

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales
Carrera de Ingeniería Ambiental

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniera
Ambiental

Tema: Modelo Conceptual Teórico de Unidad
Autosustentable aplicado a una Hostería en el sector San Pablo
del Lago, provincia de Imbabura

Autora: María Alexandra Fuentes Domínguez

Director de Tesis: Ing. Fabio Villalba

Quito – Ecuador

2004

DEDICATORIA

A mis Padres, por sus esfuerzos para hacer de mí una persona íntegra, por su apoyo y comprensión.

A mis hermanos, con quienes he compartido mis experiencias, quienes me han brindado sus valiosos consejos y me han acompañado siempre.

A mi esposo Alvaro, por su paciencia, su apoyo incondicional y por darme ánimo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las oportunidades que me ha dado.

A la Universidad, profesores y autoridades por impartir sus conocimientos para mi formación profesional. Y en especial a aquellos que han sido una valiosa guía para la elaboración de este trabajo.

A mi familia por su apoyo y comprensión en todo momento.

A mis compañeros y amigos porque de ellos me llevo un grato recuerdo.

Y a todas aquellas personas e instituciones que colaboraron con la realización de este proyecto.

RESUMEN

El presente trabajo plantea el diseño de un proyecto hotelero ubicado en la parroquia de San Rafael a orillas del lago San Pablo, provincia de Imbabura, que esté enfocado al máximo aprovechamiento de los recursos que nos provee el medio ambiente y tomando en cuenta que todo lo que es considerado un residuo o desperdicio puede ser utilizado como materia prima en importantes y básicos procesos que contribuyen a satisfacer las necesidades y requerimientos de la instalación.

Para la elaboración de esta propuesta se tomaron en cuenta criterios de desarrollo sustentable y autosustentabilidad, que conducen a mantener un equilibrio entre la capacidad de desarrollo y la protección del medio ambiente. Así, lo que se pretende es ocasionar un impacto no significativo, capaz de ser asimilado por la naturaleza.

Este proyecto turístico contará con 14 cabañas y un restaurante construidos con materiales inocuos y de bajo impacto ambiental.

Además incluirá un sistema de tratamiento de aguas negras para aprovecharlas en riego de cultivos. Los productos cultivados abastecerán parcialmente las necesidades del restaurante. Las tierras del huerto serán fertilizadas con compost elaborado dentro de las instalaciones con materia orgánica generada en la misma hostería. La materia inorgánica será clasificada para reutilizarla o entregarla a las instituciones encargadas de su tratamiento.

Se utilizará la energía solar para calentar agua y generar energía eléctrica hasta donde resulte económicamente factible.

La comunidad será involucrada en esta forma de desarrollo sustentable mediante actividades que ayuden a conservar la zona, que contribuyan a mejorar y corregir las tradicionales prácticas agrícolas y que encaminen al mejoramiento del nivel y calidad de vida de la población local.

ABSTRACT

The present work raises the design of a hotel project located in San Rafael parish, on the borders of San Pablo lake, Imbabura province, that is focused to the maximum use of the resources provided by the environment to us and taking into account that everything what it is considered a remainder or waste can be used like raw material in important and basic processes, that satisfy the necessities and requirements of the installation. For the elaboration of this proposal criteria of sustainable and self-sustainability development were taken into account, leading to maintain a balance between the capacity of development and the environmental protection. Thus, which is tried is to cause a nonsignificant impact, able to be assimilated by the nature. This tourist project will include 14 cabins and a restaurant built with innocuous materials, for low environmental impact. In addition, it will include a system of waste water treatment to take advantage of them in irrigation cultivates. The cultivated products will partially supply the necessities of the restaurant. The lands of the garden will be fertilized with compost elaborated inside the facility, from organic matter generated in the same inn. The inorganic matter will be classified for reuse or for delivery to institutions in charge of its treatment. The solar energy will be used to warm up water and to generate electricity to where turns out to be economically feasible. The community will be involved in this proposal of sustainable development by means of activities that help to conserve the zone, that contributes to improve and to correct the traditional agricultural practices and that direct to the improvement of the level and quality of life of the local population.

INDICE

	Pag.
CAPITULO 1. INTRODUCCION.....	1
1.1 ASPECTOS GENERALES.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.3 ANTECEDENTES.....	12
1.4 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA CUENCA Y EL LAGO.....	12
1.4.1 <i>Distribución ancestral del espacio en la cuenca</i>	12
1.4.2 <i>El clima y el agua</i>	13
1.4.3 <i>Uso del suelo</i>	14
1.4.4 <i>Características generales del lago</i>	14
1.4.5 <i>Turismo</i>	15
CAPITULO 2. SUSTENTABILIDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE.....	15
2.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS.....	15
2.2 CONDICIONES BÁSICAS PARA LA SUSTENTABILIDAD.....	17
CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.....	19
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	19
CAPITULO 4. CONSTRUCCION AMBIENTALMENTE “AMIGABLE”.....	21
4.1 ESTRATEGIAS DE LA CONSTRUCCIÓN.....	21
4.1.1 <i>Cómo es una construcción verde?</i>	23
4.1.2 <i>Características de algunos materiales utilizados en la construcción</i>	24
4.1.2.1 Tapial.....	24
4.1.2.2 Piedra.....	24
4.1.2.3 Adobe.....	25
4.1.2.4 Paja.....	25
4.1.2.5 Tierra.....	26
4.1.2.6 Madera.....	26
4.1.2.7 Hormigón.....	27
4.1.2.8 Otros materiales.....	27
4.1.3 <i>Eco-diseño y Eco-indicadores</i>	27
4.1.3.1 Eco-diseño.....	27
4.1.3.2 Eco-indicadores.....	28
4.1.3.3 Análisis del Ciclo de Vida de una obra arquitectónica.....	29
4.2 LA ENERGÍA.....	31
4.2.1 <i>Colectores solares</i>	33
4.2.1.1 Colectores sin concentración.....	35
4.2.1.2 Colectores con concentración.....	36
4.2.2 <i>Sistemas Fotovoltaicos</i>	38
4.2.2.1 Componentes de un Sistema Fotovoltaico.....	39
4.2.2.2 Ventajas y beneficios de los sistemas fotovoltaicos.....	40
4.2.2.3 Instalación de SFV.....	40
4.2.2.3.1 Estructuras del módulo.....	41

4.2.2.3.2 Módulo Fotovoltaico	41
4.2.2.3.3 Banco de baterías.....	41
4.2.3 <i>Uso de energía</i>	42
4.2.4 <i>Ahorro energético y aislamiento de una construcción</i>	42
4.2.4.1 Paredes.....	42
4.2.4.2 Techos.....	43
4.3 MANEJO DE DESECHOS Y RESIDUOS	45
4.3.1 <i>Residuos sólidos</i>	45
4.3.1.1 El problema de la basura	45
4.3.2 <i>Aguas residuales</i>	53
4.3.2.1 Aspecto de las aguas negras	53
4.3.2.2 Componentes de las aguas residuales.....	54
4.3.2.3 Tratamiento de las aguas negras.....	55
CAPITULO 5. DISEÑO DEL PROYECTO.....	57
5.1 PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA.....	58
CAPITULO 6. CALCULOS Y RESULTADOS.....	61
6.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	61
6.1.1 <i>Cálculo del espesor de pared</i>	61
6.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.....	62
6.2.1 <i>Tanque de sedimentación:</i>	62
6.2.2 <i>Tanque de aireación:</i>	62
6.2.3 <i>Tanque de desinfección:</i>	63
6.3 COLECTOR SOLAR TÉRMICO.....	64
6.4 SISTEMA FOTOVOLTAÍCO	65
6.4.1 <i>Para una cabaña</i>	65
6.4.2 <i>Para 14 cabañas</i>	67
6.4.3 <i>Para restaurante</i>	68
6.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE	71
6.6 ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN.....	73
6.6.1 <i>Sistema solar de calentamiento de agua</i>	73
6.6.2 <i>Sistema Fotovoltaico</i>	74
6.7 PRESUPUESTO TOTAL:	75
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1 CONCLUSIONES.....	75
7.2 RECOMENDACIONES	77
7.2.1 <i>Recomendaciones para ahorrar energía</i>	77
7.2.2 <i>Recomendaciones para ahorrar agua</i>	79
7.2.3 <i>Recomendaciones para obtener un compost de buena calidad</i>	81
7.2.4 <i>Recomendaciones para reciclaje de materiales</i>	82
7.2.5 <i>Recomendaciones de uso para módulos fotovoltaicos y paneles solares</i>	83
7.2.6 <i>Recomendaciones Generales</i>	84
BIBLIOGRAFIA	86
APENDICE. TABLA DE SIGNIFICADOS	88

ANEXOS

ANEXOS 1. PLANOS Y MAPAS

Plano 1. Implantación del proyecto.....	80
Plano 2. Planta tipo de la cabaña.....	81
Plano 3. Planta tipo del restaurante.....	82
Plano 4. Planta del área de recepción.....	83
Mapa 1. Ubicación del proyecto.....	84
Mapa 2. Implantación del proyecto en el sector.....	85

ANEXOS 2. TABLAS PARA EL ECO-DISEÑO (TED)

TED I. Datos climatológicos entre 2550 y 2700 metros de altura.....	86
TED II. Valores mensuales de la radiación solar global.....	87
TED III. Temperatura ambiental y variaciones en la zona San Pablo del Lago.....	87
TED IV. Materiales aislantes en función de su poder aislante y de su toxicidad potencial.....	88
TED V. Conductividad térmica de algunos materiales de construcción.....	89
TED VI. Eco-indicadores de la producción de material de construcción.....	89
TED VII. Evaluación del potencial solar del Ecuador.....	90
TED VIII. Módulos solares fotovoltaicos.....	91
TED IX. Características de algunos tipos de baterías solares convencionales.....	91
TED X. Cantidad de C/N de diferentes materiales orgánicos.....	91
TED XI. Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego.....	92
TED XII. Consumo doméstico de agua por habitante.....	93
TED XIII. Resumen de capacidades de aireador.....	93
TED XIV. Dosis para diversas aplicaciones de la cloración en la recogida, tratamiento y evacuación del agua residual.....	94
TED XV. Características del agua residual municipal.....	95

INDICE DE TABLAS PARA LA PLANTA FISICA DEL PROYECTO (TPF)

TPF 1. Areas y densidades del proyecto.....	12
TPF 2. Resumen de resultados del espesor de paredes.....	53
TPF 3. Resumen de resultados de tanques de la planta de tratamiento de aguas.....	55
TPF 4. Cálculo de consumo diario de energía para 1 cabaña.....	56
TPF 5. Cálculo de la potencia del inversor para 1 cabaña.....	57
TPF 6. Cálculo de consumo diario de energía para 14 cabañas.....	58
TPF 7. Cálculo de la potencia del inversor para 14 cabañas.....	59
TPF 8. Cálculo de consumo diario de energía para restaurante.....	59
TPF 9. Cálculo de la potencia del inversor para restaurante.....	60
TPF 10. Comparación de resultados para el SFV.....	61
TPF 11. Presupuesto necesario para la construcción de la obra.....	64
TPF 12. Presupuesto necesario para la construcción y parte de la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas.....	64
TPF 13. Presupuesto necesario para la instalación del sistema solar térmico. Cabañas.....	64
TPF 14. Presupuesto necesario para la instalación del sistema solar térmico. Restaurante.....	65
TPF 15. Presupuesto necesario para la instalación del SFV. Cabañas.....	65
TPF 16. Presupuesto necesario para la instalación del SFV. Restaurante.....	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de un producto.....	21
Figura 2. Análisis del ciclo de vida de un proyecto.....	22
Figura 3. Modelo de colector solar tradicional.....	25
Figura 4. Componentes de un colector solar.....	25
Figura 5. Distribución de agua para consumo. Calentamiento con energía solar.....	29
Figura 6. Componentes de un SFV.....	30
Figura 7. Esquema de planta de tratamiento de aguas.....	54
Figura 8. Esquema de sistema solar térmico.....	56
Figura 9. Torre de generación.....	62

CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1 Aspectos generales

La preocupación por los asuntos ambientales y el interés por la defensa de nuestro entorno constituyen en la actualidad una de las temáticas que exigen responsabilidad y motivan a la conciencia ambiental, de ahí la necesidad de tomar acciones para remediar los problemas existentes y para evitar aquellos que aún no aparecen.

En la actualidad muchas empresas e industrias están introduciendo reformas y medidas para obtener certificaciones y cumplir con exigencias y reglamentaciones oficiales nacionales e internacionales que garanticen que el desarrollo de su actividad cumpla con los requisitos exigidos por la Ley, y muchas de ellas están dispuestas a emprender esfuerzos y acciones para el mejoramiento ambiental.

Una empresa o industria que cuenta con un enfoque ambientalmente adecuado no solo causa menor impacto al ambiente, sino que también recibe de este comportamiento un valor agregado, pues se ha demostrado que una actitud adecuada con el medio ambiente puede constituir una ventaja adicional que favorece a su economía.

El turismo y la industria hotelera representan una gran fuente de ingresos para el país por lo que sería importante desarrollar esta actividad de forma racional y con una conciencia de respeto y buen uso del medio ambiente. Además se debe reconocer que la actividad turística puede convertirse en incentivo y medio para mejorar y mantener la calidad ambiental de las zonas, pues la mayoría de turistas desea visitar áreas atractivas, limpias y no contaminadas.

Muchos intentos se han hecho para construir comunidades autosostenibles donde el principal objetivo de éstas es la producción de sus propios bienes y la igualdad de las personas, pero es para mí de interés elaborar un proyecto que contribuya con el mejoramiento de la calidad ambiental y de vida dentro de una sola unidad empresarial que también puede desarrollarse bajo el mismo principio.

Este tema es además importante porque son muchas las ventajas que se derivan de un historial ambiental adecuado en una industria, por ejemplo; reducción de costes de producción y control, mejoramiento de la imagen de la empresa, mayor competitividad internacional, etc.

La construcción, operación y mantenimiento de edificios e instalaciones supone un gran impacto en el medio ambiente y los recursos naturales. El reto está en construirlos de manera

inteligente y adecuada, para que en su fase de uso requieran la menor cantidad de energía no renovable, (solo aquella que realmente sea necesaria), generen un mínimo de contaminación, y cuesten menos, a la vez siendo más cómodos, saludables, y seguros para la gente que vive, trabaja y disfruta de ellos.

Generalmente, los métodos tradicionales de construcción no cuentan con un enfoque ambientalista, pues los edificios tradicionales consumen más recursos que lo necesario, ocasionando un impacto negativo al ambiente, y generando gran cantidad de desechos.

Las prácticas de construcción verde o amigable, ofrecen una oportunidad de crear edificios respetuosos al medio ambiente y eficientes en el uso de recursos orientando sus expectativas a un diseño que integra el paisaje, y el aprovechamiento de materiales y energía.

Los recursos naturales son factores importantes para el abastecimiento y satisfacción de las necesidades de supervivencia de los seres humanos, por ejemplo, la energía solar puede ser aprovechada para calefacción del inmueble y el calentamiento de agua.

Para el desarrollo del presente trabajo se requieren datos de consumo y demanda de insumos y energía. La información necesaria será obtenida (hasta donde resulte posible) de las visitas a una instalación (que la denominaremos “Hostería A”) que cuenta con características similares a las de la hostería en proyecto. Estos datos serán el resultado de mediciones realizadas periódicamente, investigaciones y consultas en bibliografía (libros, revistas, internet).

La “Hostería A” se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, por lo que nos acogeremos a las condiciones y parámetros de carácter físico, ambiental, climático y productivo de la zona para la elaboración del modelo propuesto.

1.2 Objetivos

a) General

Optimizar y mejorar el uso de materia y energía en la hostería para contribuir a la autosustentabilidad de la instalación, de tal manera que se genere el menor impacto posible al ambiente.

b) Específicos

- Establecer estrategias óptimas para la construcción del inmueble

- Utilizar la energía solar para calefacción y producción de electricidad hasta donde sea económicamente factible.
- Plantear técnicas de ahorro de energía.
- Aprovechar la basura generada en la hostería para elaborar compost que será utilizado en el huerto.
- Proponer un sistema de tratamiento del agua para regadío.
- Involucrar a la comunidad en esta forma de desarrollo sustentable, motivando a los pobladores a mantener adecuadas técnicas de cultivo, y a realizar un correcto manejo de desechos orgánicos.

1.3 Antecedentes

El modelo proyectado se realizará ajustándose a las características y condiciones de la zona de San Pablo del Lago (a orillas del Lago San Pablo), ubicada en el cantón Otavalo, de la provincia de Imbabura. La cuenca del lago se encuentra localizada en la cordillera de los Andes, en las siguientes coordenadas: 78°15'32" de longitud oeste y 00°07'34" de latitud norte, a unos 100 km al norte de la ciudad de Quito. La cuenca del lago San Pablo abarca una superficie de 148,69 km², distribuida en tres vertientes: la del río Itambi, equivalente al 74,6%, la oriental con el 10,6% y la occidental con el 14,8% de la superficie total. El área de la cuenca representa el 29% de la extensión territorial del cantón y el 3% de la provincial.

La cuenca se encuentra dentro del territorio perteneciente a cinco parroquias: San Pablo, San Rafael, Gonzalez Suárez, Eugenio Espejo y la urbana de El Jordán pertenecientes al cantón Otavalo¹. (*Mapa 1, Anexos*).

1.4 Características ambientales de la cuenca y el lago²

1.4.1 Distribución ancestral del espacio en la cuenca

Las comunidades Kichua han dividido el espacio geográfico de la cuenca del lago en varios pisos ecológicos o allpas³ que se mencionan a continuación:

¹ Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo), PLAN MICI, Otavalo 2001

² Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo), PLAN MICI, Otavalo 2001

³ Sectorización de las tierras, de acuerdo a su altura y el servicio que prestan.

- Wampu[¶] Allpa, ubicado entre 2660 a 2700 m de altura, es la zona aledaña al lago, donde existen pastos naturales, maíz, totora, plantaciones de flores, hoteles y centros poblados.
- Ura[¶] Allpa, porción de terreno de uso agrícola, con alta densidad demográfica, comprende desde los 2700 a 2800 m. Se siembran productos como maíz, fréjol, sambo, haba, morocho, chulpi, col, mora, capulí, etc.
- Jawa[¶] Allpa, faja de uso agrícola ubicada entre los 2800 y 3200 m. Se cultiva trigo, cebada, linaza, menta, papa, etc.
- Sacha[¶] Allpa, localizado desde los 3200 a 3400 m de altura, está vinculado con el matorral y también tiene uso agrícola.
- Uksha[¶] Allpa, se encuentra entre los 3400 a 3700 metros, es la zona de páramo, y se dedica a pajonal, mortiño, plantas medicinales, pastoreo de ovejas, etc.
- Rumi[¶] Allpa, localizado desde los 3700 m en adelante, es la zona de roca y donde descansan los gavilanes.

1.4.2 El clima y el agua

La precipitación en la cuenca no es uniforme, se registran entre 800 a 1250 milímetros anuales, con un período seco desde junio a septiembre y otro húmedo de octubre a mayo.

Posee un clima templado, la temperatura media mensual tomada en el campo oscila entre 12°C y 23°C⁴, mientras que la evaporación anual llega a 1372 milímetros y la velocidad promedio del viento es 1,5 m/s con un nubosidad del 83% (*Tabla ED I, Anexos*).

La mayor parte de las concesiones de agua son para uso doméstico, abrevaderos de ganadería y en menor cuantía para riego.

[¶] Wampu, significa zona de orillas; Ura es tierra de abajo; Jawa es la tierra de arriba; Sacha, significa matorral; Uksha, es paja, páramo; Rumi es piedra.

⁴ A 2700 metros de altura, la temperatura media anual es 13,6°C, según los datos de la estación climatológica San Pablo (1962-1992) reportados por el INAMHI

1.4.3 Uso del suelo

Los cultivos como maíz, fréjol, quinua, haba, cebada, trigo, lenteja, papa, abarcan una superficie de 6761,1 Ha (45.5%). Los pastos naturales o artificiales comprenden un área de 1343,9 Ha (9%) y generalmente se localizan en la zona plana del río Itambi.

Las zonas de bosque de eucalipto utilizan una superficie de 1055.8 Ha (7.1%).

El matorral se distribuye en una superficie de 1947,9 Ha (13,1%) y se localiza en las partes altas de la cuenca. El páramo caracterizado por el pajonal ocupa 3527 Ha (23.7%), territorio sujeto a pastoreo y quemas durante junio a agosto.

La totora se encuentra en las márgenes del lago, es utilizada para la elaboración de esteras. La superficie cultivada es 156 Ha (1%).

1.4.4 Características generales del lago

Sin duda, el lago ha venido sufriendo un proceso de deterioro o envejecimiento, progresivamente acelerado por la creciente presión humana sobre el territorio y el continuo crecimiento de los asentamientos del hombre alrededor del lago, sin los servicios adecuados de recolección y tratamiento de aguas residuales de origen doméstico y manejo de desechos sólidos. Si a ello se suma el empleo de técnicas de cultivos no conservacionistas, se entiende la razón del deterioro de los suelos alrededor del lago, que se manifiesta con la disminución de su fertilidad. Esto, a la vez acelera la eutrofización del lago, puesto que resulta ser una fuente de arrastres de nutrientes hacia el agua.

Las características morfométricas y balance hídrico del lago son las siguientes:

Morfometría

Largo máximo	3560 m
Ancho máximo	1400 m
Espejo de agua	583 Ha
Profundidad media	24.6 m
Profundidad máxima	35.2 m
Altitud	2660 m
Línea de orilla	10400 m
Volumen	140 Hm ³
Tiempo de retención	3.2 años

Balance hídrico

Caudal que ingresa al lago

Itambi	44 Hm ³ año
Precipitación	5 Hm ³ año
Caudal total	49 Hm ³ año
Caudales de otras fuentes	1.5 Hm ³ año

Caudal que egresa del lago

Evaporación	7 Hm ³ año
Por el Desaguadero	37 Hm ³ año
Toma para riego, aguas abajo del Desaguadero	7 Hm ³ año

1.4.5 Turismo

Los elementos de paisaje más visitados de la cuenca son el Lago San Pablo, el cerro Imbabura, la loma de El Lechero. El turismo gira alrededor de actividades de investigación, aventura, convivencia cultural, mercados indígenas y artesanales, turismo místico y rural.

El área tiene varios tipos de atractivos, tales como:

- Paisajísticos
- Etnicos
- Folclóricos
- Gastronómicos
- Artesanales, etc.

CAPITULO 2. SUSTENTABILIDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE

2.1 Definiciones y conceptos

Las actuales formas de desarrollo buscan maximizar la producción y alcanzar mejoras en el aspecto económico, sin considerar los daños que se causan al ambiente, el agotamiento de los recursos naturales, la extinción de especies, los daños a la salud humana ni el deterioro de su calidad de vida.

De ahí que la explotación irracional y desmedida de los recursos pone en grave riesgo la capacidad del planeta de mantener la vida a largo plazo.

De la preocupación de mantener un equilibrio entre la capacidad de desarrollarse y la de proteger el medio ambiente, surge el tema de la sustentabilidad.

Se han planteado varios conceptos para definir el significado de sustentabilidad, entre los cuales se puede mencionar:

- La sustentabilidad representa la única forma de garantizar, a nosotros mismos y las futuras generaciones, un ambiente sano, en el que se respete la diversidad biológica, cultural y humana⁵.

- La sustentabilidad para una sociedad, significa la existencia de condiciones económicas, ecológicas, sociales y políticas, que permitan su funcionamiento en forma armónica en el tiempo y en el espacio. En el tiempo, la armonía debe darse entre esta generación y las venideras; en el espacio, la armonía debe darse entre los diferentes sectores sociales, entre mujeres y hombres y entre la población con su ambiente⁶.

- La sustentabilidad exige que el uso de los bienes naturales ocurra según la lógica de la naturaleza, o sea, hay que trabajar con ella y no en su contra. Esto requiere a menudo una lógica distinta a la lógica que prevalece en nuestro sistema, que atiende más a realidades económicas o geopolíticas que a realidades ecológicas⁷.

