

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**”ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA  
PURIFICADORA DE AGUA UTILIZANDO ENERGÍA FOTOVOLTAICA  
UBICADA EN LA COMUNIDAD DE SAN MATEO MACUILXOCHITL,  
OAXACA.”**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**CELINA GUTIÉRREZ VALERIANO**

**MÉXICO, D.F. JUNIO DEL 2012**

**DIRECTOR DE TESIS**

**I.Q. EDUARDO VAZQUEZ ZAMORA**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*Doy gracias a DIOS, el permitirme la realización de este trabajo.*

*Le doy gracias a mis padres por darme la vida:*

*Cornelio Gutiérrez Cuevas y Alicia Valeriano Pantaleón*

*De manera muy especial y con todo mi amor, a mi esposo y compañero que es el pilar para llevar a cabo este trabajo. Por darme el tiempo y espacio necesario:*

*I.Q. Jorge Baños Hernández*

*A mis hijos, de manera especial con todo mi amor:*

*Jorge Baños Gutiérrez y Celina Elvira Baños Gutiérrez*

*Agradezco a mi Director de Tesis, por su tiempo y dedicación en la realización de este proyecto:*

*I.Q. Eduardo Vázquez Zamora.*

*Con todo cariño y agradecimiento a mi JURADO por apoyarme de manera incondicional:*

*PRESIDENTE*

*I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández.*

*SECRETARIO*

*DR. Roberto Mendoza Serna.*

*VOCAL*

*I.Q. Eduardo Vázquez Zamora.*

*SUPLENTE*

*I.Q. Dominga Ortiz Bautista.*

*SUPLENTE*

*I.Q. Marina Caballero Díaz.*

*A todos ellos, mi total reconocimiento.*

*Finalmente agradezco a mis profesores, compañeros y amigos que formaron parte de esta etapa de mi vida.*

***Celina Gutiérrez Valeriano***

***México, D.F. junio del 2012.***



## INDICE

### CONTENIDO

I.	GENERALIDADES.	
1.1.	Resumen.....	6
1.2.	Introducción.....	8
1.3.	Objetivo general.....	9
1.4.	Objetivos específicos.....	9
II.	ESTUDIO DE MERCADO	
2.1.	Definición del producto.....	14
2.2.	Disponibilidad de Materias Primas e Insumos.....	14
2.3.	Área de Mercado.....	15
2.4.	Análisis de la Demanda.....	15
2.5.	Análisis de la Oferta.....	15
2.6.	Balance oferta demanda.....	15
2.7.	Comercialización y precios.....	16
III.	INGENIERIA DEL PROYECTO	
3.1.	Ubicación. Características Físico-Socio-Económicas del Municipio.....	18
3.2.	Tamaño de la Empresa.....	29
3.3.	Requerimiento de Maquinaria y Equipo.....	29
3.4.	Aspectos Tecnológicos del proceso.....	37
3.5.	Equipos e instalaciones fotoeléctricas requeridas en la planta.....	49
3.6.	Requerimiento de Mano de Obra y Personal.....	56
3.7.	Requerimiento de Materias Primas, Insumos Auxiliares y Servicios.....	56
3.8.	Requerimiento de Terreno y Construcciones.....	57
IV.	INVERSIONES	
4.1.	Estimación de la Inversión Fija.....	59
4.2.	Estimación del Capital de Trabajo.....	60
4.3.	Estimación de la Inversión Diferida.....	61
4.4.	Inversión Total.....	62
4.5.	Depreciaciones y amortizaciones.....	62



V. PRESUPUESTOS Y FINANCIAMIENTOS

5.1. Presupuesto de Costos y Gastos.....66  
5.2. Presupuesto de Ventas.....69

VI. EVALUACIÓN ECONOMICA

6.1. Estado de Pérdidas y Ganancias proyectando a cinco años.....71  
6.2. Tasa Interna de Retorno.....74

VII. RESUMEN DE BENEFICIOS.....77

VIII. CONCLUSIONES.....80

BIBLIOGRAFÍA.....82

ANEXOS.

Anexo 1. Norma oficial mexicana nom-041-ssa1-1993, Bienes.....87  
y Servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.

Anexo 2. Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un.....90  
distribuidor de agua en poblados del Valle Central de Oaxaca, México.



# CAPITULO UNO

## GENERALIDADES



## I. GENERALIDADES.

### 1.1 Resumen

La justificación para establecer una planta purificadora en este poblado, nos lleva a analizar el problema sanitario, que toma relevancia en una población que no cuenta con una red de drenaje, el manto acuífero se contamina con la utilización de letrinas ubicadas a muy corta distancia del pozo de agua. De este modo, el problema se encuentra en obtener una fuente de agua potable confiable, pues estas generalmente provienen de mantos del subsuelo, obtenidas mediante pozos domésticos.

De aquí la importancia de implementar una planta potabilizadora de agua en beneficio de la comunidad y en el aprovechamiento de los recursos como es la radiación solar de esta zona, para el ahorro de energía eléctrica que accione los equipos que operan en esta planta y así obtener máximas ganancias, a largo plazo en el proceso de purificación.

La forma de operar el equipo es la forma comercial para el proceso de purificación de agua de este tipo de sistema de suavización y filtración por carbón activado, que asegura que el producto final cumpla con las características de agua purificada estipuladas en la NOM 041, NOM 201, con el sistema de llenado cumple con la Norma de Buenas Prácticas de Manufactura de Higiene y Sanidad, editadas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (NOM160).

Para el diseño de los arreglos de los paneles solares, debemos definir el concepto de la energía solar fotovoltaica, que es un tipo de energía solar basada en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores, de modo que se genera un flujo de electrones en el interior del material.

### Aplicaciones

Presenta gran interés para cubrir consumos en lugares aislados. La energía solar fotovoltaica se usa comercialmente para la generación eléctrica en el lugar de la demanda, cubriendo pequeños consumos. Al no precisar ningún suministro exterior (combustible) ni de otros tipos de recursos (agua, viento...), se aplica en lugares en los que no puede acceder la red de distribución.

Como conclusión, el siguiente proyecto tiene los siguientes resultados:

- La creación de una planta para la producción y comercialización de agua purificada para consumo humano, con una administración para incrementar el volumen de ventas en el futuro.



- Capacidad de ventas:

**Producto:** Agua envasada en garrafones con asa en presentación de 19 litros.

**Capacidad instalada:** 90 402 garrafones.

**Capacidad aprovechada:** 1 460 000 litros por año, trabajando al 85% de la capacidad instalada durante 288 días por año, 2 turnos de 8 horas diarios.

**Volumen de producción por año:** 76 842 garrafones por año

**Ingreso anual por ventas:** \$768 420

El producto tendrá una buena aceptación en el mercado por no existir otra planta de purificación en la región, además de que existe una gran demanda insatisfecha en la actualidad y aun con el proyecto instalado, lo que representa una oportunidad potencial de crecimiento.

- **Proceso seleccionado:**

Proceso de purificación de agua tipo Sistema de Suavización y Filtración por Carbón Activado que asegura que el producto final cumpla con las características de agua purificada estipuladas en la NOM 041 y NOM 201 y con y el sistema de llenado cumple con la Norma de Buenas Prácticas de Manufactura de Higiene y Sanidad, editadas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (NOM160).

- Inversiones (pesos mexicanos):

<b>INVERSIÓN FIJA</b>	\$ 197,184.75
<b>INVERSIÓN DIFERIDA</b>	\$ 28,500.00
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	\$ 22,764.00

**TOTAL \$248,448.75**

**UTILIDAD ANUAL NETA**

\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 593,219.28
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

- Indicadores económicos. La tasa interna de retorno se obtiene aplicándose con una tasa esperada de rendimiento del 18% arrojando el siguiente resultado:

**TIR = 169.68%**

Empleos directos generados: 2 empleados.



## 1.2 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Este proyecto está contemplado para resolver las necesidades de salubridad en el consumo de agua potable en la comunidad de San Mateo Macuilxóchitl, ubicado en el estado de Oaxaca, México. Los habitantes de este poblado consumen agua extraída directamente de pozos domésticos, y una minoría adquiere garrafones de agua potable comerciales de precio no muy accesible para la mayoría de la población (en anexo 2, se aprecian los datos de la calidad del agua extraída de pozos en el Valle central de Oaxaca). Por lo tanto, es viable establecer un proyecto en el cual se obtengan beneficios tanto para la población como para inversionistas, tomando en cuenta que por la ubicación geográfica cuenta al año con una gran cantidad de radiación solar utilizable para la obtención de energía eléctrica de forma alterna a la disponible de forma convencional. Con esto el costo por energía eléctrica se reduciría en la operación de la planta. Además se cuenta con un gran mercado potencial (aproximadamente 2 633 habitantes) ya que esta población no cuenta con una planta potabilizadora y de este modo se tendría que cubrir con la demanda de la población y sus alrededores.

El presente proyecto está diseñado para que sea replicado en aquellas comunidades en las que se estén consumiendo aguas no tratadas pues el producto obtenido es agua libre de bacterias y de sales mismas que con el consumo frecuente, a la larga minan la salud de la población.

En cuanto a la generación de empleos, se tiene pensado crear fuente de trabajo en cuanto a la operación y distribución del producto, ya que en el desempleo y el escaso rendimiento de los productos del campo obligan a sus habitantes a conseguir empleo en la ciudad de Oaxaca u otras ciudades, incluyendo la emigración a Estados Unidos.

Por lo anterior, se puede decir que los beneficios que se pueden obtener de este proyecto son:

- Beneficios que trae consigo el implementar un proyecto de producción y productividad con objetivos sociales en una comunidad con las características anteriormente descritas.
- Beneficio por mejora en la salud, al consumir agua purificada, en la comunidad de San Mateo Macuilxóchitl y sus alrededores.
- Beneficio por notable reducción de costos basada en ahorros de materia prima principal (agua de pozo), costos de distribución y de energía eléctrica. Este es un beneficio que afecta directamente en el gasto familiar de esta comunidad y sus alrededores.



Para ello, se requiere establecer un diseño factible para este proyecto, en el que se hace referencia varios aspectos tales como:

- La instalación del equipo de la purificadora de agua.
- El diseño del arreglo de los paneles solares así como las interconexiones con el equipo de la purificadora del agua.
- La factibilidad económica del proyecto.
- El beneficio social de la población.

### 1.3. OBJETIVO GENERAL:

El principal problema que se pretende aliviar tiene que ver con aspectos de salubridad y es la potabilización del agua pues actualmente los habitantes del poblado de San Mateo Macuilxóchitl, Oaxaca consumen agua extraída directamente de pozos domésticos, y una minoría adquieren garrafones de agua potable de diferentes marcas comerciales a precios altos. A su vez, se tiene el objetivo de reducir costos de operación de la planta potabilizadora de agua y así ofrecer al público, agua de calidad a un precio menos costoso que los de la competencia. Por otro lado, ofrecer empleo a gente de la misma comunidad evitando su emigración y activando la economía del lugar.

La creación de una planta para la producción y comercialización de agua purificada para consumo humano, en beneficio de la población de San Mateo Macuilxóchitl.

### 1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- El presente proyecto ha sido diseñado para que sea replicado en aquellas comunidades en las que se estén consumiendo aguas no tratadas pues el producto obtenido es agua libre de bacterias y de sales mismas que con el consumo frecuente, a la larga minan la salud de la población.
- La aplicación de nuevas tecnologías en la generación de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta purificadora, como es la implementación de paneles solares aprovechando la gran cantidad de energía radiante del sol en la zona.

