



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOVIS INPONETUR VIRILISTOGA. 1948

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

Departamento de Ingeniería Civil

Trabajo de Diploma

*Estudio del nivel de satisfacción del uso de
la teja de microconcreto en Villa Clara.*

Diplomante: Greisy González Cabrera.

Tutor: Dr. Ing. Armando J. Velázquez Rangel.

Curso: 2007 – 2008.



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOVIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

Departamento de Ingeniería Civil

Trabajo de Diploma

*Estudio del nivel de satisfacción del uso de
la teja de microconcreto en Villa Clara.*

Diplomante: Greisy González Cabrera.

Tutor: Dr. Ing. Armando J. Velázquez Rangel.

Curso: 2007 – 2008.



Índice

Resumen

Introducción

Capítulo I *Estudio bibliográfico de la sustentabilidad, desastres naturales y teja de microconcreto.*

1.1	Teoría de la sostenibilidad	11
1.2	Dimensiones de la sustentabilidad	13
1.3	Viviendas Sustentables	16
1.4	Conceptos y terminología acerca de desastres naturales	20
1.5	Aspectos relacionados con la vulnerabilidad de la vivienda	31
1.6	La teja de Microconcreto(TMC)	33
1.6.1	Sostenibilidad en la TMC	34
1.6.2	Los desastres naturales y las TMC	35
1.7	Conclusiones parciales del Capítulo	38

Capítulo II *Diagnóstico de los talleres que fabrican materiales para techo con TMC en Villa Clara.*

2.1	Caracterización de los Talleres	39
2.1.1	Taller de Sagua la Grande	43
2.1.2	Taller de Santa Clara	44
2.1.3	Taller de Manicaragua	44
2.1.4	Taller de Quemado de Güines	44
2.1.5	Taller de Camajuaní	44
2.1.6	Taller de Caibarién	45
2.2	La Red Ecosur	45
2.3	Vivienda Ecológica	45
2.4	El impacto de la Construcción en el Medio Ambiente	47
2.5	Ecomateriales: la teja de microconcreto. TMC	50
2.6	Los defectos de producción de la TMC	51
2.7	Características de las Tejas de Microconcreto	52
2.7.1	Proceso de fabricación	55
2.7.2	Ventajas de las TMC	56
2.7.3	Aplicaciones de las TMC	57
2.8	La tecnología Sipret	58
2.8.1	Fundamentos de la Tecnología Sipret	59
2.8.2	Características Técnicas Generales de la tecnología Sipret	60
2.8.3	Solución en Hormigón Pretensado	61
2.8.3.1	Vigas	61
2.8.4	Solución en Hormigón Armado	62
2.8.5	Características de la producción de los elementos	63
2.8.6	Indicadores Económicos	63
2.8.7	Ventajas de la Tecnología Sipret	64
2.9	Conclusiones parciales del Capítulo	65

Capítulo III *Comportamiento del nivel de satisfacción de las viviendas con techo de teja de microconcreto.*

3.1	Método de validación seleccionado: la encuesta	66
3.2	Determinación del número de encuestas. Encuesta piloto	67
3.3	Aplicación de la encuesta	68



3.4	Resultados de la encuesta	68
3.4.1	Motivo de fabricación	68
3.4.2	Tipología utilizada	69
3.4.3	Calidad de la teja según su estética	70
3.4.4	Año de fabricación	71
3.4.5	Calidad de la teja según su impermeabilización	71
3.4.6	Motivos de las reparaciones realizadas	73
3.4.7	Seguridad	74
3.5	Inspección Técnica	76
3.6	Conclusiones parciales del Capítulo	82
	Conclusiones	83
	Recomendaciones	84
	Bibliografía	85
	Anexos	



“No hay sitio bajo el cielo más dulce que el hogar.”

John Howard Payne

Dedicatoria





A mi madre
A mis abuelos Hilda y Lolo
A mi hermano JJ

Agradecimientos





A mis padres por haberme concedido el derecho de nacer.
A mis abuelos por su amor y comprensión.
A mi Yanly por su apoyo en todo momento, por inspirarme a seguir adelante.
A mi tutor Dr. Ing. Armando J. Velázquez Rangel.
Al profesor Pedro Seijo por la ayuda brindada.
A los profesores Andrés Olivera, Fernando Martirena, Sergio Betancourt y Raúl González
que en algún momento me brindaron sus experiencias.
A un gran amigo Eduardo Macalla Hernández, sin el cual muchas cosas no hubieran
resultado.
A Lucy Batte por su incondicional ayuda.
A mis amigos José Juan, Anaisy, Anisleidys y Oslaivi por aguantarme diariamente.
A algunos amigos arquitectos que surgieron al final del camino: Lázaro, Yirobi y Alexey
gracias por permitirme compartir algunas de sus locuras.
A los profesores que me llevaron a ser una profesional.
A todos los que de una forma u otra en algún momento contribuyeron a realizar este trabajo.



Resumen

En la actualidad se recurre a los materiales y técnicas tradicionales como una solución adecuada para el momento en la construcción de viviendas. Una solución aplicada en nuestro país para resolver la creciente necesidad de tener un techo donde guarecerse es la producción de Ecomateriales en pequeños talleres que los suministran a través del sistema de la vivienda en los municipios. Dentro de los varios aspectos a los que se le presta atención, está la capacidad de la producción de los materiales para satisfacer los principios de la sustentabilidad y su vulnerabilidad ante desastres naturales, tomando en cuenta estos aspectos, en el trabajo se presenta un estudio bibliográfico sobre sustentabilidad y vulnerabilidad ante desastres de viviendas construidas con techos de teja de microconcreto, para adentrarse en el diagnóstico de los talleres de producción de ecomateriales en la provincia de Villa Clara, y a través del diseño y aplicación de una encuesta en los municipios de Santa Clara, Sagua y Quemado de Güines, se realiza un análisis del nivel de satisfacción de la población sobre los techos, que permite una valoración del estado del uso de estos materiales en la provincia.



Summary

In these times the man have to appeal to different materials and traditional techniques, as an appropriate solution for construction of adequate dwellings. An alternative solution in our country applied to solve partially the growing necessity of a good roofing, it is the production of Ecomaterials in small workshops, that solution is based in an integral system of the housing in municipalities. Several aspects require an special attention like: capacity of production of construction materials in order to satisfy the sustainability principles and vulnerability against natural disasters.

The present work deals about the process of construction with microconcreto roofing tiles, also help to clarify the workshops diagnostic in Ecomaterials production in the province of Villa Clara, Cuba, through the design and application of survey in Santa Clara, Sagua la Grande, and Quemado de Güines.

Finally, a complete analysis of level of satisfaction of population with the use of this roofing tile, help to a real evaluation of the state of use of these ecomaterials in these municipalities.



Introducción

La base de la vida personal y familiar desde la antigüedad hasta hoy en día es, sin dudas, la vivienda. Esta se ha ido perfeccionando con el desarrollo científico – técnico y a medida que se hacían progreso en la producción de bienes materiales iba cambiando su estructura interna y espacial, para adquirir nuevas dimensiones y mayores comodidades. En el entorno actual, la mitad de la población mundial carece de viviendas o se aleja en suburbios miserables. En general los problemas de escasez de hábitat afectan notablemente a los países del Tercer Mundo, agravándose este déficit cada año.[Hdez, marzo 1994].

Para los hombres y mujeres, desde el surgimiento de la humanidad se ha hecho imprescindible adaptar sus necesidades al entorno donde viven, desbrozando montes, cultivando la tierra y fabricando utensilios. Una de las primeras necesidades fue un techo para guarecerse de la lluvia, del viento o del sol. Palos de madera soportando unas pieles ofrecían las ventajas de ser una cubierta ligera y manejable, aún cuando no era totalmente resistente. Al irse diversificando las funciones de los edificios se requerían de nuevos espacios y medidas, a los cuales la cubierta se debía adaptar. La cubierta, es un elemento vital en cualquier edificio, en muchos casos fomentará nuevas formas y técnicas, adaptándose a distintos climas, necesidades, costumbres y culturas. La cubierta no es sólo el componente más esencial, sino por lo regular, el más costoso de todos los componentes de una vivienda, en su función de proteger la familia y sus bienes. Lo que influye considerablemente en el déficit habitacional existente. Fundamentalmente en los países en vías de desarrollo, existen cada día más personas carentes de un lugar adecuado para vivir y se alejan cada vez más de la posibilidad de adquirir una vivienda económica y confortable. [Coca, 2001].

Al término del pasado siglo los habitantes del planeta sumaban más de 6 mil millones, en el 2030 la población mundial se incrementará en 3700 millones de personas y el 90% de ese incremento tendrá lugar en los países en vías de desarrollo. Actualmente según la ONU unas 600 millones de personas viven en situaciones peligrosas para la salud y la vida, una tercera parte ó más de la



población urbana no tienen un fácil acceso al agua potable y 400 millones de personas carecen de saneamiento. Entre los años 1960 y 2000 se ha notado un incremento del 22 al 37% de la población urbana de los países en vías de desarrollo, esto ha traído aparejado un incremento de la pobreza, problemas de salud, deterioro del medio ambiente y la infraestructura, la comercialización de los recursos del suelo, el crecimiento del sector informal, la segregación urbana y el déficit cuantitativo y cualitativo del parque habitacional, disminuyendo la asequibilidad económica de la vivienda.[Velázquez, 2001].

Es inevitable que la calidad de la vida continuará agravándose sino se instrumenta y aplican políticas sociales justas cuyos objetivos fundamentales sean mejorar sustancialmente las condiciones de vida del hombre. A partir de ese principio se ha definido el desarrollo sustentable, la participación y el fortalecimiento local de la producción de la vivienda como vías principales para alcanzar la satisfacción duradera de las necesidades humanas y una mejora en la calidad de vida, con un nuevo concepto de desarrollo económico, más justo y demás oportunidades para todos, sin destruir los recursos naturales de la tierra. La vivienda es el componente más extenso de la estructura urbana pues cubre la mayor superficie de las ciudades y es utilizada por todos los seres humanos desde el principio de la humanidad siendo una de las primeras necesidades guarecerse del medio, es por eso que existe una relación muy estrecha entre el medio ambiente, el hombre y la vivienda que debe mantenerse para mejorar la calidad de vida. [Velázquez, 2001].

El problema de la vivienda, sin duda, es el más serio y más grave que existe desde el punto de vista social. [Lee,S. 1999]. Cuba frente a una difícil y compleja situación, a partir de 1992, decide concentrar los principales criterios sobre política de la vivienda hacia un enfoque sustentable. [Pérez, 2002]. Nuestro país, se ha enfrentado al reto que le han impuesto las dificultades económicas y no ha paralizado su importante programa de viviendas a pesar de las crecientes necesidades derivadas del aumento lógico de su población. [Hdez, marzo 1994]. A pesar de los problemas y las dificultades económicas que presenta Cuba la



situación del patrimonio edificado difiere notablemente de las características del resto del Mundo no desarrollado y las de América Latina. [Velázquez, 2001].

Es necesario que el proceso de diseño se oriente hacia la implementación de prácticas y procedimientos que posibiliten el desarrollo sustentable de las viviendas y los asentamientos humanos. [Velázquez, 2001]. Se trata de buscar soluciones con viviendas económicas, pero las crisis cíclicas y crónicas que afectan a los países del Tercer Mundo impiden en muchos casos, lograr avances significativos. [Hdez, marzo 1994].

En los últimos años Cuba ha elevado la producción de viviendas. Esto ha permitido lograr significativos avances que benefician la sociedad, ganando en experiencia en la producción de materiales alternativos y tecnologías apropiadas, lo cual ha permitido enfrentar el problema de la vivienda de forma ventajosa. [Velázquez, 2001].

No en todos los territorios se puede diseñar o extender la experiencia de un lugar específico, pero es necesario la participación popular y la organización adecuada de acuerdo con los materiales locales que existan, las características de cada lugar y el análisis técnico que determine el tipo de vivienda que se puede hacer. [Lee, 1999].

En muchos casos se tipificaron proyectos que tenían mucho de sustentable para alguna región del país y fue precisamente el llevarlo a otro lugar lo que les hizo perder este enfoque. Por la diferencia de disponibilidad de un material, por el divorcio con técnicas conocidas, por la incidencia sociocultural negativa o por cualquier otro elemento un proyecto o técnica aplicable y sostenible para una zona no podía trasladarse a otra sin una necesaria evaluación del enfoque sustentable del proyecto para el territorio específico. [Pérez, 2002].

La ubicación geográfica de Cuba hace que el país sea azotado con frecuencia por los ciclones tropicales, el más frecuente y devastador fenómeno natural de esta región del planeta, entre cuyas secuelas más negativas se haya la afectación e inhabilitación de cientos y miles de viviendas. Ciertas localidades cubanas, por esa misma razón, son también mas sistemáticamente castigadas



por estos desastres y algunas poseen condiciones que favorecen un mayor volumen de inmuebles en estos casos por las características técnicas y vulnerabilidad de su fondo habitacional. [Figueroa, 2001]. Muchos países pobres han sido recientemente afectados por grandes catástrofes naturales provocadas por huracanes, inundaciones y terremotos, por lo que las acciones de respuesta a desastres deben estar encaminadas a lograr una solución sostenible de la acción, que permita que la región afectada pueda disminuir su vulnerabilidad ante los efectos de catástrofes a mediano y largo plazo, dentro del enfoque del desarrollo sostenible en sus dimensiones económico, ecológico y social. [II Conferencia Ecomateriales, 2001].

Definición general del Trabajo:

La cubierta es uno de los elementos más costoso de una vivienda. Para enfrentar el problema de forma ventajosa la sociedad ha llevado a cabo una estrategia que se fundamenta en la producción de Ecomateriales, dentro de este grupo se encuentran las tejas de microconcreto. Dichas tejas han presentado diferentes problemáticas ya sea en su producción o en su posterior colocación, por desconocimiento de su normativa técnica o por descuido en el control de la calidad. Conocer el grado de satisfacción que presenta la teja de microconcreto en la población de las municipalidades de Villa Clara es un objetivo clave para la realización de este trabajo. El presente trabajo servirá para dar a conocer los problemas presentados por la teja de microconcreto.

Antecedentes del Trabajo:

Los Ecomateriales han sido objeto de estudio en el Centro de Investigación de estructuras y materiales de la construcción (CIDEM) y la producción de los mismos ha servido para solucionar el problema de la vivienda en muchos casos. Las tejas de microconcreto se encuentran dentro de los Ecomateriales, las mismas han presentado problemas desde el establecimiento de talleres productores de estos materiales; en diferentes municipios de la provincia de Villa Clara.

**Necesidad del Trabajo:**

Con el avance de las tecnologías en el cambiante mundo de la construcción, se hace necesario evaluar las mismas en cuanto a la aceptación que presentan en los usuarios beneficiados. Dichas tecnologías no siempre han resultado ser buenas, este trabajo trata de buscar elementos que contribuyan a su mejora en la realización de posteriores trabajos. El mismo contribuirá a transmitir conocimientos a los estudiantes para posteriores análisis y para la aplicación en los proyectos de nuestro centro de investigaciones, CIDEM.

Objeto del Trabajo:

La teja de microconcreto, el estudio de su problemática y la satisfacción de su uso.

Hipótesis de Trabajo:

Mediante el estudio e investigación sobre la producción y uso de la teja de microconcreto o TMC, es posible determinar el nivel de satisfacción por este tipo de techo y algunos de los principales problemas que ha presentado la misma desde sus inicios, con el fin de establecer en futuros trabajos estrategias para su mejoramiento.

Objetivos Generales:

1. Buscar, estudiar, recopilar y analizar bibliografía sobre el tema de la teja de microconcreto, la sostenibilidad y los desastres naturales para una mejor comprensión del tema.
2. Actualizar el estado actual de los talleres de ecomateriales en la provincia de Villa Clara
3. Valorar el nivel de satisfacción del uso de los techos con tejas de microconcreto en localidades de la provincia de Villa Clara



Objetivos Específicos:

1. Dar a conocer conceptos importantes acerca de la teja de microconcreto, la sostenibilidad y los desastres naturales para una mejor comprensión del tema.
2. Aplicar encuesta para conocer el nivel de satisfacción de la población sobre las cubiertas de teja de microconcreto.
3. Analizar el nivel de satisfacción de la población y los problemas presentados en la cubierta con teja de microconcreto en los municipios de Santa Clara, Sagua la Grande y Quemado de Güines.

Tarea de Investigación:

Etapas I:

1. Recopilación bibliográfica preliminar, definición, aprobación del tema y elaboración del plan de trabajo general.
2. Estudio bibliográfico general del tema.
3. Redacción del capítulo 1: "Estudio bibliográfico de la sustentabilidad, desastres naturales y teja de microconcreto."

Etapas II:

1. Visita de los talleres de Ecomateriales en la provincia.
2. Caracterización de los talleres.
3. Redacción del capítulo 2: "Diagnóstico de los talleres que fabrican materiales para techo con TMC en Villa Clara."

Etapas III:

1. Diseño de la encuesta.
2. Aplicación de la encuesta.
3. Análisis de los resultados de la encuesta.
4. Redacción del capítulo 3: "Comportamiento del nivel de satisfacción de las viviendas con techo de teja de microconcreto. "
5. Conclusiones y Recomendaciones



Estructura de la Tesis:

1. Resumen.
2. Introducción general.
3. Capítulo I: “Estudio bibliográfico de la sustentabilidad, desastres naturales y teja de microconcreto.”

El objetivo de este capítulo es la búsqueda bibliográfica sobre el tema de estudio, permitiendo la actualización necesaria para el desarrollo del trabajo.

4. Capítulo II: Diagnóstico de los talleres que fabrican materiales para techo con TMC en Villa Clara.

En este capítulo es objetivo conocer la situación de los talleres que fabrican Ecomateriales en la provincia de Villa Clara.

5. Capítulo III: Comportamiento del nivel de satisfacción de las viviendas con techo de teja de microconcreto.

El objetivo de este capítulo es mediante la aplicación de la encuesta conocer la satisfacción que presenta la población respecto a la teja de microconcreto.

6. Conclusiones: Aspectos más importantes y generales del trabajo, resúmenes, principales aportes.
7. Recomendaciones: Aspectos a continuar, completar, validar, perfeccionar.
8. Bibliografía.
9. Anexos.

Novedad científica del trabajo:

Poner al descubierto la problemática presentada en la cubierta de teja de microconcreto, con el fin de que en trabajos futuros se erradiquen, tengan más calidad y una mayor aceptación.

Aportes científicos relevantes:

1. Estudio y conceptualización de la temática.
2. Diagnóstico de los talleres de Ecomateriales en la provincia.
3. Valoración del estado actual de la producción de tejas de microconcreto en la provincia.



4. Medición del nivel de satisfacción de la población sobre el uso del techo con tejas de microconcreto.

Valor Metodológico:

- Se realiza un análisis de la sustentabilidad, vulnerabilidad ante desastres y del techo con tejas de microconcreto donde se definen conceptos, principios, partes, tipos, importante para la docencia e investigación en la temática
- Se realiza el diseño de una encuesta para conocer el nivel de satisfacción de la población sobre los techos con teja de microconcreto.