- La sustentabilidad es un proceso, no un estado; que hace referencia a una forma de desarrollo en la que se busca el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales, ya que éstos, son la base de todas las formas de vida⁸.

Todos estos conceptos pueden integrarse en uno solo que describe un modelo de Desarrollo Sustentable, en donde, el hombre busca satisfacer sus necesidades realizando actividades y haciendo uso de los recursos naturales de manera racional, causando al ambiente un impacto no significativo, capaz de ser asimilado por la naturaleza, evitando que se supere la capacidad del medio ambiente de absorber los contaminantes que se emiten y de autoregenerarse. Este

⁵ <http://www.graduacion.org/~planeta/sust.html>

⁶ <http://www.cesta-foe.org/articulos/02-10/sustentabilidad.htm>

⁷ <http://www.cesta-foe.org/articulos/02-11/sustentabilidad.htm>

⁸ <http://www.graduación.org/~planeta/sust.html>

comportamiento garantiza y asegura que las futuras generaciones puedan resolver sus propias necesidades con la misma base de recursos.

Es un desarrollo que cuenta con una visión integral, en el que intervienen tres elementos de igual importancia entre sí, que son: Ambiente, Economía y Sociedad.

La relación que tienen los tres elementos es de carácter dinámico y dependiente, pues la Sociedad depende de la Economía y la Economía depende del Ambiente. Por lo tanto, si contamos con un Ambiente sano y pleno de recursos naturales puede existir una Economía viable y con ella, una Sociedad justa.

Sustentable = ecológicamente sensato, económicamente viable, y socialmente justo

2. 2 Condiciones básicas para la sustentabilidad.

Para encaminarse en el proceso de la sustentabilidad, una sociedad debe buscar:

En lo ecológico:

- Mantener la diversidad de ecosistemas, diversidad de especies y diversidad genética.
- Mantener la permanencia y equilibrio dinámico de los ecosistemas.
- Garantizar el funcionamiento adecuado de los ciclos ecológicos.
- Adaptarse a los ritmos de la naturaleza.
- Reaccionar adecuadamente a las características esenciales de la naturaleza.
- Regirse por el criterio de mínima perturbación de la naturaleza.
- Mantener niveles adecuados de austeridad.
- Mantener niveles adecuados de calidad y disponibilidad de bienes como el aire, el agua, el suelo, el clima y la energía.

En lo económico:

- Generar riqueza en forma y cantidades adecuadas.
- Redistribuir la riqueza.
- Fomentar un intercambio equitativo de recursos entre los diferentes sectores sociales.
- Hacer un uso eficiente de los recursos.
- Aprovechar eficientemente los servicios ambientales.

- Reducir la dependencia de recursos no renovables.
- Descentralizar y diversificar la capacidad productiva.
- Fortalecer la actividad económica equilibrada (producción y consumo)
- Luchar por la reducción de intercambios económicos internacionales.

En lo social:

- Ejercer el ejercicio responsable de la libertad humana.
- Adoptar valores que generen comportamientos armónicos con la naturaleza y entre los seres humanos.
- Mantener un adecuado nivel de vida en la población.
- Mantener niveles satisfactorios de educación, capacitación y concienciación.
- Garantizar una situación de equidad entre el hombre y la mujer.
- Facilitar la creación y diversidad cultural.
- Promover solidaridad entre personas y comunidades.
- Garantizar espacios laborales dignos y estables.
- Facilitar la inserción y reinserción laboral a los sectores discapacitados.
- Combatir los procesos de empobrecimiento.
- Facilitar la participación de niños, niñas y jóvenes en tareas y beneficios sociales.
- Estabilizar los niveles de población.
- Potenciar la organización de la sociedad civil y la participación ciudadana.
- Promover el desarrollo de poderes locales.

En lo político:

- Establecer un marco jurídico que garantice el respeto a las personas y el ambiente.
- Adoptar y respetar las convenciones internacionales.
- Realizar planes municipales y nacionales integrales.

A nivel tecnológico y científico.

- Reducir al mínimo las distancias entre la localización y el procesamiento o uso de los recursos, así como entre la generación y el procesamiento de los desechos.
- Buscar localmente la satisfacción de necesidades.
- Reducir las necesidades de transporte y promover medios de transporte no contaminante.

- Promover la utilización de fuentes renovables de energía.
- Desalentar el uso de tecnología dañina o peligrosa.
- Promover tecnología que sea apropiable por sectores de escasos recursos económicos.
- Recuperar métodos tecnológicos tradicionales.
- Incrementar el flujo de información.

Para el caso del presente proyecto, serán aplicables las siguientes condiciones:

- Adaptarse a los ritmos de la naturaleza
- Reaccionar adecuadamente a las características esenciales de la naturaleza.
- Mantener niveles adecuados de austeridad.
- Mantener niveles adecuados de calidad y disponibilidad de bienes y recursos como el aire, el agua, el suelo, el clima y la energía.
- Hacer un uso eficiente de los recursos y servicios ambientales.
- Reducir la dependencia de recursos no renovables.
- Adoptar valores que generen comportamientos armónicos con la naturaleza y entre los seres humanos.

El turismo sostenible significa hacer un uso permanente del recurso sin que éste se deteriore. El término sustentable aplicado al ecoturismo, implica, para el desarrollo turístico, que debe tomarse en cuenta la base social, que debe ser dueña del recurso. Así, además de realizar actividades que ayuden a conservar la zona, se contribuye al mejoramiento del nivel y calidad de vida de la población local.

CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

3.1 Descripción del proyecto

La realización del presente trabajo propone un proyecto turístico en la parroquia de San Rafael ubicada a orillas del lago San Pablo, que cuenta con las siguientes características:

- *Una forma de desarrollo sustentable* que permita aprovechar la naturaleza para alojar esta instalación turística conservando y mejorando las condiciones del medio ambiente y el paisaje.

- *Tendrá un alto grado de autosuficiencia* porque está proyectado para obtener energía, agua y parte de alimentos dentro de sus propios terrenos.
- *Se construirá con materiales inocuos y de bajo impacto ambiental.*
- *Respetará la naturaleza* pues se aprovechará de forma racional y adecuada los recursos y energía que provee el medio ambiente.
- *Usará energía solar* para calentar agua y generar energía eléctrica hasta donde resulte económicamente factible.
- *Se tratará los residuos sólidos.* La basura orgánica será utilizada para producir compost y fertilizar las tierras, la inorgánica se separará y clasificará para reutilizarla o entregarla a las instituciones encargadas de su tratamiento.
- *Los efluentes no contaminarán* pues se tratarán las aguas negras para utilizarlas en riego de cultivos.
- *Se generarán fuentes de empleo* porque la comunidad indígena de la zona estará directamente involucrada en este proyecto, ellos serán los anfitriones de los turistas y quienes perciban los beneficios económicos del desarrollo y eventualmente aportarían a la provisión de algunos insumos, especialmente alimenticios.

El proyecto está conceptualizado para implantarse en un terreno cuyas coordenadas son 78°13'26'' 76/100 de longitud oeste y 00°12'09'' 73/100 de latitud norte, y que tiene una extensión de 2 Ha. (*Mapa 2, Anexos*)

Contará con 14 cabañas, donde se espera recibir a 56 huéspedes y un restaurante con capacidad máxima para 85 personas. (*Plano 1, Anexos*)

Se aprovechará la ubicación de las instalaciones en un área plana y de declive suave hacia el lago; las cabañas y el restaurante tendrán vista hacia este gran atractivo.

Características de las cabañas:

- Extensión: 71.13 m²
- Capacidad: 4 personas
- 2 habitaciones
- 1 chimenea de doble boca hacia las habitaciones
- 1 baño multifunción
- 1 porche

- 1 cuarto de máquinas para almacenar los equipos del sistema solar fotovoltaico, tales como batería, regulador, inversor.

Ver Plano 2, Anexos

Estacionamiento:

Capacidad para 65 automóviles.

(Planos, Anexos)

Tabla PF 1. Areas y densidades del proyecto

Descripción	Area	Porcentaje
14 cabañas de 71.13 m ²	995.82 m ²	4.98
Restaurante	700.76 m ²	3.5
Estacionamiento	2069.85 m ²	10.35
Zonas verdes y de recreación	14590 m ²	72.95
Zona de cultivos	200 m ²	1
Planta de tratamiento de aguas	32 m ²	0.16
Planta compostera	175 m ²	0.88
7 Torres generadoras	210 m ²	1.05
Recepción	146.43 m ²	0.73
Zona de circulación peatonal	880 m ²	4.4
Terreno	2 Ha	100%

Se construirá una cisterna con capacidad de 50 m³.

CAPITULO 4. CONSTRUCCION AMBIENTALMENTE “AMIGABLE”

4.1 Estrategias de la construcción

El acelerado crecimiento urbano, y la necesidad de satisfacer las necesidades del hombre, obligan a pensar en todos los problemas ligados con este tema; uno de ellos es el aspecto ecológico que, relacionado con el constructivo, muestra que se ha abusado del entorno en general y del uso de aquellos materiales cuyo proceso de fabricación supone gran desperdicio de energía y un deterioro ambiental.

De esta preocupación, surgen las intenciones de búsqueda de sistemas constructivos que contribuyan al bienestar ambiental.

Los edificios y locales se construyen rápidamente, con el objetivo preferente de generar beneficios económicos, dejando de lado el bienestar y la salud de quienes las van a habitar o utilizar como lugar de trabajo o entretenimiento.

Algunos de los materiales que se usan habitualmente causan trastornos a la salud. Para evitar esto, en las construcciones verdes se utilizan materiales inocuos y de bajo impacto ecológico (ladrillos cerámicos, madera, piedra, fibras vegetales, y tierra, es decir; materiales transpirables, autóctonos y no contaminantes que faciliten la integración estética de la edificación en el paisaje).

Se evitan materiales tales como⁹:

- Maderas procedentes de selvas tropicales.
- Preservantes de la madera que contengan lindano o tributirato de glicerol.
- Espuma de úrea condensada con formaldehído o materiales capaces de desprenderlo.
- Cemento con elevado contenido de alúmina (trióxido de aluminio).
- Agregados en polvo, hechos a base de cloruro de calcio para uso en formaciones de hormigón armado.
- Aislantes que contengan CFCs en su fórmula de fabricación.
- El hierro y los materiales sintéticos

En contraposición, una construcción ambientalmente “amigable” debe aproximarse a cumplir con criterios como los que se exponen en los siguientes párrafos:

El edificio debe encajar perfectamente en el lugar donde está ubicado. Tiene que continuar la línea morfológica ya existente y debe respetar las tradiciones arquitectónicas de la zona.

Los edificios denominados “verdes” y construidos siguiendo pautas bioclimáticas pueden lograr entre un 50% y un 80% de ahorro energético respecto de los convencionales¹⁰. Para conseguirlo, sería fundamental dar con la orientación que permita la máxima captación solar en las épocas frías. La elección del sitio y la construcción del edificio se deben hacer pensando en el aprovechamiento del calor solar como fuente de energía pasiva. Es importante buscar la maximización del uso de la luz del día y la posibilidad de una ventilación natural.

En el diseño bioclimático se tienen en cuenta las condiciones del terreno, el recorrido del sol y las corrientes de aire, aplicando todos esos aspectos a la distribución de los espacios y a la orientación de las ventanas con la finalidad de que no sea necesario o se minimice el uso del

⁹ SADGROVE, Kit., *La Ecología aplicada a la Empresa*, Ediciones Deusto S.A., España

aire acondicionado o calefacción. Además se debe conocer el coeficiente global de transferencia de calor de las ventanas y de los materiales utilizados en las paredes exteriores y en el tejado. También se ha de determinar el porcentaje de consumo de energía y su coste.

Es preciso aprovechar al máximo la luz solar, por lo que sería adecuado colocar tragaluces o claraboyas en los tejados, de forma que la claridad llegue al interior de la construcción.

Las paredes con ventanas grandes deberán orientarse hacia el este para aprovechar al máximo la luz solar y calentar el interior de las habitaciones. Es recomendable colocar accesorios tales como persianas o cortinas para dar sombra cuando el calor sea excesivo.

El bajo consumo de energía es esencial para un edificio moderno, y el aislamiento debe ser un componente importante de la estrategia de la construcción. Las técnicas de **aislamiento térmico**, que consisten en incorporar a los cerramientos de edificios (muros, suelos, cubiertas, etc.) materiales que oponen gran resistencia al paso del calor, reducen las pérdidas de calor que se producen en invierno y, adicionalmente, evitan que penetre en verano. En resumen, el aislamiento térmico sirve para ahorrar energía por reducción del consumo de calefacción o aire acondicionado, además de asegurar el confort interior tanto en invierno como en verano. La gama de materiales que se puede encontrar en el mercado es cada vez más amplia, pero los más habituales son el corcho y aglomerados de madera, las fibras minerales, el vidrio celular o el poliuretano. Su elección dependerá del lugar en el que se vaya a utilizar.

4.1.1 Cómo es una construcción verde?

Las prácticas de construcción “verdes” o “sostenibles” persiguen crear edificios más respetuosos con el medio ambiente y más eficientes en el uso de recursos. Los principales rasgos que diferencian a los edificios *verdes* son los siguientes:

- Un edificio verde es una estructura construida con el fin de **aumentar la eficiencia y reducir el impacto medioambiental**, al tiempo que mejora el bienestar de sus usuarios. Por ejemplo, la potenciación de la luz natural en el interior de la vivienda no sólo repercutirá en un ahorro económico y en un menor impacto medioambiental, debido al menor consumo de luz eléctrica, sino también podría reducir el posible estrés de sus ocupantes.

¹⁰ <http://revista.consumer.es/web/es/20030601/medioambiente/61235.jsp>

- Los cuidados medioambientales no se limitan al plano de vida silvestre y de la contaminación, sino que también abarcan todo lo relacionado a la conveniencia de disponer de infraestructura atractiva a la vista, diseñada a escala humana y que sea de buena calidad.
- La construcción sostenible no se caracteriza por un rasgo concreto ni se limita a un conjunto de normas o requisitos. Se trata de un **proceso completo**, que abarca desde la elección del terreno en que iniciará la construcción hasta la proyección de la estructura y la utilización de materiales ecológicos o la posibilidad de reciclaje de los mismos.
- El ahorro en los costes de mantenimiento y gestión del inmueble debe justificar el coste superior de la inversión inicial.

4.1.2 Características de algunos materiales utilizados en la construcción

4.1.2.1 Tapial

El tapial es una técnica que consiste en construir muros con tierra compactada a golpes dentro de un molde de madera. Como el adobe, el tapial transpira, es higroscópico, tiene capacidad de difusión a la vez que una buena capacidad de almacenar frío o calor, por lo que también se utiliza como aislante, y resulta cálido. Como la arcilla, mantiene sus cualidades de absorción de tóxicos intactas. Además, se trata de un material abundante en cualquier lugar, fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. En el caso de no disponer de una tierra de óptima calidad, es preferible estabilizarla a transportar una mejor desde lugares lejanos.

En función de las dimensiones del molde; los tapias más habituales son de 1.5 m de largo, 1 m de altura y 0.5 m de espesor¹¹. Pueden emplearse estabilizadores como la paja, cal, estiércol, etc. Es recomendable obtener la tierra en el lugar de consumo o en sus proximidades.

4.1.2.2 Piedra

La piedra es el material natural de construcción noble por excelencia, y su demanda no cesa de aumentar. Desde el punto de vista de la bioconstrucción, la piedra reúne varias ventajas:

- Larga vida, con poco mantenimiento y reparaciones infrecuentes.

¹¹ <http://www.terra.org/html/rehabilitar/bioconstruccion/experiencias.html>

- Buen aislante acústico.
- Buena inercia térmica, que disminuye la oscilación de la temperatura interior (siempre que las paredes igualan o superan los 50 cm).
- Buena protección contra el excesivo calor.

Las desventajas de la construcción a base de piedra incluyen:

- Construcción más lenta
- Mayores costes de mano de obra.
- Riesgo de deterioro por humedad, dependiendo del tipo de roca.
- La sobreexplotación e insostenibilidad de muchas de las canteras de procedencia.
- La cantidad de energía necesaria para llevar a cabo la construcción.

En todo caso, es necesario evitar las piedras graníticas, altamente radiactivas. Por el contrario, es recomendable escoger piedras calcáreas¹².

4.1.2.3 Adobe

El adobe es un ladrillo de barro sin cocer secado al sol. Se compone de arcilla y arena, a los que se añaden aditivos según el tipo de tierra el clima; los más utilizados son la paja y la cal. Como la arcilla mantiene sus cualidades de absorción de tóxicos intactas. Además, se trata de un material abundante en cualquier lugar, fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. Lo más recomendable es producirlo en el lugar de consumo, si bien existen fabricantes de adobes estabilizados.

4.1.2.4 Paja

Se trata de un material muy práctico, barato, de fácil adquisición, unas cualidades excelentes como aislamiento acústico y térmico, agradable, energéticamente óptimo. De hecho, no hay otro tipo de construcción que recoja tantos valores ecológicos como la construcción con paja. Sin embargo, la construcción con paja también tiene inconvenientes. Aparentemente resulta fácil de utilizarla, pero es mejor contar con la ayuda de un profesional, o, al menos, de un experto. Deben seguirse cuidadosamente los procedimientos respecto a estructuras y

prevención de incendios. Es vital que la paja no llegue a mojarse, puesto que cuando está mojada puede pudrirse o enmohecerse. Además, hay que tener cuidado con los insectos y roedores que puedan esconderse bajo este material.

4.1.2.5 Tierra

Las ventajas de la tierra como material de construcción son innegables. Algunas de las ellas se resumen en los siguientes aspectos:

- Fácil integración de las construcciones en el paisaje, lo que supone un bajo impacto visual.
- Material abundante y barato. La tierra procedente de excavaciones y obras de acondicionamiento puede reincorporarse al terreno, evitando costes de transporte a vertedero y reduciendo los problemas que ocasiona su depósito.
- Carácter reciclable del material, pues se reduce fácilmente a su estado original tras el derribo del edificio, sin producir residuos de carácter industrial.
- La producción es simple y requiere bajos recursos tecnológicos, lo que hace este tipo de construcción accesible incluso para economías muy modestas.
- El proceso de producción del material es limpio y requiere bajos consumos de energía.
- El material presenta buenas características como aislante térmico frente a otros materiales de construcción de uso frecuente.

4.1.2.6 Madera

La madera es un material ejemplar en cuanto a la adecuación a los objetivos de respeto al medio ambiente. Si la gestión de la madera como recurso natural es adecuada y racional, el balance ecológico es positivo y el desarrollo de la actividad es sostenible. Además, el ciclo de vida natural de la madera puede reducir el efecto invernadero, ya que convierte el dióxido de carbono en oxígeno.

La madera es un derivado de un recurso renovable, y requiere mucha menos energía de producción que otros materiales. Además, los residuos de la transformación pueden ser reutilizados para otras aplicaciones.

¹² <http://www.terra.org/html/rehabilitar/bioconstruccion/experiencias.html>

4.1.2.7 Hormigón

Los bloques de mortero o de hormigón están formados por una mezcla de agua, cemento y áridos. En cuanto al material en sí, presenta los mismos problemas que sus componentes. Los tratamientos a los que se les somete posteriormente con aire, vapor o en autoclave suponen gastos energéticos diferentes. Por ejemplo, los tratamientos que utilizan vapor crean el gasto más elevado.

Algunos bloques incorporan como materia prima residuos procedentes de depuradoras de aguas residuales (barros o lodos).

El hormigón armado, no puede considerarse un material de construcción ecológico, por el consumo de cemento, cuya producción requiere gran cantidad de energía, a la vez que expulsa importantes volúmenes de CO₂ a la atmósfera. Por otra parte, el hormigón armado también utiliza acero, que es un alto consumidor de energía en su producción. No obstante, lo apropiado de un material o tecnología no puede ser establecido de manera general, sino en relación con las circunstancias condicionantes específicas.

4.1.2.8 Otros materiales

El cemento es uno de los productos más utilizados en la construcción. Generalmente, sus materias primas (piedra calcárea y materiales arcillosos) proceden de recursos no renovables y su extracción tiene notable un impacto ambiental, como suele suceder con todas extracciones de minerales. En lo referente al proceso industrial, la obtención del clinker implica un elevado consumo de energía y, posteriormente, emisiones importantes de gases y polvo al molerlo.

Tanto las arenas como las gravas se obtienen de recursos naturales no renovables mediante actividades de extracción que tienen un impacto irreversible en la naturaleza. Asimismo, cabe añadir el consumo de energía que suponen dichas actividades y el transporte del material. Para disminuir el impacto negativo que se causa en las canteras, es preciso rehabilitarlas una vez terminada su explotación.

4.1.3 Eco-diseño y Eco-indicadores

4.1.3.1 Eco-diseño

Significa que el medio ambiente es tomado en cuenta a la hora de decidir durante el proceso de desarrollo de productos, como un factor adicional a los que tradicionalmente se ha tenido presente.

El objetivo del eco-diseño es reducir el impacto ambiental del producto a lo largo de todo su *ciclo de vida*¹³. Y de este criterio surgen algunos beneficios tales como:

- Reducción de costes
- Innovación tecnológica
- Cumplimiento de la Legislación Medioambiental
- Cumplimiento de las demandas y exigencias de los clientes
- Aumento de la calidad del producto y mejora de su imagen

Estos conceptos pueden ser aplicados a una construcción perfectamente.

4.1.3.2 Eco-indicadores

Es una herramienta cuantitativa de fácil manejo para el diseño de productos. Prioriza los principales aspectos ambientales del producto en su ciclo de vida. Es cuantitativa porque la priorización se basa en cálculos numéricos. Estos ecoindicadores están concebidos para cuantificar el impacto ambiental de un producto o material en su ciclo de vida. El sistema que se describe es el denominado Eco-99¹⁴.

Estos Eco-indicadores son el resultado de un proyecto desarrollado por un equipo multidisciplinario formado por industrias de diferentes sectores, científicos de centros de investigación independientes y el gobierno holandés. Su objetivo era tratar de evaluar el impacto ambiental que ejerce la actividad industrial sobre el Medio Ambiente. Así se obtuvieron tablas de valores numéricos que expresan el impacto ambiental en función de la cantidad o el volumen de cada material o proceso. Estos valores están expresados en una unidad propia llamada milipuntos (mPt). (*Tabla ED VI, Anexos*)

¹³ Por ciclo de vida se entiende todas las etapas de la vida de un producto, desde la producción de los componentes y materias primas necesarias para su obtención, hasta la eliminación del producto una vez que es desechado.

¹⁴ GOEDKOOP, M., EFFTING, S., COLLIGNON, M., *Manual Práctico de Ecodiseño*, CD Rom, IHOBE, Sociedad Pública Gestión Ambiental, Pré Consultants B.V.

4.1.3.3 Análisis del Ciclo de Vida de una obra arquitectónica

El ciclo de vida de una obra de arquitectura¹⁵ se inicia con la extracción de las materias primas necesarias para confeccionar los elementos constructivos con los que esta será ejecutada. (Fig.1)

El impacto ambiental del proceso de extracción de materias primas depende en gran medida de las transformaciones que acarrea al medio natural, las tecnologías empleadas, su consumo de energía, los desechos que genera y los requerimientos de transportación. También el carácter sano o contaminante de los materiales o materias primas empleados en la construcción es algo que recibe especial atención, actualmente, en especial en los países desarrollados.

Algo similar sucede con la fase de elaboración de los elementos de construcción, en donde las tecnologías empleadas determinan el impacto ambiental de esta producción, la generación de desechos más o menos contaminantes y el consumo de energía.

Por otra parte, las distancias entre los puntos de extracción de materias primas y los lugares de producción de los elementos constructivos, así como entre estos y el sitio donde se ejecuta la obra, determinan que los requerimientos de transportación sean mayores o menores, y con ello, la energía consumida en tal proceso.

