



ISBN: 978-99923-982-6-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA
ESCUELAS RURALES DEL MINED**

ESCUELA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. SANTOS JACINTO PÉREZ ESCALANTE

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: ARQ. JOSÉ CARBILIO MEJÍA FERNÁNDEZ

SANTA TECLA, NOVIEMBRE DE 2011



ISBN: 978-99923-982-6-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA
ESCUELAS RURALES DEL MINED**

ESCUELA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. SANTOS JACINTO PÉREZ ESCALANTE

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: ARQ. JOSÉ CARBILIO MEJÍA FERNÁNDEZ

SANTA TECLA, NOVIEMBRE DE 2011

AUTORIDADES

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

EQUIPO EDITORIAL

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benítez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

AUTOR

Arq. José Carbilio Mejía Fernández

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA - FEPADE

721.0467

M516d Mejía Fernández, José Carbilio

Diseño Bioclimático para escuelas rurales del MINED / José Carbilio Mejía

^{SV} Fernández -- 1ª ed. –ITCA EDITORES, 2011.

60 p. : il. ; 28 cm.

ISBN: 978-99923-982-6-5 (impreso)

1. Arquitectura y clima. 2. Arquitectura y conservación de la energía 3. Arquitectura tropical. I. Título.

El Documento **Diseño Bioclimático para escuelas rurales del MINED**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: biblioteca@itca.edu.sv

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-982-6-5 (impreso)

Año 2011

INTRODUCCION	7
1.0 GENERALIDADES	9
1.1 ANTECEDENTES.....	9
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.3 JUSTIFICACIÓN	11
1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:	11
1.5 OBJETIVOS:	11
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	12
1.6.1 ALCANCES	12
1.6.2 LIMITACIONES.....	12
2.0 MARCO TEÓRICO	14
2.1 FUENTES DE ENERGÍA NATURALES.....	14
2.1.1 TEMPERATURA	15
2.1.2 FLUJO DE VIENTOS EN EL PAÍS.....	15
2.1.3 PROYECCIÓN DE LA LUZ SOLAR EN EL PAÍS	16
2.1.4 CONDICIONES DE LLUVIAS EN EL PAÍS	18
2.2 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA LUZ SOLAR	19
2.2.1 MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	20
2.2.2 VENTAJAS DEL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	21
2.2.3 PROYECCIONES DEL COSTO FUTURO	22
2.3 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA	22
2.3.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	22
2.3.2 VENTILACIÓN NATURAL DE INTERIORES.	23
2.4 APROVECHAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA	24
2.5 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.....	27
2.6 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON PROPIEDADES BIOCLIMÁTICOS	29
3.0 DISEÑO BIOCLIMÁTICO DEL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR	33

3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1.1 SELECCIÓN DEL CENTRO ESCOLAR	33
3.2 VISITA TÉCNICA AL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR	35
3.2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	38
3.2.3 PLANO TOPOGRÁFICO OBTENIDO.....	40
3.3 DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	41
3.3.1 PROPUESTA DE DISEÑO.....	41
3.4 REVISIÓN DE AVANCES EN DISEÑO BIOCLIMÁTICO	43
3.6 CARACTERÍSTICAS DE MICRO TURBINAS.....	44
3.7 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES	45
3.7.1 COSTO DE PANELES SOLARES	46
3.7.2 COTIZACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA	46
3.8 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN ESCUELA BIOCLIMÁTICA	47
3.9 RESULTADOS OBTENIDOS.....	47
4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
4.1 CONCLUSIONES:.....	50
4.2 RECOMENDACIONES:	50
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	52
A N E X O S	53
ANEXO No. 1.....	53
ANEXO No. 2.....	58
ANEXO No. 3.....	61

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta la investigación realizada respecto al concepto de diseño Bioclimático para centros educativos ubicados en zonas rurales, se desarrolla como una necesidad de aprovechar las condiciones del clima y su entorno, proponiendo un método de acondicionamiento ambiental basado en el análisis de las condiciones climáticas de los diferentes lugares del país y contrastarlas con las demandas de confort de los estudiantes salvadoreños.

Una concepción Bioclimática Arquitectónica, proporciona soluciones con la implementación de nuevos diseños, materiales constructivos y la aplicación de nuevas tecnologías, que permiten pasar de edificaciones que surgen intuitivamente y van evolucionando en el tiempo, a diseños donde se puede saber antes de la construcción su comportamiento frente a las condiciones ambientales. Cuando se diseña una edificación, uno de los aspectos primordiales es lograr integrar el bienestar térmico, la ventilación, la iluminación natural y el aislamiento acústico, siendo esencial para el aprendizaje y la productividad.

La presente investigación está dirigida a desarrollar un Diseño Bioclimático para el Centro escolar El Mirador ubicada en el cerro el Mirador, jurisdicción de la ciudad de Santa Ana; el objetivo de la investigación es presentar un diseño del centro escolar; Juego de planos constructivos y maqueta; involucrando para ello, estudiantes de la carrera de Técnico en Arquitectura e Ingeniería Civil, que cuentan con conocimientos respecto al diseño Bioclimático. Por lo tanto, la presente investigación pretende considerar las condiciones del clima y aprovechamiento de energía renovables que se puedan considerar en proyectos de construcción o remodelación de Centros Escolares, ubicados en zonas rurales.

En el Capítulo I, se exponen las generalidades de la investigación, así como la justificación, los objetivos que se persiguen los alcances y limitaciones.

En el Capítulo II, corresponde a la exposición de conceptos básicos y criterios aplicados relacionados a la arquitectura Bioclimática.

En el Capítulo III, comprende el desarrollo del tema de las Energías Renovables y la aplicación de dichas energías alternativas en nuestro proyecto de investigación.

En el Capítulo IV, se exponen las conclusiones a las que se llegó como equipo investigador y además se sugieren ciertas recomendaciones para con la construcción del proyecto.

Capítulo 1

GENERALIDADES

1.0 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Se tiene conocimiento que los primeros usos referente del Sol que el hombre empleó fueron para propósitos simbólicos y religiosos; sin embargo, ya desde la antigüedad, en correspondencia con el escaso dominio de la ciencia y la tecnología, el hombre se vio precisado adecuar las soluciones arquitectónicas a las condiciones del medio para procurar espacios apropiados para la vida sólo a partir de los recursos naturales disponibles, tal y como sucede a hoy en algunas regiones del planeta.

Un buen ejemplo del aprovechamiento de las condiciones naturales, que en la arquitectura ha podido encontrarse para numerosas ciudades de la antigua Grecia, es que se ordenaban en cuadrícula, donde los espacios habitables eran orientados al sur y relacionados con un patio a través de un pórtico que los protegía del sol alto del verano, a la vez que dejaba penetrar en ellos el sol bajo del invierno. Así, los griegos descubrieron desde muy temprano este elemental principio de diseño bioclimático para regiones frías y templadas del hemisferio norte, que ha sido reiteradamente empleado a lo largo de la historia en disímiles culturas y localizaciones geográficas.

Este principio se utilizó también en la antigua China y en el Imperio Romano (Butti y Perlin, 1985). Los romanos descubrieron, además, el efecto invernadero: usaban en sus baños y termas una especie de vidrio producido a partir de capas delgadas de mica que colocaban en ciertas zonas de las termas, regularmente orientadas al noroeste, buscando la máxima captación solar en horas de la tarde y fundamentalmente durante el invierno (ver imagen No. 1) El Imperio Romano ocupó un vasto territorio en diferentes lugares las cuales se presentaban muchas variaciones en condiciones climáticas, algunas de las cuales, variaban de manera considerable a lo largo del año. En estos casos resultaba muy difícil lograr en todo momento condiciones ambientales interiores apropiadas solo mediante el diseño arquitectónico; se optaba por mover los espacios interiores de las viviendas en las diferentes estaciones (por ejemplo, se recomendaba ubicar el comedor hacia el poniente en invierno), o se construían residencias para usarse por temporadas.

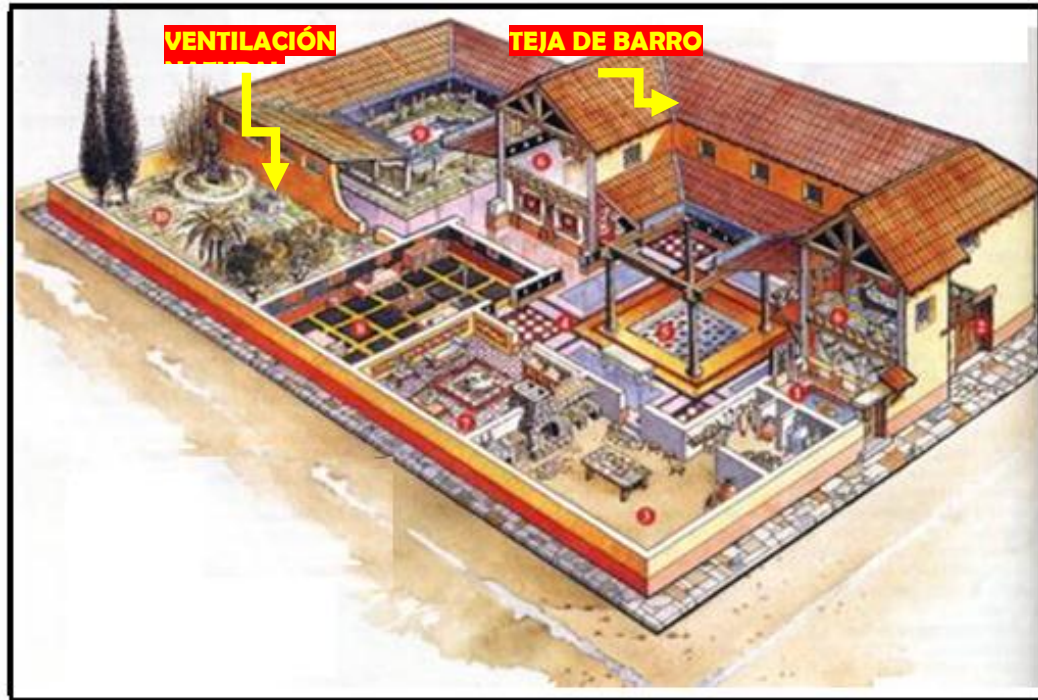


IMAGEN No. 1 DISEÑO DE CASA ROMANA

Fuente: www.arquicity.com

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro medio quien diseña, construye y mantiene los Centros Escolares Públicos es el gobierno de El Salvador por medio del Ministerio de Educación (MINED), El diseño de centros escolares públicos del MINED ofrece un mismo “tipo” para los distintos lugares en donde se construyen, lo cual impacta directamente en el “confort” térmico de la edificación; esto a su vez incide en la funcionabilidad de la misma, aspecto importantísimo en el desarrollo de las actividades académicas de profesores y alumnos. Para ello, como Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, debemos de aportar y contribuir con la aplicación práctica de conocimiento técnico, así como también la presentación de propuestas de mejoramiento de centros escolares específicamente para zonas rurales, explorando e investigando sobre la forma más adecuada de aprovechar los recursos naturales de iluminación y ventilación; valorando así al medio ambiente y de esta manera, mejorar la calidad académica, enseñanza-aprendizaje en centros escolares rurales del país.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Como Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, que promueve la Educación Técnica e Ingeniería en El Salvador, tenemos que velar porque el aprendizaje de la educación de nuestros niños(as), que potencialmente serán el futuro del país, sea integral; nos damos cuenta que esto inicia en su entorno afectivo, psicomotriz y cognoscitivo; por lo tanto, el lugar donde estudian nuestros niños y juventud salvadoreña puede cambiarse mejorando la infraestructura de los centros escolares rurales. Para el caso de nuestra investigación, se ha considerado ***la Escuela el Mirador ubicada en el cerro del mismo nombre, jurisdicción de la ciudad de Santa Ana***, dicho centro escolar no cuenta con la infraestructura mínima para que los niños se desarrollen eficazmente, por lo que, sin temor a equivocarnos, en la actualidad, las instalaciones existentes no brindan las condiciones mínimas necesarias para que se desarrolle un proceso de enseñanza aprendizaje en cuanto a condiciones de confort, para los docentes, personal administrativo y de los niños y niñas.

