenidos conforme al proyecto arquitectónico.</p> <p>Los valores marcados en \$0.00 son los que se contemplan como material reciclado, ya sea tierra o botellas, por lo tanto no genera gasto.</p> <p>Los precios pueden variar dependiendo del costo del material al día de su compra.</p> <p>No se contemplan accesorios de baño ni de iluminación</p> <p>No se contempla precio de terreno</p>

RESUMEN DE PARTIDAS	
1.PRELIMINARES	\$398.00
2.CIMENTACION	\$27,985.20
3. ESTRUCTURA	\$9,266.12
4.ALBAÑILERÍA	\$16,748.16
5.ENTREPISO Y AZOTEA	\$20,368.51
6.CARPINTERIA Y VIDRIO	\$1,295.00
7.PUERTAS	\$1,825.00
8.ELECTRICAS	\$10,854.00
9.HIDROSANITARIAS	\$6,554.30
10.PLUVIAL	\$54.68
11.ACESORIOS	\$1,009.60
SUB-TOTAL	\$96,358.56

CONCLUSIONES

Como conclusión se tiene que esta propuesta arquitectónica se adapta perfectamente a las condiciones climáticas críticas de la región de Hermosillo, ya que sus muros de 30 cm de espesor no permiten el paso directo de las altas temperaturas que se viven en el exterior y al usar el elemento tierra aumenta la efectividad, ya que es un aislante térmico muy económico y eficiente.

El sistema constructivo de mampostería de botellas, al tener un efecto positivo contra las altas temperaturas, ayuda económicamente al usuario, ya que mediante métodos pasivos se logra una mejor atmósfera de confort dentro del espacio, y el gasto energético se reduce notoriamente. Se comprobó que no hace falta tener un sistema de acondicionamiento sofisticado para tener una buena calidad de vida, basta con hacer un análisis de ejemplos construidos de arquitectura vernácula de la región y fusionarlo con sistemas alternativos contemporáneos.

También a lo largo del desarrollo del tema se obtuvo un aumento de conciencia sobre el cuidado al medio ambiente, utilizando material altamente contaminante en un proyecto que podría darles hogar a muchas personas que no tienen los recursos suficientes para adquirir una casa de bloques de concreto y/o ladrillo. Haciendo énfasis que el material principal de este sistema constructivo es prácticamente gratis, ya que la tierra se toma del lugar y las botellas de la recolección (basura). El gasto que se genera por la mano de obra es una cuestión que se debe omitir del presupuesto, porque es un sistema de autoconstrucción, esto quiere decir que el mismo propietario la hace, con la supervisión de una persona con noción del sistema.

En general se logra dar una opción económica para generar mejora en la calidad de vida de muchas familias, haciendo espacios dignos, ya que al reducir un 40% del costo total de la vivienda se pueden ofrecer mayores y mejores espacios.

El sistema constructivo de mampostería de botellas PET rellenas de tierra es ideal para la ciudad de Hermosillo Sonora, se adapta perfectamente a las propiedades mecánicas del suelo del sitio, ayuda a disminuir la contaminación que genera la industria del PET, utilizando un mínimo de 8 mil botellas por vivienda. Al usar tierra de la región y mezcla a base de adobe el precio del inmueble reduce notoriamente, y al tener esta disminución en el costo se pueden ofrecer otros beneficios a los usuarios, como el aumento de espacios o ampliación de los mismos.

La resistencia que se genera en este tipo de mampostería es asombroso, llegando a $f'c=235.55 \text{ kg/cm}^2$ respaldado por tres análisis de laboratorio existentes se puede dar mayor credibilidad a esta alternativa de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

Brundtland, H. G. (1987). *Our Common Future*. Organización de las Naciones Unidas, World Commission on Environment and Development.

CDI. COMISIÓN NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. (15 de Noviembre de 2009). *Portal CDI*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=698

CONAVI. (01 de 08 de 2010). *CONAVI*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2012, de http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf

Dirección de Concertación y Participación Ciudadana. (4 de Noviembre de 2012). *Gobierno del Estado de México*. Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de http://portal2.edomex.gob.mx/sma/cuida_medioambiente/ecotecnias/composta/index.htm

Domenzain, R. (s.f.). *Amar-AC*. Recuperado el 14 de Octubre de 2012, de <http://www.amar-ac.org/hidroamar.html>

Fique Pinto, L. F. (2005). La Habitabilidad. *INVI*, 20 (55), 12 a 19.

Cortés Delgado, J. L. (Octubre de 2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. (S. H. González, Ed.) *Casa del tiempo*.

Fonseca, X. (2002). En X. Fonseca, *Las Medidas de una Casa*. Cd. México: Pzx México.

Hegel. (1981). Arquitectura. *Arquitectura*, 34. Kairós.

IMPLAN. (2007). *Diagnóstico*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de IMPLAN: <http://www.implanhermosillo.gob.mx/ppc/DIAGNOSTICO.pdf>

Real Academia Española. (2010). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Real Academia Española.

Froese, A. (Marzo de 2001). *ECO-TECH*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de Eco Tencnología: <http://www.eco-tecnologia.com/>

Galindo Meza, C., Ortega Lopez, A., Barreras Alcorcha, J. M., & Bustamante Machado, J. (2004 - 2009). *Congreso del Estado de Sonora*. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de http://www.congresoson.gob.mx/Leyes_Archivos/doc_47.pdf

Viforcós Marinas, M. I. (Marzo de 2008). *La ciudad hispanoamericana: Reflexiones en clave de poder*. Recuperado el Noviembre de 15 de 2012, de Moderna: http://www.moderna1.ih.csic.es/cordoba/la_ciudad_hispanoamericana.pdf

Villagran García, J. (s.f.). Memorias de Arquitectos. *La Habitabilidad*. Ciudad de México.

INEGI. (2010). *Censo Poblacional*. Instituto Nacional de Estadística y Geografica, Hermosillo, Sonora.

Kusimwiragi, K. (Junio de 2011). Investigating the Compressive Strength of Plastic Bottles as Masonry. *A report submitted in part requirement for the degree of Bachelor of Environmental Design with Honours*. Nkozi, República de Uganda.

Raventós Viñas, M. T. (2001). *Vivienda mínima versus casas baratas*. Recuperado el 02 de Octubre de 2012, de http://www5.uva.es/congresoporto/images/stories/bloque2/64_raventos.pdf

Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT. (2012). *Evaluación de daños y soluciones para construcciones en tierra cruda* (Raizfuturo ed., Vol. 32). (C. Pla Roca, Ed.) Chile, Santiago de Chile: Ediciones Raizfuturo.

Froese, A. (2013 de Marzo de 2012). <http://www.eco-tecnologias.com>. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de ECO-TECH: <http://www.eco-tecnologia.com/>

Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Kassel, Alemania.

Oshiro, F. (s.f.). *Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado*. Lima: Publicaciones PREDES.

Ruiz Valencia, D., López Pérez, C., Cortes, E., & Froese, A. (2012). *Nuevas alternativas en la construcción: Botellas PET con relleno de tierra*. Universidad Autónoma de Bogotá. Bogotá: APUNTES.

Vargas Neumann, J., Torrealva, D., & Blondet, M. (2007). *Construcción de casas saludables y sismoresistentes de Adobe Reforzado con geomallas*. Lima, San Miguel, Perú: FONDO Editorial.

ANEXO UNO

Kusimwiragi, K. (Junio de 2011). Investigating the Compressive Strength of Plastic Bottles as Masonry. *A report submitted in part requirement for the degree of Bachelor of Environmental Design with Honours* . Nkozi, República de Uganda.

ANEXO DOS

Froese, A. (2013 de Marzo de 2012). *http://www.eco-tecnologias.com*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de ECO-TECH: *http://www.eco-tecnologia.com/*

ANEXO TRES

Ruiz Valencia, D., López Pérez, C., Cortes, E., & Froese, A. (2012). *Nuevas alternativas en la construcción: Botellas PET con relleno de tierra*. Universidad Autónoma de Bogotá. Bogotá: APUNTES.

Nuevas alternativas en la construcción: botellas PET con relleno de tierra*

Daniel Ruiz Valencia

Cecilia López Pérez

Eliana Cortes

Andreas Froese

Uno de los problemas de mayor relevancia para la humanidad en el último siglo es el calentamiento global que ha producido un cambio climático de manera acelerada y anormal, a tal grado que afecta la supervivencia de la especie. Hay dos factores que tienen alta incidencia en la producción del fenómeno. El primero, es el aumento de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) originados en las ciudades desarrolladas o en proceso de industrialización, que suponen una gran demanda de bienes de consumo y por ende, una gran acumulación de residuos sólidos y basura. Esta basura está formada principalmente por plásticos, cartones, papel, restos de comida, madera, cenizas, envases de cristal, metal y hojalata. De acuerdo a los reportes de la Alcaldía de Bogotá, cada día se recoge en la ciudad un promedio de 5.800 toneladas de desperdicios que se arrojan al relleno sanitario Doña Juana, en el suroriente de la ciudad (*El Tiempo*, 2007). Se considera que los plásticos representan el 40% del total de la basura acumulada, que adicionalmente demora varios lustros en degradarse con el consiguiente daño ecológico que esto representa.

El segundo factor, son las emisiones producidas por los materiales empleados en la construcción. La producción de materiales como el acero, el concreto y el ladrillo implica el consumo de cantidades representativas de energía, lo que a su vez contribuye al deterioro ambiental, por lo cual se busca que los nuevos materiales usados en las edificaciones tengan un bajo impacto ambiental y contribuyan así a disminuir el calentamiento global.

Por otra parte, la ONU ha alertado a los gobiernos sobre el agravamiento de la escasez de vivienda en las ciudades que se presentará en los próximos 25 años. Un informe de ONU-HABITAT, determinó que el 40% de la población urbana necesitará viviendas e infraestructuras de servicios básicos de aquí al 2030. El estudio advirtió que esta necesidad se sumará a la ya existente demanda de 2.000 millones de personas, que actualmente comprenden el 50% de la población del planeta (ONU-HABITAT, 2010). Sin embargo dar solución por parte de los gobiernos a este problema, presenta su mayor dificultad en la financiación de proyectos masivos de bajo costo. De acuerdo a un estudio realizado por el Banco de la República de Colombia, sólo entre el 10% y el 15% obtienen préstamos para compra de vivienda, la modalidad de vivienda 'efectivo' estaba alrededor del 41% al 52% a finales de la década pasada (Clavijo, Michel & Santiago, 2004).

* Cómo citar este artículo: Ruiz, D., López, C., Cortes, E., Froese, A. (2012). Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En: Apuntes 25 (2): 292 - 303.



*Muro construido con botellas PET
Fotografía:
Cecilia López*

Nuevas alternativas en la construcción: botellas pet con relleno de tierra

New alternatives in construction: earth filled pet bottles

Construção nova alternativa: garrafas pet com terra fill

Daniel Ruiz Valencia

daniel.ruiz@javeriana.edu.co

Pontificia Universidad Javeriana

Ingeniero Civil y Magíster en Ciencias de la Universidad de los Andes. Jefe del Laboratorio de Pruebas y Ensayos. Profesor asociado e investigador del grupo de estructuras y construcción del departamento de Ingeniería Civil.

Cecilia López Pérez

lopez.c@javeriana.edu.co

Pontificia Universidad Javeriana

Arquitecta y Magíster en Restauración de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesora asistente, directora del grupo GRIME de la Facultad de Arquitectura y Diseño.

Eliana Cortes

eliana.cortes@javeriana.edu.co

Pontificia Universidad Javeriana

Arquitecta y Magíster en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia. Integrante del grupo de investigación GRIME en la Línea Nuevas Tecnologías Constructivas en Arquitectura.