El proceso construcción de una obra constituye otra fase de su ciclo de vida, donde todos los componentes que han sido previamente elaborados se sitúan en su posición definitiva, o al menos, en la posición que ocuparán mientras dure la vida útil de la obra.

Una vez que la ejecución de la obra termina, comienza su vida útil, y con ello su uso y explotación, lo cual genera consumo de recursos (agua, energía, alimentos y otras materias primas) y produce residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) y líquidos. Así mismo, el proceso de envejecimiento natural de la construcción genera un deterioro que deberá ser contrarrestado con un proceso de mantenimiento sistemático y reparación.

En la medida que se minimiza el consumo de recursos y la producción de desechos en los procesos de explotación y mantenimiento de la obra, la solución será más sustentable. Otras

¹⁵ <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia.htm>

vías de incrementar la sustentabilidad de la arquitectura se logra mediante el aprovechamiento de recursos renovables (tal es el caso de la energía), reciclados y reciclables.

Así mismo, el impacto ambiental de la obra se reduce mediante el adecuado tratamiento de los residuos antes de ser incorporados al medio ambiente, de manera de minimizar la contaminación ambiental, por lo que es preferible su reciclaje o reutilización, siempre que sea posible.

Esta es la fase más larga del ciclo de vida de una obra de arquitectura, que puede durar décadas y hasta siglos.

Cuando la obra llega al fin de la vida útil, es decir, cuando cumple su cometido y agota el tiempo de durabilidad prevista de acuerdo con sus funciones y los materiales con los que fue ejecutada, desaparece y se incorpora nuevamente al medio ambiente. Esta fase también debe ser considerada en la etapa de concepción y diseño, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental.

Los edificios pueden ser diseñados para ser total o parcialmente desmontados y no demolidos al final de su vida útil. De esta forma, muchos elementos cuya durabilidad sea mayor que la de la obra en su conjunto podrán ser reusados o de lo contrario, podrán ser desmontados para ser reciclados por separado de acuerdo con el material.

El impacto ambiental que genera una obra o proyecto en todas sus etapas (desde la cuna a la tumba), se expresa mediante una función que se expone en la figura 2.

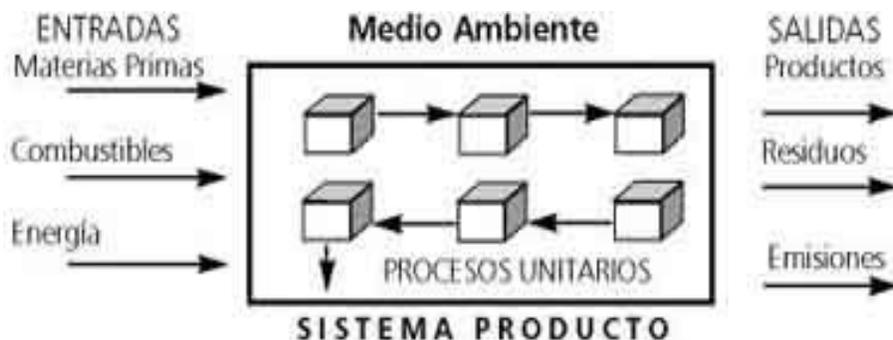


Fig. 1 Ciclo de Vida de un Producto

Fuente: www.gestiopolis.com

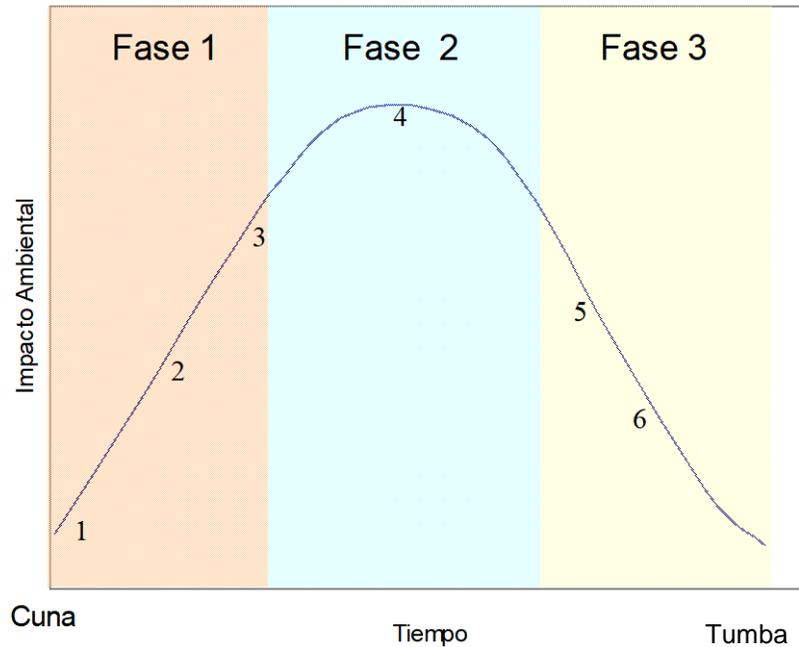


Fig. 2 Análisis del Ciclo de Vida de un proyecto

- | | |
|---|--|
| 1. Extracción de materias primas | 4. Vida útil (uso y operación) |
| 2. Elaboración y producción de materiales | 5. Revalorización (reutilización, reciclaje, etc.) |
| 3. Construcción | 6. Disposición final |

4.2 La energía

El primer principio de termodinámica sostiene que la energía implicada en cualquier proceso es igual al trabajo realizado más el calor desprendido. De manera que el calor, trabajo y energía son tres formas de un mismo concepto.

Putnam (1953) clasifica a las fuentes de energía primaria disponible para nuestro uso como renovables y no renovables.

Prácticamente todas las actividades que se desarrollan en la moderna sociedad tecnológica utilizan fuentes de energía no renovables. El origen de esa energía es el carbón, petróleo o fisión nuclear del uranio, los cuales precisan en su mayoría ser transformadas antes de ser consumidos. Estas fuentes de energía no son renovables porque no tienen posible sustitución una vez agotadas o, el ciclo cronológico de formación es tan largo que no es posible su restauración. El carbón o el petróleo existen en cantidades limitadas y se consumen a un

régimen mayor que el de su producción; estas materias necesitan miles a millones de años para formarse, sin embargo al ritmo actual de consumo su agotamiento se estima en unos pocos cientos de años.

Una energía renovable es una energía alternativa a las que utilizamos actualmente (ecológicamente hablando). Al encontrarse en cantidades infinitas puede renovarse tan pronto como es consumida. Existen energías renovables que apenas aprovechamos, generalmente motivado por el rendimiento. Sin embargo, sólo es necesario ver a nuestro alrededor para darnos cuenta que estamos rodeados de energía.

El sol, por ejemplo, emite una ingente cantidad de energía que es aprovechada por las plantas para realizar la fotosíntesis, y para otros muchos procesos físicos del ciclo ecológico. La mayor parte de esa energía no es utilizada por el hombre. Una utilización práctica de esta energía puede llegar a ser la obtención de electricidad, y de hecho se le ha prestado la mayor atención en el estudio de las energías alternativas.

También se puede generar energía eléctrica mediante otra fuente renovable ya utilizada de antiguo para otros fines. Se trata de la energía eólica, que aprovecha las diferencias de presión del aire para mover una palas, las cuales mediante una tracción transmite el movimiento a un generador eléctrico. Este sistema ya era utilizado en los molinos de harina o para extracción de agua.

El sol es de las fuentes de energía a la que se le prestó una primera atención, y en la que se centró gran parte de la investigación en materia de energías alternativas, pues se trata de una energía totalmente limpia y 100% renovable. Más cuando, salvo por su intervención en el ciclo ecológico, los humanos aprovechamos una ínfima parte. A pesar de ello, existe una gran diversidad de sistemas que permiten aprovechar esta energía.

Sin embargo, la aplicación práctica de la energía solar tiene sus limitaciones técnicas, generalmente relacionados con el rendimiento obtenido, además de que no todos los habitantes de nuestro planeta tienen las mismas oportunidades para su aprovechamiento. El sol ilumina la Tierra de forma desigual, y con diferente ángulo e intensidad según la región terrestre de que se trate, la estación del año y el ciclo día/noche. Lo ideal es disponer de una zona que se encuentre iluminada durante la mayor parte del año, eso implica que determinados lugares

quedan al margen de su aprovechamiento, tal es el caso de los países nórdicos, no así los más próximos a la línea ecuatorial, que se ven altamente beneficiados.

Los sistemas de captación de la energía del sol se centran, generalmente, en su superficie captadora, así como en la capacidad para el seguimiento del sol en toda su trayectoria. Igualmente, en la concentración de la radiación para alcanzar altas temperaturas, que permitan un rendimiento aceptable para su procesamiento por los elementos transformadores. Otro punto de importancia está referido al sistema de acumulación de la energía obtenida; hay que señalar que durante el periodo de ausencia del sol, es preciso almacenar esa energía, a la vez que deben entrar en funcionamiento otros recursos energéticos de carácter auxiliar, que permitan mantener en funcionamiento los sistemas o redes conectados a él.

Así como los sistemas de célula fotoeléctrica aprovechan la energía electromagnética del sol que nos llega en forma de luz, para después ser transformada en energía eléctrica, los sistemas de colector solar utilizan su potencia calorífica para calentar un líquido, que posteriormente será empleada generalmente en suministrar calefacción.

4.2.1 Colectores solares

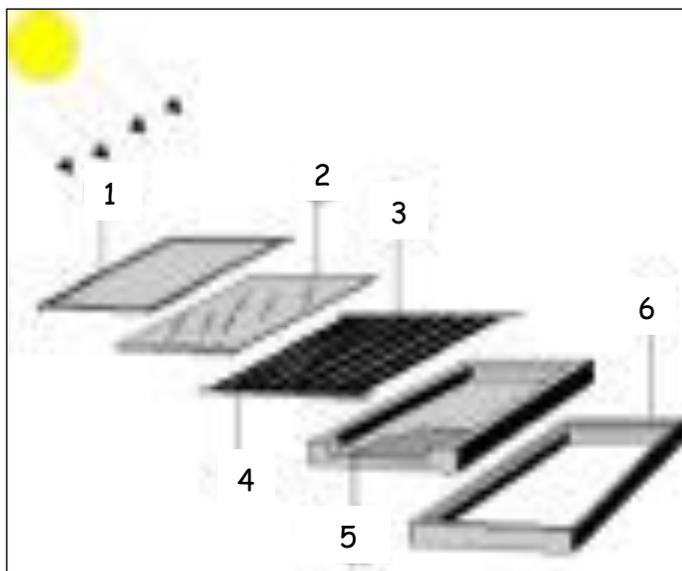
Existen sistemas de colectores solares con y sin concentración. Los que no utilizan concentración reciben el sol directamente, sin ningún elemento auxiliar, como los rotores que permiten el seguimiento en todo su ciclo. Aunque con menor rendimiento, tienen sin embargo la ventaja de su simplicidad, facilidad de construcción y menor mantenimiento, gracias a lo cual su posibilidad de presentar fallos técnicos también es menor.

A continuación se muestra un modelo de colector solar y sus componentes:



Fig. 3. Modelo de colector solar tradicional

Fuente: www.conae.gob.mx



- 1.- Marco de aluminio.
- 2.- Cubierta de vidrio.
- 3.- Placa absorbadora.
- 4.- Cabezales de alimentación y descarga de agua.
- 5.- Aislante.
- 6.- Caja del colector, galvanizada.

Fuente: www.conae.gob.mx

Fig. 4. Componentes de un colector solar

4.2.1.1 Colectores sin concentración

El colector plano convencional es el de uso más extendido por su sencillez de fabricación. Dispone únicamente de cuatro elementos: un *circuito de conducción del agua*, la *placa de absorción*, una *cubierta* y la *caja de protección*. La ausencia de partes móviles le da una característica de gran durabilidad.

El circuito de conducción del agua consiste en una especie de serpentín de tubos metálicos por donde circulará el agua que se pretende calentar. Su diámetro es muy pequeño para que el nivel de líquido que circula por él tenga tiempo a calentarse en todo su recorrido. Los tubos se fabrican con materiales que mantengan la temperatura, como cobre o aluminio, y se les pinta de color negro para que no reflejen el calor, sino que la absorban. El conjunto se encuentra montado sobre una placa de absorción igualmente, que también capta calor y la induce en los tubos.

La cubierta transparente y la caja de protección no sólo protegen físicamente todo el conjunto sino que sirven de aislante térmico, impidiendo que la energía captada y transferida al agua que circula por los tubos se pierda a través de sus paredes. Para ello se aplica al interior de la caja un recubrimiento aislante, como la fibra de vidrio, u otro material que mantenga el calor en su interior.

El panel solar así construido juega un papel análogo al de un radiador de calefacción, pero justamente a la inversa. Así como el radiador tiene una superficie metálica diseñada para emitir el máximo de potencia calorífica a través de sus elementos, el panel solar tiene sus elementos diseñados para captar el máximo de calor y transferirlo a los tubos, los cuales precisamente alimentarán generalmente a sistemas de radiadores de calefacción, u otros servicios de agua caliente.

El funcionamiento del colector solar sin concentración se basa en el principio del invernadero. La radiación solar que entra a través de la cubierta transparente, incide directamente sobre el sistema de conducción de agua (conectados al suministro de agua fría) y la placa absorbente. De la energía entrante sólo una décima parte es reflejada a la atmósfera. Al inicio, cuando el colector entra en funcionamiento (entrada de agua fría por primera vez), el sistema absorbe gran cantidad de energía, ya que precisa calentar todos los elementos y el agua del interior del

serpentín, pero una vez llegado al punto denominado de *equilibrio dinámico*, es la propia placa la que emite calor, del cual sólo una pequeña parte inferior al 10% se perderá por radiación a través de la cubierta de vidrio. Es entonces cuando se mantiene un *efecto invernadero* en el interior de la caja colectora, que es preciso mantener mediante un buen aislamiento de las paredes, evitando las pérdidas denominadas de *convección*. Todo el sistema tiene un rendimiento que varía en función de la intensidad de luz que recibe y la temperatura interior, pero es siempre inferior a un 60%; generalmente se aprovechan entre 30 y 50 vatios por cada 100 que se reciben.¹⁶

Un sistema más avanzado de colector solar sin concentración es el *colector plano de vacío*. El diseño es muy similar al colector plano convencional, pero fabricado con materiales que obtienen altos rendimientos, y que poseen características especiales, tales como *superficies selectivas*, es decir, materiales que absorben ciertas frecuencias como los infrarrojos, pero que apenas los emiten, permitiendo altos porcentajes de absorciones. Además, las pérdidas de convección están minimizadas al máximo mediante el vacío de la caja, que aumenta el rendimiento considerablemente. Con este sistema pueden alcanzarse temperaturas de hasta 120 grados centígrados. La desventaja de este sistema radica en el empleo de materiales más costosos y el delicado proceso de vacío.

Ambos sistemas de colector solar precisan algún sistema alternativo de energía. Por esta razón es imprescindible el empleo de *acumuladores de calor* que almacenen la energía calorífica que no ha sido utilizada, ejemplo de los clásicos termos de agua caliente, para su posterior empleo en ausencia de radiación solar.

4.2.1.2 Colectores con concentración

Así como en los sistemas de colector solar sin concentración, las placas son expuestas directamente al Sol y se encuentran ausentes de elementos móviles, en los sistemas con concentración, como su nombre indica, se concentra la luz solar sobre la zona que se desea calentar. Esto se realiza mediante espejos o lentes apoyados en materiales selectivos, que calientan el líquido que circula por el interior de un tubo, en el que incide la radiación concentrada del Sol, permitiendo un mejor rendimiento que los colectores sin concentración.

¹⁶ http://www.iespana.es/natureduca/energ_colect_sol.htm

Los modelos más simples de colectores con concentración son los de uno y dos ejes, aunque existe otro sistema más complejo utilizado en generación de grandes potencias, y que permite su transformación en energía mecánica.

El sistema de concentración de un eje consiste en un tubo, por el que circula el líquido que se desea calentar, y que se encuentra ubicado delante de una superficie parabólica reflectante. La energía reflejada por el elemento parabólico incide sobre el tubo, permitiendo temperaturas no inferiores a 100°C, pero que pueden llegar a alcanzar los 350. El tubo debe ser fabricado con un material muy selectivo (generalmente óxido de cobre sobre níquel). Los espejos se construyen con vidrios bajos en contenido de hierro o con metales esmerilados de gran pureza, para proporcionar el máximo de rendimiento.

El sistema de colector de un eje precisa que la superficie perpendicular de la parabólica esté siempre posicionado hacia la máxima radiación del sol. Si la iluminación decae, la señal eléctrica emitida por el detector decaerá también, entonces el ordenador activará los motores de posición para modificar y reorientar el colector hacia el punto de mayor radiación del sol. Este sistema, solo permite el seguimiento del Sol de Este a Oeste, es decir, desde que nace hasta que se oculta, pero no de Norte a Sur.

El sistema presenta complejidades mecánicas que no compensan el rendimiento obtenido, por lo que son poco utilizados.

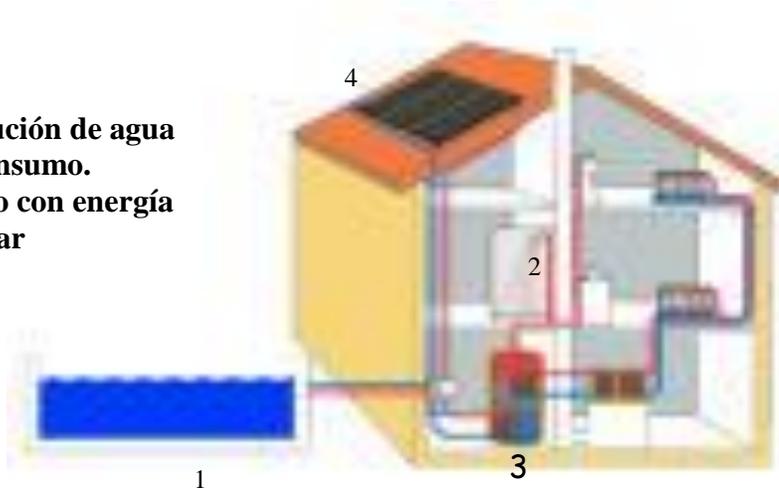
En general, los sistemas de colectores solares con concentración permiten únicamente aplicaciones para calefacción, y en todo caso pequeñas turbinas para generación de energía eléctrica¹⁷.

NOTA: La figura 5 ilustra como se realiza la distribución del agua en el interior de una construcción, utilizando la técnica de sistemas solares para calentarla.

Es importante mencionar que para el caso del presente proyecto, no se utilizarán bombas para forzar el flujo del agua. El fluido circulará por efecto de termosifón; es decir por acción de la gravedad.

¹⁷ http://www.iespana.es/natureduca/energ_colect_sol.htm

**Fig. 5 Distribución de agua para consumo.
Calentamiento con energía solar**



Fuente: www.gestipolis.com

1. Agua fría
2. Red de agua caliente
3. Tanque
4. Colector o panel solar

En general, un sistema solar de calentamiento de agua se compone de: (Fig. 8)

- Colector, que capta la energía solar y la transmite a un fluido
- Tanque de almacenamiento, para acumular agua y mantenerla caliente.
- Tubería y accesorios

4.2.2 Sistemas Fotovoltaicos

Un SFV (Sistema Foto-Voltaico) es una fuente de potencia eléctrica en la cual las celdas solares transforman la energía solar directamente en electricidad.

Los SFV pueden ser colocados en todos los lugares donde haya suficiente energía solar. Estos equipos no requieren combustibles, y por tratarse de dispositivos de estado sólido, carecen de partes móviles, por lo que, casi no necesitan mantenimiento. Tampoco producen ruido, ni emisiones tóxicas; lo que significa que no ocasionan contaminación ambiental.

Su confiabilidad es elevada, y se emplean desde hace aproximadamente 40 años en lugares inhóspitos como desiertos, selvas, regiones remotas, etc.

4.2.2.1 Componentes de un Sistema Fotovoltaico

1. *Conjunto de módulos o paneles solares.* Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.
2. *Regulador de carga.* Los SFV pueden producir más energía de la que las baterías pueden almacenar. Sobrecargar las baterías aumenta la pérdida del electrolito, disminuyendo así la vida útil de las baterías y ocasionando un riesgo potencialmente peligroso. Cuando la batería se descarga, el regulador conecta nuevamente los módulos. La carga de la batería debe ser controlada para protegerla contra sobrecargas que pueden ocasionar:
 - Pérdida de agua en baterías convencionales
 - Reducción en la vida útil de la batería
 - Pérdida de gas en baterías selladas
3. *Banco de baterías o sistema de acumulación.* Es el dispositivo que permite el almacenamiento de energía eléctrica mediante la transformación reversible de energía eléctrica en energía química.

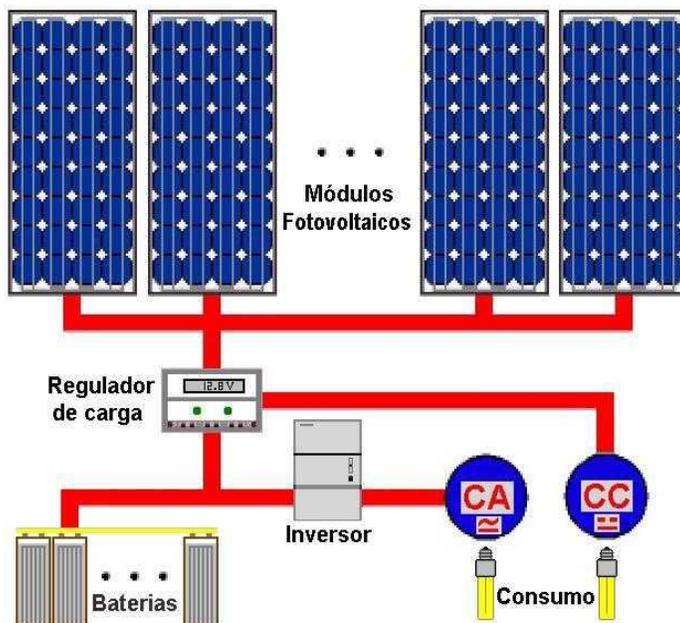


Fig. 6. Componentes de un Sistema Fotovoltaico

Fuente: www.spes.pt/sol_fotov_geral.htm

4. *Inversor.* A partir de un voltaje de 12 o 24 V, la unidad de control puede proveer una salida de 110 V AC de onda senoidal. Esta salida de onda senoidal garantiza el correcto funcionamiento de los aparatos más sensibles.
5. *Elementos de montaje.* Tales como estructuras, soportes y abrazaderas en donde se instalan los módulos fotovoltaicos.

Ver Figura 6

4.2.2.2 Ventajas y beneficios de los sistemas fotovoltaicos

- Tienen un alto grado de confiabilidad debido a que carecen de partes móviles, lo que reduce los costos de operación y mantenimiento del sistema.
- Facilidad y simplicidad en el diseño.
- Son sistemas de fácil operación.
- Los módulos solares tienen una larga vida útil. Algunos mantienen su eficiencia incluso después de 20 años de funcionamiento.
- Pueden operar en condiciones ambientales extremadamente adversas porque son unidades selladas de estado sólido.
- La capacidad de generación puede expandirse gradualmente con la demanda, sin incurrir en sobredimensionamientos.
- Se incluyen en alternativas de energía limpias, pues no producen contaminación ambiental.

4.2.2.3 Instalación de SFV

Para instalar un SFV es recomendable tomar en cuenta algunos aspectos importantes, tales como:

- a) Selección del terreno. Para elegir el sitio de instalación, es necesario observar si está libre de sombras durante el día y durante el año.
- b) Orientación óptima. Los paneles deben estar orientados hacia el Norte, esto con el objeto de aprovechar la radiación solar en todo el recorrido del sol desde que nace por el Este hasta que se oculta por el Oeste.
- c) Inclinación adecuada de los módulos. Los módulos deben inclinarse para que reciban la máxima energía solar durante el año y evitar que se deposite agua sobre el vidrio. Con el

objeto de garantizar una captación de energía solar óptima, el módulo fotovoltaico deberá tener una inclinación que esté comprendida entre¹⁸:

$$\text{Inclinación (}^\circ\text{)} = \text{Latitud} + 10^\circ$$

4.2.2.3.1 Estructuras del módulo

Los módulos deben montarse en una estructura independiente que les dé soporte, la inclinación y orientación necesaria, además de asegurar una ventilación adecuada.