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Podemos desarrollar un diseño de aulas del tipo Bioclimático capaz de adaptarse a las necesidades propias y reales de la zona rural de nuestro territorio (El Salvador) y que pueda ofrecer así soluciones propias y específicas que conlleven un mejoramiento significativo en cuanto a confort térmico; armonía con la naturaleza y aprovechamiento de energías renovables?

1.5 OBJETIVOS:

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo el diseño bioclimático del centro escolar el Mirador, ubicada en el cerro el mirador, jurisdicción de la ciudad de Santa Ana. Basándose en las condiciones climática de la zona y el análisis del uso de materiales idóneos y que sean armoniosos con el medio ambiente.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar oportunamente una Institución privada o gubernamental interesada en implementar el diseño de la escuela rural con componentes bioclimáticos.

- Promover el proyecto con el MINED y buscar la asesoría de la Dirección de Infraestructura del MINED, para presentarles una alternativa de diseño bioclimático de interés para esta cartera de Estado.
- Realizar el diseño del aula bioclimática con sus planos; especificaciones de materiales; estudio de suelos y el presupuesto. Además se elaborará la maqueta representativa del proyecto.

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1 ALCANCES

- Se ha considerado proponer un diseño bioclimático para el centro escolar el Mirador, presentando una propuesta que incluye, planos constructivos, detalles, y maqueta, para que el MINED, lo considere y dicha propuesta de diseño bioclimático pueda ser construido.
- Se realizaran los estudios e investigaciones correspondientes para determinar las condiciones climáticas en el lugar del centro escolar el Mirador.
- Con la investigación y la propuesta del diseño bioclimático del centro escolar el Mirador, se pretende tener una propuesta de aplicación para diseño bioclimático para otros centros escolares en zonas rurales del país.

1.6.2 LIMITACIONES

- Se trabajara en una propuesta de diseño bioclimático, proponiendo materiales adecuados y la aplicación de energías renovables con la finalidad que el centro escolar el Mirador, sea autosuficiente en cuanto a generar energía eléctrica para su funcionamiento.
- No se elaborara ningún trámite relativo a permisos de construcción.

Capítulo **2**

MARCO TEÓRICO Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

2.0 MARCO TEÓRICO

2.1 FUENTES DE ENERGÍA NATURALES.

Con el acelerado crecimiento de la población y por ende, de las ciudades en el mundo entero, nos lleva casi sin darnos cuenta a consumir cada día más y más recursos naturales. Muy pronto, la capacidad de surtir dicha demanda creciente se agotará, nuestros recursos se debilitan, ya no podemos continuar dependiendo de las energías tradicionales; tenemos entonces que, obligatoriamente, dirigir nuestra mirada hacia las energías alternativas de tipo renovables. Otro elemento importante en esta situación es el debilitamiento económico que aqueja al mundo entero; el desempleo que alcanza niveles inimaginables; el endeudamiento de los países; la poca capacidad de producción de las empresas y otros problemas financieros vuelven insostenible la dependencia para con las energías tradicionales.

Es por eso que, después de planteado el reto en la búsqueda de alternativas de fuentes de energías alternativas de tipo renovables y amigables con el medio ambiente, se pueden aprovechar la energía solar, utilizando paneles fotovoltaicos, que aprovecha la luz solar y la transforma en energía eléctrica y energía luminosa; seguida muy de cerca por la energía eólica, que aprovecha la fuerza del viento para girar turbinas y generar energía eléctrica.

El Salvador se encuentra en la zona climática tropical y ofrece condiciones térmicas similares durante todo el año. Sin embargo, debido a su franja costera a lo largo del Océano Pacífico, ocurren oscilaciones anuales importantes relacionadas con la brisa marina que transporta humedad y calor; debido a lo anterior se tienen dos (2) estaciones en el año bien definidas que son invierno y verano, otro aspecto importante es la influencia de los vientos los cuales se incrementan en los meses de octubre a enero y como tercer aspecto en cuanto al clima es la luz solar, la cual se mantiene casi durante todo el año.

2.1.1 TEMPERATURA

Con base en la información del SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, (SNET/MARN), en el país se registran temperaturas promedio diarias que oscilan entre los 19º grados como la mínima y los 34º grados centígrados como la máxima. Cabe indicar que eventualmente se han registrado temperaturas menores y mayores a las indicadas anteriormente, lo cual se debe a la presencia de eventos climatológicos que afectan al país en ciertas épocas del año.

El análisis e investigación referente a las temperaturas en el país es muy importante conocerlas para considerarlo en la Arquitectura Bioclimática. Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar, se distinguen las siguientes tres zonas térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año.

De 0 a 800 metros

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de (32 a 22) ° C en las planicies costeras y de (32 a 22) ° C en las planicies internas.

De 800 a 1,200 metros

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de (22 a 20) °C en las planicies altas y de (21 a 19) ° C en las faldas de montañas.

De 1,200 a 2,700 metros

De (20 a 16) ° C en planicies altas y valles, de 21 a 19 en faldas de montañas y de (16 a 10) ° C en valles y hondonadas sobre 1,800 metros.

NOTA: La mayor elevación existente en El Salvador se encuentra en el Pital, departamento de Chalatenango, con 2,700 metros de elevación sobre el nivel del mar.

Fuente: Pagina Web del SNET

2.1.2 FLUJO DE VIENTOS EN EL PAÍS

El Salvador está situado en la parte Norte del cinturón tropical de la Tierra, de tal modo que en noviembre y octubre se ve influenciado principalmente por vientos del Noreste, que nos traen aire fresco originado en regiones polares de Norteamérica, pero calentado en gran medida al atravesar el Golfo de México.

Con base a la información del flujo de vientos que reporta el SNET/MARN; en nuestro país se tiene un mapa de flujos de viento (ver imagen 2), en el cual se presenta los flujos de viento

débiles para la mayor parte del año con incrementos en los meses de octubre a enero, generalmente se tiene la influencia de sistema de Alta Presión (mayores de 1025 milibares), lo cual genera vientos del Norte moderados a fuertes, sobre el territorio nacional con velocidades los 30 a 50 kilómetros por hora, con ráfagas ocasionales de 60 a 80 kilómetros por hora. Lo cual influye significativamente en las variaciones de temperaturas para estas épocas del año.

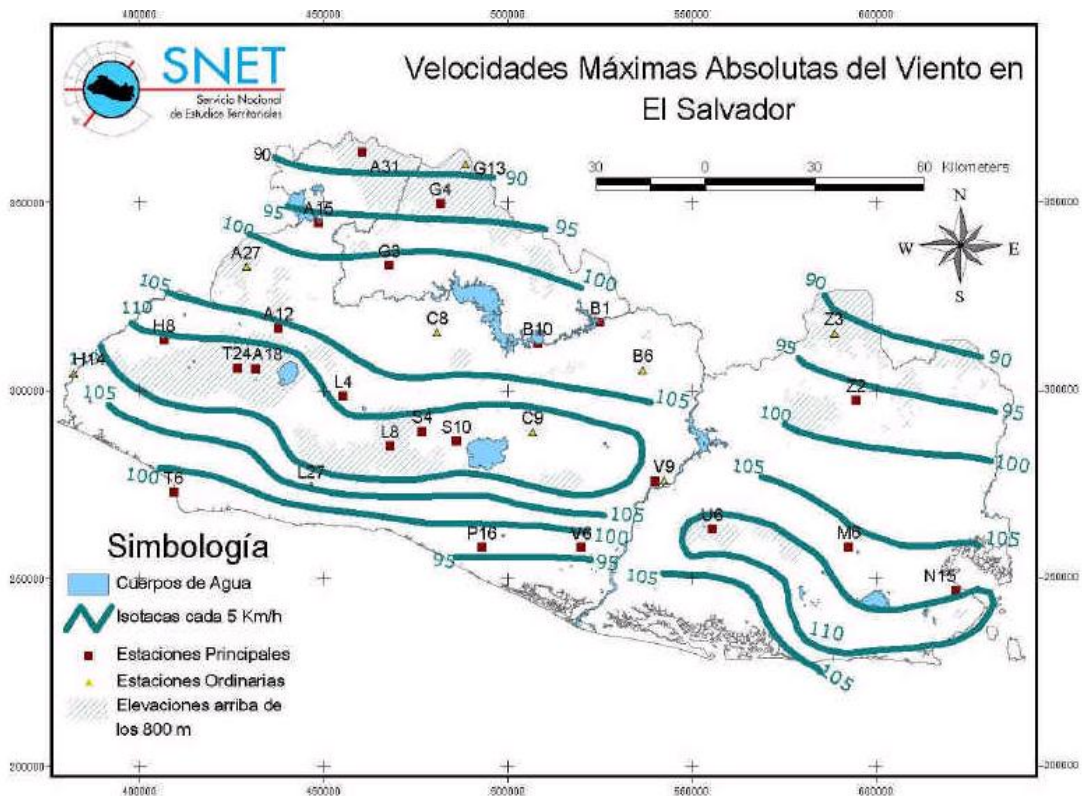


IMAGEN No. 2 MAPA DE VIENTOS DOMINANTES OCURRENTES EN EL SALVADOR
FUENTE: Pág. WEB SERVICIO NACIONAL TERRITORIAL SNET.

2.1.3 PROYECCIÓN DE LA LUZ SOLAR EN EL PAÍS

Debido que nuestro país, se ubica en una zona tropical, se goza de luz solar casi durante todo el año, generando una radiación solar en todo el territorio, lo cual relacionado con la altitud, tenemos variaciones de temperatura entre (16-32) °C (ver imagen No. 3).

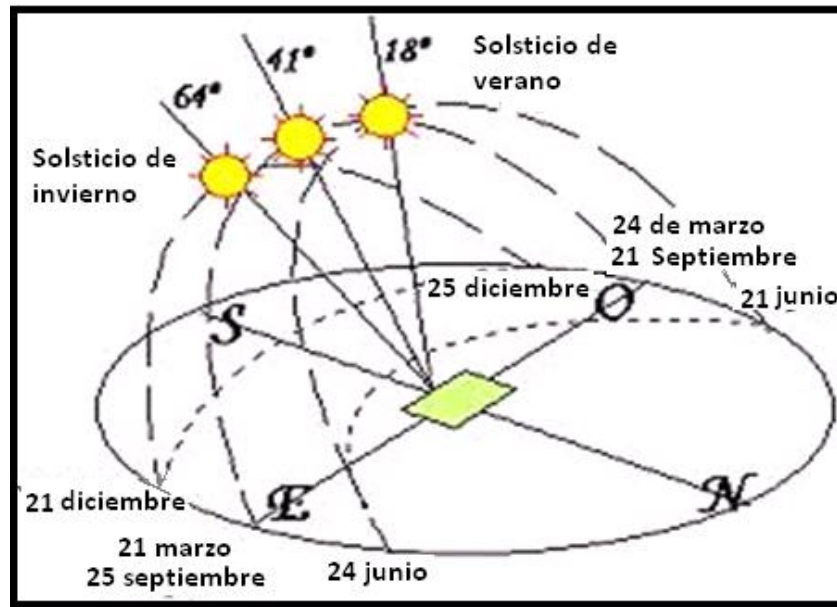


IMAGEN No. 3
PROYECCIÓN DE LA LUZ SOLAR EN LA ZONA DE EL SALVADOR.

El Solsticio de Verano, El 21 de junio se celebra, en el hemisferio norte, el día más largo del año. Los agricultores dan gracias por el verano, las cosechas, las frutas y por disponer de más horas para cumplir con sus tareas y entregarse también a la diversión. ¿Cuál es el motivo de esta festividad? Nada menos que el Solsticio de Verano, la única fecha en el año en que el día cuenta con más horas.

La Tierra en su movimiento alrededor del Sol experimenta una ligera inclinación en su eje de rotación, que ocasiona una diferencia en la cantidad de irradiación de la luz solar en su superficie.

