

ENERGÍAS RENOVABLES. TECNOLOGÍA APROPIADA PARA PAÍSES EN DESARROLLO

Rafael Jiménez Castañeda

Departamento de Ingeniería Eléctrica

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA



Cátedra
de Energía
VIESGO



COOPERACIÓN AL DESARROLLO

UN ENFOQUE INTEGRAL

Educación



Salud Pública



Generación recursos económicos



Energía



Tecnología: concepto, clasificación

- Tecnologías blandas y tecnologías duras
- Tecnologías para el desarrollo: opciones

Concepto de TECNOLOGÍA:

Conjunto de conocimientos y procedimientos articulados de manera conjunta, adaptados a un contexto particular para el desarrollo de objetos y/o procesos físicos, sociales, económicos y culturales **que permitan mejorar la calidad de vida del ser humano.**

Tecnología dura

Desarrollo de **objetos y productos** a través de la manipulación de **materiales y energía**



Tecnología blanda o social

Trata sobre el desarrollo de **procesos que involucran aspectos sociales y culturales.**

En las tecnologías sociales participativas, los actores implicados en el proceso toman parte en la construcción de las alternativas e ideas, así como en la toma de decisiones.



**Los actores, implicados en el proceso,
claves para el éxito de un proyecto de
cooperación.**



Tecnologías para el desarrollo: aspectos

Tecnología formal

Hay que suponer siempre la existencia de una infraestructura que sustente todo el aparato tecnológico:

- redes de comunicación
- producción de materiales
- normativas y regulaciones
- infraestructura de producción-distribución



Particularidades:

•Dificultades culturales que llevan a asumir los sistemas tecnológicos formales importados de los países occidentales generadores de estos sistemas.

¡¡ATENCIÓN CON LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA!!

Tecnología informal

- Se desarrolla como herramienta de supervivencia, por la imposibilidad de acceder al mercado formal, dando soluciones a problemas básicos.
- Es muy flexible y se adapta fácilmente a la evolución del asentamiento y de sus pobladores.
- La mano de obra suele estar formada por los propios habitantes de la comunidad, contando a veces con ayudas externas de algún albañil o persona más o menos cualificada. **(en este proyecto participaron bastantes profesionales, dada la naturaleza del mismo)**



•Se respetan los códigos de comportamiento dentro de la comunidad: toma de decisiones conjuntas, defensa de los derechos de los vecinos, identidad y pertenencia a un lugar, etc.



- Flexibilidad en los procesos (**muy importante para resolver conflictos**)
- No tiene plazos ni cronograma de actividades (**no se suelen cumplir**)
- Las actividades se insertan como otras más de las familias de la comunidad indígena T'zapineb
- Se puede interrumpir la actividad si hay necesidades más urgentes en ese momento para la familia

Tecnología aplicada a los proyectos de cooperación:

Tecnología Tradicional: Debe respetarse, mantenerse, favorecer su mejora, prestar asesoramiento potenciándola y recuperándola donde se haya perdido u olvidado.

Tecnología Tradicional Mejorada: Es una evolución desde la anterior, incorporando nuevos materiales y métodos para conseguir nuevos resultados.

Tecnología Apropriada: Puede entenderse como una incorporación a los métodos tradicionales, importada, pero oportuna para el entorno físico socio-cultural y económico local.

Una tecnología Apropriada debe ser también apropiable, es decir obras de fácil ejecución técnica que pueden ser aprendidos por personas sin formación específica, que emplea materiales y equipos de instalación sencilla y disponibles localmente, evitando creación de dependencia tecnológica.

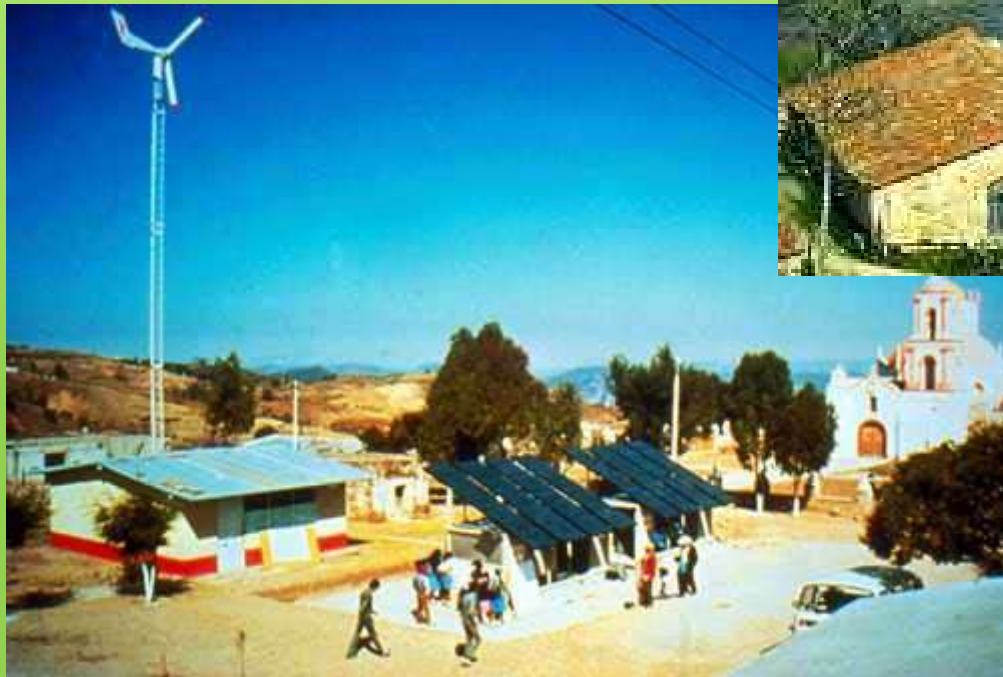


Fotovoltaica: Tecnología apropiada para el desarrollo (Precauciones y limitaciones de la incorporación de estas tecnología)

- La energía consumida por los seres humanos se distribuye de forma irregular.
- 36,3 % no está conectado a una red eléctrica.
- 18,1% no tiene acceso a la energía eléctrica.
- Instalaciones pequeñas ofrecen grandes soluciones y a escala del problema (infraestructura ajustada)

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

Alimentación eléctrica en sitios remotos ...