Andreas Froese

ecotecsoluciones@gmail.com

Pontificia Universidad Javeriana

Ecologista dedicado a la bioconstrucción y al ecodiseño. Se desempeña como consultor internacional y viaja por diferentes partes del mundo multiplicando su saber y experiencia.

RESUMEN

Dos de los mayores problemas de la humanidad son la falta de vivienda y la acumulación de los residuos sólidos y basura que al final trae como consecuencia problemas ambientales. Dentro de estos residuos sólidos están los plásticos como las botellas PET (envases de bebidas gaseosas por ejemplo). Para afrontar ambos problemas, desde el año 2001 la empresa Eco-Tec Soluciones ha sido pionera en la construcción de casas y tanques de almacenamiento de agua con botellas PET llenas de tierra. Los grupos GRIME y Estructuras y Construcción de la Pontificia Universidad Javeriana, en asocio con Eco-Tec Soluciones, documentaron el proceso constructivo y realizaron pruebas piloto para evaluar la resistencia mecánica a la compresión de botellas rellenas. Asimismo hicieron pruebas piloto del comportamiento mecánico de muros de botellas rellenas con tierra ante cargas perpendiculares al plano del muro. Estos resultados y análisis se presentan en el presente documento.

El artículo presenta los principales avances del proyecto de investigación titulado "Construcción con botellas plásticas PET" desarrollado por los grupos: Estructuras de la Pontificia Universidad Javeriana y el Grupo de Investigación en Materiales y Estructuras (GRIME). Los autores desean agradecer al Departamento de Arquitectura y al Laboratorio de Pruebas y Ensayos del Departamento de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana por el apoyo brindado para el desarrollo de la investigación experimental.

Palabras Clave: Botellas PET, sistema constructivo, ensayos de materiales y estructuras.

ABSTRACT

Two of the main problems of mankind are the lack of housing and the accumulation of solid waste and garbage that ultimately brings environmental problems. Within this solid waste are plastics such as the PET bottles (for example soda bottles). In order to try to solve both problems, since 2001 Eco-Tec Soluciones has pioneered in the construction of houses and water storage structures with PET bottles filled with rammed earth. Groups GRIME and Estructuras y Construcción of the Pontificia Universidad Javeriana, associated with Eco-Tec Soluciones, documented the constructive process and performed tests to evaluate the mechanical resistance to compression forces of earth-filled PET bottles. Pilot tests were also carried out for the mechanical behavior of walls made with earth-filled PET bottles subjected to loads perpendicular to the plane of the wall. These results and analyses are presented in this paper.

The paper presents the main results of the research project "Construction with PET plastic bottles" developed by the Materials and Structures Research Group (GRIME) in conjunction with the Structures group of the Pontificia Universidad Javeriana. The authors wish to thank the Department of Architecture and Civil Engineering Laboratory at the Pontificia Universidad Javeriana for its support during the development of this research.

Keywords: PET bottles, constructive system, materials tests, structures tests.

RESUMO

Dois dos maiores problemas da humanidade são sem-abrigo e do acúmulo de resíduos sólidos e lixo que acaba resultando em problemas ambientais. Entre estes resíduos sólidos são plásticos, como garrafas de PET (garrafas de refrigerantes, por exemplo). Para resolver os dois problemas, desde 2001 a empresa Eco-Tec Solutions foi pioneira na construção de casas e tanques de armazenamento de água garrafas PET cheias de terra. Grupos de sujudade e Estruturas e Construção da Pontificia Universidad Javeriana, em associação com a Eco-Tec Solutions, documentando o processo de construção e pilotou para avaliar a resistência à compressão de garrafas cheias. Também piloto testou o comportamento mecânico de paredes de garrafas cheias com terra para cargas perpendiculares ao plano da parede. Finalmente avaliados versus comportamento da carga. Estes resultados e da análise são apresentados no presente documento.

O documento apresenta os principais resultados do projeto de pesquisa "Construção com garrafas de plástico PET", desenvolvido pelo grupo GRIME (Materials Research Group e estruturas). Os autores agradecem ao Departamento de Arquitetura e Laboratório de Engenharia Civil da Pontificia Universidade Javeriana de seu apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Palavras-chave: garrafas PET, sistema de construção, testes de materiais e estruturas.

Artículo de investigación

El artículo plantea la necesidad de desarrollar un estudio de comportamiento técnico-mecánico, como base del análisis sísmico resistente, sobre un sistema constructivo que actualmente ha empezado a tomar gran auge en el mundo, como una técnica constructiva para viviendas económicas y construcciones post desastre, llamado construcciones con botellas PET.

Recepción: 10 de agosto de 2012

Aceptación: 22 de septiembre de 2012

* Los descriptores y key words plus están normalizados por la Biblioteca General de la Pontificia Universidad Javeriana.

A este déficit de vivienda de las grandes ciudades se debe sumar el de sectores rurales afectados por fenómenos de desplazamiento y fenómenos naturales. La sola ola invernal de 2007 produjo el desbordamiento de los ríos Cauca y San Jorge, afectando a 33.000 familias constituidas por cerca de 165.000 personas, de las cuales 6.000 habitaron albergues temporales. Estas inundaciones destruyeron y averiaron viviendas, afectaron las infraestructuras viales y arrasaron hectáreas cultivadas de arroz, yuca, maíz y plátano (Osuna, 2007). Este número aumentó en el año 2010, generado por una nueva ola invernal que dejó cerca de un millón de personas damnificadas, afectando 515 poblaciones en 28 de los 32 departamentos de Colombia. Sobre el particular el gobierno colombiano manifestó que no puede atender todas las emergencias y que solo apoyará a la población más vulnerable (*El Mundo*, 2010). Por esta ola invernal se perdieron cerca de 600 viviendas.

Los anteriores aspectos, imponen como reto a los arquitectos e ingenieros para el siglo XXI lograr un hábitat que responda a las necesidades funcionales y estéticas de las poblaciones más vulnerables en condiciones económicamente favorables y sostenibles con respecto a su contexto, a través de la gestión de proyectos que contemplen tecnologías constructivas amigables con el medioambiente y su entorno. Este reto implica adentrarse en el campo de la tecnología con materiales reutilizados, de tradición ancestral o nueva, que produzcan bajo impacto ambiental, ahorro energético, disminución de residuos y optimización de costos.

Como alternativa a este reto ha surgido una solución tecnológica llamada construcción con botellas, un sistema de autoconstrucción que utiliza las botellas PET (plásticas) no retornables a manera de ladrillos. Las botellas se rellenan con tierra u otros materiales del lugar y se vinculan unas a otras por medio de tensores formando un sistema biomimético. Este sistema ha mostrado ser de bajo impacto ecológico y medioambiental (por la reutilización de botellas y tierra), de bajo costo –ya que se emplea mano de obra no calificada y materiales considerados ‘desperdicios’ –, proporcionando soluciones de vivienda flexibles y económicas, acordes con las necesidades de las comunidades más pobres.

Sin embargo, estos esfuerzos de las comunidades no han sido respaldados con estudios e investigaciones por parte de organismos o institu-

ciones que puedan determinar el comportamiento estructural ante un sismo. Por lo cual, hasta la fecha se han desarrollado proyectos en forma empírica mediante ensayos de prueba y error, sin una normativa que los regule y sin que cumplan con la norma colombiana de sismo resistencia NSR-10.

Por esta razón, el grupo GRIME (Grupo de Investigación de materiales y estructuras) de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana se encuentra desarrollando una investigación sobre este sistema constructivo con el apoyo de Andreas Froese, técnico alemán, inventor del sistema. En una primera fase se documentó el proceso constructivo y el análisis de las características básicas de los elementos que conforman el sistema. Asimismo se hicieron unas pruebas piloto de comportamiento mecánico de muros y tanques. Se espera, en una segunda fase, continuar con el estudio del sistema en conjunto, sus componentes, mezclas y el comportamiento mecánico del sistema constructivo, de forma que sirvan de aporte a las necesidades de las comunidades más vulnerables y como solución de construcción post desastre. Este estudio complementará la línea de investigación que viene desarrollando desde el año 2002 el grupo de investigación en “Construcción en tierra”.

ANTECEDENTES

Existen varios referentes nivel mundial. El primero documentado son las construcciones desarrolladas por Michael Reynolds en la década de 1970 en los Estados Unidos. Estos desarrollos, principalmente, eran construidos con botellas de vidrio (Reynolds, 1990). Luego en el año 2005, se encuentra el segundo referente, edificado en Serbia por el profesor de ciencias físicas Tomislav Radovanovic. En Kragujevac, 130 kilómetros al sur de Belgrado, Radovanovic edificó una casa de 60 m² sustituyendo los ladrillos por 14.000 botellas de plástico rellenas con tierra (*El Clarín*, 2007). Posteriormente, en el 2007, se documenta un templo localizado en Tailandia, construido por monjes budistas llamado *Wat Pa Maha Chedi Kaew* en la provincia de Sisaket, unos 600 kilómetros al nordeste de Bangkok. Para su construcción se emplearon más de un millón de botellas recicladas de vidrio. Con su disciplina, los monjes buscaban crear conciencia ambiental mediante la recolección de botellas de color ámbar y verde, creando una edificación útil y estéticamente bella (*El País*, 2009).



Figura 1:
Prototipo de edificación
con botellas construido
por Organismo en
Tenjo- Cundinamarca

Fuente:
Cecilia López Pérez

A nivel latinoamericano, se ha construido con esta técnica acueductos, tanques de agua, muros de cerramiento, columnas y cubiertas, tanto en viviendas como en edificios de uso comunal en varias comunidades de Honduras, Bolivia, Salvador y Colombia (*El País*, 2005). La empresa que ha desarrollado estos proyectos con comunidades es Eco-Tec Soluciones Ambientales, que se estableció en Honduras, en el año 2001, con la finalidad de prestar asesorías en materia ambiental y en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos. Nació queriendo dar soluciones innovadoras y dinámicas a la problemática de la basura. El sistema de construcción con botellas desechables PET, se ha desarrollado y puesto a prueba desde antes de constituir la empresa con varias obras experimentales, tales como la 'Casa Ecológica' y el 'Acueducto romano en Botellas', ubicadas en el Ecoparque El Zamorano situado en los alrededores de Tegucigalpa, Honduras.

En los últimos 7 años Eco-Tec Soluciones ambientales ha desarrollado diversos proyectos con una visión integral, donde se atiende simultáneamente el medio ambiente y el desarrollo social, como por ejemplo un aula escolar en Honduras o la casa ecológica construida en Honduras con 8.000 botellas PET llenas con 12 m³¹ de tierra de la zona. Diferentes organismos nacionales e internacionales han sido parte de la realización de los proyectos, tales como el Banco Mundial, Trocaire, y el Club Rotary International entre otros. En Colombia, la empresa ha construido un muro de cerramiento en el Parque Rio Cauca, en Cali y kioscos en Usme y Yopal.

1 La cantidad de tierra necesaria para rellenar una botella depende del tipo de tierra y el peso específico, el valor que reporta el constructor corresponde a un peso específico promedio para este material.

VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA CONSTRUCCION CON BOTELLAS

Son varias las ventajas que presenta el sistema:

1. Duración: Las botellas plásticas (PET) tienen un periodo de degradación en el medio ambiente calculado en 200 a 300 años. Con lo cual se puede garantizar, por ese periodo, la estabilidad del material que contiene la tierra.

2. Buen aislamiento térmico: por tener como relleno tierra y un espesor mayor a 28 cms, resulta ser un buen aislamiento térmico, generando un diseño bioclimático.

3. Economía: Permite un ahorro hasta de 50 % en materiales en comparación con la construcción tradicional.

4. Autoconstrucción: El proceso de construcción es realizado por la misma comunidad necesitada, sin necesidad de una capacitación particular.