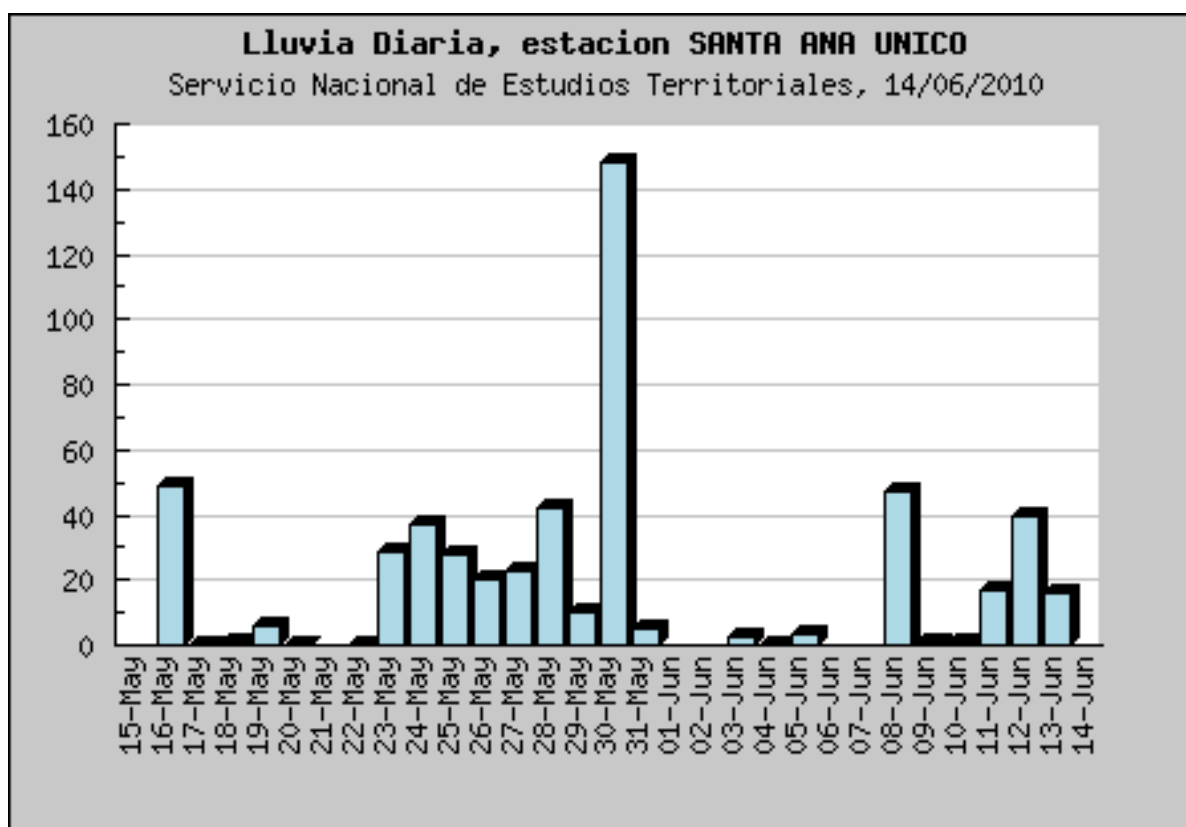
Con un ángulo de 23 grados y 27 minutos, el hemisferio norte obtiene este día el mayor número de horas de luz solar, o lo que es igual, este será el día más largo del año.

La declinación del Sol se mantiene durante varios días casi sin moverse; de ahí el nombre de Solsticio que viene del latín "sol staticus", que significa "sol quieto".

A estos días extremos en la posición del Sol se les llamó solsticios de verano e invierno, los cuales ocurren los días 21 de junio y 21 de diciembre respectivamente. Estas fechas corresponden al hemisferio norte, pues en el sur es al contrario.

2.1.4 CONDICIONES DE LLUVIAS EN EL PAÍS

El Salvador tiene dos estaciones: la seca (noviembre-abril) y la lluviosa (mayo-octubre). Además, el país se ve afectado por la estación de huracanes del Caribe (junio-noviembre). Las frecuentes tormentas tropicales y huracanes aumentan el caudal de los ríos locales, afectando algunas de las áreas con inundaciones. Los huracanes más destructivos que han afectado a El Salvador son: Fifi (1974), Gilbert (1988), Andrew (1992), Mitch (1998), Stan (2005) y Félix (2007). El Huracán Ida y una baja presión en noviembre de 2009 registró una lluvia de 522 mm en solo cuatro horas, en el año 2010 Agatha afectó en el mes de mayo y junio lo cual acumuló 574 mm (ver cuadro No. 1), y en el año 2011 la Depresión tropical Doce-E dejó acumulados de más de 1,200 mm en 5 días, debido a las variaciones del cambio climático, el país se ve afectado por un incremento significativo de precipitación pluvial.



**CUADRO No. 1 REGISTRO DE LLUVIA MES DE MAYO Y JUNIO/ 2010,
ESTACIÓN SANTA ANA - SNET**

2.2 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA LUZ SOLAR

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica. Esta definición de la energía solar fotovoltaica, aunque es breve, contiene aspectos importantes sobre los cuales se puede profundizar. La energía solar se puede transformar de dos maneras, estas serían:

La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor. A la energía obtenida se le llama energía solar térmica. La transformación se realiza mediante el empleo de colectores térmicos.

La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad. A la energía obtenida se le llama energía solar fotovoltaica. La transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos los cuales reciben directamente los rayos del sol y esa energía la transforman en corriente directa, a través de un efecto fotovoltaico, El choque libera los electrones y provoca la corriente directa que posteriormente sale por conductores para almacenarse en las baterías.

La energía almacenada en las baterías o generadores, pasa por un aparato llamado inversor, cuya función es transformarla corriente directa en alterna de 120 voltios, la cual se utiliza en los hogares. Los paneles tienen una vida útil promedio de 10 años (ver imagen No. 4), mientras que las baterías, de 20 años.



IMAGEN No. 4 PANELES SOLARES SOBRE UN TECHO DE TEJA

Los paneles fotovoltaicos generan electricidad incluso en días nublados, aunque su rendimiento disminuye. La producción de electricidad varía linealmente a la luz que incide sobre el panel; un día totalmente nublado equivale aproximadamente a un 10% de la intensidad total del sol, y el rendimiento del panel disminuye proporcionalmente a este valor.

2.2.1 MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO.

Las instalaciones Fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo, que se reduce a las siguientes operaciones:

a-Paneles: Requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración. Es conveniente hacer una inspección general 1 o 2 veces al año para asegurarse de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua y algún detergente no abrasivo.

B.-Regulador: La simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las fallas sean escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes: observación visual del estado y funcionamiento del regulador, comprobación de la conexión y cableado del equipo, observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro, los cuales dan un índice del comportamiento de la instalación.

c.- Batería: Es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida de su duración-

A continuación se muestra los elementos del sistema de transformación de energía solar a eléctrica.

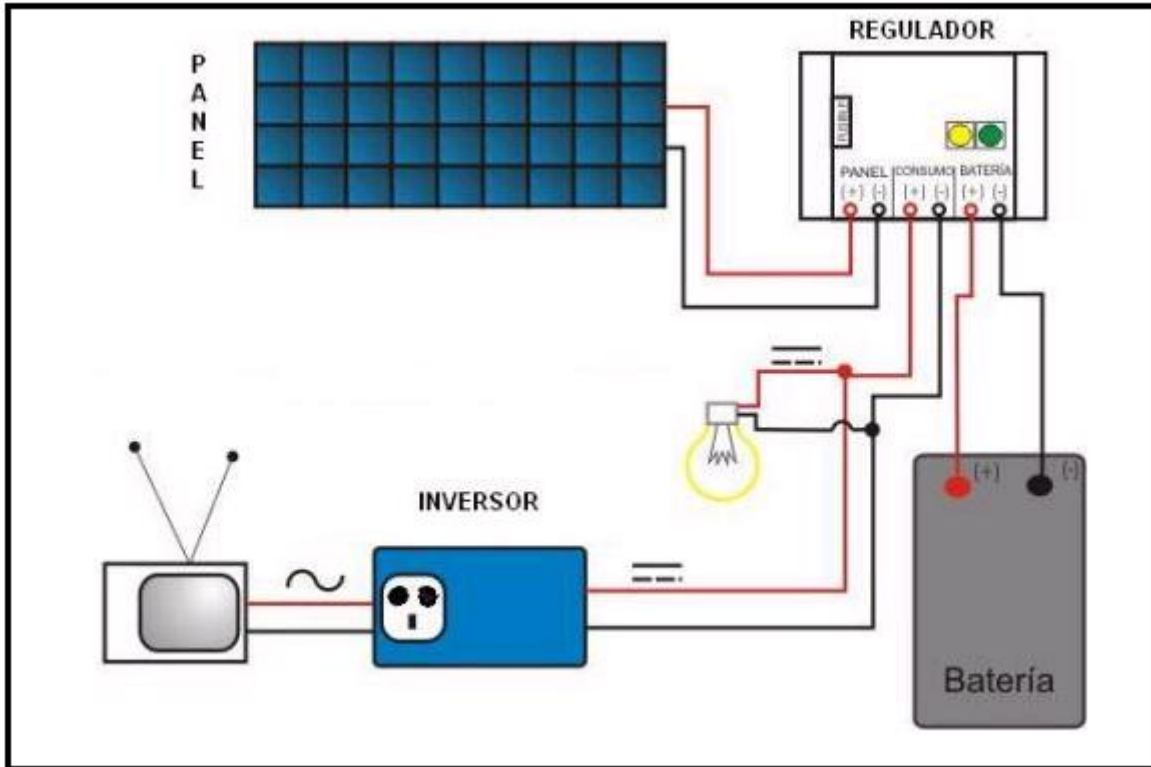


IMAGEN No. 5 DISPOSITIVOS DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR A ELÉCTRICA.
Fuente: SOLAR TECHNOLOGY ENERGÍA SOLAR, EL SALVADOR

2.2.2 VENTAJAS DEL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

- Las fuentes renovables de energía, dada su dispersión y baja capacidad son ideales para ser aprovechadas en forma descentralizada.
- No son contaminantes, no contribuyen al efecto invernadero y son consistentes con las políticas de protección al medio ambiente.
- Son adecuadas para localidades y/o establecimientos que por su ubicación requieran ser autosuficientes en su abastecimiento energético.
- En el futuro pueden incrementarse las tarifas energéticas y el invertir en energía renovable es un gasto de inicio pero a futuro se convierte en inversión.
- Retorno rápido de inversión.
- Se puede instalar en casi cualquier tipo de construcción.
- Año con año ha ido teniendo un crecimiento sostenido.

2.2.3 PROYECCIONES DEL COSTO FUTURO

Un nuevo método de fabricación de paneles solares costará tan sólo 1 dólar por vatio. El método fue desarrollado por la Universidad Estatal de Colorado, USA, y está siendo llevado a cabo por AVA Solar Inc., que planea entrar en producción el año próximo. Con este nuevo sistema el costo de los paneles solares bajará de forma dramática, y así también la energía solar en general, será mucho más sencillo y barato poder contar con energía eléctrica generada por la energía solar.

2.3 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA

2.3.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El viento como fuerza motriz existe desde la antigüedad y en todos los tiempos ha sido utilizado como tal, como podemos observar.

Así, ha movido a barcos impulsados por velas o ha hecho funcionar la maquinaria de los molinos al mover sus aspas. Pero, fue a partir de los ochenta del siglo pasado, cuando este tipo de energía limpia sufrió un verdadero impulso. La energía eólica crece de forma imparable a partir del siglo XXI, en algunos países más que en otros. Su auge en parques eólicos es debido a las condiciones tan favorables de las corrientes de viento, también se están utilizando micro turbinas para generar energía eléctrica en viviendas (ver imagen No. 6).