Especialmente en países en vías de desarrollo

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo



Vacunas



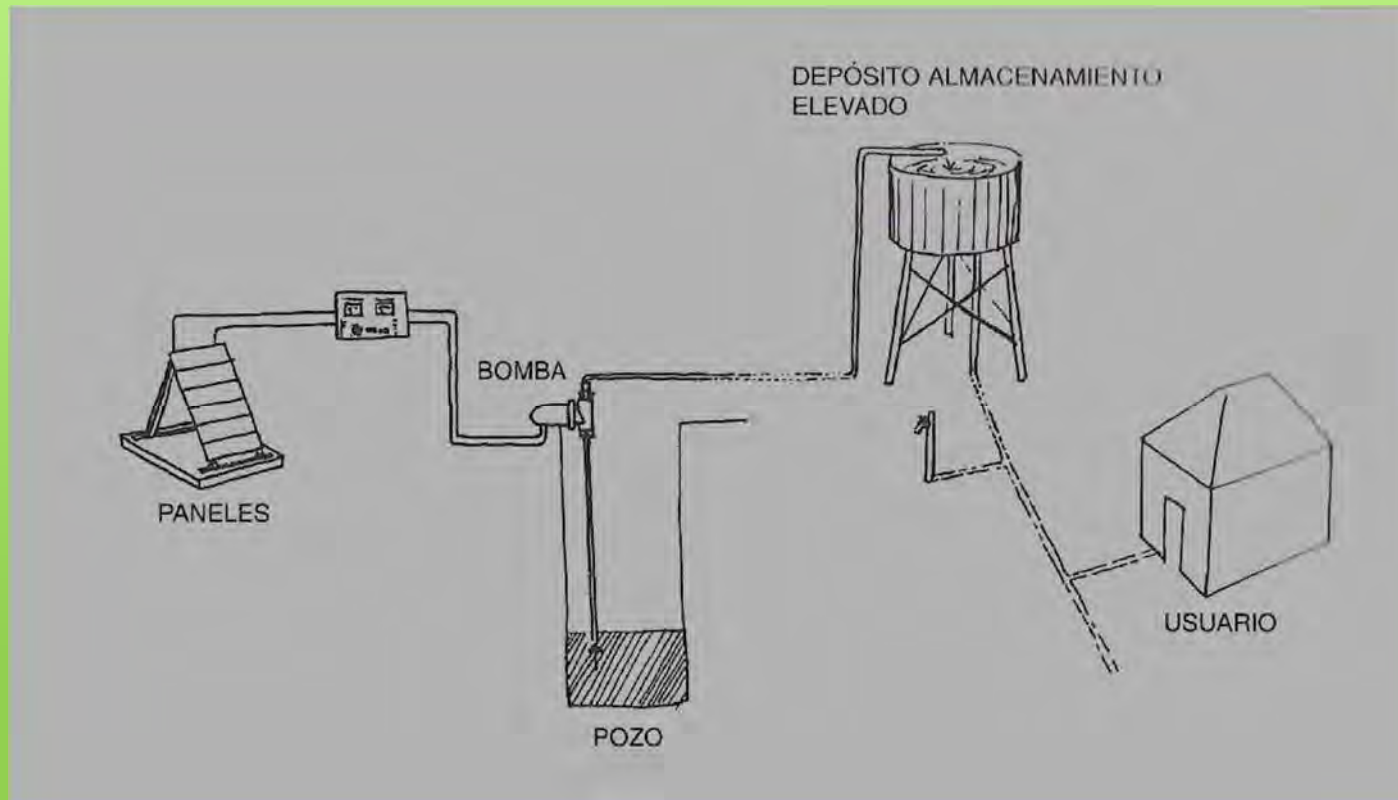
Países en vías de desarrollo



Electrificación

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

Bombeo solar



Sin baterías

Datos necesarios:

- altura manométrica
- caudal necesario

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo



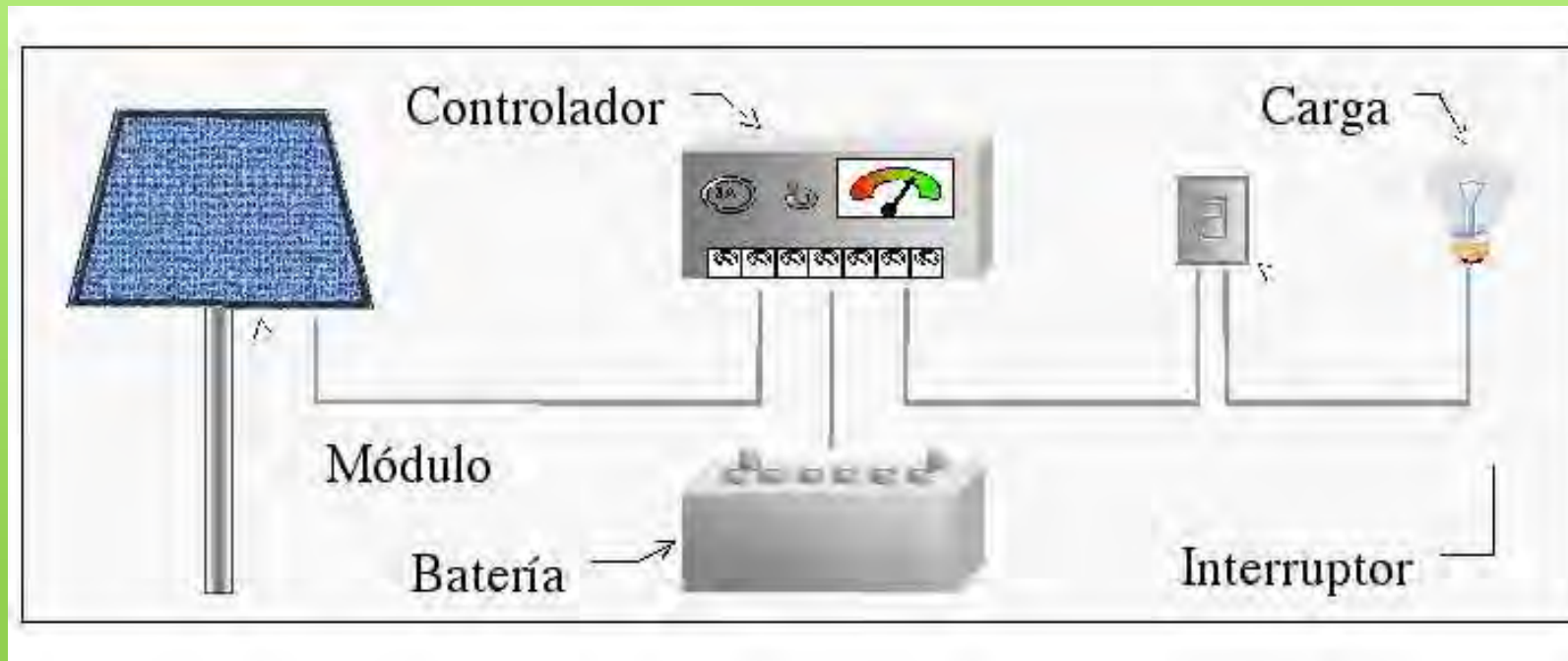
Acumulación

Generador FV

Bombeo solar

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

RESUMEN



Concepción simple y fiable

Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

RESUMEN



Bombeo solar



Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

RESUMEN



Electrificación Rural
Simplicidad



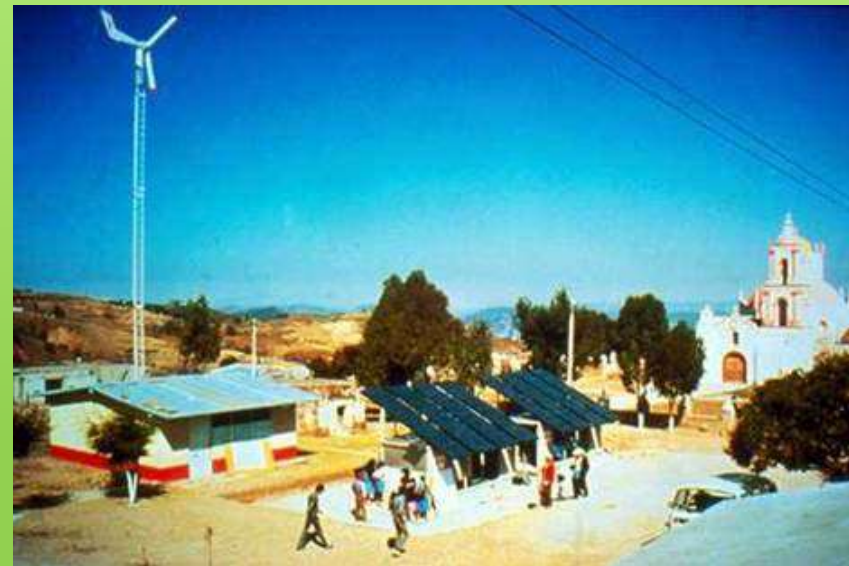
Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo

RESUMEN

Simplicidad



Electrificación Rural



Fotovoltaica. Cooperación al Desarrollo



- De aplicación general en cualquier emplazamiento soleado
- Respetuosa con el medio ambiente
- No requiere de una obra civil significativa.
- Requiere escaso mantenimiento y cualificación simple para su explotación.
- Es una tecnología muy apropiada en proyectos de suministro de suministro energético a poblaciones aisladas. (emplazamientos remotos)
- Atención a los suministros para mantenimiento, no generar dependencia tecnológica. (repuestos comunes para comprar en la zona)

Tecnología energética apropiada para el desarrollo

Consideraciones con carácter general:

- Aceptación e integración cultural.
- No generar dependencia ni clientelismos tecnológicos (repuestos).
- Mentalidad de grandes instalaciones energéticas en el primer mundo. No es la más apropiada en países en desarrollo, donde resultan mejores las soluciones descentralizadas y ajustadas a las necesidades locales.
- Pequeñas instalaciones para producción de energía producen grandes impactos sociales (de no tener luz a tener, de estar aislados a escuchar la radio,...), ¡No infravalorar las pequeñas soluciones!
- Asumir las limitaciones de la tecnología. (Ojo con el mal uso de la instalación, por ejemplo tomas de fuerza).
- Necesariamente instalaciones conlleva capacitación para que el usuario asuma el mantenimiento mínimo. (corresponsabilidad)
- Lo “gratis” no se valora, determinar un sistema que haga percibir el valor de las cosas al usuario.

APLICAR BIEN LA TECNOLOGÍA

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas



Generador FV mal colocado (delante de la puerta)

Poca altura (riesgo de golpe a personas)

Poca altura posibles sombras

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas

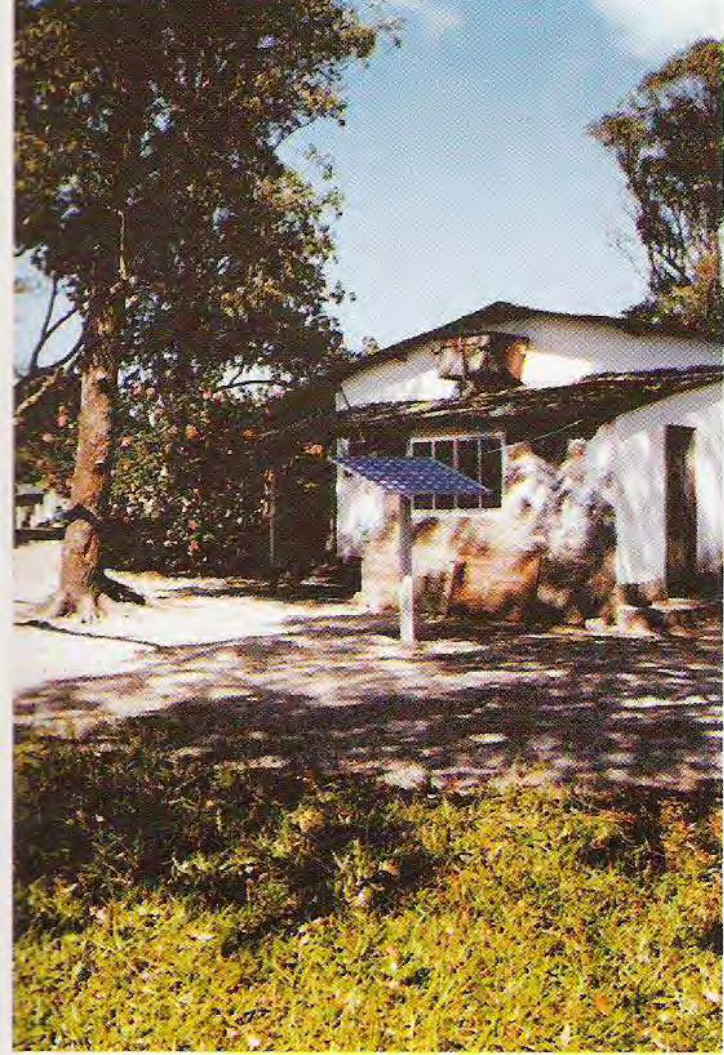


Foto a mediodía, generador FV en sombra

Sombra representa el principal problema en lo que a captación solar se refiere

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas



Módulo FV

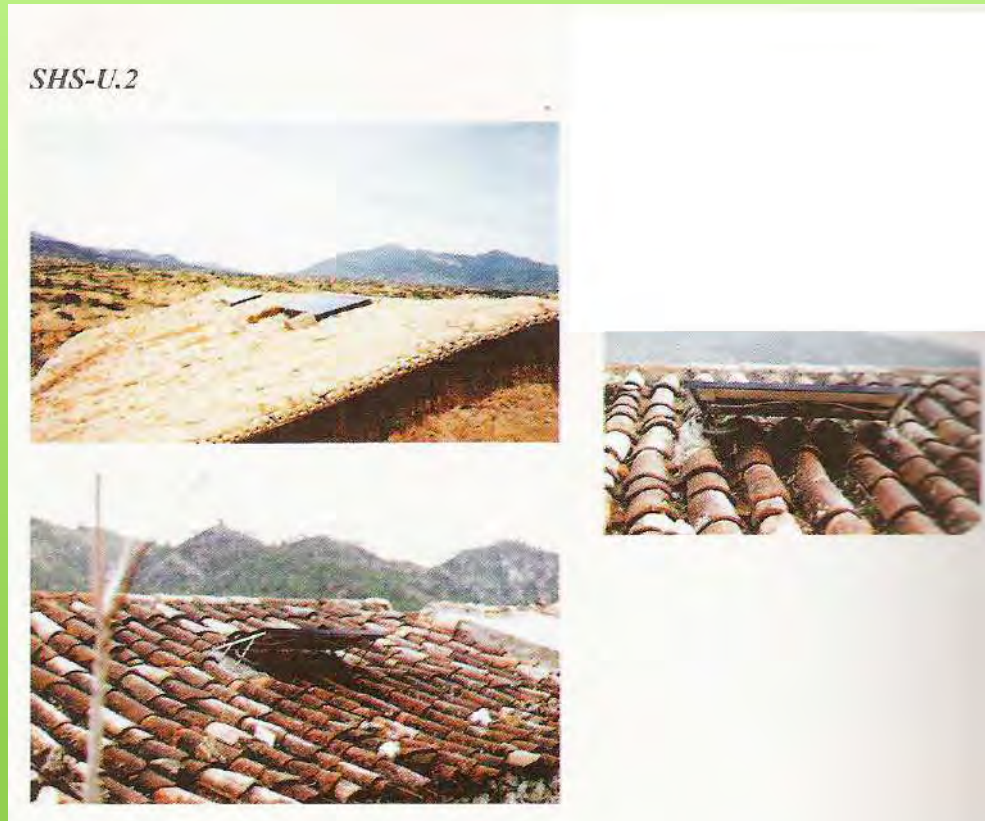
Módulo sin estructura soporte

Afectado por sombras

Suciedad (situado en el suelo de arena)

Riesgo de roturas

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas



Apoyados directamente en el
tejado

Deficientes estructuras soporte,
pueden ser arrancados por
fuertes vientos

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas



Baterías sin acceso restringido

Riesgo para las personas por las baterías

En la foto de la derecha se ha situado la batería en el patio de un colegio (Muy peligroso para los niños)