Valor Práctico:

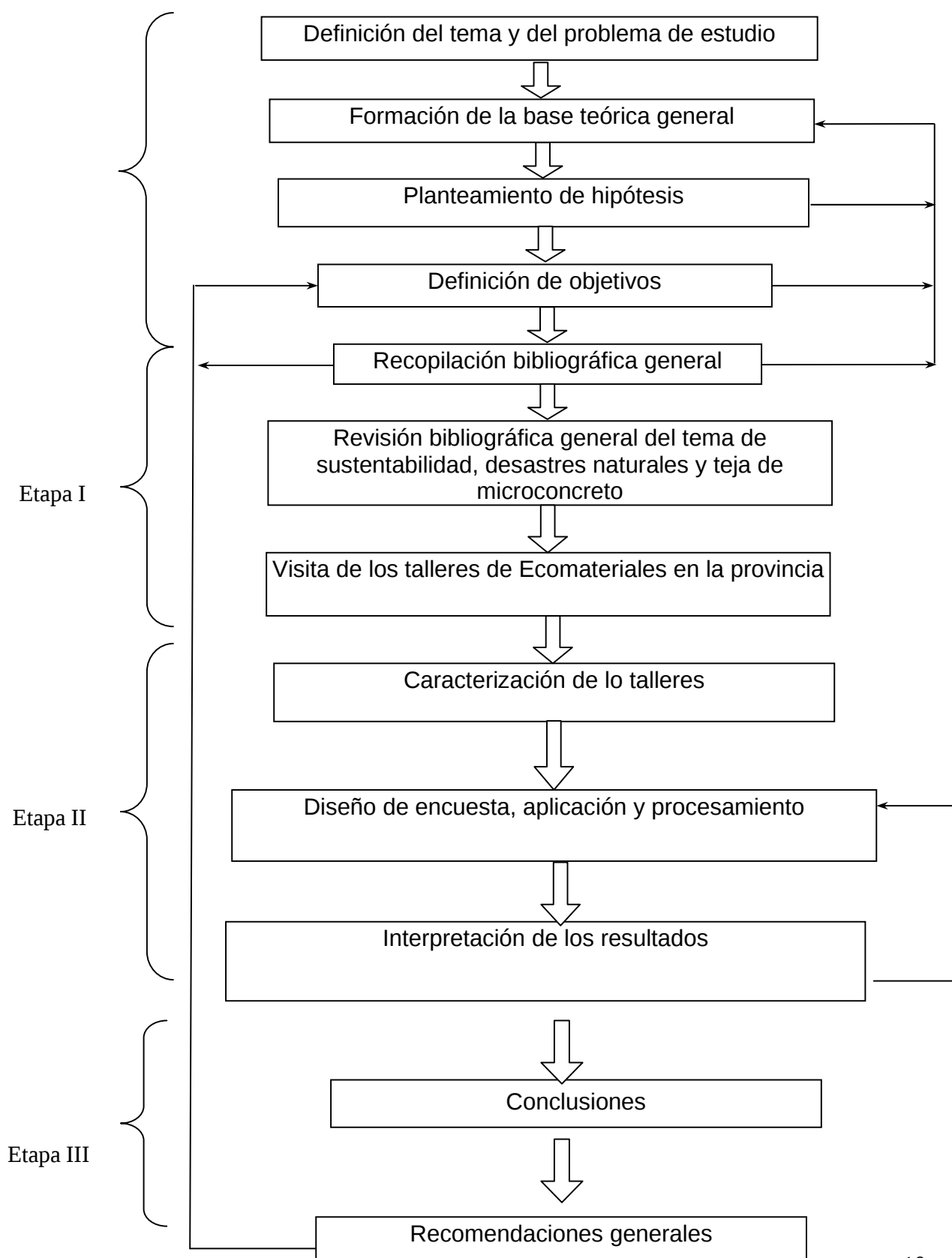
- Se cuenta con un documento bibliográfico, de consulta que resume y analiza la temática sobre sustentabilidad, vulnerabilidad ante desastres y techos de teja de microconcreto, de utilidad para estudiantes y profesionales vinculados al tema.
- La creación, aplicación y procesamiento de la encuesta que mide el nivel de satisfacción de la población sobre los techos con teja de microconcreto.
- La obtención del nivel de satisfacción de la población y el diagnóstico general de los techos con teja de microconcreto en los municipios de Santa Clara, Sagua la Grande y Quemado de Güines.

Valor científico investigativo:

El trabajo presenta su valor científico investigativo en el hecho de todo el proceso de búsqueda y actualización conceptual y sobre la temática abordada que permite la profundización en el tema y el entrelazamiento de conceptos necesario para analizar aspectos principales sobre los techos con tejas de microconcreto, a través de la conformación de una encuesta que es aplicada en varios municipios de la provincia de Villa Clara, la cual arroja resultados para estas localidad y sirve como base para la realización de investigaciones en otros



territorios , buscando homologar la experiencia y permitiendo a la vez que se pueda aplicar posteriormente.

**Metodología de Investigación:**



CAPÍTULO 1

En este capítulo aparecen reflejados conceptos y criterios relacionados con la sostenibilidad y los desastres naturales aplicados en la construcción de viviendas específicamente en la cubierta con tejas de microconcreto en los cuales se subdividirán los diferentes epígrafes.

Los diferentes aspectos tratados constituyen la obra de diferentes autores que han tratado de una forma u otra el tema.

1.1 Teoría de la sostenibilidad

Las palabras “**Sostenibilidad**” y “**Sustentabilidad**” todavía no han sido definidas por los diccionarios. El término “sustainable” fue presentado al mundo político en junio de 1987 por la Brundtland Comisión y entró al vocabulario popular con la “Cumbre de Río” ante la creciente preocupación por la situación ecológica del planeta. [Rhyner, 1999].

El concepto de **sustentabilidad** apareció por vez primera en la versión de Estrategia Mundial para la conservación en 1980 y su base lingüística proviene del latín “sustenerere” que significa sostener, sustentar, soportar, tolerar, mantener. La sustentabilidad es una característica de un proceso o estado, que puede mantenerse indefinidamente. El informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo [Brundtland, 1987], proclamó el desarrollo sustentable como la meta central de la política ambiental, y lo definió como: “El desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, de satisfacer sus propias necesidades”. [Velázquez, 2001]. Khosla, aclara que “Desarrollo Sostenible no solamente implica el manejo eficiente y ecológico de los recursos, sino también el establecimiento de un alto nivel de equidad social y participación política”. [Khosla, 1997].

Se puede afirmar que la palabra “**sostenibilidad**” debe incluir por lo menos estos tres aspectos: la ecología, la economía y lo social. El “north – south manifesto for sustainable development” define “el equilibrio entre ecología,



economía y lo social como el triángulo mágico de la **sostenibilidad**". [Rhyner, 1999].

El déficit habitacional existente, demuestra que las políticas estatales y las acciones privadas aplicadas hasta hoy, no han dado resultados satisfactorios en cuanto al problema existente con la vivienda en la mayoría de los países.

Es necesario buscar soluciones sustentables para poder contrarrestar esta situación del mundo actual, garantizándose soluciones a las condiciones específicas de cada lugar. [Velázquez, 2002].

Para hacer referencia a la sustentabilidad es necesario analizar los diferentes términos que han utilizado diversos autores en sus trabajos para definir la **sustentabilidad** [Coyula, 1993; Solaeman, 1997; Peterssen, 1998; Habyted, 1999; Rhyner, 1999]. Estos autores consideran que el concepto de desarrollo sostenido es impreciso para el marco físico, pues éste no puede crecer indefinidamente. Son de la opinión de que el concepto de sostenibilidad puede dar una connotación de pobreza y estancamiento o de coyuntura provisional. Por ello reconocen que el concepto de sustentabilidad refleja mejor la necesidad de lograr el desarrollo sobre una base racional y de constante mejoramiento de la calidad de vida, a partir de considerar el impacto ecológico y social de dicho desarrollo.

"**Sustentabilidad**", como lo planteó Gillman [Gillman, 1992], se refiere a la habilidad de una sociedad, ecosistema, o sistema cualquiera de mantenerse funcionando indefinidamente en el futuro sin estar forzado a desaparecer debido al agotamiento o sobrecarga de los recursos claves de los cuales dependen. Dentro de estos recursos se encuentran los de tipo material, social y ambiental. [Bancrofft, 1995].

La **Sustentabilidad** consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente [Cáceres, 1996].

Bancrofft, analizando la variedad de definiciones acerca de la **sustentabilidad** en uno de sus últimos trabajos publicados, [Bancrofft, 2001] la define como "una



nueva forma de entender el mundo y de actuar en él, sobre la base de un enfoque en sistema de lo social o humano y lo natural para asegurar en el tiempo la felicidad de todas las personas del planeta y la conservación de este”.

Se plantea que en el mundo actual los sistemas de desarrollo no son sustentables pues se basan en una inadecuada utilización de los recursos naturales, humanos y materiales, una alta generación de desechos y la no renovabilidad de los recursos. [Solaeman, 1997].

Se considera que sustentabilidad en la vivienda es, integrar sistémica y balanceadamente, lo económico, lo social y lo ambiental, con los aspectos tecnológicos, de diseño arquitectónico-estructural y lo cultural, con carácter autóctono, para crear un bien que garantice su durabilidad y la vida de los seres humanos de hoy, sin afectar las posibilidades de existencia y gozo de los seres humanos del mañana, y de disposición de los recursos naturales necesarios para su desarrollo. [Velázquez, 2002].

En materia de construcción sustentable se considera que no solo tiene que ver con el diseño arquitectónico, aspectos ecológicos, bioclimáticos y socioculturales, sino que implica la participación de la población en todo proceso constructivo considerando impacto cultural de materiales, gustos locales, apoyo al hombre a la conservación de los recursos naturales, bajo consumo de energía y de fuentes renovables, tecnologías y materiales asequibles y con aceptación social. [Bancrofft, 1998].

1.2 Dimensiones de la sustentabilidad

Varios autores establecieron tres dimensiones según la definición que dió la comisión Brundtland acerca de **sustentabilidad**, dichas dimensiones son también conocidas como el triángulo mágico de la sustentabilidad. Bancrofft señala como incongruencia del mencionado triángulo su enfoque asistémico y antrópico ya que todas las dimensiones se ubican al mismo nivel, y realiza un estudio particular de la proyección social como contrapartida de lo natural. [Bancrofft, 2001].



El Dr. Gerardo Evia [Evia, 2002] extiende más las dimensiones presentes en la sustentabilidad, señalando: la económica, la social, la ecológica, la productiva y la temporal. Plantea que la temporal es intrínseca al concepto de sustentabilidad, esto es, para decir si un sistema es sustentable debe establecerse necesariamente el marco temporal de referencia.

Algunos autores [Bancroft, 1991; Bancroft, 1993; Bancroft, 1995, Solaeman, 1997] además de los aspectos ambientales, económicos y sociales, señalan el tecnológico como otro de los definitorios, lo cual incluso marcó un determinado tiempo la filosofía de trabajo en este sentido.

Los aspectos sociales se refieren a elementos culturales, tradicionales, costumbres, calidad de vida, elementos formales, expresivos e históricos. En el caso de los tecnológicos incluye elementos de materiales, mano de obra, equipamiento y conocimientos organizativos, técnicos y económicos. Los temas ambientales desarrollan elementos climáticos, ecológicos y la relación entre medio ambiental y construido. Los aspectos económicos incluyen la economía global, local, particular y social. [Velázquez, 2002].

Para resolver los problemas de la vivienda la Organización No Gubernamental SUR [España.SUR, 1993; Fernández, 1993], brinda criterios a considerar con enfoques apropiados. En los aspectos sociales apelan por una aceptación social de las soluciones por parte de la población; para la economía proponen optar por soluciones de bajo consumo energético, consumir de acuerdo a las necesidades, producir en pequeñas industrias; tecnológicamente deben emplearse materiales locales, tecnologías apropiadas, revalorizar técnicas antiguas y para el medio ambiente deben tenerse en cuenta las características climáticas.

Rubén Bancroft en estudios realizados acerca de la construcción apropiable para países en desarrollo [Bancroft, 1991; Bancroft, 1995; Bancroft, 1993] argumenta mucho más los criterios, basados en los cuatro aspectos explicados al inicio del epígrafe. En los aspectos sociales propone: considerar sociedad y naturaleza, soluciones que impliquen la participación de la población en todo el proceso constructivo, considerar el impacto cultural de materiales, tener en cuenta los gustos locales, considerar la relación de apoyo hombre naturaleza,



considerar flora y fauna, ciclos de aire, del agua, como objetivo de diseño a todas las escalas. Para la economía se deben reducir los costos de mantenimiento y de reparación, proponer soluciones que implique menor grado de uso material y de energía, emplear tecnologías y producciones de materiales asequibles por la capacidad poblacional. En el caso de la tecnología deben emplearse materiales y productos resistentes. Propone para el medio ambiente usar recursos que no produzcan emanaciones y que sean aceptados en toda la sociedad, considerar las influencias ambientales en todo el proceso de producción, adecuar las soluciones a las condiciones climáticas-ambientales.

El autor, [Solaeman, 1997; Solaeman, 1994], en investigaciones realizadas para el caso de la vivienda en la República Árabe de Siria, llega a conclusiones acerca de la construcción sustentable, trata en los aspectos sociales: adaptar las soluciones a las condiciones socioeconómicas, considerar las condiciones culturales, realizar estudios sociológicos; para la economía propone, reducir los consumos energéticos, adaptar las soluciones a la economía nacional; ambientalmente, analiza la ecología y considera las condiciones bioclimáticas; en lo tecnológico plantea, emplear las más sencillas, fáciles de manejar y aprovechar los recursos naturales abundantes.

En la recopilación realizada acerca de otros autores, [Eddin, 1993], plantea como principios de la sustentabilidad para la sociedad: considerar la apropiabilidad y las influencias locales, tener en cuenta las características sociales, culturales y de tradición, proponer soluciones de continuidad, considerar la sociedad y la naturaleza. Trabajar con tecnologías en las que puedan aprovecharse los recursos locales, naturales y abundantes, usar el reciclaje en el proceso reduciendo los desperdicios, utilizar recursos renovables y equipamiento simple, de fácil manejo, de bajo costo energético; el emplear recursos no contaminantes, producir, construir y explotar con procesos no contaminantes, y adecuar las soluciones al clima local estarán referidos a los aspectos ambientales.

Según [Lugari, 1993], para los países en desarrollo la tecnología debe seguir por los siguientes parámetros: económicos y ambientales. El primer parámetro se refiere a bajar el nivel de inversión de capital, desarrollar investigaciones



continuadas, adecuar los precios al bajo ingreso, aumentar el crecimiento económico. En el segundo aspecto sólo propone emplear métodos y procesos de bajo nivel de contaminación.

Según lo expuesto anteriormente por los diferentes autores acerca de la obtención de un desarrollo sustentable se aprecia que el mismo conlleva a:

- Respeto a las costumbres, cultura y tradiciones locales.
- Búsqueda de soluciones que conserven el medio ambiente, sirviéndose de él, sin agotarlo.
- Diseñar con una relación de apoyo entre el hombre y la naturaleza.
- Proporcionar la participación de la población en la producción de los materiales, el diseño del proyecto y la construcción.

1.3 Viviendas Sustentables

Para hablar de apropiabilidad o sustentabilidad de los proyectos de viviendas sustentables no podemos dejar de referirnos al trabajo “Tecnología: un enfoque filosófico” de Miguel Ángel Quintanilla, donde plantea ...no deberíamos caer en la tentación de buscar al culpable de los males de nuestra época en la moderna tecnología industrial sin esforzarnos por aclarar previamente qué tipo de causalidad rige en los fenómenos sociales complejos.... no deberíamos perder nuestro tiempo en discutir acerca de “tecnologías alternativas “ si no preocuparnos previamente de aclarar qué es exactamente una tecnología alternativa.

El desarrollo tecnológico es el conjunto de estrategias, políticas, estilos y modelos para alcanzar el cambio tecnológico, expresa un proceso de racionalidad interna y progresiva guiada por el criterio de eficiencia del desarrollo económico-social. Eficiencia que debe tener en cuenta las dimensiones: económica, sociocultural, política y ambiental, cuando se refiere a la búsqueda de sustentabilidad. Se entiende por tecnología el conjunto de conocimientos científicos, empíricos e ingenieriles tangibles e intangibles encaminados al saber hacer y al cómo hacer productos, procesos y servicios, de la producción, la distribución y la comercialización. Una definición más esencial: es el



conocimiento sistemático, aplicado a alterar, controlar u ordenar elementos de nuestro medio físico o social. En la construcción de viviendas han entrado a jugar un papel importante los materiales y las técnicas alternativas o apropiadas, las cuales están ligadas también al concepto de sustentabilidad que indica una manera o estilo de desarrollo que posibilita la satisfacción de las necesidades de esta generación sin menoscabar las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer las propias. Para lograr sustentabilidad en la construcción de viviendas es necesario tener en cuenta los cuatro aspectos siguientes: Sociales, Tecnológicos, Ambientales y Económicos. Cada uno de estos aspectos incluye demandas y exigencias que deben ser cumplidos en todo proyecto sustentable. No incluir alguno de ellos sería analizar el problema de forma incompleta y daría como resultado la insustentabilidad en la vivienda. [Velázquez, 2001].

Después de la caída del bloque socialista en 1990, las relaciones comerciales cubanas existentes durante 30 años desaparecieron. Como consecuencia, el país entró en la crisis más importante de su historia y la construcción de viviendas decreció un 47% respecto a sus niveles anteriores. El país afrontó este reto buscando un nuevo modelo de desarrollo. En este contexto, la ejecución de viviendas sustentables, su realización significa el comienzo de una nueva estrategia de creación de viviendas buscando un modelo más descentralizado y un enfoque participativo, también implica la consolidación de un modelo de alojamiento sostenible en Cuba, dentro de una nueva estrategia para el Desarrollo de la vivienda. En abril de 1992, el Instituto Nacional de la Vivienda inició el Programa Nacional de Viviendas de Bajo Consumo de Recursos Materiales y de Energía que pretendía ser la respuesta ante la impresionante reducción de los anteriores niveles de producción de viviendas en Cuba. Cuba empezó a afrontar esta tarea buscando un nuevo Modelo de Desarrollo pero sin perder las mejoras sociales logradas en los años pasados. El período entre 1990 y 1992 sirvió de análisis y de resumen para comenzar una nueva estrategia con un modelo sostenible más participativo y descentralizado, teniendo en cuenta las mejores experiencias realizadas en el país y en el exterior. [Velázquez, 2001].



Hacia 1992, cuando se inició su práctica como un Programa de Viviendas con bajo consumo de recursos materiales y de energía, el principal objetivo de las acciones se dirigía a la vivienda como producto. Es fácil comprender este punto porque la voluntad del proyecto inicial trataba sólo de superar la crisis. Tan pronto como comenzó a realizarse la buena práctica, destacó claramente algo, y fue que la capacidad de la buena estrategia no sólo resistía el impacto sino que promovía la recuperación de los antiguos niveles de producción de viviendas debido a la recuperación de su capacidad y sostenibilidad. La práctica demostraba no sólo ser buena para hoy en día, sino también para el futuro. [Velázquez, 2001].

Todo el mundo hoy en día, está convencido de la sostenibilidad de la buena práctica y de su capacidad no sólo para afrontar la crisis, sino para convertirse en una nueva estrategia para la creación de viviendas dentro de un Modelo de Desarrollo Sostenible a nivel nacional. Su implementación considera ahora la vivienda como un proceso y no sólo como un producto.

Por lo tanto, el Gobierno Central, representado por el Instituto Nacional de la Vivienda, ha decidido convertir esta forma de construcción en el principal componente de las políticas de vivienda de Cuba y reproducirla a todo lo largo y ancho del país. Lo que comenzó como una forma de afrontar el impacto inicial de la crisis, se entiende ahora como un componente principal del modelo de desarrollo nacional y fundamentalmente como una herramienta temporal para el desarrollo de la vivienda en Cuba. En la práctica ¿qué ha pasado? - que tras querer las empresas implantar la construcción de viviendas de bajo costo, alternativas o sustentables, los organismos diseñadores y ejecutores han olvidado o no han podido cumplir los principios de la sustentabilidad y por lo tanto las viviendas resultantes han estado un poco lejos de estas exigencias. [Velázquez, 2001].

Cuba al enfrentar una difícil y compleja situación, a partir de 1992, decide concentrar los principales criterios sobre política de la vivienda hacia un enfoque sustentable para poder continuar su construcción y conservación. Ante una



carencia tal de recursos materiales esto sólo sería posible por el camino de la sustentabilidad, tratando de cumplir con sus principios.

Consecuentemente con estas directrices se confeccionó, aprobó e implementó parcialmente un programa de construcción de viviendas de bajo consumo con técnicas alternativas, basadas en la producción local de materiales a partir de materias primas disponibles. Se toma la sustentabilidad como vía para resolver la carencia de recursos, por lo que no se asimiló el concepto, y al aplicarse parcialmente, los resultados fueron malos. [Velázquez, 2002].

Sin embargo este programa permitió que profesionales y técnicos de todo el país se vieran retados a confeccionar proyectos basados en estas nuevas técnicas, y muchas veces de manera inconsciente se daban pasos hacia la construcción sustentable de viviendas. Los resultados, en algunos casos, demuestran lo que se puede lograr cuando se implementa una política sobre bases con este criterio, como son: producción local de materiales con procesos a pequeña escala, incremento de empleos y creación de talleres locales artesanales, ahorro energético con el uso de tecnologías alternativas de recursos locales y procesos con bajo costo de combustibles en la producción, la construcción y la transportación así como en el mejoramiento ambiental mediante la reducción de la contaminación en la producción de materiales y la creación de viviendas y asentamientos sustentables, es decir más sanos, descongestionados y dotados de agua, saneamiento, servicios de salud y educación. [Velázquez, 2002].