#### Energía solar fotovoltaica

##### Aplicaciones aisladas de la red

Electrificación rural  
Aplicaciones agro ganaderas  
Bombeos  
Telecomunicaciones

##### Aplicaciones conectadas a la red

Centrales fotoeléctricas  
Integración en edificios



Alumbrado autónomo

Señalización

### **Principios de funcionamiento**

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica se basan en el aprovechamiento de efecto fotovoltaico, este, se produce al incidir la radiación solar sobre un material denominado semiconductor. La energía recibida provoca un movimiento caótico de electrones. Si se unen dos regiones de un semiconductor, a las que artificialmente se ha dotado de concentraciones diferentes de electrones, (añadiendo sustancias dopantes como el fósforo y el boro), se provoca un campo electrostático constante que reconducirá el movimiento de electrones en la dirección y sentido deseado; así, cuando incide la radiación solar, aparece en la célula solar fotovoltaica una tensión, que mediante la colocación de contactos metálicos puede “extraerse” la energía eléctrica.

La cara de la célula sobre la que incide la radiación tiene forma de rejilla que permita el paso de la luz y la extracción de corriente simultáneamente, y la otra cara está cubierta de metal.

La mayoría de las células solares son de silicio mono o poli cristalino, siendo el primero el de mayor eficiencia.

Dentro de los aspectos técnicos, deben mencionarse los sistemas de concentración que permitirán alcanzar niveles de eficiencia superiores. Estos sistemas de concentración pueden ser:

- Estáticos- sin seguimiento solar, usando medios refractivos.
- Dinámicos- con seguimiento solar que permita concentrar la radiación por reflexión.

Un sistema fotovoltaico está formado por:

- Subsistema de captación- transforma la radiación solar en electricidad.
- Subsistema de almacenamiento- almacena la energía.
- Subsistema de regulación- regula la entrada de energía procedente del campo de captación.
- Subsistema de adaptación de corriente- adecua las características de la energía a las demandas por aplicaciones.



### **Subsistema de captación solar**

Los valores de radiación cambian a lo largo del día, por lo que es importante la adecuada colocación de los paneles. Su orientación será siempre al sur aunque la inclinación de los paneles variará dependiendo del mes del año en la que nos encontremos, ya que el sol incidirá en la tierra con un ángulo diferente;

- 60° en los meses de invierno
- 15° en los meses de verano.

Con el fin de mejorar los rendimientos del sistema de captación puede dotarse de movimiento al soporte de la instalación pudiendo realizarse un movimiento sobre:

- Un eje- seguimiento norte sur
- Dos ejes- seguimiento vertical este oeste.

Con el fin de aprovechar la radiación solar.

### **Subsistema de acumulación**

En las instalaciones fotovoltaicas es habitual usar baterías para almacenar la energía eléctrica generada, para su posterior utilización en los momentos de baja o nula insolación.

### **Subsistemas de adaptación de corriente**

En determinadas aplicaciones que trabajan en corriente continua no es posible hacer coincidir las tensiones proporcionadas con la solicitada por los elementos de consumo, por lo que la solución es un convertidor de tensión. En otros casos el uso incluye elementos que trabajan en corriente alterna, puesto que tanto paneles como baterías, trabajan en corriente continua se precisa un inversor de corriente.

### **Aplicaciones**

#### **1. Instalaciones aisladas de la red**

Electrificación doméstica. En cuanto a los criterios de diseño encontramos dos tipos de instalaciones:

- Centrada- un único generador alimenta a todos los consumidores de un grupo.
- Descentralizada- cada vivienda está alimentada por un generador fotovoltaico independiente.

Dependerán además del tipo de corriente a usar y de las prestaciones de la instalación. Este tipo de instalaciones suelen ser de carácter doméstico, por lo que es recomendable recordar que la energía consumible no es ilimitada, y que para aprovechar este sistema de captación de energía es preferible hacer coincidir el mayor uso de energía con las horas de mayor insolación.



## 2. Instalaciones conectadas a la red.

Pueden encontrarse dos casos:

- Centrales fotoeléctricas o de potencia- destinadas a la producción de energía eléctrica.
- Sistemas fotovoltaicos en edificios.

En estas instalaciones “conectadas a la red” no hay elementos de acumulación de la energía producida ya que se puede usar la energía procedente de la red para suplir la demanda no cubierta por la instalación fotovoltaica.

### Ventajas de su uso

- Tiene una elevada calidad energética
- Es inagotable a escala humana
- Pequeño o nulo espacio ambiental en su uso
- No emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera y por tanto evitan el proceso de calentamiento terrestre, como consecuencia del efecto invernadero
- No contribuye a la formación de lluvia ácida
- No requieren sofisticar las medidas de seguridad
- No producen residuos tóxicos de difícil o imposible tratamiento o eliminación

### Inconvenientes

- El costo de las instalaciones es bastante alto y el rendimiento de la transformación energética es bajo.
- La no uniforme irradiación solar limita la posibilidad de aprovechamiento de esta energía a las zonas y países con un número elevado de horas de sol.
- Gran superficie de terreno ocupada por las instalaciones.
- Produce un considerado impacto medioambiental a la vez que modifica considerablemente el ecosistema de la zona en su producción.
- No se puede almacenar de forma directa, siendo necesario realizar una transformación energética.
- Desembolso inicial elevado.

El uso de la energía solar México está reglamentada en por la NMX-ES-002.



# CAPITULO DOS

## ESTUDIO DE MERCADO



## II. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO.

Agua potable embasada en garrafones de rellenado de 19 litros con tapa hermética y sello de seguridad, con la razón social “Agua Purificada El Calvario”

#### 2.1.1. Productos sustitutos y similares.

Existen productos de carácter sustituto o que son similares a los que se pretende producir, con la desventaja de que son adquiridos en tiendas comerciales con un precio mucho mayor al ofrecido al público por nuestra marca, que al ser marcas comerciales, el costo de adquisición para el consumidor es muy elevado. Aunque también existen consumidores de bebidas azucaradas y gaseosas, que tienen un costo elevado y su consumo es nocivo a la salud, también resultan en probables competidores de nuestro producto, que se trataran de combatir con calidad y eficiencia en el servicio.

### 2.2. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.

La materia prima principal (agua) se encuentra en la localidad, se toma directamente de pozos domésticos o de la toma de la red pública, que se encuentra en los depósitos naturales del cerro de El Calvario. El costo es simbólico, ya que el municipio cobra una pequeña cuota mensual constante. Por lo que respecta a insumos utilizados como garrafones, tapas, sellos y reactivos químicos, existen proveedores en la ciudad de Oaxaca y en la ciudad de México, por lo que el abastecimiento se encuentra asegurado, algunos proveedores son los siguientes:

- Servicio, asesoría y equipos para tratamiento de aguas, Con domicilio en av. Periodismo 1428 col Agustín Arraiga Rivera C.P. 58190  
Tel (443)326-99-40, 334-07-88 y 316-8820 044-443-31847-68
- Rema solución S.A. de C.V. Con gran surtido en todo tipo de equipos, materiales e insumos propios para el tratamiento de aguas. Su domicilio es: Ejercito Nacional 533-503, Col. Granada del Miguel Hidalgo, C.P. 11520, México D.F. Tel. 01 (55) 510-19-42-99 y 55-52-50-28-10.



### **2.3. ÁREA DE MERCADO**

El área de mercado estará comprendida por los poblados de San Mateo Macuilxóchitl, que cuenta con una población de 2 633 y por los habitantes de las comunidades aledañas como son: Teotitlan del Valle (localizada a 3 km), San Juan Guelavia (5 km) , San Jerónimo Tlacoahuaya (4 km), Santiago Ixtaltepec (3 km) y la cabecera municipal Tlacolula de Matamoros (8 km), y en realidad el mercado se puede considerar de mayor tamaño si consideramos los viajeros (comerciantes y turistas que transitan por el lugar) hacia los paraderos turísticos como las zonas arqueológicas de Mitla (15 km), Monte Alban, Dainzú, y el mismo Cerro del Calvario.

### **2.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Sin considerar el consumo de agua de los habitantes de las comunidades aledañas a San Mateo Macuilxóchitl ni el número de consumidores que van de paso, se estima que de los 2 633 habitantes, por lo menos 2 000 podrían consumir el agua de garrafón. Puesto que se trata de una zona seca y calurosa, se estima que los 2 000 habitantes podrían consumir al menos 2 litros de agua por día, lo que nos da una demanda real de 4 000 litros diarios, equivalentes a 1 460 000 litros por año.

### **2.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA**

Hasta la fecha los grandes fabricantes no se han acercado a abastecer la demanda del nicho de mercado detectado y como se comenta, son las mismas compañías de agua purificada de marcas comerciales las que incursionan, pero el diferencial en precio no permitirá que la competencia penetre en el negocio de venta y distribución de agua purificada.

### **2.6. BALANCE OFERTA- DEMANDA**

Está demostrado que no existe competencia, por lo que el déficit real estimado de agua purificada es de 1 460 000 litros por año. Con esta base calculo, se realiza la planeación del proyecto, considerando despreciable el consumo de agua purificada en el consumidor de las marcas comerciales. Por lo que se tiene un mercado razonablemente accesible para una empresa purificadora de agua, si consideramos que en este poblado no existe una planta que preste este servicio.



## 2.7. COMERCIALIZACIÓN Y PRECIOS

El producto se venderá en la planta potabilizadora a un precio arriba del costo de operación pues el proyecto persigue el beneficio mutuo, tanto para el inversionista como para la comunidad, por lo que el precio de venta al público sugerido, puesto en la planta purificadora será de: \$ 10.00 por garrafón.

La competencia no es representativa en el área de mercado pues las propias empresas la introducen, trasportándola desde la ciudad de Oaxaca o de la ciudad de Tlacolula de Matamoros. El garrafón de agua purificada de marca comercial oscila entre \$25 a \$40 en el camión repartidor.

A futuro se tiene contemplado la distribución de nuestro producto en vehículos motorizados para mejorar la calidad de servicio a la entrega.

Para nuestro producto se propone la siguiente etiqueta:

### ETIQUETA

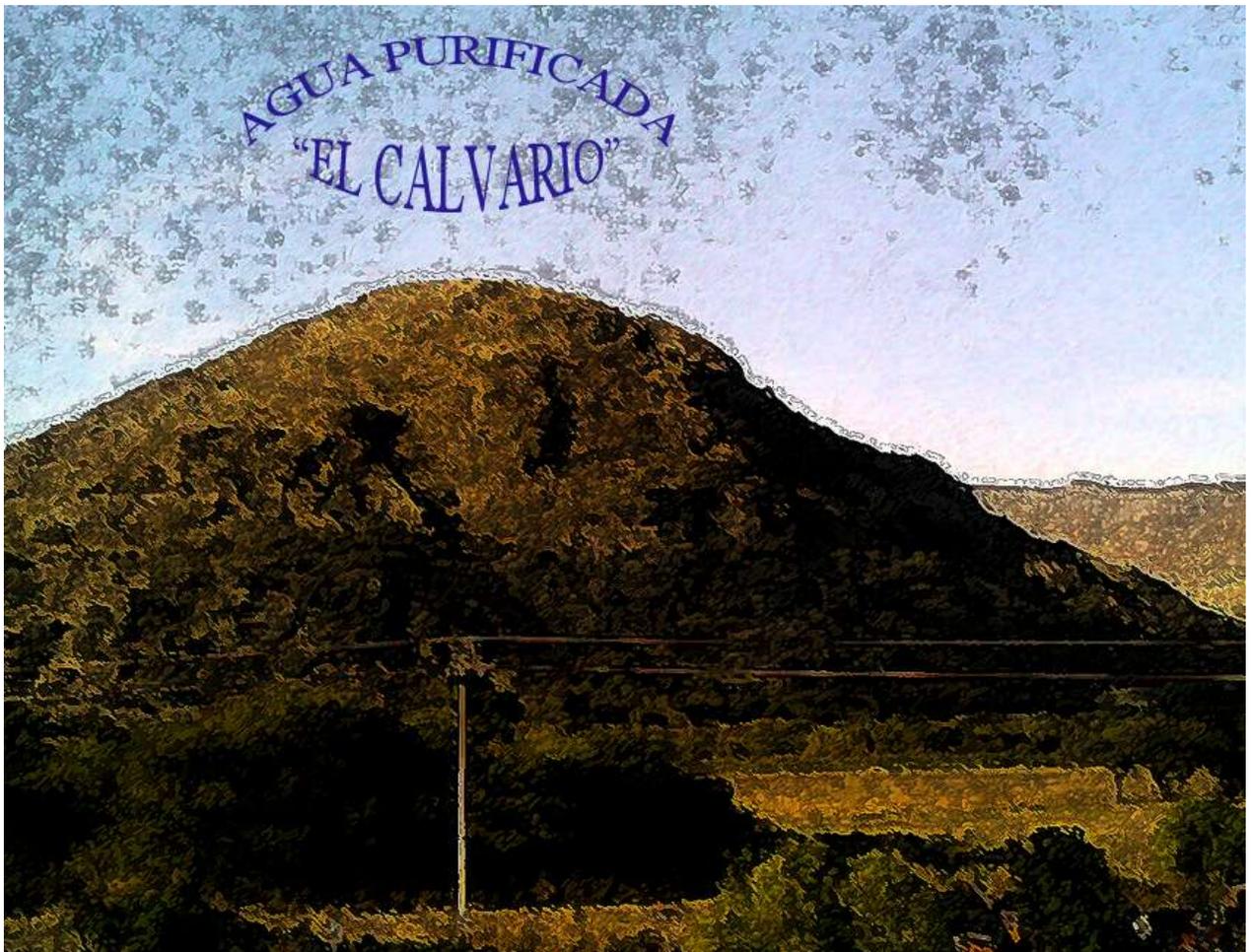


Figura 2-1. Etiqueta del producto.