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas

SHS-W.3



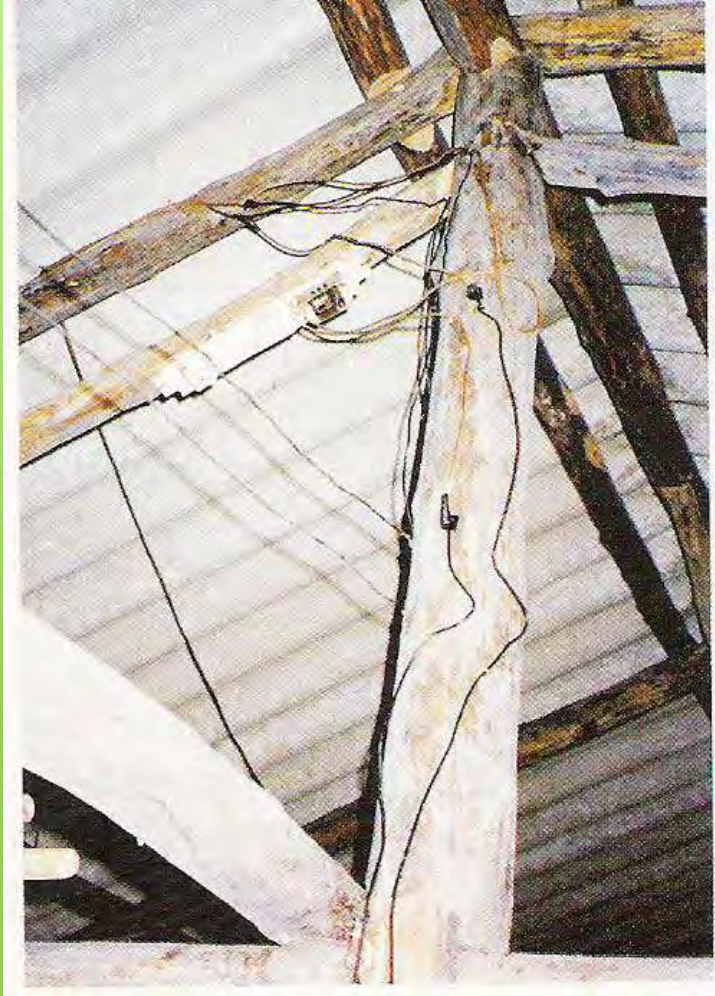
Entrada insectos

Condiciones de no estanqueidad en cajas de conexiones

La tapa se quitó para hacer la fotografía

Riesgos de cortocircuito y mal funcionamiento

Aplicaciones mal realizadas generadoras de problemas



Cableado defectuoso

Empalmes inadecuados

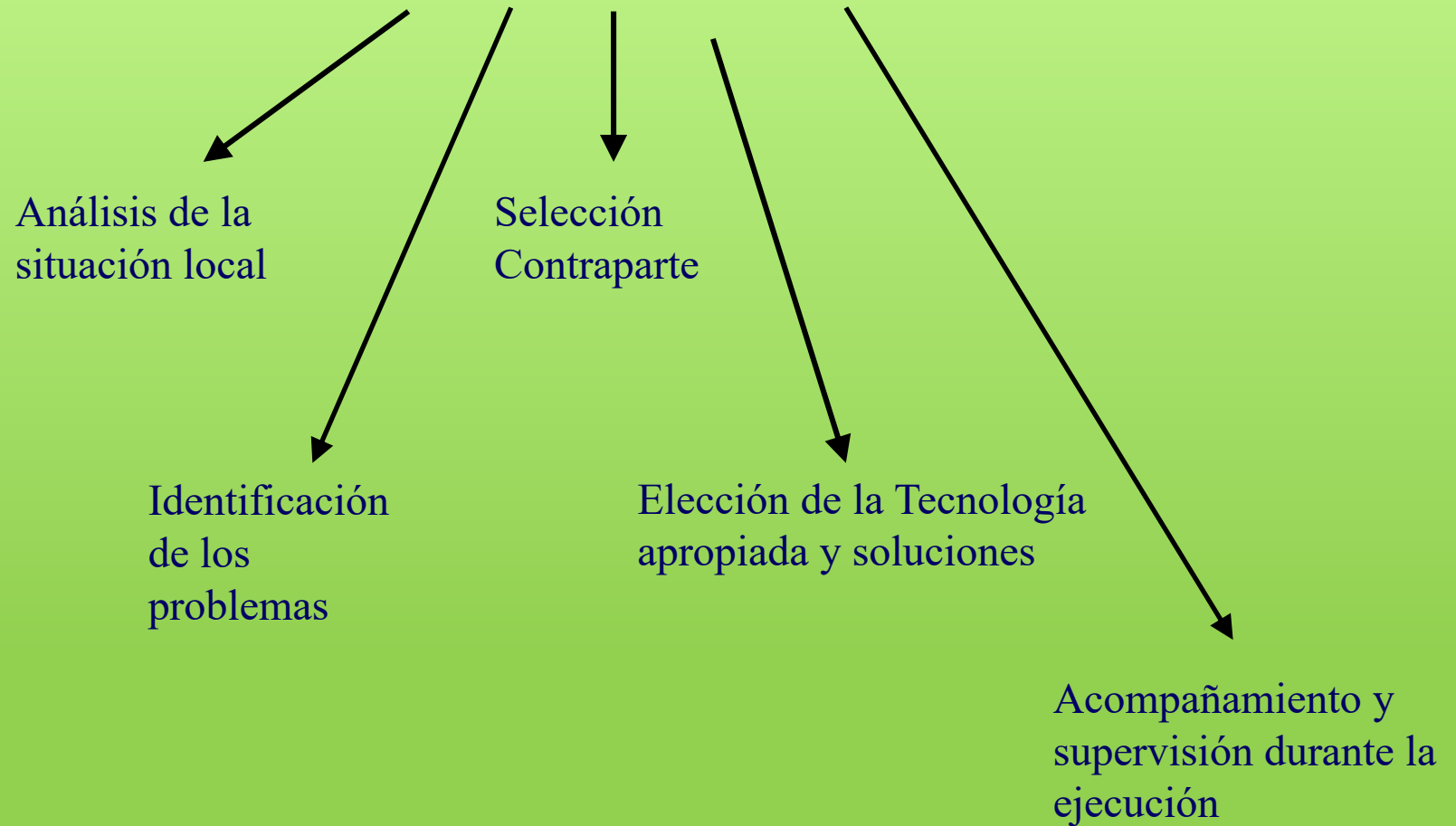
Trazado sinuoso

Dificultad para identificar la polaridad

Fuente de problemas

¡¡Chapucero!!

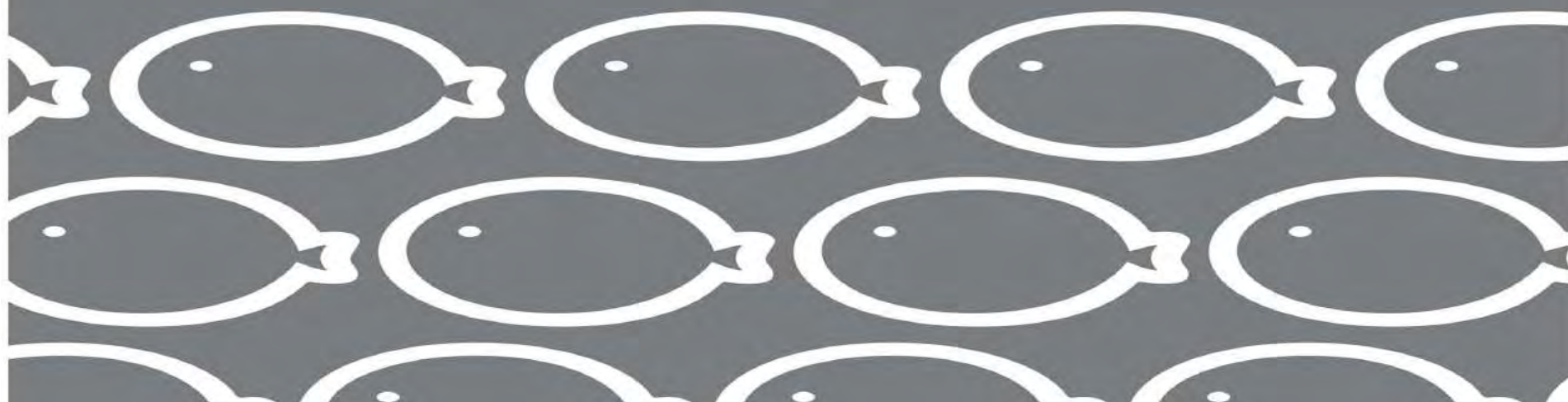
CONCEPCIÓN DE UN PROYECTO DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO



**Proyecto Piloto
de Seguridad
Alimentaria
de Explotación
Comercial de
Tilapia en
Comunidades
Rurales de
Guatemala.**

D/017815/08.

