



TESIS DE GRADO

EN INGENIERIA INDUSTRIAL

VIVIENDA MODULAR ORIENTADA AL USO DE
MATERIALES RECUPERADOS Y AHORRO DE
ENERGIA EN SERVICIOS

AUTOR: GUILLERMINA TOSCANO

DIRECTOR DE TESIS: ING. FELIX T. JONAS

2007

RESUMEN EJECUTIVO

Problemática

Definir el diseño de una vivienda que optimice el uso de agua y energía focalizando la atención en energías renovables y logrando al mismo tiempo el aprovechamiento de materiales recuperados para la elaboración de elementos constructivos de la misma. Esta vivienda debe brindar una solución a aquellas zonas en donde los servicios no existen o son escasos.

Metodología

Se propone una vivienda que tenga dimensiones similares a las de un contenedor para facilitar su traslado, maniobrabilidad e instalación haciendo uso de materiales recuperados de residuos urbanos. Se utilizan tecnologías de ahorro en consumo de agua y se implementan sistemas de reutilización de aguas grises. Se tienen en cuenta fuentes de energía renovable para brindar la energía necesaria. Esto se logra a través de colectores solares para el calentamiento del agua, la calefacción y al aire acondicionado; y paneles solares y generadores eólicos para el suministro eléctrico.

Solución del proyecto

Se obtiene una vivienda para cuatro personas de dimensiones estándar que logra un importante ahorro de energía en servicios así como también su independencia de fuentes de energía no renovables. Además se hace uso de materiales recuperados en la mayor medida posible, contribuyendo a una disminución en la contaminación del medio ambiente.

DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO

Se describe el funcionamiento de un modelo de vivienda autosuficiente en cuanto a servicios. Para ello se hace referencia a energías renovables como energía solar térmica, energía solar fotovoltaica y a generadores solares domésticos; además se utilizan materiales recuperados de residuos urbanos. Se hace uso de dispositivos economizadores de agua y un sistema de reutilización de aguas grises.

1. RESUMEN

El objetivo de la tesis es desarrollar un modelo de vivienda que estará alineada con la conservación del medio ambiente.

Este modelo deberá ser autosuficiente en el consumo de energía eléctrica por medio de paneles solares y generadores eólicos, en calefacción y aire acondicionado basándose estos dos últimos en el empleo de energía solar, y de muy bajo consumo de agua para sus requerimientos.

Por otro lado la misma deberá ser diseñada empleando en su gran mayoría materiales reciclados de los residuos urbanos.

En primer lugar se realiza la descripción de la vivienda, sus dimensiones y elementos que la componen. Su estructura se compondrá de materiales obtenidos a partir de elementos recuperados que cumplan con las condiciones necesarias para la construcción y su transportación.

A continuación se realiza un dimensionamiento del sistema hídrico para la vivienda, en donde se propone un sistema de ahorro mediante la reutilización de aguas grises y la incorporación al sistema de distintos dispositivos economizadores de agua.

En lo que corresponde al agua caliente se hace referencia al aprovechamiento de energía solar a través de colectores solares para la provisión del servicio.

En cuanto a los sistemas de confort, como es la calefacción y el aire acondicionado se propone también que aprovechen energía renovable, en este caso energía solar térmica. En el caso del aire acondicionado solar se hace referencia a un sistema de absorción para el diseño del mismo.

Por último, se planifica la instalación eléctrica mediante la utilización de paneles fotovoltaicos y generadores eólicos para cubrir la demanda energética de la vivienda propuesta.

Para cada una de las secciones y el proyecto en su conjunto se analizan los beneficios y ventajas que se generan al introducir las iniciativas propuestas, y además los costos correspondientes a cada etapa.

2. ABSTRACT

The sole purpose of this project is to provide a living module that is perfectly aligned to the preservation of the environment.

To make this possible, this module will have to be self-sufficient in energy consumption using solar panels and wind chargers; and will have to minimize de use of potable water. It will have to be designed using recycled materials from urban waste as much as possible.

First of all, the module is described such as its dimensions and equipment. Its structure will focus on handling materials made from recovered elements that contribute the required conditions for construction and transportation.

Concerning the potable water; the service will be established through a proposition of reusing grey water and installing low consuming mechanic devices.

To obtain hot water for bath and kitchen, the usage of solar collectors is suggested.

The module's heating and air conditioning service will be dimensioned regarding renewable energy, such as solar energy. For the design of the air conditioning, an absorption cycle will be contemplated.

Finally, solar panels and wind chargers will be the main source of the electric energy in use in this project.

For each of the sections and the assignment itself, the benefits and advantages of the propositions established will be analyzed, as well as the costs that will endure this thesis.

3. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Félix Jonas, por todo el apoyo, entusiasmo e iniciativa que le impuso al proyecto, siempre implementando mejoras buscando abastecer las necesidades humanas pero al mismo tiempo minimizando el impacto ambiental.

De la misma manera, se agradece a todo el círculo familiar, mis padres Mario y Alicia, mis hermanos Mariana, Inés y Manuel por el apoyo de todos estos años, y haber contribuido a hacer posible este logro tan importante. Se hace especial mención a mis abuelos Federico Girado, Isabel María Rosa Pangaro y Mario Alberto Toscano. Todos ellos junto con el resto de la familia y amigos brindaron cariño y solidaridad desde el primer momento.

4. TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	I
DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO.....	III
1. RESUMEN.....	V
2. ABSTRACT.....	VII
3. AGRADECIMIENTOS.....	IX
4. TABLA DE CONTENIDOS	11
5. MODULO DE VIVIENDA	13
5.1 DIMENSIONES DE LA VIVIENDA	13
5.2 EQUIPAMIENTO	15
5.3 CONSTRUCCIÓN	16
5.3.1 ESTRUCTURA METÁLICA	16
5.3.2 PANELES	19
5.4 PLANO DE LA VIVIENDA.....	25
5.5 BENEFICIOS OBTENIDOS	30
6. AGUA	31
6.1 CIRCUITO DE AGUA	31
6.2 CIRCUITO DE AGUA PROPUESTO.....	32
6.3 TECNOLOGÍAS DE AHORRO COMPLEMENTARIAS AL CIRCUITO PROPUESTO	33
6.4 CALCULO DE CONSUMO CON SISTEMA DE AHORRO DE AGUA	35
6.5 AGUAS GRISES	36
6.6 TANQUES DE AGUA	37
6.6.1 TANQUE DE RESERVA.....	37
6.6.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO	38
6.6.3 MATERIAL DE LOS TANQUES.....	38
6.7 BENEFICIOS OBTENIDOS	40
6.7.1 COSTOS.....	41
7. AGUA CALIENTE	43
7.1 COLECTORES SOLARES	43
7.1.1 COLECTOR DE TEMPERATURA BAJA	43
7.1.2 COLECTOR DE TEMPERATURA MEDIA Y ALTA	46
7.2 TANQUE DE AGUA CALIENTE	47
7.3 SISTEMA SOLAR DE AGUA CALIENTE	48
7.4 BENEFICIOS OBTENIDOS	51
7.4.1 COSTOS.....	51
8. SISTEMAS DE CONFORT	53
8.1 AIRE ACONDICIONADO.....	53
8.1.1 COMPRESIÓN MECÁNICA DE VAPOR	53
8.1.2 SISTEMA DE ABSORCIÓN	54
8.1.3 PROPIEDADES DEL REFRIGERANTE.....	55
8.1.4 PROPIEDADES DEL ABSORBENTE.....	56
8.1.5 EJEMPLOS DE SISTEMAS DE ABSORCIÓN	57
8.1.6 AIRE ACONDICIONADO SOLAR	57
8.2 CALEFACCION.....	59
8.2.1 CALEFACCIÓN SOLAR	59
8.2.2 BOMBA DE CALOR.....	60
8.2.3 CALEFACCIÓN PUNTUAL	61
8.3 BENEFICIOS OBTENIDOS	64
8.3.1 COSTOS.....	65

9.	SUMINISTRO ELECTRICO	67
9.1	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	67
9.2	ENERGÍA EÓLICA.....	69
9.3	SISTEMA ELÉCTRICO.....	70
9.4	DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	72
9.5	BENEFICIOS OBTENIDOS	75
9.5.1	COSTOS.....	75
10.	CONCLUSION	77
11.	ANEXOS.....	79
11.1	LEY DE TRÁNSITO NRO 24.449	79
11.2	CARGA DE VIENTO SEGÚN CIRSOC 102.....	82
11.3	PERFILES CIRSOC 303.....	89
11.4	PANELES FENÓLICOS KOMPAK	90
11.5	PLACAS AGLOMERADAS T –PLAK.....	92
11.5.1	PROCESO PRODUCTIVO.....	92
11.5.2	DATOS TÉCNICOS	93
11.6	POLIESTIRENO EXPANDIDO ISOPOR	94
11.7	FICHAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD QUÍMICA	96
11.8	BURBUJAS DE AIRE AISLAMAX	98
11.9	CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES SOLARES SURSOLAR	99
11.10	PANELES SOLARES SOLARTEC	101
12.	GLOSARIO.....	103
13.	BIBLIOGRAFÍA	105

5. MODULO DE VIVIENDA

5.1 DIMENSIONES DE LA VIVIENDA

Esta vivienda tiene dimensiones estándar y tiene la finalidad de ser transportable en camiones hacia cualquier localización. Se tomarán como referencia las dimensiones de un contenedor para facilitar su traslado, maniobrabilidad e instalación al igual que las normativas para el izamiento, traslado, anclaje y demás. Es por esto que la superficie total de la vivienda estará condicionada por la superficie de un contenedor.

Las dimensiones de un contenedor de 20' son las siguientes:

Dimensiones exteriores:

Largo: 6,08 m

Ancho: 2,44 m

Altura: 2,59 m

La superficie interior total de un contenedor de 20' estará dada por el espesor de la pared pero podemos tomar para los primeros cálculos, la superficie exterior, siendo ésta de 14,835 m².



Figura 5.1-1: Contenedor 20'

Las dimensiones de un contenedor de 40' son:

Dimensiones exteriores:

Largo: 12,19 m

Ancho: 2,44 m

Altura: 2,59 m

La superficie total de un contenedor de 40' es de 29,74 m².



Figura 5.1-2: Contenedor 40'

Para el proyecto se elige la primera opción, ya que su tamaño es más conveniente para su traslado, maniobrabilidad e instalación. Además la superficie a utilizar se optimizará teniendo en cuenta elementos funcionales que minimicen el espacio, como es el caso de muebles que equipan una casa rodante o el interior de un velero. El objetivo final de este proyecto no es crear una vivienda permanente para el ser humano sino brindar oportunidades de asentamiento temporal en aquellos lugares donde esto no es posible o es de gran dificultad.

Debido a que deberá ser transportable se deben cumplir las leyes para poder realizar el traslado de este. Según la ley de tránsito argentina, ley 24.449, el ancho, alto, largo y el peso del camión están limitados. Estas medidas restrictivas se toman para que no se transmita a la calzada un mayor peso del indicado y no se ocupe un ancho mayor al de los caminos. Los vehículos y su carga no deben superar el ancho de 2,60 m, un alto de 4,10 m y el largo depende del tipo de vehículo, en este caso un camión con acoplado, 20 m. El ancho de la parte exterior de la vivienda modular es de 2,44 m, el largo es de 6,08m y el alto 2,59 m, cumpliendo la ley de vialidad y por lo tanto se puede transportar la vivienda por tierra.

En el caso del transporte de carga en camiones para contenedores, el peso bruto máximo de carga que se puede transportar, es de 30,48 toneladas. [Aduana Argentina, 2007] Este límite de peso se tendrá en cuenta para el diseño de la vivienda, es decir, se calculará el peso de la vivienda y se verificará que no sobrepase el valor permitido.

La vivienda se diseña para 4 personas y será una vivienda monoambiente. La única habitación cerrada será el baño que estará provisto de los servicios y los elementos necesarios para la higiene personal.

Los elementos que compondrán la vivienda serán aquellos necesarios para la vida cotidiana del hombre. Para la elección de los muebles, se estudian los modelos de casas rodantes y de náutica que aplica el concepto de aprovechamiento del espacio al máximo.

Existen casas rodantes desde 6m², de 3 m de largo y 2m de ancho, en donde conviven 4 personas. En este proyecto se cuenta con el doble de superficie.

Por otro lado, los barcos para 4 personas con todas las comodidades pueden llegar a ser de 30 m².

5.2 EQUIPAMIENTO

Se mencionan a continuación los elementos que compondrán el interior del módulo de vivienda y se determinan sus características.

Artefactos y Luminarias: microondas, horno eléctrico, ventilador, plancha, heladera con freezer, televisor color, extractor de aire, aspiradora, lámparas.

Mobiliario: 4 Camas (2 camas marineras), 4 sillas, mesa plegable, mueble de cocina, armarios, mueble de baño.

Servicios de baño y cocina: ducha, inodoro, lavamanos, lavaplatos.

Generadores y optimizadores de energía: Paneles solares, colectores solares, aire acondicionado solar, recuperador de agua secundaria, generador eólico.

5.3 CONSTRUCCIÓN

Para la selección de los elementos de construcción se tienen en cuenta las condiciones de aislamiento térmico, aislamiento hidrófugo, aislamiento acústico y rigidez estructural.

5.3.1 Estructura metálica

Se utiliza un sistema constructivo que se denomina “Steel Framing” de la empresa ConsulSteel. Significa que el esqueleto estructural estará compuesto por perfiles de acero con recubrimiento de acero galvanizado (Zinc con 0,2% de aluminio) dando forma y estructura portante a la vivienda.

Este material novedoso en el mercado tiene las siguientes particularidades:

- admite cualquier tipo de terminaciones tanto exteriores como interiores
- es especialmente apto para cualquier tipo de clima y situación geográfica, sobre todo las extremas. Se utiliza en países como EEUU que tiene condiciones climáticas más severas que las de Argentina hace ya varios años, desde 1993.
- es un sistema liviano
- el acero esta constituido en un 64 % de acero reciclado de los Residuos Urbanos. Se utiliza acero galvanizado como recubrimiento, un material noble e inerte.
- el acero es 100% reciclable y es un material no combustible con una gran resistencia al fuego.
- el acero no es atacado por termitas ni otros animales, no absorbe humedad y brinda el espacio para la colocación del aislamiento requerido.
- es dimensionalmente estable: no se contrae ni expande.

- se fabrica en espesores de 0,89mm, 1,24mm, 1,60mm, 2,00mm, y 2,50 mm [ConsulSteel, 2007]

No es necesario calcular los perfiles ya que sus características físicas se encuentran normalizadas (IRAM-IAS U500) y tabuladas según sus capacidades de carga. Es por esto que para el proyecto solamente se deben verificar los perfiles propuestos. Se parte de un perfil de referencia y se comprueba si la estructura soporta las cargas impuestas.

Se eligen los perfiles C que conforman la estructura portante de la vivienda:

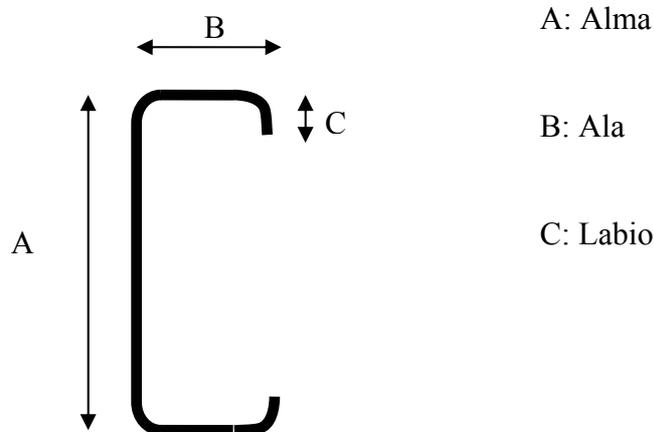


Figura 5.3.1-1: Perfil C

Las solicitaciones que actúan en la vivienda propuesta son:

Cargas permanentes: son las que permanecen durante toda la vida útil de la estructura. Estas se obtienen según los pesos de los materiales a utilizar. En este caso solamente actúa el peso del techo que está comprendido por las placas T-Plak y las bandejas de maple de huevo (Ver sección 5.3.2). El revestimiento tanto exterior como interior se realiza con las placas propuestas, por lo tanto por cada metro cuadrado de superficie son necesarios dos metros cuadrados de placas (tanto para el exterior como para el interior). El peso de la bandeja se desprecia, y las placas tiene un peso de 17 kg cada placa de 1,22mx2,30m, por lo tanto:

$$pesoplaca = \frac{17kg \times 2}{1,22m \times 2,30m} = 12,11 \frac{kg}{m^2} = 0,12 \frac{kN}{m^2}$$
 , sabiendo que 1kN es aproximadamente igual a 100 kgf.

Sobrecargas: son las cargas que actúan en forma transitoria, pueden estar presentes en algunos momentos y en otros no. Según CIRSOC 101, para elementos estructurales de la cubierta que se encuentren solicitados por la sobrecarga actuante sobre una superficie de influencia menor que 200 m^2 dependerá del tipo de cubierta y del ángulo de inclinación de la tangente a la superficie de la cubierta en cada uno de sus puntos. Para cubiertas livianas y cubiertas no metálicas de hasta $0,5 \text{ kN/m}^2$ de peso total, la sobrecarga a considerar en el cálculo será de $0,30 \text{ KN/m}^2$, que es el peor de los casos cuando la pendiente es mínima (de 3° a 10°). Además se le deben sumar a estas cargas, las producidas por nieve y viento, o alguna otra que sea necesaria. Enumeramos las más importantes:

-Carga de viento: en este proyecto el valor se determina a través de CIRSOC 102 y el valor es de $2,94 \text{ kN/m}^2$ (Ver Anexo 11.2)

-Carga de nieve: se toma una carga de $q=2 \text{ kN/m}^2$ que cubre lo requerido por el reglamento CIRSOC 104 para gran parte de la Republica Argentina que presenta nevadas de ocurrencia normal en alguna época del año. En caso de que se presente otra situación mas adversa deberá contemplarse en este coeficiente.

En la situación más desfavorables estas cargas actúan simultáneamente, por lo tanto, la carga total actuante es de: $0,12 \text{ kN/m}^2 + 0,3 \text{ kN/m}^2 + 2 \text{ kN/m}^2 = 2,42 \text{ kN/m}^2$ para un carga de viento de $2,94 \text{ kN/m}^2$.

Se selecciona en un principio un PGC (perfil C) de $90 \times 0,89 \text{ mm}$. De CIRSOC se puede obtener, con estos datos, la carga axial para cada perfil. Si los montantes tienen un largo de $2,40 \text{ m}$ y una separación de 40 cm , entonces los perfiles no podrán ser PGC 90 mm y espesor $0,89 \text{ mm}$ y sino que deberá ser PGC 90 mm de $1,24 \text{ mm}$ de espesor, ya que el propuesto inicialmente no cumple con las condiciones requeridas. La carga axil admisible del perfil C $90 \text{ mm} \times 1,24 \text{ mm}$ es de $5,85 \text{ kN/m}^2$. (Ver Anexo 11.3).

Las medidas de los perfiles verificados son:

Alma: 90 mm

Ala: 40 mm

Labio: 17 mm

Espesor: 1,24mm

Masa: 1,95kg/m

Area: 2,41cm²

Fuente: ConsulSteel

Los montantes estarán arriostrados en toda su longitud. Se recomienda colocar las diagonales con un ángulo que esté entre los 30° y los 60°.

Tanto las uniones entre paneles de acero como las uniones entre el revestimiento y los perfiles, se realizan a través de tornillos autoperforantes o soldadura.

El recubrimiento de acero galvanizado en los perfiles de la estructura brinda una muy buena protección del tipo barrera contra la corrosión, y además, el zinc se sacrifica en la protección galvánica del acero, ya que es más electronegativo que éste, actuando como ánodo de sacrificio. Esto explica por que no se corroe el acero expuesto a la intemperie una vez atornillados o soldados los perfiles, ya que el zinc que se encuentra a milímetros de distancia ofrece la protección catódica pero sin embargo ésta no es la del tipo barrera.

Si la unión de los perfiles se realiza por soldadura, la zona desprotegida debe ser recubierta con pinturas ricas en zinc. Si por otro lado se realiza con tornillos, estos deben estar recubiertos con algún tipo de protección contra la corrosión.

5.3.2 Paneles

Posterior al esqueleto se coloca el revestimiento. El revestimiento interior se puede conformar de paneles fenólicos, que tienen una atractiva terminación, similar a la madera. Este panel tiene alta resistencia al impacto, a la abrasión, a agentes químicos, al agua y vapor. Es aislante acústico e hidrófugo. Estos paneles vienen en espesores varios, desde 2 mm en adelante. En un principio, se consideran los paneles de la empresa KOMPAK de 1,22mx 3,05m y un espesor de 4mm, que tiene un peso de 20 kg, cuyas características técnicas se resumen en el Anexo 11.4. Para el exterior se pueden utilizar paneles fenólicos marinos que ofrecen una mayor resistencia a las condiciones climáticas.