# CAPITULO TRES

## INGENIERIA DEL PROYECTO



### III. INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 3.1 UBICACIÓN. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-SOCIO-ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO.

Generalidades del territorio.

Este apartado consiste en la descripción de las características físicas del municipio, así como de los recursos naturales más importantes.

##### 3.1.1. Delimitación de territorio.

El poblado de San Mateo Macuilxóchitl está situado en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca, México y sus coordenadas geográficas son 17° 1' 0" Norte, 96° 32' 0" Oeste y su nombre original (con signos diacríticos) es San Mateo Macuilxóchitl. Población: 2633; Altitud: 1580 m.s.n.m.

Desde el punto de vista político-administrativo San Jerónimo Tlacoahuaya, de la cual el poblado de San Mateo Macuilxóchitl es agencia municipal, forma parte del Distrito de Tlacolula, el cual colinda al norte con los distritos de Ixtlán de Juárez, y Villa alta, al este con los Mixes y Yautepec, al sur con Yautepec y Miahuatlán, al oeste con Ocotlán y Centro. El Distrito de Tlacolula se integra por 25 municipios.

El municipio de San Jerónimo Tlacoahuaya pertenece al Distrito de Desarrollo Rural No.104 denominado Valles Centrales del estado de Oaxaca, el cual se encuentra integrado por los distritos políticos-administrativos de Etlá, Zaachila, Zimatlán, Centro, Tlacolula, Sola de Vega, Ejutla, Ocotlán y Miahuatlán.



Figura 3-1. Ubicación del poblado de San Mateo Macuilxóchitl.

### **3.1.2. Características fisiográficas**

El territorio municipal se encuentra comprendido en la provincia de la Sierra Madre del Sur, el 89.31% pertenece a la subprovincia de Sierras y Valles de Oaxaca, y el 10.69 % a la subprovincia de Sierras Orientales. La parte comprendida en la subprovincia de Sierras Orientales se localiza en la parte norte del territorio , caracterizándose por ser sierra alta compleja, el resto del territorio perteneciente a la subprovincia de Sierras y Valles de Oaxaca se caracteriza por ser llanura aluvial con lomerío.

Los principales cerros del municipio son: Daanli, (pie del cerro) Daniveloo, Cerro Negro (también conocido como cerro León o de la azucena), Est (cerro del hueso), Guaibentan, Belo, Dan Nushll (cerro alargado), Dan Dtson (cerro del órgano), cerro de las veredas y cerro de la pila.

### **3.1.3. Características geológicas**

El 61.4 % de las rocas pertenecen al periodo cuaternario, el 33.7 % al periodo terciario, el 4.7 al cretácico. Las rocas pertenecientes al periodo cuaternario son de suelos aluviales; las rocas que pertenecen al periodo terciario son ígnea extrusiva: el 28.3 % es del tipo toba ácida y el 13.4 % andesita; las rocas pertenecientes al periodo cretácico son rocas sedimentarias, específicamente lutita-arenisca; y un 0.2% son rocas metamórficas gneis. Las rocas ígneas se pueden encontrar en el parte norte del municipio donde se ubica la sierra alta compleja, en la parte donde se encuentra el sitio arqueológico de “Dainzu” (ubicado en los terrenos de la Agencia de Macuilxóchitl de Artigas Carranza), y en lugares donde existen elevaciones importantes del municipio. En los suelos aluviales es donde se realiza la mayor parte de las actividades agrícolas. El cerro de la Azucena se encuentra asentado en rocas de tipo sedimentaria.

### **3.1.4. Características edafológicas.**

Los suelos predominantes en el territorio de acuerdo al orden de importancia son: luvisol (33.13%), leptosol (30.25%), fluvisol (15.75%), vertisol (10.86%), acrisol (4.94%) y regosol (2.30%). En la zona norte, donde la orografía es sierra y la vegetación de tipo boscosa el suelo predominante es de tipo acrisol, la otra parte es suelo luvisol extendiéndose cercano a los límites de la localidad de Macuilxóchitl de Artigas Carranza, otra parte se localiza en la parte sur y sureste de la localidad de Macuilxóchitl extendiéndose hasta los límites de Teotitlán del Valle, continuando hacia el sur muy cercano a los límites de San Juan Guelavía, extendiéndose hacia el oeste, sirviendo de división entre suelos leptosoles y vertisoles.

En la parte sur y sureste del municipio en los límites con los municipios de San Juan Guelavía y Tlacolula el suelo es de tipo vertisol, encontrándose también al norte y al sureste de la localidad de Macuilxóchitl; al sur del municipio en los límites con San Sebastián Abasolo y San Juan Guelavía se encuentra presencia de suelos leptosoles, extendiéndose



hacia el este y hacia el norte hasta la parte central del territorio en los límites de la zona sur de la localidad de Macuilxóchitl, así como al este y noroeste de la misma localidad.

Al sur de la localidad de San Jerónimo Tlacoahuaya predominan los suelos fluvisoles extendiéndose hacia el este y noreste de la población muy cercano a la localidad de Macuilxóchitl, la presencia de estos suelos coincide con el cauce del Río Grande.

### 3.1.5. Características climatológicas.

El rango de temperatura oscila entre los 17.6°C y los 34°C, siendo los meses más calurosos abril y mayo, el rango de precipitación pluvial es entre los 600 y 900 mm anuales, el 53 % del territorio se caracteriza por un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el 44.62% es un clima seco, semiseco cálido, y el restante 2.38% es templado subhúmedo con lluvias en verano. En la parte norte del municipio el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias en verano hasta por debajo de la parte central convirtiéndose en un clima seco semicálido.

En los meses de diciembre y enero se presentan heladas y tiende a bajar la neblina proveniente de la sierra, descendiendo la temperatura en estos meses a su rango más bajo. (Ver tabla 3-1).

CONAGUA Comisión Nacional del Agua		NORMALES CLIMATOLÓGICAS OAXACA, OAX. PERIODO 1981-2000												SMN OBSERVATORIO SINOPTICO DEPENDENCIA: SMN-CNA
LATITUD N 17° 04'														
LONGITUD W 96° 42'														
ALTITUD 1519 msnm														
PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
<b>TEMPERATURA</b>														
MAXIMA EXTREMA	34.0	39.5	39.0	39.2	39.5	37.2	34.0	33.6	33.8	33.8	34.9	32.8	39.5	
PROMEDIO DE MAXIMA	28.2	29.7	31.9	33.2	32.2	29.8	28.1	28.7	28.2	28.7	28.7	28.0	29.6	
MEDIA	17.6	19.2	21.3	23.0	23.2	22.4	20.8	21.1	21.0	20.1	19.0	17.9	20.5	
PROMEDIO DE MINIMA	7.0	8.8	10.6	12.8	14.1	14.9	13.4	13.5	13.7	11.5	9.4	7.8	11.4	
MINIMA EXTREMA	-3.0	-0.3	0.6	5.0	7.0	4.5	1.3	1.4	8.5	0.8	1.0	-1.0	-3.0	
OSCILACION	21.2	21.0	21.4	20.4	18.1	14.8	14.8	15.2	14.5	17.2	19.3	20.2	18.2	
TOTAL HORAS INSOLACION	177	142	197	178	172	166	166	158	185	193	196	177	2104	
<b>HUMEDAD</b>														
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	12.1	13.0	13.8	15.6	16.3	16.6	16.2	16.1	17.0	15.7	14.1	12.8	14.9	
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	58	59	54	55	60	66	69	69	74	70	66	63	64	
EVAPORACION	150	155	214	196	164	149	136	143	128	138	133	120	1822.2	
<b>PRECIPITACION</b>														
TOTAL	14.0	17.7	16.2	48.5	58.3	118.5	80.5	91.3	91.6	37.0	13.9	12.7	600.1	
MAXIMA	63.3	57.9	42.2	183.9	187.2	244.0	192.7	216.9	249.9	122.7	63.5	64.9	249.9	
MAXIMA EN 24 HRS.	65.6	46.4	32.1	57.5	62.0	67.4	48.5	58.2	83.2	99.0	28.8	64.4	99.0	
MAXIMA EN 1 HORA	3.4	16.5	13.0	47.0	55.0	32.0	37.4	26.0	26.2	79.0	19.9	15.0	79.0	
<b>PRESION</b>														
MEDIA EN LA ESTACION	850.0	849.0	847.9	847.6	847.4	848.0	849.7	849.6	848.3	849.1	849.3	850.2	848.8	
<b>VIENTO MAXIMO DIARIO</b>														
MAGNITUD MEDIA	4.3	5.5	6.1	5.9	5.6	5.0	4.9	4.1	4.1	4.5	4.3	4.0	4.9	
<b>FENOMENOS ESPECIALES</b>														
LLUVIA APRECIABLE	1.4	2.3	2.9	6.0	6.9	14.4	15.2	16.1	15.1	7.6	2.5	2.0	94.3	
DESPEJADOS	5.9	7.0	7.0	6.0	5.3	4.5	4.6	3.8	3.8	4.5	4.6	5.0	62.0	
MEDIO NUBLADOS	21.6	17.7	20.3	18.1	13.9	6.0	8.8	10.6	6.1	14.2	19.7	21.3	178.3	
NUBLADO/CERRADO	3.5	3.3	3.6	5.9	11.8	19.5	17.6	16.7	20.1	12.3	5.6	4.7	124.7	
GRANIZO	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.8	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	2.3	
HELADA	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.8	1.5	0.4	0.2	0.2	0.1	1.8	7.7	
TORMENTA ELECTRICA	0.0	0.8	1.0	2.8	3.8	5.1	4.7	2.9	3.7	2.3	0.4	0.4	27.7	
NIEBLA	1.3	1.3	0.8	1.1	0.8	4.7	3.9	5.2	7.6	3.7	1.1	2.7	34.3	

Tabla 3-1. Condiciones climatológicas de la Ciudad de Oaxaca, periodo 1981-2000.



### 3.1.6. Características hidrológicas

El 100% del territorio se encuentra comprendido en la región hidrológica de Costa Chica-Río Verde, en la cuenca del Río Atoyac, en la subcuenca del Río Atoyac- Oaxaca de Juárez, las corrientes de agua intermitentes son el río Grande y el río Geulia, ambos ríos nacen en territorio de Teotitlán del Valle, al río Grande se incorporan varios afluentes que tienen su origen en la parte norte del territorio donde la orografía característica es sierra y la vegetación es de tipo boscosa.