PCI-Iberoamérica.



Análisis de la situación local y viabilidad del proyecto



Análisis la problemática

Contaminación



Pobreza extrema



Hurgando en la basura



ZONA DE ACTUACIÓN:

Cobán, en el departamento de Alta Verapaz en Guatemala.
Zona con población mayoritariamente indígena, siendo la etnia Q'etchí la mayoritaria. Esta población, en su mayoría no es castellano parlante.



POBLACIÓN OBJETIVO:

Jóvenes y mujeres en alto riesgo de exclusión social y con grandes carencias en su alimentación .



VIABILIDAD DEL PROYECTO DE COOPERACIÓN:

Viabilidad biológica: Demostrada, por el profundo conocimiento de la especie de cultivo, tilapia, así como de los requerimientos nutricionales, de calidad de agua, etc, en el mundo de la acuicultura. Muy preciada en Guatemala, siendo la especie piscícola mayoritaria de cultivo.

Viabilidad técnica: Queda respalda tanto por la existencia de las técnicas y tecnologías de cultivo acuícolas específicas para la especie, como por las tecnologías energéticas solares para el auto sostenimiento energético.

Viabilidad ambiental: El proyecto es ambientalmente sostenible al emplear energía solar como fuente de abastecimiento energética; así como por hacer un buen uso del agua de cultivo, mediante una renovación ajustada y una reutilización de las aguas de vertido en los cultivos agrícolas.

Viabilidad económica: La especie de cultivo tiene una importante presencia y demanda en el mercado nacional durante todo el año y con precios interesantes.

OBJETIVOS DEL PROYECTO :

El **objetivo general** que se plantea es probar a escala piloto la fiabilidad técnica y la viabilidad económica del engorde de tilapia, con apoyo de energía solar para su comercialización a pequeña escala, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible exigidos a las actividades acuícolas en las políticas de desarrollo regionales de Guatemala.

Objetivos específicos:

Objetivo específico de carácter técnico: Determinar la viabilidad técnica y productiva del empleo de energía solar para las labores de cultivo de tilapia, como bombeo de agua y calentamiento de ésta.

Objetivo específico de carácter ambiental: Verificar la idoneidad del uso de energías renovables, solar, en las instalaciones de cultivo de tilapia en Guatemala, como alternativa a otras fuentes de energías menos respetuosas con el entorno.

Objetivo específico de carácter económico y social: Extrapolar los resultados de viabilidad técnica, económica y comercial a agentes sociales de Guatemala que puedan incorporar esta tecnología de cultivo a las instalaciones acuícolas existentes o de nueva creación.

IMPLICACIÓN DE LOS AGENTES LOCALES EN EL PROYECTO UNIVERSITARIO:

Comunidad Esperanza, es la asociación local que cede terrenos, agua y apoyo en las tareas sociales para capacitar a mujeres en la explotación de la Tilapia.



...ante esta situación...

¿podemos actuar?

Siempre localmente pero con visión global.

¿es posible cambiar algo?

Otro mundo es posible, sí es posible cambiar.

¿por qué cambiar las cosas?

...

PORQUE LOS NIÑOS Y NIÑAS DE HOY, SERÁN LOS HOMBRES Y MUJERES DEL MAÑANA,

Y su futuro está en nuestras manos

Nace una idea – la UCA, la USAC y el Proyecto Esperanza con el apoyo de la AECID salen al paso - se crea y desarrolla la primera fase de un proyecto –



Realidades que duelen: Niñas de la basura

La intervención

Vivienda, educación y salud integral: Comunidad esperanza aborda el tema



Seguridad alimentaria: Comunidad realiza esfuerzos para alimentar a los niños



Comedor



Atención a las Familias del Basurero

Reuniones iniciales de planificación



Presentación del proyecto a las familias beneficiadas



EQUIPO MULTIDISCIPLINAR DE INVESTIGADORES UCA-CEMA (USAC)- COMUNIDAD ESPERANZA:

- Fuerte exigencia de ingeniería. (acuicultura, hidráulica, energía solar, construcción obra civil)
- Desarrollo de un completo programa experimental sobre las patologías que pueden afectar a la Tilapia.
- Experimentación de nuevos métodos de cultivo mediante el calentamiento artificial con energía solar de un línea de cultivo.
- Desarrollo de actuaciones sociales con la población local que se implicará en la explotación de esta planta.



TRABAJO DE CAMPO PREVIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA PILOTO EXPERIMENTAL:

En la planta piloto es donde se va a desarrollar un completo programa experimental, constituyendo una infraestructura permanente de investigación aplicada para el CEMA-USAC, mediante el convenio firmado con la Comunidad Esperanza.



INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN:

Preparación de los terrenos, replanteo de la planta proyectada en colaboración UCA-USAC.

Implicación local (aceptación del proyecto)



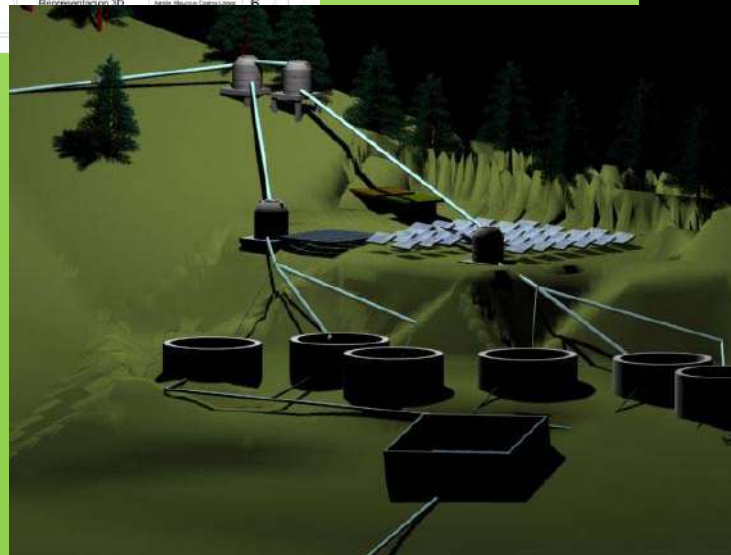
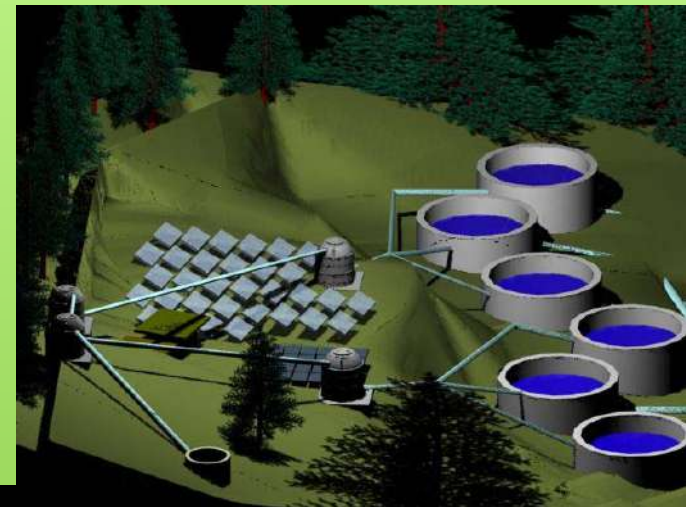
AVANCE DE LA CONSTRUCCIÓN:



AVANCE DE LA CONSTRUCCIÓN:

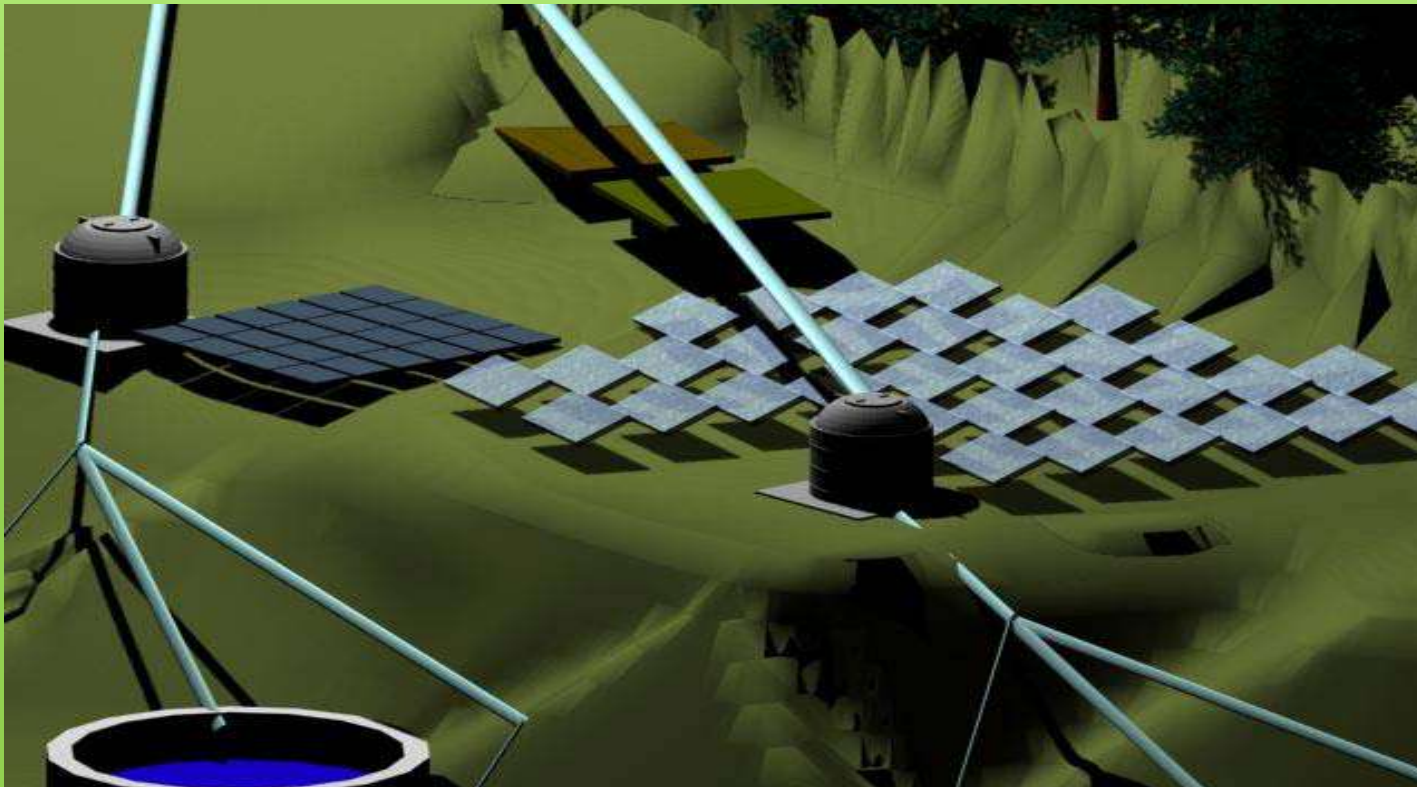


¿QUÉ ASPECTO TENDRÁ LA PLANTA ?



INNOVACIONES INCORPORADAS A LA PLANTA:

- Autosuficiencia energética. Solar fotovoltaica y solar térmica.
- Sistema hidráulico por gravedad, aprovechando desniveles del terreno. Ahorro de energía evitando bombeo.
- Experimentación mediante el incremento de temperatura del agua de cultivo con energía solar para mejorar la productividad.
- Reutilización del agua de cultivo para uso en huerto intensivo. Control de agua residual del proceso.
- Integración en el entorno natural, considerando incluso reposición forestal.



ACCIÓN COORDINADA E INTEGRADA CON OTRAS ACTUACIONES DE LA POBLACIÓN LOCAL PARA CONSEGUIR LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ACTUACIONES

Granja – escuela – hogar, “Ciudad de la Esperanza”, que se refiere a un espacio físico en donde se combina el contacto con la naturaleza y una infraestructura adecuada para crear un ambiente que favorezca la formación integral de los niños, es decir, el desarrollo de su parte humana, espiritual, intelectual y práctica. (extensión, de 18,786.54 m2. = 2.69 Manzanas)



Terrenos de la futura Ciudad de la Esperanza. Antes de terminar su construcción



GRANJA AVÍCOLA

**Capacitación a madres de familia
para la crianza de pollos de engorde, ponedoras y siembra de cultivos.**





REUNION CON LAS FAMILIAS BENEFICIADAS, DAR A CONOCER EL PROYECTO Y APERTURA A LOS TRABAJOS DE CAMPO. INTEGRACIÓN Y COORDINACIÓN DEL NUEVO PROYECTO ACUÍCOLA EN LAS OTRAS ACTUACIONES YA EN MARCHA POR LA INICIATIVA LOCAL

INICIO DEL DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO INGENIERÍA DEL PROYECTO