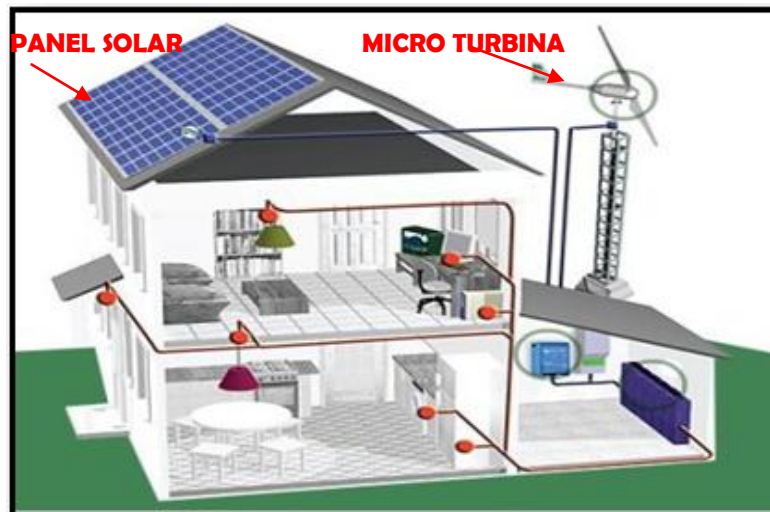


IMAGEN No. 6 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA

Ventajas:

- Es un tipo de energía renovable ya que tiene su origen en procesos atmosféricos debidos a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol.
- Es una energía limpia ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.
- No requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO₂), por lo que no contribuye al incremento del efecto invernadero ni al cambio climático.
- Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables.
- Su utilización combinada con otros tipos de energía, habitualmente la solar, permite la autoalimentación de viviendas, terminando así con la necesidad de conectarse a redes de suministro, pudiendo lograrse autonomías superiores a las 82 horas, sin alimentación desde ninguno de los 2 sistemas.
- Posibilidad de construir parques eólicos en el mar, donde el viento es más fuerte, más constante y el impacto social es menor, aunque aumentan los costes de instalación y mantenimiento. Los parques offshore son una realidad en los países del norte de Europa, donde la generación eólica empieza a ser un factor bastante importante.

2.3.2 VENTILACIÓN NATURAL DE INTERIORES.

Para ventilar el interior de una habitación, se propone un diseño de techos (ver imagen No. 7), en el cual se aprovecha la ventilación natural, en los interiores de la habitación, el aire caliente tiende a subir y con el flujo constante de aire fresco de vientos predominantes, se logra mantener un confort térmico en el interior. Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir se alcanza el equilibrio térmico. Cabe indicar que los vientos predominantes en nuestro país se realizan en sentido de norte a sur y viceversa, por lo tanto es importante orientar los techos en las orientaciones antes indicadas para aprovechar la ventilación natural

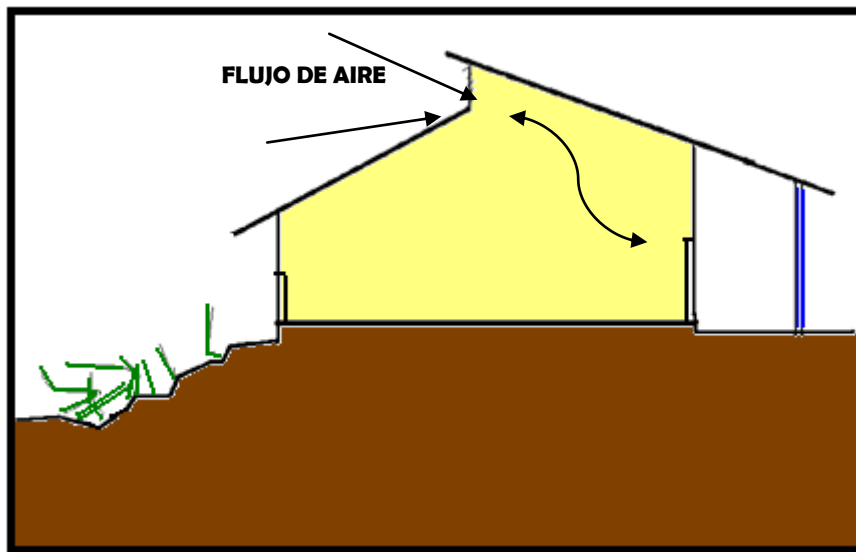


IMAGEN No 7 DISPOSICIÓN DE TECHO SACAR FÁCILMENTE EL AIRE CALIENTE

Orientación de la edificación: se dispone a partir de que se conoce el flujo dominante norte-sur, en el lugar y tomando muy en cuenta para las proyecciones de soleamiento para todo el año en el terreno. Otro aspecto importante a considerar es la disposición de árboles: actuando como barreras y/o corta soles naturales para con el sol oriente y poniente, en aras de procurar el confort térmico en los espacios internos.

2.4 APROVECHAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA

Hoy en día, el papel del agua lluvia en las ciudades se está replanteando. En efecto, el agua lluvia está pasando de considerarse un desecho, del cual hay que deshacerse lo antes posible, en lugar de considerarse un recurso (Vishwanath, 2001; De Graf, Van der Brugge y Lankester, 2007; Fletcher, Mitchell y Delectic, 2007).

La Tierra es una gigantesca masa de agua con un volumen total de 1,4 millones de Km³, sin embargo, solo un 3% de esta es agua dulce, y la mayor parte se encuentra congelada en los glaciares. (ver imagen No. 8).

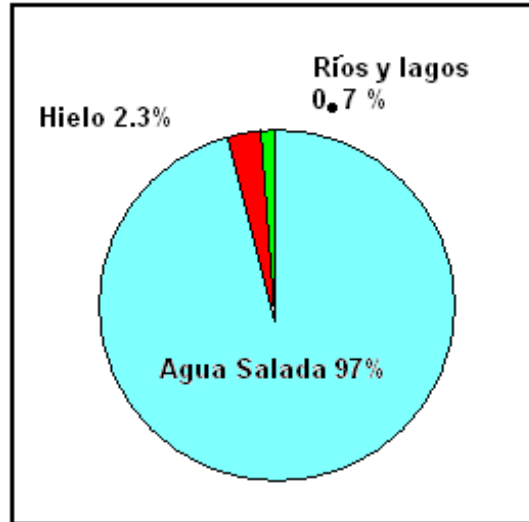


IMAGEN No. 8 DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL GLOBO TERRESTRE
 Fuente: Analisis de Situacion Mundial del Agua, UNESCO, 1999.

Por otro lado, el agua que tenemos en lagos y rios presenta niveles de contaminacion muy elevados. Ademas, no podemos dejar de mencionar la creciente demanda de agua potable que existe en las ciudades

En una escuela, tan sólo un tercio del agua que consumimos necesita ser potable, pudiendo utilizar **agua de lluvia o agua reciclada**, para el resto de usos, tales como descarga de cisternas, riego, limpieza de ropa, limpieza de utensilios, etc. Obviamente, el agua potable seguirá siendo imprescindible en usos alimentarios o de higiene personal, pero el objetivo de reducir 2 tercios el uso de agua potable, es algo más que interesante para todos y por ello están apostando fuertemente los gobiernos estatales y regionales.

La recolección de aguas lluvias para usos domésticos representa una práctica interesante, tanto económicamente para el consumidor como ambientalmente para el planeta (ver imagen No. 9).

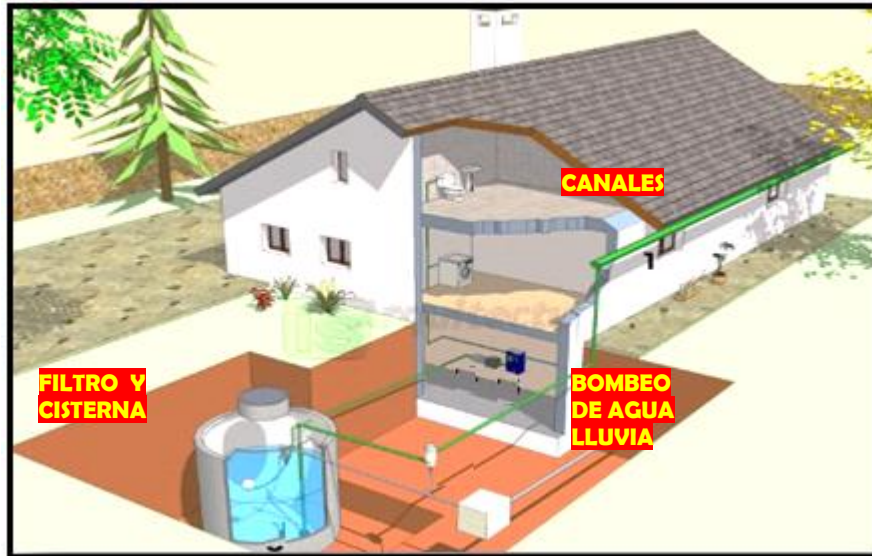


IMAGEN No. 9 ESQUEMA DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA

FUENTE: Aguapur S.A., España, 2008

El primer elemento es el lugar de recogida, que será el **tejado**, inclinado o plano. El segundo elemento serán las **canaletas** que recogen el agua que les provee el techo y la llevan a una cisterna de almacenamiento. Es importante que contenga algún tipo de filtro para que el agua que se almacene este limpia de elementos extraños, como hojas o restos vegetales.

El tercer elemento es la **cisterna de almacenaje**, esta puede estar enterrada, pero deberá ser accesible para su limpieza, si fuera necesario. Requiere un grifo de salida para evitar derrames y para poder extraer el agua para una limpieza.

Por ninguna razón debe retirarse el filtro. No es aconsejable la descarga del agua de lluvia al aljibe (cisterna) sin un buen filtro. Siempre el filtrado se efectúa antes de que el agua llegue al depósito de recogida, de forma que la suciedad no entre en el mismo.

Es muy importante la cisterna que no esté ubicada a los rayos del sol, que irá en contra de la calidad del agua, por ello la mejor opción es ubicarla en un sótano o enterrada. La aplicación de estos sistemas de recolección, convierte en gran medida proyectos de construcción mucho más amigables con el medio ambiente.

2.5 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

En el país se han realizado diseños bioclimáticos, aplicados principalmente a construcciones de centros comerciales, en los cuales se aprovecha la iluminación y la ventilación natural entre las más recientes construcciones de centros comerciales aprovechando estos recursos naturales, podemos mencionar La Plaza Merliot, ubicada en ciudad Merliot, Santa Tecla y La Plaza Mundo, ubicada en Soyapango.

Como **Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE**, se han realizado el diseño y construcción de aulas bioclimáticas, específicamente el año 2008 se realizó el proyecto de **CLIMATIZACIÓN DE ESPACIOS ARQUITECTÓNICO INTERNOS POR MEDIOS BIOCLIMÁTICOS**, efectuado en las instalaciones del Centro Regional de Santa Ana, ITCA FEPADE.



IMAGEN No. 10 UBICACIÓN DE SANTA ANA EN MAPA DE EL SALVADOR.

Esta investigación partió del estudio realizado en la infraestructura del aula de construcción normal (ver a continuación fotografía No. 1), ubicada al costado Sur, de las instalaciones del Centro Regional de Santa Ana, ITCA FEPADE, en la cual se monitoreo las temperaturas internas en el aula en la época de verano y se registraron temperaturas de 32º centígrados, por lo tanto se consideró un diseño bioclimático (ver fotografía No. 2), modificando el aula normal existente aplicando los diseños bioclimáticos los cuales han sido muy funcionales en cuanto a iluminación y ventilación (ver fotografía N0. 3).



FOTOGRAFÍA No. 1 AULA C-101, CONSTRUIDA EN REGIONAL ITCA FEPADE SANTA ANA



FOTOGRAFÍA No.2 MAQUETA DE AULA BIOCLIMÁTICA, PARA ITCA FEPADE SANTA ANA



FOTOGRAFÍA No.3 AULA BIOCLIMÁTICA CONSTRUIDA EN ITCA FEPADE SANTA ANA

Los resultados obtenidos en cuanto a mejoramiento del ambiente interno del aula según el estudio realizado fueron favorables y en conclusión la remodelación que se hizo al aula contribuyó a mejorar la temperatura del ambiente interno, obteniendo un mejor confort para los usuarios del aula (ver fotografía No. 4).