El cauce del Río Grande pasa en los límites de la localidad de Macuilxóchitl de Artigas Carranza, este Río Grande es al que le conoce como Río Salado cuando pasa por los municipios de Santa María el Tule, San Sebastián Tutla, Santa Lucía del Camino hasta unirse al Río Atoyac.

### 3.1.7. Estado de los recursos.

Los principales recursos naturales con lo que cuenta San Jerónimo Tlacoahuaya son: agua, suelo y vegetación; es necesario realizar su aprovechamiento de manera sustentable, para garantizar su disponibilidad futura.

El recurso más importante para la población es el agua, debido a que toda la población hace uso continuamente de él, además de que la agricultura es la actividad preponderante en el municipio, para lo cual han hecho explotación de este recurso a través de pozos noria y pozos profundos. Haciendo un análisis de la disponibilidad actual de dicho recurso, los pobladores comentan que hace aproximadamente como 30 años el agua se localizaba a sólo 5 metros, a partir de 15 años su disponibilidad ha ido disminuyendo drásticamente, en el año 2009, el nivel de los pozos estuvo entre 15 a 30 metros, llegando incluso a secarse algunos pozos; esto es debido a diferentes factores como: disminución de los mantos freáticos, fuertes sequías por las escasas lluvias, erosión, desperdicio en el uso agrícola y doméstico.

Debido a los cambios climatológicos, que derivaron en una serie de tormentas en el año 2010, los pozos han recuperado el nivel que no tenían desde hace 40 años, las lluvias de este año, han venido a favorecido que el nivel de los pozos se mantenga al obtenido el año pasado; sin embargo eso no garantiza que este recurso tan importante este en proceso de recuperación.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), sigue manteniendo la veda (no autorización para la excavación de pozos nuevos) para el acuífero de Valles Centrales, hasta que se realice un nuevo estudio de disponibilidad de agua, sin embargo las expectativas no son muy favorables, debido a que dos años de lluvia no son suficientes para restaurar los mantos freáticos.

Actualmente en el sector agrícola del municipio se empieza a implementar la tecnificación de riego, pero esto es en la cabecera municipal, actualmente el 70% de los productores siguen utilizando el riego por superficie, conocido también como riego rodado; en tanto que en la agencia el 98% de los productores utilizan el riego rodado.



Existían algunas obras que contribuían a la retención del agua proveniente del río Grande, sin embargo debido a la lluvias del año pasado, estas obras contribuyeron al desbordamiento del río que tuvo como consecuencia inundación de campos agrícolas, por lo que es un tema delicado para la población hablar de construcción de obras para la retención de agua, como es el caso de los gaviones; ante esta situación se retiraron una placas que contribuían a retener el agua en el paraje Radhani.

En el caso del agua para uso humano poco a poco se empiezan a implementar actividades para el cuidado y manejo adecuado como; asignación de horarios para la distribución del agua en diferentes zonas de la población, debido que no es posible brindar el servicio de agua potable de manera constante a toda la población.

Respecto al aprovechamiento del suelo destaca el uso que se le da para actividades agrícolas, destacando el excesivo uso de químicos para hacer producir más la tierra lo que ha provocado a la larga un el deterioro del suelo, además de contribuir a la contaminación del agua, y del aire, además de que cada vez es necesario utilizar más fertilizantes para mantener el nivel de la cosechas. A esta problemática del suelo hay que agregar que los terrenos que originalmente eran ocupados por vegetación silvestre paulatinamente han sido desplazados para el cultivo de zonas agrícolas, y en los últimos años se han empezado a realizar asentamientos humanos en zonas destinadas para la agricultura, lo cual también ha favorecido la contaminación del suelo y agua, ya que estos asentamientos no realizan una disposición final de aguas residuales.

Ante esta situación la agencia de Macuilxóchitl ha optado por no permitir la venta de terrenos a personas ajenas a la comunidad, para evitar la aparición de nuevos asentamientos humanos fuera del área destinada para uso habitacional.

Debido al río que atraviesa al municipio se dispone de bancos de arena y grava, los cuáles son utilizados por los pobladores y las autoridades para la realización de obras.

La flora característica de la región se ha visto mermada, debido a la recolección que hacen los pobladores; debido a los usos que le dan, para la medicina tradicional, festividades de la comunidad y para consumo humano; además que por ser flora silvestre se ha visto afectada por el aumento de terrenos agrícolas, el pastoreo y aparición de asentamientos humanos. En la agencia de Macuilxóchitl ha habido un poco de explotación de la parte boscosa, sin embargo no se han identificado a dichas personas.

Antiguamente algunos pobladores de la comunidad y de los municipios vecinos, cazaban en los montes del municipio y esta práctica se fue convirtiendo en algo común, esta situación aunada a la destrucción de su hábitat por diferentes factores como son los incendios forestales, cambios importantes de clima y la falta de alimento por destrucción de plantas y frutos que le sirven como alimento ha ido disminuyendo poblaciones de animales silvestres como el venado y armadillo.



### 3.1.8. Patrón de asentamientos humanos.

El municipio de San Jerónimo Tlacoahuaya se integra por la cabecera municipal del mismo nombre, de una agencia municipal denominada Macuilxóchitl de Artigas Carranza y de tres localidades: Xadani, Luis Alonso León y la Loma. Tanto la cabecera municipal como la agencia municipal se encuentran cercanas a la carretera federal 190, que comunica a la ciudad de Oaxaca con Tlacolula de Morelos. Xadani pertenece a San Jerónimo Tlacoahuaya, en tanto que las localidades de Luis Alonso León y la Loma pertenecen a Macuilxóchitl de Artigas Carranza.

De acuerdo a datos del XIII Censo realizado por el INEGI la población de San Jerónimo Tlacoahuaya (cabecera municipal) es de 2302 habitantes, la población de Macuilxóchitl de Artigas Carranza (agencia municipal) es de 2633 habitantes, existen otras localidades las cuales no sobrepasan los 20 habitantes: Luis Alonso León, Xadani, la Loma, la Guadalupe (Santa Magdalena), Arroyo del Pollo, Gue tsasi, Nes Guet, Ojo de Agua; y Langueuroo con 59 habitantes.

En Macuilxóchitl no existe planta de tratamiento de aguas, las autoridades de la agencia están trabajando en la elaboración del proyecto. El 80 % de la población cuenta con fosa séptica, el 20 % con letrina.

**Tabla 3-2. Población de las localidades que comprenden que comprenden la cabecera municipal de San Jerónimo Tlacoahuaya.**

Localidad	Total	Hombres	Mujeres
San Jerónimo Tlacoahuaya	2302	1062	1240
Macuilxóchitl de Artigas Carranza	2633	1245	1388
La Guadalupe (Santa Magdalena)	3	*	*
Arroyo del Pollo	7	*	*
La Loma	19	7	12
Luis Alonso León	3	*	*
Ojo de Agua	8	*	*
Xadani	15	5	10
Gue Tsasi	9	*	*
Langueuroo	59	24	35
Nes Guet	5	*	*
Sin Nombre	13	*	*
Total	5076	2368	2708

Fuente: INEGI 2010. XIII Censo de Población y Vivienda. Consultado en [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)



Las localidades de Macuilxóchitl de Artigas Carranza, Xadani y Luis Alonso León son de alta marginación, solamente la cabecera municipal está clasificada con grado medio de marginación.

**Tabla 3-3. Localidades por categoría de población y grado de marginación.**

Localidad	Categoría	Índice de marginación	Grado de Marginación
San Jerónimo Tlacoahuaya	Cabecera municipal	-1.075148	Bajo
Macuilxóchitl de Artigas Carranza	Agencia municipal	-0.284534	Alto
Xadani	Localidad	-0.095504	Alto

FUENTE: Elaboración propia con datos obtenidos de INEGI. II Conteo de Población y Vivienda 2005. Consultado en [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

### 3.1.9 Educación.

De acuerdo a datos del XIII Censo de Población y Vivienda 2010, la población analfabeta de 15 años y más asciende a 392 personas, que representan el 10.47 % de la población de 15 años y más del municipio, la población analfabeta de San Jerónimo representa el 6.16 % de la población en ese rango de edad de dicha localidad y en el caso de Macuilxóchitl el porcentaje de población analfabeta asciende a 13.92 %.

De la población analfabeta del municipio el 29.84 % son hombres y el 70.16 % son mujeres. De la población analfabeta de San Jerónimo Tlacoahuaya el 22.86 % son hombres y el 77.14 % son mujeres; en Macuilxóchitl de Artigas Carranza el 31.25 % de la población analfabeta son hombres y el 68.75 % son mujeres.

De la población de 15 años y más el 19.5 % no terminó sus estudios de educación primaria, siendo el 37.53 % de San Jerónimo y el 60.41 % de Macuilxóchitl. El porcentaje de población de 15 años y más sin primaria completa representa el 16.09 % de la población de 15 años y más de la población de San Jerónimo; en tanto que la población de 15 años y más sin primaria completa representa 22.56 % de la población en ese mismo rango de edad de la localidad de Macuilxóchitl.

De la población de 15 años y más sin primaria completa el 39.86 % pertenecen al sexo masculino y el 60.14 % al sexo femenino; de la población de 15 años y más sin primaria completa de San Jerónimo el 36.5 % son hombres y el 63.5 % son mujeres, en el caso de Macuilxóchitl el 41.27 % son hombres y el 58.73 % son mujeres.

Al igual que en caso de la población analfabeta se observa la misma situación al comparar la situación de los hombres y de las mujeres.



El grado promedio escolar del municipio es de 7.17, 7.65 para hombres y 6.76 para mujeres; al hacer este análisis por localidad se observan diferencias entre la cabecera municipal y la agencia municipal, el promedio de grado escolar es más alto para San Jerónimo siendo de 7.87, mientras que para Macuilxóchitl de Artigas Carranza es de 6.60; estas diferencias también se aprecian por sexo, mientras que el promedio de grado escolar es 8.31 para los varones y 7.5 para las mujeres de San Jerónimo, el de Macuilxóchitl es de 7.13 para varones y 6.14 para mujeres. En términos generales el promedio de grado escolar es mayor para las hombres que para las mujeres, y es más alto para la cabecera municipal que para la agencia municipal.

### **3.1.10 Salud.**

En XIII Censo se registran 374 personas con algún tipo de limitación, ya sea visual, de lenguaje, auditiva, motriz y mente, encontrando algunos casos de personas que tienen más de una limitación. De acuerdo a observaciones hechas por la población, el elevado número de personas con debilidad motriz se debe a que se encuentra en edad avanzada lo que les genera problemas de movilidad, la misma situación se presenta con la limitación de tipo auditiva.

De 5076 habitantes, 2140 son derechohabientes de alguna institución de salud pública, lo que corresponde a un 42.15 %; de la población derechohabiente de los servicios de salud 1308 corresponden a habitantes de San Jerónimo Tlacoahuaya y 800 a habitantes de Macuilxóchitl, es decir, 61.12 % y 37.38% respectivamente. De la población derechohabiente el 53.64% (1148) son derechohabientes a través el programa del Seguro Popular de la Secretaría de Salud.

En el municipio se cuenta con un núcleo básico de salud en la agencia de Macuilxóchitl de Artigas Carranza, y un núcleo básico nivel 2 en la cabecera de San Jerónimo Tlacoahuaya.

En la agencia municipal se cuenta con un médico residente y una enfermera, en la cabecera municipal se cuenta con tres médicos titulados que imparten consulta general, dos de ellos, brindan el servicio de lunes a viernes, estando uno de ellos las 24 horas, el tercero cubre los turnos de fines de semana y días festivos, también cuentan con 1 médico pasante que hace su residencia en la clínica; se cuenta con cuatro enfermeras las cuales dos son enfermeras tituladas, una es pasante y una está cumpliendo con un cargo sindical.