PROYECTO FINANCIADO POR LA AECID 2007-2011

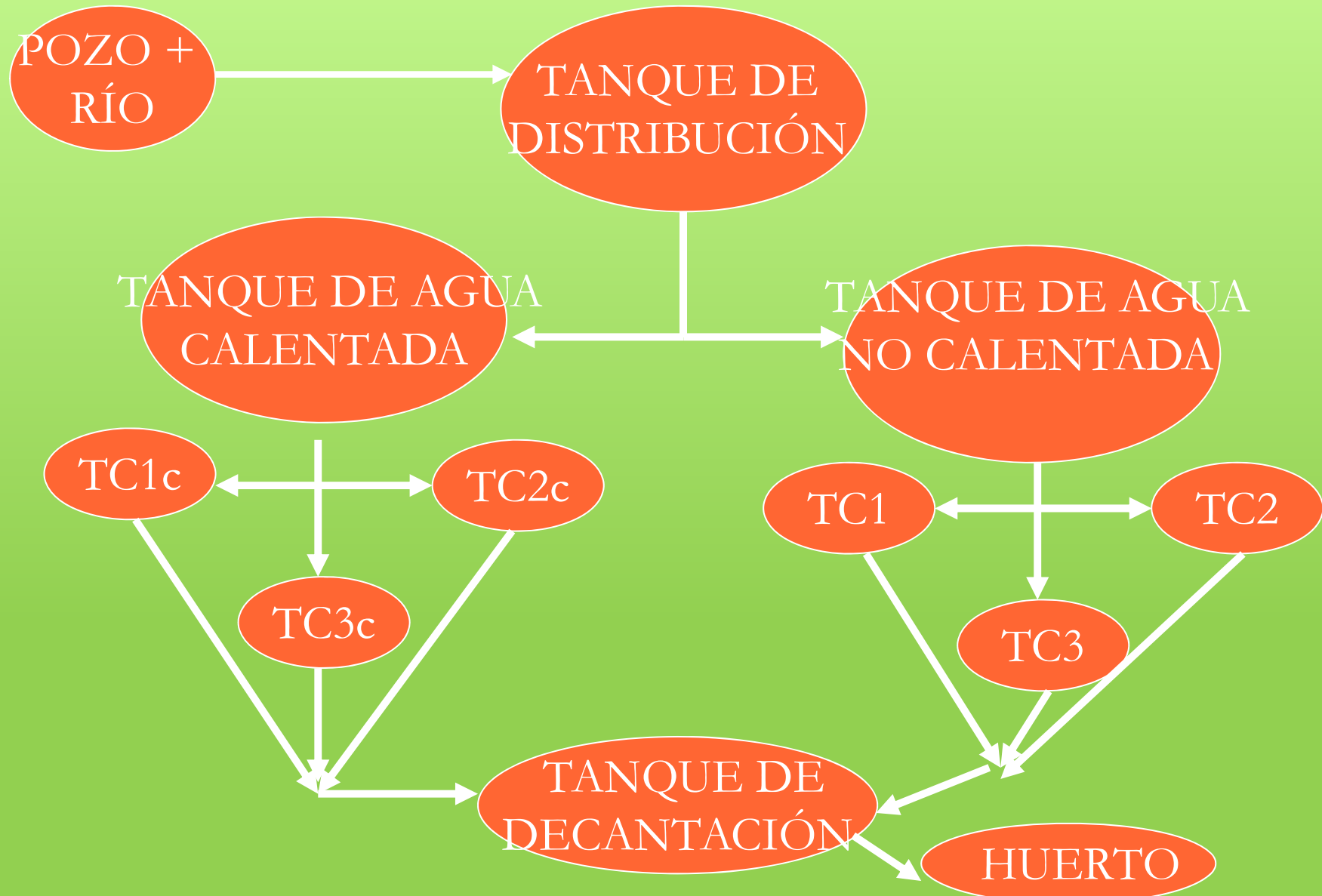


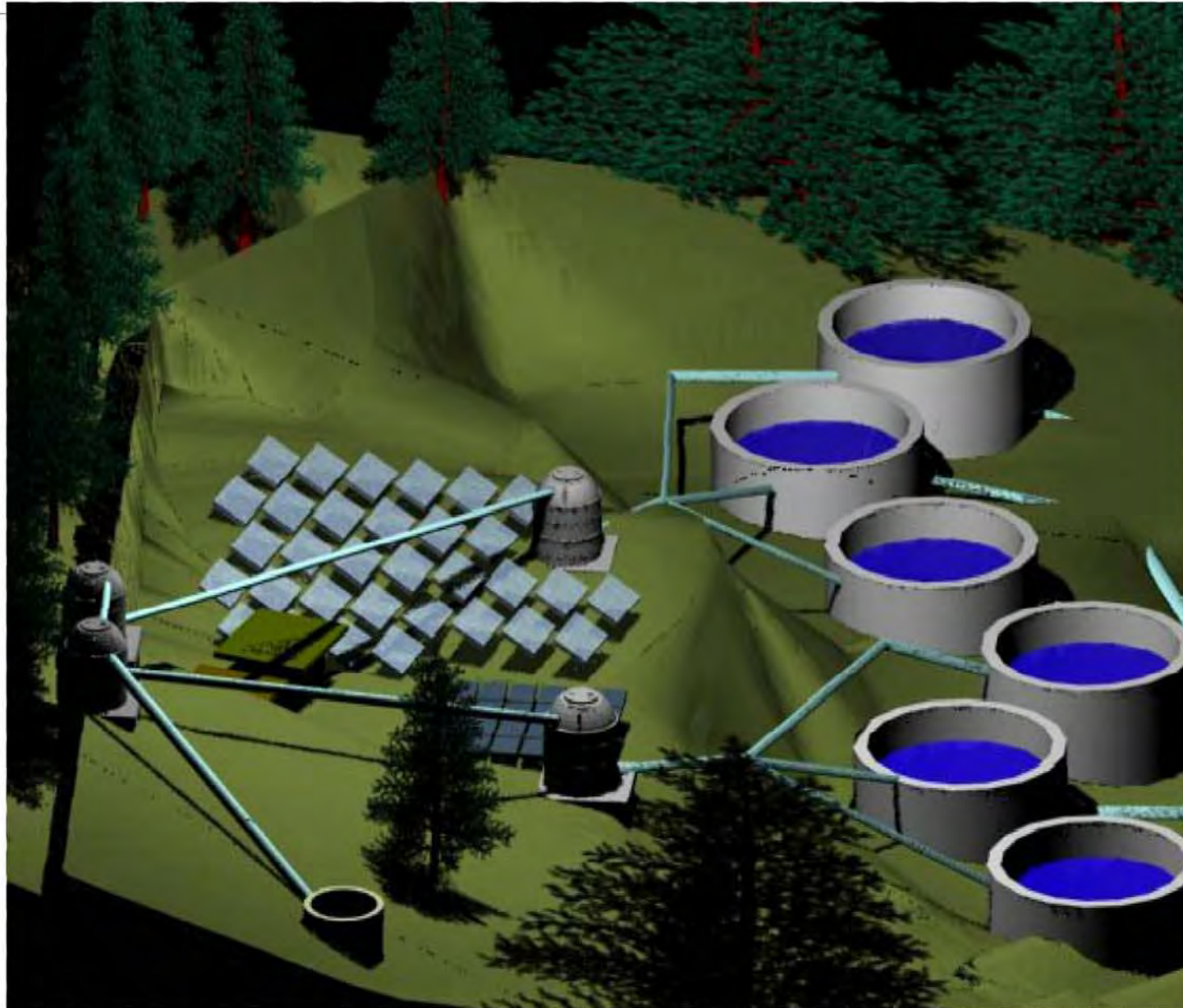
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

PASO 1. DISEÑO PREVIO DE LA INSTALACIÓN

- Necesidades existentes de volumen de acumulación de agua de cultivo.
- Fuentes existentes para suministro de agua.
- Necesidades de distribución a estanques calientes y fríos.
- Uso del agua de renovación procedente de los tanques de cultivo.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN





Fecha: Diciembre 2009

Fecha: Diciembre 2009

PROYECTO PILOTO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DE EXPLOTACIÓN COMERCIAL DE TILAPIA EN COMUNIDADES RURALES DE GUATEMALA