Las estructuras de soporte, deben poder resistir al menos 10 años de exposición a la intemperie, sin mostrar síntomas de corrosión o deterioro.

El módulo fotovoltaico debe ser montado en estructuras estáticas como postes metálicos, prefabricados (hormigón) o madera. Si el poste es de madera, ésta deberá ser de una especie resistente por ejemplo eucalipto.

Las dimensiones de los postes deben ser:

- Entre 3.5 y 4 m de longitud, independientemente del material
- Entre 6 cm y 10 cm de diámetro para metálicos
- Entre 10 cm y 15 cm de diámetro para hormigón
- Entre 15 cm y 20 cm de diámetro para madera

El poste debe estar empotrado a una profundidad entre 1/6 a 1/4 de la longitud total del mismo.

4.2.2.3.2 Módulo Fotovoltaico

Los módulos deben ser de tecnología monocristalina o policristalina. Además deben poder resistir al menos 10 años de exposición a la intemperie sin mostrar síntomas de corrosión y sin que la potencia del módulo haya perdido más del 5% de la potencia.

Los módulos no deberán proyectarse sombra entre ellos, debe tenerse un cuidado especial para colocarlos a una distancia adecuada evitando que esto ocurra.

4.2.2.3.3 Banco de baterías

La batería debe ser instalada sobre una superficie completamente horizontal y adecuada, desde el punto de vista mecánico, además resistente a la posible corrosión del electrolito. Debe encontrarse en un ambiente interior ventilado y alejada de productos inflamables.

No se permite la conexión en paralelo de baterías de diferente capacidad, tecnología o marca.

¹⁸ *Compendio de Normas Bolivianas sobre Sistemas Fotovoltaicos*, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 1997. (En el Ecuador se han adoptado los criterios de esta Norma y han sido adaptados para el caso de nuestro país)

4.2.3 Uso de energía

El empleo de una mejor tecnología y algunas alternativas en el diseño y equipamiento de un inmueble pueden disminuir considerablemente el consumo de energía, aminorar el uso de combustibles fósiles y consecuentemente la reducción de emisiones gaseosas.

La instalación de un sistema de iluminación más eficiente puede reducir el gasto de energía eléctrica. Para conseguirlo, se recomienda utilizar lámparas de bajo consumo y alta luminosidad que además estarán encendidas únicamente mientras sea necesario.

4.2.4 Ahorro energético y aislamiento de una construcción

El aislamiento térmico de una casa es de suma importancia para el bienestar, la comodidad, la salud y el ahorro. Cuanto más frío sea el clima o más rigurosos los inviernos donde se halle construida la vivienda, más necesario será asegurarse de disponer de un aislamiento de calidad.

Según los expertos, el mejor modo para retener el calor en el interior de la casa en invierno y de mantenerlo fuera en verano es reforzando los puntos estratégicos por los que el aire y el calor se dispersan: paredes, techo y suelo. El mercado dispone para ello de diversos materiales aislantes cuya oferta ha evolucionado mucho en los últimos años, pasando del amianto a otros más ecológicos y con mayores propiedades que incluso protegen la vivienda contra incendios y la aíslan de la contaminación acústica.

4.2.4.1 Paredes

Antes de elegir los materiales aislantes se debe tener en cuenta la temperatura predominante del lugar donde esté ubicada la casa, su tamaño y los equipos de acondicionamiento que se utilicen.

Formas y materiales:

- **Estuco sintético.** Se trata de una pared compuesta por varias capas entre las que se incluye un tablón aislante reforzado con un tejido metálico de fibra de vidrio y la aplicación de una sustancia acrílica resistente al agua. Es uno de los sistemas más novedosos y utilizados por su fácil adaptabilidad con el aislante utilizado en el interior de la casa y su eficacia en reducir filtraciones de aire.

- **Ladrillos huecos.** Para muchos profesionales, es el mejor sistema de aislar la casa. Este material garantiza que el aire frío o caliente tarden más en atravesar paredes densas y pesadas. A través de sus huecos se consigue su aislamiento y hacen que éstos sean una superficie recomendable para proteger la vivienda del calor en verano y para retenerlo en el interior en invierno.
- **Hormigón.** Sus principales propiedades son la concentración del calor y su absorción para luego liberarlo dentro de la vivienda, por lo que las viviendas construidas con este material precisan de aislantes como perlita y polietileno expandido.
- **Lona plástica.** Recomendable para proteger las paredes de la humedad, para su instalación se requiere de un profesional ya que se debe introducir dentro el material con el que se construyó la pared.
- **Aislamiento de vertido.** Es una de las mejores opciones para paredes acabadas por su fácil utilización. Este líquido se puede instalar soplándolo con un equipo neumático o vertiéndolo en los espacios entre las vigas del techo. Conviene evitar que el aislamiento llegue las ventilaciones que generen calor, como luces halógenas, que se deben proteger para que no las alcance el vertido.

4.2.4.2 Techos

Los últimos estudios sobre la pérdida de energía en el hogar revelan que el aislamiento del techo puede llegar a reducir un 35% los gastos en calefacción¹⁹. Para asegurarnos que el calor no se escapa por esta parte de la casa, hay que aislarlo con algún material indicado para tal fin y cuyo grosor supere las dos pulgadas. Se puede hacer de diferentes maneras:

- **En láminas o rollos.** Pueden estar compuestos de fibra mineral como lana de piedra o fibra de vidrio. Ambos garantizan que con un solo producto se consiga aislamiento térmico, acústico y protección contra el fuego. Estas lanas constituyen una estructura muy ligera, son muy utilizados por los elevados niveles de protección que ofrecen y por ser productos naturales transformados mediante el proceso de producción.

¹⁹ http://revista.consumer.es/web/es/20040101/economia_domestica/

- **Pinturas especiales.** Se deben elegir pinturas que refracten la luz solar. Los componentes de estas pinturas desvían el calor hacia otro punto. Son especialmente convenientes para ambientes cálidos.
- **Techos de césped.** Una solución menos habitual es instalar sobre techos planos césped o planchas que mantengan fresco el techo, por lo que en primer lugar se precisará de un buen aislante contra la humedad. Recomendado para lugares cálidos²⁰.

Para conseguir un buen aislamiento térmico, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- el aislamiento de todas las paredes en contacto con el exterior.
- las pérdidas de calor por puertas y ventanas, suelos, paredes y el tejado.
- el espesor del aislante en función de los tabiques que se van a aislar (paredes, techumbre, cámara de ventilación).
- la ventilación de la vivienda. Hay que cuidar de ventilar las casas con aire fresco, y sobre todo evacuar el aire viciado. El aire nuevo entra por las habitaciones principales, el aire viciado se evacua por las habitaciones húmedas.
- la instalación de un sistema de calefacción de alto rendimiento y adecuado.

Consejos:

- en la medida de lo posible, contratar los servicios de un profesional para instalar el aislamiento.
- elegir los materiales menos contaminantes para el ambiente del interior de la instalación.
- asegurar una buena ventilación del edificio.

²⁰ http://revista.consumer.es/web/es/20040102/economia_domestica/

4.3 Manejo de desechos y residuos

4.3.1 Residuos sólidos

El término residuos sólidos incluye todos los materiales sólidos desechados de actividades municipales, industriales o agrícolas. En general, se trata de aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan como desechos.

Los objetivos de la administración de los residuos sólidos son minimizar, controlar, recolectar, procesar, utilizar y eliminar los residuos sólidos de manera más económica congruente con la protección de la salud pública. Para este fin, en 1989 la Environmental Protection Agency (EPA; Agencia de Protección del Ambiente) de EUA adoptó una jerarquía de prácticas de administración de residuos, las cuales estaban destinadas a utilizarse como una guía por las comunidades durante la elaboración de planes de administración de residuos (U.S. EPA, 1989). Los cuatro elementos de jerarquía, en orden de preferencia son los siguientes:

1. Reducción de la fuente (incluye volver a utilizar los productos y llevar a cabo la forma casera de la conversión de abono)
2. Reciclaje de materiales
3. Combustión (de preferencia con recuperación de energía)
4. Rellenos Sanitarios

El impacto de la jerarquía de residuos de la EPA y de iniciativas similares en los niveles locales se advierte en la reciente tendencia a una mayor recuperación de productos de reciclaje y conversión en abono, y a una reducción en la eliminación de residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios (U.S. EPA, 1992)

4.3.1.1 El problema de la basura

El crecimiento poblacional y la búsqueda de una mejora en el aspecto económico han obligado a aumentar la producción industrial y agrícola para satisfacer las necesidades de los habitantes, con ello se observa también un incremento constante de la cantidad de basura; son miles de

toneladas de desechos por día que se acumulan en todas las ciudades del mundo, creando serios problemas sanitarios y sociales. La eliminación de éstos residuos es uno de los problemas mundiales más difíciles de resolver.

En el Ecuador los métodos que se utilizan para eliminar los desperdicios de fábricas, hospitales, comercio y vivienda son por lo general inadecuados y los botaderos municipales representan un serio riesgo para la población ya que no cuentan con la tecnología necesaria para operar y tratar la basura.

Casi toda la basura que botamos en realidad no es basura, pues puede ser reutilizada. Antes de botar algo es importante pensar en otra utilidad que se le puede dar, debemos partir por el concepto básico de intentar clasificar la basura; el reciclaje es la opción más acertada para reducir el problema del volumen de basura generado, solamente consiste en un cambio de mentalidad acerca del desperdicio.

El reciclaje de basura puede llevarse a cabo en su lugar de origen, antes de que ésta sea recogida, y consiste en una separación de las basuras depositando los desperdicios en bolsas o basureros independientes para cada constituyente; se trata de que se vuelva un hábito cotidiano que aportaría a la economía más que los sistemas de clasificación en basureros municipales.

Cada persona en el Ecuador produce un promedio de 0.54 kg/hab/día de basura²¹. Si multiplicamos esta cifra por 56 huéspedes tendríamos una producción anual de 15 toneladas métricas para el caso de la hostería proyectada.

Los siguientes valores fueron obtenidos después de calificar los desperdicios en las instalaciones hoteleras de características similares:

Aluminio: 10%

Plástico: 10%

Papel y cartón: 30%

Vidrio: 5%

²¹ Fuente: CODELSPA (Corporación para la defensa Lago San Pablo)

Materia orgánica: 40%

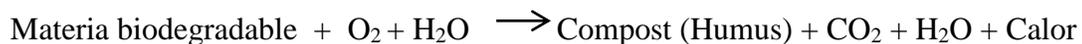
Productos varios (textiles, caucho, madera, escombros, etc): 5%

La basura debe ser manejada y tratada adecuadamente por aquellas entidades especializadas y encargadas de hacerlo, sin embargo es importante la colaboración desde la fuente, por ello se proponen algunas recomendaciones, tales como:

- Reducir al máximo la basura, solo se considera basura a aquello que carece de valor y ya no tiene ninguna utilidad.
- Consumir menos, analizar la cantidad de "basura" que se está adquiriendo cuando se realizan las compras. Sería interesante adoptar la conciencia de un consumidor ecológico tratando de adquirir productos que no estén contenidos en envases plásticos ni de papel, además de preferir las presentaciones en tamaños grandes.
- Reciclar y separar la basura según sus componentes.
- Se puede separar los residuos orgánicos y practicar alguna técnica para hacer abono.

En el presente proyecto nos preocuparemos de tratar residuos orgánicos para lo cual se propone la elaboración de compost.

El compost puede ser definido como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico. El proceso de preparación de compost es conocido como compostaje.



Ecuación general de compostaje.

Se puede hacer una comparación entre la combustión (oxidación química) y el compostaje (oxidación biológica). En ambos procesos el carbono presente se oxida (química o biológicamente respectivamente) y si la combustión es completa se tienen como productos dióxido de carbono (CO₂), agua (H₂O) y energía en forma de calor. Sin embargo, en el

compostaje usualmente la descomposición no es completa y se tiene como otro producto materia orgánica en forma de humus.

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan condiciones óptimas y controladas. Los parámetros y factores más importantes son:

- **Temperatura.** Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C[^] para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan.
- **Humedad.** En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles del 40-60 %[^]. Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.

El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 %[^] mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%[^].

- **pH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8[^], mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)[^]. Sin embargo, el pH óptimo es de 7 (neutro).
- **Oxígeno.** El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.
- **Relación C/N equilibrada.** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 30/1[^] es la adecuada, pero ésta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es

[^] Fuente: PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. 1994. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, y los residuos animales de matadero.

La *Tabla ED X, (Anexos)* muestra la relación C/N de algunos materiales orgánicos y puede servir de guía para saber que alimento estamos proporcionando a los microorganismos.

- **Población microbiana.** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de restos de cosechas, abonos verdes, césped, malas hierbas, hojas, restos orgánicos procedentes de las cocinas, estiércol animal.

El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesofílico.** La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- **Termofílico.** Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- **De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

- **De maduración.** Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Existen varias técnicas de compostaje:

1. Compostaje en montón: Es la técnica más conocida y se basa en la construcción de un montón formado por las diferentes materias primas, y en el que es importante:

- Realizar una mezcla correcta. Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. Cuando los restos son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón lo que perjudica el proceso de compostaje.
- La relación equilibrada C/N, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, las leguminosas verdes y los restos de animales de mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posible materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos.
- Formar el montón con las proporciones convenientes. El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo. Para ello se intercalarán entre los materiales vegetales algunas capas de suelo fértil.

La ubicación del montón dependerá de las condiciones climáticas de cada lugar y del momento del año en que se elabore. En climas fríos y húmedos conviene situarlo al sol y al abrigo del viento, protegiéndolo de la lluvia con una lámina de plástico o similar que permita la oxigenación. En zonas más calurosas conviene situarlo a la sombra durante los meses de verano.

Se recomienda la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1,5 metros, con una anchura de base no superior a su altura. Es importante intercalar cada 20-30 cm de altura una fina capa de 2-3 cm de espesor de compost maduro o de estiércol para la facilitar la colonización del montón por parte de los microorganismos.

- Manejo adecuado del montón. Una vez formado el montón es importante realizar un manejo adecuado del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. El

montón debe airearse frecuentemente para favorecer la oxidación por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme.

- Si el montón está muy apelmazado, tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas. En general, un mantillo bien elaborado tiene un olor característico. El manejo del montón dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar. Normalmente se voltea cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses obtendremos un compost joven pero que puede emplearse semienterrado.

2. Compostaje en silos: Se emplea en la fabricación de compost poco voluminosos. Los materiales se introducen en un silo vertical de unos 2 o 3 metros de altura, redondo o cuadrado, cuyos lados están calados para permitir la aireación. El silo se carga por la parte superior y el compost ya elaborado se descarga por una abertura que existe debajo del silo. Si la cantidad de material es pequeña, el silo puede funcionar de forma continua; se retira el compost maduro a la vez que se recarga el silo por la parte superior.

3. Compostaje en superficie: Consiste en esparcir sobre el terreno una delgada capa de material orgánico finamente dividido, dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Este material sufre una descomposición aerobia y asegura la cobertura y protección del suelo, sin embargo las pérdidas de N son mayores, pero son compensadas por la fijación de nitrógeno atmosférico.

El compost y su elaboración poseen innumerables características y ventajas, tales como:

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, aumenta la porosidad, permeabilidad, y su capacidad de retención de agua. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor volumen de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Potasio), y micronutrientes (Azufre, Magnesio, Calcio, Boro, Hierro y Cobre), la capacidad de intercambio catiónico.

- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.
- Actúa como supresor de fitoenfermedades, por su contenido y variedad de microorganismos. Es un antibiótico, aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Acelera la germinación de las semillas y el desarrollo de los plántones.
- Realza el aspecto saludable de las plantas, árboles y arbustos.
- Previene enfermedades en los trasplantes y disminuye el efecto de heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Favorece la formación de pequeños hongos que actúan en las raíces en simbiosis con las plantas.
- Su pH neutro lo hace ideal para ser usado en plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- Transmite directamente del terreno a la planta, hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa y evita su desgaste.
- Mejora las características del suelo, desligando arcillas y agregando arenas.
- Neutraliza presencias contaminadoras, (herbicidas, etc.).
- Mejora las características químicas del suelo, su calidad y las propiedades biológicas de su producción.
- Aumenta la resistencia a las heladas y la retención de agua.
- Ahorro económico en abonos químicos.
- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.

4.3.2 Aguas residuales

Las aguas residuales, también llamadas aguas negras son una mezcla compleja que contiene agua (comúnmente más del 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es pequeña y se expresa en mg/L, lo que significa mg del contaminante por litro de la mezcla²².

Las aguas negras son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua procedentes de las casas habitacionales, edificios comerciales e institucionales, junto con los provenientes de establecimientos industriales, y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse²³.

Las aguas negras pueden ser originadas por:

- Desechos humanos y animales.
- Desperdicios caseros
- Corrientes pluviales
- Infiltraciones de aguas subterráneas
- Desechos industriales.

4.3.2.1 Aspecto de las aguas negras

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas su color es gris y tienen un olor a moho algo desagradable. Flotan en ellas cantidades variables de materia: sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollándose un olor muy desagradable; y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido. En este estado se denominan aguas negras sépticas.

²² HENRY, G., HEINKE, W., *Ingeniería Ambiental*, segunda edición, Ed Pearson, pag 422

²³ *Manual de tratamiento de Aguas negras*, Editorial Limusa, 1990

4.3.2.2 Componentes de las aguas residuales

- **Microorganismos.** Las aguas negras proporcionan un ambiente óptimo para el desarrollo de microorganismos, sobre todo bacterias, algunos virus y protozoarios. La mayor parte de ellos son inofensivos y se pueden emplear en procesos biológicos para transformar materia orgánica en productos finales estables. Sin embargo, las aguas negras también pueden contener patógenos (aquellos organismos causantes de enfermedades) provenientes de excrementos de personas con enfermedades infecciosas susceptibles de ser transmitidas en el agua contaminada.
- **Sólidos.** Los sólidos totales (orgánicos e inorgánicos) de las aguas residuales son los residuos que quedan una vez que la parte líquida se ha evaporado y el remanente se ha secado a peso constante a 103°C.
- **Componentes inorgánicos.** Los componentes inorgánicos comunes de las aguas residuales incluyen:
 - Cloruros y sulfatos. Presentes en el agua y en residuos generados por humanos.
 - Nitrógeno y fósforo. En residuos de humanos, con fósforo adicional de los detergentes.
 - Carbonatos y bicarbonatos. Normalmente presentes en el agua y en residuos como sales de calcio y magnesio.
 - Sustancias tóxicas. Arsénico, Cianuro y metales pesados como Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn.
 - Gases disueltos en especial de oxígeno y la concentración de iones hidrógeno expresada como pH.
- **Materia orgánica.** Las proteínas y carbohidratos constituyen un altísimo porcentaje de la materia orgánica de las aguas negras domésticas. Las fuentes de estos componentes incluyen los excrementos y orinas de los humanos, residuos de alimentos de fregadero, polvo y la suciedad procedente de baños y de lavado de ropa, jabones, detergentes y otros productos de limpieza.

4.3.2.3 Tratamiento de las aguas negras

El tratamiento de las aguas negras es un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, haciendo que el resto de los sólidos orgánicos complejos muy putrescibles queden convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables. La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado. Una vez completado el proceso de tratamiento, es aún necesario disponer de los líquidos y sólidos que se hayan separado.

Los objetivos que deben ser tomados en cuenta durante el tratamiento de aguas negras incluyen:

- La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico
- La prevención de enfermedades
- El mantenimiento de aguas limpias para el baño y otros propósitos recreativos.
- Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.

Son muchos los métodos usados para el tratamiento de aguas negras, sin embargo pueden ser incluidos dentro de 5 procesos principales:

1. Tratamiento preliminar. Se realiza con el fin de proteger el equipo de bombeo y facilitar los posteriores procesos en el tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comúnmente los siguientes dispositivos:

- Rejas, cribas o mallas
- Desmenuzadores, ya sean molinos, cortadoras o trituradoras
- Desarenadores
- Tanques de preaireación

2. Tratamiento primario. Gracias a este tratamiento se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en

tanques de sedimentación. El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario consiste en disminuir la velocidad de las aguas negras para que los sólidos puedan sedimentarse. A estos dispositivos se les conoce con el nombre de tanques de sedimentación.

3. Tratamiento secundario. Este tratamiento debe realizarse cuando después del tratamiento primario, las aguas negras todavía contienen más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado. El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro siguientes grupos:

- Filtros goteadores con tanques de sedimentación secundaria
- Tanques de aireación: a) lodos activados con tanques de sedimentación simple y b) aireación por contacto
- Filtros de arena intermitentes
- Estanques de estabilización

4. Cloración. Este es un método del tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar. Generalmente se aplica el cloro a las aguas negras con los siguientes propósitos:

- Desinfección o destrucción de organismos patógenos
- Prevención de la descomposición de las aguas negras para controlar el olor, y proteger las estructuras de la planta.
- Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

5. Tratamiento de lodos. Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua

que se separa con ellos. Este tratamiento tiene dos objetivos: a) eliminar la cantidad de humedad contenida en los lodos para disminuir su volumen, y b) para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles transformándolos en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables. Esto se logra con la combinación de dos o más de los siguientes métodos:

- Espesamiento
- Digestión con o sin calor
- Secado en lechos de arena, cubiertos o descubiertos
- Acondicionamiento con productos químicos
- Filtración al vacío
- Secado aplicando calor
- Incineración
- Oxidación húmeda
- Flotación con productos químicos y aire
- Centrifugación.

CAPITULO 5. DISEÑO DEL PROYECTO

Con el planteamiento de esta propuesta, lo que se pretende es llegar al diseño de un proyecto turístico que resulte respetuoso al medio ambiente y que se acerque a los parámetros de autosustentabilidad que se han expuesto a lo largo del desarrollo del presente estudio. En los planos y mapas adjuntos al final de este trabajo (*Anexos*), se aprecia la distribución del terreno, así como la ubicación del bosquejo en el espacio.

Se exhibirán los criterios de autosustentabilidad de las instalaciones, con ello se dará a conocer que la hostería cuenta con:

- Un huerto que abastece parcialmente al restaurante, otra parte de la demanda será cubierta por la comunidad.
- Una planta de tratamiento de aguas negras para aprovechar el agua en un sistema de riego de cultivos, y que se encuentra rodeada por una barrera de árboles para evitar el impacto visual que pueda causar.
- Un sistema de calefacción de agua a través de colectores que funcionan con energía solar.
- Un sistema de paneles solares que generan energía eléctrica y que abastecen en forma parcial los requerimientos de ésta para el funcionamiento de la hostería.
- Una estrategia motivadora que involucre a la comunidad y la integre en este tipo de desarrollo sustentable. Para ello se propone que las poblaciones que voluntariamente se comprometan a mantener técnicas de cultivo limpias y libres de fertilizantes, puedan vender sus productos a la hostería, siempre y cuando respeten y conserven los criterios y parámetros propuestos.
- Además, se implementarán métodos participativos que integren a los habitantes y a la vez despierte en ellos una consciencia ecológica y respetuosa al medio ambiente contribuyendo a una mejora en su calidad de vida.
- La comunidad puede participar en el proyecto realizando labores como guías de turismo, anfitriones en las instalaciones, etc.

5.1 Procedimiento y metodología

La información necesaria para la elaboración de esta propuesta será obtenida (hasta donde resulte posible) de las visitas a una instalación hotelera (que la denominaremos “Hostería A”) y que cuenta con características similares a las de la hostería en proyecto. Estos datos serán el resultado de mediciones realizadas periódicamente, investigaciones y consultas en bibliografía (libros, revistas, internet).