Cualquier accionar que se trace el país en su vida económica y social, incluyendo la esfera de la construcción de viviendas está fuertemente condicionado por la actual situación económica y financiera que atraviesa Cuba, que continúa un sostenido proceso de recuperación.

A la mayoría de los proyectos que se han ejecutado en esta etapa, a criterio del personal técnico y de la población (que resulta el principal fiscal por ser a quien va dirigido el intento), les han faltado elementos para cubrir las exigencias de un desarrollo sustentable basado en principios ya establecidos, flexibles y



aplicables a cada territorio de una forma similar pero con materiales, técnicas y una cultura diferente en cada región.

Una muestra clara del intento de introducir la construcción de viviendas con un enfoque sustentable (aunque manejado con otros conceptos), lo evidencia el aumento notable del número de construcciones llamadas de bajo consumo de materiales, viviendas económicas o de bajo costo en los últimos años en Cuba. Esta tendencia demuestra que puede llegarse a la sustentabilidad y que inversionistas, constructores y la población asumen los retos que imponen el uso de “nuevos” materiales y técnicas. En el aumento notable en la construcción de viviendas de Bajo Consumo de Materiales, se observa un descenso en la tendencia al uso de materiales convencionales y una estabilización a más del 90 % de las construcciones con uso de materiales alternativos, que significan un paso positivo en este camino. [Velázquez, 2002].

No se puede hablar de éxito si las viviendas resultan ser inalcanzables para los sectores a las que han sido destinadas, o cuando al poco tiempo de habitadas, presentan problemas que difícilmente el usuario pueda solucionar definitivamente o a un costo superior del que pueda pagar, o cuando a través de los años las unidades sufren tantas modificaciones y arreglos originados por la falta de respuesta a sus necesidades. [Barona, 2006].

1.4 Conceptos y terminología acerca de desastres naturales

La investigación sistemática sobre esta materia, comenzó a realizarse en la década de los 50. A partir de entonces, múltiples conceptualizaciones y enfoques han conducido su estudio por dos grandes corrientes: una conocida como “dominante”, en la cual se conciben los eventos naturales como accidentales e incontrolables y otra denominada “alternativa”, en la que el desastre es un concepto dinámico donde no solo se refiere al producto sino a los procesos, tanto naturales como sociales. En la corriente “Alternativa”, el fenómeno natural no es equiparable a un desastre sino que es el resultado de la interacción externa entre ambos, que supera la capacidad para amortiguar o evitar los efectos negativos del acontecimiento físico.



Hay 2 clases de Catástrofes naturales:

- **Las Geológicas** (Terremotos, avalanchas, erupciones volcánicas...)
- **Las Meteorológicas** (inundaciones, huracanes, sequías...)

Las causas de las primeras no se pueden evitar o controlar pero sí se puede trabajar en la prevención de sus efectos. Respecto a las causas de las segundas aumenta el número de expertos que plantean que una de las causas que influyen en el aumento de los fenómenos meteorológico adversos lo constituyen el calentamiento global de la tierra o efecto invernadero del planeta inducido en gran medida por la actividad humana. [Álvarez, Cepero, Pacheco, 2001].

Los fenómenos naturales siempre encierran un potencial de peligro, pues en su ocurrencia hay una alta probabilidad que provoque daños en los bienes y las personas. En este caso se convierte en una amenaza. Para que un fenómeno sea considerado como peligroso para las personas es necesario ciertas condiciones de la vida humana, como asentamientos humanos mal ubicados, ambiente deteriorado, hacinamiento, escasez de recursos económicos, inadecuada educación, descuido de las autoridades, desorganización, entre otros.

Kofi Annan, Secretario General de las Naciones Unidas, en el foro de Ginebra celebrado en julio de 1999 como colofón a la Década Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales afirmó: “Las catástrofes naturales son a menudo provocadas por el ser humano, y casi siempre agravadas por su acción o inacción. La naturaleza posee la fuerza y cuando se rebela no hay nada que hacer. Los fenómenos naturales no se pueden impedir, pero sus desastrosas consecuencias se pueden mitigar extraordinariamente si existe voluntad política. Los desastres no constituyen elementos aislados e independientes, sino una cadena de acontecimiento; por ejemplo: las intensas lluvias producidas por un huracán, puede provocar la inundación de un área urbana, lo que a su vez generaría la contaminación del agua potable que podría a su vez, desencadenar



una epidemia en ese lugar y así sucesivamente. [Álvarez, Cepero, Pacheco, 2001].

ORIGEN DEL FENÓMENO

PELIGROS.

Geológicos.

- . Sismos
- . Deslizamientos de tierra
- . Hundimientos y agrietamiento

Hidrometeorológico.

- . Huracanes y Ciclones
- . Tormentas eléctricas
- . Tornados
- . Inundaciones
- . Sequía
- . Penetraciones del mar

Tecnológicos.

- . Incendios
- . Explosiones
- . Hidrocarburos
- . Radiaciones

De los fenómenos existentes el que más afecta a nuestro país son los hidrometeorológicos y en especial el paso de un huracán o un ciclón. Por Cuba contar con un efectivo Sistema de Defensa Civil, la población no se hace tan vulnerable al paso de un organismo meteorológico, pero en el campo de las construcciones las afectaciones si son considerables, pues el fondo habitacional está muy deteriorado. Por lo expuesto anteriormente es necesario buscar un procedimiento que permita conocer el grado de vulnerabilidad que presentan las viviendas para una correcta mitigación.

Para una mejor comprensión del tema es preciso analizar una serie de términos y definiciones establecidas como: **desastre, amenaza, hábitat, mitigación, riesgo y vulnerabilidad entre otros**. Se han utilizado las definiciones dadas en los documentos rectores y normativos del país, como son las Normas para la proyección y ejecución de las medidas técnico-ingenieras de Defensa Civil del Estado Mayor de la Defensa Civil; así como otros términos internacionalmente aceptados, empleados principalmente por la Oficina del Coordinador de las



Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastres (UNDRO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). [León, 2007].

- ✓ **Hábitat:** Se definiría como el conjunto de la vivienda y todo el entorno esencial para su funcionamiento: infraestructura de servicios, equipamiento comunitario, trama de transportes y comunicaciones, nexos con el resto de la comunidad. [León, 2007].
- ✓ **Amenaza:** Según el PNUD es aquel evento extraordinario o extremo en el ambiente natural o provocado por el hombre que afecta desfavorablemente la vida humana, propiedad o actividades al extremo de causar un desastre. Otras fuentes la definen como el peligro latente asociado a un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico o en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas los bienes y/o medio ambiente; pudiendo considerarse además como la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado (UNDRO). [Aguiar, 2007]. En el campo de la ingeniería, significa la probabilidad del suceso dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área específica de un fenómeno en particular potencialmente dañino y de una intensidad y gravedad determinada. [Coburn, Spence, Pomonis, 1991].
- ✓ **Desastre:** Para las Naciones Unidas es todo evento en el cual una comunidad sufre daños severos y tales pérdidas afectan a sus miembros y a sus pertenencias físicas de forma tal que la estructura social se resiente y la realización de las principales funciones de la sociedad también. La Defensa Civil Nacional (DCN) le define como: (...) acontecimiento o serie de sucesos de gran magnitud, que afectan gravemente las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad, comunidad o territorio, ocasionando víctimas y daños o pérdidas de bienes materiales e infraestructura. Es una situación extrema en que los patrones normales de vida han sido



interrumpidos y se requieren acciones extraordinarias de emergencia para salvar y preservar vidas humanas, sus medios de sustento, los recursos económicos y el medio ambiente. [Aguiar, 2007].

- ✓ **Vulnerabilidad:** Se conoce como el grado de daño que se espera causará una amenaza particular dependiendo de una correcta evaluación de la misma el enfoque de los esfuerzos de mitigación. [Coburn, Spence, Pomonis, 1991]. En términos dados en documentos rectores nacionales el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil la define como predisposición a sufrir pérdidas o daños, de los elementos bióticos o abióticos expuestos al impacto de un peligro de determinada severidad y relacionado directamente a las cualidades y propiedades de los elementos en cuestión en relación con el peligro o los peligros que podrían incidir sobre ella. [EMNDC, 2002].
- ✓ **Prevención:** El Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC) lo define en su Estudio de riesgo como: el conjunto de medidas anticipadas, principalmente de corto y mediano plazo, para evitar o reducir los efectos de los desastres; se concibe la misma como la piedra angular de la reducción de desastres, estando dirigida a desarrollar acciones y tareas que garanticen de forma permanente la preparación para la respuesta y recuperación, constituyendo una condición indispensable la elaboración y ejecución de programas y planes dirigidos a la disminución de la vulnerabilidad y los riesgos (...) [EMNDC, 2006].
- ✓ **Mitigación:** Se emplea para denotar una gran variedad de actividades y medidas de protección que pueden ser adoptadas. La misma implica la protección de la economía contra los desastres. [Coburn, Spence, Pomonis, 1993]. Este término el cual es sinónimo de reducción está encaminado a reducir la vulnerabilidad de una sociedad determinada frente a los eventos físicos. [Aguiar, 2007]. Para llevar a cabo la mitigación es necesario comprender la naturaleza de la amenaza, lo cual es una de las cosas más



difíciles pues cada país o región se enfrenta a diferentes tipos de amenazas.

[Coburn, Spence, Pomonis, 1991].

Cuba es afectada anualmente por varios organismos tropicales trayendo consigo numerosos daños al fondo edificado y la economía en general. A pesar de que nuestro país resulta poco vulnerable en cuanto a la pérdida de vidas humanas provocadas por fenómenos naturales, eso no la excluye de sufrir numerosos daños y pérdidas económicas. Anualmente el país destina una gran cantidad de recursos para su mitigación, a pesar del esfuerzo que se realiza son insuficientes, ya sea por el deterioro avanzado que presenta el fondo habitacional, por el paso de anteriores fenómenos que causaron daños, por la situación económica o por cualquier otra situación. Conociendo la cantidad de viviendas vulnerables y su grado de vulnerabilidad ante la ocurrencia de un fenómeno tropical se pueden dictar una serie de medidas que serán mucho más efectivas para la mitigación. Estas medidas se refieren a la mitigación de desastres. [León, 2007].

- ✓ **Mitigación de desastres:** Es el término que se emplea para hacer referencia a las medidas que pueden ser tomadas antes de la ocurrencia del desastre, con el fin de reducir sus efectos, donde se incluye también la preparación y las medidas de reducción de riesgo a largo plazo. [Maskrey, 1998].

Las **medidas de mitigación** no son más que las acciones encaminadas a atenuar o disminuir los efectos y las posibles afectaciones causadas por desastres o fenómenos ya sean naturales o provocados por el hombre a nivel global. El número de elementos que probablemente serán afectados por una amenaza, junto a la vulnerabilidad a la amenaza servirá para identificar donde es más eficaz la mitigación. [Coburn, Spence, Pomonis, 1993].

Existen organizaciones e instituciones a nivel mundial dadas a la tarea de la protección contra catástrofes así como la disminución y mitigación de desastres, las cuales a partir de estudios que realizan son capaces de dictar grupos de medidas para dicho objetivo.



Conociendo la situación económica por la cual atraviesa el país con más de una década de período especial, la limitación de recursos y demás factores que de una forma u otra han obstaculizado su desarrollo, es necesario crear una conciencia para una correcta y concreta distribución de los medios y materiales, para lograr de esta manera el máximo de efectividad en las medidas de mitigación. Estas medidas deben ser previas y posteriores al paso de un huracán, aunque pueden ser preventivas, también es posible ponerlas en práctica en la etapa de recuperación, previendo el desarrollo y paso de un posterior fenómeno.

Tanto UNDRO, como el PNUD y la UNCHS promueven el denominado **menú de medidas de mitigación**, las cuales comprenden un paquete integrado de acciones para la mitigación de desastres, el cual es procedente señalar.

1. Medidas de construcción e ingeniería.
2. Medidas de planificación física.
3. Medidas económicas.
4. Medidas administrativas e institucionales.
5. Medidas sociales.

Para este trabajo se hará referencia a las medidas de construcción e ingeniería y las de planificación física.

Medidas de construcción e ingeniería

Las medidas de ingeniería son de dos tipos. Aquellas que resultan en estructuras individuales más sólidas, que son más resistentes a las amenazas y aquellas que crean estructuras cuya función es principalmente la protección contra desastres.

Además de las construcciones nuevas, las edificaciones existentes tal vez también necesiten ser fortalecidas contra impactos de amenazas futuras. La vulnerabilidad de las construcciones existentes se puede reducir hasta cierto grado mediante un mantenimiento regular y cuidado estructural. Para fortalecer las estructuras existentes se puede adicionar apuntalamiento, refuerzos y nuevos elementos estructurales. El diseño técnico para protegerse de las



diversas amenazas incluye la prevención contra vibraciones, carga lateral, sobrecarga, fuerza del viento, impacto, combustibilidad, resistencia a las inundaciones y otros factores de seguridad. [Coburn, Spence, Pomonis, 1993].

Medidas de planificación física

Los planificadores urbanos también deben ser capaces de reducir los riesgos cambiando el uso de los edificios vulnerables utilizados para funciones importantes. [Maskrey, 1998].

La mitigación de desastres causados por fenómenos meteorológicos extremos desde el punto de vista de la planificación física debe tener en cuenta, aspectos relacionados con:

- Localización y protección de las construcciones costeras teniendo en cuenta la posible penetración del mar durante eventos meteorológicos extremos.
- Ubicación de construcciones e infraestructura en terrenos bajos o potencialmente inundables a causa de la penetración del mar y de lluvias intensas.
- Trazado de las vías de transporte y de las redes de instalaciones exteriores respecto al embate de los fuertes vientos, lluvias intensas y otras afectaciones en zonas costeras.
- Desconcentración de edificaciones y sus servicios respecto a zonas vulnerables, sobre todo costeras o en la proximidad a ríos, terrenos bajos, etc.
- Adecuada correspondencia entre las características constructivas de las edificaciones y su emplazamiento, evitando las tipologías estructurales precarias o de menor calidad constructiva en zonas vulnerables por fuertes vientos, inundaciones y penetración del mar.

Tanto las medidas de mitigación como el completo conocimiento de los elementos en riesgo son aspectos que no se deben descuidar si se persigue una reducción al máximo de la vulnerabilidad en el tema del hábitat. Está claro que la mitigación de desastres es un aspecto crucial en la disminución de la



vulnerabilidad de la edificaciones de vivienda ante huracanes a lo cual se debe sumar un trabajo profundo y constante en la gestión de riesgo.

- ✓ **Gestión de riesgos:** Se entiende como la capacidad de las sociedades y de sus actores sociales para transformar el riesgo, actuando sobre las causas que lo producen. Dicha gestión incluye las medidas y formas de intervención que hacen posible la reducción y mitigación o prevención de los desastres. Es un proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de riesgo de desastre de una comunidad, región o un país, ligado a la búsqueda de la sostenibilidad. [León, 2007].

- ✓ **Riesgo:** Se define como la destrucción o pérdida esperada, debido a la ocurrencia de probabilidad de recurrencia de eventos peligrosos con la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas (CREDE – IPSJAE). Según el UNDRO es el grado de pérdida esperada debido a la recurrencia de un suceso particular y como una función de las amenazas y la vulnerabilidad. Se dice que un elemento social está en riesgo o es vulnerable, si se expone a amenazas de desastres conocidos y es probable que sufra efectos adversos al impacto de tales amenazas, siempre y cuando ocurran sobre aquellas comunidades, estructuras, servicios o actividades pertinentes con elementos en riesgo. [Coburn, Spence, Pomonis, 1991]. Cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno. Se dice también que es la probabilidad de que ocurra un desastre y que resulte un nivel determinado de pérdidas. [Maskrey, 1993].
Existen determinados riesgos entre ellos en término físico se encuentra el **riesgo específico** que no es más que una pérdida que se espera ocurra en un determinado período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo. Es muy común que el riesgo solamente se estime en términos físicos, ya que se dificulta evaluar cuantitativamente la vulnerabilidad social, no es imposible



dicha estimación para estos casos, en forma relativa o mediante indicadores; **riesgos relativos**, que igualmente permiten tomar decisiones y definir prioridades de prevención y mitigación. Una vez que se evalúa el riesgo y se analiza que no es posible reducirlo es necesario definir un nivel de **riesgo aceptable** para efectos de la planificación y el diseño de obras de infraestructura y de protección, dicho riesgo no es más que un valor admisible de probabilidad de consecuencias sociales y económicas. Según las autoridades que manejan este tipo de decisiones consideran que es muy bajo para permitir su uso en la planificación física, la formulación de requerimientos de calidad de los elementos expuestos o para fijar políticas socioeconómicas afines.

El **riesgo total** es la acumulación cuantificada del riesgo específico de cada uno de los elementos expuestos. Este no sólo depende de la amenaza, que en muchos casos no es modificable, sino también de la vulnerabilidad de dichos elementos. La vulnerabilidad puede ser modificable en algunos casos mediante planes de intervención cuyo objetivo es reducirla dando como resultado la disminución del riesgo de los sujetos involucrados. [Maskrey, 1993].

Para evaluar el riesgo es necesario realizar la evaluación de la amenaza o peligro, el análisis de la vulnerabilidad y la estimación del riesgo como resultado de la relación de los dos parámetros anteriores. El riesgo puede ser modificado si uno o más de estos parámetros cambian. [Maskrey, 1993].

El riesgo puede expresarse de la siguiente manera:

RIESGO = (Amenaza x Prevención) (Vulnerabilidad x Mitigación)

El impacto de los desastres en las actividades humanas ha sido un tema tratado en los últimos años en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes en forma diferente, aunque en la mayoría de los casos de una manera similar. La UNDRO en conjunto con la UNESCO promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en



los últimos años. Entre otros conceptos, el reporte de dicha reunión Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidad incluyó los siguientes:

1. **Amenaza peligro o peligrosidad (H):** es la posibilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.
2. **Vulnerabilidad (v):** es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 ó sin daño a 1 ó pérdida total.
3. **Riesgo específico (Rs):** es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso en particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.
4. **Elementos en riesgo (E):** son la población, los edificios y las obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.
5. **Riesgo total (Rt):** se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre.

Teniendo determinados estos conceptos se puede definir que:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot H \cdot V$$

Con un correcto entendimiento de todos los aspectos que puedan ampliar el campo de acción de las medidas de mitigación y la puesta en práctica de estas en específico en las edificaciones de viviendas y un análisis detallado de todos los elementos en riesgo que puedan ser afectados directa o indirectamente por el paso de un huracán unido a la realización de la tarea de gestión de riesgo en todos los puntos posibles la vulnerabilidad podrá ser reducida en un gran porcentaje.

Si bien la amenaza, en este caso los huracanes, es un elemento que no puede ser reducido o eliminado por su naturaleza, la vulnerabilidad y en específico la



de las viviendas ante la ocurrencia de un fenómeno de este tipo basado en lo anteriormente expuesto si puede ser reducida con la efectiva aplicación de medidas de mitigación. [Aguiar, 2007].

1.5 Aspectos relacionados con la vulnerabilidad de la vivienda

La vulnerabilidad en la vivienda es un elemento medible el cual se puede disminuir con la aplicación de las medidas de mitigación y con la correcta realización de la tarea de gestión de riesgos. [Aguiar, 2007].

La vulnerabilidad asume diferentes dimensiones entre ellas está la física, funcionales, institucionales y sociales. De las mencionadas anteriormente son de interés en el tema de la construcción solamente la física y la funcional. [Coburn, Spence, Pomonis, 1993]. La **vulnerabilidad física** tiene que ver con la capacidad que tiene una estructura para soportar las sollicitaciones a las que se ve sometida en el momento de un evento meteorológico, es decir, la forma con la cual responde ante los esfuerzos producidos por los vientos extremos, inundaciones y demás efectos asociados a los huracanes durante toda la vida útil de la edificación. La **vulnerabilidad funcional** tiene gran importancia en las edificaciones pues deben seguir cumpliendo su función durante y después de ocurrido un evento catastrófico. No solo tiene en cuenta la confiabilidad de la estructura sino que tiene en cuenta el comportamiento de elementos no estructurales. [Medinilla, 2004].

Se precisa que la evaluación de la vulnerabilidad tenga un enfoque sistemático y estructurado.

Dentro de la vulnerabilidad física evaluada se contemplan:

1. Vulnerabilidad de las construcciones.
2. Vulnerabilidad de la infraestructura.
3. Vulnerabilidad del entorno natural y construido. [León, 2007].