### **3.1.11. Lengua indígena.**

De la población de 3 años y más del municipio que corresponde a 4727 habitantes, 2137 son hablantes de lengua indígena, que representa un 45.2 % de la población. Del total de hablantes de lengua indígena el 39 % (833) corresponden a San Jerónimo Tlacoahuaya y el 60 % (1275) a Macuilxóchitl de Artigas Carranza. La mayoría de la personas de 40



años en adelante hablan el zapoteco, siendo los jóvenes y los niños donde se concentra la población no hablante de lengua indígena.

El Centro de Estudios y Desarrollo de Lenguas Indígenas (CEDELIO) ubicado en San Jerónimo Tlacoahuaya, ha apoyado para un rescate de la lengua zapoteca, fungiendo como tutor de un instructor de la misma comunidad, que es el que imparte cursos a los niños, con la finalidad de hacer un rescate del zapoteco, sin embargo un solo instructor es insuficiente para dicho proyecto, una vez que se formalice dichos cursos. La afluencia de participantes hasta el día de hoy es discontinua.

### **3.1.12. Servicios públicos.**

Los servicios con los que cuentan el municipio son: energía eléctrica, alumbrado público, recolección de basura, panteón, drenaje, seguridad pública, mercado y transporte municipal (sólo la cabecera municipal).

Los servicios que se consideran que cubren al menos al 90 % de la población son agua potable y seguridad pública. En el caso de Macuilxóchitl es un servicio que solo se proporciona por las noches, a pesar de que la cobertura es amplia se evalúa a los servicios en calidad de regular a malo.

El alumbrado público se brinda a un 80 % de la población de San Jerónimo y a un 75 % de Macuilxóchitl, en el caso de Macuilxóchitl existen partes dentro tramos que no cuentan con alumbrado público, en el caso de Tlacoahuaya, las principales calles donde falta este servicio son: Calle Porfirio Díaz, Unión, y los parajes Rugui, Lodani y el Calvario.

El servicio de drenaje en Macuilxóchitl no existe, debido a que falta la planta de tratamiento de agua, ya hay avance en la construcción de la red de drenaje, la cual no está funcionando, en San Jerónimo se considera que tiene una cobertura del 70% debido a que no se proporciona este servicio a los pequeños asentamientos, además de que falta en los siguientes parajes de Lodani y el Calvario, así como en las calle de Prolongación de Unión, Privada de Vicente Guerrero y Prolongación de Morelos.

El servicio de recolección se proporciona en ambas localidades, teniendo una cobertura de 99% para la cabecera municipal y de 25 % para la agencia, es un servicio que proporcionan las autoridades de cada localidad, en el caso de San Jerónimo no tiene ningún costo, y en Macuilxóchitl se cobra \$ 5.00 cada vez, aunque se oferta a toda la comunidad, sólo el 25 % lo ocupa debido al costo.

En el caso de panteones es un servicio que tiene una cobertura del 100 % en ambas localidades sin embargo, en San Jerónimo los espacios nuevos ya no existen, por lo que cada vez que fallece alguien se utiliza espacios ocupados por familiares, esto ha provocado precaución por parte de la población, ya que da la impresión de que no existen espacios disponibles, debido a que no se lleva un control de qué lugares debido al periodo de tiempo pueden volver a ser utilizados. Los pobladores de Macuilxóchitl califican este servicio como regular debido a que el panteón solo está abierto los días domingo.



El 20 % de las calles de Macuilxóchitl están pavimentadas, que son las calles del centro, al igual que en San Jerónimo no es una obra que sea prioritario para la agencia. Las calles que son más importantes pavimentar debido al constante tránsito de vehículos y personas se encuentran: Constitución, Hidalgo, Morelos y Madero.

### **3.1.13. Actividades económicas.**

Las principales actividades económicas que se realizan en el municipio son: agricultura, prestación de servicios entre los que destaca el comercio y transporte (taxis y moto taxis), e incipientemente el turismo.

Los cultivos que se siembran son: maíz, ajo, alfalfa, chile de agua y agave; ocasionalmente los agricultores siembran frijol, comino, garbanzo.

El cultivo del ajo y chile de agua se concentra en terrenos de la cabecera municipal, donde los suelos predominantes son fluvisoles, cercanos al cauce del Río Grande; los cultivos de maíz y alfalfa son sembrados por productores de San Jerónimo Tlacoahuaya y Macuilxóchitl de Artigas Carranza. El mayor cultivo que siembran los productores de Macuilxóchitl es el maíz, del cual destinan la mayor parte de la producción para autoconsumo, los productores de esta población se caracterizan por tener una siembra diversificada, en un mismo terreno siembran maíz, frijol, ajo, alfalfa, cebolla, etc.

El cultivo donde se involucra el mayor número de unidades familiares es el maíz, con 600 unidades familiares (93%), seguido por el ajo con 300 unidades familiares (46.8 %), la alfalfa con 80 unidades (12.4%), el frijol con 50 (7.8%), el chile de agua con 10 (1.5%) y el agave con 5 unidades familiares (0.7%).

El 100% de los productores que se dedican al cultivo del maíz, frijol, alfalfa y agave son de baja escala económica, de los productores que siembran ajo el 96.6 % son de baja escala económica y de los que siembran chile el 80 % son también de baja escala económica.

Los cultivos por los cuales obtiene el productor ganancias, por destinarse a la venta son: ajo, chile de agua, alfalfa, frijol y agave; el maíz es principalmente para autoconsumo; en el caso del frijol una parte es para autoconsumo y el resto para venta. El cultivo que genera mayor valor a nivel primario es el ajo, seguido por el chile de agua. Sin embargo, en cuanto a costos de producción, el costo de sembrar chile de agua es más elevado que el costo de sembrar ajo. Se estima el costo de producción de una hectárea de ajo en \$30,000.00 y el del chile de agua de \$45,000.00 a \$50,000.00.

La siembra del chile de agua es riesgosa debido a las enfermedades y plagas que presenta esta especie como el pulgón, el picudo, el minador, la paratiosa y la secadura, con ésta última la cosecha se pierde irremediablemente. El ajo también presenta enfermedades (aparición de hongos) ocasionadas principalmente por la neblina y las heladas.

El maíz y el agave son cultivos de temporal, en tanto que el ajo, la alfalfa y el chile de agua son cultivos de riego. La alfalfa y el agave son cultivos perennes, el ciclo productivo de la alfalfa es de cuatro años y el del agave de cinco a seis años.



### 3.1.14. ANÁLISIS FODA DE LA COMUNIDAD.

<i>Fortalezas</i>	<i>Oportunidades</i>	<i>Debilidades</i>	<i>Amenazas</i>
Comunicación inmediata con la carretera panamericana con otras poblaciones.	Gran atractivo eco-turístico de la región.	Gran desequilibrios sociales	Narcotráfico
Ubicación cercana con la capital del estado de Oaxaca.	Clima y geografía propicia para la agricultura.	Carencia de servicios públicos.	Indiferencia de la sociedad a colaborar en el desarrollo de la región
Abastecimientos de agua mediante pozos casi a nivel de tierra.	Educación, cultura y deporte	Pobreza.	Contaminación del rio Atoyac
	Producción de productos artesanales.	Marginación.	Conflictos sociales.
		Deterioro de valores sociales.	Alteración del ecosistema natural.
		Falta de capacitación de la mano de obra	Pérdida de valores
		Falta de coordinación de las distintas autoridades.	

**Tabla 3-4. Análisis FODA de la comunidad.**



### 3.2. TAMAÑO DE LA EMPRESA.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de insumos, tecnología, mano de obra y capital, se propone un tamaño de planta adecuado para cubrir 100 % de la demanda detectada con una producción de 1 460 000 litros (76 842 garrafones de agua de 19 litros), ventas por \$ 768 420, trabajando al 85% de la capacidad instalada, laborando durante 25 días por mes, dos turnos de 8 horas por día.

**Tabla. 3-5. Producción de agua purificada.**

TIEMPO	GARRAFONES	\$
Día	256	2 560
Mes	6 404	64 040
Año	76 842	768 420

En la tabla solo consideramos ventas de producto en planta.

Por lo tanto estamos estimando que la capacidad instalada total de la planta debe de tener una producción anual de 90 402 garrafones.

### 3.3. REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

El equipo productivo con que contará la fábrica en estudio será del distribuidor **Soluciones Integrales para Sistemas de Agua, S.A. de C.V.** ubicadas para el estado de Oaxaca en las ciudades de Oaxaca, Juchitán, Salina Cruz, Puerto Escondido, Tuxtepec; en estado de Puebla están en las ciudades de Tehuacán, Ciudad de Puebla, Atlixco, Cholula, Izúcar de Matamoros, Tezihuatlán, Zapoxtla. Oficinas de operaciones y ventas en Aquiles Serdán Lt. 7, Mza. 127, 1er. Piso, Col. Miguel Hidalgo, Ecatepec, Estado de México. C.P. 55490. Teléfonos desde la Ciudad de México: 57889501, 89954240, 89954241. Teléfonos desde el interior de México: 01 800 830 9501, 01 (55) 57889501 01 (55) 89954240.

#### 3.3. 1. EQUIPO DE PROCESO

##### 3.3.1.1. PLANTA PURIFICADORA.

#### PURIFICADORA DE AGUA MODELO ECO PARA 200 GARRAFONES EN 8 HORAS

Consta de:

- 2 Tanques de 5000 l de polietileno
- 1 Hidroneumático de 1 HP
- 1 Filtro multicama 9 " x 48 "
- 1 Filtro de carbón activado 9 " x 48 "
- 1 Suavizador 13" x 54"



- 1 Tanque para salmuera de polietileno de 18" x 40"
- 2 Lámpara U. V. En acero inoxidable
- 1 Generador de ozono
- 2 Pulidores para 10 y 5 micras
- 1 Lavadora de garrafón para a la vez
- Material de instalación, todo el necesario
- Instalación incluida
- Capacitación en planta, con entrega de vídeo sobre manejo de su planta purificadora, grabado en su local y con sus equipos
- CD con bitácoras, normas, manuales de procedimientos, formatos, marketing, etc.
- Además regalo sorpresa para el manejo de su purificadora y un precio especial en paquete de consumibles de inicio de trabajo, este paquete tiene todo lo necesario para empezar a trabajar.

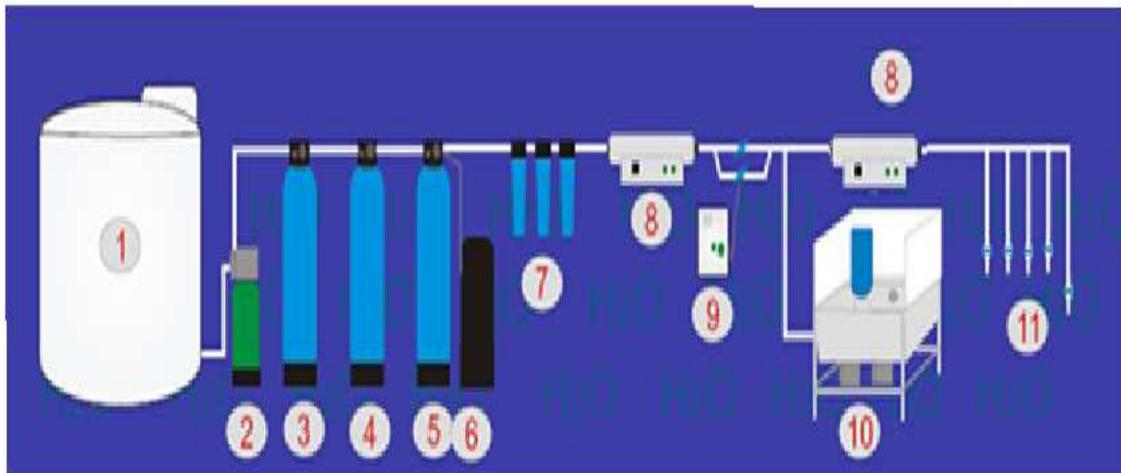


Figura 3-2. Diagrama del proceso.