Basándonos en los principios del proyecto de potenciar el uso de materiales recuperados se recomienda reemplazar los paneles fenólicos por paneles que utilicen materiales recuperados. Tal puede ser el caso de los paneles Tectan, fabricados en Alemania. En Argentina se comercializa este producto con el nombre de T-Plak. Estos paneles se fabrican reciclando los envases TetraBrik, que se utilizan para contener alimentos como leche o salsa de tomate. Por lo tanto, las placas se conforman de foil de aluminio, polietileno y pasta celulósica laminada, componentes de difícil degradación natural, que al ser reprocesados no impactan negativamente sobre el medio ambiente. En el Anexo 11.5 se detalla el proceso productivo de estos paneles a cargo de la empresa EVD en Alemania y T-Plak en Argentina. Se logra a partir de este proceso, una placa aglomerada impermeable, de gran dureza, resistente al fuego y aislante acústico.



Figura 5.3.2-1: Placa T-Plak

Se comercializan en medidas de 1,22mx2,30m y en espesores de 6mm, 10mm, 12mm, 16mm, 19mm. Según su espesor tendrán los pesos correspondientes:

Espesores	Peso unitario aprox.
6mm	17 kg
10mm	28 kg
12mm	34 kg
16mm	44 kg
19mm	52 kg

Tabla 5.3.2-1: Espesores y pesos unitarios placas T-Plak

En el Anexo 11.5 también, se presentan las características técnicas del producto. La construcción se realizará con placas de 6 mm de espesor.

Estas placas pueden ser torneadas y no se desgranar; además pueden ser tratadas con cualquier herramienta de carpintería y trabajarlas como si fuera madera.

Es por esta razón que algunos elementos de vivienda como muebles de cocina y baño, camas, sillas y mesas pueden realizarse de este mismo material.

Los paneles necesitan un aislamiento térmico, que se coloca tanto en las paredes, como en el piso y los techos. El contemplar el aislamiento térmico indispensable para el ahorro de energía y puede estar dada por algunos sistemas que existen en el mercado:

-Poliestireno expandido: un núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, más conocido como telgopor. Es un termoplástico de baja densidad. Es muy liviano, excelente aislante térmico, higiénico, es reciclable, versátil, trabajable, impermeable, no es alimento para animales y no se pudre, entre otras cualidades. Además, tiene diversas aplicaciones en el área de la construcción algunas de ellas son: absorción de vibraciones, aislamiento térmico exterior e interior, protección de carreteras frente a las heladas, aislamiento para losas radiantes, piezas y moldes para materializar formas. [Registro técnico de materiales, 2007]

En su interior queda atrapado aire, y esto es lo que lo hace un buen aislante térmico, tiene entre 0,3 y 0,6 W/m°C de conductividad térmica dependiendo de la densidad. Además tiene la cualidad de actuar como aislante acústico.

El poliestireno expandido ISOPOR viene en muchos formatos como puede ser bloques, planchas o perlas. Las planchas se aplican entre muros para lograr la aislación. Tienen un espesor de 30 mm, el ancho de 500mm y el largo de 1000 mm, para una densidad de 25 kg/m³.

Este sistema presenta una importante desventaja en este proyecto, no es amigable con el medio ambiente ya que no es degradable.

- Lana de vidrio: fabricada en Argentina por la empresa DURLOC, los paneles de lana de vidrio proveen un buen aislamiento tanto acústico como térmico, además son incombustibles. Se colocan los paneles antes de colocar el revestimiento del lado exterior e interior. Se pueden encontrar en el mercado espesores de 50, 70, 100 y 150 mm, y dimensiones 0,40mx18,20m , 0,48mx 13,00m o 1,20mx0,96m . No necesita elementos de fijación, solamente se coloca entre montantes. Luego de instalada la capa de aislación se atornilla el revestimiento sobre los perfiles de acero.

No es considerado para el análisis ya que la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la lana de vidrio como posible cancerígeno en humanos, Cancerígeno de categoría 2. En el Anexo 11.7 se presenta la ficha técnica internacional de Seguridad Química.

- Burbujas de aire: consiste en un encapsulado de burbujas de aire contenidas entre dos láminas de polietileno que a su vez pueden estar confinadas entre láminas de aluminio. Existen en el mercado 3 tipos de burbujas de aire que comercializa la empresa AISLAMAX según el tipo de burbuja: burbujas de 10mm, de 30mm y doble burbuja de 30mm de diámetro. La aislación formada por burbujas de 30 mm de diámetro tienen una mayor resistencia térmica que las de 10mm; y a diferencia de estas dos, las de doble burbuja tienen una mayor resistencia en aislación acústica. Por lo tanto, las de doble burbujas son las mejores en aislamiento térmico y acústico.

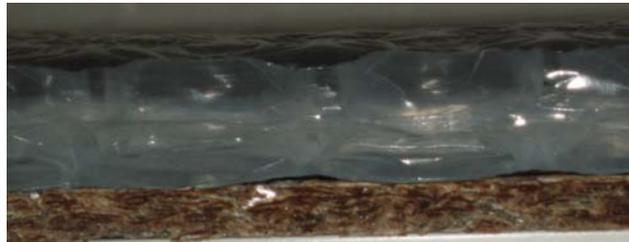


Figura 5.3.2-2: Placa T-Plak con burbujas de aire

A su vez las burbujas pueden estar confinadas entre distintas capas, que varía según el objetivo de la aislación. Una de ellas está compuesta por una sola capa reflectiva de aluminio que bloquea el 95% del paso del calor; otra por dos capas de aluminio que bloquea el 97%; y la última por una capa de aluminio y otra capa de polietileno blanco que bloquea el 95% del calor pero brinda mejor luminosidad en caso de que se coloque hacia el interior. En este proyecto encontramos como prioridad el ahorro de energía por lo que la doble capa de aluminio que brinda un bloqueo del 97% al paso del calor es la mejor opción a considerar.

En el Anexo 11.8 se resumen las propiedades y dimensiones de cada una de ellas.

Existe otro material que se utiliza en reemplazo del aluminio y es el aluminizado pero este no brinda tan buen aislamiento como el aluminio, por lo tanto no se considera en el análisis.

Este producto al igual que los anteriores, no es degradable.

-Tyvek: es un material de la empresa DUPONT, consta de microfibras de polietileno de alta densidad, soldadas por presión y calor que otorgan resistencia al desgarro, a los agentes químicos y la acción del clima. Tyvek® se presenta en dos estilos: simil papel y simil tela. Se aplica como envoltura de una vivienda y evita el flujo de aire y agua a través de las paredes, a la vez que permite el paso del vapor de agua generado en el interior, hacia el exterior. Es reciclable, tiene bajo peso y es hidrófugo. Sin embargo tampoco es degradable, por lo tanto se tendrán en consideración otras opciones para lograr el aislamiento deseado.

Por esto mismo, con el mismo criterio antes mencionado se recomienda descartar todas estas opciones y realizar el aislamiento con materiales conformados por elementos fabricados con papel reciclado, por ejemplo maples de huevos ya que son un producto de material recuperado en un 100%. Al colocar estos en el espacio entre los paneles y los perfiles se puede lograr un aislamiento tanto térmico como acústico. Queda atrapado aire en el interior que hace de cámara de aire. Los maples de huevo de comercializan en bandejas de 294x294x50mm, y pesa cada una de ellas 67 gr.



Figura 5.3.2- 3: Maples de huevo



Figura 5.3.2- 4: Maples de huevo



Figura 5.3.2- 5: Placas Tplak con maples de huevo



Figura 5.3.2- 6: Placas Tplak con maples de huevo

Se puede realizar un diagrama de corte tentativo de cómo quedaría conformada la estructura propuesta, teniendo en cuenta los perfiles, los paneles y los maples. Dentro de los paneles se colocarán 2 bandejas de maples superpuestas para mejorar la aislación. Se cubren las juntas con una resina epoxi para evitar la penetración de agua y humedad. Se debe tener cuidado al atornillar los paneles ya que puede ingresar humedad a estos a través de estos agujeros; por lo tanto debe estar sellado par evitar que esto suceda.

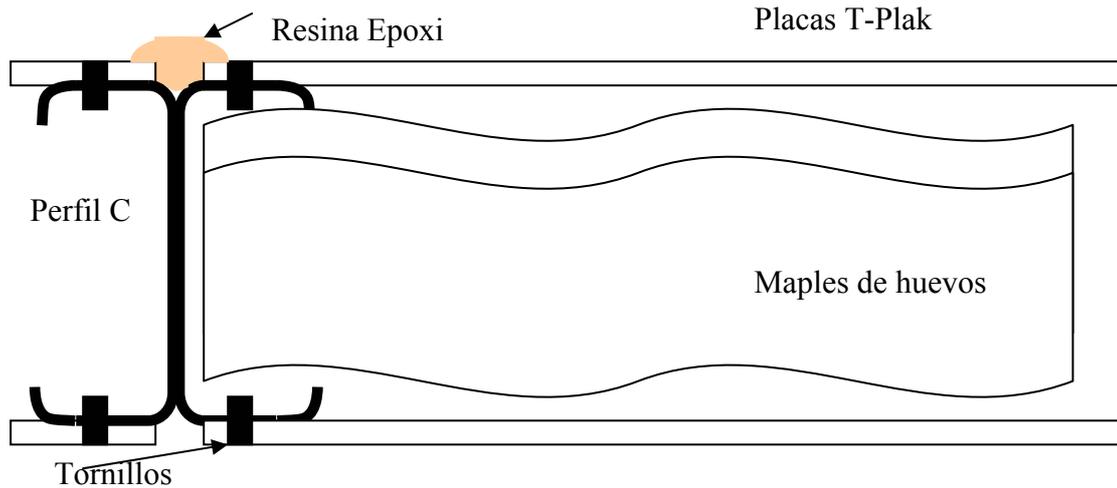


Figura 5.3.2- 7: Diagrama tentativo de la estructura propuesta

Las puertas se pueden realizar de estas mismas placas T-Plak. Se colocará una puerta principal y una puerta para el baño, de 0,60mx2,00m. El espesor que tendrán las puertas será de la misma medida que las paredes. Por otro lado, habrá una ventana en la sala de estar de 0,60mx0,60m y una pequeña en la sala de baño de 0,30mx0,30m. Para cada una de ellas se tienen en cuenta las ventanas de doble vidrio ya que provee una mejor aislación, evitando pérdida de calor o frío. Este sistema, consta de dos vidrios separados entre si con un espacio de aire seco y estanco entremedio de estos. Está herméticamente cerrado al paso de la humedad y al vapor de agua. Esto mejora el aislamiento tanto térmico como acústico respecto de las ventanas con un solo vidrio.

Para la construcción del techo y el piso también se utilizarán los paneles T-Plak. Ambos cubren una superficie de 2,44mx6,10m. En el caso del piso, la placa que se coloca en el interior tendrá un espesor mayor, de 10mm, para soportar el desgaste del uso diario.

5.4 PLANO DE LA VIVIENDA

Se debe calcular suficiente material para cubrir las 4 paredes, techo y piso con excepción de ventanas. Además deberá haber paredes para un cuarto de baño. Las dimensiones del baño serán de 1.5mx1m. La altura de la vivienda será de 2,40m al igual que el largo de los montantes. Se debe tener en cuenta la superficie en la que se colocará la vivienda que debe ser uniforme y un suelo con sustentabilidad, de no suceder esto debe prepararse una superficie que le provea las características adecuadas.

El plano se verá de la siguiente manera:

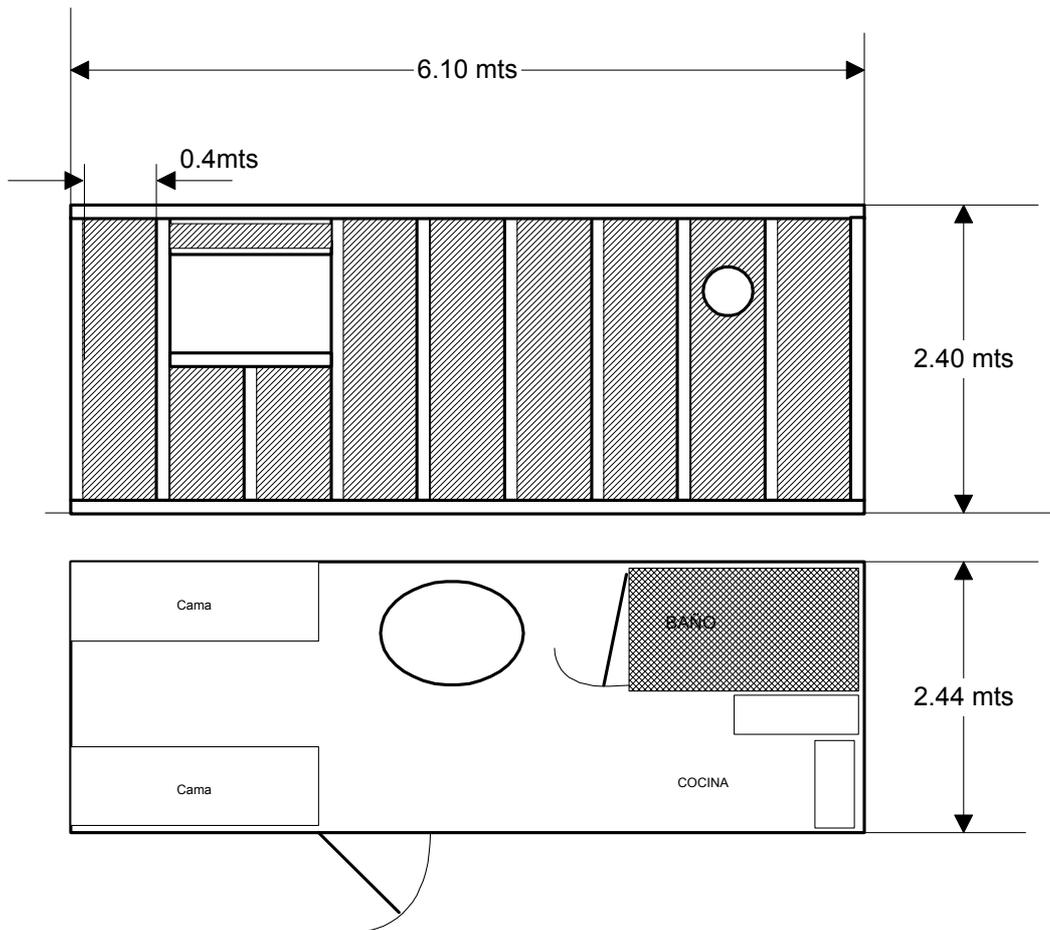


Figura 5.4-1: Plano de la vivienda

5.4.1 Placas T-Plak

La cantidad de placas T-Plak, necesarias para la construcción, se realiza de la siguiente manera:

$$Superficie_{total} = Superficie_{perimetral} + Superficie_{pisoytecho} + Superficie_{interior} \quad (5.4.1-1)$$

$$Superficie_{perimetral} = 6,10m \times 2,40m \times 2 - 0,60m \times 0,60m + 2,44m \times 2,40m \times 2 - 0,30m \times 0,30m = 40,54m^2 \quad (5.4.1-2)$$

$$Superficie_{piso} = 6,10m \times 2,44m = 14,88m^2 \quad (5.4.1-3)$$

$$Superficie_{techo} = 6,10m \times 2,44m = 14,88m^2 \quad (5.4.1-4)$$

$$Superficie_{interior(baño)} = 1,5m \times 2,40m + 1m \times 2,40m = 6,00m^2 \quad (5.4.1-5)$$

$$Superficietotal = (40,54 + 14,88 + 14,88 + 6)m^2 = 76,30m^2 \quad (5.4.1-6)$$

Por cada m² de superficie se utilizan dos m² de placas T-Plak. Es por esto que se requerirán 152,60 m² de placas T-Plak. De estas placas no todas tendrán un espesor de 6mm, sino que una capa del piso, por la que se camina, será de 10mm. Por esto solamente 152,60m²-14,88m² serán de 6mm, y el otro 14,88m² será de 10mm.

$$Cantplacas6mm = \frac{152,60 - 14,88m^2}{1,22m \times 2,30m} = 49 \text{ placas} \quad (5.4.1-7)$$

$$Cantplacas10mm = \frac{14,88m^2}{1,22m \times 2,30m} = 6 \text{ placas} \quad (5.4.1-8)$$

Por lo tanto se deberán comprar 49 placas aglomeradas de material recuperado de 6mm y 6 placas de 10mm. Cada placa de 6mm pesa 17kg, y tiene un costo de 39,17\$, y la de 10mm pesa 28kg y tiene un costo de 52,28\$; entonces:

$$PesototalPlacas = (152,60 - 14,88)m^2 \times \frac{17kg}{1,22m \times 2,30m} + 14,88m^2 \times \frac{28kg}{1,22m \times 2,30m} = 983kg \quad (5.4.1-9)$$

$$CostoPlacas = 39,17\$ \times 49 + 52,28\$ \times 6 = 2232\$ \quad (5.4.1-10)$$

5.4.2 Aislamiento

Para la totalidad del aislamiento, se necesitará una cantidad determinada de bandejas de maples de huevos. Estas tienen un tamaño de 294mmx294mmx50mm y se apilan dos de ellas para lograr el aislamiento, por lo tanto:

$$Cantidadbandejas = \frac{76,30m^2}{0,294m \times 0,294m} \times 2 = 1765bandejas \quad (5.4.2-1)$$

$$Pesobandejas = 1765 \times 0,067kg = 118kg \quad (5.4.2-2)$$

$$Costobandejas = 1765 \times \frac{23\$}{140bandejas} = 290\$ \quad (5.4.2-3)$$

5.4.3 Ventanas

El costo de las ventanas de doble vidrio es el siguiente:

La de 0,60mx0,60m tiene un costo de \$ 460 y la de 0,30mx0,30m tiene un costo de \$ 400 estos precios son aproximados con un termopanel DVH 4-9-4 (un vidrio de 4mm de espesor, 9mm de aire y otro vidrio de 4mm de espesor) y con contramarcos. Sabiendo que el peso específico del vidrio es aproximadamente 2,5kg/dm³, se puede calcular el peso de los dos vidrios de espesor 4mm.

$$Peso_{Ventanagrande} = 2,5 \frac{kg}{dm^3} \times 0,60m \times 0,60m \times 4mm \times 2 = 2,5 \frac{kg}{dm^3} \times 6dm \times 6dm \times 0,04dm \times 2 = 7,2kg \quad (5.4.3-1)$$

$$Peso_{Ventanachica} = 2,5 \frac{kg}{dm^3} \times 0,30m \times 0,30m \times 4mm \times 2 = 1,8kg \quad (5.4.3-2)$$

En total las dos ventanas pesan 9kg.

5.4.4 Perfiles

Conociendo la masa de cada perfil se puede obtener el peso total además el precio de los perfiles que hasta la fecha es de 1,5 USD por kg [ConsulSteel,2007]. A partir de estos datos, realizamos los cálculos correspondientes.

La masa de perfiles de 90mmx1,24mm es de 1,902kg/m [ConsulSteel,2007]. Se debe definir entonces, la cantidad de metros de perfiles a utilizar.

Para cada pared, se necesitan $6,1/0,4 \times 2 = 32$ montantes y $2,44/0,4 \times 2 = 14$ montantes. De la misma manera para el piso y el techo se necesitan $6,1/0,4 \times 2 = 32$ montantes. Como cada montante estará compuesto por 2 perfiles, se necesitará el doble de estos. Por lo tanto,

Altura del montante: 2,40m

Cantidad de montantes: $(32+14+32) \times 2 = 156$

Largo total: $2,4 \text{m} \times 156 = 374,4 \text{m}$

El peso total de estos metros de perfiles será $1,902 \text{kg/m} \times 374,4 \text{m} = 712 \text{kg}$

Fuente: ConsulSteel, 2007

El costo total será $1,5 \text{USD/kg} \times 712 \text{kg} = 1068 \text{USD} = 3204 \$$ (tipo de cambio: 3\$/USD)

5.4.5 Muebles

Camas: 4 camas de $0,8 \text{m} \times 2 \text{m}$ que utilizan un total de $6,4 \text{m}^2$.

Mesa y sillas: 1 mesa plegable de $1 \text{m} \times 1 \text{m}$ + 4 sillas plegables, se aproxima a un total de 4m^2

Mueble de cocina: 1,44 de ancho, 1m de alto y una mesada de 0,4m y algunos estantes, se estima un aproximado de $3,6 \text{m}^2$.

Muebles de baño: 1m de ancho por 1m de alto y una mesada de 0,4m y algunos estantes, se estima un aproximado de $2,6 \text{m}^2$.