5. Botellas: No hay restricción por tamaño, forma o marca de las botellas para su uso en el sistema.

6. La mayor limitación que presenta el sistema es que no tiene reglamentación, ni estudios de caracterización, a nivel mundial y nacional, que permitan determinar el comportamiento del sistema.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

En Febrero de 2011, se realizó un taller teórico-práctico por parte de Ecotec-Soluciones ambientales, con comunidades, estudiantes de arquitectura y diseño industrial de la Pontificia Universidad Javeriana, así como profesionales interesados en el tema, con quienes se construyeron prototipos para caracterizar el sistema constructivo con los siguientes resultados:

TRABAJO PREVIO

Las botellas se pueden llenar de polvo de escombros (Figura 2), tierra ó arena. El escombro se seleccionó en tres grupos: El primero, que es el más grande, sirve para la cimentación. El segundo tamaño sirve para rellenar las partes intermedias de las paredes, y el material más pequeño (polvo) sirve para rellenar las botellas.

LLENADO DE BOTELLAS

Se va introduciendo el material dentro de la botella a través de un embudo y se va apisonando cada capa hasta llenarla. Cuando la botella está llena no debe presentar abolladuras y al presionarla, no se debe hundir ninguna de sus caras laterales.

PEGA

Existen tres tipos de mezcla para el sistema:

Arena-cemento: esta mezcla se emplea en diferentes proporciones como pega o para pañetes en proporciones 1:4, 1:6 o 1:10 dependiendo del uso.

Cal-tierra: empleado como acabado final del sistema constructivo.

Tierra: utilizada como pega entre hiladas.

CIMENTACIÓN

Se debe tener una base de cimentación que garantice al menos la resistencia requerida para el peso propio de los muros hechos en botellas. Normalmente se recomienda el uso de una placa de base e concreto ciclópeo.

SOBRECIMIENTO

Se recomienda la construcción de sobrecimientos en piedra laja, ladrillo tolete común o ladrillo tolete cocido con algún tipo de impermeabilizante, que aisle la construcción de la humedad por capilaridad.

MUROS

Para la construcción de los muros es necesario que esté construida y nivelada la placa base, para ello se coloca la primera capa de mortero, que es una mezcla de arena-cemento. Sobre ella se colocan las botellas hasta obtener la primera hilada. La botella de la segunda hilada se coloca en el espacio medio de las botellas de la primera hilada. A medida que se van colocando las botellas se van amarrando por la cintura de la botella. Luego se procede a amarrar las tapas de las botellas, formando un amarre biomimético (Ver Figura 3).

Una vez obtenida la altura requerida se procede a llenar con los escombros de tamaño medio los espacios vacíos que hay entre cada botella de



Figura 2:
Material de relleno de las botellas.

Fotografía:
Cecilia López

Figura 3:
Construcción de muro con botellas.

Fotografía:
Cecilia López Pérez

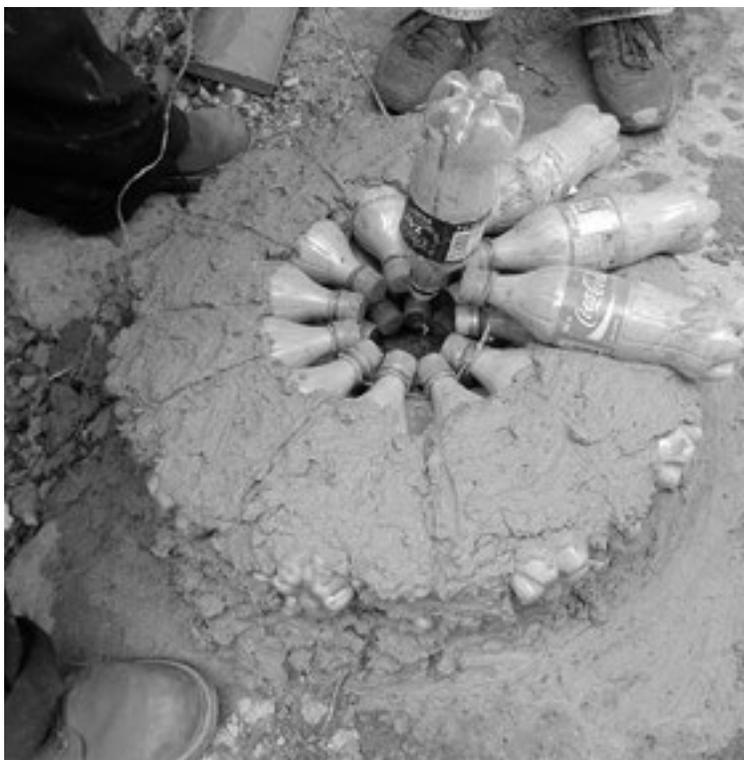
manera que se nivele la superficie para proceder a colocar la primera capa de pañete.

COLUMNAS

El sistema permite la construcción de columnas realizadas en los extremos de los muros como se



Figura 4:
Construcción de columnas.
Fotografía:
 Cecilia López Pérez



describe más abajo, sin embargo su uso no es restrictivo. Se pueden emplear sistemas de concreto o madera como complemento a muros de botellas. Estos deben estar anclados a la cimentación y a la viga de soporte de la cubierta, formando un sistema de diafragma. Para su construcción se coloca una primera capa en arena-cemento y se van colocando las botellas de manera radial con la tapa hacia adentro (Ver Figura 4). Las tapas deben formar un anillo simétrico en el centro, que se va amarrando a medida que se va colocando las botellas. En el centro de esta columna se colocan los refuerzos que sean necesarios para formar la columna y soportar las solicitaciones de cubierta.

VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS

Al llegar a la altura de puertas y ventanas proyectadas se deben dejar dinteles de madera o metálicos y continuar con el muro hasta obtener la altura pedida.

PISOS

Hasta el momento el estudio no ha encontrado restricciones para el empleo de algún piso en particular. Pueden ser empleados pisos de madera, plásticos, baldosas de cemento, arcilla y granitos.

ACABADOS

Como acabados se pueden emplear pañetes de tierra, cal o arena-cemento. Dependiendo del tipo de pañete se recomienda emplear pinturas de agua o aceite. En las zonas donde hay presencia de humedad (cocinas, áreas de ropas y duchas) se recomienda el uso de enchapes que no permitan el contacto del agua con el material.

OTROS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

El sistema ha demostrado tener aplicación en otros elementos de construcción, especialmente post desastre como tanques de almacenamiento de agua. Para la construcción de un tanque se prepara una superficie plana y nivelada. Sobre esta superficie se levanta una primera capa de pega de arena-cemento. Se debe tener precaución de dejar, previamente, los tubos de desagüe necesarios para el lavado del tanque. En el centro se coloca una varilla o elemento guía, que sirva de compás o base del círculo. Se amarra la botella por la cintura con la tapa hacia afuera. Al finalizar el



Figura 5:
Proceso constructivo
de un tanque de agua.
Fotografía:
Cecilia López Pérez

Tabla 1
Resultados de pruebas de resistencia máxima

Fuente:
Elaboración propia a partir de información del INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Probeta	Relleno	Tamaño (ml)	Carga máxima soportada (kN)
1	Escombros	600 ml	310 kN
2	Escombros	1.500ml	192 kN
3	Mini relleno sanitario	2.000 ml	50 kN
4	Tierra arenosa	600 ml	101 kN
5	Tierra arenosa	1.500 ml	70 kN
6	Vacia	600 ml	5 kN
7	Vacia	1.500 ml	4 kN

círculo se amarra la primera botella con la última, con un doble nudo. De esta manera se construyen capas sucesivas hasta encontrar la altura solicitada (Ver Figura 5). La segunda capa de mortero se construye con tierra. Es importante verificar la nivelación de las botellas desde el radio y de manera horizontal con las botellas de la hilada. Una vez que se tenga la altura requerida del tanque, se debe pañetar de manera interna con una mezcla de arena-cemento. Es usual que el tanque se recubra al interior con un plástico con el fin de evitar filtraciones.

MANO DE OBRA

El sistema plantea la construcción como un proceso que integra la comunidad a través de una capacitación por autoconstrucción. Para que estos procesos puedan ser gestionados se requiere:

Voluntad de la comunidad de participar en el proceso y deseos de superación.

Apoyo de entes o profesionales que preparen el proyecto: diseño, bocetos, planos, presupuestos, etc. Como contraparte la comunidad beneficiada aportará la mano de obra, el material,

terreno y otro tipo de apoyo necesario dentro del proceso constructivo.

Selección, recolección y organización de la materia prima para la construcción: Botellas PET, tierra, arena o escombros del lugar y cuerdas de plástico.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Con el fin de evaluar de manera preliminar algunas características generales de las botellas rellenas, se hicieron tres tipos de pruebas. En primera medida se hicieron ensayos de compresión simple de botellas, posteriormente se hicieron ensayos de volteo simple de muros hechos con botellas de acuerdo con la referencia (Yamín et. al., 2007). Y por último se hizo una prueba piloto de los niveles de deformación de un tanque hecho a base de botellas en la medida que se iba llenando con agua. A continuación se describirán dichas pruebas.

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE BOTELLAS

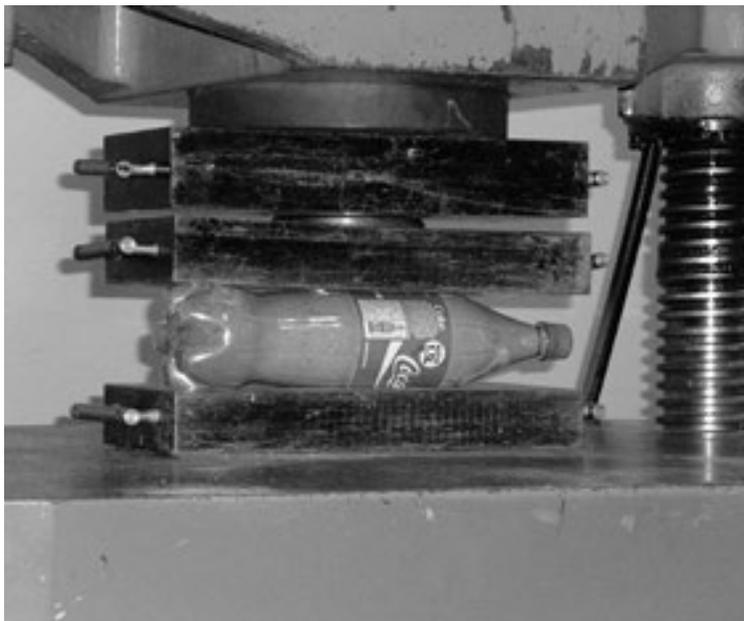
En el Laboratorio de Pruebas y Ensayos del Departamento de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana se realizaron las primeras pruebas de resistencia máxima de botellas rellenas sometidas a cargas de compresión: Dichas pruebas se realizaron con las botellas acostadas (tal como se instalan en la obra) como se ilustra en la Figura 6.

En la Tabla 1 se resumen los resultados de carga máxima resistente para estas primeras pruebas piloto. Se probaron botellas de tamaños de 600 ml, 1.500 ml y 2.000 ml y con diferentes rellenos: escombros, tierra arenosa, vacías y con minirelleno sanitario. En la totalidad de los casos las botellas fueron ensayadas con las tapas plásticas roscadas en su extremo correspondiente (Véase la Figura 6).

De acuerdo con estas primeras pruebas, el relleno que mejor soporta la aplicación de la carga es el escombros seguido por la tierra arenosa. Asimismo, a la luz de los resultados, las botellas

Figura 6:
Prueba de resistencia a la compresión.

Fotografía:
Cecilia López Pérez



de menor tamaño (600 ml) presentaron una carga resistente superior y las botellas vacías soportaron una carga notablemente inferior a la que soportan las botellas con algún tipo de relleno.