1. **Tanque:** nos sirve para el almacenamiento de agua cruda. Es este equipo la primera etapa, aquí se da el proceso de desinfección agregando cloro poco antes de su llenado.
2. **Hidroneumático:** es el encargado de darle presión a nuestro sistema, en otras palabras da la fuerza para que el agua pase por los filtros y llegue al llenado de garrafones.
3. **Filtro multi cama:** es el equipo que le quita partículas suspendidas a nuestra agua, en otras palabras quita basura y sedimentos mayores a 20 micras.
4. **Filtro de carbón activado:** es el equipo encargado de quitar por absorción color, mal olor, mal sabor, además de quitar el cloro

5. **Suavizador:** generalmente este equipo se pone como opcional. Para H<sub>2</sub>O es un equipo muy adecuado por su función, este equipo es el encargado por intercambio iónico de quitar sales de calcio y magnesio responsable de la dureza.
6. **Tanque de salmuera:** es el equipo para regenerar el suavizador. La regeneración es el proceso por el cual la resina del suavizador regresa a su estado normal, es decir a un estado donde pueda seguir quitando las sales responsable de incrustaciones
7. **Pulidores:** Nuestras plantas cuenta con tres y nos sirven para retirar cualquier partícula que se nos haya escapado, además de darle un aspecto cristalino al agua.
8. **Lámpara ultravioleta:** es el equipo responsable de dar la segunda esterilizada al agua, los posibles microorganismos que pudieron sobrevivir al cloro son atacados en su material genético, lo que les impedirá reproducirse.
9. **Generador de Ozono:** es una oxidante fuerte que ataca las membranas plasmáticas destruyéndolas, su poder oxidativo ataca sus restos. Resultado cero microorganismos vivo.
10. **Lavadora de garrafones:** su nombre lo dice todo, nuestros equipos están armado en estructura de acero inoxidable al igual que la tina que tiene una profundidad de 40 cm.
11. **Líneas de llenado:** es muy importante este punto, muchas empresas dan de regalo una mesa con una pequeña plancha de acero inoxidable aunque la estructura sea de hierro. Pues bien, por nuestra experiencia nos hemos dado cuenta que estas estructuras son muy poco prácticos, porque solo permiten llenar dos o tres garrafones, para entregar hay que cargar los garrafones, además que son poco atractivos visualmente. H<sub>2</sub>O recomienda mandar hacer una mesa de llenado que se adapte a las características de su local, es decir estructura y altura, nosotros lo asesoramos. Por nuestra parte les dejamos 3-5 bajadas para llenado de sus garrafones, además de una adaptación para el llenado de botellines PET.



Figura 3-3. Equipo esencial del proceso



Figura 3-4. Llenadora de garrafondes

### 3.3.2. EQUIPO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO.

Consideramos que el total de aparatos y equipos de la planta que se emplearan son los siguientes:

APARATO O EQUIPO	CANTIDAD	HORAS DE SERVICIO	CONSUMO W-h/d TOTAL
LAMPARAS 30 W	3	5	450
HIDRONEUMATICO	1	6	4200
LAMPARA ULTRAVIOLETA	2	6	180
GENERADOR DE OZONO	1	6	600
BOMBA SOLAR	1	1	60
OTROS (APARATOS DE 12 VCD)	-	-	510
TOTAL			6000

Tabla 3-6. Consumo de electricidad del equipo de la purificadora.

Por lo tanto, la cantidad necesaria promedio por día es de 6 kW-h/d. a partir de este dato se establece la base de cálculo para determinar la cantidad de módulos de celdas solares necesarias para satisfacer la demanda energética.

### **3.3.3. DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA**

Los equipos fotovoltaicos para los requerimientos de la planta purificadora son los siguientes:

#### **a) ESTRUCTURA SOPORTE**

La estructura soporte tiene suma importancia a través de ella se puede modificar la orientación e inclinación de los paneles.

Debe tener la robustez y durabilidad necesaria para afrontar las inclemencias climáticas. Existen diferentes modelos siendo nuestro caso la estructura de suelo. En ciertas áreas geográficas es necesario proteger la estructura junto a los paneles con mallas metálicas o plásticas antigranizo que soportan un granizo de 25 mm de diámetro a una velocidad de caída de 70 Km/h.

#### **CÉLULAS Y PANELES FOTOVOLTAICOS**

La célula fotovoltaica es aquel dispositivo capaz de convertir la luz en electricidad de una forma directa e inmediata. Para la ejecución de este proyecto se han escogido paneles compuestos por células basándose en silicio mono cristalino.

Las células de silicio mono cristalino tienen la ventaja que en su fabricación pueden ser producidas directamente en forma cuadrada, lo que facilita enormemente la fabricación de los paneles solares compactos sin posteriores mecanizaciones.

#### **MÓDULO FOTOVOLTAICO**

Salvo en muy pocas aplicaciones (juguetería, equipos didácticos, etc.), las células se agrupan en lo que se denomina modulo o panel fotovoltaico, que no es otra cosa que un conjunto de células conectadas convenientemente, de tal forma que reúnan unas condiciones optimas para su integración en sistemas de generación de energía, siendo compatibles (tanto en tensión como en potencia) con las necesidades y equipos estándares existentes en el mercado.



Podríamos hacer una división general diciendo que el modulo utilizado está formado por:

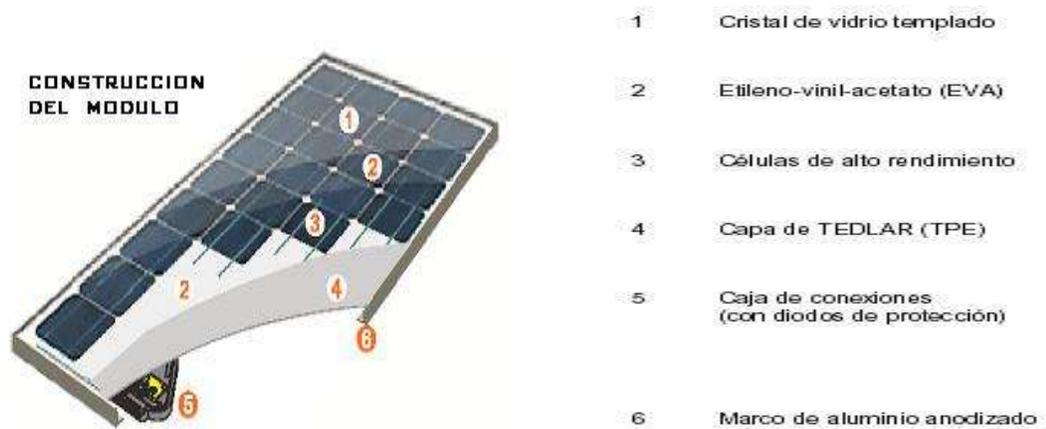


Figura 3-5. Estructura del panel fotovoltaico.

### CUBIERTA EXTERIOR

Tiene una misión eminentemente protectora, ya que es la que debe sufrir la acción de los agentes atmosféricos. Por este motivo la cubierta es de cristal de vidrio templado que asegura una buena durabilidad, además de ser sumamente liso y no retiene demasiada suciedad.

El vidrio templado permite aguantar las condiciones atmosféricas duras, tales como el hielo, la abrasión, el granizo, etc. Puede soportar también los cambios bruscos de temperatura.

### CAPAS ENCAPSULANTES

Son las encargadas de proteger las células solares y los contactos de interconexión. Deben presentar sobre todo una excelente transmisión a la radiación solar, así como la nula degradación frente a las radiaciones ultravioletas, ya que si no podría disminuir el rendimiento del modulo.

El encapsulante debe prestar también la misión de proteger y amortiguar las posibles vibraciones e impactos que se pueden producir, así como actuar de adhesivo entre las cubiertas posterior e inferior.

El modulo utilizado tiene una capa encapsulante de EVA, que sirve de protección a las células. Este material presenta una alta transmisión de la radiación, a la vez que baja degradación por la acción de los rayos solares.

## **PROTECCIÓN POSTERIOR**

Su misión consiste fundamentalmente en proteger contra los agentes atmosféricos, ejerciendo una barrera infranqueable contra la humedad.

El modulo utilizado tiene protegida su capa posterior por varias capas de TEDLAR que, al ser opacas y de color blanco, reflejan la luz que ha logrado pasar por las células, haciendo que vuelva a la parte frontal, donde puede ser reflejada e incidir de nuevo en las células.

## **MARCO SOPORTE**

Es la parte que presta rigidez y permite su inserción en estructuras que agrupan módulos.

El modulo es de aluminio anodizado, con los tornillos necesarios para anclaje en la estructura soporte, evitando tener que manipularlo posteriormente ya que nunca se debe taladrar un marco ya que las vibraciones producidas pueden hacer estallar el cristal.

El marco lleva acoplada una toma de tierra, que deberá ser usada.

## **CONTACTOS ELECTRICOS Y DIODOS DE PROTECCION**

Los contactos eléctricos son aquellos que van a permitir acceder a la energía producida por el conjunto de células.

El modulo tiene caja de conexiones por la parte posterior que contiene los diodos de protección (diodos bypass).

Estos diodos solo dejan pasar la corriente en un solo sentido y se oponen a la circulación en sentido contrario. Impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar.

También evitan que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o varios de ellos se produce una sombra.

Los diodos de bypass protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales.

### **b) CONTROLADOR DE CARGA**

Protege la vida útil de las baterías de descargas profundas y sobrecargas. Tiene un diseño ultra plano, compacto y es de fácil instalación. Dispone además de protección contra un posible conexionado erróneo por parte del usuario. Sus indicadores de estado, proporcionan toda la información necesaria: Visualización del estado y modo de carga. Alta y baja tensión de la batería. Sobrecarga y cortocircuito.



Puede conectarse directamente a 12 o 24v, ya que tiene una selección automática de voltaje.

Incluyen una pantalla digital, donde se puede visualizar: Estado, fase de carga, y tensión a la que se encuentra la batería. Temperatura (actual, máxima y mínima), mediante sonda exterior. Energía generada y consumida en corriente continúa.

### c) BATERIAS

Sirven para acumular la energía que los paneles generan diariamente. El cálculo de dichas baterías debe ser dimensionado en función de la cantidad de energía que se quiera disponer por días de baja luminosidad (días nublados).

Las características que definen el comportamiento de una batería son fundamentalmente, la capacidad en Amperios hora y la profundidad de la descarga.

**Los Amperios Hora:** Teóricamente una batería de 200 Ah puede suministrar 200 A durante una hora, o 50 A durante 4 horas, etc. Pero existen factores que pueden hacer variar la capacidad de la batería. En general si la batería se descarga a un nivel más lento, su capacidad aumentará ligeramente, si el ritmo es más rápido la capacidad se reducirá.

Otro factor que influye es la temperatura de la batería y la de su ambiente. Si una batería se cataloga a una temperatura de 25 grados, temperaturas más bajas reducen su capacidad significativamente, y las temperaturas más altas provocarían un ligero aumento de su capacidad, pero esto último puede incrementar la pérdida de agua, disminuyendo así el número de ciclos de vida de la batería.

**La Profundidad de descarga:** es el porcentaje de la capacidad total de la batería que es utilizada durante un ciclo de carga/descarga. Las baterías de “ciclo profundo” se diseñan para descargas del 10 al 25% de su capacidad total en cada ciclo. Para aplicaciones fotovoltaicas se fabrican para descargas de hasta un 80% de capacidad, sin dañarse. No obstante la profundidad de descarga afecta incluso a las baterías de “ciclo profundo”, de forma que cuanto mayor es la descarga, menor es el número de ciclos de carga que la batería puede tener.