Estos cálculos son aproximados y depende del mueble que se desee construir, es por esto que esta suma de m^2 se lo duplica para considerar cualquier uso extra que se le quiera dar. En total se estiman 33m^2 de placas de 10 mm de espesor. Por lo tanto, serán 12 placas de $1,20 \text{m} \times 2,30 \text{m}$. Cada una pesa 28kg y cuesta 52,28\$, y en total tiene un peso de 336kg y tendrán un costo de 627,26 \$.

5.5 BENEFICIOS OBTENIDOS

Diseñar una vivienda con las medidas de un contenedor brinda el beneficio de ser transportable hacia cualquier localización. Esta vivienda tiene las comodidades necesarias para la vida del ser humano y se analiza más adelante la provisión la energía necesaria para el funcionamiento, utilizando energía renovable.

En la parte constructiva, con el sistema Steel Framing se consigue el reciclado del 64 % del acero. Al mismo tiempo si se construye el techo y las paredes de la vivienda con los paneles T- Plak, el 100% de estos es material recuperado. También se puede realizar el mobiliario con estas placas, para lograr un mayor beneficio. Para la aislación se utilizan mapas de huevos de papel 100% reciclado. Estos materiales no presentan efectos nocivos para la salud del ser humano. Como conclusión se muestran los datos obtenidos hasta el momento en la siguiente tabla:

Objetivo	Producto utilizado	Beneficio	Costo	Peso
Estructura metálica	Steel Framing	Constituido en un 64% de a	\$ 3.204	712kg
Paneles	Placas T-Plak	100%reciclado de envases	\$ 2.232	983kg
Muebles	Placas T-Plak	100%reciclado de envases	\$ 627	336kg
Aislamiento	Maples de huevo	100% papel reciclado	\$ 290	118kg
Ventanas	Ventanas doble vidrio	Mejor aislamiento, ahorro de	\$ 860	9kg
Total Construcción			\$ 7.213	2158kg

Tabla 5.5-1: Resumen de los beneficios obtenidos y los costos de esta etapa

6. AGUA

6.1 CIRCUITO DE AGUA

En el diseño de una vivienda se considera un consumo de agua de 200 litros por persona por día, que es equivalente a 70.000 litros por persona por año. Si en la vivienda habitan cuatro personas se llegaría a un total de 800 litros por día. Sin embargo se puede realizar un análisis más profundo de los factores que deben ser tenidos en cuenta para el presente proyecto. El consumo para una vivienda de 4 personas se puede estimar de la siguiente manera:

-WC: Se considera un inodoro de medidas estándar de 16 litros que es utilizado un promedio de 4 veces al día. Existen inodoros de mayor y menor capacidad que van desde los 13 a 23 litros, sin embargo se tomará 16 litros como un valor representativo de éstos. Por lo tanto,

$$\text{Consumo}_{WC} = 16 \frac{\text{litros}}{\text{vez}} \times 4 \frac{\text{veces}}{\text{dia}} \times 4 \text{ personas} = 256 \text{ litros por día (6.1-1)}$$

-Higiene personal (Ducha y Lavatorio): Los cabezales de ducha convencionales tienen un caudal de 15 a 25 litros por minuto. Si se considera que se tarda un promedio de 5 minutos por persona por ducha, con una ducha al día, el consumo por persona por día será de un promedio de 100 litros. Esto es sin utilizar ningún tipo de economizador de agua. Al mismo tiempo debe considerarse un extra para todo lo que sea lavado de cara, manos, dientes y afeitada, que se estima en un 20% más (20 litros por día). Por lo tanto,

$$\text{Consumo}_{HIGIENE} = (100 \text{ litros} \times 1,20) \times 4 \text{ personas} = 480 \text{ litros por día (6.1-2)}$$

-Cocina (Consumo personal y Lavaplatos): La media de consumo por cocinar y beber de una persona por día es de 2 a 4 litros. Se puede tomar un estimado de 15 litros para las 4 personas. Además debe tenerse en cuenta la limpieza de los platos todos los días, se tomará un aproximado de 35 litros por día. Entre los dos, suman un total de 50 litros por día.

$$\text{Consumo}_{PERSONAL+LAVAPLATOS} = 15 \text{ litros} + 35 \text{ litros} = 50 \text{ litros (6.1-3)}$$

Estos tres factores representan un total de 786litros por día, de los cuales el inodoro representa un 32,57% del consumo total de agua, con un consumo de 256litros por día.

$$\begin{aligned} \text{Consumo}_{TOTAL} &= \text{Consumo}_{WC} + \text{Consumo}_{HIGIENE} + \text{Consumo}_{PERSONAL+LAVAPLATOS} \quad (6.1-4) \\ \text{Consumo}_{TOTAL} &= 256\text{litros} + 480\text{litros} + 50\text{litros} = 786\text{litros} \end{aligned}$$

Se detalla en la figura 6.1-1 el sistema de circulación de agua de una casa típica cuyo consumo de agua consiste en una ducha, un lavatorio, un lavaplatos de cocina y un inodoro. Se debe tener en cuenta que ninguno de estos elementos cuenta con una propuesta de ahorro de agua.

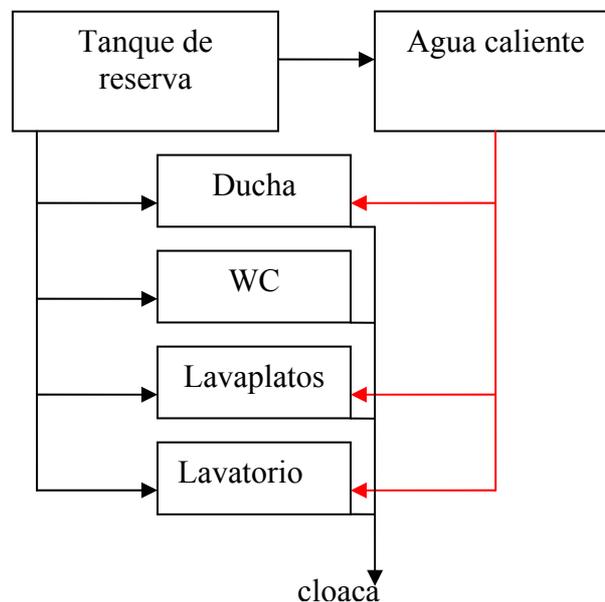


Figura 6.1-1: Circuito del agua en una vivienda típica

6.2 CIRCUITO DE AGUA PROPUESTO

Siguiendo los lineamientos anteriormente mencionados de la proyección de una vivienda ecológica, se considerará un sistema de abastecimiento hídrico que optimice el uso de este recurso. Para ello se propone un circuito de agua que reutilice las aguas grises, basándose en el almacenamiento de las aguas provenientes de la ducha y el lavamanos para su reutilización en la cisterna del inodoro. Estas aguas se denominan grises, ya que no son tan nocivas para el medio ambiente y para el hombre como las aguas negras ya que contienen menos nitrógeno y materia orgánica, por lo que el tratamiento que requieren para su uso es más sencillo de implementar. De esta manera

se logra disminuir significativamente el consumo de agua. Este sistema debe contar con un circuito de tuberías independientes para recolectar estas aguas grises para ser derivadas al depósito correspondiente y desde allí alimentar la cisterna del inodoro.

En la figura 6.2-1 se representa el circuito que debe realizar tanto el agua fría como el agua caliente para que el sistema funcione. Más adelante se explicará detalladamente como se logra el calentamiento del agua, a través de colectores solares.

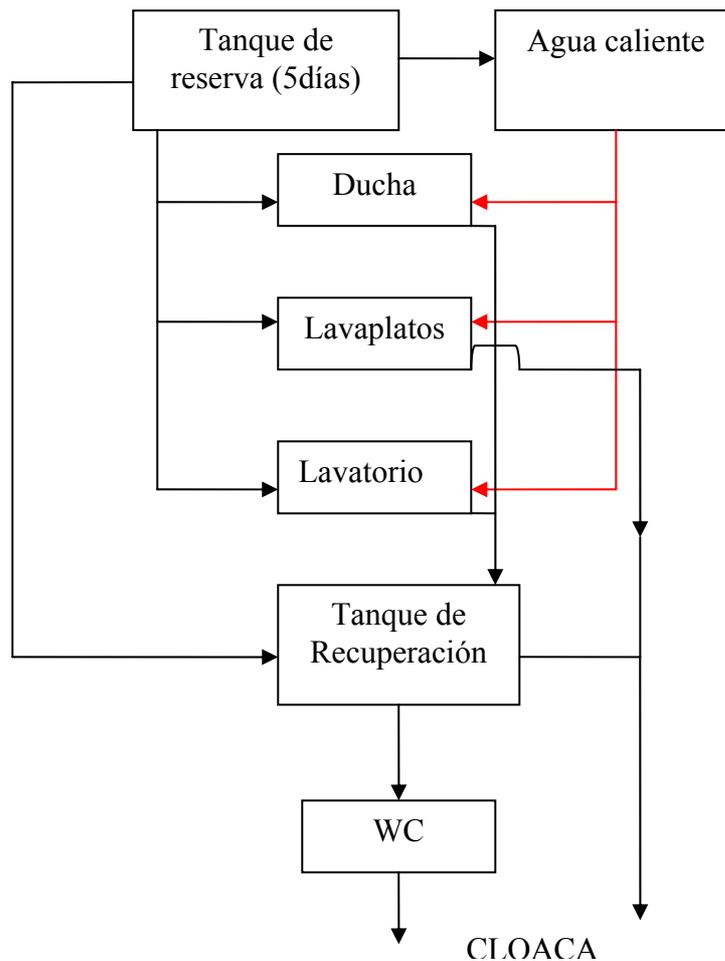


Figura 6.2-1: Circuito de agua con sistema de reutilización

6.3 TECNOLOGÍAS DE AHORRO COMPLEMENTARIAS AL CIRCUITO PROPUESTO

Como complemento al circuito propuesto se toman otras medidas para disminuir el consumo de agua, se hará foco en el punto donde se origina el consumo; es decir los

elementos que proveen el servicio. Como primer paso se realiza la elección de un inodoro de bajo consumo, que tiene una mochila de solamente 6 litros. Disminuir el volumen de la cisterna produce un menor desperdicio de agua cada vez que ésta se utiliza. De acuerdo con normas establecidas para el control de calidad los inodoros deben cumplir con eliminación de desperdicios, arrastre de sólidos o de barrido, lavado de paredes e intercambio de agua. El producto mencionado cumple estas condiciones por lo que representa un ahorro importante en cuanto a consumo de agua. A su vez, para lograr un mayor ahorro de agua, existen productos que tienen doble pulsador mediante el cuál se elige si se desea tirar toda la carga (6 litros) o solamente una menor que puede ser de 3litros, éste será el caso de tres de cada cuatro tiradas.

Existen en el mercado varios dispositivos economizadores de agua. Por un lado están los reductores de caudal, los interruptores de flujo y los aireadores. Se tiene en cuenta un aireador o perlizador que se coloca en la grifería del lavamanos y del lavaplatos. Muchos de estos dispositivos ya vienen incluidos en la grifería pero pueden ser colocados de forma posterior a su instalación. El objetivo de este aireador es interrumpir el flujo de agua con un tubo Venturi para provocar la mezcla entre el agua y el aire, disminuyendo así el consumo. Esta tecnología se basa en el principio del tubo de Venturi que acelera el flujo de agua al pasar por una sección más chica, provocando la aceleración de éste, incorporando aire en el proceso por el vacío que genera.



Figura 6.3-1: Economizador de agua

Para calcular el ahorro en el consumo de agua, se llevó a cabo un experimento casero. Se tomó un recipiente de volumen constante (5litros) y con un cronómetro se registró cuanto tarda en llenarse de agua sin estar colocado el aireador. A continuación se realiza la instalación del aireador y se vuelve a realizar la medición de la misma manera. Los resultados de la experimentación se resumen en la tabla 6.3-1:

Medición N°	Sin economizador	Con Economizador
1	20,29"	1' 02,53"
2	20,22"	1' 03,10"
3	20,42"	1' 02,17"
4	20,44"	1' 02,08"
Media	20,34"	1' 02,37"
Desvío	0,11"	0,21"

Tabla 6.3-1: Resultados de mediciones de tiempo de llenado sin y con economizador

A grandes rasgos, mientras el grifo da un caudal de 15litros por minuto el grifo con el aireador disminuye este caudal hasta un valor de 5litros por minuto.

En la ducha se instala un cabezal de ducha de bajo consumo. Los cabezales de ducha convencionales suministran un caudal de unos 15 a 25 litros por minuto. El caudal que se considera para los cabezales de ducha de bajo consumo es entre 9 y 10 litros por minuto. Para conseguir esta reducción de caudal los cabezales de ducha eficientes utilizan diferentes sistemas, como mezcla con aire, reducción del área de difusión e incorporando limitadores o reguladores de caudal.

6.4 CALCULO DE CONSUMO CON SISTEMA DE AHORRO DE AGUA

-WC: Se considera que el inodoro tiene una cisterna de una capacidad de 6 litros que es utilizado un promedio de 4 veces al día, 3 de ellas solamente se utiliza la mitad de su capacidad como se explicó en el punto anterior. Por lo tanto,

$$Consumo_{WC} = 6 \frac{\text{litros}}{\text{vez}} \times 1 \frac{\text{vez}}{\text{dia}} \times 4 \text{ personas} + 3 \frac{\text{litros}}{\text{vez}} \times 3 \frac{\text{veces}}{\text{dia}} \times 4 \text{ personas} = 60 \text{litros por día}$$

(6.4-1)

-Higiene personal (Ducha+Lavatorio): Se considera una ducha de 5 minutos por persona, a un caudal de 10litros por minuto el consumo es de 50litros por persona por día, utilizando un economizador de agua. Al mismo tiempo debe considerarse un extra para todo lo que sea lavado de cara, manos, dientes y afeitada, que se estima en un 14% más (7litros por día con la instalación de un aireador, ya que el caudal de agua es tres veces menor). Por lo tanto,

$$Consumo_{HIGIENE} = (50 \text{litros} \times 1,14) \times 4 \text{ personas} = 228 \text{litros por día} \quad (6.4-2)$$

-Cocina (Lavaplatos): La media de consumo por cocinar y beber de una persona por día es de 2 a 4 litros. Se puede tomar un estimado de 15 litros para las 4 personas. Además debe tenerse en cuenta la limpieza de los platos todos los días, se tomará un aproximado de 12 litros por día por el uso de un economizador. Entre los dos, suman un total de 27 litros por día utilizando un aireador.

$$\text{Consumo}_{\text{PERSONAL+LAVAPLATOS}} = 15\text{litros} + 12\text{litros} = 27\text{litros} \quad (6.4-3)$$

En conclusión el consumo total de agua potable es de 255 litros por día para las cuatro personas, ya que los 60 litros necesarios para el wc serán aguas reutilizadas. Comparando con los 786 litros por día que se consumen sin tener en cuenta ninguna tecnología de ahorro, el sistema de agua propuesto representa un ahorro del 68%.

$$\begin{aligned} \text{Consumo}_{\text{TOTAL}} &= \text{Consumo}_{\text{HIGIENE}} + \text{Consumo}_{\text{PERSONAL+LAVAPLATOS}} \quad (6.4-4) \\ \text{Consumo}_{\text{TOTAL}} &= 228\text{litros} + 27\text{litros} = 255\text{litros} \end{aligned}$$

$$\text{Ahorro} = \frac{(786 - 255)}{786} = 68\% \quad (6.4-5)$$

6.5 AGUAS GRISES

Estas aguas presentan un proceso de depuración mucho más sencillo que las aguas negras, ya que cuentan con una menor proporción de materia orgánica y de individuos patógenos.

Algunos sistemas de depuración de aguas grises utilizan el filtrado biomecánico y esterilización utilizando lámparas de rayos ultravioletas. Sin embargo en este caso se utiliza un sistema de depuración que consta de dos etapas:

-En un principio se deriva el agua utilizada de los lavatorios, y de la ducha hacia un depósito en el cuál se realiza un filtrado para evitar que las partículas en suspensión ingresen al depósito.

-En una segunda instancia se realiza un proceso de cloración del agua, que permitirá su reutilización en la cisterna del inodoro.

-No se tienen en cuenta las aguas provenientes del lavaplatos ya que éstas tienen una gran proporción de detergentes que al hacer espuma provocan molestias en el sistema planteado. El agua de la ducha y lavamanos es suficiente para cubrir la demanda del inodoro que es de 120litros, ya que se toma un volumen de dos días.

Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en el inodoro, el depósito debe contar con un mecanismo que proporcione la cantidad de agua necesaria desde el tanque de agua potable hacia el depósito. Por lo tanto estos dos tanques deben tener una conexión directa, teniendo en cuenta las normas correspondientes a la separación de agua potable del agua sucia. Al mismo tiempo, puede ocurrir que se llene el depósito, por lo que debe existir una descarga del volumen sobrante hacia el desagüe (Ver Figura 6.2-1). Los desagües cloacales se resolverán considerando las normativas correspondientes a la localización de la vivienda.

6.6 TANQUES DE AGUA

6.6.1 Tanque de reserva

Se tiene en cuenta un volumen equivalente a 5 días de uso. Esto quiere decir que durante 5 días la vivienda estará abastecida para 4 personas y será independiente de cualquier red de agua potable. Luego de esos 5 días el tanque de agua debe ser provisto del agua necesaria para los días siguientes. Teniendo en cuenta que el consumo diario es de 255litros, el tanque deberá tener la capacidad de $255 \times 5 \text{días} = 1275 \text{litros}$. Se necesita por lo tanto que el tanque tenga un volumen de $1,275 \text{m}^3$. El tanque se colocará en el techo de la vivienda, por lo tanto, tendrá un ancho de 2,44m al igual que el ancho de la vivienda. Si tomamos un tanque que tenga un espesor de 20cm, cada un metro de largo el volumen de agua que contiene es de 488 litros. Para conseguir el volumen requerido para 5 días de consumo de agua, las medidas serán por lo tanto, 2,44m de ancho, 20cm de espesor y 2,62 metros que almacena un total de 1278litros de agua.

$$Volumen_{TOTAL} = 2,44m \times 0,20m \times 2,62m = 1,278m^3 \text{ (6.6.1-1)}$$

Este volumen no supera el valor máximo permitido de 4000litros, a partir del cuál debe dividirse el tanque en dos secciones.

6.6.2 Tanque de almacenamiento y tratamiento

Este dispositivo será necesario para almacenar el agua que será reutilizada. Por ello debe contar con el volumen necesario para 2 días de consumo de aguas grises, es decir 120 litros de capacidad. Además se debe realizar el tratamiento correspondiente. Las dimensiones del tanque deben contener $0,12 \text{ m}^3$ y estará diseñado de forma tal que el tanque se pueda colocar debajo de las camas. Cada cama es de $2\text{m} \times 0,80\text{m}$, por lo tanto con un tanque cuadrado de espesor 10cm ya se logra un volumen de $0,16 \text{ m}^3$. Sin embargo se elige aumentar el espesor hasta 20cm y que la base del tanque sea de $0,80\text{m} \times 0,75\text{m}$.

$$Volumen_{TOTAL} = 0,80\text{m} \times 0,20\text{m} \times 0,75\text{m} = 0,12\text{m}^3 \text{ (6.6.2-1)}$$

Será necesaria una bomba de bajo consumo para llevar luego las aguas recuperadas hacia el wc. La bomba de bajo consumo que se utilizará es de la marca PONTEC Modelo Maratón que consume 9,6 W/h y es capaz de bombear 750 litros-hora a una elevancia de 1,35m.

Se puede ver en la figura 2 como interactúan los tanques junto con los elementos de la vivienda.

6.6.3 Material de los tanques

Los tanques deben ser impermeables y el material que se utilice no debe alterar las cualidades del agua. Existe un material que cumple todos los requisitos que se necesitan para la vivienda. Este es la resina poliéster Atlas 382E, un material de construcción fuerte, sólido y homogéneo, su originalidad consiste en su alto grado de resistencia a la corrosión, en una gran variedad de productos químicos.

La resina termofija Atlac se combina en un laminado con materiales de refuerzo apropiados: Tela o fieltro de fibra de vidrio son los más comúnmente usados, pero pueden usarse fibras sintéticas orgánicas para ciertos medios corrosivos. [IPIPSA, 2007]

Se enumeran algunas de sus ventajas:

*resistencia a la corrosión a una gran variedad de productos químicos aún a temperaturas superiores a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ como en sistemas de presión y alto vacío.

- *mayor duración del equipo con menos mantenimiento y pérdidas de tiempo.

- *alta resistencia en combinación con un peso ligero.

- *fácil de fabricar y reparar, incluyendo formas estructurales muy complejas.

- *ningún mantenimiento exterior. No se necesita pintura para el exterior ya que la resina puede ser coloreada con pigmentos si se desea.

- *traslucidez, permitiendo observar los niveles de un líquido en tanques o los flujos en tuberías.