Este ha sido nuestro primer estudio relacionado con la infraestructura bioclimática por lo que se considera necesario realizar una ampliación de este estudio y ampliar los datos del proyecto para proveer de una solución integral en el desarrollo de la arquitectura bioclimática aplicada a las escuelas en este caso de centros escolares públicos.



FOTOGRAFÍA No. 4 VISTA INTERIOR DEL AULA BIOCLIMÁTICA EN ITCA-FEPADE SANTA ANA

2.6 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CON PROPIEDADES BIOCLIMÁTICOS

En el mercado nacional existen diferentes tipos de bloques con los cuales se pueden construir paredes externas e internas, dentro de estos tenemos los siguientes:

a Bloques de barro tipo celo-block

Poseen una inercia térmica muy baja; excelente aislamiento térmico; combina con la naturaleza; buen intercambio higrométrico (ver fotografía No. 5).



FOTOGRAFÍA No. 5 COLOCACIÓN DE BLOQUE DE BARRO

b Tejas de barro

Las tejas de barro son elementos de cobertura para colocación discontinua sobre tejados en pendiente (ver imagen No. 11). Se pueden definir como piezas obtenidas mediante prensado o extrusión, secado y cocción, de una pasta arcillosa, que se utilizan para la realización del elemento.

Su gran versatilidad contribuye a la obtención de tejas con formas diversas. La adición de aditivos y la aplicación de tratamientos superficiales (engobes, esmaltes, etc.) permiten obtener diferentes coloraciones y acabados. La cubierta protege la parte superior de la edificación contra los fenómenos climáticos: de viento, lluvia, nieve, frío y calor.



IMAGEN No. 11 EDIFICACIÓN CON CUBIERTA CON TEJA DE BARRO

Las funciones que cumplen las cubiertas de tejas de barro son:

- Aislamiento térmico.
- Resistencia a heladas.
- Resistencia al fuego.
- Aislamiento acústico.
- Estética y armonía con el paisaje.
- Respeto al medio ambiente.

Todas estas funciones se realizan de modo continuo en toda la superficie de la cubierta y también en los puntos singulares.

Por tanto se puede decir que la teja cerámica es el material idóneo para emplear en la cubierta inclinada de cualquier edificación.

c Ventanas

Ventanas: de celosía de vidrio polarizado y aluminio tipo pesado, para minimizar el impacto térmico de la luz solar hacia el interior de los espacios.



IMAGEN No. 12
VENTANA DE CELOSÍA DE VIDRIO TIPO SOLAIRE

Capítulo **3**

DISEÑO BIOCLIMÁTICO DEL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR

3.0 DISEÑO BIOCLIMÁTICO DEL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR

3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Como parte de la responsabilidad de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA –FEPADE, en el área de Investigación y Proyección Social, se planteó la necesidad de mejorar las condiciones de infraestructuras de centros escolares, ubicados en zonas rurales, debido a las condiciones no favorables que algunos centros escolares presentan, en el desarrollo de la enseñanza-aprendizaje de la niñez salvadoreña. Al respecto a inicios del año 2010 se sostuvo una reunión con personal del MINISTERIO DE EDUCACIÓN (MINED), específicamente con el Arq. Herbert Armas Guerrero, de la Gerencia de Infraestructura, para plantearles el propósito de nuestra investigación, sus objetivos, alcances, limitaciones y resultados esperados, que juntamente daríamos seguimiento mediante reuniones de avance programados para el desarrollo del mismo.

3.1.1 SELECCIÓN DEL CENTRO ESCOLAR

Con el visto bueno del MINED, se inició una búsqueda conjunta, en la zona de occidente del País, la cual se realizó en los municipios de: Acajutla, Texistepeque, el Sompopo y Santa Ana; luego el MINED, aprobó que la escuela a evaluar técnicamente y más viable es el centro escolar El Mirador, ubicada en la zona conocida como Cerro El mirador, del Municipio de Santa Ana (ver fotografía No. 6).

Nuestra investigación se basó en conocer las condiciones naturales que ocurren en la zona del centro escolar El Mirados, tales como: la cantidad de lluvia, temperaturas, la radiación solar y velocidad de vientos.

Para el desarrollo de la investigación participaron docentes y alumnos de la escuela de ingeniería civil y arquitectura ITCA-FEPADE, en las diferentes actividades de la investigación.



FOTOGRAFÍA No. 6 TIPO AÉREA, DE LA UBICACIÓN DEL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR

FUENTE: Mapas satelitales de Google Earth

Desde el inicio de las actividades, se estableció con personeros del MINED la necesidad de realizar reuniones conjuntas con el objetivo de darle el seguimiento debido a los avances de la investigación; así como también para el dar a conocer y buscar solución a los diferentes problemas encontrados, ya sea del tipo logístico, de seguridad o de acceso a la información.

3.2 VISITA TÉCNICA AL CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR

El día 17 del mes de Marzo de 2010 se realizó una visita técnica al Centro Escolar El Mirador; de parte de la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura estuvieron presentes tres (3) docentes, quienes tenían la misiva de conocer aspectos generales del centro escolar, tales como: vegetación; servicios públicos existentes (agua potable, energía eléctrica, aguas negras, accesos vehiculares y la infraestructura escolar propiamente dicha.

De acuerdo con la información proporcionada por la Directora del centro escolar Lic. Maritza Umaña de Pleytez se imparten clases para los niveles de primero a sexto grado, la “población estudiantil diurna es de 53 niños entre los 4 y 6 años; 19 niños entre 1º. Y 2º. Grado, en total se tiene 72 niños y 57 niños en turno vespertino”, haciendo una población estudiantes y docentes de apropiadamente doscientas (200) personas.

Las construcciones existentes del centro escolar están levantadas con materiales que no brindan seguridad ni confort a los usuarios de la escuela; dichas construcciones consisten en paredes de lámina galvanizada (ver fotografía No. 7); piso de tierra; ventanas de madera con forro de lámina; techo de lámina galvanizada con estructura madera para soportar el mismo (ver fotografía No. 8 y 9).



FOTOGRAFÍA No.7 AULA CON PAREDES DE LÁMINA



FOTOGRAFÍA No. 8

ACCESO A CENTRO ESCOLAR EL MIRADOR



FOTOGRAFÍA No. 9

EL INTERIOR DE UN AULA EXISTENTE

Con base a la visita técnica realizada, se observó que el centro escolar El Mirador, cuenta con energía eléctrica lo cual es utilizado para la iluminación de las aulas aún durante el día, debido a que las aulas no cuentan con ventanas para iluminación y ventilación, lo cual incrementa la temperatura interna de las aulas (ver fotografía No. 10).



FOTOGRAFÍA No. 10 INTERIOR DE AULA

Durante la visita, se tomó la temperatura al interior de las aulas existentes, con la ayuda de un termómetro digital procedimos a registrar dichas temperaturas, las cuales fueron tomadas entre las 9:00 am y la 12:30 m, obteniendo valores entre los 33° C y 37° C.

(Ver tabla No. 1)

TABLA DE TEMPERATURAS EN ESCUELA EL MIRADOR

TEMPERATURA	HORA	FECHA	HUMEDAD RELATIVA
33° C	9 AM	03-mayo-10	62.00 %
35° C	10 AM	03-mayo-10	60.00 %
35° C	11 AM	03-mayo-10	54.00 %
36° C	11:30 AM	03-mayo-10	50.00 %
37° C	12:30 PM	03-mayo-10	47.00 %

TABLA 1 REGISTRO DE TEMPERATURAS

Por otra parte se observó que el agua para uso interno del centro escolar es suministrada por el servicio público, el cual se realiza por medio de camiones cisterna y se llena un tanque elevado para la distribución del agua interna del centro escolar (ver fotografía No.11).



FOTOGRAFÍA No. 11 TANQUE ELEVADO AGUA POTABLE

Por las condiciones descritas anteriormente el centro escolar El Mirador, podemos darnos cuenta que efectivamente éste no reúne las condiciones necesarias para el buen desarrollo de la actividad enseñanza-aprendizaje.

3.2.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El día 6 de Abril de 2010 se programó una visita al centro escolar El Mirador, para realizar un levantamiento topográfico, en la cual participaron un total de siete (7) Alumnos y dos (2) docentes con la intención de conocer la planimetría y altimetría del centro escolar.

En esta actividad se involucraron alumnos de la carrera de Técnico en Ingeniería Civil, quienes en compañía de sus Docentes realizaron el trabajo de medición; cálculo de datos y dibujo de plano topográfico A continuación se muestran las fotografías No. 12 a la 14, de las actividades realizadas en campo.



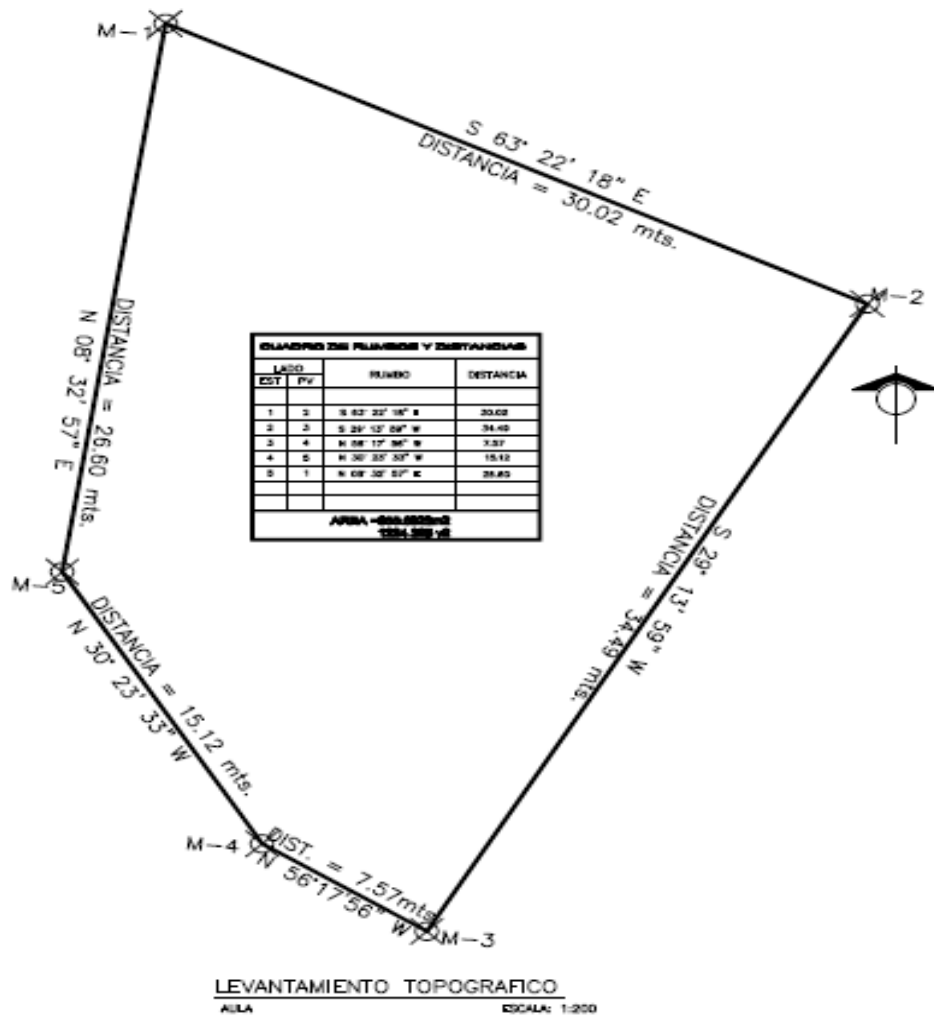
FOTOGRAFÍA No. 12 ALUMNOS REALIZANDO MEDICIONES TOPOGRÁFICAS



FOTOGRAFÍA No.13 y No. 14 ALUMNOS EN EL CERRO EL MIRADOR TRABAJANDO EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO.