### d) INVERSOR

Se utiliza para convertir la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) y a su vez elevar la tensión de 12 VCD a 120 VCA (para nuestros propósitos), y en otros casos de 24 VCD a 220 VCA pudiendo así utilizar elementos que se deben conectar a corriente alterna para su óptimo funcionamiento.

Su dimensionado debe estar relacionado a la potencia máxima de los artefactos a utilizar simultáneamente.

También hemos tenido en cuenta el tipo de onda que vamos a utilizar, de acuerdo con el uso específico que le vamos a dar.



### 3.4 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DEL PROCESO.

#### 3.4.1. Energía Solar

La energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es de unas 2 cal/min/cm<sup>2</sup>.

##### Radiación Solar

La radiación solar esta constituidas por ondas electromagnéticas provenientes del sol. Este se le puede considerar como un cuerpo negro, emitiendo a una temperatura de 5762 °K, sin embargo, la temperatura máxima lograda es alrededor de 388 °K, mediante uso de concentradores.

Se ha considerado que durante su trayectoria en el espacio exterior fuera de la atmósfera terrestre, no sufre ninguna alteración. Se han hecho mediciones en el exterior de la atmósfera por medio de una placa plana, obteniendo un valor aceptable de 1.36 Kw/m<sup>2</sup> (4.9 x10<sup>3</sup> KJ/m<sup>2</sup> h). En la figura se muestra la representación de la interacción de la radiación solar con la tierra.

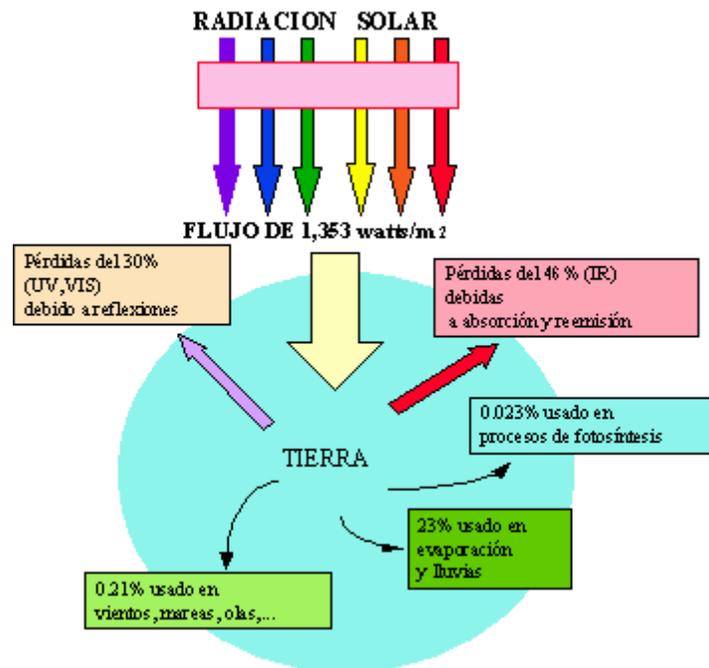


Figura 3-6. Interacción de la radiación solar con la tierra.

Dentro de atmósfera la radiación solar es reflejada, dispersada y absorbida por los componentes usuales de aquélla, como son O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y partículas en polvo. La radiación que sufre los efectos es la que tiene una longitud de onda entre 0.29 y 2.5 µm, ya que casi toda la radiación de onda corta, como la ultravioleta, se absorbe principalmente por O<sub>3</sub> mientras que la radiación de onda larga se convierte en radiación difusa por vapor de agua. La radiación reflejada y dispersada se convierte en radiación difusa y la que continúa su camino es la directa.

El efecto global de la dispersión de la radiación solar directa se puede calcular con la fórmula de Duffie y Beckman.

$$\tau_d = [(\tau_a)^{p/760} (\tau_p)^{d/800} (\tau_w)^{\omega/20}]$$

$\tau_d$  = transmitancia atmosférica de la radiación solar directa.

$\tau_a$  = transmitancia de las moléculas de aire.

$\tau_p$  = transmitancia de las partículas de polvo suspendidas.

$\tau_w$  = transmitancia del vapor de agua.

$p$  = Presión barométrica en mmHg.

$d$  = Concentración de partículas de polvo suspendidas a nivel del suelo por cm<sup>3</sup> de aire.

$\omega$  = Capa de agua precipitable, mm.

$m$  = longitud recorrida por la radiación en la atmósfera.

Las expresiones para las tres transmitancias son:

$$\tau_a = 10^{-0.00389\lambda^4}$$

$$\tau_p = 10^{-0.0353\lambda^{0.75}}$$

$$\tau_w = 10^{-0.0075\lambda^2}$$

Con  $\lambda$  = longitud de onda de la radiación solar directa.

El valor de la longitud recorrida por la radiación depende del ángulo cenit,  $\theta_z$ , que es el subtendido entre el cenit y la línea de vista al sol. Al nivel del mar,  $m = 1$ , cuando el Sol está en el cenit y en general.

$$m = \text{SEC}(\theta_z) \text{ para } \theta_z < 70^\circ \text{ (2.5)}$$

La radiación solar con longitudes menores a 0.29 µm es absorbida por el O<sub>3</sub> y longitudes de onda mayores a 0.35 µm es transmitida toda.

El vapor de agua absorbe la radiación de longitudes de onda mayor de 2.3 µm; los valores de absorción de varias longitudes de onda se dan a continuación.

Además de las condiciones atmosféricas hay otro parámetro que afecta radicalmente a la incidencia de la radiación sobre un captador solar, este es el movimiento aparente del sol a lo largo del día y a lo largo del año.

Se dice "aparente" porque en realidad la Tierra es la que está girando y no el Sol. La Tierra tiene dos tipos de movimientos: uno alrededor de su propio eje (llamado movimiento rotacional) el cual da lugar al día y la noche y el otro; es alrededor del sol (llamado movimiento traslacional) siguiendo una trayectoria elíptica, el cual da lugar a las estaciones del año.



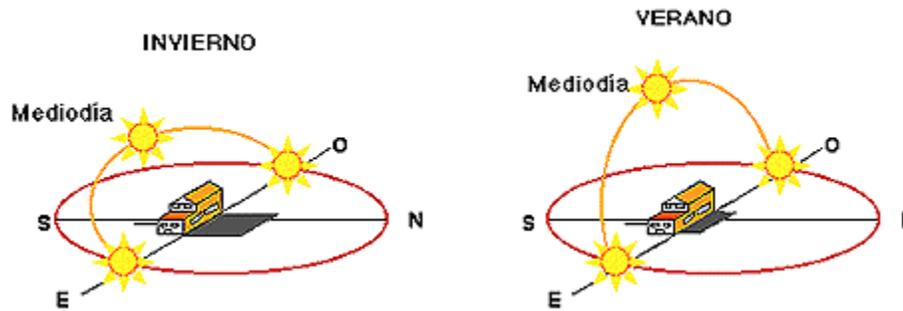


Figura 3-7. Movimiento aparente del sol en la bóveda celeste en función de la hora del día y la época del año.

### 3.4.2. Radiación Solar en México

La irradiación solar global en México es en promedio de 5 kWh/día/m<sup>2</sup>, pero en algunas regiones del país se llega a valores de 6 kWh/día/m<sup>2</sup>. Suponiendo una eficiencia del 15%, bastaría un cuadrado de 25 km de lado en el desierto de Sonora o Chihuahua para generar toda la energía eléctrica que requiere hoy en día el país. Por ello, el potencial técnico se puede considerar prácticamente infinito.

En México se han elaborado mapas climatológicos de radiación total. Se emplean mediciones de la radiación en forma directa más difusa, medida en unidades de energía por unidad de tiempo, por unidad de área sobre un plano horizontal mediante un Piranómetro.

Para poder medir la radiación solar en México se han empleado varios métodos, por ejemplo, se emplean relaciones empíricas para estimar la radiación global a partir de las horas de insolación, porcentajes de posible insolación o nubosidad. Otra alternativa sería la estimación para un lugar particular mediante datos existentes de otras localidades con latitud, Topografía y climas semejantes al deseado. Al emplear estos datos de insolación total, se estima su aproximación con un error dentro de un  $\pm 10$  por ciento.

El Método para calcular la radiación solar en México es el siguiente:  
Se ha demostrado que las sumas diarias de radiación son función de la duración de insolación para una localidad particular, siendo la relación entre ellas del tipo:

$$H = H_0 [A' + B'(S/S_0)]$$

Donde:

$H$  = Radiación global diaria promedio horizontal para el periodo en cuestión (por ejemplo, mensual).

$H_0$  = Radiación global diaria promedio horizontal para un día claro del periodo en cuestión.

$A'$ ,  $B'$  = Constantes que relacionan la radiación y la insolación; dependen de la localidad y del clima.



S, S<sub>0</sub> = Horas diarias máximas de insolación que sería posible, estimando que no existe obstrucción en el horizonte para el periodo en consideración.

Sin embargo, como H<sub>0</sub>' no pude obtenerse sin mediciones de radiación local, y ante la dificultad de definir lo que es un día claro. Page modificó este método para no requerir de H<sub>0</sub>', con base en la radiación extraterrestre sobre una superficie horizontal, a fin de obtener la radiación global diaria promedio:

$$H = H_0 [A + B(S/S_0)]$$

H<sub>0</sub> = Radiación fuera de la atmósfera para la misma localidad, promediada para el periodo en cuestión; su valor puede calcularse o deducirse de gráficas.

A, B, = Constantes que relacionan la radiación y la insolación; dependen de la localidad y del clima.

S, S<sub>0</sub> = Horas diarias máximas de insolación que sería posible, estimando que no existe obstrucción en el horizonte para el periodo en consideración.

En México la aplicación de este método es difícil, ya que no se tienen datos de la radiación para las diferentes localidades, sin embargo el investigador Jeevananda al ver que México tiene lugares montañosos que causan variaciones sustanciales en la nubosidad entre localidades y distancias relativamente cercanas, además, existen zonas donde la topografía y clima cambian bruscamente, propuso el siguiente modelo matemático:

$$H = \frac{[K(1+0.8P)(1-0.2t)(\frac{y}{día})]}{\sqrt{h}}$$

Dónde.

K = (λN + Ψ<sub>ij</sub> cosΦ)10<sup>2</sup>, en 1y/día.

Φ = latitud del lugar, en grado.

N = Longitud promedio del día durante el mes.

λ = 0.2/(1 + 0.1Φ) (factor de latitud).

Ψ<sub>ij</sub> = Factor de estación que depende del mes y localidad; j=1 para tierra dentro y j=2 para costa; i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 que corresponde a los meses de Enero a Diciembre con los siguiente valores.

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ψ <sub>i</sub>	1.28	1.38	1.54	1.77	2.05	2.30	2.48	2.41	2.36	1.73	1.38	1.17
Ψ <sub>j</sub>	1.46	1.77	2.05	2.15	2.05	2.05	2.10	2.17	2.14	1.96	1.60	1.43

**Tabla 3-7. Valores de Ψ<sub>i</sub> y Ψ<sub>j</sub> para los diferentes meses del año.**

**Tomado de: Rafael Almanza Salgado. Ingeniería de la Energía Solar. Editorial El Colegio Nacional, México 1994.**



$$P = n/N$$

$N$  = horas promedio de insolación por día durante el mes.

$$t = r/M$$

$r$  = número de días lluviosos durante el mes.

$M$  = número de días en el mes.

$h$  = humedad relativa media por día en el mes.

La longitud del día se obtiene de la siguiente ecuación

$$N = (2/15) \cos^{-1}(-\tan \varphi \tan \delta)$$

Donde  $\delta$  es la declinación (posición angular del Sol al mediodía solar con respecto al plano del ecuador) deducida por Cooper.