- *alta resistencia al impacto.

- *aislamiento eléctrico efectivo y resistencia a la corrosión galvánica.

- *buen aislamiento térmico.

- *aprobado por el FDA (Food and Drug Administration) como un producto seguro para ser usado en repetidas ocasiones en contacto con alimentos.

- *buena retención de propiedades físicas luego de la exposición a elevadas temperaturas.

Uno de los puntos más importantes es la posibilidad de realizar formas estructurales complejas, ya que los tanques tendrán las dimensiones descriptas anteriormente.

Como complemento al circuito de agua fría, la vivienda estará provista de un taque de agua caliente y un sistema de calentamiento de agua. Este concepto se desarrolla a posteriormente.

Los tanques llevarán en su interior separadores que evitarán durante el transporte desplazamientos bruscos del agua, que pueden generar inconvenientes.

6.7 BENEFICIOS OBTENIDOS

El circuito de agua propuesto junto con los accesorios economizadores y equipamiento de bajo consumo traen como consecuencia un significativo ahorro de agua.

En un primer paso al implementar el circuito de reutilización de aguas grises se reemplaza todo el consumo de agua potable del inodoro, que originalmente era de 256 litros. Además al utilizar un inodoro con una cisterna considerablemente menor el agua que debe ser tratada para su reutilización es de solamente 60 litros por día.

En lo que concierne a la higiene personal, con la instalación de un cabezal de ducha de bajo consumo y economizadores en la grifería se logra disminuir el consumo desde 480litros por día a 228litros por día. Los mismo sucede en el caso de la cocina con el uso de economizadores provocando una disminución en el caudal tres veces menor, de 35 litros por día a 12litros por día.

Originalmente el total de consumo de agua para cuatro personas era de 786litros y con el sistema de agua propuesto el valor disminuye a 315 litros, esto es un 68% menos de agua potable que requiere la vivienda. Se resumen estas conclusiones en la siguiente tabla:

Equipamiento	Proposición	Consumo original (litros por día)	Consumo propuesto (litros por día)	Agua potable	Ahorro en agua potable
Inodoro	Cisterna de 6 litros	256	60	NO	100%
Ducha	Cabezal de bajo consumo	400	200	SI	50%
Lavamanos	Economizador	80	28	SI	65%
Lavaplatos	Economizador	35	12	SI	66%
Para cocinar y beber	-	15	15	SI	0%
Total		786	255		68%

Tabla 6.7-1: Resumen de los beneficios obtenidos

El peso total del tanque de reserva es de 1278kg (1litro=1kg) ya que el volumen total de agua no será mayor a 5 días. Considerando un extra por el sistema de tuberías y el equipamiento se puede estimar un total de 1600kg.

6.7.1 Costos

El Costo total de esta parte del proyecto será:

Equipamiento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total
Inodoro bajo consumo	1	\$ 200	\$ 200
Ducha con Cabezal de bajo consumo	1	\$ 150	\$ 150
Lavamanos+ Grifería con aireador	3	\$ 130	\$ 390
Instalación de circuito de agua (tuberías, tanque de agua fría, tanque de reutilización de aguas grises)	GL	\$ 6.000	\$ 6.000
Bomba de reutilización de aguas grises	1	\$ 465	\$ 465
Total Agua Fria	GL		\$ 7.205

Tabla 6.7.1-1: Resumen de los costos de esta etapa

7. AGUA CALIENTE

Será necesario definir un sistema de calentamiento de agua para la vivienda. Este sistema consta de colectores solares, un tanque de almacenamiento y un circuito de tuberías que va desde los colectores hasta el tanque de almacenamiento. Previo a la explicación y descripción de este concepto se realiza un breve resumen sobre qué son los colectores solares.

7.1 COLECTORES SOLARES

El agua caliente requerida para la ducha, el lavatorio y el lavaplatos será generada a través de colectores solares. La energía obtenida a partir de estos, se denomina energía solar térmica y se basa en el principio de utilizar la energía solar para calentar el agua que será utilizada para la higiene. Existen varios tipos de colectores: de baja temperatura, de media y alta.

7.1.1 Colector de temperatura baja

Este es el caso del colector plano, que llega a temperaturas bajas de entre 60 y 70°C, y se utilizan para agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción. El colector está compuesto a su vez por otros elementos que, en conjunto, hacen posible su funcionamiento. Cada uno de ellos cumple un objetivo y hace posible el funcionamiento del colector. Consiste en una placa de absorción, sobre la cual se apoyan las tuberías por donde circula el líquido que será calentado y por sobre estos, se coloca un material transparente, en general vidrio o policarbonato, que aísla al sistema del exterior.

Por un lado la placa de absorción siempre es negra ya que este color es el que más absorbe calor. En general es de metal y debe estar muy bien aislada de la pared exterior para evitar pérdidas de energía, puede ser cualquiera de las opciones descritas en el capítulo 5. Considerando la importancia de la conservación de energía, en este caso se selecciona lana de vidrio, que será colocada en todo el perímetro y por debajo del colector. Las tuberías están dispuestas sobre estas placas que le transmiten energía, calentando el líquido que circula por su interior. Este líquido es en general agua, sin embargo en casos donde la temperatura exterior es muy baja, el agua corre el riesgo de congelamiento por lo que se utiliza una alternativa de fluido que no se altere su estado a temperaturas menores a 0°C. Si es este último caso, en el cuál se utiliza otro fluido, éste debe ser derivado hacia un intercambiador de calor que pase por el tanque, ya que el fluido no puede mezclarse con el agua potable. Con excepción de que se presente un caso de temperaturas exteriores muy bajas se realizará el proyecto con el

primer caso, el que posee agua como portador de energía y el colector se denomina de tipo directo.

Las tuberías por las cuales circula el fluido a calentar, son de cobre y se pueden disponer de distintas maneras. Las más comunes son en forma de serpentina o de tubos paralelos.

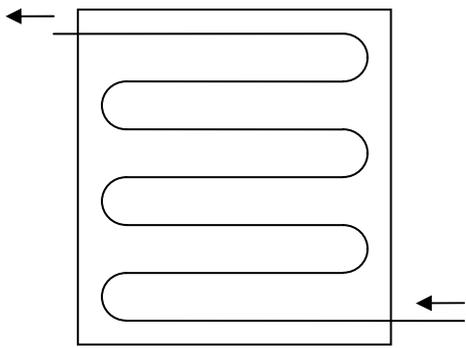


Figura 7.1.1-1: Colector solar de serpentin

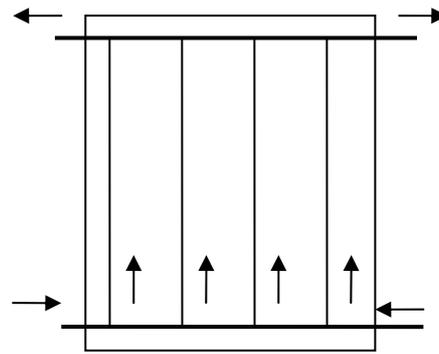


Figura 7.1.1-2: Colector solar de tubos paralelos

Por último sobre las tuberías se coloca el vidrio. Este debe ser templado (en general de 4mm) y actúa como efecto invernadero, aprovechando de manera más eficiente la energía que proviene del sol. Los rayos solares, compuestos por longitudes de onda corta, ingresan dentro del colector con gran facilidad; sólo una pequeña parte de estos rayos es reflejada. Cuando los rayos del sol entran, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación de onda larga, también conocida como infrarroja. El vidrio no deja salir los rayos con longitud de onda larga por lo tanto estos quedan en el interior, aumentando la temperatura dentro del colector.

Algunos colectores pueden estar dispuestos de manera tal que el agua circula desde la parte inferior del colector hacia la parte superior sin utilizar una bomba. Esto se debe al efecto termosifón. El agua al ser calentada disminuye su densidad por lo que si un recipiente lleno de agua se calienta, el agua caliente tiende a elevarse desplazando el agua fría que quedará por debajo de ésta. Es así como el agua sube desde el tanque, a través del panel, hacia el tanque de agua caliente nuevamente. Esto funciona siempre y cuando el tanque de agua caliente esté dispuesto más alto que los colectores solares.

Lamentablemente en este caso, se necesitará una bomba de bajo consumo para hacer circular el agua, ya que el tanque de reserva no se encuentra a una diferencia de altura considerable con respecto al colector, ya que el tanque de agua y el colector se colocan sobre el techo de la vivienda. La bomba que se utilizará es de la marca PONTEC

Modelo Maratón que consume 9,6 W/h y es capaz de bombear 750 litros por hora a una diferencia de altura de 1,35m.

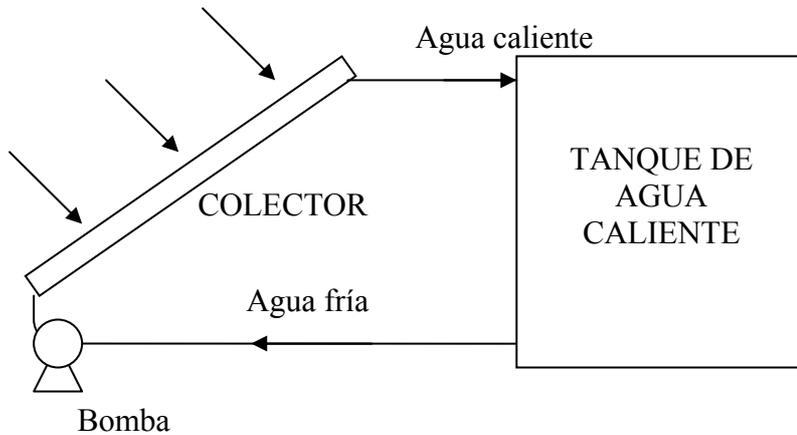


Figura 7.1.1-3: Ciclo de calentamiento de agua

Si existe más de un colector, estos pueden colocarse en serie o en paralelo. Si el sistema se conecta en paralelo, a cada uno de los colectores le llega el agua a la misma temperatura y tienen igual rendimiento, y tiene la ventaja de que si uno falla, el resto continúe funcionando. Por otro lado, si es en serie se obtiene una temperatura mayor pero el último de los colectores tiene un rendimiento menor, además se producen mayores pérdidas (mayor recorrido).

Debido a que no se requieren elevadas temperatura y se beneficia la conservación de energía, los colectores se instalan en paralelo, sobre el techo para lograr captar la mayor cantidad de energía solar. En el hemisferio Norte los colectores deben estar orientados hacia el Sur, mientras que en el hemisferio Sur deben estar orientados hacia el Norte. Además, deben estar inclinados un ángulo que dependerá de la latitud del lugar y de la estación del año. Es por esto último que el colector se debe girar y rotar en el sentido deseado según la época del año y será de forma totalmente manual.

El ángulo de inclinación de los colectores planos sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica β y del período de utilización de la instalación.

Período de utilización	Inclinación de los colectores
Anual, con consumo constante	β°
Preferentemente en invierno	$(\beta + 10)^\circ$
Preferentemente en verano	$(\beta - 10)^\circ$

Tabla 7.1.1-1: Inclinación de los colectores en función del periodo de utilización

Se admiten en cualquiera de los tres casos desviaciones de $\pm 10^\circ$ como máximo. [ITE 10 INSTALACIONES ESPECÍFICAS, 2007]. Para obtener un mayor rendimiento se colocarán colectores capaces de modificar su dirección manualmente según la época del año en que se encuentren. Si se coloca más de un colector se debe evitar que se produzcan sombra entre ellos.

Existen también en esta clasificación los colectores de aire, los de vacío y los cónicos. Los primeros utilizan como fluido portador de calor el aire, y no posee buenas propiedades de capacidad calorífica y además el proceso de transferencia de calor entre placa y fluido es malo. Los cerrados al vacío disminuyen las pérdidas por convección pero al mismo tiempo se pueden producir problemas en las uniones por la presión; llegan a temperaturas mayores, alrededor de los 100°C que se utilizan en general para la obtención de frío por el método de absorción. Por último, los cónicos tienen una superficie de captación de forma cónica que es pequeña y presentan problemas de estratificación del agua.

7.1.2 Colector de temperatura media y alta

Son los colectores que llegan hasta una temperatura de 500°C . Son específicamente los colectores concentradores, que focalizan la energía del sol a través de espejos hacia un receptor conteniendo un líquido. Estos colectores deben instalarse con sistemas automáticos de seguimiento solar de precisión, que a su vez consumen energía eléctrica para su funcionamiento. La superficie reflejante requiere mantenimiento continuo y debido a las altas temperaturas se hace uso de materiales especiales. Este tipo de colectores se utiliza para generar vapor de presión para la obtención de electricidad o para aplicaciones industriales.

Conociendo todas las opciones, se eligió utilizar el colector solar plano por las siguientes razones:

- Su eficiencia es la adecuada para las necesidades de la vivienda.
- Su costo es bajo.
- No necesita mantenimiento.
- No utilizan energía extra (como lo hacen los de concentración para seguir el movimiento del sol).
- Su construcción es más simple.

7.2 TANQUE DE AGUA CALIENTE

En este tanque se almacenará la energía térmica para su posterior utilización. La demanda no siempre coincide con el momento en el que hay suficiente radiación, por lo tanto si se quiere aprovechar al máximo las horas de sol será necesario acumular la energía en aquellos momentos del día en que esto sea posible y utilizarla cuando se produzca la demanda.

Debe contar con el apropiado aislamiento para evitar la mayor cantidad de pérdidas de energía. El aislamiento del tanque se puede realizar del mismo material que se utilizó para la primera parte del proyecto. Con los maples de huevos (procesados de pasta de papel) y colocados sobre el exterior del tanque con un film se puede lograr el aislamiento adecuado. De la misma manera se aislarán las tuberías de agua caliente para evitar las pérdidas en el recorrido del agua.

Las dimensiones que debe tener este tanque serán en función del consumo diario de una persona. Se calcula que de toda el agua consumida en un día, el agua caliente utilizada representa el 50% del agua total. Se tiene en cuenta que se utiliza agua caliente para la ducha y lavatorios y para la cocina (no para beber). Por lo tanto:

-Higiene personal (Ducha+Lavatorio): Se considera una ducha de 5 minutos por persona, a un caudal de 10litros por minuto el consumo es de 50litros por persona por día, utilizando un economizador de agua. Al mismo tiempo debe considerarse un extra para todo lo que sea lavado de cara, manos, dientes y afeitada, que se estima en un 14% más (7litros por día con la instalación de un aireador, ya que el agua corre con un caudal tres veces menor). Teniendo en cuenta el factor del 50%:

$$\text{Consumo}_{\text{HIGIENE}} = 0,50 \times (50 \text{ litros} \times 1,14) \times 4 \text{ personas} = 114 \text{ litros por día (7.2-1)}$$

-Cocina (Lavaplatos): Para la limpieza de los platos todos los días se tomará un aproximado de 6 litros por día.

$$\text{Consumo}_{\text{LAVAPLATOS}} = 0,50 \times 12 \text{ litros} = 6 \text{ litros (7.2-2)}$$

Ambos suman un total de 120 litros por día para toda la vivienda.

$$\begin{aligned} \text{Consumo}_{\text{TOTAL}} &= \text{Consumo}_{\text{HIGIENE}} + \text{Consumo}_{\text{LAVAPLATOS}} \quad (7.2-3) \\ \text{Consumo}_{\text{TOTAL}} &= 114 \text{ litros} + 6 \text{ litros} = 120 \text{ litros} \end{aligned}$$

El tanque por lo tanto deberá tener un tamaño tal que pueda almacenar este volumen ($0,120 \text{ m}^3$). Se puede colocar el tanque en el interior de la vivienda, sobre la pared. Teniendo en cuenta un ancho de 1,2m para asegurar el tanque entre los perfiles (estos se colocan cada 0,4m) y con un espesor del tanque de 0,2cm; el alto necesario será de solamente 0,5m.

$$\text{Volumen}_{\text{TANQUEcaliente}} = 1,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,12 \text{ m}^3 \quad (7.2-4)$$

Se optará por un sistema alternativo de provisión de energía que constará de una resistencia eléctrica para calentar el agua en casos en los que no sea suficiente o no se cuenta con energía solar, en caso de estar nublado.

7.3 SISTEMA SOLAR DE AGUA CALIENTE

Se quiere obtener una temperatura de 45°C para el agua caliente, tanto en verano como en invierno. Para calcular la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura desde los 20°C a los 45°C en verano y de 5°C a 45°C en invierno:

$$E = M_{\text{agua}} \times C_c \times h_2 \times (T_f - T_i) \quad (7.3-1)$$

E: cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura del agua.

Cc: capacidad calorífica del agua ($4,18 \text{ kJ/Kg.}^\circ\text{C}$)

Tf: Temperatura final a la que se quiere calentar el agua

Ti: Temperatura inicial del agua

Por lo tanto en verano:

$$E = 120 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times \left(\frac{0,001\text{m}^3}{1\text{litro}} \times \frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 12540\text{kJ} / \text{día} \quad (7.3-2)$$

En invierno:

$$E = 120 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times \left(\frac{0,001\text{m}^3}{1\text{litro}} \times \frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (45^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) = 20064\text{kJ} / \text{día} \quad (7.3-3)$$

El área de captación necesaria para abastecer este calentamiento se obtiene dividiendo E por la eficiencia del colector en Wh/m².

Sin embargo el cálculo de energía depende de múltiples factores, eficiencia del colector, radiación disponible, temperatura ambiente, temperatura del agua, velocidad de viento, etc. Empíricamente la empresa SURSOLAR llega a un predimensionado solar mínimo de 2m², considerando 1m² por cada 70litros de acumulación, que será suficiente para abastecer la vivienda, es decir los 120litros. En el Anexo se presentan las características del producto y sus dimensiones.



Figura 7.3-1: Colectores de la empresa SURSOLAR

Realizando una investigación paralela y teniendo en cuenta que la eficiencia depende de varios factores (la ubicación, condiciones climáticas, etc.) se llega a una conclusión

similar para la cantidad de colectores necesarios para la vivienda. Se toma en cuenta como referencia la siguiente tabla provista por la empresa TORRESOLAR.

COLECTORES SOLARES	
Colector solar plano, largo 1,30m, ancho 1,05m (1,365m ²),	Marco de aluminio, aislación térmica en lana mineral, placa captadora y tubos de cobre. Opcionales: aluminio anodizado natural o color, vidrio templado.
AGUA CALIENTE SANITARIA	
Equipo compacto para 2 personas	1 colector 1.365m ² + tanque 60lts con auxiliar de calor de 2Kw incorporado + estructura
Equipo compacto para 4 personas	2 colector 1.365m ² + tanque 120lts con auxiliar de calor de 2Kw incorporado + estructura
Equipo solar termosifónico para 4 personas	3 colectores 1.365m ² + tanque 240lts agua caliente sanitaria con auxiliar de calor de 2Kw incorporado
Equipo solar circulación forzada para 4 personas	3 colectores 1.365m ² + tanque 240lts agua caliente sanitaria con auxiliar de calor de 2Kw incorporado + kit controlador digital, vaso expansión, bomba circuladora, válvula termostática
Equipo solar circulación forzada para 4-6 personas,	4 colectores 1.365m ² + tanque 240lts agua caliente sanitaria con auxiliar de calor de 4Kw incorporado + kit controlador digital, vaso expansión, bomba circuladora, válvula termostática

Tabla 7.3-1: Información provista por TORRESOLAR

Se establece que 3 colectores de 1,365m² son necesarios para abastecer a una familia de 4 personas. La empresa provee todo el sistema así como también la instalación. Al haber seleccionado en el proyecto colectores de circulación forzada se debe tener los accesorios correspondientes como kit controlador auxiliar, vaso expansión, bomba circuladora y válvula termostática. Como hay momentos en los que la radiación solar no es suficiente o no existe, se deberá contar con un sistema auxiliar incorporado de 2Kwh.

Teniendo en consideración que la vivienda diseñada cuenta con un importante ahorro en agua se toma la primera opción en donde la empresa tuvo en cuenta las características del proyecto. Por lo tanto se instalan 2,73 m² colector solar que se colocarán sobre el techo de la vivienda en el mismo lugar que el tanque de reserva. Puede ser de cualquiera de las dos empresas y tienen las mismas dimensiones (Ver Anexo para SURSOLAR). Los dos colectores tiene la inclinación adecuada orientados correctamente aprovechándola máximo la incidencia del sol en ellos. Se hará uso del sistema auxiliar durante la época de invierno, y está será de una potencia menor, solamente de 500W.

7.4 BENEFICIOS OBTENIDOS

El beneficio de este capítulo reside en la utilización de energía renovable para el calentamiento del agua, evitando la utilización de energía no renovable. Para lograrlo se basa en la energía solar térmica que puede proveer la energía necesaria a través de colectores solares. Si bien se necesita un sistema alternativo de provisión de energía en caso de no ser suficiente la energía solar, éste consumo de energía renovable es mínimo.