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las construcciones se tuvieron factores en cuenta como la **vulnerabilidad estructural** y **vulnerabilidad no estructural**. La **vulnerabilidad estructural** se refiere a la incapacidad de resistencia de los elementos estructurales a fuerzas externas provocadas por



determinados eventos, determinada por la forma, el diseño estructural y las características de los materiales de construcción que contribuyen a que la estructura cumpla el rol para la cual se diseñó y resista el evento.

Por otro lado se define la **vulnerabilidad no estructural o constructiva** como la posibilidad en que determinados subsistemas propios de la estructura que no forman parte de la misma puedan ser dañados. [Coca].

Para la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Vulnerabilidad de los servicios básicos a la vivienda: redes de abasto de agua, redes eléctricas, alcantarillados y sistemas de tratamiento de aguas servidas.
2. Vulnerabilidad de las vías de comunicación: sobre todo las vinculadas con las viviendas, tales como las carreteras y calles y su infraestructura asociada.
3. Dentro de la vulnerabilidad del entorno natural y construido, se hace referencia al arbolado y vegetación en general, configuración topográfica, desniveles en las construcciones, sus inmediaciones y en el entorno a las mismas. [Olivera, 2003].

Un análisis de vulnerabilidad no es más que el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

Para lograr una reducción en la vulnerabilidad de estructuras e infraestructura se deben cumplir con reglamentos planteados por instituciones tanto internacionales como nacionales, ajustándose específicamente al caso de Cuba. [León, 2007]. Para analizar los efectos que producen los huracanes, es preciso analizar varios factores que contribuyen de forma directa a la vulnerabilidad.



1. Asentamientos ubicados en áreas bajas de la costa.
2. Asentamientos en áreas adyacentes.
3. Sistema de comunicación o avisos deficientes.
4. Estructuras livianas, construcciones antiguas, mala calidad en la albañilería. [León, 2007].

En la construcción de viviendas los factores más importantes de los mencionados anteriormente son los relacionados con la ubicación en áreas fácilmente inundables y las características propias de las construcciones como tipo de estructura, materiales, edad de la edificación, entre otras. [León, 2007].

En capítulos posteriores se analizarán los talleres de Ecomateriales existentes en la provincia y se profundizará más en el estudio de la teja de microconcreto.

1.6 La teja de Microconcreto(TMC)

El déficit de viviendas en el hemisferio Sur es una situación crónica que va en aumento. Más del 60% de las casas se construyen dentro del sector informal y el techado es la parte más costosa de una vivienda sencilla. [www.ecosur.org/content/view/34/41/, marzo 2008].

La cubierta no es sólo el componente más esencial, sino por lo regular, el más costoso de todos los componentes de una vivienda, en su función de proteger la familia y sus bienes; lo que influye considerablemente en el déficit habitacional existente. Fundamentalmente en los países en vías de desarrollo, existen cada día más personas carentes de un lugar adecuado para vivir y se alejan cada vez más de la posibilidad de adquirir una vivienda económica y confortable. Una buena cubierta en el Tercer Mundo, que sirva adecuadamente a la mayoría de la población, debe además dar la posibilidad de construirse fácilmente, ser impermeable, aislar convenientemente el calor, pesar poco, tener buena presencia y sobre todo ser económica, duradera y poder repararse fácilmente. [Coca, 2001].

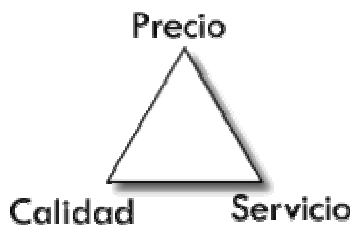
Los expertos de EcoSur han estado involucrados en la búsqueda de una tecnología de techado que contribuya a aliviar esta situación crónica. Las tejas de microconcreto (TMC) se han convertido en una alternativa estable en las



regiones de mercado local a lo largo de América Latina, así como en partes de Asia y África, satisfaciendo las necesidades existentes.

[www.ecosur.org/content/view/34/41/, marzo 2008].

El impacto que la TMC ha generado solo en América Latina ha valido el esfuerzo. Las decenas de miles de familias que hoy cuentan con un techo **bueno, bonito y barato** son el resultado de tantos años de trabajo. Pero no es posible quedarse con lo logrado, es necesario luchar para que después de haber logrado una masificación, se llegue a obtener una teja de óptima calidad. El famoso triángulo de oro de servicio al cliente hay que cumplirlo.



[www.ecosur.org/content/view/175/195/, marzo 2008].

1.6.1 Sostenibilidad en la TMC

La cubierta de microhormigón es un producto que puede competir en el mercado libre de materiales de construcción, siempre que se organicen bien los talleres y se tome conciencia de la importancia de la calidad. Generalmente, su precio de venta compite favorablemente con el producto más barato en el mercado (chapa de hierro galvanizado) y permite beneficios razonables. En los proyectos de vivienda, la eficiente organización de los talleres y el empleo de mano de obra voluntaria permiten alcanzar ahorros importantes. Cerca del 20% de todos los talleres pertenecen o están llevados por mujeres, ya que la tecnología se adapta bien a los empleos de media jornada y no requiere fuerza, sino dedicación y disciplina. [habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp676.html, marzo 2008].

La **sostenibilidad** puede definirse como un proceso de consumo responsable, en el que se minimiza la generación de desechos y se interactúa en forma equilibrada con los ciclos naturales, balanceando las actividades y deseos de



los seres humanos con la integridad y capacidad de carga de la naturaleza; busca lograr una relación estable y de largo plazo entre las necesidades del hombre y los recursos naturales disponibles: suelo, agua, aire y biomasa. El propósito fundamental del desarrollo sostenible es satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. [Fournier, 2000].

1.6.2 Los desastres naturales y las TMC

La escasez de vivienda aún está entre los mayores problemas sociales de Cuba, con un déficit que cada año se agrava por frecuentes huracanes. Pero la aparición del resistente microcemento y en particular de los ecomateriales mejora las perspectivas. Millares de familias en Cuba y otros países del Caribe y de América Central viven una zozobra parecida, ya sea por carencia de recursos o por la fragilidad de las zonas en que habitan para resistir los vientos huracanados. [www.ecosur.org/content/view/335/291/, marzo 2008].

Tales desastres agravan el déficit ya crónico en el sector habitacional cubano, estimado en más de medio millón de casas por el Instituto de la Vivienda, carente de recursos para emprender soluciones a corto y mediano plazo.

Por otra parte, autoridades y expertos del sector académico coinciden en que el estado de las viviendas continúa siendo uno de los elementos más vulnerables del país ante los ciclones tropicales. Según datos oficiales, 40 por ciento del fondo habitacional de más de tres millones de viviendas se encuentra en regular o mal estado, proporción que se eleva a 50 por ciento en las provincias orientales de la isla. En ese sentido, expertos del Centro de Investigaciones de Estructuras y Materiales (Cidem), de la Universidad Central de las Villas, coinciden en que toda estrategia constructiva debe tener muy en cuenta la necesidad de reducir la vulnerabilidad ante los desastres. [www.ecosur.org/content/view/335/291/, marzo 2008].



Exactamente un mes después de la Conferencia sobre Ecomateriales para la Prevención y el Alivio de Desastres celebrada en Santa Clara, Michelle, el huracán más devastador que pasa por Cuba en décadas azotó fuertemente la isla. La provincia de Villa Clara fue una de las zonas más duramente golpeadas. La vasta experiencia de Cuba en la preparación para desastres durante las cuatros décadas pasadas se hizo evidente durante el huracán Michelle. Al detectar un huracán el país rápidamente da pasos preparativos. La población es informada a través de la radio y la televisión, mientras se sigue la trayectoria del ciclón y las organizaciones de la comunidad activan sus planes de contingencia. La organización de la humanidad en lo referido a la Defensa Civil constituye otro aspecto clave, la información recibida por la población permite a dichas organizaciones actuar en conjunto y crear conciencia en la población sobre la importancia de llevar a cabo los pasos requeridos en tal situación.

Los participantes en la Conferencia de Ecomateriales que pudieron visitar la ciudad de Sagua la Grande y el poblado de Isabela de Sagua tuvieron conocimiento de los daños ocasionados (27 casas totalmente destruidas y unas 60 semidestruidas en Isabela) sin embargo se pudieron apreciar ciertos signos positivos. De las casas cubiertas con tejas de microconcreto, ninguna fue destruida. [Pozak, 2002].

Los ecomateriales se obtienen y fabrican mediante el uso de recursos y tecnologías locales, con un ahorro considerable en los costos de producción y respetando el entorno. De ahí el nombre, que alude a su viabilidad tanto económica como ecológica. [www.ecosur.org/content/view/335/291/, marzo 2008].

La red EcoSur tiene expectativas de que los proyectos en vía de desarrollo implementen medidas de prevención de desastres. Durante las últimas décadas los socios de la red EcoSur ha tenido como guía en la construcción de viviendas, viviendas resistentes a las condiciones climáticas del lugar. La confianza de EcoSur para seguir ese camino se la ha dado las construcciones realizadas en Colombia, República Dominicana, Nicaragua, Jamaica y Cuba; las cuales han resistido el paso de numerosos huracanes y terremotos. En el área del Caribe se



ha demostrado la resistencia que proporcionan los techos de TMC. De alguna forma el Caribe ha servido como ejemplo para construcciones resistentes a este tipo de desastre natural. [www.ecosur.org/content/view/233/62/, marzo 2008].

Al paso del huracán Michelle por el Caribe y Centroamérica, se publicó un artículo en El Guardián, refiriéndose a la diferencia en los daños ocasionados en Cuba respecto a los países vecinos. [www.ecosur.org/content/view/232/62/, marzo 2008].

Un caso digno de conocerse dentro del campo de la construcción es el que corresponde a los llamados Ecomateriales y particularmente a las tejas de microconcreto (TMC), que son elaboradas por más de 650 productores en toda América Latina. Todo empezó en 1991, cuando se realizó el primer seminario latinoamericano de TMC, al que acudieron 20 productores de 11 países que sentaron las bases para la formación de la Red Latinoamericana de TMC. Cinco años más tarde, los integrantes de este consorcio fijaron sus metas más allá de las tejas y ampliaron su campo de acción para incluir otras tecnologías, para lo cual crearon Ecosur, la red del hábitat ecológico y económico. Al mismo tiempo se concibió la palabra “Ecomateriales” para definir los materiales de construcción que son ecológica y económicamente viables.

En cuanto al uso arquitectónico, las TMC no son sólo un elemento decorativo, en realidad son una solución de cubierta. Las tejas son livianas y por lo tanto los costos de la estructura de la cubierta se reducen; además, tienen la cualidad de poder colocarse sobre estructura de madera o metal, e inclusive como elemento decorativo sobre losa de concreto. Todo ello hace posible que las TMC se usen en construcciones de todo nivel con excelentes resultados. EcoSur busca fortalecer el camino hacia un hábitat económico y ecológicamente sostenible, buscando el desarrollo mediante el avance de la ciencia y la aplicación de la tecnología en las construcciones sin dañar la dinámica del medio ambiente.

Las tecnologías de los ecomateriales deben ser promovidas como un método para reducir el impacto ambiental de la construcción. La mejor manera de asegurar la sostenibilidad del negocio es encadenar la producción al consumo, es decir, producir materiales que se consuman en proyectos propios o en



negocios ya establecidos, con empresas constructoras.
[www.imcyc.com/ct2008/mar08/sustentabilidad.htm, marzo 2008].

1.7 Conclusiones Parciales del Capítulo 1

A través de la búsqueda realizada se puede arribar a las siguientes conclusiones:

1. Los temas acerca de la sostenibilidad y los desastres naturales en la teja de microconcreto han sido ampliamente tratados por varios autores.
2. En términos de sostenibilidad, en la bibliografía consultada, se analiza la misma a través de sus dimensiones, donde a pesar de los diferentes criterios expuestos se puede señalar como las más importantes la económica, la social, la ambiental y la tecnológica.
3. En la bibliografía analizada se propone que la construcción de viviendas con tecnologías apropiadas, en específico de la cubierta, cumpla con las dimensiones de la sostenibilidad.
4. La búsqueda realizada nos permitió conocer acerca de la influencia de los desastres naturales en las viviendas con el fin de reducir la vulnerabilidad de las mismas.
5. La bibliografía consultada evidencia la importancia que ha jugado la teja de microconcreto que la convierte en una alternativa viable para las viviendas.

Capítulo 2





CAPÍTULO 2

En este capítulo se expone una breve caracterización de los talleres de Ecomateriales existentes en la provincia de Villa Clara, así como características técnicas de las tejas de microconcreto y del sistema de vigas Sipret.

2.1 Caracterización de los Talleres

En el país existen 25 talleres de Ecomateriales, que se dedican a la producción de diferentes productos.

La palabra “**EcoMateriales**” fue creada por EcoSur en 1991 para denominar los materiales viables económica y ecológicamente. Promoviendo el uso de tecnologías tradicionales, utilizando materiales locales, pero también nuevas interpretaciones y desarrollos, sin embargo, a veces es difícil encontrar métodos y costumbres tradicionales en los lugares, ya que la propaganda para productos industriales ha marginado muchas soluciones populares. El pueblo alberga dudas acerca del uso de materiales y tecnologías tradicionales.

Los expertos de EcoSur tratan de descubrir la materia prima existente en el lugar y la combinan con tecnologías conocidas, si fuese posible de la misma región, pero a veces transfiriendo conocimientos de un lugar a otro, inclusive de un continente a otro. No obstante, esto nunca puede reducirse a aplicar una receta, tiene que ser una combinación creativa que tome en cuenta factores técnicos, sociales y económicos. A menudo es evidente la solución, pero a veces requiere un análisis intensivo de alguna materia prima para definir su utilidad.

EcoSur trabaja intensamente con tecnologías tradicionales, pues consideran importante la investigación y el desarrollo de nuevos productos basándose en conocimientos antiguos. [www.es.wikipedia.org / wiki / Ecomateriales, marzo 2008]. Los colaboradores de la Red EcoSur en Cuba han llevado a cabo el desarrollo de tecnologías que contribuyan a la realización de proyectos que se dedican a un mejoramiento en el tan deteriorado fondo habitacional, creando



condiciones locales para la producción de materiales de construcción. Dentro de estos materiales se encuentran:

- Bloques huecos de hormigón de 20, 15, 10 cm a base de cementos alternativos y cemento Portland.
- Celosía.
- Adocreto.
- Vigas principales y vigas correas.
- Tejas a base de arena y cemento Portland.
- Cemento puzolánico CP – 40 a partir de cal y puzolanas.

En la provincia de Villa Clara existen 6 talleres de Ecomateriales en funcionamiento y 3 en vías de realización. Los que se encuentran en funcionamiento se encuentran en los municipios de Quemado de Güines, Sagua la Grande, Santa Clara, Manicaragua, Camajuaní y Caibarién. Los talleres que se encuentran en vías de realización se encuentran en los municipios de Placetas, Ranchuelo y Encrucijada.

En estos talleres la producción puede ser asumida por personal de baja o intermedia calificación, requiriendo muy pocos operarios para su manejo. Por otra parte no necesita de grandes inversiones ni infraestructuras. Las miniplantas pueden ser instaladas en lugares remotos o de difícil acceso y operan en gran medida con materiales locales, naturales o de desecho. Permiten también producir de acuerdo a la demanda e ir ampliando la producción progresivamente, con pocas inversiones, luego de sobrepasada la capacidad para la que fueron diseñadas. Estos materiales presentan sobre todo un consumo de energía mucho más bajo que sus similares y su nivel de emisión de contaminación ambiental es también mucho más bajo. Las tecnologías antes descritas permiten crear empresas de venta de materiales propios, organizar planes sociales de producción de viviendas con participación popular y crear cooperativas de producción y venta de materiales de construcción. La producción y utilización de ecomateriales contribuye a la mejora del nivel de vida de la población al facilitar la creación de ambientes



construidos más sanos. [Machado, 2000]. Para la producción de estos materiales es preciso la utilización de un conjunto de máquinas, las cuales junto a otros accesorios conforman un conjunto productivo a modo de una pequeña industria. Cada taller debe contar con una Vibracom compactadora (Figura 2.1), con un juego de moldes para cinco productos: celosía, adocreto y los tres tipos de bloque de 20, 15, y 10 cm. Un molino de bolas MB – 600 (Figura 2.2) para la producción de cemento puzolánico CP – 40 y un sistema de moldes SIPRET (Figura 2.3) obteniéndose dos productos: vigas principales y vigas correas. Se utilizan otras máquinas como la mesa vibratoria (Figura 2.4) para la producción de tejas de microconcreto, la hormigonera, un sistema de riego por aspersión para el curado, además de contar con un área de almacenamiento, producción y curado.



Figura 2.1. Máquina Vibracom



Figura 2.2. Molino de bolas MB - 600



Figura 2.3. Moldes SIPRET



Figura 2.4. Máquina de moldeado y vibrado



Tabla 2.1. Datos generales de los talleres de Ecomateriales de Villa Clara.

No	Talleres	Ubicación	Tipo de producción	Capacidad de producción	Tecnología empleada	Destino de la producción	Cantidad de trabajadores
1	Quemado de Güines	9na Avenida Sur # 28	Bloques de 15 y 10 cm, tejas de microconcreto y CP - 40	200 tejas 1000 bloques(10 cm) 500 bloques (15 cm) 1ton CP - 40 semanal	Máquina semi - mecanizada	Población, acciones constructivas, rehabilitación	5 prod. Bloques 1 prod. Tejas
2	Sagua la Grande	Callejón del Miedo. Carretera Sagua - Quemado	Bloques de 15 y 10 cm, tejas de microconcreto, celosías, vigas y CP - 40	500 bloques 100 - 120 tejas 60 ml de vigas principales 180 ml de vigas correas $\frac{1}{2}$ m ³ CP - 40 para la prod. Diaria.	Máquina semi - mecanizada	Desarrollo del fondo habitacional donde se encuentra el taller a través del esfuerzo propio o las unidades empresariales.	6 prod. Bloques 2 prod. Vigas 4 prod Losetas 1 prod. CP - 40 1 prod. Tejas
3	Santa Clara	Circunvalación y Carretera de los Sirios	Bloques de 15 cm	260 - 270 bloques	Trabajo Manual	Insumo	9 prod. Bloques
4	Manicaragua	Circunvalación	Bloques de 15 y 10 cm	500 bloques	Máquina semi - mecanizada	Damnificados del ciclón	6 prod. Bloques
5	Camajuaní	Calle Martí # 81	Bloques de 10 cm	400 bloques	Máquina semi - mecanizada	Insumo	5 prod. Bloques
6	Caibarién	Avenida 15 # 817	Bloques de 10 cm	600 bloques	Máquina semi - mecanizada	Insumo	6 prod. Bloques



Figura 2.5. Localización de los talleres en la provincia de Villa Clara

En la tabla 2.1 se da una breve explicación de la ubicación de los talleres, su producción, la tecnología utilizada, los trabajadores que utiliza en cada producción y en la figura 2.5 se da a conocer la localización de los talleres. A continuación se brinda una breve valoración del estado actual de la producción en los talleres de la provincia.

2.1.1 Taller de Sagua La Grande

Este taller tiene bastante buena calidad ya que mantiene en funcionamiento la hormigonera, la máquina Vibracom para la producción de bloques, la máquina vibradora para la producción de tejas aunque se ve limitada dicha producción por la falta de arena artificial. Se cuenta además con el sistema de moldes Sipret para vigas contando con 700 moldes en buen estado. Este taller es uno de los más completos de la provincia pues hace todos los componentes para una vivienda. Hasta ahora ha producido dos tipologías: una es viga, correa y teja de microconcreto y la otra viga, correa, loseta y teja de microconcreto.

Muchas veces la producción se limita por la falta de materias primas y su transportación, para cumplir con su capacidad productiva es necesario diariamente 6 m³ de granito, 4 m³ de árido fino, 1.3 toneladas de cemento



P – 350, 100 kg de hidróxido de calcio, 300 kg de zeolita, 200 kg de acero, la mano de obra de 10 hombres y el correcto funcionamiento de las máquinas.

2.1.2 Taller de Santa Clara

Este taller presenta mala calidad al no disponer del espacio suficiente para una adecuada producción, la cual se ve limitada por la falta de materias primas mayormente por su transportación, además que el nivel que presenta la calle es superior al del taller y se inunda, trayendo consigo la afectación de la producción. La máquina que tiene para hacer bloques ya está vieja y requiere de una reparación, no cuenta con hormigonera por lo que el trabajo es manual.