Lo más conveniente sería que todos los datos reales procedan del mismo lugar donde se piensa realizar el proyecto, pero en la práctica es improbable que exista una estación meteorológica próxima, por lo que se tomarán los mejores datos de todas las fuentes disponibles, y se completarán los que falten mediante observaciones en la zona.

a) Para el diseño bioclimático, los parámetros más importantes del clima son aquellos que afectan a la comodidad de las personas. Los fundamentales serían:

- Latitud
- Horas de sol (*Tabla ED VII, Anexos*)
- Temperatura ambiental: medias y sus variaciones temporales (*Tabla ED III, Anexos*)
- Humedad del aire, lluvia y otras variables climáticas
- Viento

Los materiales de construcción serán seleccionados basándose en los siguientes criterios:

- Ahorro energético y aislamiento térmico
- Niveles de transferencia de calor
- Impacto ambiental que puedan ocasionar

Es importante respetar la franja que rodea al lago, y no construir sobre ella. Primero, con el fin de conservar la totora y segundo, debido al riesgo que representa por ser una zona pantanosa.

b) Para el diseño de la planta de tratamiento de aguas negras, es necesario recopilar información acerca de la demanda diaria de agua por persona para los diferentes usos. Con esto, hacer una estimación del volumen total de aguas negras generado en la hostería para calcular las dimensiones de los tanques de la planta.

- La desinfección se realizará con pastillas efervescentes de cloro. La dosis que debe suministrarse al agua con aplicaciones para riego no es la misma que se requiere para otros usos, el cloro en exceso podría matar a las plantas de los cultivos que hayan sido irrigados con este efluente.
- A pesar de que el efluente reúne las características necesarias para su utilización en riego, será necesario instalar además un filtro de arena y carbón activado antes de la desinfección del agua en la planta de tratamiento. Esto, con el objeto de retirar cualquier sólido disuelto que haya pasado hasta este punto y evitar la generación de malos olores en las tierras de cultivo.
- Es importante tener en cuenta la disposición final de los lodos que se recojan en la planta de tratamiento de aguas, de éstos deberán ocuparse aquellas entidades con competencia para tratarlos. Para el presente caso, y contribuyendo a la autosustentabilidad de la

instalación, propongo realizar una deshidratación de los mismos seguida de un proceso de estabilización, con el fin de utilizarlos posteriormente para otra aplicación.

Para seleccionar el sistema de tratamiento más adecuado, la meta fue alcanzar los “Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego” establecidos por la Ley, y que se inscriben en el *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*, tomo # 1, Edición Especial 2. (*Tabla ED XI, Anexos*)

- c) Para la planta compostera, se requieren datos de generación de basura diaria por persona. Además deben establecerse técnicas de reciclaje de materiales.
 - No será indispensable inocular bacterias en la tierra utilizada para la elaboración de compost, pues la que se encuentra en la zona tiene un contenido necesario de microorganismos para llevar a cabo este proceso.
- d) Para el diseño, dimensionamiento y el cálculo de módulos o paneles solares, será necesario investigar la cantidad de agua caliente necesaria en la hostería, así como la energía eléctrica requerida para su funcionamiento según las condiciones de radiación solar.
- e) Para mantener una comunicación visual y así fomentar los objetivos ecológicos de las instalaciones, se exhibirá anuncios que mencionen aspectos de optimización y ahorro de materiales y energía.

En los baños se colocarán comunicativos en donde se informe que el agua no es apta para el consumo humano, y se solicitará que se evite botar materiales que obstruyan las tuberías a través del inodoro.

Posteriormente se realizará una aproximación del presupuesto necesario para la construcción del proyecto.

CAPITULO 6. CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Materiales de construcción

A partir de los datos que se muestran en las Tablas TPF 1 y TED V, se han calculado los espesores de las paredes usando diferentes materiales de construcción. Para el efecto, se utilizaron también los principios de la Termodinámica y Transferencia de Calor.

6.1.1 Cálculo del espesor de pared

a) *Material sugerido: Ladrillo de construcción*

Datos:

$$\text{Area Cabañas: } A = (\text{área cabaña} - \text{área porche}) = 47.35 \text{ m}^2 = 509.67 \text{ pie}^2$$

$$\text{Volumen Cabañas: } v = 47.35 \text{ m}^2 \times 2.5 \text{ m} = 118.38 \text{ m}^3 = 4180.37 \text{ pie}^3$$

$$M = v \times d_a = 4180.37 \text{ pie}^3 \times 0.0808 \text{ lb/pie}^3 = 337.77 \text{ lb}$$

$$d_a = 0.0808 \text{ lb/pie}^3$$

$$K_{\text{ladrillo}} = 0.85 \text{ W/m}^\circ\text{C} \quad (\text{Tabla ED V, Anexos})$$

$$C_{p_a} = 0.25 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}$$

$$q = H = M \times C_{p_a} \times \Delta T \quad (\Delta T = 20^\circ\text{C} - 16.3^\circ\text{C})^*$$

$$q = 337.77 \text{ lb} \times 0.25 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F} \times (38.66^\circ\text{F}) = 3264.6 \text{ BTU}$$

Base de Cálculo: 1 hora

$$3264.6 \text{ BTU} = 2539849.13 \text{ pie-lb}$$

$$q = \frac{2539849.13 \text{ pie-lb}}{3600 \text{ s}} = 705.5 \text{ pie-lb/s} = 955.98 \text{ W}$$

$$q = (K \times A \times \Delta T)/e$$

$$e = \frac{0.85 \text{ W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \times 47.35 \text{ m}^2 \times 3.7^\circ\text{C}}{955.98 \text{ W}} = 0.16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

- * 20°C: confort térmico, 16,3°C: temperatura media de la zona

NOTA: Se realiza el mismo procedimiento para calcular el espesor de la pared con los otros materiales sugeridos que tienen diferente coeficiente de conductividad térmica. (Tabla ED V, Anexos).

En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla PF 2. Resumen de resultados del espesor de paredes

Material	Conductividad térmica	Area (m ²)	Variación de temperatura	Calor	Espesor de la pared
Ladrillo	0.85 W/m ⁰ C	47.35	3.7 °C	955.98 W	16 cm
Adobe	0.25 W/m ⁰ C	47.35	3.7 °C	955.98 W	5 cm
Hormigón	1.50 W/m ⁰ C	47.35	3.7 °C	955.98 W	27.5 cm
Tapial	0.70 W/m ⁰ C	47.35	3.7 °C	955.98 W	13 cm
Bloque de tierra	0.34 W/m ⁰ C	47.35	3.7 °C	955.98 W	m

6.2 Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas

Para calcular las dimensiones de la planta de tratamiento de aguas y para definir sus características, se utilizaron las ideas mencionadas en el punto 4.3.2 del presente trabajo, así como datos que han sido proporcionados por profesionales de diferentes empresas con experiencia en el tema.

Dato:

$$Q = 8 \text{ m}^3/\text{día} = 2.11 \times 10^{-3} \text{ mgd (hostería)}$$

6.2.1 Tanque de sedimentación:

$$V_{\text{tanque}} = Q \times t_r = 8 \text{ m}^3/\text{día} \times 5 \text{ h} = 2 \text{ m}^3$$

Dimensiones: 2m x 2m x 0.5m

6.2.2 Tanque de aireación:

$$V_{\text{tanque}} = Q \times t_r = 8 \text{ m}^3/\text{día} \times 3 \text{ h} = 1 \text{ m}^3$$

Dimensiones: 1m x 1m x 1m

$$\text{Potencia del equipo de aireación}^{24}: P = (Q \times d_{\text{H}_2\text{O}} \times L) / 24 \times q_a$$

²⁴ *Manual del Agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones.* Tomo II, Nalco Chemical Company, McGraw Hill, México, 1989.

donde:

Q = flujo, mgd (millones de galones por día)

L = cargas o demanda de oxígeno en mg/L (*Tabla ED XV, Anexos*)

q_a = velocidad de transferencia de oxígeno en lb de O₂/c de p-hr (*Tabla ED XIII, Anexos*)

P = potencia del equipo aireador en hp

$$P = (2.11 \times 10^{-3})(8.34)(400 \text{ ppm}) / (24 \times 4) = 0.07 \text{ hp}$$

6.2.3 Tanque de desinfección:

$$V_{\text{tanque}} = Q \times t_r = 8 \text{ m}^3/\text{día} \times 15 \text{ min} = 0.085 \text{ m}^3$$

Dimensiones: 50 cm x 50 cm x 35 cm

Se suministrarán pastillas efervescentes de cloro para llevar a cabo el proceso de desinfección.

Dosificación para reducir los niveles de DBO y obtener un efluente apto para riego²⁵:

1 pastilla de 20 g por cada 10 m³, semanalmente.

Para nuestro caso, se suministrará ¼ de pastilla cada 15 días.

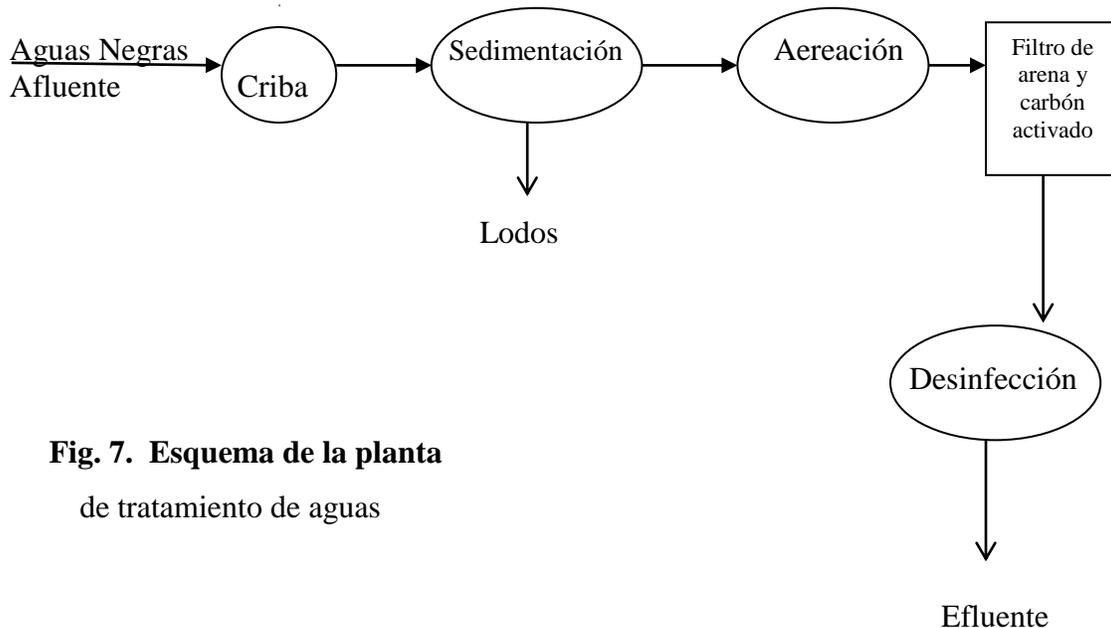


Fig. 7. Esquema de la planta
de tratamiento de aguas

²⁵ Fuente: Empresa Aqua Tecnia

Tabla PF 3. Resumen de resultados de los tanques de la Planta de Tratamiento de Aguas

Tanque	Capacidad	Dimensiones		
		Largo	Ancho	Profundidad
Sedimentación	2 m ³	2 m	2 m	0.5 m
Aireación	1 m ³	1 m	1 m	1 m
Desinfección	0.085 m ³	0.50 m	0.50 m	0.35 m

6.3 Colector solar térmico

A partir de los datos que se indican en la Tabla ED II, y siguiendo las pautas que se mencionaron en el punto 4.2.1 además de las sugerencias suministradas por varios profesionales y conocedores del tema, se calcularon las dimensiones del sistema solar térmico.

Consumo agua caliente (habitante): 10 gal/día.pax = 37.85 L/día.pax

Consumo agua caliente (cabaña): $v = 37.85 \times 4 \text{ pax} = 151.4 \text{ L/día}$

Radiación solar promedio: $I = 4500 \text{ wh/m}^2.\text{día} = 3870 \text{ Kcal/m}^2.\text{día}$ (Tabla ED II, Anexos)

$M = v \times d_{\text{H}_2\text{O}} = 151.4 \text{ L} \times 1 \text{ kg/L} = 151.4 \text{ kg}$

$q = M \times C_{p\text{H}_2\text{O}} \times \Delta T$

$q = 151.4 \text{ Kg/día} \times 1 \text{ Kcal/ (kg}^\circ\text{C)} \times 25^\circ\text{C} = 3785 \text{ Kcal/día}$

Area colector: $A = q / (I \times E)$

$$A = \frac{3785 \text{ Kcal/día}}{3870 \text{ Kcal/m}^2.\text{día} \times 0,3} = 3.3 \text{ m}^2$$

- El área del colector será de 3 m². Se instalará 1 panel solar por cada cabaña, y cuyas dimensiones son 3m x 1m.

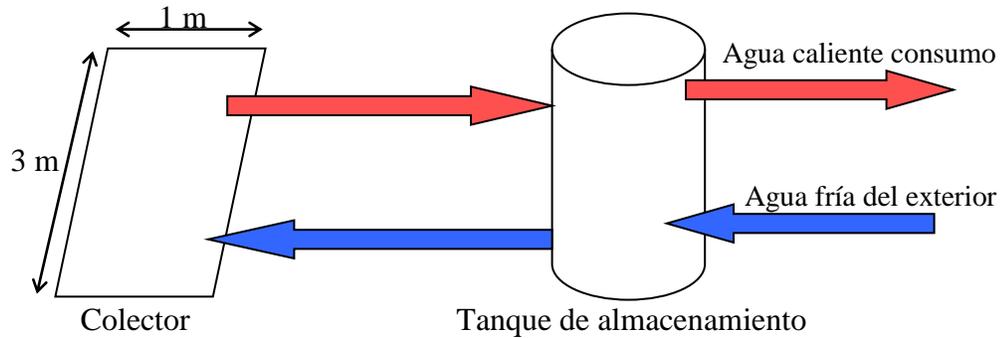


Fig. 8 Esquema de un Sistema Solar Térmico

6.4 Sistema fotovoltaico

Los SFV fueron diseñados con la ayuda de varios profesionales y a partir de los datos tabulados en las Tablas TED VII, VIII, IX (*Anexos*). También se utilizaron los criterios de diseño expuestos en la sección 4.2.2.

6.4.1 Para una cabaña

Tabla PF 4. Cálculo del consumo diario de energía para 1 cabaña

Equipo	Número	Potencia (Watts)	Horas de uso/día	Energía diaria requerida
Iluminación interna	5 fluorescentes	20	5	500
Iluminación externa	1 fluorescentes	18	6	108
Televisión	1	100	4	400
Radio	1	20	4	80
				1088 watts/día

- Corriente necesaria: $I = P/V$

Donde:

I = Intensidad de corriente

P = Potencia total o energía diaria requerida

V = Tensión del sistema

$$I = \frac{1088 \text{ Watts/día}}{24 \text{ V}} = 45.33 \text{ Ah/día}$$

- Pérdidas del sistema (debido a cables, baterías, etc.): Sobrediseño 10%

$$45.33 \text{ Ah/día} \times 1.1 = 49.87 \text{ Ah/día}$$

- Corriente pico: $C = \frac{I + 10\%}{\text{Horas de sol}^{(B)}} \quad C = \frac{49.87 \text{ Ah/día}}{4.5 \text{ h/día}} = 11.08 \text{ A}$

^(B) *Tabla ED VII, Anexos*

- Cantidad de paneles:
 $\# \text{ paneles} = C / C_{\text{panel}}^{(E)}$

$$\frac{11.08 \text{ A}}{6.60 \text{ A}} = 1.67 \text{ paneles}$$

^(E) *Tabla ED VIII, Anexos*

- Sistema de acumulación (Banco de baterías):
 $49.87 \text{ Ah/día} \times \text{días de almacenamiento}^{(D)}$
 $49.87 \text{ Ah/día} \times 3 = 149.61 \text{ Ah/día}$

^(D) La cantidad de días de autonomía depende de la localización de la zona, para el caso del Ecuador oscila entre 2 y 3 días. (Fuente: Instituto Nacional de Energía)

- Profundidad de descarga: 60%

$$\frac{149.61 \text{ Ah/día}}{0.6} = 249.35 \text{ Ah/día}$$

- Cantidad de baterías de 125 A ^(G): $\frac{249.35 \text{ Ah/día}}{125 \text{ A}} = 2 \text{ baterías}$

^(G) *Tabla ED IX, Anexos*

- Inversor:

Tabla PF 5. Cálculo de la potencia del inversor para 1 cabaña

Equipos	Potencia (Watts)	Potencia total (Watts)
5 fluorescentes	20	100
1 fluorescente	18	18
1 Televisión	100	100
1 Radio	20	20
		238

Potencia Inversor: $238 \times 2^* = 476 \text{ W}$

* Sobrediseño

6.4.2 Para 14 cabañas

Tabla PF 6. Cálculo del consumo diario de energía para 14 cabañas

Equipo	Número	Potencia (Watts)	Horas de uso/día	Energía diaria requerida
Iluminación interna	65 fluorescentes	20	5	7000
Iluminación externa	14 fluorescentes	18	6	1512
Televisión	14	100	4	5600
Radio	14	20	4	1120
				15232 watts/día

- Corriente necesaria: $I = P/V$

Donde:

I = Intensidad de corriente

P = Potencia total o energía diaria requerida

V = Tensión del sistema

$$I = \frac{15232 \text{ Watts/día}}{24 \text{ V}} = 635 \text{ Ah/día}$$

- Pérdidas del sistema (debido a cables, baterías, etc.): Sobrediseño 10%

$$635 \text{ Ah/día} \times 1.1 = 698.13 \text{ Ah/día}$$

- Corriente pico: $C = \frac{I + 10\%}{\text{Horas de sol}^{(B)}}$ $C = \frac{698.13 \text{ Ah/día}}{4.5 \text{ h/día}} = 155 \text{ A}$

^(B) *Tabla ED VII, Anexos*

- Cantidad de paneles:

$$\# \text{ paneles} = C / C_{\text{panel}}^{(E)}$$

$$\frac{155 \text{ A}}{6.60 \text{ A}} = 24 \text{ paneles}$$

^(E) *Tabla ED VIII, Anexos*

- Sistema de acumulación (Banco de baterías):
698.13 Ah/día x días de almacenamiento^(D)
698.13 Ah/día x 3 = 2094.4 Ah/día

^(D) La cantidad de días de autonomía depende de la localización de la zona, para el caso del Ecuador oscila entre 2 y 3 días. (Fuente: Instituto Nacional de Energía)

- Profundidad de descarga: 60%

$$\frac{2094.4 \text{ Ah/día}}{0.6} = 3490.65 \text{ Ah/día}$$

- Cantidad de baterías de 125 A^(G): $\frac{3490.65 \text{ Ah/día}}{125 \text{ A}} = 28 \text{ baterías}$

^(G) Tabla ED IX, Anexos

- Inversor:

Tabla PF 7. Cálculo de la potencia del inversor para 14 cabañas

Número	Potencia (Watts)	Potencia total (Watts)
70 fluorescentes	20	1400
14 fluorescentes	18	252
14 Televisión	100	1400
14 Radio	20	280
		3332

Potencia Inversor: $3332 \times 2^* = 6664 \text{ W}$

* Sobrediseño

6.4.3 Para restaurante

Tabla PF 8. Cálculo del consumo diario de energía para restaurante

Equipo	Número	Potencia (Watts)	Horas de uso/día	Energía diaria requerida
Iluminación interna	12 fluorescentes	20	5	1200
Iluminación externa	6 fluorescentes	18	6	648
Microondas	1	600	6	3600
Radio	1	20	8	160
Refrigeradores	2	150	8	2400
Asistente de cocina	2	600	6	7200
				15208 watts/día

- Corriente necesaria: $I = P/V$

Donde:

I = Intensidad de corriente

P = Potencia total o energía diaria requerida

V = Tensión del sistema

$$I = \frac{15208 \text{ Watts/día}}{24 \text{ V}} = 633.67 \text{ Ah/día}$$

- Pérdidas del sistema (debido a cables, baterías, etc.): Sobrediseño 10%

$$633.67 \text{ Ah/día} \times 1.1 = 697.03 \text{ Ah/día}$$

- Corriente pico: $C = \frac{I + 10\%}{\text{Horas de sol}^{(B)}}$ $C = \frac{697.03 \text{ Ah/día}}{4.5 \text{ h/día}} = 169 \text{ A}$

^(B) *Tabla ED VII, Anexos*

- Cantidad de paneles:

$$\# \text{ paneles} = C / C_{\text{panel}}^{(E)}$$

$$\frac{154.9 \text{ A}}{6.60 \text{ A}} = 23.5 \text{ paneles}$$

^(E) *Tabla ED VIII, Anexos*

- Sistema de acumulación (Banco de baterías):

$$697.03 \text{ Ah/día} \times \text{días de almacenamiento}^{(D)}$$

$$697.03 \text{ Ah/día} \times 3 = 2091.09 \text{ Ah/día}$$

^(D) La cantidad de días de autonomía depende de la localización de la zona, para el caso del Ecuador oscila entre 2 y 3 días. (Fuente: Instituto Nacional de Energía)

- Profundidad de descarga: 60%

$$\frac{2091.09 \text{ Ah/día}}{0.6} = 3485.15 \text{ Ah/día}$$

- Cantidad de baterías de 125 A^(G): $\frac{3485.15 \text{ Ah/día}}{125 \text{ A}} = 28 \text{ baterías}$

^(G) *Tabla ED IX, Anexos*

- Inversor:

Tabla PF 9. Cálculo de la potencia del inversor para restaurante

Equipo	Número	Potencia (Watts)	Potencia total (Watts)
Iluminación interna	12 fluorescentes	20	240
Iluminación externa	6 fluorescentes	18	108
Microondas	1	600	600
Radio	1	20	20
Refrigeradores	2	150	300
Asistente de cocina	2	600	1200
			2468

Potencia Inversor: $2468 \times 2^* = 4936 \text{ W}$

* Sobrediseño

Nota: Normalmente las lámparas de iluminación externa deberían estar encendidas durante casi toda la noche, pero si consideramos que este proyecto opera bajo los criterios de sustentabilidad y recomendaciones de ahorro energético, sería responsabilidad de la gerencia implementar también esa conciencia en los usuarios y personal de trabajo, por lo que se ha estimado que las lámparas de iluminación externa estarán encendidas durante 6 horas al día.

Tabla PF 10. Comparación de Resultados para el Sistema Fotovoltaico

Requerimientos 1 cabaña	Requerimiento 14 cabañas	Requerimiento restaurante
1.67 paneles	24 paneles	24 paneles
2 baterías de 125 A	28 baterías de 125 A	28 baterías de 125 A

Se instalará una torre o nudo de generación por cada 2 cabañas con las siguientes características: (Fig.9)

- Altura: 5 m
- Soportes: Eucalipto
- Contará con un pequeño mirador en la parte alta
- Los paneles solares térmicos y los módulos fotovoltaicos estarán ubicados como techo de la torre, captarán la mayor radiación solar y servirán para dar sombra al mirador.