ENSAYOS DE VOLTEO EN MURO

De acuerdo con Yamín et. al. (2007), el objetivo de este ensayo consiste en determinar la resistencia del espécimen a una aceleración uniforme que actúa en dirección perpendicular al plano, e identificar el mecanismo de colapso más probable del elemento en esta dirección. Para ello se elaboró un muro completo en botellas de 1.500 ml, dentro de un marco metálico de soporte que se encarga de transmitir las cargas al muro. El muro se sometió a un proceso de volteo lento mediante un montacargas generando una carga uniformemente distribuida perpendicular al plano del muro (Figura 7a). El ensayo se terminó, cuando se detectó un comportamiento anómalo en el muro, el cual se dio en un ángulo de 60 grados con respecto a la vertical, momento en el cual las botellas se empezaron a inclinar hacia delante, generando una deformación con doble concavidad, como se aprecia en la Figura 7b. En este instante el amarre de las botellas con cuerdas plásticas empezó a perder tensión, aunque no hubo colapso del muro. Una vez se retornó el muro a su posición vertical, se reubicaron manualmente (empujando) las botellas en su posición original.

ENSAYOS DE TANQUE EN BOTELLAS

Mediante botellas rellenas de tierra arenosa, se construyó un tanque de 1.400 mm de altura y 1.500 mm de diámetro exterior con botellas de 1.500 ml. El esquema del tanque (elaborado con 720 botellas) se presenta en la Figura 8.

Una vez construido el tanque se instrumentó con dos deformímetros tipo LVDT (Ver Figura 9a): uno a 1.000 mm desde la base y otro a 520 mm. Una vez hecho esto se introdujo un plástico al interior del tanque que evitara las fugas de agua del mismo. Posteriormente, se llenó el tanque con agua y se registró para cada incremento de altura los desplazamientos registrados por los deformímetros. Dichos desplazamientos se muestran en la Figura 10. El tanque se llenó únicamente hasta una altura de 1.200 mm ya que a dicha altura empezaron a aparecer daños en las paredes del mismo que hacían peligroso conti-



nuar con la prueba. Al analizar simultáneamente la Figura 9b con la Figura 10 es claro que el daño del sistema estructural y los desplazamientos de las botellas se concentraron en la mitad superior del mismo, con desplazamientos remanentes del orden de 35 mm.

Con base en lo anterior no se recomienda hacer tanques demasiado altos, puesto que la presión hidrostática se incrementa con el cuadrado de la altura del nivel del agua. Para demostrar esta observación, se grafica en la Figura 11 la presión hidrostática (en kN/m^2) en función del desplazamiento registrado a 1.000 mm de altura. De acuerdo con esta figura, el desplazamiento empieza a tener un incremento importante (punto de inflexión) cuando el nivel de agua llega a 650 mm de altura (presión hidrostática de 2.1 kN/m^2), por lo que en este caso se recomendaría

Figura 7:
Ensayo preliminar de volteo en muros de botellas. a) Detalle del volteo con Montacargas. b) Estado del muro con una inclinación de 60 grados.
Fotografía:
Cecilia López Pérez

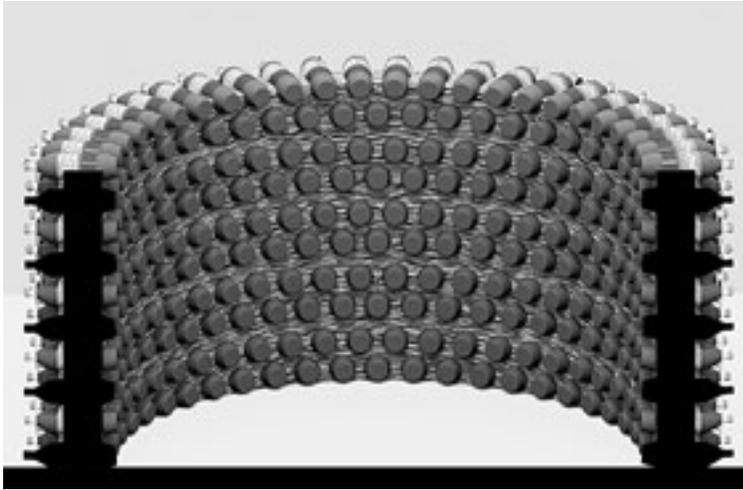


Figura 8:
Esquema de tanque
hecho con botellas.
Fotografía:
Graficación David Sierra



Figura 9:
a) Localización
de los LVDT.
b) Desplazamientos
del tanque hecho con
botellas de 1.500 ml.
Fotografía:
Cecilia López Pérez

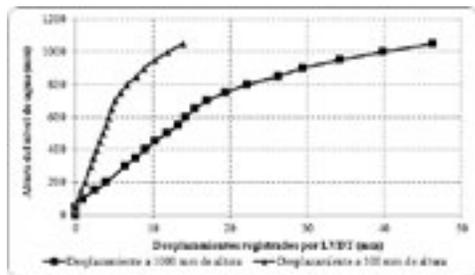


Figura 10:
Desplazamientos
tangenciales del
tanque a dos alturas
Fuente:
Cecilia López Pérez

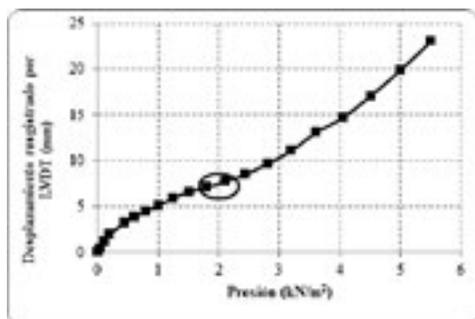
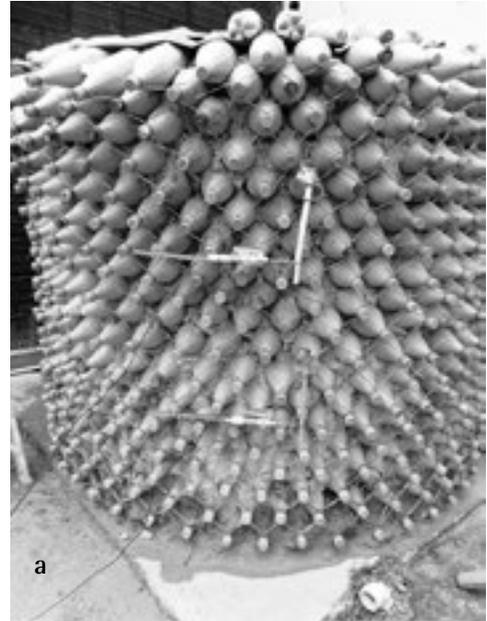


Figura 11:
Presión vs
desplazamiento del
tanque en dirección
tangencial
Fuente:
Cecilia López Pérez



limitar la altura máxima de tanques para minimizar los daños.

CONCLUSIONES

Esta primera fase de desarrollo de la investigación mostró que el sistema tiene características de estabilidad para ser empleado en construcciones de bajo costo y post desastre. Adicionalmente, muestra ser versátil para ser empleado en diferentes diseños y formas. Los valores de carga máxima resistente a la compresión de las botellas llenas de escombros están en el orden de magnitud de las fuerzas resistentes de un ladrillo de arcilla cocido con perforaciones horizontales. Para aplicaciones en tanques, se debe limitar la altura máxima de los mismos con el fin de minimizar los riesgos de daño y de colapso.

La primera fase de desarrollo de la investigación mostró que se debe continuar con las investigaciones de caracterización en laboratorio para determinar la viabilidad del sistema como elemento no estructural, su resistencia a la tensión y modulo de rotura. Por ello dentro de los trabajos futuros se pretende estudiar el comportamiento de los muros ante diferentes esquemas de aplicación de carga que simulen efectos de tensión, flexión y flexo-tracción variando las características de las botellas y su material de relleno.

Referencias

- Clavijo, S., Michel, J., & Muñoz S. (2004). *La vivienda en Colombia: Sus determinantes socioeconómicos y financieros*. Bogotá, Colombia: Banco de la República.
- El Clarín*. (2007, agosto 28). Una casa hecha solamente con botellas de plástico. *Periódico El Clarín. Sección curiosidades*.
- El Mundo*. (2010, noviembre 10). Más de un millón de damnificados por el invierno en Colombia. *Periódico El Mundo de España. Sección América*.
- El País*. (2005). Una 'casita encantada', armada con botellas, causa sensación. *El país.com.co-AFP. Periódico El País de Cali*. Recuperado de: <http://historico.elpais.com.co/paisonline/notas/Abril082008/casitaencantada.html#>
- - -. (2009)Templo budista hecho con botellas reusadas. *El país.com.co-AFP. Periódico El País de Cali*. Recuperado de: <http://lacomunidad.elpais.com/cortesamador>
- El Tiempo*. (2007, octubre 9). Basura reciclada se empezará a recoger oficialmente en Bogotá a partir del 3 de Diciembre. *Periódico El Tiempo*.
- Osuna Vargas, M. A. (2007, mayo) Ingenio Universitario contra el déficit de VIS en Colombia. *Revista Construdata*. Recuperado de: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/C/convive4/convive4.asp>
- ONU- HABITAT. (2010). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe. Publicación del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos humanos. Recuperado en: http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=362&Itemid=18
- Reynolds, M. (1990). *Eartship*. How to Build your Own. Vol. 1. Taos: Solar survival Architecture Press.
- Yamín L., Phillips C., Reyes J., Ruiz D. (2007, julio-diciembre). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Revista Apuntes*, 20 (2), 286-303.



La mayoría de las botellas producidas no son recicladas, las botellas plásticas obstruyen y contaminan corrientes de agua y contaminan nuestro entorno, las botellas se lavan en el mar y se integran al plancton haciendo parte de nuestra cadena alimenticia – Si, el plástico termina incluso en nuestros platos.

¿Qué hemos construido con botellas plásticas?

Paredes
Casas
Techos
Baños / Sanitarios
Tanques para almacenamiento de agua
Acueductos
Parada de buses
Eco parques
Instalaciones de compostaje



Más información. www.ecotec.com
info@ecotec.com

¿Qué se ha logrado?

- Eco construcción con las propiedades tradicionales de una casa
- Reducción del costo hasta en un 40%
- Eliminación de los residuos domiciliarios
- Generación de empleo para los ciudadanos desfavorecidos
- Educación: aprender – haciendo
- Empoderamiento y participación de las comunidades locales



Las soluciones direccionan el problema de los residuos plásticos en un ciclo de residuos en la misma vivienda.

Un ladrillo gratis en 2 minutos

La técnica ECO – TEC consiste en usar botellas de plástico PET para reemplazar ladrillos. Incluso, incorpora otros materiales como escombros y tierra. ECO-TEC recicla otros residuos rellenando las botellas plásticas con bolsas de plástico, escombros y residuos de la construcción.

¿CÓMO?

Aplicando la única y simple técnica que evita el uso de concreto o cemento tradicional. ECOTEC disminuye los costos de construcción tradicionales hasta en un 40% y reduce la huella ecológica, procedente de la construcción.



El Ambientalista Andreas Froese es el inventor de la técnica ECO – TEC, usando botellas de PET, escombros y otros residuos como materia prima para la construcción.

Se ha convertido en un experto en la construcción ecológica y eco – diseño, Andreas Froese trabaja como consultor a nivel internacional viajando alrededor del mundo y multiplicando su conocimiento y experiencia en innovación usando residuos sólidos hogar, compostaje y lombricultura



En los últimos 11 años ECO – TEC ha iniciado numerosas proyectos de construcción en 8 países alrededor de **América Latina, África y Asia**



Diferentes organizaciones a nivel nacional e internacional han participado en estos proyectos entre ellos: el Banco Mundial, Trocaire, Rotary International y Apso.