2.1.3 Taller de Manicaragua

Este taller tiene bastante espacio para la producción pero al igual que los demás se ve limitada por la falta de materias primas y su transportación. Tiene funcionando la máquina Vibracom y la hormigonera.

2.1.4 Taller de Quemado de Güines

El taller presenta bastante buena calidad, cuenta con un total de 140 moldes para tejas de microconcreto. Cuenta con un buen espacio para la producción aunque casi no tiene tinajas de curado. Tiene en funcionamiento la máquina Vibracom, la hormigonera y la máquina vibradora para la producción de tejas. Presenta la inconveniente de verse limitada por las materias primas y su transportación.

2.1.5 Taller de Camajuaní

Este taller al igual que los demás se ve afectado por la falta de materias primas. Tiene en funcionamiento la máquina Vibracom y la hormigonera. Solo se dedica a la producción de bloques.



2.1.6 Taller de Caibarién

El taller sólo se dedica a la producción de bloques por lo que mantiene trabajando la máquina Vibracom y la hormigonera para la producción de la mezcla, al igual que los demás talleres se ve limitado por la falta de materias primas.

2.2 La Red Ecosur.

La Red Ecosur es una entidad dinámica que se mueve desde las bases rurales ubicadas en diversas regiones del mundo, pasa por los socios locales en cada país, hasta los centros de coordinación, y viceversa, generando relaciones y contactos entre personas y organizaciones. Su existencia va mucho más allá de representaciones y oficinas, para convertirse en colaboración y solidaridad involucrando a prestigiosos centros de investigación y a decenas de especialistas en todos los continentes. EcoSur abarca también la investigación académica, a veces involucrando tesis con estudiantes. Investigación desde la sostenibilidad de la TMC hasta la energía incorporada en materiales de construcción, que involucra la colaboración entre universidades latinoamericanas y europeas. EcoSur se dirige al gran déficit habitacional en los países del hemisferio sur, especialmente la gran mayoría de personas sin un techo adecuado. La TMC quedó como columna vertebral de la Red, y EcoSur ha jugado un papel significativo en su transferencia tecnológica por y más allá de América Latina. [www.ecosur.org/content/view/254/591, junio 2008].

Ecosur tiene una gran relación con la producción en los talleres y en los componentes de los techos de teja de microconcreto para viviendas ecológicas.

2.3 Vivienda Ecológica

En la actualidad en el campo de la construcción se busca reducir el impacto que provoca la misma sobre el medio ambiente, por lo que se ha adoptado por buscar tecnologías que ayuden a las personas a escoger los materiales de



construcción que les permita construir lo que se ha dado llamar viviendas ecológicas.

Cuando nos preguntamos “¿Qué es vivienda ecológica?”, evocamos imágenes y sentimientos de armonía con la naturaleza, de uso racional de los recursos, de responsabilidad en nuestras acciones, de vida sana, de plenitud verde, de respeto a nuestros orígenes. La respuesta es realmente sencilla: se encuentra en nuestras propias raíces, en la naturaleza que nos rodea, en el sentido común de la vida, en la interpretación inteligente de nuestra cultura. Sin embargo, el propio desarrollo de la humanidad se ha encargado de hacerla parecer muy compleja. Solo basta mencionar que, si bien antes de la II Guerra Mundial las construcciones se hacían con materiales naturales, hoy día, 50 años después, la industria de la construcción se ha visto inundada por miles de sustancias químicas y materiales sintéticos, cuyos efectos a largo plazo en el hombre y en la naturaleza son desconocidos. Ante esta realidad, ¿qué puede hacer el usuario que va a construir su vivienda a la hora de escoger entre los diferentes productos, materiales y sistemas, así como diseños, que le ofrece el mercado? Para escoger con cierto criterio el usuario consciente debe preguntar e informarse y analizar sobre las distintas opciones que se le presentan a sabiendas de que no obtendrá todas las respuestas y que en el proceso cometerá errores, pero logrará aciertos. Algunas de estas interrogantes pueden ser: ¿cuáles son los requerimientos energéticos y de transporte del producto? ¿cuál es el impacto ambiental del proceso de fabricación? ¿qué tan natural es el producto? ¿cuál es su durabilidad? ¿cuáles son las pautas de diseño que se deben seguir? ¿cuál es su impacto en el bienestar y la salud? ¿cuáles son las alternativas y su costo relativo? Para que el usuario pueda interpretar correctamente las respuestas, debe comprender los conceptos que hay detrás del término “vivienda ecológica”. Partiendo de que el aire, el sol, el espacio abierto, la vegetación, el silencio y la privacidad son las alegrías esenciales que debe disfrutar todo ser humano, cualquiera que sea su condición, debe dominar los modernos conceptos de “desarrollo sostenible” y “construcción biológica”.



El desarrollo sostenible surge como un esfuerzo de transición del período de degradación del medio en que vivimos hacia un ambiente más natural y humano. Históricamente la relación entre el hombre y la naturaleza ha planteado tres problemas fundamentales.

- La utilización de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del hombre.
- La contaminación del medio con residuos, desechos y otros materiales producto de las actividades humanas.
- La ocupación de espacios naturales como hábitat de las sociedades humanas.

El concepto de construcción biológica parte del estudio de la interacción holística entre los seres humanos, el ambiente construido y el entorno. Es un movimiento que nace en Alemania y que busca desarrollar el conocimiento y entendimiento de como los edificios y materiales afectan a las personas, e implementar sistemas que ayuden a crear ambientes sanos para la vida. La construcción biológica estudia el clima interno y el entorno de los edificios y pretende recrear, tan cerca como sea posible, las condiciones propias del ambiente natural. Es realmente una nueva filosofía de edificación que toma en consideración la salud de las personas, el ambiente natural y las necesidades humanas de refugio. Conceptualiza la vivienda y su entorno como una tercera piel, la primera es nuestra propia piel, la segunda nuestro vestido. [Fournier, 2000].

2.4 El impacto de la Construcción en el Medio Ambiente

La industria de la construcción, aunque un contribuyente importante al desarrollo económico de todo el país, también es una fuente de daño al medio ambiente. La industria es un consumidor importante de recursos naturales no renovables los que incluyen: madera forestal y metales en vía de desaparición y combustibles fósiles en particular. De acuerdo a un estudio la décima parte de la economía global es dedicada a la construcción y operación de edificios



residenciales y de oficinas y entre un sexto y la mitad de los recursos principales de la tierra son utilizados por la construcción e industrias relacionadas con la construcción. El uso insostenible de madera para la construcción y la quema de ladrillos y tejas ha contribuido a la pérdida de este valioso recurso natural. La madera dura (normalmente es usada de manera insostenible) se la consume de una manera que causa deforestación y daña los ecosistemas. Grandes cantidades de energía se utilizan para la obtención, transporte, procesamiento y manufactura de elementos básicos para la construcción. La energía es utilizada para el transporte de materiales terminados al lugar de la construcción, para armar las partes y otros procesos. Una gran parte de la energía se gasta en el funcionamiento y mantenimiento de las estructuras. Las emisiones causadas por esto son un gran daño causado indirectamente por la construcción al medio ambiente. Además de lo mencionado anteriormente sobre los patrones insostenibles de utilización de los recursos naturales en la construcción, la industria causa pérdida de tierras para la agricultura y tiene serios efectos en las zonas costeras y en las fuentes de agua, los que en algunos lugares han alcanzado proporciones críticas. La pérdida de tierras para la agricultura no es causado únicamente por los asentamientos humanos, las carreteras y establecimientos a lo largo de estas, y el impacto que tiene la obtención de materiales para la construcción, también la extracción de arena y grava de los ríos y costas causa serios problemas. El retiro de coral y conchas de un lecho para producir cal por ejemplo, destruye el medio marino así como algunos grandes proyectos de ingeniería civil como presas o esquemas de irrigación.

Finalmente la construcción y las industrias relacionadas con esta mundialmente son uno de los principales productores de desechos sólidos y líquidos que no solo contaminan el suelo, el agua y el aire, sino que además son dañinos para la salud del hombre. Las emisiones de las fibras de asbesto son un ejemplo de los peligros, por esto la necesidad de introducir tecnología amigable para con el medio ambiente a la construcción e industrias relacionadas se ha convertido en una estrategia importante en el camino al desarrollo sostenible.



Algunas de las áreas más importantes en la degradación ambiental provocada por la construcción se dan a conocer a continuación:

- **La degradación del suelo:** El crecimiento continuo de la población humana y las actividades industriales relacionadas con los asentamientos humanos crea una demanda creciente del recurso principal la tierra, el uso de la tierra en muchos países ha creado conflictos debido a la falta de políticas para el uso correcto de la tierra.
- **Impacto en las zonas costeras y recursos marinos:** Además de los daños causados por la agricultura y la deforestación la construcción puede causar graves efectos en costas y en todo recurso acuático que en algunas áreas está alcanzando proporciones críticas. La extracción de arena y grava de los ríos y playas tiene gran efecto en el ambiente incrementando la erosión del suelo. Los proyectos de construcción como represas y riachuelos para riego ponen en riesgo las aguas costeras bloqueando la migración de los peces, reducen la cantidad de nutrientes y alteran su salinidad.
- **Impacto en recursos forestales:** Los bosques son una fuente de recursos naturales para cualquier país porque juega un punto muy importante en la conservación de nacientes de agua y previene la erosión del suelo y balancea el ecosistema. Madera como un producto forestal importante no es solo un material de suma importancia para la construcción, sino que también es una fuente económica muy importante para algunos países en vía de desarrollo. Por esto que la pérdida de bosque por cualquier razón, puede provocar desastres económicos, humanos y ambientales. [Der – Petrossian, 2000].

Dentro de la vivienda uno de los componentes más importantes es la cubierta, desde un principio el hombre buscó la forma de guarecerse de las implemencias del tiempo, utilizando los elementos que encontraba en su entorno. Es objetivo



de este trabajo estudiar el techo como elemento de la vivienda, por lo que abordaremos en detalles este aspecto.

2.5 Ecomateriales: La Teja de Microconcreto. TMC

En los años 80 el grupo Sofonías decide centrar su búsqueda en materiales alternativos para la cubierta, el cual constituye generalmente el elemento más caro en la construcción de una vivienda. Dicha búsqueda se basó en el criterio de que los materiales pudieran ser manufacturados de forma descentralizada, que causaran el mínimo perjuicio al medio ambiente, que requirieran mano de obra para su fabricación y que fueran económicos. Para hacer frente a la pobreza inherente a la falta de vivienda adecuada, se optó por un enfoque multilateral, centrado en la cubierta. El uso de tejas de microconcreto (TMC), producidas en pequeños talleres de forma descentralizada, respondía a estos criterios. La Red de EcoSur ha transferido sus conocimientos a los países latinoamericanos, creando talleres que produzcan dichos materiales. EcoSur ha ampliado su campo de acción para incluir otras tecnologías ecológica y económicamente viables (ecomateriales). [www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp676.html, marzo 2008].

Las cubiertas son la parte de las viviendas que complementan su durabilidad y confort debido a que por la posición que ocupan están sometidas a fuertes efectos de erosión a causa de agentes climatológicos; además están afectados por cargas como el peso propio y otras accidentales. Todos estos efectos deben ser resistidos eficientemente para garantizar la protección interior del inmueble. Igualmente las mismas deben cumplimentar requisitos medioambientales, integrándose adecuadamente y sin emitir efectos negativos propio y otras accidentales.

No sólo en Cuba; sino también en todo el mundo, lograr dar solución a las cubiertas es uno de los temas que más se analizan día a día. Estas requieren de estudios y decisiones precisas con la finalidad de lograr una elevada calidad en su construcción. Sin lugar a dudas, la mayoría de la población desearía que la solución de su techo fuera una losa de hormigón revestida con elementos



impermeabilizantes; pero las posibilidades económicas y materiales del país actualmente no permiten generalizar esta variante y es por ello que cada territorio se ha visto en la necesidad de aplicar múltiples soluciones alternativas para dar terminación y proceder al habitable de las viviendas en ejecución. La tecnología de la TMC se ha convertido en una de esas soluciones. [www.bvsde.paho.org/vivi/cd/inhem2/reunion/tcsolcu1.htm, mayo 2008].

La naturaleza ha influido en la difusión de la tecnología de la TMC pues ha servido en numerosas ocasiones para demostrar que la misma presenta un comportamiento positivo ante los desastres naturales. Los huracanes George y Mitch azotaron varios países donde la utilización de la TMC ya había proliferado. En la República Dominicana las cubiertas con TMC reportaron ligeros y aislados daños donde la mayoría de las casas quedaron sin techo. [Meléndez, octubre 1998]. Al paso por Honduras los efectos del fenómeno eran de gran magnitud sin embargo no se reportaron graves daños. [Rhyner, mayo 1999]. En la región oriental de Cuba, específicamente en Santiago de Cuba se visitaron más de 100 viviendas techadas con TMC y no se observaron daños provocados por los huracanes. [Rhyner, mayo 1999]. En la provincia central de Villa Clara también se inspeccionaron muchas viviendas, sin embargo a pesar de los daños ocasionados se reportaron mínimas afectaciones en los techos de TMC. [MINAZ, julio 1998].

2.6 Los defectos de producción de la TMC

Para lograr una eficiente producción lo que debe primar es la calidad de la misma, frecuentemente en la producción de tejas de microconcreto se descuidan factores que inciden en su calidad, cometiendo errores que son corregibles, a continuación se presentan algunos de estos errores y sus posibles causas.

✓ Oquedades en la superficie de la teja

Las oquedades pueden ser producidas por una incorrecta granulometría, porque la cantidad de agua en la mezcla sea poca o porque el tiempo de vibrado sea insuficiente.



✓ Tejas poco resistentes y/o muy porosas

Puede estar producido porque el cemento utilizado esté viejo, la cantidad de cemento no sea la necesaria, la cantidad de agua suministrada sea más de la que requiere la mezcla, el mezclado del mortero sea inadecuado, sea demasiado el tiempo de vibrado, el curado no sea suficiente.

✓ Espesor variable

La variabilidad en el espesor puede ser producido por la distribución no uniforme del mortero, por mucha o poca cantidad de mortero, por la gran cantidad de agua suministrada al mortero, por el desnivel de la mesa vibradora.

✓ Alabeo en la forma de la teja

El alabeo puede ser producto de que la lámina de mortero no sea paralela al molde, los marcos de madera no se encuentran en buen estado, las estibas de los moldes están colocadas sobre una superficie no plana.

✓ Muchas grietas durante el moldeo

Las grietas pueden ser provocadas por una inadecuada granulometría, o por la utilización de un mortero con mucho tiempo de fabricado o con muy poco agua.

[Meléndez, Espinosa, Noboa, Rhyner, 2004].

2.7 Características de las tejas de microconcreto

Podemos decir que la teja de microhormigón es una solución de techo o mejor dicho, una variante de lo que es un techo antiguo, querido y muy utilizado. En la actualidad se fabrican varios tipos de tejas (solo la forma varía), la romana, la de canalón y además la de caballete o cumbrera(es un accesorio para cubrir la unión de dos caídas en una cubierta) y laterales o botaguas(es un accesorio para acabados de cubiertas) (Figura 2.6). Están fabricadas con arena, cemento y colorante.



Figura 2.6. Teja de microconcreto



Figura 2.7. Cumbreras redondas



Figura 2.8. Cumbreras a 120°

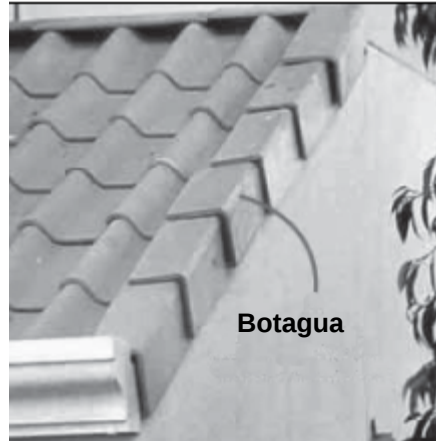


Figura 2.9. Botaguas a 90°

La teja de microconcreto (TMC) es un material de cubierta cuyas cualidades térmicas, hidráulicas, acústicas, la duración y la resistencia mecánica a los impactos están igual o por encima de otros materiales de cubiertas ligeras (ver



detalles en las Figuras 2.7, 2.8 y 2.9). En la tabla 2.2 se reflejan algunos de los datos técnicos de la teja de microconcreto.

Tabla 2.2. Datos técnicos de las tejas de microconcreto.

Datos Técnicos de las Tejas de Microconcreto.	
Dimensiones.	500 x 250 mm.
Área efectiva.	400 x 200 mm.
Cantidad de tejas x m ² .	12.5 tejas
Peso de la teja.	2.5 Kg. (espesor 8 mm). 3.0 Kg. (espesor 10 mm).
Peso por m ² de tejas.	31.0 Kg./m ² (espesor 8 mm). 37.5 Kg./m ² (espesor 10 mm).
Tejas para caballete y lateral.	500 x 250 x 10 mm.
Tejas por metro lineal.	2.5 tejas.
Conductividad térmica.	0.5 watt /m °C.
Peso por teja.	2.6 Kg.
Resistencia a flexión.	Más de 60 Kg. (espesor 8 mm). Más de 80 Kg. (espesor 10 mm).
Resistencia al impacto de una esfera de:	220 g. a un altura de 300 mm (esp. 8 mm) 220 g. a un altura de 400 mm (esp. 10 mm)
Producción /Hombre /Día.	350 tejas /2 hombres /día
Consumo aprox. de cemento x teja.	0.600~0.800 Kg.
Consumo aprox. de arena x teja.	1.6 Kg.
Rendimiento /bolsa (42.5 Kg.).	80 tejas.
Pendiente a utilizar en el techo.	22° (40.4%) hasta 30° (57.7%).

[Meléndez, Espinosa, Noboa, Rhyner, 2004].



2.7.1 Proceso de Fabricación

1. Se realiza la mezcla con Cemento Pórtland, agua y arena. Figura 2.10
2. La mezcla se vierte sobre la mesa vibradora. Figura 2.11
3. La mezcla se extiende sobre la mesa vibradora. Figura 2.12
4. El marco metálico da la forma a la teja según el elemento que se quiera obtener. Figura 2.13
5. La mezcla vibrada se coloca en el molde plástico. Figura 2.14
6. La mezcla se cura durante 24h en el molde. Figura 2.15
7. Se desmolda y se cura durante 8 días en tanques de curado o al vapor. Figura 2.16
8. Luego de 21 días de curado la teja está lista para ser vendida. Figura 2.17



Figura 2.10



Figura 2.11



Figura 2.12



Figura 2.13



Figura 2.14



Figura 2.15



Figura 2.16



Figura 2.17

[www.ecosur.org/content/view/273/41/, marzo 2008].

2.7.2 Ventajas de las TMC

- Las tejas presentan un buen comportamiento acústico y térmico, no requieren horneado, son ligeras, inoxidables, impermeables, resistentes al fuego, de buena apariencia y muy duraderas.
- Solo son necesarios dos materiales para la producción: El cemento y la arena.
- Se logra un ahorro de materiales y un mayor aprovechamiento de su dinero. Con una bolsa de cemento de 50 kg pueden cubrirse entre 6 y 7 m² de techo. En 60 m² de techo solo se consume un m³ de arena.
- Las tejas pueden soportarse en correas de madera u otro material sin requerir un entablado de base.



- La planta es compacta, de fácil instalación y operación, necesita muy poco espacio y no requiere de operarios ni herramientas muy especializadas.
- Se trata de una planta de producción limpia que no produce ruidos excesivos ni desechos que contaminen el ambiente o dañen a los trabajadores.
- La planta es de muy bajo consumo y gran autonomía energética por lo que puede instalarse en la ciudad, aldea, hacienda, selva, montaña o isla.
- Las características de la planta facilitan el aumento paulatino de la producción sin modificar el equipamiento, sólo se precisa añadir moldes y máquinas según sea necesario.
- La inversión inicial es muy baja y se recupera rápidamente.
- La utilización de esta tecnología refuerza la cooperación entre países en desarrollo en la búsqueda de soluciones eficientes a los problemas propios bajo condiciones específicas. [Rhyner, Pozak, Meléndez, 2000].

2.7.3 Aplicaciones de las TMC

La fabricación de estos materiales de construcción en base a condiciones de tecnología apropiada, puede traer las siguientes ventajas:

- Posibilidad de producción descentralizada en áreas rurales, generalmente cercanas a las fuentes de materias primas.
- El equipamiento a utilizar es simple, de fácil operación y bajos costos de mantenimiento.
- Las técnicas de fabricación son sencillas y pueden ser asimiladas por personal de baja calificación.
- El costo de inversión de la planta es bajo y el índice de recuperación del capital invertido es alto.
- Los materiales producidos son duraderos y resistentes.