Si cada torre abastecerá a 2 cabañas; entonces estará compuesta de:

- 2 paneles solares térmicos
- 3 módulos fotovoltaicos
- 1 tanque de almacenamiento de agua

Figura 9. Torre de generación

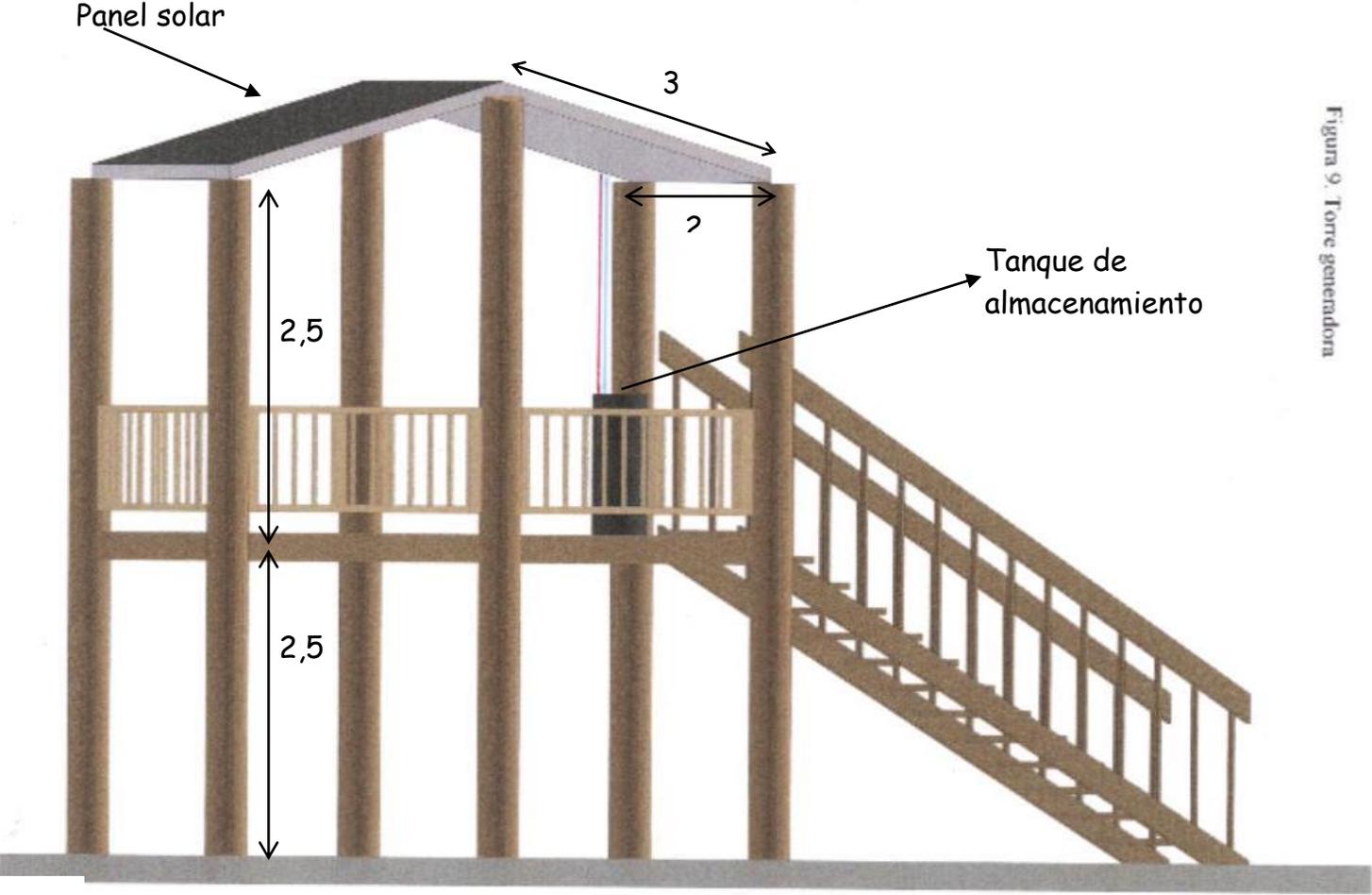


Figura 9. Torre generadora

Se ubicó una torre generadora por cada 2 cabañas (*Plano 1, Anexos*) y no un solo nudo central para toda la hostería con el objeto de generar un mínimo impacto visual y disminuir costos en lo que respecta a redes y sistemas de distribución tanto de agua como de energía. Para mejorar la estética, esta torre será aprovechada como un mirador accesible a los huéspedes.

El banco de baterías, el regulador y el inversor deberán ser instalados en el interior de la cada una de las cabañas, para éste propósito se ha construido un cuarto de máquinas.

Para el caso del restaurante, los paneles serán instalados sobre el mirador del mismo.

6.5 Características de la planta de compostaje

Con el fin de minimizar la cantidad de residuos generada en las instalaciones, y tomando en cuenta su acertado aprovechamiento para otras aplicaciones, se pensó en destinar una zona del terreno para construir una planta en donde se elabore compost. Para el diseño de este sistema se utilizaron los datos y recomendaciones mencionados en la sección 4.3.1.1 del presente estudio.

Datos:

Basura generada Hostería: 15 Ton/año

40 % materia orgánica

Materia orgánica generada: 6 Ton/año

Se construirán progresivamente hasta 28 plantas composteras, cuyas dimensiones serán 2m x 2m x 2m cada una.

En estas excavaciones, se depositarán capas de 15-20 cm de materia orgánica, seguidas de una fina capa de 3-5 cm de tierra nativa para la facilitar la colonización de la cavidad por parte de los microorganismos.

Con el dato de materia orgánica generada en la hostería, se estima que cada una de las cámaras se llenarán en un período de un mes aproximadamente, y que se producirá compost en un plazo de 3-6 meses después. Cuando se ha llenado una excavación, se cavará la siguiente.

6.6 Estimación del presupuesto total de construcción

Esta aproximación fue calculada usando los precios vigentes en el mercado, y que se encuentran disponibles en catálogos. Además fue necesario solicitar la ayuda de varias empresas que expendan estos productos.

Tabla PF 11. Presupuesto necesario para construcción de la obra

Detalle	Extensión (m ²)	Precio unitario (USD/m ²)	Precio total
Areas Construídas	1843	300	552900
Areas tributarias y parqueadero	2949.85	18	53097.3
			605997.3

Tabla PF 12. Presupuesto necesario para construcción y parte de la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas

Item	Número	Especificación	Precio Unitario	Precio total
Pastillas de cloro ²⁶	8**	20 g	0.125	1
Bomba ²⁷	1	0.5 Hp	78.62	78.62
Accesorios y materiales auxiliares*				300
				379.62

* Se entiende por accesorios y materiales auxiliares todo lo comprendido por tubería, mallas, etc.

** El paquete contiene 8 pastillas efervescentes de cloro y se prevee que durará 16 meses.

6.6.1 Sistema solar de calentamiento de agua²⁸

Tabla PF 13. Presupuesto necesario para la instalación del sistema solar de calentamiento de agua. Cabañas

²⁶ Las características de las pastillas de cloro, así como su precio fueron proporcionados por Aqua Tecnia

²⁷ El precio de la bomba italiana de marca FORAS fue proporcionado por la empresa Aqua Cobre

Item	Especificación	Número	Precio unitario	Precio total
Paneles solares	3 m x 1 m	14	240	3360
Tanques de almacenamiento de agua	Capacidad: 100 galones	7	500	3500
Tubería, accesorios y mano de obra				1500
				8360 USD

Tabla PF 14. Presupuesto necesario para la instalación del sistema solar de calentamiento de agua. Restaurante

Item	Especificación	Número	Precio unitario	Precio total
Paneles solares	3 m x 1 m	5	240	1200
Tanques de almacenamiento de agua	Capacidad: 100 galones	2	500	1000
Tubería, accesorios y mano de obra				800
				3000 USD

6.6.2 Sistema Fotovoltaico²⁹

Tabla PF 15. Presupuesto necesario para la instalación del Sistema Fotovoltaico. Cabañas

Item	Número	Especificación	Precio Unitario	Precio total
Módulos Fotovoltaicos	21	110 Wp	500	10500
Baterías	28	125 A, 12 V	98	2744
Regulador	14	12 A	48	672
Cables y accesorios				1000
Postes de eucalipto	42		0	0
Mano de obra				584
				15500 USD

Tabla PF 16. Presupuesto necesario para la instalación del Sistema Fotovoltaico. Restaurante

²⁸ Fuente: INMERA C.A.

²⁹ La lista de precios fue tomada del catálogo *Solar Electric Products Catalog*. Kyocera Solar Inc., Novena Edición

Item	Número	Especificación	Precio Unitario	Precio total
Módulos Fotovoltaicos	24	110 Wp	500	12000
Baterías	28	125 A, 12 V	98	2744
Regulador	3	50 A	195	585
Cables y accesorios				300
Mano de obra				371
				16000 USD

6.7 Presupuesto total:

Se estima que para la construcción de este proyecto se necesita invertir \$650.000 (Seis cientos cincuenta mil dólares) aproximadamente, y se prevee que los recursos necesarios durante la fase de operación del proyecto estarán relacionados con lo que se refiere a limpieza, mantenimiento, implementación y mejoramiento de las instalaciones, así como para cubrir los recursos que no están provistos por los sistemas que han sido diseñados en el trabajo, tales como gas para la cocina, y otros servicios.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La construcción de un proyecto 100% ecológico requiere de una gran inversión. La mayor parte de ella se atribuye a la implementación de los sistemas de aprovechamiento de energía solar. Los cálculos realizados en este estudio, muestran que los sistemas proyectados para este fin, satisfacen totalmente la demanda de agua caliente y energía eléctrica de las instalaciones porque han sido diseñados para su máximo requerimiento. Sin embargo sería interesante considerar la posibilidad de implementar un sistema híbrido que combine la energía solar con otro tipo de energía limpia auxiliar y que sea más barato. Tal vez el restaurante pueda abastecerse con la energía de la Red Eléctrica Pública, pero nos estaríamos alejando de los criterios de ecología y autosustentabilidad, aunque se lograría así reducir costos.
- La utilización de sistemas solares fotovoltaicos es tomada en cuenta como una alternativa de producción de electricidad con costos de inversión elevados. Pero debería considerarse que la energía solar es abundante, gratuita y no contamina.

- El precio de una construcción que guarde los criterios y parámetros de respeto al medio ambiente, es un tanto superior al de una edificación convencional, los sistemas de autosustentabilidad necesarios y la instalación de equipos de producción de energía solar explican ese sobrecoste. Pero este incremento en el precio supone a largo plazo un ahorro energético para el usuario y una reducción en la generación de residuos al ambiente, lo que supone una mejora en la salud humana y un menor impacto ambiental.
- En cuanto a los materiales de construcción, se puede concluir que los más recomendables son el tapial y el adobe, porque reúnen varias ventajas que los hacen ecológica y ambientalmente adecuados, suponen un menor impacto al ambiente, son poco costosos, y funcionan además como un buen aislante. Además, se trata de materiales abundantes en cualquier lugar, fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. Sin embargo, sugiero construir con tapial ya que el resultado que se obtuvo de calcular el espesor de las paredes, supone mayor coherencia que el obtenido del adobe, esto se puede atribuir a la conductividad térmica y a la transferencia de calor que presenta este material.
- La planta de tratamiento de aguas que ha sido diseñada si es la adecuada para una instalación con las dimensiones y las características de este proyecto.
- El compost que se obtiene es de buena calidad, esto se atribuye a las características del suelo y a las condiciones climáticas de la zona, así como a la presencia de bacterias descomponedoras en el sitio.
- Varias son las ventajas que resultan de un adecuado uso del suelo y paisaje, así; el diseño y distribución de áreas del presente proyecto recibe beneficios de:
 - Aprovechamiento del terreno
 - Orientación y ubicación privilegiada del sitio
 - Atractivos turísticos
 - Uso racional de los recursos

- El gas que utilizan las cocinas es un elemento importante que no pudo ser suministrado de forma autosustentable en este proyecto. La explicación está en que, por lo general la materia prima básica para producir biogas es estiércol de animales y una pequeña porción de restos forestales. Dado que la zona en estudio no se caracteriza por ser ganadera, no sería factible producir este recurso.

7.2 Recomendaciones

7.2.1 Recomendaciones para ahorrar energía

7.2.1.1 Fase de Diseño

- Elija un sitio para construir la instalación tomando en cuenta el máximo aprovechamiento de la luz solar.
- Distribuya los espacios y su orientación tomando en cuenta los criterios que se han mencionado para un diseño bioclimático.
- Como se menciona en el capítulo 4, las paredes con ventanas grandes deberán estar orientadas hacia el este. Coloque claraboyas para que la claridad llegue al interior de la instalación.
- Las cocinas a gas son mucho más económicas que las eléctricas, más rápidas y mucho más útiles, aunque lo ideal sería utilizar cocinas solares.
- Seleccione un método limpio y que utilice energías renovables para producir energía eléctrica.

7.2.1.2 Fase de Construcción

- Evite construir con materiales que tengan alto coeficiente de transferencia de calor, es decir prefiera aquellos con características de aislantes térmicos.
- Utilice focos con el mínimo de potencia según el espacio que quiera iluminar.
- Evite utilizar equipos y sistemas de calefacción o aire acondicionado, es preferible construir ventanas para aprovechar la ventilación natural e instalar elementos para calentar el interior de la construcción como por ejemplo, chimeneas.

7.2.1.3 Fase de Operación

7.2.1.3.1 Para la Gerencia

- Reemplace los focos normales por focos ahorradores de energía.
- Tenga un refrigerador proporcionado según el número de personas, estos consumen alrededor del 25% de la electricidad, cuando quiera reemplazar su nevera, adquiera modelos libres de escarcha, que enfrían más rápido y consumen menos energía^(A).

7.2.1.3.2 Para los Huéspedes

- Utilice la iluminación artificial solo cuando sea indispensable.
- Abra las cortinas o persianas para dar claridad a las habitaciones.
- Apague la luz al salir de la habitación.
- No deje encendidos equipos eléctricos cuando abandone la habitación o cuando nadie esté haciendo uso de ellos.
- Evite quedarse dormido con la televisión o la radio prendidas, programe el apagado automático.

7.2.1.3.3 Para el Personal

- Utilice la iluminación artificial solo cuando sea indispensable.
- La temperatura óptima para el congelador de la nevera es 6°C y para el resto basta con 18°C^(A).
- Apague la luz al salir de las habitaciones.
- Ocupe los aparatos eléctricos cuando sea estrictamente necesario y desconéctelos cuando no los esté utilizando.
- Tenga siempre limpios los focos, lámparas y pantallas para tener mayor claridad luminosa.
- Evite usar máquinas secadoras de ropa, utilice el sol y el viento; además de ser recursos naturales renovables, no contaminan y son gratuitos.

- Instale su refrigerador lejos de la cocina o de otras fuentes de calor, no deje la puerta de su refrigerador abierta más del tiempo necesario, espere que la comida se enfríe antes de colocarla dentro de éste.
- Revise con frecuencia los empaques de caucho de las puertas de la nevera para evitar dispersiones de frío, y manténgalos siempre limpios.
- Limpie cada año la superficie externa del condensador; situado en la parte trasera de la nevera, use un cepillo adecuado para remover el polvo y retírelo con la aspiradora.
- Cuando los alimentos hiervan, baje el calor de "alto" a "medio". Si se trata de un líquido reduzca aún más la llama pues con el mínimo se mantendrá en ebullición.
- Cada vez que pueda use la olla de presión; le ahorrará tiempo y energía, procure preparar más de un plato a la vez en la cocina, tape siempre las ollas para concentrar el calor.
- Cuando utilice el horno, reduzca al máximo el número de veces que abre la puerta. Prefiera los hornos pequeños que consumen menos energía y son más rápidos.
- El aumento innecesario de la temperatura mientras se plancha la ropa es un factor de alto consumo energético, por lo que se debe poner atención a las recomendaciones sobre el grado de calor necesario para los diferentes tipos de tela y programar las prendas según el orden de planchado, partiendo desde las que necesiten mas temperatura y termine con las que requieran menos. Apague la plancha poco antes de terminar, pues continuará emitiendo calor. Las planchas de vapor utilizan más electricidad, prefiera utilizar un rociador de agua o planche las prendas cuando aún están un poco húmedas.

7.2.2 Recomendaciones para ahorrar agua

7.2.2.1 Fase de Diseño

- Tome en cuenta la posibilidad de seleccionar aquellas válvulas y accesorios que evitarán los escapes de agua.
- Utilice métodos para recuperar y reutilizar el agua en otros procesos.

- Piense en instalar algún tipo de sistema para recolectar agua de fuentes naturales, por ejemplo, canales para captar las aguas lluvias, si bien no son lo suficientemente puras para beber o cocinar, puede ser utilizada para lavar el automóvil, lavar los piso o regar el jardín.

7.2.2.2 Fase de Construcción

- Construya con accesorios que eviten las fugas de agua.

7.2.2.3 Fase de Operación

7.2.2.3.1 Para la Gerencia

- Coloque anuncios que mencionen la importancia del agua y que eviten su despilfarro.
- Difunda el mismo criterio en el personal de trabajo.

7.2.2.3.2 Para los Huéspedes

- Evite desperdiciar el agua, un grifo que gotea puede llenar un vaso de 260 centímetros cúbicos cada 10 minutos con lo cual desperdiciará 13.700 litros al año^(A).
- Evite las fugas en el inodoro. No tire la cadena del inodoro más de lo necesario, pues hay un gran desperdicio de agua.
- Durante el baño se consume la mayor cantidad del total de agua usada, por lo tanto, prefiera la ducha al baño de tina, cierre la llave mientras se va a jabonar y disminuya el tiempo que dura el baño.

7.2.2.3 Para el Personal

- Evite desperdiciar el agua, un grifo que gotea puede llenar un vaso de 260 centímetros cúbicos cada 10 minutos con lo cual desperdiciará 13.700 litros al año^(A).
- Evite las fugas en el inodoro. No tire la cadena del inodoro más de lo necesario, pues hay un gran desperdicio de agua.

^(A) http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/ahorro.htm

^(A) http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/ahorro.htm

- Riegue el jardín una o máximo dos veces por semana, hágalo temprano en la mañana o al anochecer para evitar pérdidas por evaporación.
- El agua del enjuague final de la lavadora también es muy útil ya que casi no contiene jabón y puede ser reutilizada en otras labores de limpieza.
- No desperdicie agua lavando pasillos, corredores y aceras, mejor bárralos.
- Revise si hay cañerías rotas, controlando el medidor durante una hora y sin consumir agua. Si el medidor marca consumo quiere decir que hay una fuga.

7.2.3 Recomendaciones para obtener un compost de buena calidad

Estos criterios y recomendaciones servirán de apoyo a la Gerencia y al Personal de las instalaciones.

- Seleccione un sitio seco y firme de alrededor de 1,5 metros de diámetro (si se hará redondo) o 1,5 m de lado (si se hará cuadrado), y retire las piedras o troncos presentes.
- Separe, de los materiales disponibles, los elementos no biodegradables (plásticos, vidrios, latas, etc.) de los biodegradables (hierbas, estiércol, desperdicios domésticos, papel, etc.), utilizando solamente los últimos para realizar la compostera.
- Clave uno o dos palos de 2 m de largo (pueden ser más largos si la superficie es mayor) en distintos lugares dentro del sitio marcado. Lo ideal es que haya un palo por cada metro cuadrado de compost.
- Según la disponibilidad de material orgánico disponga una capa de 15 a 20 cm de materiales tales como paja, pastos, residuos de cocina, etc. En esta primera capa no mezcle estiércol.
- Disponga una segunda capa, de 5 cm de espesor, de estiércol de animal, preferentemente, de vacas o caballos. En caso de no disponer de estiércol, se puede sustituir por tierra, preferentemente suelta, negra y con lombrices, ya que de esta manera incorporamos muchos microorganismos que comenzarán el proceso de descomposición de los materiales orgánicos.

- Continúe agregando estas capas alternadamente hasta alcanzar aproximadamente 1,5 m de altura.
- Luego de alcanzada la altura necesaria, apisone la pila y retire los palos para permitir que se airee.
- Riegue semanalmente y realice un primer volteo aproximadamente un mes después de haber construido (puede transcurrir más tiempo en invierno y menos en verano).
- Realice un segundo volteo entre uno y dos meses después del primero. Utilice el compost un mes después del segundo volteo.

7.2.4 Recomendaciones para reciclaje de materiales

7.2.4.2 Fase de Construcción

- Evitar la generación exagerada de desechos durante el proceso de construcción
- Construir con materiales reciclados y reciclables.

7.2.4.3 Fase de Operación

7.2.4.3.1 Para la Gerencia

- Crear estrategias y promover el hábito de reciclaje, reutilización, y reducción de desechos dentro de las instalaciones.
- Reducir al máximo la basura, solo es basura aquello que ya no sirve para nada.
- Consuma menos, analice la cantidad de "basura" que está comprando cuando vaya al supermercado. Transfórmese en un consumidor ecológico tratando de adquirir productos que no vengan en envases plásticos ni de papel. Prefiera los productos en presentaciones grandes.
- Elabore compost o abonos orgánicos con los residuos orgánicos.
- Recicle papel, no bote el periódico que lee diariamente, ya que esto implica cortar menos árboles, producir menos tóxicos y consumir menos energía.

- Clasifique la basura y deposítela en diferentes contenedores: uno para los desechos de papel y cartón; otro para las botellas y vidrios; otro para las latas y tarros y el último para plásticos.

7.2.4.3.2 Para los Huéspedes

- Reducir al máximo la basura, solo es basura aquello que ya no sirve para nada.
- Recicle papel, no bote el periódico que lee diariamente, ya que esto implica cortar menos árboles, producir menos tóxicos y consumir menos energía.
- Clasifique la basura y deposítela en diferentes contenedores: uno para los desechos de papel y cartón; otro para las botellas y vidrios; otro para las latas y tarros y el último para plásticos.

7.2.4.3.3 Para el Personal

- Reducir al máximo la basura, solo es basura aquello que ya no sirve para nada.
- Recicle papel, no bote el periódico que lee diariamente, ya que esto implica cortar menos árboles, producir menos tóxicos y consumir menos energía.
- Clasifique la basura y deposítela en diferentes contenedores: uno para los desechos de papel y cartón; otro para las botellas y vidrios; otro para las latas y tarros y el último para plásticos.

7.2.5 Recomendaciones de uso para módulos fotovoltaicos y paneles solares

7.2.5.1 Fase de Diseño

- Asegure ubicarlos en un lugar libre de sombras
- Los paneles deben estar orientados hacia el Norte.
- Se recomienda que tengan una inclinación de 13-15°³⁰

7.2.5.2 Fase de Operación

7.2.5.2.1 Para el Personal

³⁰ *Compendio de Normas Bolivianas sobre Sistemas Fotovoltaicos*, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 1997. (En el Ecuador se han adoptado los criterios de esta Norma y han sido adaptados para el caso de nuestro país)

- Limpie los paneles 2 – 3 veces al año.
- Revisar la tubería y mantenerla en buen estado para evitar corrosión e incrustaciones.

7.2.6 Recomendaciones Generales

7.2.6.1 Fase de Diseño

- Puede realizarse un cálculo más exacto y preciso del impacto ambiental que generan los diferentes materiales de construcción, para ello recomiendo valerse del método que utiliza ecoindicadores como el Eco-99 u otras técnicas parecidas. A pesar de la importancia y de la significancia de esta técnica, no pudo ser tratada en el presente trabajo debido a la escasez de información.
- Es recomendable tomar en cuenta todas las alternativas que caracterizan a una construcción ambientalmente “amigable” y que aseguran una mejora en la calidad de vida de las personas.

7.2.6.2 Fase de Construcción

- Se recomienda que durante el proceso de construcción, se designe un solo sitio para disposición de los restos y escombros, así como para la preparación de materiales, pues un mal manejo de éstos ocasionaría un serio impacto al suelo, por lo que sería mejor protegerlo.
- Es importante evitar la remoción exagerada del suelo para extraer materiales necesarios en la construcción.
- Los materiales que no pudieron ser reciclados y reutilizados durante la construcción, así como sus restos, deberán ser incorporados cuidadosamente al ambiente.

7.2.6.3 Fase de Operación

- Difundir la importancia de un ambiente sano y del uso racional de los recursos, tanto a los huéspedes como al personal.
- En lo posible, debe evitarse hacer remodelaciones innecesarias dentro de las instalaciones, a fin de no generar más desechos.

- No recurrir a la incineración de todos aquellos materiales y desechos que no puedan ser revalorizados, algunos de ellos podrían generar dioxinas y gases peligrosos para la salud humana y para la atmósfera.