3.2.3 PLANO TOPOGRÁFICO OBTENIDO

Se realizaron los cálculos de mediciones y tomando de base esta información se realizó el plano del levantamiento topográfico; dicho plano sirvió de base para elaborar los planos arquitectónicos, entre otros. A continuación se presenta el plano con el levantamiento topográfico:



PLANO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Sin escala

3.3 DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Para el caso de la escuela El Mirador, los materiales con que está construido actualmente el centro escolar no son capaces de absorber y/o mitigar el impacto adverso del clima cálido de la zona.

En la zona donde se ubica el centro escolar, se puede llevar a cabo un proyecto de tipo Bioclimático cambiando y mejorando las condiciones del desempeño docente y el confort térmico para los estudiantes. Parte del análisis bioclimático lo constituyen las características y propiedades de los materiales que se pretende utilizar para llevar a cabo la construcción de aulas bioclimáticas.

3.3.1 PROPUESTA DE DISEÑO

Tomando como referencia el análisis efectuado en las visitas técnicas, referente a las condiciones generales en que se encuentra el centro escolar El Mirador; y considerando la topografía del terreno; la vegetación existente y demás condiciones propias del sitio, así como también el estudio de suelos pertinente (ver anexo No.1), planteamos entonces nuestra propuesta de diseño bioclimático que entre otros aspectos toma muy en cuenta la implementación de energías renovables, como un agregado, el cual, realza notablemente el criterio ambientalista del diseño. (Ver vistas digitalizadas No. 1, 2 y 3).



VISTA No. 1 PANELES SOLARES



VISTA No. 2 SECTOR SUR



VISTA No. 3 SECTOR PONIENTE, CANCHA DE BÁSQUET BALL

3.4 REVISIÓN DE AVANCES EN DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Con el objetivo de trabajar conjuntamente con el MINED, se mantuvieron reuniones periódicas desde el inicio de nuestra intervención para revisar los avances y proponer alternativas de diseño para que el centro escolar sea funcional. En la siguiente fotografía (fotografía No. 15) aparecen personeros del ITCA-FEPADE y el MINED trabajando en el diseño bioclimático.



FOTOGRAFÍA No. 15 REUNIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN ENTRE PERSONEROS DEL ITCA-FEPADE Y DEL MINED. FECHA: JULIO DE 2010

3.5 CARACTERÍSTICAS DE PANELES SOLARES

La energía del tipo fotovoltaico es una alternativa viable en nuestro país; un recurso que se puede explotar muchísimo ya que nuestro territorio posee una condición de soleamiento abundante durante todo el año.

Los paneles solares propuestos en nuestro diseño poseen unas dimensiones de aproximadamente 1.3 metros de largo por 0.70 metros de ancho (ver fotografía No. 16); están diseñados para trabajar a 12 Voltios y 100 Watts de potencia cada uno.

Estos paneles se encargan entonces de capturar la mayor cantidad de energía solar y la envían a los llamados acumuladores o baterías que se encargan de almacenarla.



FOTOGRAFIA No. 16 PANEL SOLAR

3.6 CARACTERÍSTICAS DE MICRO TURBINAS

La energía del tipo eólica es una de las energías llamadas renovables. Esta energía proviene del viento, específicamente de su velocidad y fuerza, la cual, debe de ser de flujo constante, idealmente hablando.

En el caso del centro escolar cerro El Mirador, podemos decir que se tiene cierto potencial eólico, es decir, que se puede explotar esta energía, por medio de micro turbinas, ya que se encuentra ubicado en la parte alta de un cerro, en donde la velocidad del viento, alcanza en ocasiones los 15 Kilómetros por hora aproximadamente, manteniendo un promedio de velocidad de 6 Kilómetros por hora.

Las micro turbinas o también llamados mini aerogeneradores (ver fotografía No. 17), son artefactos similares a una veleta, estas trabajan aprovechando la energía eólica, es decir, la velocidad del viento, la cual, al pasar a través de sus aspas, las hace girar indefinidamente. Al girar, el aerogenerador produce energía eléctrica; trabajan a 48 voltios y 600 Watts de potencia.



FOTOGRAFIA No. 17 MICROTURBINA o AEROGENERADOR

3.7 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Con la finalidad de proponer un sistema de autogeneración de energía eléctrica del centro escolar, se investigó la aplicación de paneles solares, para suministrar energía eléctrica y cotización de precios del sistema de fotovoltaico. El cálculo de energía eléctrica se realizó conjuntamente con personal docente de la escuela de ingeniería eléctrica, considerando lo siguiente:

Detalle de potencia y energía por día.

Descripción	Consumo	Tiempo
4 aulas cada aula con 4 luminarias de 32 Watts	4096 W-h	2 horas
1 refrigeradora 500 Watt	2500 W –h	10 horas
computadoras Desk 450 W	3600 W-h	8 horas
2 luminarias 4X 32 W 256 W	1024 w-h	4 horas
Luminarias bodega y baños 30 W,	15 W –h	½ hora
Copiadora laser 2000 W	2000 W- h	1 hora
2 Lámpara exteriores 65 W	455 W-h	7 horas

Potencia total: 5350 Watts, Energía por día: 13700 Watts –hora. El sistema es autónomo y no toma corriente de la red, las luminarias se encenderán solamente 2 horas.

3.7.1 COSTO DE PANELES SOLARES

Cantidad	Descripción	Precio unitario \$	Precio \$
64	Paneles solare para 12 V y 100 watts	500	32,000
4	Controladores de carga de 40 A	150	600
2	Inversor de 3 KW con entrada de 48 V y salida 120 VAC con forma de onda senoidal pura	1000	2000
20	baterías ciclo profundo	120.0	2,400
	Cables y protectores de cortocircuito		3600
		Total \$	40,600

3.7.2 COTIZACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA

Cantidad	Descripción	Precio unitario \$	Precio \$
56	Paneles solare para 12 V y 100 watts	500	28000.0
3	controladores de carga de 40 A	150.0	450.0
2	Inversor de 3 KW con entrada de 48 V y salida 120 VAC con forma de onda senoidal pura	1000	2000
4	aerogeneradores de 600 W 48 V	1000	4000
	Cables y protectores de cortocircuito		3600
		Total \$	38,050

La escuela contará con alimentación de energía de la red nacional como alternativa, pero la idea es que el sistema fotovoltaico sea capaz de alimentar toda la carga (como un sistema de inyección a red pero sin sincronismo) y utilizar la energía de la red nacional solo cuando su sistema solar no esté funcionando por razones de mantenimiento o en horas de lluvia o falta de iluminación solar en la época de invierno.

Si bien es cierto, de manera aparente, los costos respecto a la implementación de los sistemas de energía renovable son onerosos, hay que hacer notar que en realidad dichos costos representan una inversión en el mediano y largo plazo para el proyecto, es decir, que en determinado momento esta erogación de fondos, se recuperará; y es que la dependencia actual que posee el centro escolar respecto al suministro de energía eléctrica es total, desaprovechando entonces por causa de esa dependencia, los valiosísimos recursos naturales propios del lugar, por lo que, una vez instalados los equipos fotovoltaicos y eólicos dicha dependencia se irá reduciendo paulatinamente, y hasta podría llegar a obtenerse un excedente energético. Con esto se estaría generando entonces la recuperación de la inversión que antes mencionamos.

3.8 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN ESCUELA BIOCLIMÁTICA

Con base al diseño bioclimático propuesto, se elaboró una estimación del presupuesto de construcción para la escuela pública con materiales adecuados, tomando en cuenta el clima de la zona (bioclimáticos). Muy probablemente, si se compara con un presupuesto de un diseño tipo, pueda ser que el presupuesto del diseño bioclimático sea mayor, pero al final se vuelve totalmente una inversión ya es autosuficiente para generar energía eléctrica y el confort y funcionalidad del diseño bioclimático es mucho mejor. (Ver anexo No. 1).

3.9 RESULTADOS OBTENIDOS

- Como resultado se tiene: el documento de diseño bioclimático para centros escolares rurales, elaboración de planos estructurales, eléctricos, de detalles, hidráulicos de una fosa séptica pozo de absorción, desglose de las especificaciones de los materiales a utilizar y el presupuesto de lo que costaría la construcción de una Escuela Pública en la zona rural del occidente con componentes bioclimáticos.
- Se presentara al MINED una propuesta bioclimática para que alguna institución gubernamental o privada que se identifique con en el tema de la infraestructura escolar

bioclimática, y por supuesto un ente financiero internacional que apoye la construcción de escuelas bajo esta modalidad se estaría alcanzando el objetivo principal y razón de nuestra investigación como es mejorar la calidad de vida y de aprendizaje de los niños de escasos recursos económicos a través de la Arquitectura Bioclimática que se relaciona muy bien con el medio ambiente.

- Se logró la incorporación y participación directa de alumnos de las carreras de ingeniería civil y arquitectura desde el inicio de la investigación hasta el final de la misma.
- Mantuvimos contacto con el Arq. José Alí Porras, quien disertó una conferencia de Bioclimatismo en la Asociación de Ingenieros y arquitectos (ASIA), en octubre de 2010. Quien es experto en Bioclimatismo de la Universidad de Costa Rica; y nos proporcionó información pertinente al tema de investigación nuestro.
- Se elaboró una maqueta a escala con la colaboración de los estudiantes de segundo año de la especialidad de arquitectura.
- Como una institución educativa ITCA FEPADE, interesada en mejorar el desarrollo de la enseñanza aprendizaje, presenta una innovación al diseño de centros escolares rurales de El Salvador, con la finalidad de aprovechar las energías renovables y ofrecer un mejor confort a estudiantes y docentes.

Capítulo 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- Debido a las condiciones climatológicas de nuestro país, es factible la aplicación de construcciones bioclimáticas, en este caso para centros escolares de la zona rural.
- La necesidad de aplicación de criterios bioclimáticos en la infraestructura escolar Nacional es imperativo y urgente, para aprovechar los recursos naturales en cuanto a iluminación, ventilación y aprovechamiento de aguas lluvias.
- Si el MINED logra promover este tipo de proyectos y lograr financiamiento de organismos internacionales, se iniciará una reingeniería en cuanto a diseñar bajo estándares bioclimáticos para las escuelas ubicadas en zonas rurales.
- El impulso que necesita la iniciativa bioclimática en el territorio nacional debería ser otorgada por MINED a través de una alianza estratégica con instituciones privadas educativas de el Salvador.