El peso total que se considera en esta etapa corresponde al peso de los colectores y al del sistema de tuberías ya que toda el agua se consideró en el capítulo anterior. Como cada colector pesa 22 kg (Ver Anexo 11.9), se estima un aproximado de cómo máximo 60kg.

7.4.1 Costos

El costo que representa toda la instalación de agua caliente (colectores + tanque de agua + auxiliar de 2KWh + kit controlador digital + vaso expansión + bomba circuladora + válvula termostática) en el día de la fecha es de aproximadamente 10.000\$. Se toma este estimativo como referencia. Además, la bomba de agua de bajo consumo que hace funcionar al colector y la que está en el circuito de aguas grises cuesta 150USD.

También se debe considerar el costo de los mapas de huevos la aislación del tanque de agua y de las tuberías, que será aproximadamente 50\$.

En total el costo de la instalación total de agua caliente es:

Equipamiento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total
Circuito de agua caliente + tuberías + tanque+ auxiliar	GL	\$ 10.000	\$ 10.000
Bomba del colector	1	\$ 465	\$ 465
Aislación mapas de huevo	GL	\$ 50	\$ 50
Total Agua Caliente	GL		\$ 10.515

Tabla 7.4.1-1: Resumen de los costos de esta etapa

8. SISTEMAS DE CONFORT

Consiste en acondicionar un ambiente de forma tal que sea confortable para el ser humano. Para ello se diseña el sistema de calefacción que se utilizará en invierno y el sistema de aire acondicionado durante el verano, éste último de manera teórica. Actualmente en el área de Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Buenos Aires, se está considerando el proyecto para desarrollar un aire acondicionado solar orientado a satisfacer los requerimientos propuestos para este proyecto. Este está a cargo de la Dra. Ing. Cecilia Smoglie, directora de la carrera de Ingeniería Mecánica.

8.1 AIRE ACONDICIONADO

La producción de frío es un fenómeno endotérmico, es decir, absorbe calor del ambiente que quiere enfriarse. Una de las opciones que existen para lograr esta producción es, por ejemplo, la extracción de calor de un cuerpo o un espacio a través de la absorción. En este caso un fluido (refrigerante) absorbe calor del ambiente con el objetivo de cambiar de estado de agregación, en el presente proyecto se describe el proceso de vaporización del mismo. Este método es el más utilizado en la actualidad en los comercios y a nivel doméstico.

8.1.1 Compresión mecánica de vapor

El ciclo por compresión mecánica de vapor consiste en un fluido de trabajo llamado refrigerante, que circula de forma continua en un ciclo cerrado compuesto por cuatro procesos diferentes:

- El primero consiste en la condensación isotérmica del fluido. Se realiza con un Condensador
- El segundo proceso consta de la expansión isoentálpica del fluido del nivel de alta presión al nivel de baja presión. Se realiza con una válvula de expansión.
- El tercer proceso es la evaporación isotérmica del fluido. Se realiza en un evaporador.
- Por último el cuarto proceso consiste en la compresión del fluido entre los niveles de presión de operación baja y alta. Se realiza con un compresor.

A pesar de ser muy eficiente, la principal desventaja del ciclo de compresión mecánica es la gran variación de volumen del fluido de trabajo en su paso por el compresor. Por lo tanto la energía requerida para operar debe ser trabajo mecánico en cantidades relativamente grandes y por lo tanto representa un alto consumo de energía eléctrica por parte del compresor.

8.1.2 Sistema de absorción

Teniendo en cuenta esta gran desventaja y considerando la importancia de diseñar un sistema que esté basado en la obtención de energía a partir de fuentes renovables, se opta por el diseño de otro sistema: el Sistema de Absorción.

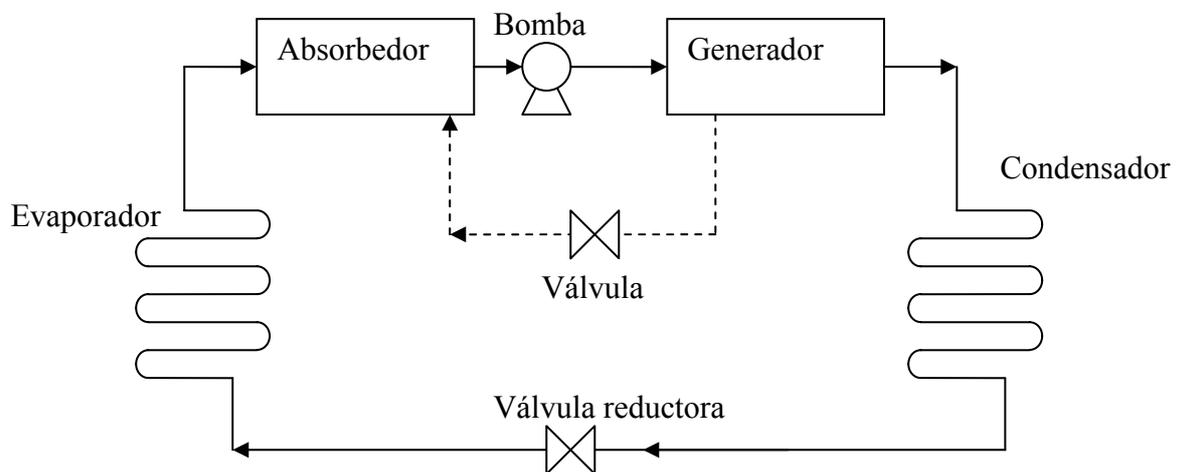


Figura 8.1.2-1: Ciclo de Absorción

Este sistema consta de un ciclo continuo en donde se producen cambios en el estado de agregación del refrigerante a partir de un intercambio de energía con el ambiente. Se basa en la propiedad que tienen algunas sustancias de poseer bajas presiones y temperaturas de saturación permitiendo que se aplique dicha sustancia para extraer calor y mantener un espacio a una temperatura menor a la ambiental.

Esto se produce a través del proceso de absorción, que se basa en la capacidad de una sustancia, tales como el agua y algunas sales como el Bromuro de Litio, para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el Amoníaco y el agua, respectivamente. Se puede llegar a la condición inicial, mediante el proceso inverso.

El refrigerante en forma de vapor, con baja presión entra en el absorbedor. En el interior de éste, se encuentra el absorbente preparado para absorberlo. Luego de producirse el proceso de absorción mediante el cuál el refrigerante en forma de gas se incorpora a otra sustancia líquida, esta solución es bombeada hasta el generador.

Esta solución concentrada en refrigerante es calentada hasta que todo el refrigerante se encuentra evaporado y se separa del líquido absorbedor. La temperatura de vaporación del refrigerante debe ser menor a la requerida en el ambiente. Ya separados el refrigerante y el líquido absorbedor, éste último vuelve hacia el Absorbedor pasando previamente por una válvula de expansión que sirve para provocar la caída de presión existente entre el Absorbedor y el Generador. Mientras tanto, el refrigerante en forma de vapor con alta temperatura y presión, entra al Condensador en donde el vapor se condensa. En el proceso de condensación se libera calor al ambiente y éste debe ser disipado de alguna manera ya que lo que se está queriendo lograr es el enfriamiento del ambiente.

El refrigerante desde allí se dirige al Evaporador, paso previo por una válvula que reduce la presión hasta que se llega a la presión de evaporación. En el evaporador, con la presión correspondiente se produce la evaporación del refrigerante que toma calor del medio; logrando el enfriamiento del ambiente.

Finalmente el vapor regresa al Absorbedor cerrando el ciclo de absorción.

La parte del ciclo formada por el condensador, válvula de expansión y evaporador es idéntica a la correspondiente al ciclo de compresión, mientras que el compresor se sustituye por el conjunto absorbedor-bomba-generador-válvula. Este último lleva el refrigerante desde la presión del evaporador hasta la presión del condensador; absorbiendo el vapor en un líquido, luego aumentando la presión del líquido con una bomba hasta la presión del condensador y finalmente liberando el vapor al aplicar calor.

8.1.3 Propiedades del refrigerante

El refrigerante es una sustancia capaz de producir un efecto de enfriamiento sobre el medio que lo rodea, éste fluye y evoluciona en un ciclo al interior de un circuito.

- Es indispensable que el refrigerante líquido se vaporice a una temperatura menor a la temperatura a la cual se quiere mantener en el ambiente.

- El refrigerante no debe reaccionar con ningún material utilizado para la construcción del dispositivo.
- Dentro del rango de trabajo (temperatura y presión) el refrigerante debe tener una estabilidad química.
- La presión de evaporación debe ser superior a la atmosférica para evitar el ingreso de aire exterior al sistema.
- Cuanto mayor sea su capacidad de enfriamiento menor cantidad de refrigerante se necesita.
- Debe tener baja presión de condensación, ya que presiones altas requieren instalaciones de mayor soporte y por consiguiente mayores costos.

8.1.4 Propiedades del absorbente

- Debe tener una fuerte afinidad con el vapor del refrigerante que requerirá una menor cantidad reduciendo pérdidas térmicas en su calentamiento. Sin embargo esta relación no debe ser demasiado grande ya que en ese caso se necesitará suministrar una gran cantidad de calor para separar el refrigerante.
- La presión de vapor a la temperatura requerida en el generador debe ser muy baja en comparación con la presión de vapor del refrigerante.
- Deben ser solubles durante todo el rango de condiciones de operación
- Debe permanecer en estado líquido durante todo el ciclo.
- Debe ser estable, no corrosivo.
- El absorbente debe ser menos volátil que el refrigerante para facilitar la separación en el generador. Si esto no se cumple se puede utilizar un rectificador para separar el vapor del líquido.

8.1.5 Ejemplos de sistemas de absorción

Como ya hemos visto, existen dos ciclos muy utilizados para lograr el enfriamiento de un ambiente. Por un lado tenemos el ciclo de absorción que tiene como refrigerante el amoníaco y como absorbedor el agua. Estas sustancias cumplen las condiciones mencionadas anteriormente como por ejemplo la afinidad, la solubilidad en un amplio rango de condiciones de operación. Sin embargo el amoníaco produce una alta corrosión en el cobre y aleaciones cuando entra en contacto con oxígeno e hidrógeno. Además tiene presiones de operación relativamente altas y es tóxico, irritante, inflamable y explosivo. En el caso de uso doméstico, las posibilidades de fuga son remotas y además la cantidad de amoníaco es tan pequeña que el peligro es mínimo. Al ser el agua una sustancia volátil, el amoníaco en forma de vapor puede contener vapor de agua, cuando este llega al evaporador disminuye el efecto refrigerante ya que aumenta la temperatura de evaporación. Se puede mejorar esta desventaja utilizando un rectificador a la salida del generador.

La otra combinación es la del agua como refrigerante y el bromuro de litio como absorbedor. Generalmente son los que se utilizan para aire acondicionado. Al ser el agua el refrigerante, existe el inconveniente de que a temperaturas menores a 0°C el agua se congele. Al igual que en el caso de los colectores solares, se trabajará bajo el supuesto de que esto no sucede. Si fuera de manera contraria se deberá elegir otro ciclo de absorción que no presente este inconveniente. En este sistema no es necesario utilizar un rectificador, ya que el absorbente no es volátil. Se debe realizar una planificación minuciosa para este ciclo ya que en algunos rangos de condiciones el bromuro de litio no es del todo absorbente en el agua.

8.1.6 Aire acondicionado solar

Teniendo en cuenta el ciclo de absorción, se lo adecua a las necesidades de la vivienda modular que se está diseñando. Para ello se debe considerar la forma en que se suministrará la energía necesaria para que este ciclo funcione.

El funcionamiento del ciclo es el explicado en el punto anterior. El refrigerante en forma de vapor al salir del evaporador se mezcla con el absorbente y al producirse la absorción se libera calor que debe ser disipado. La solución concentrada ingresa al Generador en donde a través de colectores solares se aumenta la temperatura de la solución hasta que el refrigerante en forma de vapor de alta presión y temperatura se separa y va al Condensador. Al mismo tiempo el absorbente a través de una válvula reductora de presión vuelve al Absorbedor. El refrigerante se condensa por las bajas

temperaturas. Luego va al evaporador, previamente pasando por una válvula reductora de presión para llegar a la presión del evaporador. En este, el líquido se evapora a una temperatura menor que la del ambiente, y extrae calor del medio enfriándolo.

De esta manera, en el momento que debe aplicarse calor de algún elemento exterior se lo hace a través de colectores que utilizan energía solar, sin utilizar energía eléctrica u otra no renovable.

De esta manera se utilizará una parte de la energía térmica de los colectores para abastecer el aire acondicionado solar y así absorber las diferencias de consumo a lo largo del año, ya que en verano hay mayor incidencia solar. El fluido del colector, al ser calentado pasa por el Generador a través de un intercambiador de calor en un ciclo cerrado. Luego este fluido vuelve al colector para volver a iniciar el ciclo.

La bomba que se utiliza en el ciclo es de bajo consumo y tiene las mismas características ya mencionadas en el proyecto.

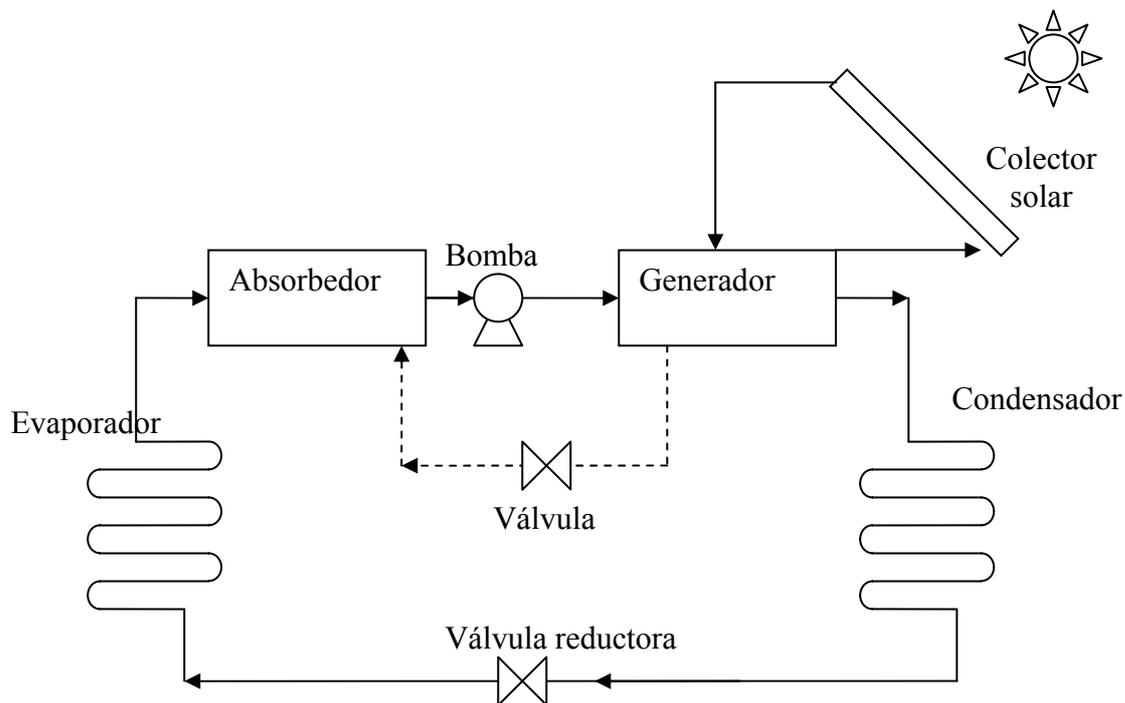


Figura 8.1.6-1: Ciclo de Absorción de un Aire Acondicionado Solar

La eficiencia del aire acondicionado se mide según el concepto de COP (Coefficient of Performance) o Eficiencia Energética que es la cantidad de refrigeración obtenida entre la cantidad de energía dividida la que se requiere aportar para conseguir esta

refrigeración. Se obtiene dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno, en W , entre el valor de la potencia eléctrica de entrada, en W . Un aire acondicionado convencional tiene un COP que va entre los valores 8 y 11.

Se estima que la eficiencia de un sistema de aire acondicionado solar a través de un sistema de absorción está en un valor entre 0,5 y 0,7 [Cano Marcos, 2007].

Para realizar el cálculo de la cantidad de frigorías que deberá tener el aire acondicionado solar se recurre a un valor promedio ya que el cálculo de la cantidad de frigorías es complejo y depende de varios factores como ubicación, volumen, cantidad de personas, aislación, material de construcción, etc. Para simplificar este problema, se puede tomar un valor medio que oscila en las 50 frigorías por m^3 para el centro de Argentina. Para el Norte del país el valor puede aumentar hasta 60 o 70 m^3 . Se tomará el valor promedio de 50 frigorías por m^3 solamente para reflejar los cálculos para una ubicación que tendrá características promedio, en cuanto se disponga de la ubicación geográfica en donde estará la vivienda se puede modificar este valor para que el resultado sea más exacto.

Solamente se tendrá aire acondicionado en la sala de estar, no así en el cuarto de baño. Por lo tanto la carga térmica que deberá tener el equipo será de:

$$CT = 50 \frac{\text{frigorías}}{m^3} \times (2,44m \times 6,10m \times 2,40 - 1,50m \times 1,00m \times 2,40) = 1606 \text{ frigorías (8.6.1-1)}$$

8.2 CALEFACCION

Algunas alternativas existentes como la calefacción a gas no se consideran en este proyecto ya que no utilizan energías renovables. Los sistemas convencionales para calefacción de ambientes que utilicen energías renovables pueden estar dados por un sistema que utilice agua, aire o vapor.

Todas ellas constan de una caldera o termotanque que a través de gas se provee calor al sistema. En este caso se buscarán alternativas para reemplazar estas fuentes por aquellas que hagan uso de energía renovable.

8.2.1 Calefacción solar

Se quiere obtener a partir de energía solar un aumento de la temperatura en la vivienda durante el tiempo de las temperaturas bajas. Es importante tener en cuenta que durante

el invierno, cuando se requiere este sistema de confort, la incidencia de la radiación solar es mínima. Se realiza a continuación una breve descripción de los posibles sistemas de calefacción utilizando energía solar.

Calefacción por suelo radiante: Debajo del piso se colocan tuberías por donde circula agua caliente que, por convección, calientan el ambiente. Desde el punto de vista energético, tiene la ventaja de requerir una baja temperatura, alrededor de 40°C. Teniendo en cuenta que en invierno la radiación solar incidente es la menor de todo el año y se producen las más bajas temperaturas, esto es un beneficio. Sin embargo es de calentamiento lento, ya que calentar una habitación lleva mucho más tiempo que otros sistemas, por lo que no tiene una respuesta rápida ante cambios en los requerimientos.

Radiadores: Son puntuales y requieren trabajar con temperaturas muy altas. No se considera en el análisis el uso de radiadores ya que al requerir una elevada temperatura de trabajo se consume una alta cantidad de energía o se necesitan paneles mucho más sofisticados y caros.

Fan coil: También existe la posibilidad de calefaccionar a través de fan coil, que consiste en un ventilador que hace pasar el aire por una serie de tuberías con un líquido caliente; y cuando el aire pasa por estos, absorbe calor. Este sistema tampoco requiere una elevada temperatura de trabajo.

Calefacción por aire: Otra posibilidad es utilizar paneles solares de aire que no sufren problemas de corrosión, ni heladas pero tiene un rendimiento menor que los de líquido. Se introduce aire en el colector a través de un ventilador y luego se expulsa al interior de la vivienda con otro ventilador similar y debe contar con algún conducto de retorno de aire.

8.2.2 Bomba de calor

Por un lado, la calefacción se utiliza de forma irregular a lo largo del año, lo mismo pasa con el aire acondicionado. El gran beneficio de la bomba de calor es complementar estos dos sistemas en uno, utilizándolo en verano para aire acondicionado y en invierno para calefacción, haciendo que el funcionamiento del equipo sea más constante a lo largo del año.

En el ciclo de absorción del aire acondicionado solar, existen partes del ciclo en donde se libera calor y en donde se toma calor del medio. Cuando se produce el proceso de vaporización, el líquido pasa a gas tomando calor del medio (enfriando el medio). En

cambio, cuando el gas se condensa y pasa a líquido libera calor al ambiente (calienta el ambiente). La bomba de calor utiliza este concepto para brindar calor y frío según la época del año.

El funcionamiento de la bomba de calor consta de una válvula de cuatro vías que permite la inversión del sentido de circulación del fluido. Por lo tanto, al salir del Generador en lugar de ir al intercambiador Condensador irá al Evaporador y al viceversa. De allí se evita que haya que modificar la forma en que está instalado el dispositivo y se pueda modificar el ciclo de funcionamiento a frío o calor en el momento del año que corresponda.