7.2.6.4 Con la comunidad

- Involucrar al sector en el proceso que mejora su calidad de vida a través de un medio ambiente sano.
- Lograr el fortalecimiento de nexos económicos y ecológicos con la producción agrícola mediante sistemas de compostaje.
- Una mejor comunicación con todos los actores sociales internos, externos, directos e indirectos del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

1. CAMP, W., DAUGHERTY, T., *Manejo de Nuestros Recursos Naturales*, Editorial Paraninfo, Madrid.
2. CEPCU. *Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo) PLAN MICI*. Otavalo, 2001.
3. CERISOLA, C.I. *Lecciones de Agricultura Biológica*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
4. CORBITT, R., *Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental*, McGraw Hill, Madrid-España, 2003.
5. DEFFIS Caso, A., *Ecoturismo, Categoría Cinco Estrellas*.
6. GLYNN HENRY, J., HEINKE, G., *Ingeniería Ambiental*, Prentice Hall, Segunda Edición, México, 1999.
7. GOEDKOOP, M., EFFTING, S., COLLIGNON, M., *Manual Práctico de Ecodiseño*, CD Rom, IHOBE, Sociedad Pública Gestión Ambiental, Pré Consultants B.V.
8. JARABO F., ELORTEGUI, N., JARABO J., *Fundamentos de Tecnología Ambiental*. Publicaciones Técnicas, Primera Edición, Madrid, 2000.
9. KIELY, G., *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías, y Sistemas de gestión*, McGraw Hill, Madrid-España, 1999.
10. MASERA, O., ASTIER, M., LOPEZ-RIDAURA S., *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Madrid 1999.
11. METCALF & EDDY, *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. Volumen II, Tercera Edición, McGraw Hill, Madrid-España, 1995.
12. NEBEL, B., WRIGTH R., *Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible*, Prentice Hall, Sexta Edición, México, 1999.
13. ORTEGA M., *Energías Renovables*, Madrid – España
14. PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1994
15. RODRIGUEZ, H., *Manual de Entrenamiento en Sistemas Fotovoltaicos para Electrificación Rural*. JUNAC, OLADE, PNUD, 1995
16. RODRIGUEZ, J., *La Ingeniería Ambiental*. Editorial Síntesis, España, 2002.
17. RUANO, M., *Ecourbanismo*, Editorial Gustavo Gili SA, Barcelona, 1999

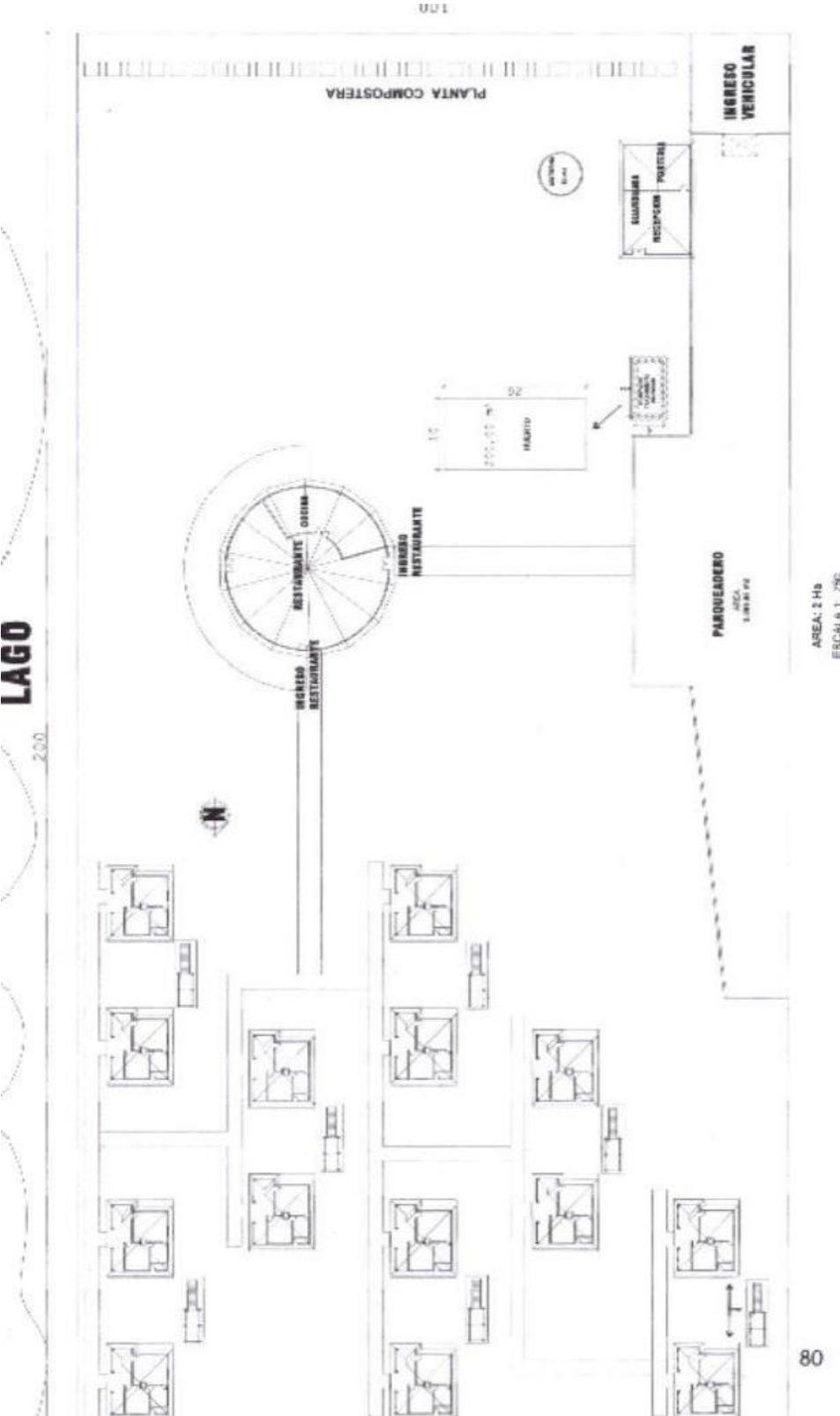
18. SADGROVE, K., *La Ecología aplicada a la Empresa*, Ediciones Deusto S.A., España
19. SMITH, HARRIOTT, *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*, McGraw Hill, Sexta Edición, México, 2001
20. SEOANEZ Calvo, M. *Ingeniería Medioambiental Aplicada*, Ediciones Mundi-Prensa, España, 1997
21. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente., Tomo 1., Edición Especial # 2., Director Dr. Jorge A. Morejón Martínez
22. TJALLINGII, S., *Ecopolis, Strategies for Ecologically Sound Urban Development*. Backhuys Publishers Leiden, 1995
23. *Catálogo de Productos TOTAL ENERGIE*
24. *Compendio de Normas Bolivianas sobre Sistemas Fotovoltaicos*, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 1997
25. *Guía para Administraciones Locales: Desarrollo Turístico Sostenible*, Organización Mundial del Turismo, Madrid, 1999
26. *Manual del Agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*. Tomo II, Nalco Chemical Company, McGraw Hill, México, 1989.
27. *Manual de tratamiento de Aguas negras*, Editorial Limusa, 1990
28. *Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental*, McGraw Hill, Madrid-España, 2001
29. *Solar Electric Products Catalog*. Kyocera Solar Inc., Novena Edición.
27. <http://www.graduacion.org/~planeta/sust.html>
28. <http://www.cesta-foe.org/articulos/02-10/sustentabilidad.htm>
29. <http://revista.consumer.es/web/es/20030601/medioambiente/61235.jsp>
30. http://www.iespana.es/natureduca/energ_colect_sol.htm
31. http://revista.consumer.es/web/es/20040101/economia_domestica/
32. <http://www.terra.es/>
33. <http://www.puc.cl/quimica/agua/tratamiento.htm>
34. http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/ahorro.htm
35. <http://www.terra.org/html/rehabilitar/bioconstruccion/experiencias.html>
36. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia.htm>
37. <http://www.gestiopolis.com>

APENDICE. TABLA DE SIGNIFICADOS

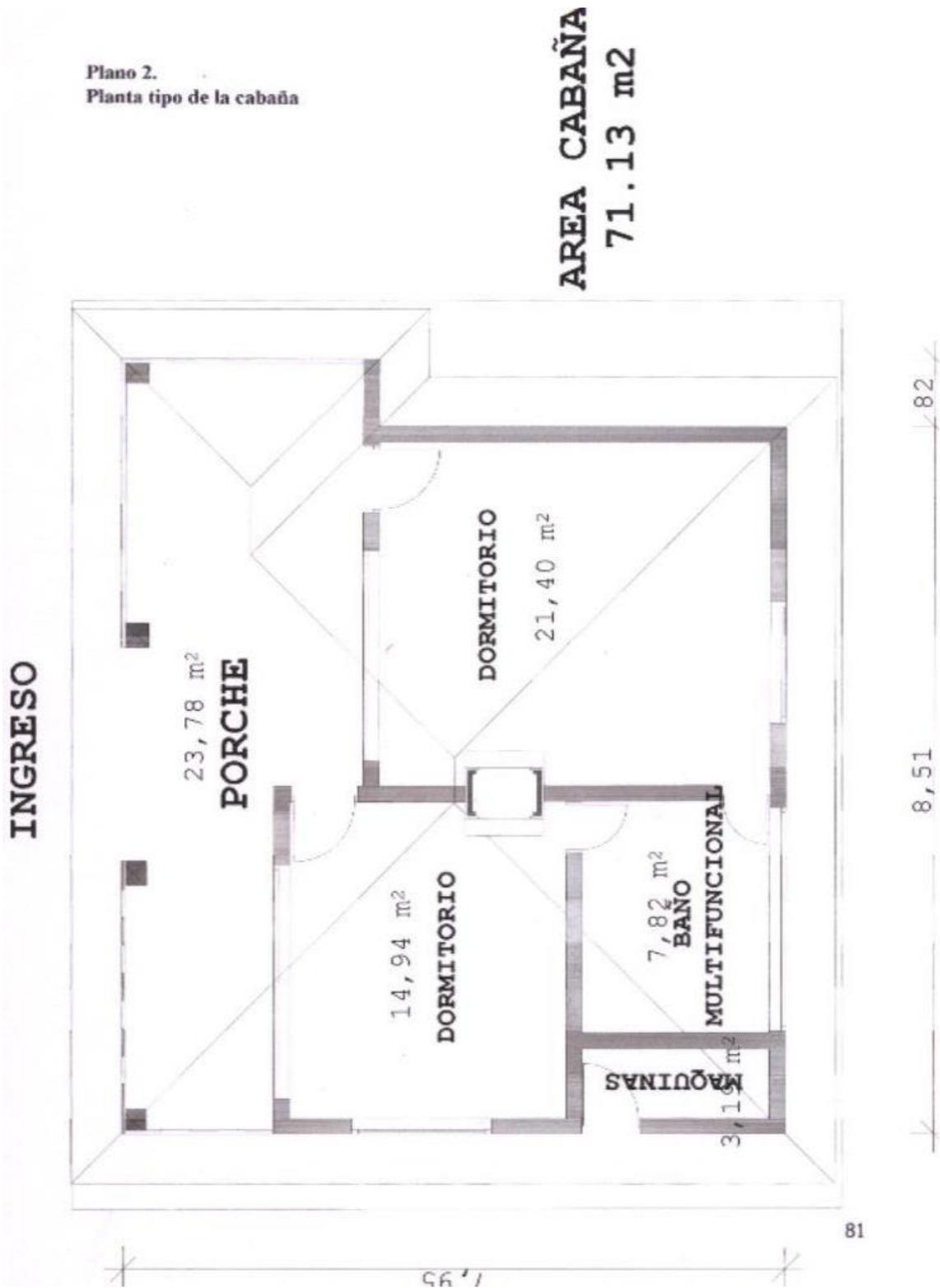
NOMBRE	SIMBOLO	VALOR ó FORMULA	UNIDADES	REFERENCIA
Conductividad Térmica	K	Varía dependiendo del material	W/m°C	Tabla TED V
Densidad del aire ^{&}	d _a	0.0808 lb/pie ³	lb/pie ³	Capítulo 6. (6.1)
Calor específico del aire ^{&}	C _{pa}	0.25 BTU/lb°F	BTU/lb°F	Capítulo 6. (6.1)
Masa	M	M = v x d _a	kg	Capítulo 6. (6.1)
Volumen	v	v = M / d _a	m ³	Capítulo 6. (6.1)
Variación de temperatura	ΔT	ΔT = T ₂ - T ₁	°C	Capítulo 6. (6.1)
Entalpía	H	H = q	BTU	Capítulo 6. (6.1)
Calor	q	q = M x C _{pa} x ΔT	BTU	Capítulo 6. (6.1)
Area	A		m ²	Capítulo 6. (6.1)
Espesor	e	e = (K x A x ΔT)/ q	m	Capítulo 6. (6.1)
Caudal volumétrico	Q	Q = v/tr	m ³ /s	Capítulo 6. (6.2)
Tiempo de retención	tr	tr = v/Q	s	Capítulo 6. (6.2)
Potencia	P		hp	Capítulo 6. (6.2)
Millones de galones por día	mgd			Capítulo 6 (6.2)
Cargas o demanda de Oxígeno	L		mg/L	Tabla TED XV
Velocidad de transferencia de O ₂	q _a		lb O ₂ /c de p-hr	Tabla TED XIII
Densidad del agua ^{&}	d _{H2O}	8.34 lb/gal ó 1kg/L	kg/L	Capítulo 6. (6.2)
Calor específico del agua ^{&}	C _{pH2O}	1 Kcal/kg°C	Kcal/kg°C	Capítulo 6. (6.3)
Radiación solar promedio o Intensidad	I	I = P/V	Ah/día	Tabla TED II
Eficiencia	E		Adimensional	Capítulo 6. (6.3)
Tensión	V	V = P/I	V	Capítulo 6. (6.4)
Corriente pico	C		A	Capítulo 6. (6.4)
Corriente pico de panel	C _{panel}		A	Tabla TED VIII
Energía	1 BTU	778 pie-lb		Capítulo 6 (6.1)
Potencia	1 W	0.738 pie-lb/s		Capítulo 6 (6.1)

[&] SMITH, HARRIOTT, *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*, McGraw Hill, Sexta Edición, México, 2001

Plano 1. Implantación del proyecto

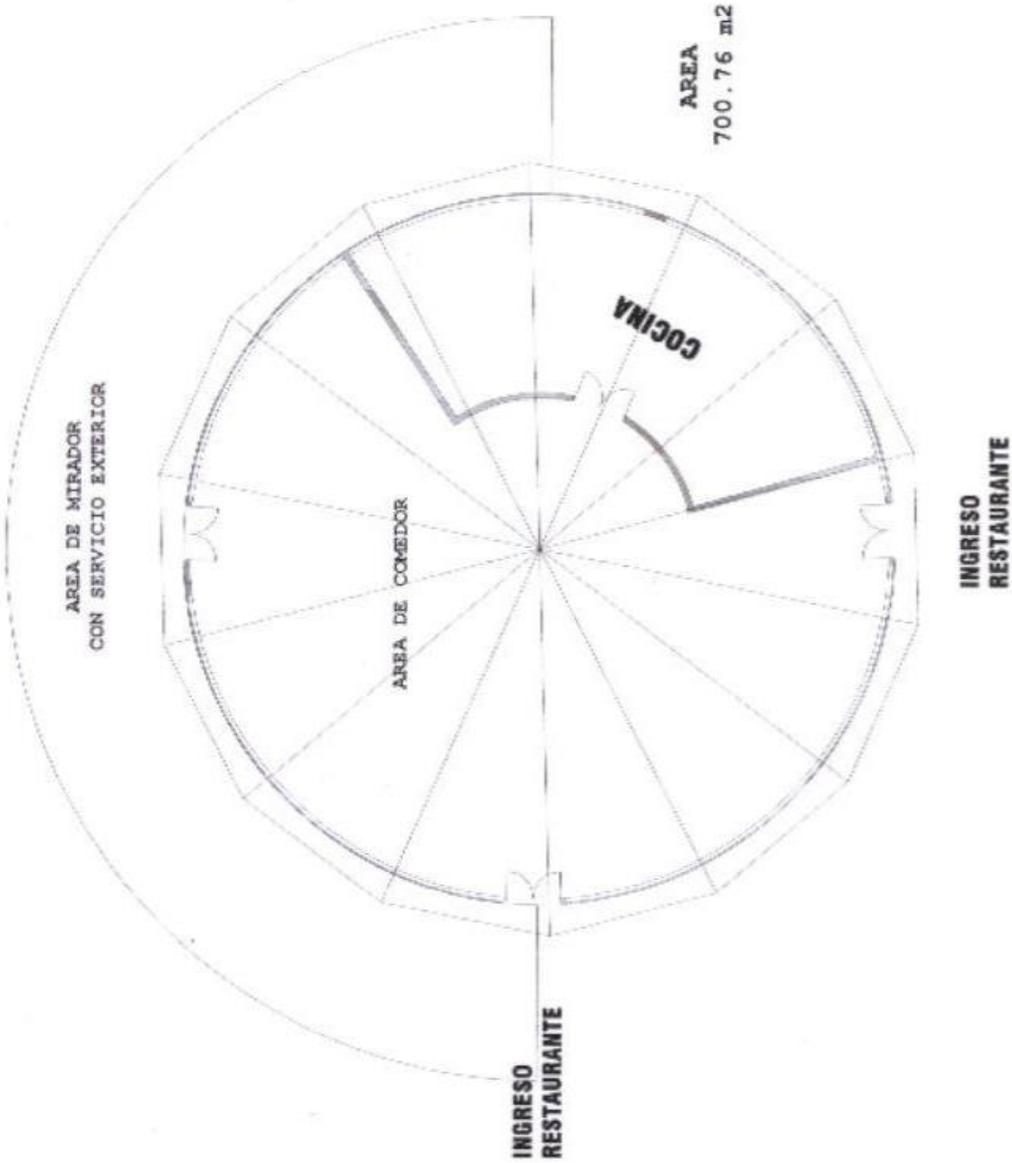


Plano 2. Planta tipo de la cabaña

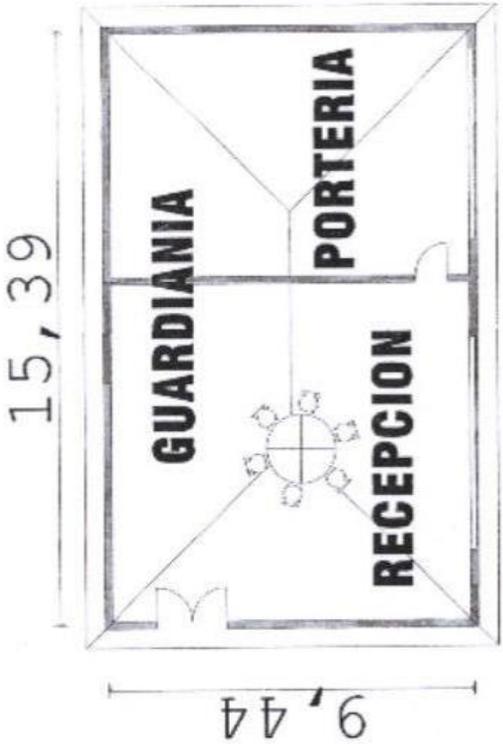


Plano 3. Planta tipo del restaurante

Plano 3. Planta tipo del restaurante

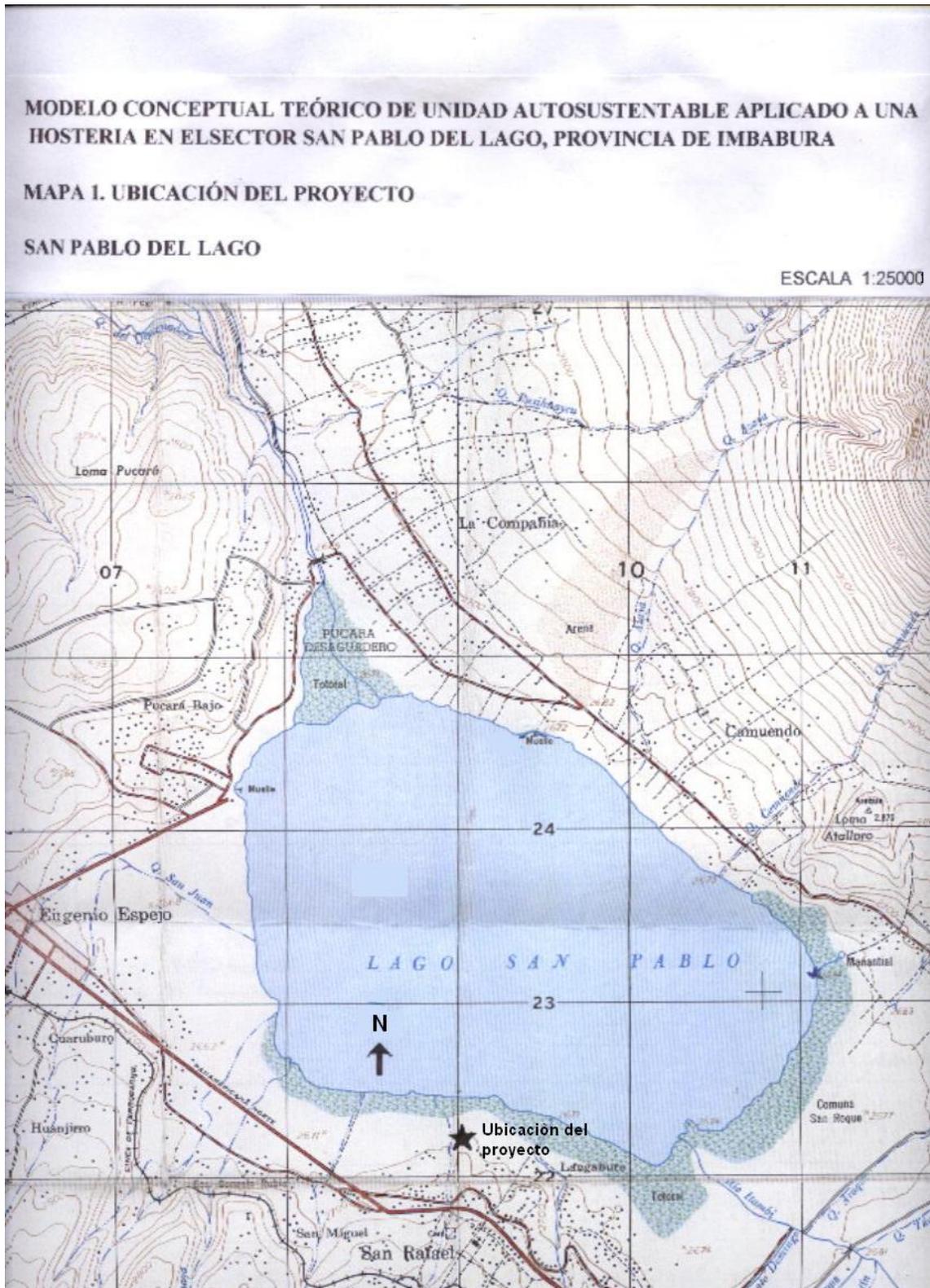


Plano 4. Planta del área de recepción



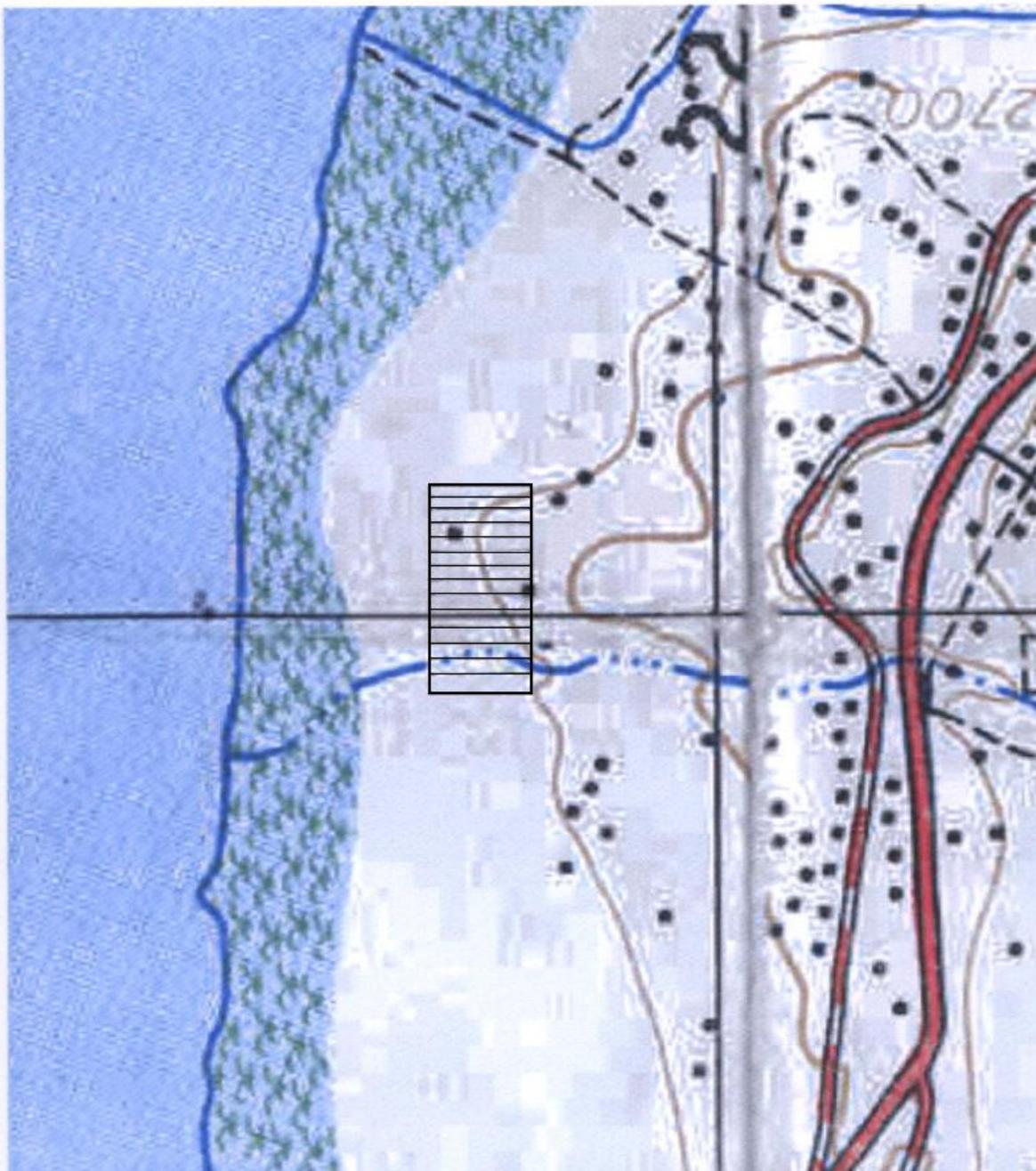
AREA TOTAL DE RECEPCION
146,43 m²

Mapa 1. Ubicación del proyecto



Mapa 2. Implantación del proyecto en el sector

MODELO CONCEPTUAL TEORICO DE UNIDAD AUTOSUSTENTABLE APLICADO
A UNA HOSTERIA EN EL SECTOR SAN PABLO DEL LAGO, PROVINCIA DE
IMBABURA