- Bajo índice de consumo de energía en la producción de los materiales.
- Los costos de producción son muy bajos en comparación con los producidos en las grandes industrias.
- Comercio local del producto con el objetivo de disminuir los costos de transportación. [Águila, 2004].

2.8 La tecnología Sipret

La solución de los techos de las viviendas sigue constituyendo uno de los principales problemas en la ejecución de este tipo de edificaciones, las soluciones de las estructuras de la cubierta en madera resulta en extremo cara, además de los problemas al entorno que se crea con su uso indiscriminado y el tiempo reducido de vida útil. Se propone una solución alternativa y viable para la ejecución de cubiertas con teja de microconcreto utilizando el hormigón armado para la conformación de un entramado de vigas y correas denominado SIPRET el cual es un conjunto de elementos estructurales de hormigón pretensado, que han sido diseñados para sustituir la madera en los techos contruidos para tejas de microconcreto, a continuación se reflejan las características más importantes de dicha tecnología.

Uno de los problemas más críticos en cualquier tipo de edificación y especialmente en la vivienda económica es el techo. Se pueden hacer cimientos muy simples pero confiables y paredes de cualquier material siempre que tenga al menos una mínima resistencia a compresión y ya esto es diferente.

La ONG “Grupo Sofonías” en coordinación con CIDEM y CECAT son promotores de la Teja de Microconcreto (TMC) como solución para las cubiertas y se interesan en la creación de soluciones de entepiso. En el caso de la cubierta, la estructura de soporte de la TMC ha sido casi siempre la madera, la que se hace cada vez más difícil por su precio y menos atractiva por el daño ecológico que ocasiona, al analizar alternativas a la madera, el campo de posibilidades no es amplio y prácticamente se resume en estructuras de metal y de hormigón. Las estructuras de metal presentan limitaciones tanto ecológicas



como económicas. Su precio es alto y la propia construcción requiere personal y equipamiento de cierto nivel.

Las estructuras de Hormigón Armado pueden ser construidas de forma menos industrializada y aunque son mucho más pesadas, no limitan en convertirse en soluciones atractivas para las soluciones de cubierta, siendo la solución en hormigón pretensado la más eficiente en cuanto a sus características resistentes, midiendo la llamada “eficiencia estructural” como una relación entre el peso del elemento resistente y la carga que es capaz de soportar, el Pretensado es el segundo material más eficiente, precedido solo por la madera misma.

Se pretende señalar las características de la tecnología Sipret, que permiten realizar los trabajos de montaje y producción de los elementos prefabricados, en los talleres de Ecomateriales, insertados en el sistema de la vivienda para la ejecución de nuevos proyectos ó proyectos de rehabilitación.

2.8.1 Fundamentos de la tecnología Sipret

La tecnología SIPRET se fundamenta en un entramado de Vigas y Correas de Hormigón, en sus dos variantes, Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, para recibir las tejas de microconcreto, cuya distribución de los elementos en la cubierta se conforma según se aprecia en la Figura 2.18. Vigas espaciadas a 1,5 m encima de los muros y correas espaciadas a 0,4 m encima de las vigas para recibir las tejas de microconcreto.

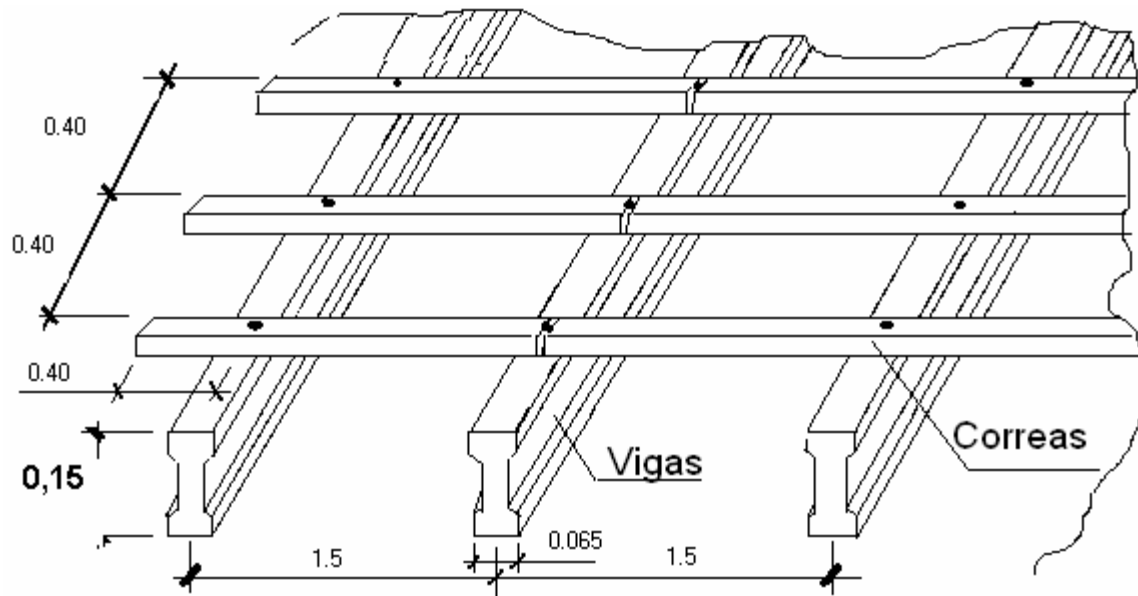


Figura. 2.18 Tecnología SIPRET. Distribución de Vigas y Correas. (Dimensiones en metros)

2.8.2 Características técnicas generales de la tecnología Sipret

Los elementos se fabrican con Hormigón de Granito de 30 MPa, en Hormigonera a pie de obra, con la utilización de aditivos, acero ordinario $\Phi 10\text{mm}$ ó $\Phi 12\text{ mm}$ en carga y $\Phi 6\text{ mm}$ en cercos en la variante de Hormigón Armado y alambre ALE de $\Phi 3,2\text{ mm}$ y $\Phi 4\text{ mm}$ de acero ordinario para cercos, en variante Hormigón Pretensado, regulación del tensado por elongación con tensor (gato mecánico) diseñado al efecto. (Figura 2.19). Tensado individual por cable de forma simétrica.



2.8.3 Solución en Hormigón Pretensado



Figura 2.19. Utilización Gato Mecánico

Las correas se producen de longitudes según su posición en la cubierta, tal como se muestra:

Tabla 2.3. Surtido de Correas

DENOMINACION	LONG .(m)	POSICION
C- 1	1.90	Extremo con alero.
C- 2	3.00	Intermedias.
C- 3	3.40	Extremo con alero.

2.8.3.1 Vigas

De sección T constante, con hormigón de 30 MPa, espaciadas encima de los muros a 1,50 m, reforzadas con 9 alambres de Φ 3,2 mm y 8 cercos de 4 mm espaciados a 8 cm en los apoyos, tal como se muestra:

El surtido comprende vigas intermedias y extremas (con voladizos), definidas para pendientes del 46 %, en las dimensiones siguientes



Tabla 2.4. Surtido de Vigas

DENOMINACION	@ muros (m)	L total (m)	OBSERV.
V-I	3.00	4.06	Con voladizo
V-II	3.40	4.43	Con voladizo
V-III	3.80	4.83	Con voladizo
V-IV	4.20	5.23	Con voladizo
V-V	3.00	3.3	Intermedia
V-VI	3.40	3.75	Intermedia
V-VII	4.00	4.41	Intermedia

2.8.4 Solución en Hormigón Armado

Si bien la solución de Hormigón Pretensado resulta ser mucho más eficiente que el resto de las soluciones, las disponibilidades del acero ALE en el mercado y el precio al que se está ofertando nos orienta utilizar solución de hormigón armado, la cual se fundamenta en el uso del sistema de moldes instalado, sin cambios importantes en la tecnología, solamente en la distribución del acero de refuerzo en los elementos, el resto de las variables permanecen constantes.

El surtido de Vigas y Correas de forma similar a la solución en Hormigón Pretensado, con las siguientes variaciones:

- Para las luces de vigas 3m y 3,4 m podrá ser utilizado Φ 10 mm.
- El surtido de Correas según se muestra:
- Espaciamiento de Vigas a 1 m encima de los Muros.

Tabla 2.5. Surtido de Correas

DENOMINACION	LONG .(m)	POSICION
C- 1	1.00	Extremo con alero.
C- 2	2.00	Intermedias.
C- 3	2.40	Extremo con alero.



2.8.5 Características de la producción de los elementos

Utilización de moldes metálicos para guarderas laterales y para los cabezales de los extremos de las líneas empotrados en la cimentación. Fondo del molde de hormigón de cemento pulido. El Tensado de los cables de forma manual e individual, con tensor mecánico, medición de la tensión por elongación. El sistema de moldes SIPRET permite obtener en cada fundición 30 metros lineales de vigas y 90 metros lineales de correas, 4 fundiciones por mes son posibles de producir en condiciones de pequeños talleres, lo cual implicaría contar con una producción de:

Tabla 2.6. Producción de elementos

Materiales	UM	Prod. mensual
Correas	m	120
Vigas.	m	360

2.8.6 Indicadores Económicos

Considerando solo el costo de materiales (cemento, arena, granito, acero ALE Φ 3,2 mm. acero ordinario de Φ 12 mm y Φ 4 mm. Aditivo Químico y madera), a los precios actuales de venta de las Comercializadoras, para un techo de tejas de microconcreto, en sus tres variantes, de madera, por el sistema SIPRET en Hormigón Pretensado (HP) y Hormigón Armado (HA), para una vivienda de 65 m² se obtienen los siguientes valores:

Tabla 2.7. Valores del techo con TMC

Solución	CUC/m²	Costo por vivienda
Madera	4,45	289,25 CUC
SIPRET HP	2,98	193,7 CUC
SIPRET HA	4.05	243.0 CUC

El costo del techo con madera resulta ser 1,5 veces superior al costo de la solución propuesta de hormigón pretensado. Si consideramos una producción de 24 viviendas por año, pueden obtenerse 12 viviendas más por el sistema



SIPRET HP que por la solución de madera, además de ser esta última un material deficitario en el país, de importación y ocasionar daños al ecosistema. La solución Sipret en Hormigón Armado (SIPRET HA) se constituye en una alternativa a las limitaciones con la oferta del alambre de ALE, para la producción de cubiertas con teja de microconcreto por encima de la madera pues resulta 0.4 CUC más barata.

2.8.7 Ventajas de la Tecnología Sipret

La Tecnología SIPRET para la ejecución de techos con TMC, permite:

- Sustituir la madera para la construcción de techos con TMC
- Obtener elementos relativamente ligeros, capaces de ser montados de forma manual con la ayuda de dispositivos sencillos de fácil elaboración.
- Obtener elementos prefabricados adaptables a los requerimientos de los proyectos de vivienda de nueva creación ó de rehabilitación y a las exigencias de las pendientes para la teja de microconcreto.
- Utilizar las capacidades de producción instaladas en los talleres en explotación por el sistema de la vivienda.
- Constituir fuente de nuevos empleos para los territorios.
- Producción de los elementos prefabricados de forma sencilla con personal no especializado capacitados previamente por la dirección del proyecto en la tecnología.
- Obtención en los moldes de un surtido variado de longitudes de vigas y correas.
- Mejor comportamiento de la estructura soporte de cubierta ante la acción de las cargas de viento.
- Mayor tiempo de vida útil, menor costo de mantenimiento y daños mínimos por el ataque de organismos vivos. [Dopico, Martirena, Nolazco, Seijo, 2006].



2.9 Conclusiones Parciales del Capítulo 2

Los aspectos analizados nos permitieron arribar a las siguientes conclusiones

1. La valoración de la situación actual de los talleres de producción de Ecomateriales la podemos plantear de no satisfactoria. De los 6 talleres existentes en la provincia, sólo 2 producen la TMC; el de Sagua la Grande y el de Quemado de Güines. El taller de Sagua la Grande es el que presenta las mejores condiciones para la producción de cubierta con TMC.
2. La principal causa de las dificultades por la que atraviesa la producción en los talleres, es el suministro de materias primas, lo que da lugar a la paralización de los talleres y el incumplimiento en la producción de los ecomateriales.
3. El estudio realizado sobre la TMC y la tecnología Sipret nos permiten corroborar la idea planteada hace ya varios años de que esta tecnología es muy provechosa para el manejo y obtención de resultados prácticos relacionados con la sostenibilidad, la vivienda ecológica y la mitigación de los desastres naturales.



CAPÍTULO 3

El presente capítulo analiza las problemáticas presentadas por la teja de microconcreto con el objetivo de conocer el nivel de satisfacción de la población presentados en la cubierta con teja de microconcreto.

Para el análisis de la problemática se traza el siguiente proceso de investigación:

- Se diseña una encuesta.
- Se aplica un método de validación.
- Se determina el número de encuestas a aplicar. Encuesta piloto.
- Aplicación de la encuesta.
- Procesamiento de los resultados de la encuesta.
- Resultados para cada municipio.
- Inspección técnica por la autora del trabajo.

3.1 Método de validación seleccionado: la encuesta

Al ser amplio el estudio de la cubierta dentro del tema de la vivienda y teniendo en cuenta investigaciones precedentes a este trabajo se decidió que el método de validación que resultaría más efectivo a fin de lograr buenos resultados sería la encuesta.

La encuesta es un método de recogida de datos por medio de preguntas, donde las respuestas pueden ser orales o escritas.

Es un método que estudia determinados hechos o fenómenos por medio del cual los sujetos se expresan.

Este método ha adquirido gran importancia en la actualidad como método auxiliar de investigación por la facilidad de obtener una gran cantidad de información en breves tiempos.

De acuerdo a su estructura existen dos tipos de encuestas: abiertas y cerradas. En el presente trabajo se utiliza la encuesta cerrada pues requiere de poco tiempo para ser respondida, es fácil de llenar y su respuesta es breve y específica. El diseño de la encuesta se encuentra en el anexo 1.



3.2 Determinación del número de encuestas. Encuesta piloto.

Para determinar el número de encuestas a realizar, es necesario realizar una encuesta piloto, según normas estadísticas la encuesta piloto debe estar entre 5 y 10 encuestas. Dicha muestra debe ser representativa de la que posteriormente se analizará en la investigación definitiva.

El objetivo de la encuesta piloto es saber con que precisión se trabajará para determinar la cantidad total de encuestas que son necesarias realizar.

De acuerdo con la expresión 3.1 se determina el número de encuestas a realizar.

$$m = p * (1 - p) * K / i^2 \text{ ----- [3.1] donde}$$

m ----- número de encuestas.

p ----- proporción estimada del error.

i ----- nivel de exactitud deseado (0.08 – 0.14)

K ----- constante cuyo valor esta asociado al nivel de confianza elegido. Tabla 2. Anexo 1.

Para determinar p se utiliza la expresión 3.2

$$p = \frac{\sum Xi}{X} \text{ ----- [3.2]}$$

$$X = R * n \text{ ----- [3.3]}$$

Donde:

p ----- proporción estimada del error.

X ----- posibles éxitos.

n ----- número de encuestas realizadas.

Xi ---- cantidad de respuestas no en cada encuesta realizada.

R ---- éxitos posibles por encuestas.

Según las características de la investigación se selecciona i = 0.13

Según tabla 1 $\alpha = 0.95\%$ entonces según tabla 2 K = 3.8416.

$p = \frac{\sum Xi}{X}$	$X = R * n$	$m = p * (1 - p) * K / i^2$
$p = \frac{14}{64}$	$X = 8 * 8$	$m = 0.21875 * (1 - 0.21875) * 3.8416 / (0.13)^2$
$p = 0.21875$	$X = 64$	$m = 38.8 \approx 40 \text{ encuestas}$



3.3 Aplicación de la encuesta

Al obtener la cantidad de encuestas a realizar se seleccionaron los municipios donde se aplicarían dichas encuestas. Con el fin de lograr representatividad en la muestra se buscó variedad en las tipologías de cubierta conocida.

En la tabla 4, anexo 1, se muestra la cantidad de encuesta por municipios.

3.4 Resultados de la encuesta

La encuesta realizada se aplicó en tres municipios de la provincia de Villa Clara: Santa Clara, Sagua la Grande y Quemado de Güines, arrojando diferentes resultados de acuerdo a los aspectos tratados en la misma.

Los principales aspectos recogidos en la encuesta son:

1. Motivo de fabricación.
2. Tipología utilizada.
3. Calidad de la teja según la estética.
4. Año de fabricación.
5. Calidad de la teja en cuanto a la impermeabilización.
6. Motivo de las reparaciones realizadas.
7. Seguridad.

A continuación se ofrece el comportamiento de cada uno de ellos para cada municipio.

3.4.1 Motivo de fabricación

En los municipios encuestados las viviendas presentan diferentes motivos de fabricación, el motivo predominante es la nueva construcción.

- ✓ En el municipio de Santa Clara los resultados dieron a conocer que las diez viviendas encuestadas son de nueva construcción, representando el 100% de las viviendas construidas por este motivo.
- ✓ De las quince viviendas encuestadas en el municipio de Sagua la Grande existen un 33% de viviendas de nueva construcción y un 67% de viviendas por damnificados de algún ciclón o huracán (Figura 3.1).



- ✓ En Quemado de Güines los resultados de las quince viviendas encuestadas arrojaron un 53% de viviendas de nueva construcción, un 7% de viviendas construidas por daño de algún ciclón o huracán y un 40% construida por otros motivos (Figura 3.2).

Los municipios de Sagua la Grande y Quemado de Güines tienen un menor porcentaje respecto a Santa Clara.

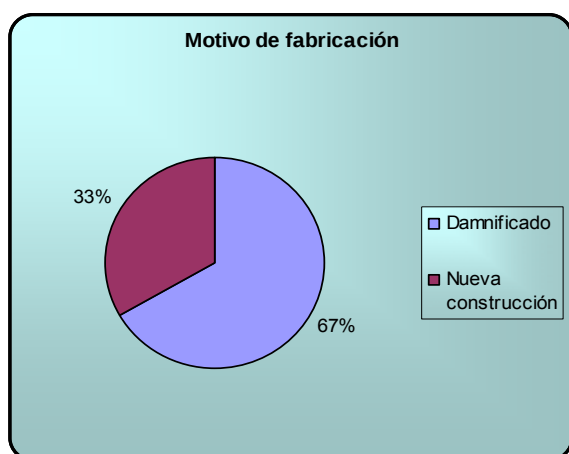


Figura 3.1 Municipio de Sagua la Grande.

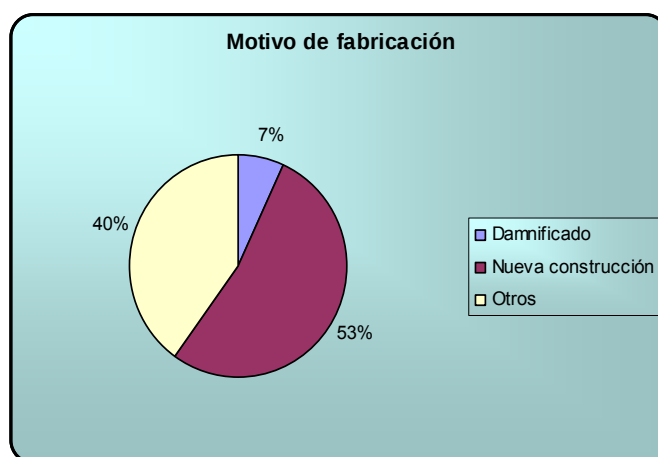


Figura 3.2 Municipio de Quemado de Güines

3.4.2 Tipología utilizada

Existe variedad en las tipologías utilizadas en la construcción de las cubiertas, pero la predominante es la de vigueta y tableta de hormigón. Esta solución es la utilizada en las viviendas de Santa Clara y Sagua la Grande. En el municipio de Quemado de Güines también existe aunque predomina la viga y correa de madera (pino).



3.4.3 Calidad de la teja según su estética

La teja de microconcreto utilizada en las cubiertas de estas viviendas se evaluó según su estética, el cual es un aspecto muy variable pues depende del gusto de los usuarios, aunque los resultados no son desfavorables.