Algunas Organizaciones con las que ECO – TEC ha trabajado:

- Zamorano (Honduras) Ecoparque Trocaire (Agencia Católica Irlandesa para el Desarrollo)
- Ministerio de Turismo de Honduras con fondos del IDM (Banco Interamericano de Desarrollo)
- Gobierno de Honduras
- Programa de Asignación Familiar PREF - la Presidencia de la República
- Colombia. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC

Más información. www.ecotec.com
info@ecotec.com



¿A quién está dirigido el proyecto?

ONG
Gobierno
Personas interesadas en Eco - construcción



El precio no incluye:

- Gastos de: boleto de regreso, transporte local, alojamiento y pensión completa para el entrenador, que estará a cargo de la institución anfitriona
- Materiales de construcción: botellas de plástico, tierra, arena, cemento, arena, hierro y herramientas de construcción deben ser siempre por la institución anfitriona

¿Qué hacemos?

- Presentación con sustentación económica de la construcción con desecho
- Los talleres se centran en el diseño ecológico, compostaje y Técnica ECO-TEC: cómo utilizar una botella de PET en la construcción.
- Eco-diseño Integral y consultoría de construcción sostenible dejando una construcción terminada en el lugar.
- Consultoría orientada a los desechos sólidos domiciliarios.



Periodo	Construcción de tanque / Vivienda	
	Especificaciones	Costo por jornada
1 semana	300 – 500 litros	2000 Euros
2 semanas	1.000 – 2.000 litros	3000 Euros
3 semanas	2.000 – 5.000 litros	4500 Euros
4 semanas	5.000 – 10.000 litros	6000 Euros
1 día	Construcciones de la técnica ECOTEC	650 Euros

ECO TEC aborda tres situaciones: pobreza, vivienda insuficiente y la contaminación por residuos brindando una alternativa que mejora la situación ambiental, económica y social de las comunidades.

Más información. www.ecotec.com
info@ecotec.com

ANEXO 1

Kusimwiragi, K. (Junio de 2011). Investigating the Compressive Strength of Plastic Bottles as Masonry. *A report submitted in part requirement for the degree of Bachelor of Environmental Design with Honours*. Nkozi, República de Uganda.

EXTRACTO DE INVESTIGACIÓN

SUELO

Los tipos de suelo que se tomaron para esta investigación se tomaron a partir de dos sitios diferentes, estas se extrajeron a partir de capas homogéneas y por debajo de lo aproximadamente dos metros de la superficie del suelo para asegurarse de que todas las materias orgánicas no se incluyan en la muestra.

El peso y la cantidad de las muestras eran dependientes de la cantidad de botellas PETE muestras de la pared que se preparó para la prueba y con un poco de tierra adicional para llevar a cabo los análisis de suelo. Cada espécimen requiere prisma 54 PETE botellas.

La muestra de suelo SM-UMU.A contenía diversos tamaños de grano, de polvo muy fino hasta trozos que eran demasiado grandes para ser utilizado para el mortero. Por lo tanto, los elementos de gran tamaño se eliminaron manualmente (ver la figura 12), utilizando una pantalla de 4 mm.

Estas pruebas son la prueba de sedimentación, el método de tamizado en seco, y la prueba de determinación de límite plástico.

Anotación	Significado
SI	Suelo usado para rellenar botellas
SM	Suelo usado para el mortero
A y B	Tipo de suelo en relación a la localidad

Antes de llenar las botellas PETE, los especímenes de suelo SI-UMU-A fueron probados para asegurar que se cumple el requisito descrito en la revisión de la literatura, establecido para mamposterías de barro. Estas pruebas se llevaron a cabo en ambiente de laboratorio y se ajustaban las especificaciones del NZS 4298:1998.

BOTELLAS PETE

Botellas de tereftalato de polietileno (PETE etileno), material catalogado como termoplástico (Rajput, 2007). Afirma que estos tipo de plásticos son polímeros, y con o sin reticulación y ramificación, y suavizar la aplicación de calor, con o sin presión y requieren refrigeración para ajustarse a una forma.

Las siguientes propiedades de los polietilenos son señalados por Rajput (2007)

- Traslucido, uno de los plásticos más ligeros.

- Flexible en un amplio rango de temperatura.
- Alta resistencia a la dieléctrica.
- Resistente a productos químicos.
- No absorbe la humedad.
- Sus pérdidas dieléctricas y constantes son bajos.

Aunque, las botellas PETE cuando se llena de suelo no son teóricamente homogéneo y continuo, será considerado como un material compuesto debido a que está hecho de dos materiales: botellas PETE y el suelo. De acuerdo con Thomas (2008), un material compuesto se forma de dos materiales diferentes destacados por su módulo de elasticidad y su tensión de trabajo permitida. Sin embargo, con el fin de participar en cualquier procedimiento de cálculo estructural, Thomas (2008) dibuja con precisión la atención sobre el hecho de que alguna hipótesis general se debe establecer como:

- Un material es continua (sin interrupciones), homogéneo (mismas propiedades en todos los puntos) y isotrópico (las mismas propiedades en todas las direcciones).
- Una sección plana perpendicular a la línea central del elemento, antes de la carga permanece plano y perpendicular a la línea central después de la carga (Navier, 1826 y Bernoulli, 1694 citado por Thomas, 2008).
- Se asume que las deformaciones elásticas son muy pequeñas en comparación con el tamaño de la sección transversal del elemento. Por lo tanto, las desviaciones no alteran la posición horizontal de las cargas y las fuerzas internas siguen siendo regulares.
- El principio de la barra de VENANT. Se sugiere que a manera que las cargas están operando tiene solamente un impacto limitado y la diferencia entre los dos sistemas de carga y no se desvanecen rápidamente cuando uno se mueve alejándose del punto de aplicación de las cargas.

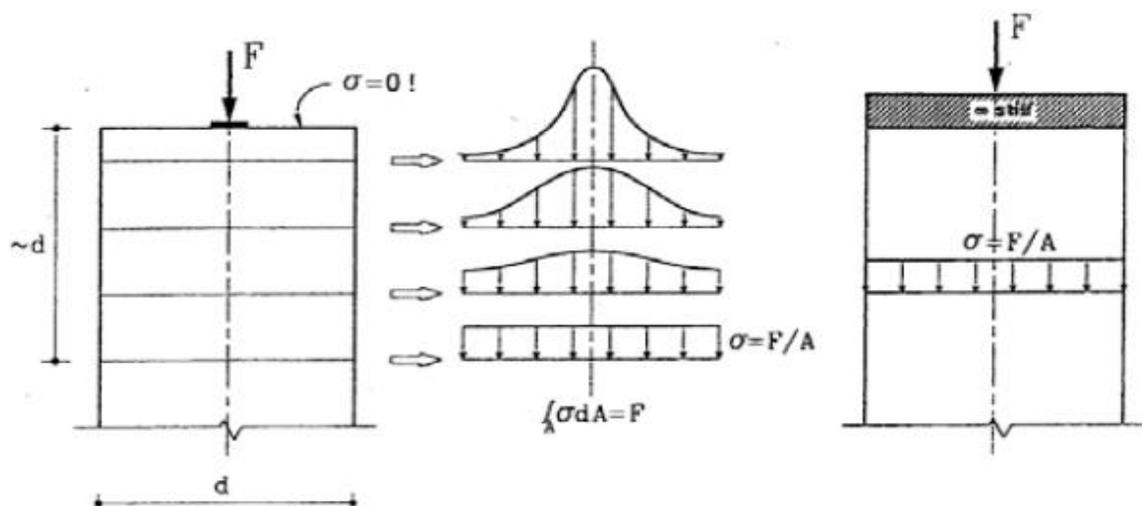


Figure13: Distribución de la tensión en un elemento de carga axial vertical. Fuente: Thomas (2008)

Teniendo en cuenta que las propiedades mecánicas de las botellas PETE cuando se pone al lado de las propiedades mecánicas de HDPE, pueden tener una influencia en el comportamiento estructural en mampostería de botellas PETE, lo anterior puede ayudar a contemplar este sistema constructivo en la edificación.

Tabla 7: Propiedades mecánicas de HDPE. Fuente (Rajput, 2007)

PROPIEDADES	HDPE (High density polyethylene) (Polietileno de alta densidad)
Densidad (kg/m ²)	95-140
Punto de reblandecimiento (°C)	90-100°
Conductibilidad térmica (W/mK)	0.42-0.55
Expansión térmica (1/K)	120*10 ⁴
Calor específico (J/Kg°C)	2100-2310
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	200-300
Resistencia a la compresión (N/mm ²)	20-30
Coefficiente de fricción	20-25
Modulo de Young (N/mm ²)	550-1050



Figura 14: botellas PETE utilizados en la investigación: Foto del autor

CUERDA DE NYLON

La cuerda de nylon se consigue a partir del carbón, el petróleo, el aire y el agua (Rajput, 2007). Se trata de un termoplástico de poliamida producida por serie de reacción de condensación entre una amina y acides orgánicos. Rajput describe las propiedades de nylon de la siguiente manera:

- Buena resistencia a la abrasión.
- Resistente y fuerte pero flexible también.
- Alta resistencia al impacto.
- Absorbe el agua que provoca la reducción de las propiedades de resistencia e impacto
- Resistente a la mayoría de los disolventes y productos químicos
- Altas temperaturas de reblandecimiento y así moldeo se hace difícil.

Tabla 8: Propiedades mecánicas de la cuerda Nylon. Fuente: The Engineering Toolbox (2011)

PROPIEDADES	HDPE (High density polyethylene) (Poliétileno de alta densidad)
Peso (kg/m)	0.013
Sobrecarga (Factor de seguridad 12) (kN)	0.326
Fuerza ruptura (kN)	3.91
Densidad (kg/m ³)	11.50
Módulo de tracción (N/mm ²)	2000-3600
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	82
Módulo específico	2.52
Resistencia específica	0.071
Temperatura máxima de servicio (°C)	75-100
Límite elástico (N/mm ²)	45

Cuerda de nylon tiene una muy alta resistencia. A medida que la cuerda de nylon se utiliza como el aglutinante principal de la mampostería botellas PETE, por lo tanto, se necesita más investigación para mostrar su efecto sobre la resistencia a la cizalladura, la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, el módulo de corte y la ductilidad Factor en la mampostería botellas PETE, ya que estas propiedades son determinantes para la investigación de la resistencia de una mampostería (Curtin, 2006).

La cuerda de nylon (véase la figura 15) que se utiliza en esta investigación tenía un diámetro que asciende a 3 mm



Figura 15: Cuerda de nylon utilizados en la investigación Foto del autor

AGUA

El agua es de una manera similar como el cemento, un componente activo en el mortero. Para mortero de cemento y arena, sin agua no se puede alcanzar la hidratación, por lo tanto, ninguna fuerza puede lograr. El agua es responsable de la capacidad de trabajo de un mortero fresco. Aunque, el efecto de la argamasa no se tiene en cuenta en esta investigación, como el suelo y el cemento no son capaces de enlazar con botellas PETE debido a sus propiedades, el 20 por ciento del peso total del cemento y el suelo se utilizó para determinar la calidad de agua para ser usado en la mezcla. Un ensayo de asentamiento y una prueba de flujo se realizaron para evaluar la consistencia del mortero fresco.

LAS PRUEBAS DEL SUELO

PRUEBA DE SEDIMENTACIÓN

Aunque la prueba de sedimentación para las partículas finas presenta resultados satisfactorios Rigassi (1985) informa que la prueba de sedimentación con la adición de sal no debe ser adoptada excepcionalmente porque sobreestima la cantidad de fracciones finas y no promueve la dispersión eficiente.

MÉTODO

La primera etapa consiste en tomar un cilindro transparente, llenar al menos $\frac{1}{2}$ litro de capacidad, para después llenar con aproximadamente $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de suelo.

El segundo paso es sellar la parte superior de la botella transparente con la mano y agitar bien. Después de 45 minutos, se repite la misma operación. El paso final es inherente a dejar el contenido de la botella que conformarse con al menos 24 horas, y después las capas de sedimentación se miden en consecuencia.