4.2 RECOMENDACIONES:

- Hacemos la recomendación al MINED incluir el aspecto bioclimático como un requerimiento en la formulación de sus proyectos a nivel nacional, aplicándolo a reparaciones, ampliaciones y obviamente en construcciones nuevas.
- Con la finalidad de obtener información real del diseño bioclimático, se recomienda llevar a cabo la construcción del centro escolar El Mirador, considerando la aportación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, para asesorar y acompañar a esta iniciativa de diseño bioclimático.
- Considerar esta investigación como un modelo patrón, para el diseño bioclimático de otros centros escolares, en los cuales es necesario considerar las condiciones locales del clima.
- Promocionar en los centros educativos la importancia del aprovechamiento de energías renovables, a estudiantes y docentes con la finalidad de aplicarlos en diferentes áreas y minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

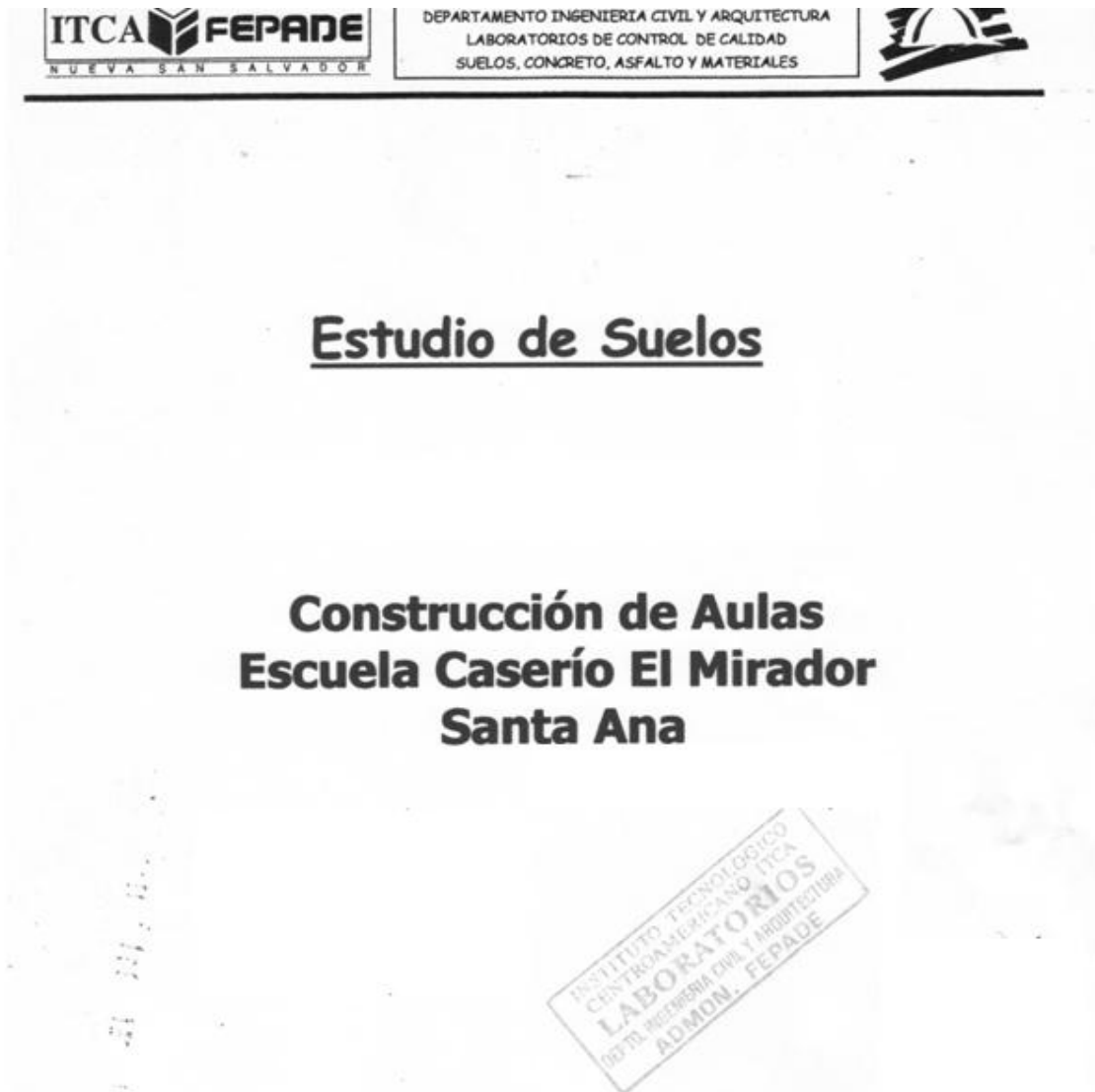
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Vice ministerio de Gestión Institucional Oficina de Infraestructura Educativa
Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos.
Ministerio de Educación
Lima Perú, 2008.
- Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT)
- Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
España, 2008.
- EMPRESA SOLAR TECHNOLOGY
WWW. SOLAR TECHNOLOGY Energía Solar El salvador.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE EL SALVADOR
Gerencia de infraestructura
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE EL SALVADOR
Manual de mantenimiento Escolar, MINED, 2002.

ANEXOS

ANEXO No. 1

VER A CONTINUACIÓN EL ESTUDIO DE SUELOS ELABORADO POR EL PERSONAL DE LABORATORIO DEL ITCA-FEPADE PARA EL CENTRO ESCOLAR CERRO EL MIRADOR, SANTA ANA, EL SALVADOR.





Introducción.

En este informe se presentan los resultados obtenidos en la investigación del subsuelo, donde se proyecta construir aulas anexas a la escuela del Caserío El Mirador, jurisdicción de Santa Ana.

El estudio se realizó a solicitud de la Gerencia de Investigación y Proyección Social, de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. El trabajo desarrollado consistió en la realización de cinco perforaciones o sondeos, empleando equipo de penetración normal (S.P.T), identificados como: S1..., S4, ubicados convenientemente. El propósito de la exploración, es obtener muestras representativas y continuas del subsuelo de la zona para determinar:

- a) identificación y clasificación según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)
- b) Las propiedades índices más representativas: (**porcentajes de arena, contenidos de humedad natural, índice de plasticidad, contenido de materia orgánica**)
- c) La capacidad de carga a cada cincuenta centímetros de profundidad.
- d) La consistencia de los estratos
- e) La estratigrafía.

Trabajo de campo

Se ubicaron y nivelaron los sondeos utilizando un navegador NAVSTAR, inmediatamente se procedió a tomar muestras a cada 50 cm, en cada uno de los puntos seleccionados, utilizando un equipo de penetración normal (S.P.T.), con las características siguientes:

- Peso del martillo = 140 Lbs.
- Altura de Caída = 30"
- Diámetro muestreador = 2"
- Longitud cuchara muestrera = 24"
- Motor Briggs & Stratton = 5 H.P.

La resistencia a la penetración del suelo (N), es el número de golpes de los últimos 0.30 mt. por cada 0.50 mt. penetrados, El procedimiento de ensayo lo establece la norma ASTM D-1586 "Prueba de Penetración Normal y Muestreo de Suelos con Cuchara Partida".

Trabajo de laboratorio

Las muestras obtenidas se trasladaron al laboratorio, para realizarles los ensayos de acuerdo a los procedimientos establecidos en las normas ASTM siguientes:

- D-2488: Descripción clasificación de suelos, Procedimiento visual manual
- D-2216: Determinación del contenido de humedad en el laboratorio
- D-2974: Contenido de materia orgánica
- D-4318: Índice de Plasticidad.
- D-422: Análisis granulométrico.



Resumen de Resultados

De acuerdo a la Penetración Normal y a los ensayos de laboratorio se indican las condiciones del subsuelo siguientes:

Estratigrafía, hasta la profundidad estudiada, se localizan dos tipos de suelo, que según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se identifican como:

- a) Estrato superficial: **arcilla de media plasticidad arenosa**, color café, reconocido con el símbolo **CL**, presentando una consistencia de **blanda a muy compacta**.
- b) A continuación subyace una **arena arcillosa muy densa** (toba) color café claro

Contenidos de Humedad del Suelo (w). los contenidos de agua encontrados, pueden generalizarse así: condición normal < de 30% en el estrato consolidado y condición **saturada** >30% en el estrato superficial.



Índice de Plasticidad. En el estrato superficial se encontró una plasticidad mayor a 10 considerado como de media plasticidad.

Capacidad de carga admisible (q_a) A través de los valores de penetración "N", obtenidos del ensayo de penetración estándar, se calcula la capacidad de carga admisible del suelo los resultados se presentan a continuación.

Capacidad de carga en kg. /cm²

Prof.	S1a		S1b		S4		S2		S3	
901.00	0.40	blando	0.30	blando	1.10	M-compacto				
900.50	0.70	M-compacto	0.40	blando	1.30	compacta				
900.00	1.20	Medio denso	1.40	compacto	3.90	denso				
899.50	>5.00	rechazo	1.60	Muy compacto	>5.00	rechazo	0.50	Blanda	0.40	blanda
899.00			2.70	Medio denso			0.70	Blanda	>500	rechazo
898.50			4.00	denso			>5.00	Muy denso		
898.00							>5.00	rechazo		

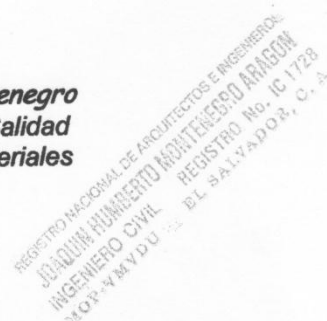
Conclusiones y recomendaciones:

- El suelo predominante, es una arcilla de media plasticidad, mezclada con aproximadamente 35% a 40% de arena; que se considera con propiedades aceptables para cimentar a un metro de profundidad, en cada terraza.
- En el estrato superficial se denota una ligera saturación, pero no es alarmante ya que los sondeos se efectuaron en época altamente lluviosa.
- El estrato segundo presenta una permeabilidad muy baja, debido a la alta consolidación.
- En las áreas de pisos deberá cambiarse 30 cm, del suelo existente por un suelo conocido por tierra blanca, debiendo compactarse hasta alcanzar el 95% del peso volumétrico máximo respectivo.
- Si se proyecta fosa séptica, el pozo de absorción, deberá profundizarse hasta rebasar el estrato consolidado.

Quedamos a la disposición del Ingeniero constructor o de sus representantes para atenderles en cualquier consulta, relacionada con los conceptos vertidos en el presente informe.

Atentamente,

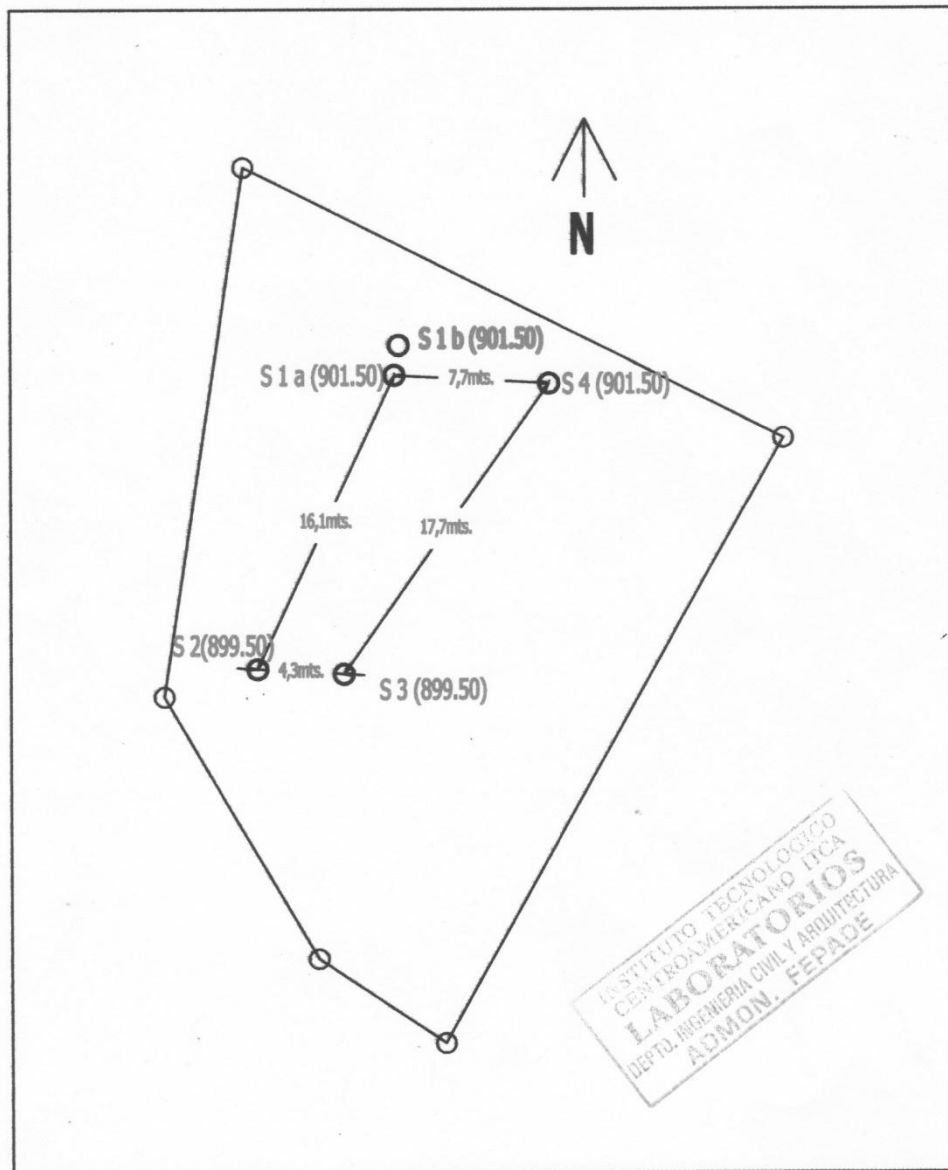
Ing. Joaquín Humberto Montenegro
Jefe Laboratorios Control de Calidad
Suelos Concreto Asfalto y Materiales