- ✓ En el municipio de Santa Clara el 50% de los usuarios encuestados opinan que la estética de la teja es buena, el 30% que es regular y un 20% opina que es mala (Figura 3.3).
- ✓ En Sagua la Grande los usuarios consideran que el 80% de las viviendas encuestadas en cuanto a la estética de la teja está entre buena y regular y sólo un 20% de mala (Figura 3.4).
- ✓ En el municipio de Quemado de Güines existe la opinión de que un 73% de las viviendas tienen una calidad regular, un 7% de buena y el 20% de mala (Figura 3.5).

Como se puede observar los usuarios no encuentran la teja inadecuada estéticamente.



Figura 3.3 Municipio de Santa Clara



Figura 3.4 Municipio de Sagua la Grande



Figura 3.5 Municipio de Quemado de Güines

3.4.4 Año de fabricación

Según el año de fabricación de las viviendas las más antiguas son las construidas en Santa Clara que comenzaron su construcción desde los años 1994, las de Sagua la Grande fueron construidas a partir de 1998 y en Quemado de Güines en el año 1999.

3.4.5 Calidad de la teja según su impermeabilización

Hay factores que influyen en el desgaste de la teja, por ejemplo el viento, el sol, la lluvia, la variación de temperatura propiciando que la misma no cumpla con objetivos para el cual fueron diseñadas tal como la impermeabilización. En este caso la opinión que tienen los usuarios respecto a este punto no es la esperada.

- ✓ En el municipio de Santa Clara existe un 60% de opinión de que la teja es mala en cuanto a la impermeabilización, un 30% regular y un 10% como buena (Figura 3.6).
- ✓ En el municipio de Sagua la Grande existe la opinión de que un 40% de las viviendas encuestadas es mala, un 33% buena y un 27% regular (Figura 3.7).
- ✓ En Quemado de Güines existe un 86% que es mala y un 14% entre regular y buena (Figura 3.8).

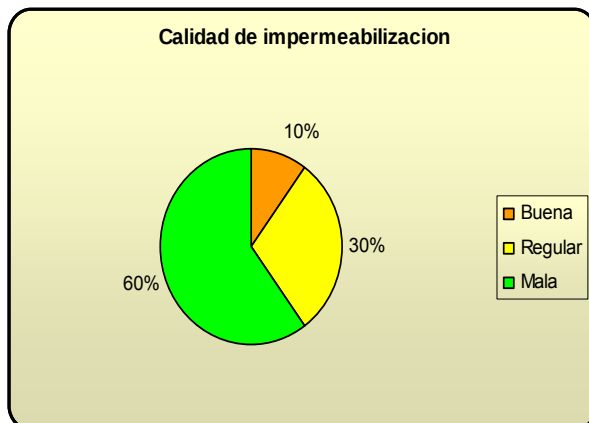


Figura 3.6 Municipio de Santa Clara

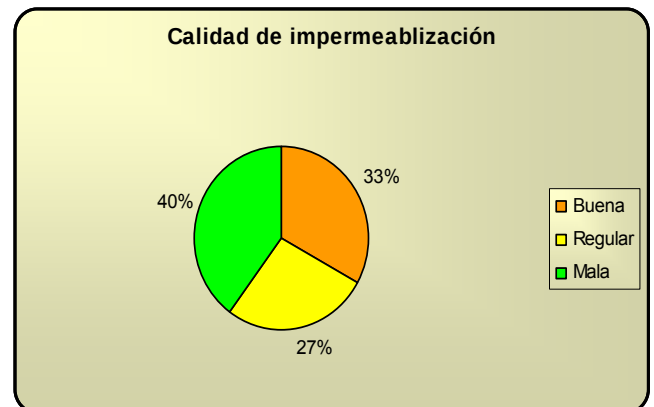


Figura 3.7 Municipio Sagua la Grande



Figura 3.8 Municipio de Quemado de Güines

Las causas que pueden propiciar estos resultados son la solución utilizada (vigüeta y tableta de hormigón o viga y correa de madera), la falta de una capa impermeabilizante entre la tableta de hormigón y la teja con el objetivo de que no permita pasar el agua hacia el interior, la soportería utilizada pudiendo ser de madera, hormigón u otro material.

La mala calidad que presenta la producción de la teja, pues se cometen muchos errores a la hora de producirlas, ejemplo se le suministra a la mezcla demasiada agua, no se utiliza la dosificación adecuada, no se limpian los nylon adecuadamente al terminar cada teja, etc. El desconocimiento de la normativa técnica por parte del personal que construye la cubierta.



3.4.6 Motivos de las reparaciones realizadas

Los tres municipios se han visto afectados por la ocurrencia de algún ciclón o huracán trayendo consigo afectaciones a las cubiertas, las mayores afectaciones la han sufrido los municipios de Sagua la Grande y Quemado de Güines.

Las cubiertas encuestadas hasta el momento han tenido que llevar a cabo acciones de reparación por diferentes motivos, los motivos más frecuentes son por filtraciones, tejas partidas, pandeo de viguetas o deficiente agarre mecánico.

- ✓ En el municipio de Santa Clara existe un 90% de reparaciones realizadas por filtraciones, un 60 % por tejas partidas y un 20% por deficiente agarre mecánico (Figura 3.9).
- ✓ En Sagua la Grande hay un 60 % de reparaciones por filtraciones, un 40 % por tejas partidas y un 20 % por deficiente agarre mecánico (Figura 3.10).
- ✓ En el municipio de Quemado de Güines existe un 20% de reparaciones por filtraciones, un 47% por tejas partidas y un 7% por pandeo de viguetas (Figura 3.11).

Hay usuarios que no realizan reparaciones porque no tienen donde obtener las tejas para reponerlas, esto se debe a que los talleres que producen Ecomateriales existentes en los municipios no están produciendo tejas.

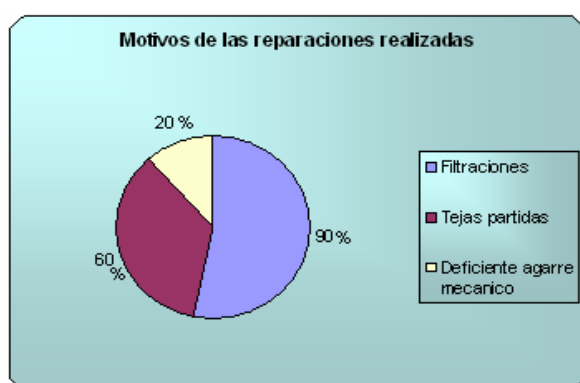


Figura 3.9 Municipio de Santa Clara

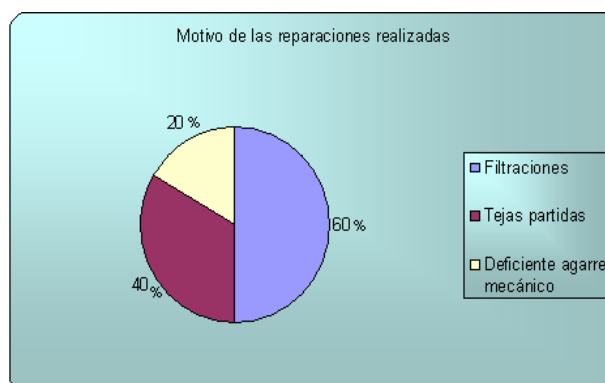


Figura 3.10 Municipio Sagua la Grande

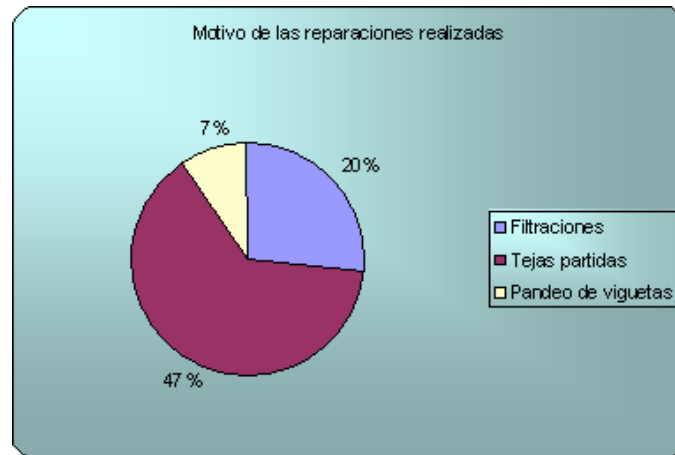


Figura 3.11 Municipio de Quemado de Güines

3.4.7 Seguridad

Otro aspecto tratado fue respecto a la seguridad, la mayoría de las personas opinan que no son seguras al paso de un ciclón, pues pesan poco y al no estar bien aseguradas el viento se las lleva fácilmente.

- ✓ En Santa Clara existe un 40 % que opina que la teja brinda seguridad y un 60 % que es insegura (Figura 3.12).
- ✓ En Sagua la Grande existe un 47 % que opina que es segura la teja y un 53 % que no (Figura 3.13).
- ✓ En el municipio de Quemado de Güines existe un 13% de opinión de que la teja sí brinda seguridad y un 87 % de que no es segura dicha solución (Figura 3.14).

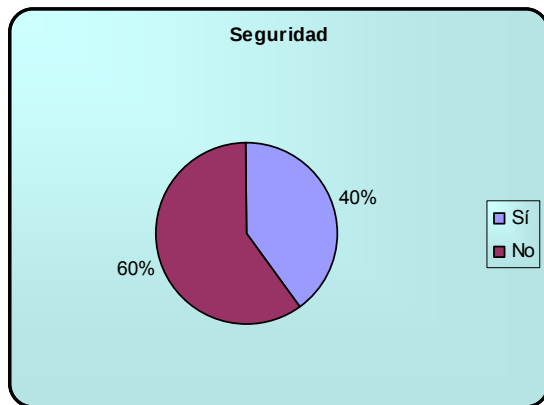


Figura 3.12 Municipio de Santa Clara

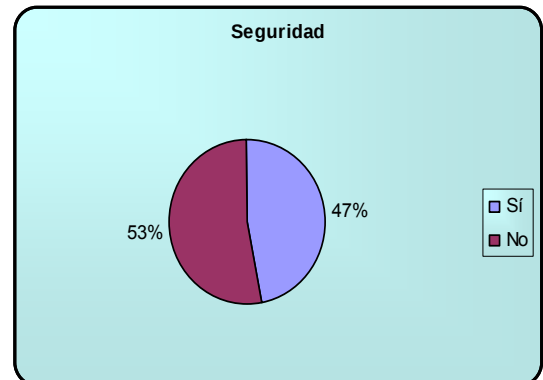


Figura 3.13 Municipio de Sagua la Grande

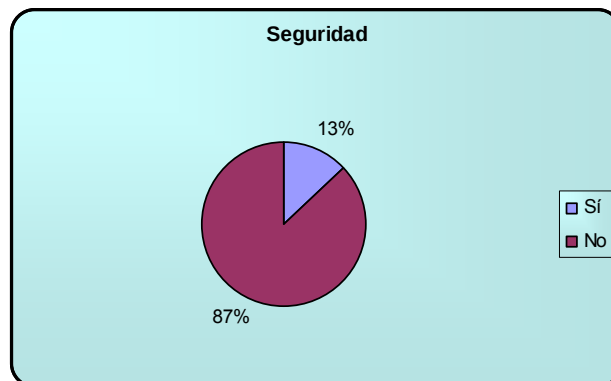


Figura 3.14 Municipio de Quemado de Güines

Se puede observar que el municipio de mayores problemas es el de Quemado de Güines, tiene una situación precaria con el fondo habitacional, la tipología utilizada en la cubierta es de viga y correa de madera con teja de TMC, tiene los mayores porcentajes de mala calidad de la teja en cuanto a la impermeabilización, además de ser de la población encuestada la que tiene el mayor porcentaje de inseguridad en cuanto a la protección que brinda la teja de TMC.

La población encuestada opina que la tecnología fue buena en su tiempo, pero que ya no resuelve la situación. Muchos presentan despreocupación a la hora de realizar el mantenimiento de la cubierta por lo que la culpa recae sobre la teja y no es la tecnología solamente la culpable de las deficiencias presentadas.



3.5 Inspección Técnica

En la inspección técnica realizada se analizan aspectos como:

1. Área de la cubierta.
2. Longitud de sus alas o faldas ("aguas").
3. Pendiente o inclinación del techo.
4. Solución en los remates laterales y caballete.
5. Características de la mano de obra que construyó el techo.
6. Asesoría técnica para su construcción.
7. Conocimiento de las normativas técnicas para su construcción, por parte del constructor del techo.
8. Grado de cumplimiento real de esas normativas o recomendaciones.
9. Apreciación del estado de la cubierta.

El análisis realizado arrojó que hay gran cantidad de área techada con cubierta de teja de microconcreto, la longitud de las alas o faldas oscila entre los 20 y 50 cm de longitud. Las pendientes según las características técnicas de la teja de microconcreto deben estar entre un 40 y un 58%, de las 10 viviendas analizadas en Santa Clara 8 no cumplen con la pendiente establecida, en el municipio de Sagua la Grande existen 3 viviendas que no cumplen de las 15 visitadas y en Quemado de Güines solo 3 cumplen con las pendientes normadas. Las viviendas en su totalidad presentan como solución de remate y caballete tejas criollas. En cuanto a los demás aspectos los usuarios desconocen la mano de obra que realizó la construcción de su cubierta, pues en la mayoría de los casos la construcción se llevaba a cabo por los mismos usuarios, trayendo consigo un desconocimiento en la normativa técnica de la teja de microconcreto.

A continuación se presentan las tablas resúmenes (3.1, 3.2, 3.3) de los resultados obtenidos en cada municipio.



Tabla 3.1 Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en el municipio de Santa Clara

Datos generales de las viviendas				
No.	Dirección Particular	Área de la cubierta(m²)	Pendiente %	Fecha de Fabricación
1	Calle 9na # 401 e/ 4ta y 6ta. Reparto Universitario	82	28	1997
2	Calle 9na s/n e/ 4ta y 6ta. Reparto Universitario	48	45	1994
3	Calle 6ta e/ 9na y final. Reparto Universitario	100	28	1995
4	Circunvalación e/ Callejón de Guamajal y Carretera de Sagua # 54	42	32	1997
5	Calle E # 41 e/ 11na y Circunvalación. Guamajal	54	20	1998
6	Carretera a Sagua. Callejón de Guamajal # 53 C	72	36	1996
7	Calle 6 # 20 e/ 11na y Circunvalación. Callejón de Guamajal	45	33	2000
8	Calle B # 55 e/ 13 y 14. Reparto Libertad	50	30	1995
9	Calle B # 53 e/ 13 y 14. Reparto Libertad	63	60	2002
10	Calle B # 52 e/ 13 y 14. Reparto Libertad	100	17	1996

Continuación de la tabla 3.1

No.	Resultados obtenidos en las encuestas realizadas																	
	Motivo de Fabric.	Tipología de la cubierta		Calidad de TMC impermeabilización			Calidad de TMC estética			Motivos de las reparaciones realizadas			Seguridad		Dificultades en el mtto.	Sufrió paso de huracán		
	Nueva constr.	Vigueta	Tableta	Buena	Reg.	Mala	Buena	Reg.	Mala	Filtrac.	Tejas partidas	Deficiente agarre mecánico	Sí	No	Sí	Sí	No	Años
1	x	Hgón	Hgón			x		x		x	x			x	x	x		1998,2001,2004,2006
2	x	Hgón	Hgón			x			x	x				x	x	x		1996,1998,2001,2004
3	x	Hgón	Hgón			x		x		x	x			x	x		x	*
4	x	Hgón	Hgón		x		x			x	x		x		x	x		1998,2001,2004,2005
5	x	Hgón	Hgón			x	x			x	x		x		x	x		2001.2005
6	x	Hgón	Hgón			x			x	x				x	x	x		1996
7	x	Hgón	Hgón	x			x						x				x	**
8	x	Hgón	Hgón		x		x			x				x	x	x		1996,1998,2001, 2005
9	x	Hgón	Hgón		x			x		x	x	x	x		x	x		2004.2005
10	x	Hgón	Hgón			x	x			x	x	x		x	x	x		1996,2001

* El usuario alega que no vivía en la vivienda al paso de los eventos meteorológicos posterior a la construcción de la vivienda.

** El usuario alega que no sufrió daños al paso de los huracanes posterior a la construcción de su vivienda.

Tabla 3.2 Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en el municipio de Sagua la Grande.

Datos generales de las viviendas				
No.	Dirección Particular	Pendiente %	Área de la cubierta(m²)	Fecha de Fabricación
1	Martha Abreu # 5	35	90	2000
2	Calle 29 e/ 20 y 22 apto 35. Reparto Lili	47	40	1998
3	Calle 29 e/ 20 y 22 # 3. Reparto Lili	47	85	1998
4	Calle 29 e/ 20 y 22 # 28. Reparto Lili	47	90	2000
5	Calle 29 Edificio 92 apto 31. Reparto Lili	47	80	2002
6	Calle 29 e/ 20 y 22 apto 2. Reparto Lili	47	95	1998
7	Carrillo 121 A	40	28	2006
8	Calzada de Backer, e/10 de Octubre e Igualdad # 129	40	98	2001
9	Luz Caballero # 61	35	70	2007
10	Luz Caballero # 41	35	76	2008
11	Calle 29 e/ 20 y 22 # 5 Biplanta 4. Reparto Lili	47	87	2000
12	Calle 29 e/ 20 y 22 Biplanta 86 # 11. Reparto Lili	47	90	2000
13	Calle 29 e/ 20 y 22 # 8. Reparto Lili	47	90	1998
14	Calle 29 e/ 20 y 22 # 7. Reparto Lili	47	90	1998
15	Calle 29 e/ 20 y 22 # 11. Reparto Lili	47	115	1999



Continuación de la tabla 3.2

No.	Motivo de Fabricac.		Tipología de la cubierta		Calidad de TMC impermeabilización			Calidad de TMC estética			Motivos de las reparaciones realizadas				Seguridad		Dificultad en el mto.		Sufrió paso de huracán	
	Damnificado	Nueva const.	Vigueta	Tableta	Buena	Reg.	Mala	Buena	Reg.	Mala	Filtrac.	Tejas partidas	Deficiente agarre mecánico	Otros	Sí	No	Sí	No	Sí	Años
1	x		Hgón	Hgón		x			x		x					x		x	x	2001,2002,2004,2005
2		x	Hgón	Hgón			x			x						x			x	1998,2001,2004,2005
3	x		Hgón	Hgón			x			x	x					x	x		x	1996,2001
4	x		Hgón	Hgón		x			x		x					x	x		x	2001,2002,2004,2005
5	x		Hgón	Hgón			x		x		x	x				x	x		x	2001,2005
6	x		Hgón	Hgón			x		x		x	x	x			x	x		x	2001,2005
7		x	Hgón	Hgón			x	x								x				*
8		x	Hgón	Hgón			x			x	x					x	x		x	2001,2002,2004,2005
9		x	Hgón	Hgón	x			x							x					*
10		x	Hgón	Hgón		x		x							x					*
11	x		Hgón	Hgón	x			x							x				x	2001,2002,2004,2005
12	x		Hgón	Hgón	x			x			x	x			x		x		x	2001,2002,2004,2005
13	x		Hgón	Hgón	x				x			x			x		x		x	1998,2001,2002,2004
14	x		Hgón	Hgón		x			x		x	x	x		x		x		x	1998,2001,2005
15	x		Hgón	Hgón	x			x			x	x	x	x	x		x		x	2005

* Después de construida la vivienda no ha pasado ningún evento meteorológico por la provincia.