IMPLICACIONES

El material grueso (gravas) se encuentra en la parte inferior, seguido de arenas, limos y luego, con arcillas en la parte superior. La profundidad de cada capa da una indicación de la proporción de cada tipo de material. Estas proporciones son sólo aproximados: la capa de grava, que contiene muchos huecos, le parecerá relativamente "profunda" en comparación con la de la arcilla, que tienen muy pocos huecos.

Sin embargo, la prueba muestra si el suelo tiene una distribución bastante razonable de todos los tipos de material o si por el contrario, contiene demasiado de un tipo. Las proporciones relativas, y por lo tanto, los porcentajes, de cada fracción se pueden determinar mediante la medición de aproximativamente la profundidad de cada capa (ver Fig. 16 y Fig. 17).



Figura 16: Esquema de procedimiento de la prueba de sedimentación. Fuente: Rigassi (1985)



Figura 17: Prueba de Sedimentación mostrando materiales orgánicos, agua, arcilla, limo, arena y grava Foto del autor

LA PRODUCCIÓN DE LA PARED MUESTRAS PETE

La operación comienza con la fabricación de provisión para todos los materiales tales como botellas PETE, tierra, arena, cemento, agua y el bastidor para soportar la muestra pared botellas durante la construcción. El tamaño de la trama depende del tamaño efectivo de la muestra de pared de botellas.

La pared de botellas de tamaño de la muestra aprobada asciende a 350 mm de longitud, 200 mm de profundidad y 700 mm de altura. Esto es por la razón de la limitación en el tamaño de la asistencia para la instalación de compresión. El volumen de la muestra de botellas prescrito pared requiere 54 PETE botellas; Por lo tanto, el tamaño del bastidor de soporte de madera (fuera de la medición) es preparado: 20 mm de espesor, 390 mm de largo, 240 mm de profundidad y 720 mm de alto (véase la Fig. 29 y Fig. 30);

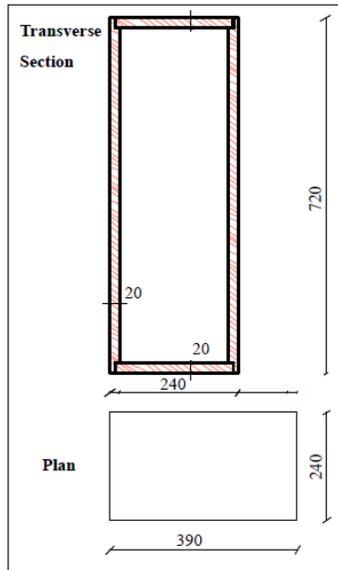


Figura 29: Las medidas de la estructura de soporte de madera, Escala 1:10



Figura 30: La imagen de la estructura de soporte de madera. Foto del autor

Llenar las botellas de PETE (véase la Fig. 31) con la muestra de suelo SI-UMU-A en 4 capas por compactación con una barra de acero con un contenido de humedad que asciende a 10,1%.

Colocar una hoja de polietileno en la cara interior de la estructura de soporte de madera para protegerlo contra la humedad;

Se preparan dos tipos de morteros (véase la Fig. 32). La primera mortero tiene 37 kg de suelo SM-UMU-A sin cemento y la segunda tiene 35 kg de suelo SM-UMU-B con 01:15 de racionamiento CM cemento IV / 32.5N.

Agua que asciende al 20 por ciento del peso seco total de la mezcla de cemento-tierra;



Figura 31: Llenado del PETE botellas
Fuente: Colección personal



Figura 32: La mezcla del mortero Fuente:
Colección personal

Construir las botellas de muestras de pared (véase la Fig. 33) utilizando las botellas PETE, de acuerdo con su eje longitudinal, y atado con una cuerda de nylon en sus dos extremidades (ver Fig. 34 y Fig. 35) para evitar el desplazamiento horizontal.

Para evitar la expansión, proteger la muestra de pared de botellas con una abrazadera de acero 120x35x9.

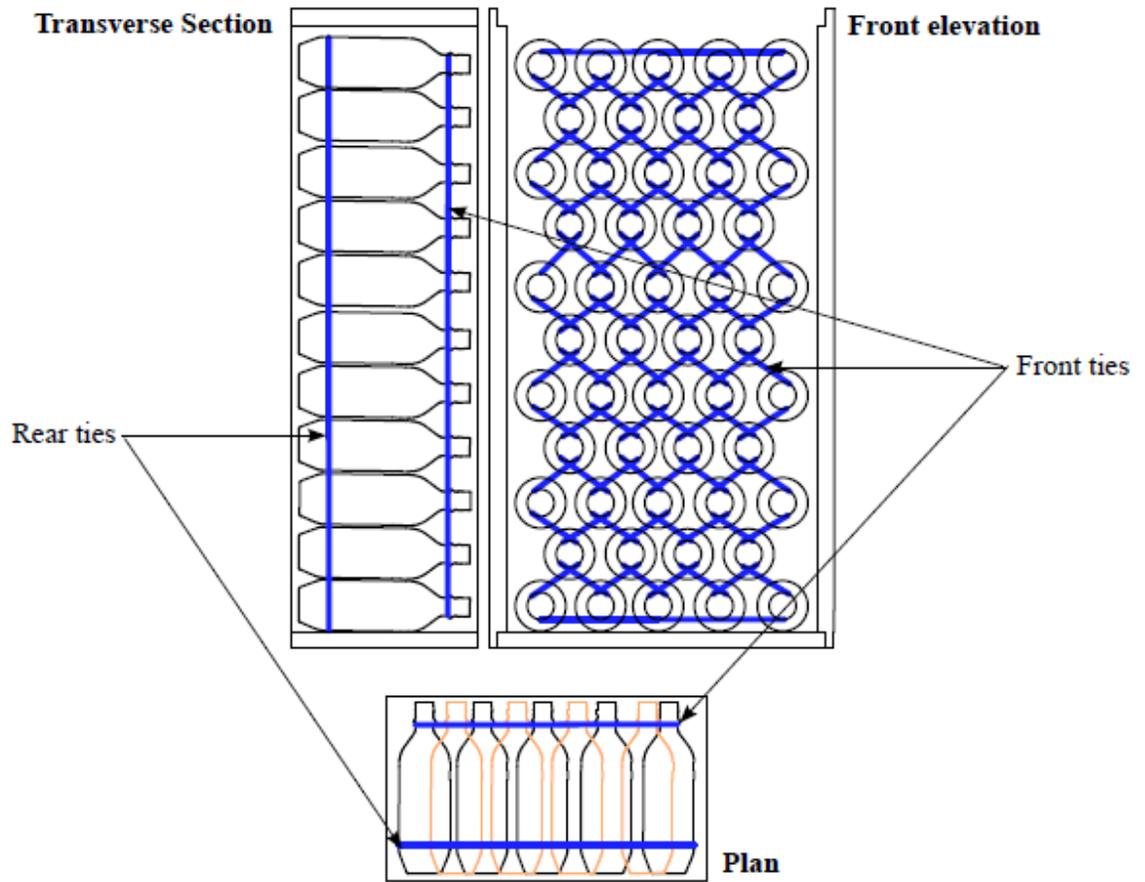


Figura 34: Pared de Botellas. Dibujado por el autor.



Figura 35: Coser los lazos delanteros. Fuente: Colección personal



Figura 36: lazos traseros. Fuente: Colección personal

PRUEBA DE COMPRESIÓN

De acuerdo con varios investigadores, la resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes de la mampostería en el diseño estructural. Saman (2006) señala que la resistencia a la compresión especificada de un conjunto de mampostería (f'_m), se utiliza para determinar las permitidas esfuerzos de compresión axial y flexión y esfuerzos cortantes.

Saman (2006), además, llamó la atención sobre el hecho de que la resistencia a la compresión del conjunto de mampostería puede evaluar las propiedades de cada material constituyente, llamado el "método de Prueba de la unidad", ya sea examinando las propiedades de todo el conjunto de mampostería, denominado "Método de prueba Prisma" como una función del tipo de mortero y la resistencia a la compresión de la unidad empleada para la construcción de la obra de fábrica.

Con el fin de disponer de datos fiables y seguros en la resistencia a la compresión de Mampostería de botellas PETE Thomas (2011) aconsejado para llevar a cabo tanto en el método de ensayo de botella único y el método de prueba de pared botellas. Esto también es atribuible al hecho de que nunca ha habido ninguna investigación comportamiento estructural relativa a la botella de mampostería PETE, por lo tanto, es muy difícil predecir su resistencia a la compresión utilizando un método porque la naturaleza de la mampostería PETE es diferente con otros tipos de mampostería, el muro de botellas tiene resistencia a la compresión depende de la fuerza del tipo de mortero utilizado. Por ejemplo, Mamlouk (2009) revela que los numerosos investigadores se correlacionan con precisión, la mampostería de ladrillo de encaje tiene resistencia a la compresión con varios factores tales como la altura del prisma en relación al espesor, la unidad de ladrillo de la fuerza de compresión, el tipo de mortero, las unidades de ladrillo hueco en oposición a sólidos, el espesor y la junta de mortero lechada.

Además, Saman (2006) sugiere una ecuación que relaciona la resistencia a la compresión de la unidad de mampostería de arcilla a su resistencia a la compresión de encaje, dada de la siguiente manera:

$f'_m = A (400 + BFU)$ donde A = inspección de albañilería, B = tipo de mortero, FU = resistencia a la compresión promedio de la unidad de ladrillo, y f'_m = resistencia a la compresión especificada de la albañilería

A raíz de lo anterior, se han adoptado los dos métodos para la determinación de la resistencia a la compresión de mamposterías. El método de prueba de la unidad (prueba de la botella individual) se realizó en 11 unidades de botellas PETE (denominado PB-SA 1 - 11), utilizando una máquina de ensayo de flexión con capacidad de 100KN, modelo de control 53-C0900 , mientras que el método de prueba de pared botellas (prueba de la pared Botellas) se realizó en 8 botellas PETE, con dos gatos hidráulicos (RC 106 n ° D5001 C y n ° D 3702 C), de capacidad de 101kN individuales, 150 mm de recorrido, un manual de funcionamiento de alta bomba de presión (ENERPAC P392), con una presión máxima de 700 bar provisto de un reloj de medición 250 bar (aproximadamente 33kN) y un comparador 700 bar (aproximadamente 101kN). Una estructura de soporte de acero modificado se utiliza para acomodar el proceso de prueba.