UBICACION DE SONDEOS

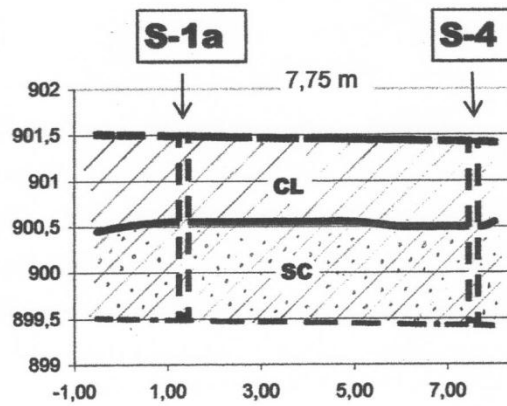
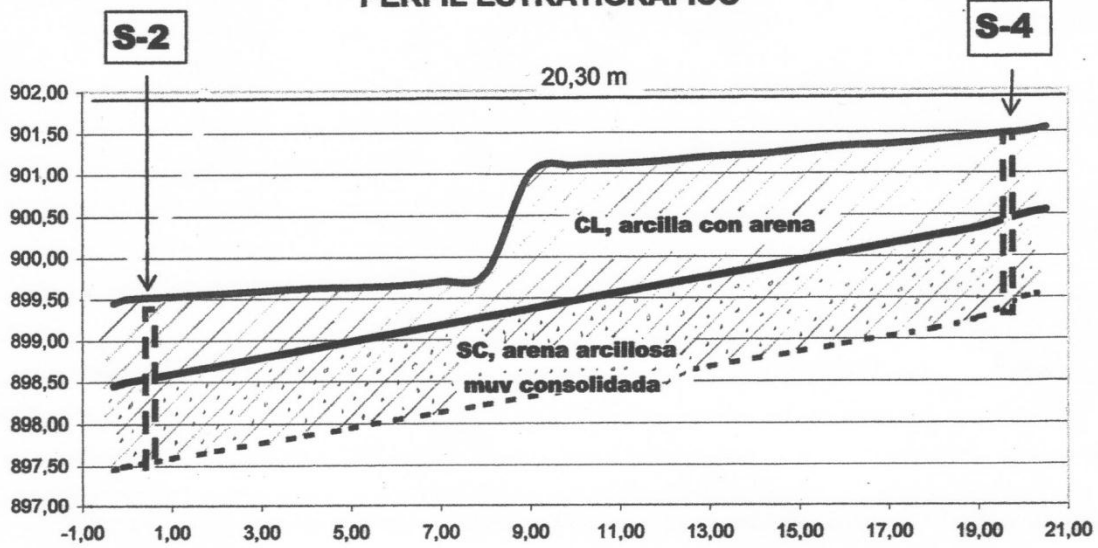
SIN ESCALA





SOLICITANTE : Mined
 PROYECTO : Escuela Caserio El Mirador

PERFIL ESTRATIGRAFICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
 CENTRO AMERICANO ITCA
LABORATORIOS
 DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ADMIN. FEPADE

ANEXO No. 2

El presente presupuesto incluye todas las partidas y subpartidas a desarrollar en la obra física del proyecto bioclimático centro escolar cerro El Mirador. Cabe mencionar que el presupuesto considera en su análisis un imprevisto del 5 % del monto total; además, resaltamos que los costos unitarios analizados son de fecha Diciembre de 2010, aplican para la zona occidental del territorio nacional y recomendamos la actualización de dichos precios para efectos de Licitación del proyecto y demás usos que se estimen convenientes.

PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO BIOCLIMÁTICO DE ESCUELAS RURALES-MINED 2011

No	PARTIDAS	CANTID AD	UNID AD	COSTO UNITARIO	SUB- TOTAL	TOTAL
1.00	Excavaciones					\$914.40
1.01	excavación de SF-1	14.84	m ³	\$9.00	\$133.56	
1.02	excavación de SF-2	6.56	m ³	\$9.00	\$59.04	
1.03	excavación de SF-3	16.50	m ³	\$9.00	\$148.50	
1.04	excavación de SF en dirección y bodega	8.06	m ³	\$9.00	\$72.54	
1.05	excavación de Z-1	23.30	m ³	\$9.00	\$209.70	
1.06	excavación de Z-2	18.14	m ³	\$9.00	\$163.26	
1.07	excavación de Z-3	14.2	m ³	\$9.00	\$127.80	
2.00	Desalojos					\$3,214.69
2.01	Desalojo de material	357.19	m ³	\$9.00	\$3,214.69	
3.00	Relleno Compactado					\$3,677.60
3.01	Relleno Compactado	101.60	m ³	\$20.00	\$121.60	
3.02	Relleno Compactado suelo cemento 20:1	101.60	m ³	\$35.00	\$3,556.00	
4.00	Concreto					\$27,921.68
4.01	Zapata, Z-1 (1.80X1.80)	6.80	m ³	\$350.00	\$2,381.40	
4.03	Zapata, Z-2(1.80X2.10)	5.29	m ³	\$350.00	\$1,852.20	
4.04	Zapata, Z-3(1.30X1.30)	3.55	m ³	\$350.00	\$1,242.15	
4.05	Solera SF-1	0.76	m ³	\$350.00	\$264.60	
4.06	Solera SF-2	1.34	m ³	\$350.0	\$470.40	
4.07	Solera SF-3	1.040	m ³	\$350.00	\$363.83	
4.08	Solera SF-4	0.34	m ³	\$350.00	\$117.60	
4.09	solera SF(dirección)	1.76	m ³	\$350.00	\$616.48	
4.10	Columna, C-1	12.71	m ³	\$450.00	\$5,717.25	
4.11	Columna, C-2	8.09	m ³	\$450.00	\$3,638.25	

4.12	viga 1, V-1	7.88	m ³	\$500.00	\$3,942.00	
4.13	viga 2, V-2	2.48	m ³	\$500.00	\$1,242.00	
4.14	viga 3, V-3	1.38	m ³	\$500.00	\$690.00	
4.15	Gradas	12.00	m ³	\$500.00	\$6,000.00	
5.00	Paredes					\$68,169.00
5.01	paredes de aulas	133.45	m ²	\$150.00	\$20,017.50	
5.02	paredes de dirección	46.01	m ²	\$150.00	\$6,901.50	
5.03	Base de bloque de 15x20x40 con Malla ciclón incluye portón	300.00	ml	\$80.00	\$24,000.00	
5.04	Cerramiento perimetral de malla ciclón con base de bloque de concreto 15x20x40 cm. y solera fundación de 40x25 cm. con dos hiladas enterradas	230.00	ml	\$75.00	\$17,250.00	
6.00	Losa					\$7,115.50
6.01	Losa COPRESA	142.31	m ²	\$50.00	\$7,115.50	
7.00	Techo					\$15,205.31
7.01	techo de dirección	35.00	m ²	\$75.00	\$2,625.00	
7.02	techo de aulas más pasillo	167.74	m ²	\$75.00	\$12,580.31	
8.00	Pisos					\$16,863.35
8.01	piso de aulas primer nivel	107.26	m ²	\$45.00	\$4,826.70	
8.02	piso de pasillo primer nivel	33.01	m ²	\$45.00	\$1,485.45	
8.03	piso de dirección y bodega	22.49	m ²	\$45.00	\$1,012.05	
8.04	piso de aulas segundo nivel	107.26	m ²	\$45.00	\$4,826.70	
8.05	piso de pasillo segundo nivel	33.01	m ²	\$45.00	\$1,485.45	
8.06	acera de dirección	9.08	m ²	\$25.00	\$227.00	
8.07	Zócalo	1.00	SG	\$3,000.00	\$3,000.00	
9.00	Pintura					\$2,871.36
9.01	pintura de dirección	92.02	m ²	\$8.00	\$736.16	
9.02	pintura en aulas	266.9	m ²	\$8.00	\$2,135.20	
10.00	ventanearía de celosía					\$8,100.00
10.01	ventana V-1 (3.25x1.80)	4	u	\$400.00	\$1,600.00	
10.02	ventana V-2 (2.65x1.80)	16	u	\$300.00	\$4,800.00	
10.03	ventana V-3 (2.10x1.50)	2	u	\$250.00	\$500.00	
10.04	ventana V-4 (1.70x1.50)	2	u	\$200.00	\$400.00	

10.05	ventana V-5 (1.50x1.50)	2	u	\$200.00	\$400.00	
10.06	ventana V-6 (1.60x1.80)	2	u	\$200.00	\$400.00	
11.00	Puerta					\$2,401.00
11.01	Puerta prefabricada de madera doble forro	6	u	\$300.00	\$1,800.00	
11.02	Puerta de vidrio de 6mm de espesor con marco de aluminio tipo pesado	1	u	\$300.00	\$301.00	
11.03	Puerta prefabricada doble forro	1	u	\$300.00	\$300.00	
12.00	cielo falso					\$7,421.70
14.01	cielo falso 2º nivel	107.26	m ²	\$20.00	\$2,145.20	
14.02	cielo falso, dirección	22.49	m ²	\$20.00	\$449.80	
14.03	Texturizado aulas de 1º nivel	107.26	m ²	\$45.00	\$4,826.70	
13.00	FOSA SÉPTICA					\$7,000.00
13.01	Fosa séptica	1	SG	\$7,000.00	\$7,000.00	
14.00	INSTALACIONES HIDRÁULICAS					\$3,000.00
14.01	Tanque y tubería,	1	SG	\$3,000.00	\$3,000.00	
15.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1	SG	\$15,000.0	\$15,000.0	\$15,000.00
16.00	SISTEMA FOTOVOLTAICO	1	SG	\$38,050.0	\$38,050.0	\$38,050.00
17.00	Laboratorio de suelos					\$1,000.00
17.01	Estudio de suelos	5	sondeo	\$200.00	\$1,000.00	
18	Terracería					\$20,000.00
18.01	Terracería general, taludes, rellenos compactados y cancha	1	SG	\$20,000.0	\$20,000.0	
19.00	Limpieza					\$2,000.00
19.01	Limpieza	1	SG	\$2,000.00	\$2,000.00	
20.00	Imprevistos 5%	1	SG	\$7,000.00	\$7,000.00	\$7,000.00
					TOTAL	\$256,925.59

ANEXO No. 3

VER JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS IMPRESOS.

LISTADO DE PLANOS Y SU CONTENIDO:

- **PLANO No. 1/7:**
INCLUYE LA PLANTA DE CONJUNTO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- **PLANO No. 2/7:**
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE 1ER. Y 2º. NIVEL FACHADA LATERAL; FACHADA POSTERIOR Y FACHADA FRONTAL
- **PLANO No. 3/7:**
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE OFICINA Y DE SERVICIOS SANITARIOS.
- **PLANO No. 4/7:**
PLANTA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NIVELES 1 Y 2, LUMINARIAS Y TOMAS CORRIENTE, CUADRO DE CARGAS Y SIMBOLOGÍA.
- **PLANO No. 5/7:**
PLANTA DE ACABADOS 1 Y 2 NIVEL. CUADRO DE ACABADOS Y DE SIMBOLOGÍA
- **PLANO No. 6/7:**
PLANTA ESTRUCTURAL Y DE FUNDACIONES
- **PLANO No. 7/7:**
DETALLES ESTRUCTURALES

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.

VALORES

- Excelencia**
- Espiritualidad**
- Comunicación**
- Integridad**
- Cooperación**

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método "APRENDER HACIENDO" es la diferencia
www.itca.edu.sv