Tabla 3.3 Resultados obtenidos en las encuestas realizadas en el municipio de Quemado de Güines

Datos generales de las viviendas				
No.	Dirección Particular	Área de la cubierta(m²)	Pendiente %	Fecha de Fabricación
1	10ma Este e/ 12A y 12B Ave. Sur	40	33	2002
2	10ma Este e/ 12A y 12B Ave. Sur # 37	42	40	2002
3	10ma Este e/ 12A y 12B Ave. Sur # 42	50	40	1999
4	10ma Este e/ 12A y 12B Ave. Sur # 54	50	40	2004
5	16 Ave. Norte e/ 8va y Campo	70	24	2000
6	Calle 12B Ave. Norte e/ 3ra y 5ta	68	34	1999
7	3ra Este e/ 12 A y 12B # 34 Ave. Sur	80	23	1999
8	Calle 12B Ave. Norte e/ 3ra y 5ta	70	28	2000
9	Calle 12B Ave. Norte e/ 3ra y 5ta del Este # 27	68	29	2000
10	Calle 2da Este e/ 10ma y 12A Ave. Sur	65	23	1999
11	12 Ave. Sur e/ 4ta Este y 6ta Este	63	23	2004
12	12 Ave. Sur e/ 4ta Este y 6ta Este	28	38	2005
13	6ta del Este e/ 12 y 14 Ave. Sur	70	33	1999
14	8va Este e/ 12A y 16 Ave. Sur	75	33	1999
15	Calle 12B Ave. Sur # 25	70	34	1998



Continuación de la tabla 3.3

No.	Resultados de las encuestas realizadas																			
	Motivo de Fabric.			Tipología de la cubierta		Calidad de TMC impermeabilización			Calidad de TMC estética			Motivo de las reparaciones realizadas			Seguridad		Dificultades en el mttó.		Sufrió paso de huracán	
	Damnificado	Nueva const.	Otros	Vigueta	Correa	Buena	Reg.	Mala	Buena	Reg.	Mala	Filtrac.	Tejas partidas	Pandeo de viguetas	Sí	No	Sí	No	Sí	Años
1			x	Madera(pino)	Madera(pino)			x		x			x			x			x	Después del 2001
2			x	Madera(pino)	Madera(pino)			x		x			x			x	x		x	2001
3		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x		x			x			x			x	Después del 2001
4			x	Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	Después del 2001
5			x	Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	Después del 2001
6		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	2001,2002,2004
7		x		Hgón	Hgón	x			x				x		x			x	x	2001 en adelante
8		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	2001.2004
9	x			Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	2001,2004,2005
10		x		Hgón	Hgón			x			x					x			x	2001,2004,2005
11			x	Madera(pino)	Madera(pino)			x			x	x	x			x	x		x	2005.2006
12			x	Madera (pino) y tubos			x			x					x				x	Denis
13		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x			x	x	x	x		x	x		x	2001,2004,2005
14		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x		x						x			x	2001 en adelante
15		x		Madera(pino)	Madera(pino)			x		x		x	x			x		x	x	Después del 2001



Conclusiones Parciales del Capítulo 3

1. De los municipios encuestados Quemado de Güines es el que presenta la situación más crítica ya que en cuanto a calidad de la teja según su impermeabilización presenta el mayor porcentaje de opinión negativa con un 86% y un 87% de opinión que la teja no brinda seguridad.
2. La mayoría de las viviendas fueron construidas por los propios moradores, lo que a través de la inspección técnica y la encuesta realizada no deja claro que la mano de obra que construyó la cubierta de las viviendas tiene la calificación requerida.
3. De los aspectos analizados en la encuesta realizada el más satisfactorio es el de la calidad de la teja según su estética, presentando cada uno de los tres municipios solo un 20% de opinión negativa, los tres municipios presentan un alto porcentaje de viviendas por nueva construcción. En cuanto a las reparaciones realizadas la que mayor porcentaje presenta son las filtraciones. Los aspectos más negativos son en cuanto a la calidad de la teja según su impermeabilización y sobre la seguridad que brinda, alcanzando valores de más del 50%.



CONCLUSIONES

1. La bibliografía analizada concuerda en la importancia que ha jugado el techo con teja de microconcreto que la convierte en una alternativa viable para las viviendas, independientemente de que en estos momentos se aprecien determinados resultados desfavorables.
2. El diagnóstico realizado en los talleres nos da como resultado que es necesario el estudio de otros factores que logren una mayor integralidad en el estudio de la producción y uso de las tejas de microconcreto para poder llevar a cabo producciones más sustentables.
3. Existen problemas como la carencia de las materias primas que influyen en la calidad de los materiales y la productividad de los talleres que hacen que el resultado final sea negativo.
4. Los resultados obtenidos acerca de la TMC dieron a conocer que todos los aspectos encuestados dan negativos (por debajo del 10%) por lo que son necesario entrar a analizar y erradicar para ganar la confianza en la población sobre la aplicación de la tecnología.
5. El estado técnico de la vivienda en los municipios analizados está bastante afectado lo que hace aumentar el porcentaje de viviendas en mal estado dentro de la provincia.

Recomendaciones





RECOMENDACIONES

1. Crear conciencia en los productores para que cumplan con los requerimientos establecidos en la producción de los materiales de los techos de tejas de microconcreto.
2. Se debe prestar especial atención a los talleres para que realicen las producciones en tiempo aunque no cubra las necesidades existentes en el tan deteriorado fondo habitacional.
3. Continuar esta investigación para profundizar en los aspectos analizados y poder determinar las causas del descuido. del desarrollo de esta tecnología



Bibliografía

1. Aguiar, O. Recomendaciones para la reducción de riesgo de desastre hidrometeorológico en edificios patrimoniales a través de su conservación sistemática / Onier Aguiar; Andrés Olivera. Dr. Arq. Tutor; Arquitectura; TD; Santa Clara, UCLV; 2007.
2. Águila, O. Evaluación Técnica – Económica de los Talleres de producción de Ecomateriales / Oniel Águila; Ing. Civil; TD; Santa Clara, UCLV, 2004.
3. Álvarez, R., Cepero, M. Pacheco, G Santa Clara. Los desastres y sus riesgos / R. Álvarez... / [et al.]. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
4. Argis, R., García, E. Ecomateriales para el alivio y prevención de desastres / R. Argis, E. García. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
5. Ashok Khosla, Development Alternatives Newsletter, Vol 7 No 7, New Delhi 1997, p. 3.
6. Bancrofft Hernández, R. Desarrollo habitacional y sostenibilidad: Breve análisis histórico R. Bancrofft Hernández. TEV, 1995. - 5p.
7. Las tecnologías apropiadas en la producción de viviendas en Cuba: Hacia una segunda época en su desarrollo. IV Conferencia Internacional de la vivienda y el urbanismo/ R. Bancrofft Hernández_ TEV; 1998_ 12p.
8. Sistemas integrados para un ambiente construido apropiado/ R. Bancrofft Hernández. TEV (Primera conferencia nacional de viviendas y urbanismos): INV, MICONS, La Habana: 1993. - 7p.
9. Algunas ideas para el mejoramiento integral del ambiente construido en los países en desarrollo/ R. Bancrofft Hernández. / s.n /. La Habana: CECAT, ISPJAE; 1991. - 6p.
10. Algunos criterios sobre sustentabilidad, globalización y el ambiente construido de La Habana/ Rubén A. Bancrofft, en ocasión de la realización de un panel sobre igual temática en el congreso de LASA 2001.



11. Barona, E. Lineamientos de durabilidad y mantenimiento para la selección de materiales y tecnologías de construcción para viviendas de Interés Social y económica de Puebla.México / Edgar Barona; Sergio Betancourt. Dr. Ing. Tutor; Ing. Civil; TGC; Santa Clara, UCLV, 2006.
12. Brundtland, Harlem Gro., Our Common Future, Oxford Uni Press. United Kingdom, 1987.
13. Cáceres, J. Desenvolvupament Sostenible. RevistaTracte. (66) Octubre 1996.
14. Coburn A, W.; Spence R.J, S.; Pomonis, A. Mitigación de desastres / W. Coburn A, S. Spence R. J, A. Pomonis. --1ed.--/ s. l.: s. n /, 1991. -- 65 p.
15. ----- Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres. Manejo de desastres. 1ra Edición. PNUD, 1993.
16. ----- Vulnerabilidad y evaluación del riesgo / W. Coburn A, S. Spence R J, A. Pomonis. --1ed. -- / s. l.: s. n, s. a. / . - p.
17. Coca, Obdulio. La prevención de desastres durante el ciclo de vida de una obra de arquitectura en las condiciones cubanas / Obdulio Coca; TGC; Ciudad de La Habana, IPSJAE.
18. Coca, Osvaldo. Evaluación de los parámetros técnicos del microconcreto y las tejas TEVI / Osvaldo Coca; Iván Machado. MSc. Ing. Tutor; Ing. Civil; TD; Santa Clara, UCLV, 2001.
19. Coyula, Mario. Vivienda accesible y desarrollo sustentable: Carta de La Habana/ Mario Coyula. Boletín de Grupo para el desarrollo integral de la Capital (La Habana), agosto 1993.
20. Cuba. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Estudio de riesgo / Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, Cuba. / s. l.: s. n, s. a /, 2006.
21. ----- Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Glosario de Términos de la Defensa Civil / Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil, Cuba. / s. l.: s. n, s. a /, 2002.



22. Dopico, Martirena, Nolzco, Seijo; 2006. Ficha técnica de la tecnología Sipret.
23. Díaz, O. Medinilla, Y. Método para evaluar la vulnerabilidad física de las viviendas bajo el efecto de los huracanes / O. Díaz, Y. Medinilla; Andrés Olivera, Dr. Ing. Tutor; Arquitectura; TD; Santa Clara, UCLV, 2004.
24. Edwin, H. Planteamiento, diseño y construcción sustentable para la vivienda popular Siria / Housam Edwin; José Flores Mola. Dr. Arq. Tutor. TGC; Ciudad de La Habana, ISPJAE; 1993.
25. España. SUR. Taller de edificación y urbanización de bajo costo: Políticas de viviendas de bajo costo, conceptos, criterios y objetivos/ SUR, ONG en España, INV. Camaguey: / s.n /. 1993. - 11p.
26. Evia, Gerardo. Uruguay, segundo en América en calidad ambiental o el mito de Maracanã. / Dr. Gerardo Evia. Debate. CLASES. – Uruguay. Abril 2002.- 7p.
27. Fernández, Eduardo. Notas sobre el Método de Evaluación cualitativa elemental de materiales para la construcción de viviendas (Grupo No Gubernamental SUR España) / Eduardo Fernández. /s.n. /. La Habana: CECAT, ISPJAE, 1993. – 4p.
28. Figueroa, Carlos R. Sistema para la gestión local sustentable de conservación y rehabilitación de viviendas en las municipalidades cubanas / Carlos R. Figueroa; Andrés Olivera. Dr Arq. Tutor; Arquitectura.TGC; Santa Clara, UCLV, 2000.
29. ----- La gestión local estratégica en función de la prevención y alivio de desastres. Una experiencia cubana / Carlos R. Figueroa. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001
30. Flores, J. Construir con desechos. ¿Una alternativa sostenible? / J. Flores. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
31. Gillman, Robert. Problem statement: Program of the international ideas competition and 1993 AIA Student Confrontation AIU – AIA Robert Gillman. - /s.n. /. 1992.



32. Habyted, El hábitat iberoamericano en la mira. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. CYTED, Asunción, Paraguay. Septiembre, 1999.
33. Hernández, E. Viviendas de bajo costo. Experiencias en la provincia de Camaguey. Revista Ingeniería estructural y vial. XV (1) Marzo 1994.
34. Herrera, T. Suárez, E. Algunas recomendaciones para mitigar los desastres sobre las viviendas económicas en Cuba / T. Herrera, E. Suárez. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
35. <http://www.bvsde.paho.org/vivi/cd/inhem2/reunion/tcsolcu1.htm>, mayo 2008.
36. <http://www.ecosur.org/content/view/34/41/>, marzo 2008.
37. <http://www.ecosur.org/content/view/175/195>, marzo 2008.
38. <http://www.ecosur.org/content/view/232/62/>, marzo 2008.
39. <http://www.ecosur.org/content/view/233/62/>, marzo 2008.
40. <http://www.imcyc.com/ct2008/mar08/sustentabilidad.htm>, marzo 2008.
41. <http://www.ecosur.org/content/view/273/41/>, marzo 2008.
42. <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu00/bp676.html>, marzo 2008.
43. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ecomateriales>, marzo 2008.
44. <http://www.ecosur.org/content/view/335/291/>, marzo 2008.
45. <http://www.ecosur.org/content/view/254/591/>, junio 2008.
46. Lee, S. Al problema de la vivienda hay que dedicarle la mayor atención y los mayores esfuerzos. Granma (Santa Clara) 2 de diciembre, 1999: 3.
47. León, A. Recomendaciones para el perfeccionamiento de la evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones de viviendas ante desastres naturales hidrometeorológicos / Ariel León; Andrés Olivera. Dr. Arq. Tutor; Arquitectura. TD; Santa Clara, UCLV, 2007
48. Llanes, C. El largo camino para la reducción de los desastres / C. Llanes. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.



49. Lowe, L. Información, conocimiento y tecnologías apropiadas en la reconstrucción / L. Lowe. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
50. Lugari, Paolo. El futuro es hoy/ Paolo Lugari. -- /s.n. /. Bogota, Colombia; Centro de las Gaviotas, 1993, -- 13p.
51. Manual de Uso TEVI; Tecnología de Cubierta Ligera. CECAT.
52. Maskrey, Andrew. Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1993.
53. ----- Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis del riesgo en América Latina. IT. Perú, LA RED, Tercer Mundo Editores. Bogotá, 1998.
54. MINAZ: "Informe sobre la aplicación de la teja TEVI en el MINAZ y su comportamiento ante los desastres naturales". MINAZ, Cuba, Santa Clara julio 1998.
55. Meléndez, M.; Espinosa, O.; Rhyner K.; Noboa, M. Un techo que cubre al mundo: la teja de Microconcreto. Un libro para conocer el techo sustentable ecológica y económicamente / M. Meléndez... / [et al.] /. Editado por EcoSur, 2004.
56. ----- Diseño de un método cualitativo para evaluar la calidad de los talleres de tejas de microconcreto / M. Meléndez; Sergio Betancourt. Dr. Ing. Tutor; TGC; Santa Clara, UCLV, 2002.
57. -----"Evaluación de las comunidades donde trabaja el grupo Sofonías y el comportamiento de las tecnologías utilizadas frente al huracán George". Santo domingo, octubre 1998.
58. Minoldo, M. Ortecho, E. Tecnologías apropiadas, transferencia y programas integrales de viviendas del CEVE - Córdoba, Argentina / M. Minoldo, E. Ortecho. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
59. Olivera, R. Apuntes sobre diagnostico patológico y la evaluación del estado técnico de edificaciones / R. Olivera. Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 2003.



60. Pascual, Juan M. Herramientas métodos para la evaluación ambiental de materiales y productos para la construcción / Juan M. Pascual. TEV. II Conferencia Internacional de Ecomateriales. Santa Clara, 2001.
61. Pérez, L. Evaluación de proyectos de viviendas con criterios de sustentabilidad en la provincia de Sancti Spíritus / L. Pérez; Armando J. Velázquez. MSc. Ing. Tutor; TGC; Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 2002.
62. Peterssen, S. El desarrollo sostenible en los materiales de construcción para la vivienda en Cuba / S. Peterssen; TGC; Ciudad de La Habana, ISPJAE, 1998.
63. Quintana, Albis M. Evaluación de la sustentabilidad de la gestión de conservación y rehabilitación de viviendas en la provincia Villa Clara. Recomendaciones para asegurarla / Albis M. Quintana; Carlos R. Figueroa. Dr. Arq. Tutor; TGC; Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 2002.
64. Rhyner, K. La sostenibilidad en las soluciones de techo para la vivienda popular en países en vías de desarrollo: metodología, divulgación y transferencia tecnológica / K. Rhyner; TGC; Ciudad de La Habana, ISPJAE, 1999.
65. -----Portal de red para un hábitat económico y ecológico. CECAT, Ciudad de La Habana, noviembre 2000.
66. Romero, M. Recomendaciones para la reducción de desastres naturales en el hábitat construido, a partir de la activación de las capacidades endógenas a nivel local / M. Romero; Andrés Olivera. Dr. Arq. Tutor; TD; Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 2007.
67. Solaeman, A. El por qué de la tecnología apropiada. Revista Ingeniería estructural y vial. XV(2):3 – 8 Diciembre 1993
68. Solaeman, Ali. Aplicación experimental de un método para la evaluación de la idoneidad de los materiales en la construcción de viviendas con enfoque sustentable en la ciudad de Santa Clara / A. Solaeman; Fernando Sánchez. Dr. Arq. Tutor; TGC; Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 1994.



69. ----- Lineamientos metódicos para el análisis de proyectos y soluciones de viviendas populares con enfoque sustentable / A. Solaeman; Rubén Bancrofft. Dr. Arq. Tutor; TGC; Arquitectura. Santa Clara, UCLV, 1997.
70. Velázquez, A. Los proyectos de viviendas sustentables, ¿alternativa social? / A. Velázquez. TEV II Conferencia Internacional de Ecomateriales, Santa Clara, 2001.
71. ----- Procedimiento para la evaluación de proyectos de viviendas con criterios de sustentabilidad / A. Velázquez; Fernando Sánchez. Dr. Arq. Tutor; TGC; Ing. Civil; Santa Clara, UCLV, 2002.



Anexo 1

Producciones en el taller de Sagua



Producción de bloques



Máquina Vibracom



Molino de bolas MB – 600



Sistema de moldes Sipret



Anexo 1: Fotos de la producción de Ecomateriales y viviendas construidas con TMC



Teja de microconcreto

Viviendas construidas con teja de microconcreto en Sagua la Grande





Producción en el taller de Quemado de Güines



Producción de teja de microconcreto



Teja de microconcreto



Producción de bloques



Máquina Vibracom

Viviendas construidas con teja de microconcreto en el municipio de Quemado de Güines





Anexo 2

Encuesta sobre la Teja de Microconcreto (TMC).

La presente encuesta facilitará información para mejorar las características de la Teja de Microconcreto (TMC), logrando una mayor satisfacción del usuario respecto a la cubierta de su vivienda.

I – Datos Generales.

1. Nombre y Apellidos. _____
2. Dirección Particular. _____
3. Fecha de Fabricación de la cubierta que tiene actualmente. _____
4. Motivo de fabricación.
_____ Dañado de algún ciclón o huracán.
_____ Nueva Construcción.
_____ Rehabilitación.
_____ Otros. ¿Cuál? _____

5. Tipología de su cubierta.

Viga:

- _____ Hormigón.
_____ Madera industrial.
_____ Madera rolliza.
_____ Otros. ¿Cuál? _____

Correa:

- _____ Hormigón.
_____ Madera industrial.
_____ Madera rolliza.
_____ Otros. ¿Cuál? _____

Entablado:

- _____ Hormigón.
_____ Madera.

Teja Tevi

II - ¿Cómo caracterizaría usted la calidad de la teja TEVI utilizada en su cubierta en cuanto a su impermeabilización?

_____ Buena _____ Regular _____ Mala

¿Por qué? _____

III ¿Cómo caracterizaría usted la calidad de la teja TEVI utilizada en su cubierta en cuanto a su estética?

_____ Buena _____ Regular _____ Mala

¿Por qué? _____



Anexo 3

Tabla 1: Grado de homogeneidad.

Grado de homogeneidad	Posibilidad confiable α
Muy homogéneo	$\alpha < 0.90$
Relativamente homogéneo	$0.90 \leq \alpha \leq 0.95$
No homogéneo	$\alpha \geq 0.99$

Tabla 2: Nivel de confianza.

$1 - \alpha$	K
0.99	6.6554
0.95	3.8416
0.90	2.6896

Tabla 3: Procesamiento estadístico.

Número de encuestas	Éxitos posibles(R)	Cantidad de respuestas negativas (Xi)
1	8	2
2	8	2
3	8	2
4	8	2
5	8	2
6	8	-
7	8	2
8	8	2
Total	64	14

Tabla 4: Cantidad de encuestas por municipio.

Municipios	Santa Clara	Sagua la Grande	Quemado de Guines
# de encuestas	10	15	15



IV – Ha tenido que llevar a cabo acciones de reparación en su cubierta por:

_____ Filtraciones _____ Pandeo de viguetas
_____ Tejas partidas _____ Deficiente agarre mecánico
_____ Otro motivo ¿Cuál? _____

V – Se siente seguro con la solución de cubierta que tiene su vivienda.

_____ Sí _____ No ¿Por qué?

VI – ¿Ha presentado dificultades para el mantenimiento de su cubierta?

_____ Si _____ No Cuáles _____

VII – Después de construida su vivienda ha sido sometida al paso de algún Huracán:

_____ ¿Cuántos? Años _____

¿Qué afectaciones ha sufrido? _____

¿Cómo han sido las afectaciones en comparación con las recibidas en viviendas aledañas de Zinc, asbesto u otras tejas? _____

Planilla de inspección.

1. Área de la cubierta: _____
2. Longitud de sus alas o faldas ("aguas") _____
3. Pendiente o inclinación del techo _____
4. Solución en los remates laterales y caballete Si__ No__
con TMC de borde u otra tejas _____
5. Características de la mano de obra que construyó el techo.
6. Asesoría técnica para su construcción.
7. Conocimiento de las normativas técnicas para su construcción, por parte del constructor del techo.
8. Grado de cumplimiento real de esas normativas o recomendaciones.
9. Apreciación del estado de la cubierta.