Figura 37: Prueba de flexión de la máquina Foto del autor



Figura 38: hidráulica máquina largo instalado en una modificación del marco de acero de apoyo Foto del autor

Tabla 9 Anotaciones para el muro de PETE

Anotación	Significado
S	Muestra de pared de botellas con mortero estabilizado
US	Muestra de pared de botellas con mortero inestabilizado
A	Suelo SM-UMU-A
B	Suelo SM-UMU-B
L 1 a 3	Soporte lateral proporcionado
N 1 a 2	Sin soporte lateral proporcionado

PROCEDIMIENTO

MÉTODO DE PRUEBA BOTELLA

- En primer lugar, limpiar la superficie de apoyo de la placa para eliminar cualquier grano suelto. Ponga el espécimen de la botella PETE en la máquina de ensayo con relación a su eje longitudinal, en el centro debe coincidir con el eje de la máquina. Haga una verificación final del correcto posicionamiento y la aplica la carga hasta el fracaso. Considere los primeros cortes que aparece en la muestra de botella PETE como el punto de fallo.
- Parar la máquina y registrar el área de la sección transversal de la botella PETE en contacto con la plantilla utilizando un calibre vernier.
- Registrar la carga máxima en la rotura, así como la tasa de carga (N). La resistencia a la compresión se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{Carga máxima (KN)} / \text{Área de la sección transversal (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{Carga máxima (KN)} / \text{Área de la sección transversal (mm}^2\text{)}$$



Figura 39: Grabación de la sección transversal de la botella PETE en contacto con la fuente de cristal de exposición: Colección Personal

MÉTODO DE PRUEBA DE PARED DE BOTELLAS

- Limpiar la superficie de apoyo de la placa de hormigón para eliminar cualquier grano suelto.
- Ponga la muestra pared botellas en la máquina de ensayo y la posición de los cilindros hidráulicos en una excentricidad $e_x = t / 2 = 100 \text{ mm}$, $e_y = l / 3 = 115 \text{ mm}$. La distancia entre la cabeza de cilindros ascendió a 120 mm (Ver Fig. 40 y Fig. 41).
- Ponga secciones de acero de distribución de carga en la parte superior de la muestra de la pared de botellas para distribuir uniformemente la carga;
- Haga una revisión final de la colocación correcta y, a continuación, aplicar la carga hasta el fracaso; La carga máxima en la rotura se registra, así como la tasa de carga (N)
- La resistencia a la compresión se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{Carga máxima (KN)} / \text{Área de la sección transversal (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{Carga máxima (KN)} / \text{Área de la sección transversal (mm}^2\text{)}$$

Esta prueba se llevó a cabo con la consideración de los efectos de los soportes laterales sobre todo lateral vertical en la resistencia de una pared, como las paredes sin soporte lateral tienden a tener menos fuerza y la estabilidad de una pared con el soporte lateral cuando se somete a fuerzas horizontales o

verticales (Curtin et al, 2006). Por lo tanto, 5 botellas de muestra de la pared se probaron sin soporte lateral vertical con 3 botellas de muestras de pared se pusieron a prueba con el soporte.

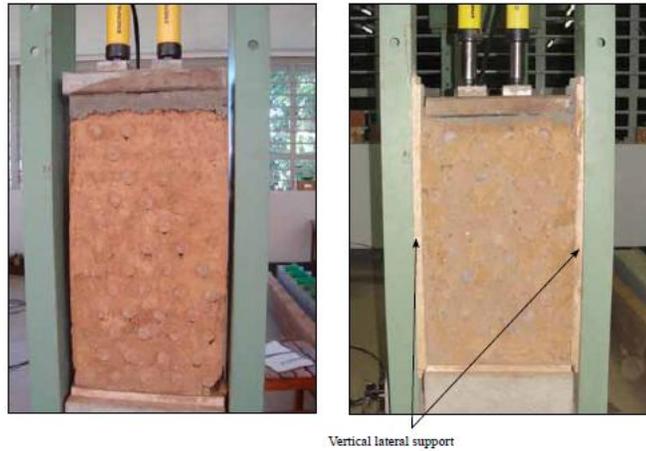


Figura 40: Pared de botellas sin soporte lateral vertical. Foto del autor
 Figura 41: Pared de botellas con soporte lateral vertical: Foto del autor

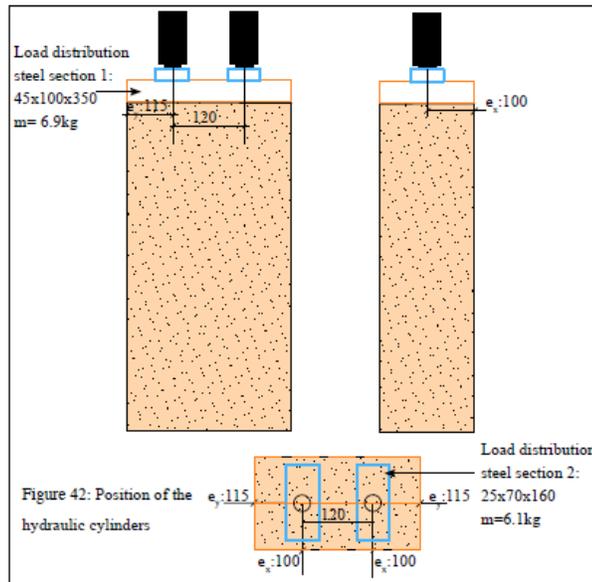


Figura 43: Posición del cilindro hidráulico. Foto del autor

RESULTADOS Y ANÁLISIS

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELO RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SEDIMENTACIÓN

Se probaron dos tipos de suelo: SI-UMU-A / SM-UMU-A y SM-UMU-B. SM-UMU-A se tamizó con una malla de 4 mm y rendimiento SM-UMU-B. El ensayo de sedimentación se llevó a cabo en los dos suelos SM. Cada capa de la tierra depositada sobre el matraz de vidrio se midió así como el agua y los valores se obtuvo de la siguiente manera:

ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

La clasificación de los suelos de laboratorio tomadas debajo de la capa superior del suelo a unos dos metros de muestra que los suelos analizados contenían una serie de partículas de suelo reportados de la siguiente manera:

43.1% de grava para SM-UMU-A y el 14,7% de SM-UMU-B, 34,5% de arena para SMUMU-A y el 57,4% de SM-UMU-B, 22,4% de arcilla y limo de SM-UMU-A y el 27,9% de SM-UMU-B;

LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ANÁLISIS DE TAMIZ

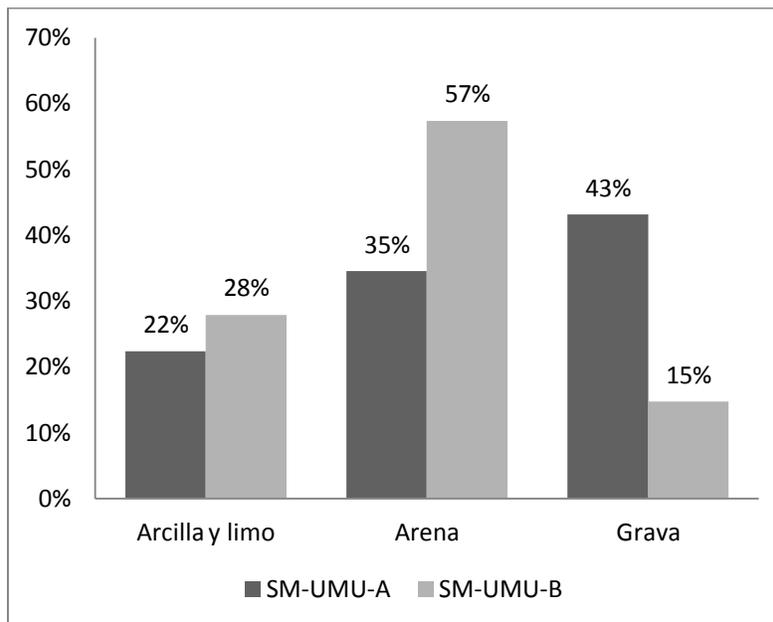
La cantidad recogida en cada tamiz individual y en el receptor se determinó por pesada. La cantidad recogida individual se deducirá de la masa total y dio paso a las masas acumuladas. Estas masas se dividen por la masa total de la muestra para obtener el porcentaje que pasa acumulada.

Registro de valores por la prueba sedimentación

Valores registrados (mm)	SM-UMU-A	SM-UMU-B
Contenido del frasco	96	96
Agua	38	35
Arcilla y limo	13	17
Arena	20	35
Grava	25	9

Resultados de test de sedimentación

	SM-UMU-A	SM-UMU-B
Arcilla y limo	22.4%	27.9%
Arena	34.5%	57.4%
Grava	43.1%	14.7%



ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

Los resultados que se obtienen a partir del análisis de tamiz seco reveló la siguiente distribución de partículas: por SI-UMU-A aproximadamente el 40% de las partículas del suelo son de grava, más del 50% en arena y menos del 10% eran limo y arcilla, para SM-UMU -A alrededor de 35% de las partículas del suelo eran grava, más del 55% en arena y menos de 10% eran limo y arcilla; para SI-UMU-B casi el 5% de las partículas del suelo eran grava, más del 85% en arena y menos del 10% eran limo y arcilla.

Todos los especímenes de suelo muestran una gran cantidad de arena, una cantidad relativamente alta de grava para SI-UMU-A y SM-UMU-A, y una pequeña cantidad de arcilla y limo. Por lo tanto se pueden clasificar de acuerdo a NZS 4298:1998 como limosa o arcillosa arena para SM-UMU-B y la grava y la arena ligeramente limoso o arcilloso de SI-UMU-A y SM-UMU-A.

A partir del análisis de tamiz seco y el ensayo de sedimentación podemos relacionarlo entre el tamaño de partículas de la muestra de suelo con la mejor muestra de suelo para ser utilizada para llenar el bote para una mejor compactación y para producir la mejor estabilidad del Mortero de cemento. A partir de la revisión bibliográfica, las proporciones de partículas de los suelos que se recomiendan para la fabricación de bloques de tierra compactada (Houben et al, 1994 citado por Obonyo et al, 2010 ar: Grava: 0-40%; Sands:.. 25-80 %; limos 10-25% Arcillas 8-30%, suelo clasificado como suelo arenoso (Rigassi, 1985).

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

El espécimen de suelo SI-UMU-A, SM-UMU-A y SM-UMU-B se secaron a temperatura constante de 120 ° C dentro de 24 horas, y luego se deja enfriar. Su registro de masa arrojó su contenido de humedad. Esta prueba también proporcionó datos para la prueba de límite plástico. El cálculo se obtienen de la siguiente manera:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Masa de la presa de tierra} - \text{Masa de suelo seco}}{\text{Masa de suelo seco}} \times 100$$

Resultados de las pruebas Slump (asentamiento)

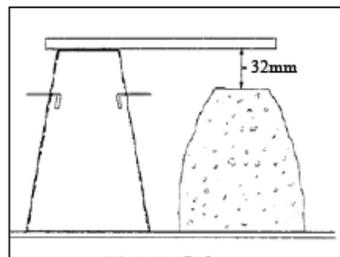
Con el fin de evaluar la consistencia del mortero fresco, la prueba se llevó a cabo en las siguientes proporciones de mezcla:

Suelo = 35 kg

Cemento = 2,3 kg

Agua = 7.5L

Slump = 32mm



La consistencia de asentamiento es de entre 10 <S <50 (clase 1)

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE FLUJO

Los valores registrados fueron:

w=700mm

d1=195mm

d2=219mm

b1=198mm

b2=210mm

$$F = (700 - (195 \ 219)) + (700 - (198 \ 210)) / 2 = 289\text{mm} < 340 \text{ (clase F1) (véase el cuadro 18)}$$

ANÁLISIS Y OBSERVACIONES

Los resultados de la prueba de flujo y el ensayo de asentamiento revelado afirma que la mezcla tenía una consistencia afiliado a la clase S1 para el ensayo de asentamiento y F1 para la prueba de flujo. Esto

implica que el mortero tenía la cantidad justa de agua por razones de trabajabilidad que está vinculado a la resistencia del mortero (Thomas, 2008).

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN.