La aplicación de bomba de calor por absorción requiere la presencia de colectores solares de concentración, ya que la temperatura a la que se debe llegar es de 120°C. Esto tiene un alto costo y además se necesitan seguidores solares para los colectores que consumen electricidad.

8.2.3 Calefacción puntual

La mejor de las opciones para calefaccionar la vivienda sería la bomba de calor que brinda tanto el aire acondicionado como la calefacción, haciendo constante el funcionamiento del equipo durante todo el año con una simple inversión del circuito interno. Sin embargo esta opción se descarta ya que requiere colectores solares concentradores que tiene un alto costo y necesitan energía externa para seguir el sol. Por otro lado, en el caso de los radiadores sucede lo mismo ya que requieren una alta temperatura de trabajo.

La calefacción radiante puede ser una buena alternativa para calefaccionar una vivienda a través de energía solar, sin embargo debido a la gran cantidad de agua que se necesita y la lenta respuesta que tienen estos sistemas frente a cambios se considera una mejor alternativa la opción del fan coil o de calefacción por aire. En ambos casos es necesario un ventilador, que consumirá energía eléctrica, sin embargo éste será de bajo consumo.

Se selecciona el primero de estas dos opciones, el sistema fan coil. Para la instalación de calefacción por fan coil, se agregará un colector que utilizará como fluido al agua. En el caso de que la temperatura exterior sea muy baja (a tal punto que provoque el congelamiento del fluido de trabajo) se le incorporará al agua alguna sustancia anticoagulante que evite este fenómeno.

El cálculo de la cantidad de electricidad necesaria se calcula en el capítulo siguiente y será la correspondiente al funcionamiento del ventilador. Este ventilador hace pasar aire por las tuberías con el fluido caliente y aumentan la temperatura del ambiente.

Para el cálculo de la carga térmica se deben tener en cuenta varios factores. Entre ellos se encuentra la ubicación geográfica, la orientación de la vivienda, la cantidad de personas que la habitan, el equipamiento utilizado, etc. Al no contar con la ubicación geográfica se tienen en cuenta los demás factores y se realiza un dimensionamiento de acuerdo a las necesidades. A considerar:

1- Suelo: la superficie a calefaccionar sin tener en cuenta el cuarto de baño. La superficie total será: $6,10\text{m} \times 2,44\text{m} - 1,50\text{m} \times 1,00\text{m} = 13,38\text{m}^2$.

2- Volumen de la habitación: el volumen a calefaccionar con excepción del cuarto de baño. El Volumen total será $13,38\text{m}^2 \times 2,40\text{m} = 32,12\text{m}^3$.

3- Ventanas expuestas al sol (solo una pared): La superficie de la ventana más grande es de $0,60\text{m} \times 0,60\text{m} = 0,36\text{m}^2$, se toma orientación Sur que es la peor situación.

4- Todas las ventanas no incluidas en el punto 3: solamente la ventana del cuarto de baño que es de $0,30\text{m} \times 0,30\text{m} = 0,09\text{m}^2$.

5- Pared más desfavorable del punto 3: son $6,10\text{m} \times 2,4\text{m} = 14,64\text{m}^2$.

6- Todas las exteriores paredes no incluidas en el punto 5: entonces $14,64\text{m}^2 + 2 \times 2,44\text{m} \times 2,40\text{m} = 26,35\text{m}^2$

7- Tabiques (paredes interiores): Las del cuarto de baño, que hacen un total de $1,50\text{m} \times 2,40\text{m} + 1,00\text{m} \times 2,40\text{m} = 6\text{m}^2$.

8- Techo: este es con aislamiento de más de 50mm.

9- Personas: cantidad de habitantes, en este caso 4 personas.

10- Luces y equipos eléctricos en uso: Se toma un aproximado de 1000 W

Elementos de calculo	Cantidad	Factor		Kcal/h		
		Grados de diseño exterior		(Cantidad		
		Centro		por factor)		
1- Suelo	13,4 m ²		13	174,02		
2- Volumen de la habitación	32,1 m ³		5	160,61		
3- Ventanas expuestas al sol (usar solo las de una pared, la que de el mayor resultado)	SE ó O	m ²	135	0		
	SO	m ²	230	0		
	S	0,36 m ²	315	113,4		
	E ó NO	m ²	175	0		
4- Todas las ventanas no incluidas en el punto 3	0,09 m ²		55	4,95		
5- Pared mas desfavorable (usar solo la pared usada en el punto 3)	14,6 m ²		45	658,8		
6- Todas las exteriores paredes no incluidas en el punto 5	26,4 m ²		37	975,02		
7- Tabiques (todas las paredes interiores adyacentes a espacios sin acondicionar)	6 m ²		17	102		
8- Tejado o techo (usar solo uno)	techo con espacio sin acondicionar arriba		m ²	13	0	
	techo	sin aislamiento		m ²	35	0
		50mm(2")ó mas de aislamiento		13,4 m ²	11	147,25
	Tejado sin aislamiento		m ²	59	0	
GANANCIAS TERMICAS						
9- Personas	4		120	-480		
10- Luces y equipos eléctricos en uso	Incandescentes y equipos		1000 w	1,0625	-1063	
	Fluorescentes		w	0,86	0	
Carga de calefaccion total en Kcal/h				793,546		

Tabla 8.2.3-1: Cálculo de la cantidad de kcal/h. Fuente: GeyPasa

En aquellos puntos en donde es necesario definir orientaciones se toma la peor situación posible. Para el volumen indicado se realizan los cálculos correspondientes a una ubicación promedio obteniendo 793,55 Kcal/h.

Sabiendo que 1kW son 862 kcal/h la potencia requerida para calefacción es de

$$\frac{793,55kcalh}{862kcalh / kW} = 0,92kW \text{ (8.2.3-1)}$$

Se considera un factor de seguridad del 20% para asegurar que se llegue al valor deseado en cualquier situación que se presente. Por lo tanto se necesitarán 1,1kW.

Cada metro cuadrado de colector solar plano en España produce 0,7kW de potencia específica [ARGEM, 2007], este dato es orientativo y depende de la zona en cuestión, la determinación exacta de este calor se puede determinar mediante un software específico de cálculo. Sin embargo se tomará este valor para realizar los cálculos, se debe tener en

cuanta que este dato no es propio de Argentina ni del lugar donde se colocará la vivienda modular.

$$cantidadcolectores(m^2) \frac{1,1kW}{0,7kW / m^2} = 1,58m^2 \quad (8.2.3-2)$$

$$cantidadcolectores(m^2) \frac{1,58m^2}{1,365m^2 / colector} = 1,16colectores \quad (8.2.3-3)$$

Este es el caso de un colector solar, se deberá contar con un sistema auxiliar que brinde apoyo al sistema solar en aquellos momentos que sea necesario. Este será un auxiliar de 330KW. El colector solar que se destina para calefacción al no utilizarse debe cubrirse en verano para evitar daños al sistema.

El colector deberá tener la inclinación del período que corresponde al invierno como ya se ha explicado en el capítulo en donde se describe el sistema de agua caliente a través de colectores solares.

Se considera el mismo circuito para la calefacción y para el agua caliente, ya que se combina ambos servicios. El tanque por lo tanto deberá dimensionarse para tres colectores solares por lo que tendrá un volumen de 180litro y será de 1,20metros de ancho, 0,20m de espesor y la altura de 0,75metros.

$$Volumen_{TANQUEcaliente} = 1,20m \times 0,20m \times 0,75m = 0,18m^3 \quad (8.2.3-4)$$

8.3 BENEFICIOS OBTENIDOS

El beneficio de contar con un aire acondicionado o calefacción que depende de la energía solar térmica está en la utilización de energía renovable en vez de una energía “sucia”. En caso de que pueda realizarse una bomba de calor, se pueden combinar las dos necesidades y aprovechar el sistema tanto para calefacción como para aire acondicionado y utilizarse durante todo el año.

El cálculo del peso total de este capítulo tendrá en cuenta la utilización de un colector solar junto con sus tuberías y el tanque (no se tiene en cuenta el agua, ya que se tiene en cuenta en el capítulo Agua), y además el peso que probablemente puede tener el aire

acondicionado q será similar a un aire acondicionado split. Entre todos estos factores, se estima un total de 40kg como máximo.

8.3.1 Costos

Los costos de esta etapa se resumen en la tabla 8.3.1-1:

Equipamiento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total
Sistema auxiliar de calefacción	1	\$ 300	\$ 300
Colector +fan coil+tuberías	GL	\$ 7.000	\$ 7.000
Total Calefacción	GL		\$ 7.300
Aire acondicionado (Split+Colector+ventilador+sistema de tuberías)	GL	\$10000 *	\$ 10.000
Ventilador fan coil	1	\$ 50	\$ 50
Total Sistemas de Confort	GL		\$ 10.050

* Proyecto en desarrollo, es un valor estimado

Tabla 8.3.1: Resumen de Costos del capítulo

9. SUMINISTRO ELECTRICO

En este capítulo se desarrolla la propuesta de provisión eléctrica a toda la vivienda. Siguiendo el objetivo del proyecto el sistema propuesto estará basado en el uso de energías renovables. Se diseña un sistema de forma tal que la vivienda sea independiente de todo suministro eléctrico externo brindando electricidad a todo el equipamiento establecido en los capítulos anteriores.

9.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Utilizando la energía solar, existe otro sistema totalmente distinto al de colector que como ya se ha visto aprovecha la energía térmica del sol. Es el caso de los paneles solares que captan la energía solar y la transforman en energía eléctrica.

La conversión fotovoltaica es el único medio en transformar la energía suministrada por el sol en forma de rayos, en electricidad. Esta transformación se realiza por medio de células fotovoltaicas, recurriendo a las propiedades de los materiales semiconductores.

Las células fotovoltaicas más corriente utilizada es el silicio (SI), elemento muy extendido en la naturaleza. Los átomos del silicio son fundidos, al enfriarse ocupan los estados mínimos de energías, que corresponden con sus posiciones cristalinas. Se obtiene así un gran monocristal de fondo cilíndrico, que hay que cortar cuidadosamente, para transformarlo en finas capas semiconductoras. Las células fotovoltaicas de silicio tienen la propiedad de convertir directamente la luz solar que incide en ellas en energía eléctrica. Cuando mayor es la luz que reciben, mayor es la energía que producen. Para su aplicación práctica las células se interconectan entre si y se encapsulan en el material plástico aislante, formando un módulo fotovoltaico.

El módulo tiene un frente de vidrio templado y un marco de aluminio que lo protegen de los agentes atmosféricos y le dan rigidez estructural. Un panel fotovoltaico está compuesto por módulos ensamblados mecánicamente.

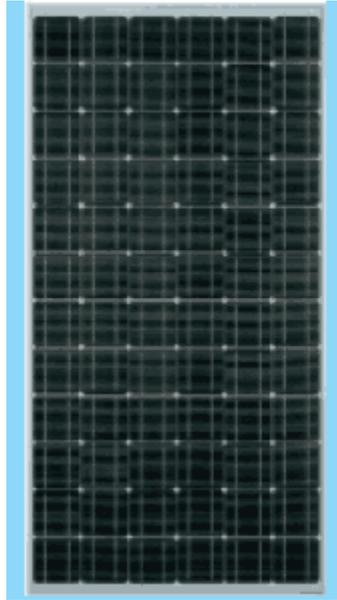


Figura 9.1-1: Panel Solar de 110W de Potencia máxima. Modelo Shell SM110-12



Figura 9.1-2: Colocación del panel con la inclinación adecuada

El sistema consta de los siguientes elementos:

- Un generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- Un acumulador, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.

-
- Un inversor (opcional), que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V

Las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad durante todo el año, mientras reciban radiación solar incluso en los días nublados aunque el rendimiento energético se reduce proporcionalmente.

Los paneles deben tener una inclinación para captar la mayor cantidad de radiación posible, los ángulos son similares a los de los colectores solares.

9.2 ENERGÍA EÓLICA

Esta energía es producida por los vientos generados en la atmósfera terrestre. Se puede transformar en energía eléctrica mediante el uso de turbinas eólicas que basan su funcionamiento en el giro de aspas movidas por los vientos. Al igual que la energía solar se trata de un tipo de energía limpia, la cual sin embargo presenta dificultades, pues no existen en la naturaleza flujos de aire constantes en el tiempo, más bien son dispersos e intermitentes.

Este tipo de energía puede ser de gran utilidad en regiones aisladas, de difícil acceso, con necesidades de energía eléctrica, y cuyos vientos son apreciables en el transcurso del año. Es muy importante que la zona donde se vayan a instalar sea notablemente ventosa.

El viento hace girar las palas, el rotor y el eje, que va unido al generador eléctrico que se encarga de transformar la energía mecánica en eléctrica. Este genera corriente continua, que puede ser transformada en alterna mediante un inversor. A medida que las aspas giran más rápidamente la corriente producida va aumentando, hasta que llega a la potencia nominal (a una velocidad del viento de alrededor de 10-12 m/s). Cuando la velocidad del viento es mayor y las palas giran demasiado rápidamente, se pone en marcha el sistema de frenado automático, ya que existe el riesgo de quemar el generador y estropearlo.



Figura 9.2-1: Aerogenerador de 200W de Potencia

9.3 SISTEMA ELÉCTRICO

Además del equipamiento mencionado con anterioridad, se deben tener en cuenta aquellos dispositivos necesarios para que los servicios estén en funcionamiento. Tal es el caso de las bombas de agua y el ventilador de bajo consumo. Una de las bombas pertenece al sistema de agua recuperada que luego de ser recolectada en el tanque de almacenamiento mediante una bomba se deriva hacia los inodoros para su uso final. Otra bomba es la responsable de llevar el agua caliente al colector ya que no es posible el efecto termosifón. Por último en el aire acondicionado solar se encuentra la bomba que lleva el fluido desde el Absorbedor hacia el Generador, por lo tanto estará en funcionamiento durante el verano unas horas, sin embargo el sistema de aire acondicionado no se tiene en cuenta para este capítulo ya que fue diseñado de manera teórica. El ventilador de bajo consumo es el que se utiliza para la calefacción mediante fan coil, que solamente se utiliza en invierno.

	Potencia W	Frecuencia diaria hs	Frecuencia		Epoca del año	KW
			semanal días			
Heladera c/freezer	110	8	7		Todo el año	0,110
Televisor color	70	2	5		Todo el año	0,07
Plancha	1000	1	1		Todo el año	1
Ventilador fan coil	60	5	7		Invierno	0,06
Horno microondas	800	0,10	5		Todo el año	0,8
Horno electrico	1300	0,5	2		Todo el año	1,3
Sistema auxiliar de calentamiento de agua	500	0,08	3		Invierno	0,5
Sistema auxiliar de calefacción	330	2	4		Invierno	0,33
Aspiradora	750	0,33	1		Todo el año	0,75
Extractor de aire	25	0,5	2		Todo el año	0,025
Bomba colector	9,6	0,40	7		Todo el año	0,0096
Bomba aguas reutilizadas	9,6	0,08	7		Todo el año	0,0096
Lamparas de bajo consumo baño	23	1	7		Todo el año	0,023
Lamparas de bajo consumo estar	23	4	7		Todo el año	0,023
Lamparas de bajo consumo cocina	23	1,5	7		Todo el año	0,023

Tabla 9.3-1: Tabla de potencias y frecuencia de uso

Como ya se ha explicado anteriormente, este cuadro utiliza un criterio de uso promedio de los elementos en una vivienda familiar de 4 personas. De acuerdo a los consumos estimados que serán constantes durante todo el año se realiza un cronograma tentativo de consumo (Ver Tabla 9.3-2) y se propone de forma tal que la variación de consumo de energía eléctrica sea la menor posible evitando la superposición.

En el caso de las bombas se calcula un tiempo aproximado de uso de éstas. Para el caso de las aguas reutilizadas solamente entrará en funcionamiento cuando se necesite llenar la cisterna de 6 litros. Se tomará un estimado de 5 minutos de uso por día que será suficiente para este cálculo. La bomba que hace que el agua circule por el colector funciona cuando es necesario. Teniendo en cuenta el volumen total que el individuo utiliza para higiene personal y el agua de lavado de platos, conociendo el caudal con economizador y sabiendo que el 50% de esta agua es caliente:

$$Tiempo_{higiene} = 0,50x \frac{228litros + 12litros}{5litros\ por\ min} = 24\ min\ (9.3-1)$$

Este será el tiempo total que estará en funcionamiento la bomba del colector. Por otro lado, el sistema auxiliar para calentamiento de agua se estima que será utilizado un 20% del tiempo, es decir $24 \times 0,20 = 4,8\ min$ y solamente será uso de él durante el período de invierno.

El consumo total por día se obtiene multiplicando la potencia del equipamiento por la cantidad de horas por día que éste se utiliza. Este valor se mide en kWh (Kilo Watt Hora). En la tabla 9.3-2, se presenta el cronograma propuesto:

TODO EL AÑO	Lunes KWh	Martes KWh	Miércoles KWh	Jueves KWh	Viernes KWh	Sábado KWh	Domingo KWh	PROMEDIO Kwh
Heladera 0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	
TV Color 0,14	0,14		0,14	0,14		0,14	0,14	
Lamparas bc cocina 0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Lampara bc estar 0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
Lampara bc baño 0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Plancha 1,00					1,00			
Microondas 0,08	0,08			0,08	0,08	0,08	0,08	
Horno electrico 0,65		0,65	0,65					
Aspiradora 0,25						0,25		
Extractor de aire 0,01		0,01	0,01					
Bomba colector 0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
Bomba aguas reutilizadas 0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
Total consumo KWh	1,25	1,70	1,84	1,25	2,11	1,50	1,25	1,56

Tabla 9.3-2: Cronograma semanal todo el año

INVIERNO	Lunes KWh	Martes KWh	Miércoles KWh	Jueves KWh	Viernes KWh	Sábado KWh	Domingo KWh	PROMEDIO Kwh
Ventilador Fan Coil	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Sistema auxiliar de calefaccion	0,66	0,66		0,66	0,66			
Sistema auxiliar de calentamiento de agua	0,04		0,04			0,04	0,04	
Total consumo KWh	0,96	0,96	0,34	0,96	0,96	0,34	0,34	0,69

Tabla 9.3- 3: Cronograma semanal invierno

Se debe dimensionar, el consumo total por día que corresponderá a un promedio, ya que se contará con un acumulador de almacena la energía producida para ser utilizada en el momento que se requiera. A lo largo de todo el año se supone un consumo constante diario de 1,56 kWh.

Se le debe sumar a este valor lo correspondiente al período de invierno. Teniendo en cuenta el sistema auxiliar de calefacción, el ventilador del fan coil y el sistema auxiliar de calentamiento de agua se llega a un total de 0,69kWh promedio por día.

Se asume un porcentaje adicional del 20% para hacer frente a variaciones en el cronograma o consumos de equipos no contemplados. Por lo tanto se dimensionará el sistema eléctrico para $(1,56\text{kWh}+0,69\text{kWh})\times 1,20=2,7\text{kWh}$

9.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Existe una expresión aproximada para calcular la cantidad de energía en Watt-hora que cada panel da a lo largo de un típico día de invierno con escasa nubosidad. Para un panel cuya potencia nominal sea P Watts, instalado en un lugar cuya latitud sea L grados:

$$E = \left(5 - \frac{L}{15}\right) \times \left(1 + \frac{L}{100}\right) \times P \quad (9.4-1)$$

En Argentina la latitud comprende valores que van desde los 22° a los 55°. Por lo tanto el factor $\left(5 - \frac{L}{15}\right) \times \left(1 + \frac{L}{100}\right)$ puede tomar valores comprendidos ente 4,3 y 2,1, ya que:

$$\text{Para Latitud extrema } 22^\circ: \left(5 - \frac{22}{15}\right) \times \left(1 + \frac{22}{100}\right) = 4,31 \quad (9.4-2)$$

$$\text{Para Latitud extrema } 55^\circ: \left(5 - \frac{55}{15}\right) \times \left(1 + \frac{55}{100}\right) = 2,07 \quad (9.4-3)$$

Se toma un valor promedio de 3,2 para realizar el cálculo del proyecto.

Por lo tanto, conociendo la potencia de un panel solar se puede determinar la cantidad de estos que se necesitan para abastecer toda la vivienda durante todo el año.