ESCALA 1:5000

MAPA 2. IMPLANTACION DEL PROYECTO EN EL SECTOR

85

TED I. Datos climatológicos entre 2550 y 2700 metros de altura

Estación Climatológica	Datos	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL MEDIA
Otavalo 2550 m	Temperatura media (oC)	14,5	14,4	14,6	14,6	14,7	14,3	14,3	14,4	14,6	14,6	14,7	14,6	14,5
	Humedad relativa (%)	80	80	81	81	82	79	76	74	75	80	81	80	79
	Evaporación (mm)	70,5	61,5	69,9	62,2	64,1	74	94,6	98,2	87,8	74	66,8	69,1	892,7
	Coeficiente de tina (kp)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
	Evapotranspiración (mm)	59,9	52,3	59,4	52,9	54,5	62,9	80,4	83,5	74,6	62,9	56,8	58,7	758,8
	Velocidad del viento (m/s)	1,9	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,7	2,6	2,3	1,9	1,8	1,9	2
San Pablo del Lago 2700 m	Temperatura media (oC)	13,5	13,5	13,7	13,7	13,7	13,5	13,3	13,5	13,6	13,8	13,8	13,6	13,6
	Humedad relativa (%)	85	85	85	86	85	82	79	78	80	84	85	84	83
	Evaporación (mm)	110,3	97,6	99,4	81,1	96,9	107,8	160	160,4	140,7	113,1	97,2	107,4	1371,9
	Coeficiente de tina (kp)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
	Evapotranspiración (mm)	93,8	83	84,5	68,9	82,4	91,6	136	136,3	119,6	96,1	82,6	91,3	1166,1
	Velocidad del viento (m/s)	1,3	1,2	1,3	1	1,1	1,6	2,5	2,3	1,7	1,2	1,3	1,4	1,5
	Nubosidad (%)	84	84	84	85	85	82	79	79	81	84	85	85	83

Fuente: CEPCU, *Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo) PLAN MICI*, 2001

TED II. Valores mensuales de radiación solar global³¹

Estación: Izobamba

Lat. 00° 21'45"S

Long. 78° 33'11"W

Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.
1991	4940	5038	4879	4920	4662	4783	5125	5739	5222	5651	4785
1992	5571	4889	4685	4807	4621	5002	5467	5390	5005	4216	5546
1993	5069	4601	4419	4684	4495	5072	5028	5802	4961	4922	4671
1994	4511	4692	4520	4757	4438	4832	5361	5246	4686	5406	4480
1995	4646	5090	3588	4152	4436	4504	4808	5892			
1996		4008	4373	4238	4383	4528	5538	5378	5358	50904	6018
1997	4416	4848	4650	4657	4607	4999	5673	5784	4830	4719	4036
1998	4984	4689									
Promedio	4877	4732	4445	4602	4520	4817	5286	5604	5010	5001	4922

* Las unidades están dadas en watts.hora/m²

TED III. Temperatura ambiental media y variaciones en la zona de San Pablo del Lago³²

Hora	Temperatura °C
7: 00 a.m.	13
9: 00 a.m.	14
12: 30 p.m.	21
3: 00 p.m.	23
6: 30 p.m.	16
9: 30 p.m.	15
12: 00 a.m.	12
Temperatura media del día	16.3

³¹ Datos proporcionados por la Estación Meteorológica de Izobamba, Quito

³² Datos obtenidos de las mediciones realizadas en el campo

TED IV. Materiales aislantes en función de su poder aislante y de su toxicidad potencial³³

Materiales aislantes	Poder aislante	Utilización	Toxicidad potencial
Poliestireno expandido	0.038	-Paredes	Bajo la acción del calor, el poliestireno emite estirenos y otros gases tóxicos contenidos en sus aditivos ignífugos.
Poliestireno extruido	0.03	-Paredes	Deja escapar constantemente pentano durante toda su vida útil.
Poliuretano	0.025	-Puertas y ventanas	Libera aminas (sustancias peligrosas), y sus aditivos ignífugos son igualmente tóxicos.
Poliéster	0.035	-Puertas y ventanas	Es analérgico, ininflamable (por lo que no contiene aditivos ignífugos) y se puede reciclar.
Lana de vidrio o de roca (vellones)	0.45	-Tejados, paredes	
Cáñamo en rollos	0.04	-Tejados, paredes, suelos	Las plantas como el cáñamo pueden cultivarse sin abono y sus fibras son fungicidas y antibacterianas naturales.
Cáñamo a granel	0.048	-Techos	
Celulosa	0.04	-Techos -Armazón del tejado -Desvanes perdidos -Piso	Fabricada generalmente a partir de periódicos reciclados, unos aditivos inofensivos (sales de boro) la protegen contra los incendios, los insectos y el moho. Si bien las partículas de la celulosa no son tan finas como las de la lana de vidrio, pueden no obstante provocar inflamaciones pulmonares durante su instalación si se carece de la protección apropiada.
Perlita	0.05	-Enlucidos ligeros -Techumbres-terrazas -Desvanes	Puede utilizarse en lugar de arena para hacer enlucidos ligeros
Vermiculita	0.65	-Desvanes	Se trata de una roca natural, sin amianto ni microorganismos.
Arcilla expandida	0.1	-Enlucidos -Rehabilitación de edificios viejos	La arcilla se utiliza para enlucir de forma análoga al yeso. Entre sus ventajas figuran ser aún más higroscópica y absorber mejor el ruido que este último. Por el contrario, al ser más porosa, es menos resistente mecánicamente. La arcilla expandida es un buen aislante, ligero y sólido.
Vidrio celular	0.04	-Techumbres-terrazas -Aislante periférico exterior en contacto con el terreno	El vidrio celular se vende en forma de losas impermeables sobre las que se puede caminar.

³³ http://www.respirasalud.com/pac_asmayais.asp

TED V. Conductividad térmica de algunos materiales de construcción³⁴

Material	Conductividad térmica
Adobe (densidad: 750 kg/m ³)	0.25 W/m°C
Bloque de tierra compactada típico	0.34 W/m°C
Ladrillo	0.85 W/m°C
Hormigón en masa	1.50 W/m°C
Tapial	0.70 W/m°C

TED VI. Eco-indicadores de la producción de material de construcción (en milipuntos por Kg)³⁵

Material	Indicador	Descripción	
Barniz Alquídic	520	Producción y emisiones durante barnizado, contiene 55% disolventes	5
Cemento	20	Cemento portland	1
Material cerámico	28	Ladrillos, etc	1
Hormigón sin refuerzo	3.8	Hormigón con densidad 2200 kg/m ³	1
Vidrio templado revestido	51	Para ventanas, cubierta de estaño, plata y níquel	1
Vidrio templado no revestido	49	Para ventanas	1
Yeso	9.9	Selenita, empleada como relleno	1
Gravilla	0.84	Extracción y transporte	1
Cal (quemada)	28	CaO. Empleada para producir cementos. También se utiliza como base consistente	1
Cal (hidratada)	21	Ca(OH) ₂ Empleada para fabricar mortero	1
Lana mineral	61	Para aislamientos	1
Construcción sólida	1500	Estimación para un edificio (cemento) por m ³ de volumen (bienes de equipo)	1
Construcción en metal	4300	Estimación para un edificio (cemento) por m ³ de volumen (bienes de equipo)	1
Arena	0.82	Extracción y transporte	1
Tableros de madera	39	Madera europea, 0 misión de la absorción de CO ₂ en la fase de crecimiento	1
Madera maciza	6.6	Madera europea, 0 misión de la absorción de CO ₂ en la fase de crecimiento	1
Uso del suelo	45	Ocupación como suelo urbano por m ² al año	1

³⁴ <http://www.terra.org/html/rehabilitar/bioconstruccion/experiencias.html>

³⁵ GOEDKOOP, M., EFFTING, S., COLLIGNON, M., *Manual Práctico de Ecodiseño*, CD Rom, IHOBE, Sociedad Pública Gestión Ambiental, Pré Consultants B.V.

TED VII. Evaluación del Potencial Solar del Ecuador³⁶

Los siguientes datos corresponden al promedio mensual para un plazo de 10 años; desde 1982 a 1992.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR DEL ECUADOR															
RADIACIÓN GLOBAL PROMEDIO SOBRE UN PLANO HORIZONTAL . Kwh/m ²															
POTENSOLAR															
No.	ESTACIÓN	PROVINCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL PROM
1	Ambato	Tungurahua	4,595	4,518	4,414	4,458	4,229	4,015	4,092	4,411	4,520	4,934	4,822	4,544	4,463
2	Bahía de Caráquez	Manabí	3,868	4,320	4,848	4,676	3,974	3,382	3,935	4,074	4,163	3,721	4,209	4,199	4,104
3	Baños	Tungurahua	4,298	4,170	4,038	4,213	4,104	3,859	3,468	3,864	3,854	4,634	4,560	4,154	4,101
4	Cañar	Cañar	4,525	4,272	4,333	4,324	4,418	4,524	4,921	4,963	4,825	4,745	4,681	4,575	4,592
5	Cuenca-Ricaurte	Azuay	4,577	4,506	4,441	4,190	4,031	3,882	3,934	4,303	4,240	4,635	4,935	4,473	4,367
6	El Coca	Sucumbios	4,044	3,768	3,551	3,855	3,353	3,135	3,433	3,717	3,624	4,175	3,988	3,841	3,715
7	El Puyo	Pastaza	3,505	3,218	3,304	3,515	3,385	3,687	3,428	3,825	4,338	4,202	3,570	3,364	3,593
8	Guayaquil-Aerop.	Guayas	3,393	4,373	3,476	4,231	4,212	3,370	4,124	3,928	5,186	4,072	3,827	4,576	4,064
9	Hda. San Vicente	Chimborazo	4,029	4,844	4,350	4,952	4,094	3,319	3,055	3,368	3,156	3,414	3,270	3,674	3,794
10	Ibarra	Imbabura	4,544	4,378	4,190	4,152	4,345	4,268	4,794	4,932	4,603	4,605	4,309	4,323	4,454
11	Inguincho	Imbabura	4,741	4,430	4,925	4,439	4,737	4,100	4,396	5,494	5,095	5,074	4,544	3,649	4,599
12	Isabel María		3,508	3,798	4,253	4,322	3,612	3,134	3,070	3,400	3,886	3,272	3,262	3,356	3,560
13	Izobamba	Pichincha	4,326	4,383	4,702	4,272	4,179	4,311	5,297	5,043	4,912	4,415	4,522	4,414	4,565
14	La Argelia	Loja	4,033	4,171	3,959	4,266	4,221	3,972	4,130	4,366	4,564	4,661	4,780	4,509	4,306
15	La Clementina		3,331	3,491	3,770	3,868	3,228	2,738	2,783	3,080	3,219	3,071	3,085	3,420	3,257
16	La Concordia	Pichincha	3,954	4,312	4,187	3,972	4,105	4,224	4,413	4,037	3,386	3,308	2,897	2,877	3,806
17	La Naranja		2,914	3,202	3,446	3,748	3,438	3,055	3,172	3,741	3,674	3,487	3,179	2,954	3,334
18	Latacunga	Cotacachi	4,448	4,337	4,169	4,011	4,094	4,085	4,363	4,598	4,445	4,549	4,358	4,376	4,318
19	Malchingui	Pichincha	4,800	4,793	4,696	4,736	4,424	4,452	5,062	5,502	5,277	4,894	4,542	4,652	4,820
20	Milagro	Guayas	3,536	3,790	4,253	4,429	3,731	3,102	3,124	3,452	3,563	3,337	3,319	3,465	3,592
21	Passaje	El Oro	3,309	3,652	4,116	4,156	3,517	3,099	3,084	3,005	2,979	2,719	2,822	3,075	3,294
22	Pichilingue	Los Rios	3,102	3,775	3,570	4,198	3,554	2,997	3,035	3,490	3,585	3,327	3,181	3,310	3,435
23	Portoviejo	Manabí	3,092	3,854	3,761	4,389	4,341	3,421	3,275	4,047	4,525	4,751	3,822	4,015	3,943
24	Pto. Baquerizo	Galápagos	4,973	5,824	6,369	5,900	5,908	5,265	4,886	4,905	4,742	4,849	4,797	4,840	5,271
25	Puerto Bolívar	El Oro	4,456	4,544	4,825	4,515	3,993	3,335	3,328	3,393	3,560	3,065	3,403	3,730	3,546
26	Puerto Ila	Pichincha	3,105	3,490	3,724	3,809	3,297	2,818	2,923	3,155	3,202	2,903	2,895	2,864	3,184
27	Quindé	Esmeraldas	3,345	3,386	3,878	3,717	3,365	3,227	3,374	3,203	3,374	3,276	3,459	3,079	3,390
28	Quito-Observ.	Pichincha	4,477	4,596	4,670	4,347	4,577	4,280	5,222	5,094	5,110	4,683	4,388	4,690	4,578
29	Riobamba	Chimborazo	4,579	4,542	4,355	4,259	4,314	4,163	4,365	4,679	4,656	4,777	4,499	4,552	4,482
30	San Carlos	Guayas	3,220	3,345	3,830	3,865	3,397	2,823	2,768	3,039	3,169	3,080	3,010	3,243	3,234
31	San Lorenzo	Esmeraldas	3,523	3,807	4,387	4,299	3,742	3,291	3,481	3,443	3,599	3,574	3,330	3,087	3,639
32	Sto. Domingo	Pichincha	2,856	3,189	3,500	3,577	3,107	2,852	3,045	3,099	3,110	3,937	2,810	2,765	3,155
33	Taacundo	Pichincha	4,532	4,914	4,385	4,497	4,224	4,321	4,819	5,437	4,969	4,796	4,755	4,497	4,687
34	Tiputni	Napo	4,557	4,292	3,975	3,660	3,731	3,601	3,658	4,418	4,655	4,543	4,300	4,071	4,123
35	Tulcán	Carchi	4,095	4,048	3,923	3,791	4,065	3,913	4,089	4,218	4,152	4,060	3,948	3,681	4,000
36	U.T. Esmeraldas	Esmeraldas	3,047	3,405	3,456	4,538	3,650	3,367	3,548	3,655	3,768	3,325	3,300	3,261	3,528

³⁶ Fuente: Instituto Nacional de Energía

TED VIII. Módulos solares fotovoltaicos³⁷

Tipo	Silicio	Potencia max. (Wp)	Voltaje	Corriente pico (A)	Dimensiones c/marco (mm)	Peso (kg)
PW50	Policristalino	5	12	0.34	304x243x24	1
PWX100	Policristalino	12	12	0.62	582x262x39	3.4
PWX200	Policristalino	22	12	1.25	720x370x46	4.8
PW500	Policristalino	48	12	2.80	1002x462x39	5.5
PWX500	Policristalino	52	12	3.00	1042x462x39	9.2
PW750	Policristalino	75	12	4.30	1237x556x45	7.8
PW1000	Policristalino	100	24	2.90	1335x673x45	10.5
TE750	Policristalino	75	12	4.40	1200x526x35	8.2
TE1200	Policristalino	110	12	6.60	1478x660x35	11.9

TED IX. Características de algunos tipos de baterías solares convencionales³⁸

Tipo	Capacidad (Ah)	Corriente (V)	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
TE85	85	12	276x175x190	17.30
TE105	105	12	362x175x190	26.20
TE125	125	12	387x174x216	46.20

TED X. Cantidad de C/N de diferentes materiales orgánicos³⁹

Residuos de comida	15/1
Madera (según la especie)	6/1
Papel	170/1
Pasto fresco	10/1
Hojas (según hoja)	Entre 40/1 y 80/1
Desechos de fruta	35/1
Estiércol de vaca descompuesto	20/1
Tallos de maíz	60/1
Paja de trigo	80/1
Alfalfa	13/1
Humus	10/1
Trébol verde	16/1
Trébol seco	16/1
Leguminosas en general	25/1
Paja de avena	80/1
Aserrín	500/1

³⁷ Catálogo de Productos TOTAL ENERGIE

³⁸ Catálogo de Productos TOTAL ENERGIE

³⁹ CERISOLA, C.I. 1989. *Lecciones de Agricultura Biológica*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

TED XI. Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego⁴⁰

Problema potencial	Unidades	Grado de restricción*			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad⁽¹⁾:					
CE ⁽²⁾	Milimhos/cm	0.7	0.7	3.0	>3.0
SDT ⁽³⁾	mg/l	45	450	2000	>2000
Infiltración⁽⁴⁾:					
RAS = 0-3 y CE		0.7	0.7	0.2	< 0.2
RAS = 3-6 y CE		1.2	1.2	0.3	< 0.3
RAS = 6-12 y CE		1.9	1.9	0.5	< 0.5
RAS = 12-20y CE		2.9	2.9	1.3	< 1.3
RAS = 20-40 y CE		5.0	5.0	2.9	< 2.9
Toxicidad por ión específico⁽⁵⁾:					
- Sodio					
Irrigación superficial		3.0	3.0	9	> 9
RAS ⁽⁶⁾					
Aspersión	meq/l	3.0	3.0		
- Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4.0	4.0	10.0	> 10.0
Aspersión	meq/l	3.0	3.0		
- Boro	mg/l	0.7	0.7	3.0	> 3.0
Misceláneos⁽⁷⁾:					
- Nitrógeno (N- NO ₃)	mg/l	5.0	5.0	30.0	>30.0
- Bicarbonato (HCO ₃)	meq/l	1.5	1.5	8.5	>8.5
PH	Rango normal	6.5 – 8.4			

⁴⁰ Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente., Tomo 1., Edición Especial # 2., Director Dr. Jorge A. Morejón Martínez, pág. 278, 279, Tabla 7.

* Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos

(2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm)

(3) Sólidos disueltos totales

(4) Afecta a la tasa de infiltración en el suelo

(5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos

(6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada

(7) Afecta a los cultivos susceptibles

TED XII. Consumo doméstico de agua por habitante⁴¹

USO	PROMEDIO DE CONSUMO DE AGUA
Estanque de WC	8-10 lts. por uso.
Baños de Tina	50-120 lts.
Ducha	40-80 lts.
Llave abierta mientras se lavan los dientes	7 lts.
Lavadoras de Ropa	100 lts. por lavado.
Lava vajillas	50 lts. por lavado.
Lavado de platos a mano	18 lts. por lavado.
Llave que gotea	30-700 lts. al día.

TED XIII. Resumen de las capacidades de aireador⁴²

	Tasas típicas lb de O₂/c de f-hr
Aereadores sumergidos	
Difusores porosos	4
Difusores no porosos	1.5
Aereadores de superficie	
Placa	2.0 - 2.5
Turbina	3.0 – 3.5*
Propulsor	2.5 – 3.5
Aereadores combinados	2 - 3

* Puede ser mayor para unidades pequeñas

⁴¹ http://www.usfq.edu.ec/1PROFESORES/Hoeneisen/Ecuador_2050/ahorro.htm

⁴² NALCO, Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo II, McGraw Hill, 1989, México

TED XIV. Dosis para diversas aplicaciones de la cloración en la recogida, tratamiento y evacuación del agua residual⁴³

Aplicación	Intervalo de dosis mg/l
Red de alcantarillado:	
Control de corrosión H ₂ S	2-9 ^a
Control de olores	2-9 ^a
Control de crecimientos de películas biológicas	1-10
Tratamiento:	
Reducción de DBO	0.5-2 ^b
Control de espumas en digestores y tanques Imhoff	2-15
Oxidación del sobrenadante del digestor	20-140
Oxidación del sulfato ferroso	---- ^c
Control de moscas en los filtros	0.1-0.5
Control de la inundación en los filtros	1-10
Eliminación de grasas	2-10
Control de bulking del fango	1-10
Evacuación (desinfección):	
Agua residual bruta (precloración)	6-25
Efluente primario	5-20
Efluente del proceso de precipitación química	2-6
Efluente de plantas de filtros percoladores	3-15
Efluente del proceso de fangos activados	2-8
Efluente filtrado (a continuación del proceso de fangos Activados)	1-5

^a Por mg/l de H₂S

^b Por mg/l de DBO₅ eliminada

^c $6(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4) + 42\text{H}_2\text{O}$

⁴³ METCALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Volumen II, Tercera Edición, McGraw Hill, 1995, Madrid-España

TED XV. Características de Agua Residual Municipal⁴⁴

Parámetro	Unidades	Concentración de rango de parámetros
Sólidos suspendidos	mg/l	100-350
DBO ₅	mg/l	110-400
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	250-1000
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	10 ⁶ -10 ⁷
Nitrógeno (Total como N)	mg/l	20-85
Nitrógeno Kjeldahl total		20-85
Nitrato		0
Fósforo (Total como P)	mg/l	4-15
Metales	ug/l	
Cobre		
Plomo		
Cinc		

⁴⁴ METCALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Volumen II, Tercera Edición, McGraw Hill, Madrid-España, 1995. Tabla 15-3, Pag 1267.