Contenido: Representacion 3D

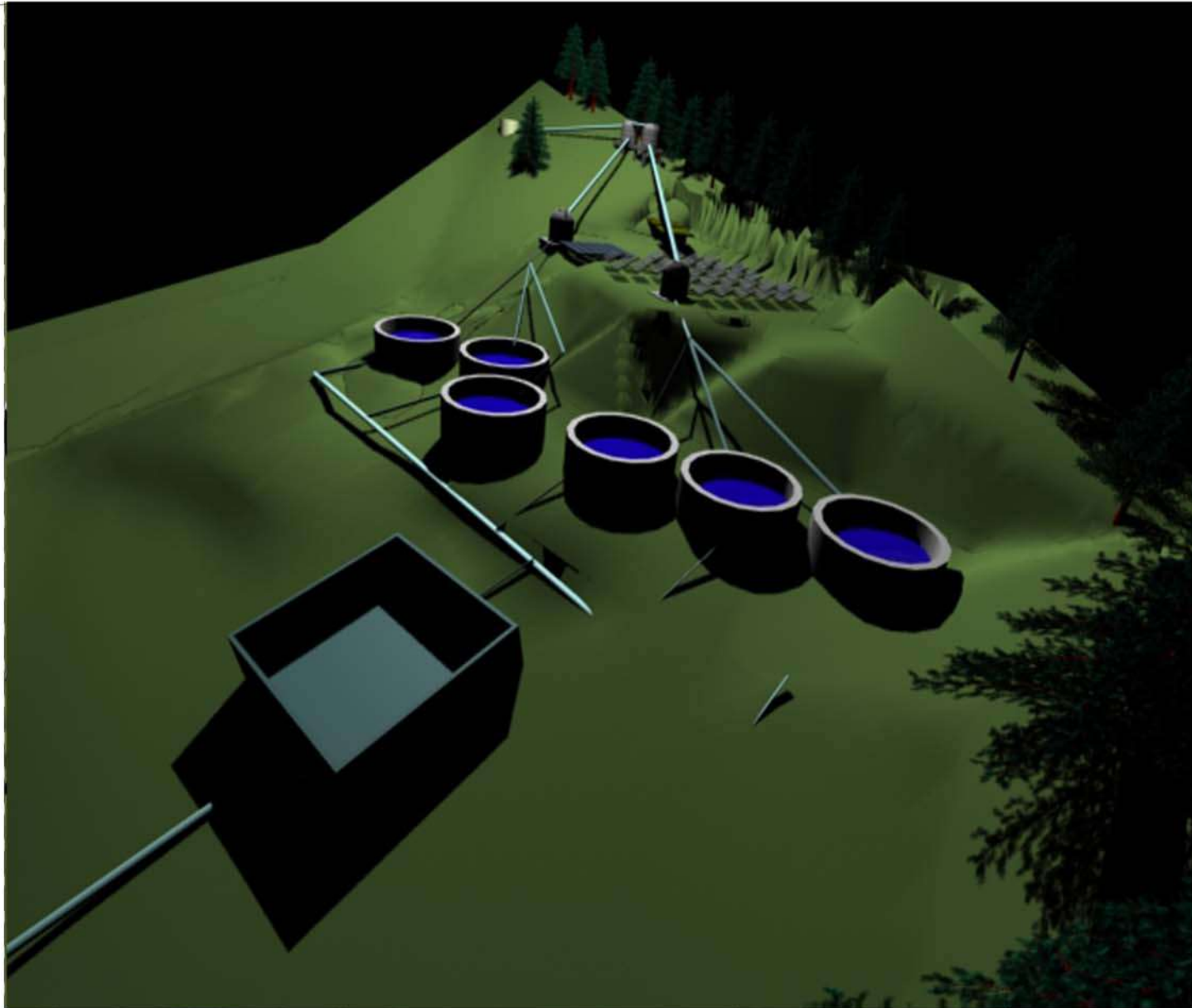
Escala: Proporcional

Diseño y comprobación: Adrián Mauricio Castro López

Dibujo: Fernando José Castro López, Adrián Mauricio Castro López

6

8



Fecha: Diciembre 2009
 Fecha: Diciembre 2009

PROYECTO PILOTO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DE EXPLOTACIÓN COMERCIAL DE TILAPIA EN COMUNIDADES RURALES DE GUATEMALA

Contenido: Representacion 3D
 Escala: Proporcional

Diseño y comprobación: Adrián Mauricio Castro López
 Dibujo: Fernando José Castro López, Adrián Mauricio Castro López

8
 8

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

PASO 2. CONSUMOS ENERGÉTICOS EXISTENTES .

- Bombeo del agua de cultivo procedente de pozo+río a los tanques de acumulación.
- Reparto del agua de cultivo desde el tanque de acumulación a las dos líneas de cultivo, por gravedad.
- Calentamiento del agua de cultivo en los tanques de acumulación solar para la línea de estanques calientes.
- Reparto del agua a estanques calientes desde tanques solares y a estanques fríos desde tanque de acumulación.
- Tratamiento en tanque de decantación y filtro para usar el agua de renovación de los cultivos en el huerto intensivo anexo.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

PASO 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS EXISTENTES.

- Minimización de los consumos energéticos por bombeo para la distribución en la planta piloto

Solución dada



Utilización de las características propias del terreno, mediante el trasiego de agua por gravedad.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

PASO 3. OPTIMIZACIÓN DE LAS DEMANDAS ENERGÉTICAS EXISTENTES.

- Uso de energías renovables para las demandas energéticas existentes: bombas impulsoras existentes y calentamiento del agua de cultivo de 3 de los 6 tanques de cultivo.

Solución dada



Energía solar térmica y fotovoltaica.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

PASO 4. DISEÑO DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS SOLARES.

- Diseño de la instalación solar térmica.
- Diseño de la instalación solar fotovoltaica.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

DISEÑO DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

- Obtención de parámetros climatológicos mediante uso de software avanzado.
- Cálculo de las necesidades energéticas y obtención del número de captadores mediante software avanzado.
- Cálculo de las pérdidas obtenidas en los tanques de cultivo.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

DISEÑO DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

- Cálculo de elementos auxiliares del sistema: bombas, aislamiento, intercambiadores de calor, vaso de expansión.
- Simulación dinámica mediante software avanzado del comportamiento del sistema.
- Análisis de resultados y diseño definitivo del sistema (problemas encontrados y soluciones dadas).

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN



Pérdidas excesivas en los tanques de cultivo.
Construcción de un invernadero para reducir pérdidas térmicas de los estanques calientes (efecto invernadero).



Excesiva temperatura en los tanques de cultivo en determinadas épocas del año.
Válvula de tres vías para mezclar agua fría y reducir la temperatura del agua que se aporta al estanque caliente.



Panorámica inicial del terreno



Preparación del terreno para el futuro proyecto piscícola.



TRABAJOS REALIZADOS CON. Alumnos y padres de familia del proyecto





Limpieza del pozo y el nacimiento





LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CONSTRUCCIÓN DEL POZO



INICIO DE OBRA CIVIL





Trabajando todos



La batería de estanques

Supervisando la
obra
Por la USAC



Supervisando la obra: por la UCA

¡Eso me lo
quitas de allí!

!será;



Una panorámica
de los estanques
circulares





La base soporte para los
reservorios



Estanques calientes para cultivo experimental



INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

- Obtención de parámetros climatológicos mediante uso de software avanzado.
- Cálculo de las necesidades energéticas (bombas, válvulas de tres vías, centralita de control) y obtención del número módulos fotovoltaicos, mediante software avanzado.
- Cálculo de los elementos auxiliares del sistema: baterías, reguladores, inversores, cableado,...mediante software avanzado.



INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

- Sistema solar fotovoltaico:
 - Fotovoltaica instalada para control y bombas sistema solar térmico: 1,62 kWp.
 - Regulador de corriente de 24 V.
 - Inversor de corriente de 1.600 VA de potencia en régimen permanente.
 - Fotovoltaica para alimentar a bomba Solar de impulsión: 0,36 kW.



INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

- Sistema solar térmico:
 - 35 captadores solares térmicos.
 - Acumulación solar de 7.000 L. aislados mediante espuma rígida de poliuretano.
 - Intercambiador de placas de 41 kW.
 - Bomba primario y secundario 0,52 kW. Cada una. Caudal de 3,53 m³/h.
 - Centralita de control diferencial.
 - Invernadero de polietileno, rodeando los tanques.
 - Temperatura objetivo media anual tanque caliente de cultivo: 28 °C.



ASPECTO GENERAL DEL INVERNADERO

Incremento de la potencia fotovoltaica para incorporar aireadores y alimentadores automáticos, inicialmente no previstos



¡¡TIEMPO PARA EL DEBATE!!

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN.

Rafael Jiménez Castañeda

UNIVERSIDAD DE CÁDIZ

Departamento de Ingeniería Eléctrica

rafael.castaneda@uca.es



**Cátedra
de Energía
VIESGO**