Existen en el mercado paneles fotovoltaicos de diversas potencias, en este caso se utilizarán paneles de la empresa argentina SOLARTEC, de 130W de potencia y dimensiones 1425mmx652mmx36mm con un peso de 11,90kg.

$$\text{cantidad paneles} = \frac{\text{consumo estimado}}{E} = \frac{2700W}{3,2 \times 130W} = 6,5 \text{ paneles} \quad (9.4-4)$$

Sin embargo se instalan 6 paneles para abastecer $6 \times 3,2 \times 130W = 2496W$ y la diferencia de potencia, es decir, 204W, se abastecerá con un generador eólico doméstico. La instalación de este aerogenerador debe ser rebatible, es decir, que se pueda utilizar cuando se necesite una mayor potencia. Será suficiente tener un aerogenerador de 200W. La potencia que proporciona el aerogenerador será simplemente:

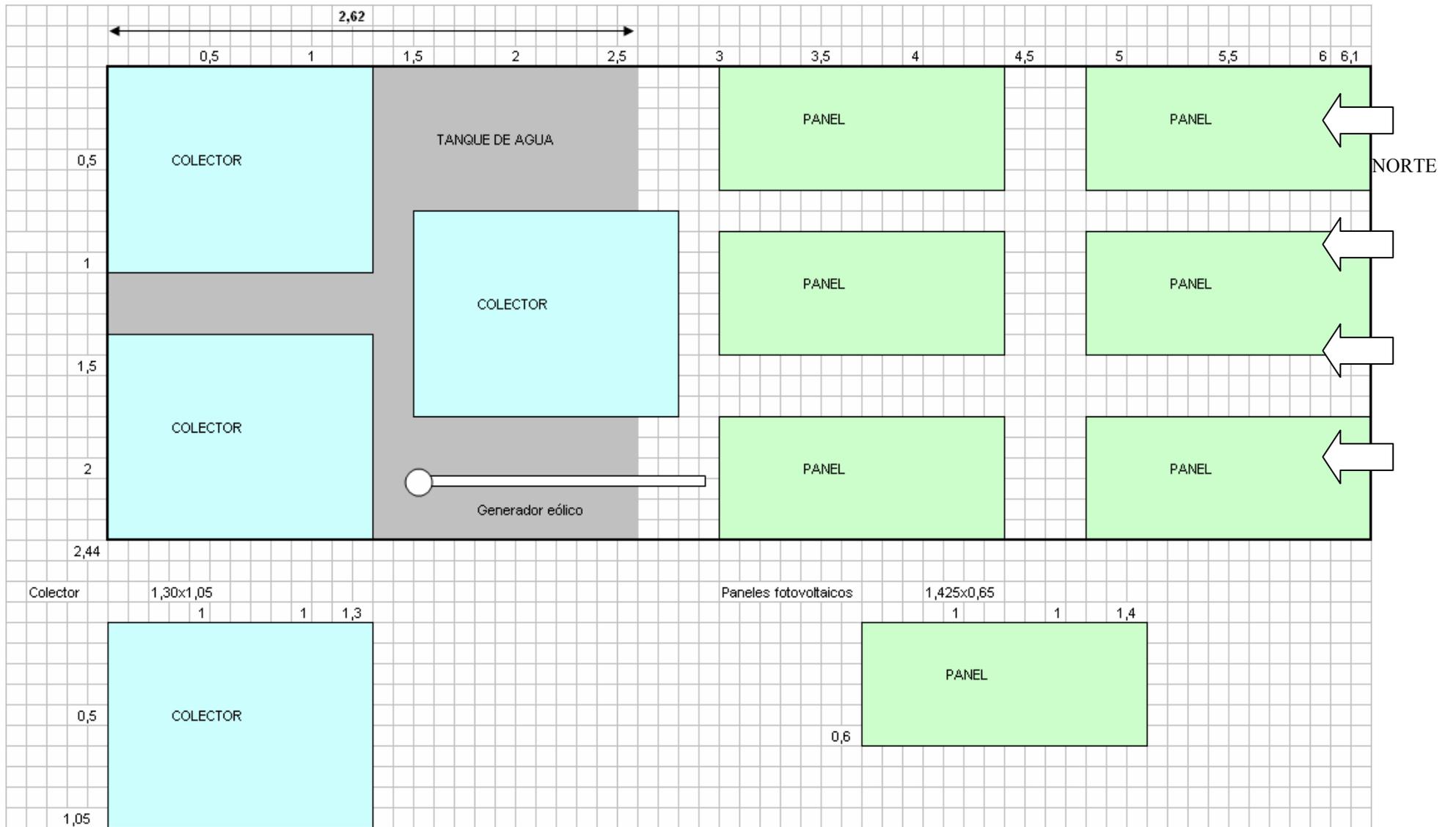
$$E = \text{Potencia}_{\text{aerogenerador}} \times \text{horas}_{\text{operacion}} \quad (9.4-5)$$

La capacidad de la batería deberá ser dimensionada de acuerdo a la autonomía que se quiera tener. En este proyecto se tomarán 5 días y por lo tanto la batería deberá tener una capacidad de 592Ah.

$$2700W \times 5 \text{ dias} = 13500W \quad (9.4-6)$$

$$\frac{13500W}{12V} = 1125Ah \quad (9.4-7)$$

El diagrama final del techo de la vivienda con todos los elementos necesarios se define de la siguiente manera:



Cada uno de los paneles y colectores tendrá la inclinación adecuada es por eso que se mantienen separados lo más posible. Aquellos colectores que están sobre el tanque de agua estarán ubicados a una mayor altura (20cm más altos).

9.5 BENEFICIOS OBTENIDOS

Se logra abastecer toda la electricidad necesaria a través de la utilización de energía renovable. Por un lado se utilizan paneles solares que utilizan la energía solar y la convierten en electricidad. Además se complementa el sistema con un aerogenerador doméstico de 200W, esto hace que se posea una fuente alternativa de energía.

Se utiliza tecnología de bajo consumo en lo que respecta a electrodomésticos y otros equipamientos.

Por último, para el peso total del sistema eléctrico se tienen en cuenta para cada panel 11,90kg (Ver Anexo 11.10) y un extra para el equipamiento de 100kg. En total, se estima un aproximado de 180kg.

9.5.1 Costos

Los costos aproximados del equipamiento serán:

Equipamiento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total
Heladera c/freezer	1	\$ 800	\$ 800
Televisor color	1	\$ 500	\$ 500
Plancha	1	\$ 30	\$ 30
Horno microondas	1	\$ 250	\$ 250
Horno electrico	1	\$ 180	\$ 180
Aspiradora	1	\$ 150	\$ 150
Extractor de aire	1	\$ 65	\$ 65
Lamparas de bajo consumo cocina	3	\$ 5	\$ 15
Instalacion solar eléctrica	GL	\$ 7.500	\$ 7.500
Instalación eólica	GL	\$ 15.000	\$ 15.000
Total Suministro Eléctrico	GL		\$ 24.490

Tabla 9.5.1-1: Resumen de costos

10. CONCLUSION

La vivienda propuesta tiene dimensiones estándar que favorecen su transporte hacia cualquier localización. En aquellos lugares donde no llegan los servicios públicos y por lo tanto no es fácilmente habitable para el hombre, se hace posible y viable a través de esta propuesta.

Se le da importancia a la utilización de materiales recuperados para la construcción de la vivienda, que mitiga la contaminación del medio ambiente. Esto se logra ya que se utilizan perfiles metálicos constituidos en un 64% por acero reciclado, el aislamiento se logra a través de mapas de huevo procesados con pasta de papel 100% reciclado y se recurre a una opción ecológica para los paneles y los muebles en donde se hace uso de placas que reciclan los envases TetraBrik (100% material recuperado).

Para el ahorro de energía lo más importante es lograr que la vivienda esté correctamente aislada para evitar todo tipo de pérdida térmica. Este concepto se logra a través de los mapas de huevos y las ventanas de doble vidrio.

En cuanto al servicio de agua potable, la instalación contará con una autonomía de 5 días, después de los cuáles se deberá reabastecer el tanque de reserva. El circuito de agua propuesto junto con los complementos economizadores y la reutilización de aguas grises, logran un ahorro en el consumo de agua potable del 68% respecto del habitual de una casa habitación.

Para elevar la temperatura del agua necesaria para la higiene personal y para el lavado de platos, se aprovecha la energía solar a través de la implementación de dos colectores solares, un tanque de agua caliente y un circuito de tuberías que proveerán a toda la vivienda la energía térmica necesaria durante todo el año. Se considera un sistema auxiliar a base de energía eléctrica en caso de que no se logre abastecer la demanda durante el invierno.

Para los sistemas de confort se propone el diseño de un aire acondicionado basado en el aprovechamiento de la energía solar térmica y un sistema de calefacción utilizando el mismo principio.

A través de 6 paneles solares y un aerogenerador distribuidos en el techo de la vivienda se abastece toda la demanda de energía eléctrica necesaria, siendo totalmente independiente de una fuente externa.

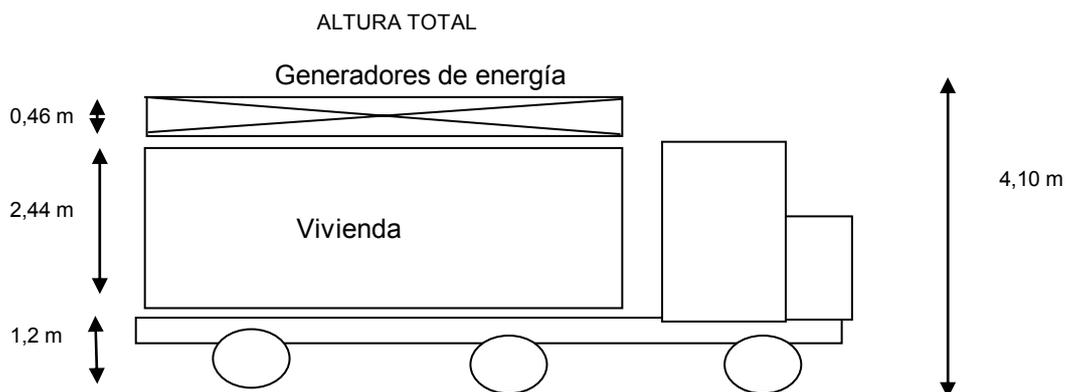
Finalmente el costo total del proyecto será:

Equipamiento	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total
Total Construcción	GL		\$ 7.213
Total Agua Fria	GL		\$ 7.205
Total Agua Caliente	GL		\$ 10.515
Total Calefacción	GL		\$ 7.300
Total Sistemas de Confort	GL		\$ 10.050
Total Suministro Eléctrico	GL		\$ 24.490
Total Proyecto			\$ 66.773

El peso total del proyecto será la suma del total de cada uno de los capítulos, por lo tanto:

Capítulo	PESO (KG)
Total Construcción	2185
Total Agua	1600
Total Agua Caliente	60
Total Sistemas de Confort	40
Total Suministro Eléctrico	180
Total Proyecto	4065

Este valor está muy por debajo del permitido por la ley de tránsito argentina. De la misma manera se respeta la altura total del máximo de 4,10m de altura, tomando como máximo para los generadores de energía (panales, colectores y generador eólico) una altura de 0,46metros. Todos, como se ha indicado, son rebatibles.



Teniendo en cuenta los lineamientos propuestos en el presente proyecto, se puede concluir que se logra un importante ahorro de energía en servicios así como también su independencia de fuentes de energía no renovables. Además se hace uso de materiales recuperados en la mayor medida posible, contribuyendo a una disminución en la contaminación del medio ambiente.

11. ANEXOS

11.1 LEY DE TRÁNSITO NRO 24.449

DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD

Ley 24.449 LEY DE TRANSITO

BUENOS AIRES, 23 de Diciembre de 1994

BOLETIN OFICIAL, 10 de Febrero de 1995

Vigentes:

Decreto Reglamentario

Decreto Nacional 646/95

CAPITULO III

Reglas para vehículos de transporte

EXIGENCIAS COMUNES

ARTICULO 53.- Los propietarios de vehículos del servicio de transporte de pasajeros y carga, deben tener organizado el mismo de modo que: a) Los vehículos circulen en condiciones adecuadas de seguridad, siendo responsables de su cumplimiento, no obstante la obligación que pueda tener el conductor de comunicarles las anomalías que detecte; b) No deban utilizar unidades con mayor antigüedad que la siguiente, salvo que se ajusten a las limitaciones de uso, tipo y cantidad de carga, velocidad y otras que se les fije en el reglamento y en la revisión técnica periódica: 1. De diez años para los de sustancias peligrosas y pasajeros; 2. De veinte años para los de carga. La autoridad competente del transporte puede establecer términos menores en función de la calidad de servicio que requiera; c) Sin perjuicio de un diseño armónico con los fines de esta

ley, excepto aquellos a que se refiere el artículo 56 en su inciso e), los vehículos y su carga no deben superar las siguientes dimensiones máximas: 1. ANCHO: dos metros con sesenta centímetros. 2. ALTO: cuatro metros con diez centímetros. 3. LARGO: 3.1. Camión simple: 13 mts. con 20 cmts.; 3.2. Camión con acoplado: 20 mts.; 3.3. Camión y ómnibus articulado: 18 mts.; 3.4. Unidad tractora con semirremolque (articulado) y acoplado: 20 mts. con 50 cmts.; 3.5. Omnibus: 14 mts. En urbanos el límite puede ser menor en función de la tradición normativa y características de la zona a la que están afectados; d) Los vehículos y su carga no transmitan a la calzada un peso mayor al indicado en los siguientes casos: 1. Por eje simple: 1.1. Con ruedas individuales: 6 toneladas; 1.2. Con rodado doble: 10,5 toneladas; 2. Por conjunto (tándem) doble de ejes: 2.1. Con ruedas individuales: 10 toneladas; 2.2. Ambos con rodado doble: 18 toneladas; 3. Por conjunto (tándem) triple de ejes con rodado doble: 25,5 toneladas; 4. En total para una formación normal de vehículos: 45 toneladas 5. Para camión acoplado o acoplado considerados individualmente: 30 toneladas. La reglamentación define los límites intermedios de diversas combinaciones de ruedas, las dimensiones del tándem, las tolerancias, el uso de ruedas superanchas, las excepciones y restricciones para los vehículos especiales de transporte de otros vehículos sobre sí; e) La relación entre la potencia efectiva al freno y el peso total de arrastre sea desde la vigencia de esta ley, igual o superior a 3,25 CV DIN (caballo vapor DIN) por tonelada de peso. En el lapso de tiempo no superior a cinco años, la relación potencia-peso deberá ser igual o superior al valor 4,25 CV DIN (caballo vapor DIN) por tonelada de peso; f) Obtengan la habilitación técnica de cada unidad, cuyo comprobante será requerido para cualquier trámite relativo al servicio o al vehículo; g) Los vehículos, excepto los de transporte urbano de carga y pasajeros, estén equipados a efectos del control, para prevención e investigación de accidentes y de otros fines, con un dispositivo inviolable y de fácil lectura que permita conocer la velocidad, distancia, tiempo y otras variables sobre su comportamiento, permitiendo su control en cualquier lugar donde se halle al vehículo; h) Los vehículos lleven en la parte trasera, sobre un círculo reflectivo la cifra indicativa de la velocidad máxima que le está permitido desarrollar; i) Los no videntes y demás discapacitados gocen en el servicio de transporte del beneficio de poder trasladarse con el animal guía o aparato de asistencia de que se valgan; j) En el servicio de transporte de pasajeros por carretera se brindarán al usuario las instrucciones necesarias para casos de siniestro; k) Cuenten con el permiso, concesión, habilitación o inscripción del servicio, de parte de la autoridad de transporte correspondiente. Esta obligación comprende a todo automotor que no sea de uso particular exclusivo. Queda expresamente prohibido en todo el territorio nacional la circulación en tráfico de jurisdicción nacional de vehículos de transporte por automotor colectivo de pasajeros que no hayan cumplido con los requisitos establecidos por la autoridad nacional competente en materia de transporte y en los acuerdos internacionales bilaterales y multilaterales vigentes relativos al transporte automotor. Cuando se verificase la circulación de un vehículo en infracción a lo señalado en los párrafos anteriores se dispondrá la paralización del servicio y la retención del vehículo utilizado hasta subsanarse las irregularidades

comprobadas, sin perjuicio de que la autoridad nacional de transporte, prosiga la sustanciación de las actuaciones pertinentes en orden a la aplicación de las sanciones que correspondan. El Poder Ejecutivo nacional dispondrá las medidas que resulten pertinentes a fin de coordinar el accionar de los organismos de seguridad de las distintas jurisdicciones a los efectos de posibilitar el cumplimiento de lo precedentemente establecido.

11.2 CARGA DE VIENTO SEGÚN CIRSOC 102

Para llegar a la carga de viento se deben realizar una serie de calculos previos. En un principio se calcula de la velocidad básica de diseño

$$V=C_p \times B$$

B depende de la ubicación geográfica en la que se encuentre la estructura, se toma el peor de los casos: Ushuaia con B=40m/s

CIUDAD	B (m/s)
Bahía Blanca	28,5
Bariloche	28,0
Buenos Aires	27,2
Catamarca	26,0
Comodoro Rivadavia	37,5
Córdoba	25,0
Corrientes	27,0
Formosa	27,0
La Plata	27,3
La Rioja	25,5

Mar del Plata	31,7
Mendoza	22,5
Neuquén	30,5
Paraná	30,0
Posadas	28,5
Rawson	35,0
Resistencia	27,2
Río Gallegos	32,5
Rosario	30,0
Salta	22,5
Santa Fe	30,0
San Juan	22,5
San Miguel de Tucumán	25,0
Santa Rosa	29,0
Santiago del Estero	25,2
Ushuaia	40,0

Viedma	33,0
San Luis	27,5
San Salvador de Jujuy	23,5

Tabla 11.2-1 CIRSOC 102

C_p es el coeficiente de velocidad probable, y se obtiene de la tabla:

Grupo	DESCRIPCION	P _m	m	C _p
1	Construcciones cuyo colapso o deterioro puede afectar la seguridad o la sanidad pública y aquellas vinculadas con la seguridad nacional: hospitales, centrales eléctricas y de comunicaciones, reactores nucleares, industrias riesgosas, cuarteles de bomberos y fuerzas de seguridad, aeropuertos principales, centrales de potabilización y distribución de aguas corrientes, etc.	0,20	50	2,13
2	Edificios para vivienda, hoteles y oficinas, edificios educacionales, edificios gubernamentales que no se consideren en el grupo 1, edificios para comercios e industrias con alto factor de ocupación, etc	0,50	25	1,65
3	Edificios e instalaciones industriales con bajo factor de ocupación: depósitos, silos, construcciones rurales, etc.	0,50	10	1,45
4	Construcciones temporarias o precarias: locales para exposiciones, estructuras de otros grupos durante el proceso de construcción, etc.	0,50	2	1,16

Tabla 11.2-2 CIRSOC 102

En este caso se toma el grupo 3 ya que se destina para vivienda, por lo tanto, C_p=1,65

Por lo tanto $V=1,65 \times 40 \text{ m/s} = 66 \text{ m/s}$

A continuación se calcula la presión dinámica básica:

$$Q_0 = 0,000613 V^2 = 2,67 \text{ kN/m}^2$$

La presión dinámica de calculo, esta determinada por:

$$Q_z = Q_0 \times C_z \times C_d$$

C_z depende del tipo de rugosidad:

Tipo	DESCRIPCION	$z_{0,i}$ (m)
I	Llanuras planas con pocas o ninguna obstrucción, con un promedio de alturas de las posibles obstrucciones alrededor de la construcción menor que 1,5 m. Por ejemplo: fajas costeras hasta aproximadamente 6 km, llanuras sin árboles, mesetas desérticas, pantanos.	0,005
II	Zonas llanas, poco onduladas con obstrucciones dispersas, tales como cercas, árboles o construcciones muy aisladas, con alturas entre 1,5 y 10 m.	0,050
III	Zonas onduladas o forestadas, zonas urbanas con numerosas obstrucciones de espacios cerrados que tienen la altura de las casas domésticas con promedio no superior a 10 m. Por ejemplo: áreas industriales, suburbios de grandes ciudades.	0,200
IV	Superficies cubiertas por numerosas obstrucciones, centros de grandes ciudades con edificación general de más de 25 m de altura.-	0,500

Tabla 11.2-3 CIRSOC 102

Par nuestro proyecto tomamos el peor de todos los casos, la rugosidad I.

Para calcular el valor de C_z conocemos que la altura no supera los 10 m, con este dato y el de la rugosidad se determina que C_z es 1.

Z (m)	Tipos de rugosidad			
	I	II	III	IV
$\frac{Z}{10}$	1,000	0,673	0,446	0,298
20	1,191	0,860	0,618	0,451
30	1,310	0,980	0,732	0,556
40	1,398	1,071	0,818	0,637
50	1,468	1,143	0,888	0,703
60	1,527	1,204	0,948	0,760
70	1,578	1,257	1,000	0,810
80	1,622	1,304	1,046	0,854
90	1,662	1,346	1,088	0,894
100	1,698	1,384	1,125	0,931
150	1,839	1,536	1,277	1,079
200	1,944	1,648	1,390	1,191
250	2,026	1,738	1,482	1,281

Tabla 11.2-4 Cirsoc 102

El coeficiente de reducción por dimensiones, se puede llegar a aplicar cuando alguno de los lados de la construcción supera los 20m, y este será menor a 1. No es el caso de este proyecto por lo que $C_d=1$.