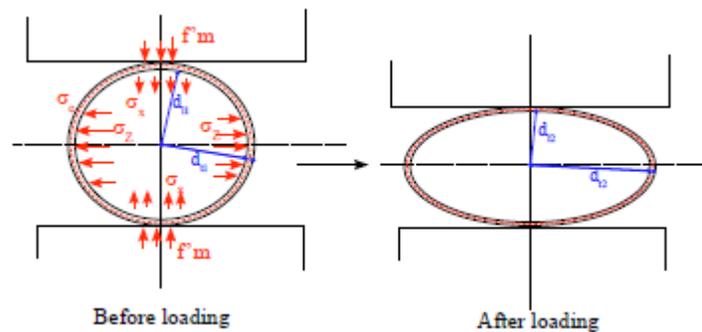
BOTELLA RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN INDIVIDUAL

La siguiente ecuación se utiliza para calcular la densidad de la unidad de muestra de PETE:

$$\text{Densidad} = \text{masa} / \text{volumen}$$

Análisis y Observaciones

Las unidades de botellas PETE exhibieron un estado bastante complicado de tensiones, bajo la fuerza de compresión, que el fin de la investigación fue apoyar a la tecnología de mampostería botellas PETE con los datos del análisis estructural y el estrés eficientes y fiables. Como siempre, se debe tener en cuenta que las tensiones inducidas por la fuerza de compresión incluyen tensiones de tracción en el eje perpendicular al eje de acción de la carga aplicada (σ),



Las tensiones de compresión (σ_x) paralelo al eje de acción de la carga aplicada y tensiones normales σ_c (circunferencial a la superficie esférica de las botellas PETE) inducida por la presión causada por σ_x . Se observó que estas tensiones causadas deformaciones que se aumentan a medida que aumenta la fuerza que actúa. Las tensiones de tracción causó alargamiento de la unidad de botellas PETE ($d_{t2} > d_{t1}$) y esta tensión era la causa principal de su fracaso (las botellas PETE fueron agrietando donde la resistencia a la tracción era alta) con la adición de las tensiones normales, mientras los esfuerzos de compresión y el acortamiento correspondiente ($d_{L2} < d_{L1}$) tendieron a aumentar la fuerza de la unidad de botellas PETE como la carga aplicada aumentó.



Figura 45: PETE unidad A4 botella en Origen de compresión: Autor

Figura 46: PETE botella A4 en la falla Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se obtienen a partir de las pruebas de resistencia a la compresión de la unidad a distancia entre 10,9 N/mm² y 23.1N/mm² y en comparación con la unidad de resistencia a la compresión de algunos bloques de mampostería, estos resultados están en el mismo rango. Por ejemplo, las unidades de

mampostería producidos en Uganda tiene la siguiente resistencia a la compresión: bloques de tierra comprimida tienen una resistencia a la compresión de menos de 6 N/mm²; bloques de adobe menos de 4 N/mm², mientras que en los ladrillos la resistencia a la compresión se encuentra entre 5 y 9 N/mm² y el de bloque de hormigón es entre 5 y 7 N/mm² (Kerali et al, 2007). Además, Adams(2001), a condición de resistencia a la compresión de algunas unidades de mampostería con intervalos de los valores más bien grandes en particular 1 a 40 N/mm² para los bloques de tierra comprimida estabilizados, 5 a 60 N/mm² y el de bloques de concreto son 5 y 7 N/mm² de ladrillos de silicato de calcio, 7 a 50 N/mm² de bloques de hormigón denso, de 2 a 6 N/mm² bloques de hormigón celular, y 2 a 20 para bloques de hormigón.

Posiblemente, una de la observación más importante hecha sobre el comportamiento estructural de las botellas PETE es la correlación entre la densidad y la resistencia a la compresión. Se observó que las botellas PETE con la densidad más baja tenían la más alta resistencia a la compresión, mientras que para todos los otros materiales de tierra y unidades de mampostería es el contrario directo, una certeza expuesta en la revisión de la literatura. Por ejemplo, los datos proporcionados por Adams et al. (2001), mostró que para los bloques de tierra comprimida estabilizadas con una densidad que van desde 1700 hasta 2200 kg/m³, la resistencia a la compresión caerá, respectivamente, entre 1 y 40 N/mm², lo que significa que los aumentos de resistencia a la compresión con un aumento en la densidad.

La relación fuerza-densidad de compresión de botellas PETE, se explica con el hecho de que las unidades de PETE con suelo húmedo es un material compuesto y ambos materiales se someten a la misma cepa con las correspondientes tensiones que causan el fracaso a la PETE botellas (Thomas, 2008).

Las tensiones de tracción, inducida por las fuerzas de compresión sobre las botellas PETE llenas con el suelo compactado, tendían a empujar hacia afuera el suelo perpendicularmente al eje de acción de la carga aplicada, y, en consecuencia causados tensiones normales, circunferencial a la superficie esférica de la botella PETE, por lo tanto, un aumento en la carga aplicada causaron un aumento en las tensiones de tracción que empuja entonces el suelo hacia las botellas.

En consecuencia, las tensiones normales en las unidades periféricas PETE aumentaron y al punto de falla de las tensiones estallaron. Por lo tanto, si la densidad de las unidades PETE era baja, la más pequeña cantidad de tierra sometidos a la tensión causada por las tensiones de tracción habría causado pequeñas tensiones normales circunferenciales en las unidades de PETE y habría aumentado como una cuestión de hecho, la resistencia a la compresión de los las unidades de PETE.

Sin embargo, también se puede suponer que el contenido de humedad del suelo para ser cargado en el PETE debe ser ligeramente alta, como el suelo con alto contenido de humedad tiene una baja tasa de compactación que dio una densidad baja. La tasa de compresión de material de tierra es función del contenido óptimo de humedad del suelo. Un relativamente bajo contenido de humedad, según lo recomendado por la revisión de la literatura sobre los materiales de barro, para dar el mejor densidad para la tierra albañilerías comprimido (Maniatidis et al, 2003).

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PARED BOTELLAS

Uno de los factores más importantes en el análisis de la resistencia a la compresión de las botellas de muestras de pared PETE que no se llevó a cabo es el cálculo de la densidad. Esto se atribuye a la falta de equilibrio con una capacidad superior a 100 kg en el laboratorio en vista del hecho de que el espécimen botellas del muro tenía un peso por encima de 100 kg.



ANÁLISIS Y OBSERVACIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la pared de botellas de resistencia a la compresión varió de 0,048 a 0,84 N/mm². Conjunto de lado a lado con los datos de la revisión de la literatura sobre la resistencia a la compresión de tierra apisonada y bloques de tierra comprimida estabilizadas, es evidente que la mampostería botellas PETE puede ser utilizado con confianza como una mampostería de soporte de carga. Maniatidis et al (2003) reveló que un soporte de carga típica apisonada muro de tierra tiene una resistencia a la compresión establecida que se encuentra entre 0,4 a 0,7 N/mm², mientras que de soporte de carga estabilizado comprimido paredes de tierra tienen resistencia a la compresión alrededor de 0,5 a 1,8 N/mm² (Felix, 2009, Heath et al, 2009; Maini, 2009).

Se ha registrado que los resultados de las pruebas de compresión de la muestra de la pared botellas construido sin soporte lateral mostraron una ligera diferencia entre la resistencia a la compresión de la muestra construido con mortero estabilizado y la construida sin mortero de cemento estabilizado. Por lo tanto, se recomienda incorporado mampostería botella PETE con mortero de cemento estabilizado a partir de un suelo arenoso, ya que da a la mampostería PETE una mejor fuerza.

A pesar de la influencia de la junta de mortero no se ha considerado en esta investigación, está claro que el mortero adecuado puede contribuir a la resistencia a la compresión de la mampostería de botellas PETE, por lo tanto hay una necesidad hacer mas estudios para investigar la influencia del cemento mortero estabilizado en la fuerza del PETE botellas de mampostería, mientras que teniendo en cuenta que el vínculo entre las botellas PETE, en el conjunto de mampostería depende mucho también de la cuerda de nylon y no debe dejarse de lado.

Por otra parte, los resultados en la pared botellas de prueba de compresión revelaron que había una variación muy grande en los resultados de la resistencia a la compresión de las botellas de muestras de pared construidos con el apoyo vertical lateral relativamente a la construida sin soporte vertical.

Un factor importante observado que influyó en la resistencia a la compresión de la muestra pared botellas era el modo de fallo. La muestra de muro de botellas probado sin apoyo lateral fracasó debido a la falta de bonos. Debido a las limitaciones en los equipos que podrían haber medido la tensión inducida por la fuerza de compresión sobre el espécimen pared botellas (deformaciones de la albañilería en el entorno de laboratorio se miden con medidores de tensión, disponibles en muchos modelos), por lo que algunas de las propiedades de la mampostería PETE podría no ser establecido como la relación tensión-deformación, el módulo de elasticidad, el módulo de corte y un análisis conciso del fallo de la unión. Sin embargo, la muestra de la pared botellas construido con soporte vertical demostrado una gran resistencia a la fractura por cortante. Mientras que revelaron deformación elástica muy pequeña (que no recuperan su altura original después de un fallo), las fuerzas de compresión tienden a dar más fuerza a la asamblea de albañilería como la carga aumenta.



Figura 47: S-A-N1 Bonos fracaso Fuente: Elaboración propia
 Figura 48: US-A-N1 Bonos fracaso Fuente: Elaboración propia



Figura 49: S-L-1 antes de la falla. Fuente: Elaboración propia
 Figura 50: Fallo S-L-1 Después.

CONCLUSIÓN

Basándose en los resultados de las pruebas realizadas y el examen literatura, se puede concluir que la proporción del suelo es un aspecto importante en la producción de la mampostería de botellas PETE con resistencia a la compresión adecuada.

Los tres espécimen de suelo probados, cayeron dentro del límite ideal en la distribución de tamaño de partículas, produciendo de este modo mampostería de botellas de PETE con resistencia a la compresión, esto cuando se compara con la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de mamposterías de barro.

Se observó que la muestra de suelo estabilizado SM-UMU-B produjo la mayor resistencia a la compresión con una disposición de apoyo lateral vertical comparado con el estabilizado SM-UMU-A, porque los especímenes de pared PETE construidos de ellos no tenían apoyo lateral vertical.

Por otra parte, los tres espécimen de suelo tenía un límite plástico bajo con un contenido de humedad promedio de 10,1% para SI-UMU-A, 15,6% para SM-UMU-A y 18,7% para SM-UMU-B, todos ellos cayeron en el intervalo especificado por NZS 4298:1998 de 2 a 30% para el suelo adecuado para la estabilización con cemento.

La relación de mezcla puede desempeñar un papel importante en la determinación del mortero adecuado de suelo-cemento para las unidades de albañilería con PETE, como se notó que aunque en teoría el mortero tiene poca influencia en la resistencia de la unión de las botellas PETE, el mortero de cemento estabilizado proporciona una mejor resistencia a la compresión de la pared de botellas de. Además, las propiedades del suelo pueden ser un factor de producción de la fuerza mayor en mortero de cemento estabilizada para mampostería de botellas PETE.

Se observó que había una relación clara entre la densidad y la resistencia a la compresión de las botellas PETE probadas. De las botellas PETE investigadas, se observó que los parámetros tales como el contenido Mampostería del suelo pueden influir en la resistencia a la compresión de las botellas PETE en

términos de esfuerzo de compresión puesto que durante la compactación en el otro extremo influye en gran medida la densidad de las mismas. Se descubrió que para mejorar la resistencia a la compresión de botellas PETE, el suelo debe tener un contenido de humedad ligeramente superior, con el fin de tener una baja tasa de compresión que resultará en una baja densidad de botellas PETE.

A partir de los ensayos de resistencia a compresión realizados sobre las unidades de PETE y paredes, los sedimentos revelaron que las unidades de PETE se pueden utilizar con confianza como mampostería, pero es elogiado que una investigación estructural completa se lleva a cabo con el fin de adquirir suficientes y fiables datos de comportamiento estructurales que pueden impulsar la utilización de unidades de PETE como mampostería. Se recomienda que la investigación estructural a realizar, deba comprender las siguientes investigaciones:

- Resistencia a la flexión a la flexión,
- Resistencia de la unión a la flexión de mortero,
- Resistencia al corte,
- Resistencia a la tracción,
- Módulo de elasticidad,
- Combinado de compresión y de flexión,
- Fuera de la capacidad de flexión avión,
- Diseño de corte,
- y el Módulo de rotura por citar sólo algunos.

Por último, esta investigación ha demostrado que la mampostería de botellas de plástico tiene potencialidades estructurales y puede ser recomendada en la industria de la construcción, especialmente en el suministro de viviendas de bajo costo, ya que su uso puede reducir considerablemente el impacto de las botellas de plástico en el medio ambiente.