En conclusión:

$$Q_z = Q_0 \times C_z \times C_d = 2,67 \times 1 \times 1$$

$$Q_z = 2,67 \text{ kN/m}^2$$

La acción unitaria ejercida por el viento sobre una de las caras de un elemento de superficie de una construcción, ubicado al nivel z, se determinará con:

$$W_z = C_x \times Q_z$$

$$W_z = (C_e - C_i) \times Q_z$$

C es un coeficiente de presión que depende en cada caso de la forma geométrica de la construcción y de otros factores tales como: la relación de sus dimensiones, la rugosidad de la superficie, la permeabilidad de las paredes, la orientación con relación a la dirección del viento, la ubicación en el espacio con respecto a otras superficies o construcciones, etc. C_e y C_i son los coeficientes de presión sobre las caras exterior e interior, respectivamente, de un elemento de superficie en una construcción con volumen interior hueco.

El valor de C_e se toma 0,80 que es el valor para los casos generales. (Tabla 6 del anexo de CIRSOC 102) El valor de C_i es +0,6 (1,8 - 1,3 γ_0) o bien -0,6 (1,3 γ_0 - 0,8) (Tabla 8 del anexo de CIRSOC 102)

Se denomina relación de dimensiones a λ ; y según sea la cara expuesta se determina mediante el siguiente cálculo:

$$\lambda_b = h/b = 2,5\text{m}/2,44\text{m} = 1,02$$

$$\lambda_a = h/a = 2,5\text{m}/6,1\text{m} = 0,40$$

Siendo h la altura de la vivienda, b el ancho y a el largo. De la figura que se presenta a continuación se puede obtener el valor de γ_0 , que en este caso será de 1.

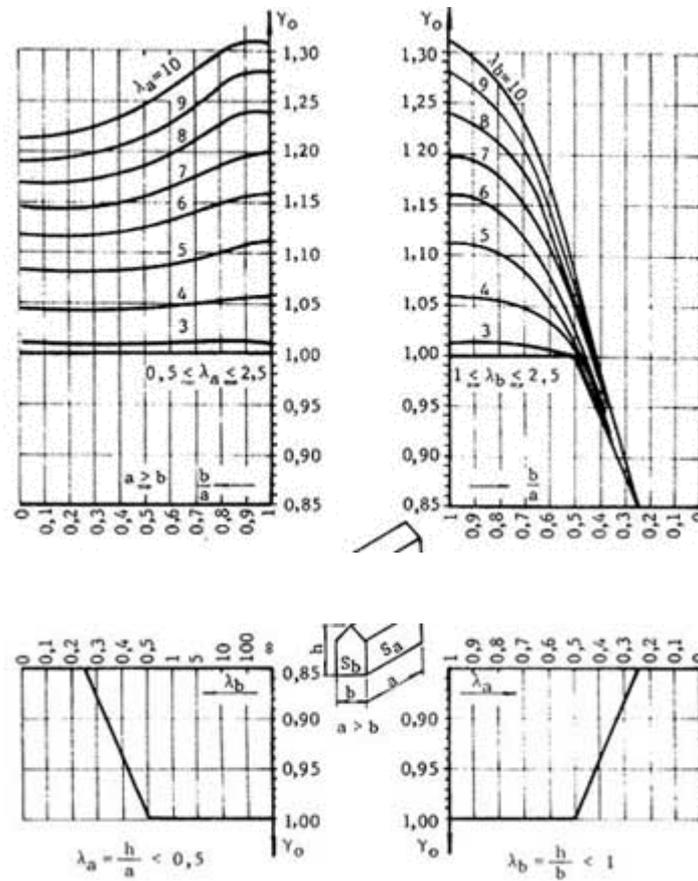


Figura 11.2-1 Anexo CIRSOC 102

$$C_e = 0,8$$

$$C_i = 0,6 \times (1,8 - 1,3 \times \gamma_0) = 0,3$$

$$= -0,6 \times (1,3 \times \gamma_0 - 0,8) - 0,3 \text{ para tipos de construcciones cerradas}$$

$$C = 0,8 - 0,3 = 0,5$$

$$= 0,8 + 0,3 = 1,1 \text{ es el mas desfavorable}$$

$$\text{Finalmente } W_z = 1,1 \times 2,67 \text{ kN/m}^2 = 2,94 \text{ kN/m}^2$$

11.3 PERFILES CIRSOC 303

PGC 90 mm

		CARGA DE VIENTO (kN/m ²)																													
		0			0.25			0.50			0.75			1.00			1.50			2.00			2.50			3.00			3.50		
esp. (mm)		0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.6	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60
long. (m)	SEPARACIÓN 400 mm																														
2.40		13.17	20.52	26.06	11.58	18.82	24.30	10.18	17.28	22.67	8.93	15.85	21.16	7.79	14.53	19.74	5.73	12.10	17.12	3.90	9.89	14.73	1.36	7.86	12.52		5.85	10.45		2.83	8.49
2.60		12.87	20.06	25.46	10.92	17.96	23.27	9.32	16.14	21.34	7.93	14.52	19.59	6.68	13.03	17.98	4.49	10.37	15.08	2.19	8.01	12.49		5.69	10.12		2.69	7.93		5.88	
2.70		12.71	19.82	25.15	10.57	17.50	22.71	8.88	15.55	20.63	7.43	13.83	18.77	6.14	12.28	17.08	3.89	9.53	14.07	1.19	7.02	11.40		4.65	8.97		0.77	6.74		4.03	
3.00		12.20	19.03	24.13	9.46	15.98	20.86	7.54	13.68	18.37	5.96	11.75	16.25	4.60	10.05	14.37	2.21	7.12	11.12		4.59	8.31		5.79			2.06				
3.30		11.62	18.60	22.99	8.29	14.33	18.84	6.24	11.78	16.03	4.61	9.60	13.75	3.23	7.76	11.79		4.65	8.44		0.88	5.59		1.77							
3.60		11.00	17.22	21.78	7.15	12.46	16.71	5.06	9.70	13.75	3.43	7.57	11.43	2.06	5.77	9.45		2.75	6.11			3.13									
4.20		9.58	14.88	19.78	5.12	8.85	12.62	3.11	6.32	9.65	1.57	4.38	7.37		2.75	5.45			2.23												
4.80		7.95	11.49	15.17	3.54	6.13	8.89	1.70	3.91	6.29		2.21	4.29			2.61															
5.40		6.30	9.08	11.99	2.36	4.32	6.41	0.73	2.34	4.09		0.77	2.32																		
6.00		5.10	7.36	9.71	1.56	3.07	4.69		1.29	2.60			1.01																		

Fuente: CIRSOC

11.4 PANELES FENÓLICOS KOMPAK

Ficha Técnica

KOMPAK

Especificaciones:

Medidas: 1220 x 3050 mm (solamente se produce en prensa Fijellman)

Espesor standard: 3 mm

Colores: lisos, maderas, granitos, fantasías.

Acabados: brillante, semimate, texturado.



Características Físicas:	Valor	Unidad	Norma
Peso Específico:	± 1400	kg/m ³	ASTM - D 792-91
Estabilidad Dimensional:	≤ 2.5	mm/m	-
Absorción de Agua:	≤ 3.0	%peso	EN 438-2 (7)

Características Mecánicas:	Valor	Unidad	Norma
Módulo de Elasticidad:	≤ 8.000	N/mm ²	DIN 53457
Resistencia a la Tracción:	≤ 90	N/mm ²	DIN 53457
Resistencia a la Flección:	≤ 110	N/mm ²	DIN 53457
Resistencia al Impacto:	≤ 40	N	EN 438 - 2 (11)
Resistencia al Rayado:	≤ 3,5	N	EN 438 - 2 (14)

Características Térmicas:	Valor	Unidad	Norma
Coefficiente de conductividad térmica:	≤ 3,0	W/mK	DIN 52612
Temperatura de Uso:	- 40 a 130	°C	-

Características Ópticas:	Valor	Unidad	Norma
Estabilidad de Color:	4 - 5 (3000 hs Xenon Test)	Escala de Grises	ISO 105 A0287

Fuente: <http://www.karikal.com/>

Contacto Kompak Buenos Aires:

Pedro Nazareno Sardi,

Tel: 3931930

e mail: psardi@karikal.com.ar

11.5 PLACAS AGLOMERADAS T-PLAK

11.5.1 Proceso productivo

El Tetra Brik está compuesto por cartón, polietileno y aluminio. El cartón (75%) le proporciona la rigidez y el aluminio evita que la luz y el oxígeno penetren en el envase. Este envase brinda la posibilidad de conservar los alimentos a temperatura ambiente.

Los cartones triturados se lavan, se secan y se extienden en una capa del espesor deseado. Después se ponen en una prensa y se calientan a unos 170° C. El calor funde el contenido de polietileno (PE) que une la fibra densamente comprimida y los fragmentos de aluminio en una matriz elástica. La matriz resultante se enfría después rápidamente, formando un duro aglomerado con una superficie brillante e impermeable. El polietileno es un agente de unión muy eficaz, de manera que no es necesario añadir cola o productos químicos como el formaldehído de urea que se usa para mantener unidos los aglomerados y chapas convencionales de madera.

Fabricación de aglomerado - Tectan® a partir de envases Tetra Brik



Contacto: Rezagos Industriales

Liliana Lezcano

Tel 02322-480415/480795/480798

Email: tplakventas@argentina.com

11.5.2 Datos técnicos

Densidad Promedio: 1,101 gr/ cm³ Norma ASTM D 1037

Muy Baja conductividad térmica: 0,22 W/m°K

Mediana propagación superficial a las llamas, clasificación RE4 según Norma IRAM 11910-1 ASTM E162

Totalmente impermeable según pruebas INTI 0% de absorción al agua de lluvia y al vapor de agua en sus laterales

Tensión de rotura: hasta 156 kg/cm²

Fuente: www.tetrapak.com

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/tectan.pdf

11.6 POLIESTIRENO EXPANDIDO ISOPOR

Datos Técnicos

Densidad	Kg/m³	25
<hr/>		
Conductividad Térmica	W/m ^{°K}	0,031
<hr/>		
Resistencia a compresión	N/mm ²	0,19/0,25
<hr/>		
Resistencia a la flexión	N/mm ²	0,43/0,49
<hr/>		
Resistencia a la tracción	N/mm ²	0,38/0,48
<hr/>		
Coefficiente de dilatación térmica		Ninguna
<hr/>		
Estabilidad dimensional	%	1
<hr/>		
Absorción de agua por capilaridad		Ninguna
<hr/>		
Absorción de agua por inmersión	por %	0,8 a 1,2
<hr/>		
Permeabilidad al vapor de agua	g/m ² d	35 a 20
<hr/>		

Espesor de la placa	mm	30
----------------------------	-----------	-----------

Ancho útil de la placa	mm	500
------------------------	----	-----

Largo útil de la placa	mm	1000
------------------------	----	------

Superficie de la placa	mm ²	0,500
------------------------	-----------------	-------

Según	norma	Según	norma
DIN	4102	IRAM	11910-3
Difícilmente Autoextinguible	Inflamable	o Clase RE 2	Muy baja propagación de llama

Disponibilidad

En pack de 10 unidades Equivalente a 5 m² de aislación térmica
Fuente: www.estisol.com.ar

11.7 FICHAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD QUÍMICA

LANA DE VIDRIO

ICSC:
0157



Fibras de vidrio
Lanas minerales
Nº CAS
Nº RTECS
Nº ICSC 0157
Nº CE 650-016-00-2

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
INHALACION	Dolor de garganta, tos, sensación de quemazón y dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
PIEL	Enrojecimiento, dolor y sensación de quemazón.	Guantes protectores.	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Gafas ajustadas de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
INGESTION		No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca.

ICSC: 0157

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la
Comisión Europea © CE, IPCS, 2003

11.8 BURBUJAS DE AIRE AISLAMAX

Polietileno Cristal: Tiene una cara reflexiva que la da el aluminio, y un encapsulado de burbujas que tiene la función de barrera de vapor de agua e impermeable al paso de la humedad.

Foil Aluminio: Posee dos caras reflexivas de aluminio.

Polietileno Blanco: Posee una lámina de polietileno blanco sobre el encapsulado de burbujas, que brinda una mejor luminosidad si se colocase dicha cara hacia la vista interior del ambiente.

Dimensiones y Propiedades:

ALUMINIO

Especificación	Polietileno Cristal	Foil Aluminio	Polietileno Blanco
Ancho	1 m	1 m	1 m
Largo	15/30 m	15/30 m	15/30 m
Superficie	15/30 m ²	15/30 m ²	15/30 m ²
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio
	Burbujas	Burbujas	Burbujas
	Polietileno	Aluminio	Polietileno Blanco
Poder Bloqueante	95%	97%	95%

ALUMINIZADO

Especificación	Polietileno Cristal	Foil Aluminio	Polietileno Blanco
Ancho	1 m	1 m	1 m
Largo	15/30 m	15/30 m	15/30 m
Superficie	15/30 m ²	15/30 m ²	15/30 m ²
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio
	Burbujas	Burbujas	Burbujas
	Polietileno	Aluminio	Polietileno Blanco
Poder Bloqueante	85%	90%	85%

Fuente: www.faterm.com.ar

11.9 CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES SOLARES SURSOLAR

Colector Solar sursolar C1.4T/F*

Características técnicas		Opcionales
..Largo	1300 mm	.
..Ancho	1050 mm	.
..Espesor	57-55 mm	.
..Área bruta	1,365 m ²	.
..Área apertura	1,200 m ²	.
..Área absorbedor	1,180 m ²	.
..Peso en vacío	22 kg	.
..Peso en operación	23,4 kg	.
..Presión máxima de trabajo	3 kg/cm ²	.
..Marco	Perfilería de aluminio	Aluminio anodizado o color
..Cubierta	Vidrio float de 4 mm	Templado de 4 mm

..Aislación térmica inferior y lateral	lana de roca 40 Kg/m ³	.
..Fondo	Chapa cinc-aluminio	.
..Entradas y salidas del colector ..(modelo C1.4T)	2 Tubos de cobre de 22,2 mm	.
..Entradas y salidas del colector ..(modelo C1.4F)	4 Tubos de cobre de 22,2 mm	.
..Absorbedor	Parrilla de tubos y placa captadora	.
..Parrilla	Tubos de cobre de 12.7 mm	.
..Placa captadora	Láminas de cobre	.
..Unión entre parrilla y placa captadora	Soldadura continua	.
..Conexiones entre colectores	Flexibles temperatura	alta Racors de acople rápido, roscas macho
..Distancia mínima entre colectores ..(modelo C1. 4F)	60 mm	.
..Distancia mínima entre colectores ..(modelo C1.4T)	120 mm	.
..Otros	.	Malla antigranizo

11.10 PANELES SOLARES SOLARTEC

Marca	Modelo	Pp (W)	Imp (A)	Vmp (V)	Isc (A)	Voc (V)	Dimensiones (mm)	Peso (Kg)
SOLARTEC	KS32A	32	2.13	15.00	2.33	18.70	875x343x36	4.40
SOLARTEC	KS35	35	2.33	15.00	2.54	18.70	875x343x36	4.40
SOLARTEC	KS36S	36	2.07	17.40	2.26	21.70	990x343x36	5.15
SOLARTEC	KS40	40	2.30	17.40	2.51	21.70	990x343x36	5.15
SOLARTEC	KS43A	43	2.86	15.00	3.20	18.70	1280x343x36	6.40
SOLARTEC	KS46A	46	3.15	15.00	3.34	18.70	1280x343x36	6.40
SOLARTEC	KS50	50	2.87	17.40	3.13	21.70	1280x343x36	6.50
SOLARTEC	KS50S	50	2.87	17.40	3.13	21.70	1432x343x36	7.25
SOLARTEC	KS52A	52	2.99	17.40	3.26	21.70	1432x343x36	7.25
SOLARTEC	KS55	55	3.16	17.40	3.45	21.70	1432x343x36	7.25
SOLARTEC	KS60	60	3.45	17.40	3.76	21.70	1432x343x36	7.25
SOLARTEC	KS70	70	4.02	17.40	4.39	21.70	971x651x36	8.70
SOLARTEC	KS75	75	4.31	17.40	4.70	21.70	971x651x36	8.70
SOLARTEC	KS80	80	4.60	17.40	5.01	21.70	971x651x36	8.70

Marca	Modelo	Pp (W)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	I _{sc} (A)	V _{oc} (V)	Dimensiones (mm)	Peso (Kg)
KYOCERA	KC85T	87	5.02	17.40	5.34	21.70	1007x652x36	8.30
KYOCERA	KC130TM	130	7.39	17.60	8.02	21.90	1425x652x36	11.90

Nota: **Pp**= Potencia Pico / **I_{mp}**=Corriente Potencia Pico / **V_{mp}**=Tensión Potencia Pico

I_{sc}=Corriente Corto Circuito / **V_{oc}**=Tensión Circuito Abierto

12. GLOSARIO

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación (- Originalmente llamado *Instituto Argentino de Racionalización de Materiales: IRAM-*) es el instituto encargado de la normalización y certificación en Argentina.

CIRSOC: Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales para las Obras Civiles.

Patógeno: un agente biológico patógeno es toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedad o daño en la biología de un hospedero (humano, animal, vegetal, etc.) sensiblemente predispuesto.

Capacidad calorífica: es la cantidad de energía necesaria para aumentar 1 °C su temperatura. Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicha sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor.

Entalpía: es una magnitud de termodinámica. La variación de entalpía expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, o, lo que es lo mismo, la cantidad de energía que tal sistema puede intercambiar con su entorno.

Absorción: es una operación unitaria de transferencia de materia que consiste en poner un gas en contacto con un líquido para que este disuelva determinados componentes del gas, que queda libre de los mismos. La absorción puede ser física o química, según el gas que se disuelva en el líquido absorbente o reaccione con él dando un nuevo compuesto químico.

Frigorías: es una unidad de energía del Sistema Técnico para medir la absorción de energía térmica. Equivale a una caloría negativa. Está definida como la energía que hay que sustraer de un gramo de agua a 15,5 °C, a la presión normal, para reducir su temperatura en 1 °C.

Watt: es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Su símbolo es W. Es el equivalente a 1 julio por segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el watt es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA).

13. BIBLIOGRAFÍA

- Aduana Argentina. 2007. <http://www.aduanaargentina.com/cc.php>. Página vigente al 08/07
- Agencia de Gestión de la energía de la Región de Murcia (ARGEM). 2007. *Guía para el desarrollo de proyectos St-Escos* <http://www.argem.es> Página vigente al 08/07.
- Aislamax. 2007.<http://www.faterm.com.ar> Página vigente al 08/07.
- Cano Marcos, J.M.2007 *Refrigeración por Absorción. Interés energético e impacto ambiental.* <http://www.energuia.com>. Página vigente al 08/07.
- Cheng P., A.. 2007. Tectán. Reciclando el Tetrapak.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/tectan.pdf Página vigente al 08/07.
- Consul Steel. 2007. *Otra razón para elegir Steel Framing.*
<http://www.consulsteel.com/> Página vigente al 08/07.

- Dupont, 2007. *The miracle of science*. <http://www.tyvek.com> Página vigente al 08/07.
- Durlock. 2007. <http://www.durlock.com> Página vigente al 08/07.
- Edenor. 2007. <http://www.edenor.com/> Página vigente al 08/07
- Edesur. 2007. <http://www.edesur.com.ar/> Página vigente al 08/07
- Estisol. 2007 <http://www.estisol.com.ar/> Página vigente al 08/07
- Geypasa. 2007. <http://www.escala.org/programatecnicos/> Página vigente al 08/07.
- IPIPSA SRL. 2007. <http://www.ipipsa.com.ar/> Página vigente al 08/07.
- ITE 10 Instalaciones específicas. 2007.
http://www.raelec.es/espanol/normativas_energia_solar.htm Página vigente al 08/07. Página vigente al 08/07.

- Karikal. 2007. <http://www.karikal.com.ar/KOMPAK.htm> Página vigente al 08/07.
- Registro técnico de materiales. 2007 <http://www.registrocdt.cl> Página vigente al 08/07.
- Steel Framing Alliance. 2007. *Steel The better builder*.
http://www.steel framing.org/sfa_aboutsteel framing.shtml Página vigente al 08/07.
- SURSOLAR. 2007. <http://www.sursolar.com.ar/> Página vigente al 08/07.
- Textos Científicos. 2007. <http://www.textoscientificos.com/energia/solar> Página vigente al 08/07.
- TORRESOLAR. 2007. <http://www.torresolar.com.ar/> Página vigente al 08/07.
- T-Plak. Placas Ecológicas. 2007
<http://www.pilar.com.ar/industrias/industrias/tplak.htm> Página vigente al 08/07.

- Wikipedia. 2006. *The Free Encyclopedia*. <http://en.wikipedia.org/wiki/RFID> .

Página vigente al 08/07.