Con los métodos presentados se realizaron mapas mensuales de la República mexicana, con el fin de conocer la radiación solar global media diaria, en 1y/día, mediante datos de insolación.

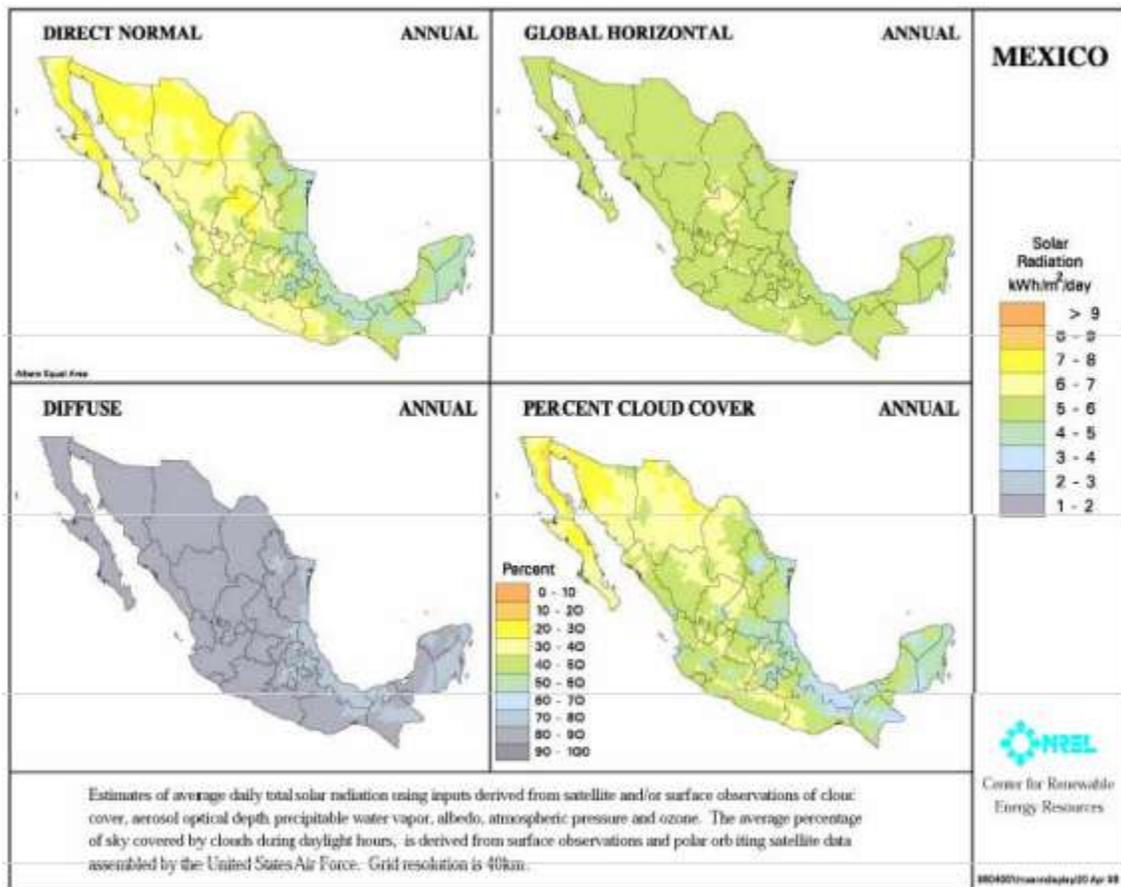


Figura 3-8. Representación esquemática de la radiación solar en México.



### 3.4.3 Aparatos para medir la radiación solar

De la energía de los rayos solares que el Sol emite por segundo, los planetas y satélites reciben tan sólo la ciento veinte millonésima parte. La mayor parte de la radiación solar total se manifiesta en el campo de las ondas en forma de luz visible. La luz tiene su punto de partida en la fotosfera, la gruesa capa de unos 500 km en el fondo de la atmósfera solar y que impide al observador completar el astro propiamente dicho. La radiación efectiva del Sol puede medirse con exactitud con ayuda del **Bolómetro**, instrumento que fue desarrollado en 1880 por S. P. Langley. Según Langley, la unidad de radiación solar es:

$$1 \text{ lan (o Ly)} = 1 \text{ cal / cm}^2$$

El **Bolómetro** se basa en el siguiente principio:

Dos tiras o películas finísimas de platino, ennegrecidas, forman un puente de Wheatstone. Una de las tiras está protegida de la radiación solar y la otra, expuesta a los rayos solares. En esta última tira aumenta la temperatura y, en consecuencia, se produce un aumento de la resistencia. Para medir la energía de radiación solar recibida por el bolómetro a través de la tira no iluminada, que hace las veces de cinta de medición, se hace pasar una corriente eléctrica hasta lograr el mismo desvío o indicación que en la tira no iluminada. La intensidad de esta corriente auxiliar se mide con un galvanómetro sensible. La indicación del bolómetro es el bolograma, que señala la intensidad de la radiación solar en función del tiempo (días), es decir, los datos de la medición que corresponden a las diferentes posiciones del Sol, registrándose siempre la información correspondiente a la misma zona de la superficie. Las ordenadas correspondientes a las curvas de las mediciones individuales determinan el valor de la energía solar absorbida por la atmósfera terrestre. En los aparatos de medida más modernos, en lugar de las tiras de platino se emplean finas capas semiconductoras, compuestas por lo general de mezclas o combinaciones de óxido de niobio, manganeso, cobalto o bien de superconductores como por ejemplo, el nitruro de niobio.

La fórmula para poder calcular la intensidad de la radiación solar, propuesta por Bouguer es la siguiente:

$$Q_d = A_o p^m$$

En la que:

$Q_d$  = radiación solar directa buscada (a determinar);

$A_o$  = radiación solar directa en la atmósfera;

$p$  = transparencia de la atmósfera. Este valor depende, a su vez, de la humedad y grado de enturbiamiento de la atmósfera;

$m$  = masa atmosférica o espesor de la atmósfera atravesada por la radiación.

Para la medición calorimétrica (medición térmica) de la energía de radiación solar se emplea los Pirheliómetros, Piranómetros y los Solarímetros.



- **Pirheliómetros.** Este aparato es destinado para medir la radiación solar directa proveniente del sol. Una mejora la constituyó el Pirheliómetro de compensación del físico sueco Angstrom (1814-1974), conocido principalmente por sus notables investigaciones en el campo de la espectroscopia. Su Pirheliómetro consta de dos plaquitas de manganeso ennegrecidas. Al igual que en el Bolómetro, una de las plaquitas queda expuesta a los rayos solares, mientras que la otra permanece en la sombra. Esta última plaquita es calentada por una corriente eléctrica hasta que alcanza la temperatura de la plaquita expuesta a la radiación solar. De este modo se obtiene un “equilibrio”, es decir, una igualdad de energía. En este caso es suficiente medir el calor de la corriente eléctrica necesaria para que ambas plaquitas alcancen la misma temperatura. Si el valor hallado se divide por la superficie (en  $\text{cm}^2$ ), se obtendrá la intensidad de la radiación solar.

- **Piranómetros y Pirómetros.** Este instrumento sirve para medir la radiación solar de onda corta que incide sobre una superficie horizontal. El **Piranómetro** o **Actinómetro** se destinan a medir en un plano determinado la radiación global recibida en un periodo de tiempo, estos van conectados a un registro que nos muestra la distribución de la radiación solar a lo largo de los periodos de tiempo deseados y acoplado además a un integrador que nos da la energía total captada en los periodos.

- **Solarímetros.** Estos miden el número de horas de insolación reales en una localidad y sirven para calcular la radiación solar en una zona, por métodos indirectos, casi todos los observatorios meteorológicos nacionales lo poseen.

### 3.4.4. Celdas Fotovoltaicas

Las celdas Fotovoltaicas son aquellas que transforman directamente parte de la energía solar que reciben en energía eléctrica, y la producción de la misma está basada en el fenómeno físico denominado “Efecto Fotovoltaico”.

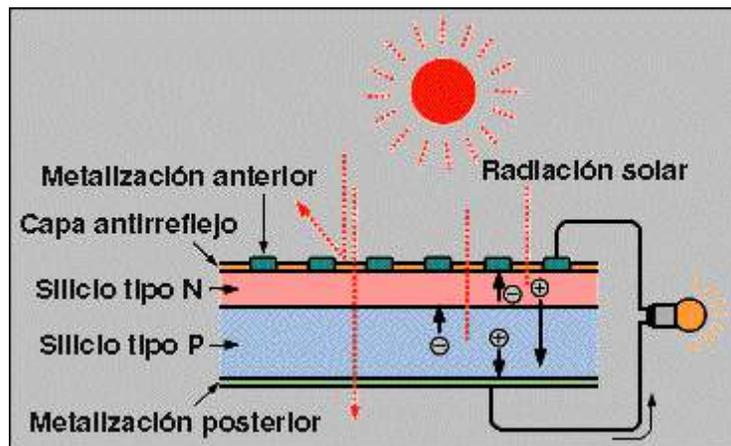


Figura 3-9. Efecto fotovoltaico en una celda solar.

Estas celdas están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa las celdas). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. La capa antirreflejo aumenta la eficacia de las celdas.

Un arreglo de varias celdas fotovoltaicas conectadas eléctricamente unas con otras y montadas en una estructura de apoyo o un marco, se llama módulo fotovoltaico. Los módulos están diseñados para proveer un cierto nivel de voltaje, considerado como **Voltaje a circuito abierto VCA (VOC)**, definiéndolo como aquel voltaje máximo que genera un módulo solar. Su unidad de medición es el volt. Este voltaje se mide cuando no existe un circuito externo conectado a la celda.

Además la corriente producida depende directamente de cuánta luz llega hasta el módulo. Esta es considerada como, **Corriente a corto circuito ICC (ISC)**. Es la máxima corriente generada por el módulo solar y se mide cuando se conecta un circuito exterior a la celda con resistencia nula. La unidad de medición es el Amper. Su valor depende del área superficial y de la radiación luminosa.

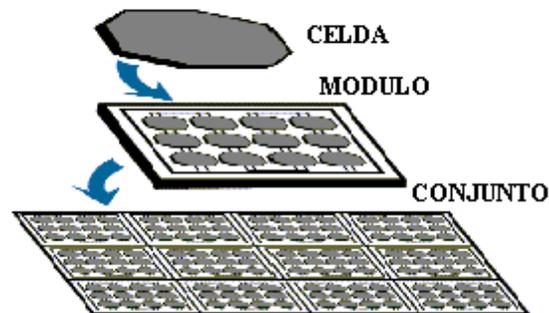


Figura 3-10. Módulo fotovoltaico.

También en un arreglo FV se pueden conecta eléctricamente en serie o paralelo. Las características eléctricas del arreglo son análogas a la de módulos individuales, con la potencia, corriente y voltaje modificados de acuerdo al número de módulos conectados en serie y en paralelo.

**Incrementando el voltaje:** Los módulos solares se conectan en serie para obtener voltajes de salida más grandes. El voltaje de salida, VS, de módulos conectados en serie está dado por la suma de los voltajes generados por cada módulo:

$$V = V1 + V2 + V3 + \dots + Vn$$

**Incrementando la corriente:** Los módulos solares o paneles se conectan en paralelo para obtener corrientes generadas más grandes. El voltaje del conjunto es el mismo que el de un módulo (o un panel); pero la corriente de salida,  $I_S$ , es la suma de cada unidad conectada en paralelo.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

En la siguiente figura se muestra la posición de los diodos de paso y el diodo de bloqueo. Este último debe ser calculado tomando en consideración la máxima corriente que generará el arreglo fotovoltaico en condiciones de corto circuito. La norma internacional dice que el valor de la corriente que soporta el diodo debe ser por lo menos 1.56 veces el valor de la corriente del circuito del arreglo de corto.

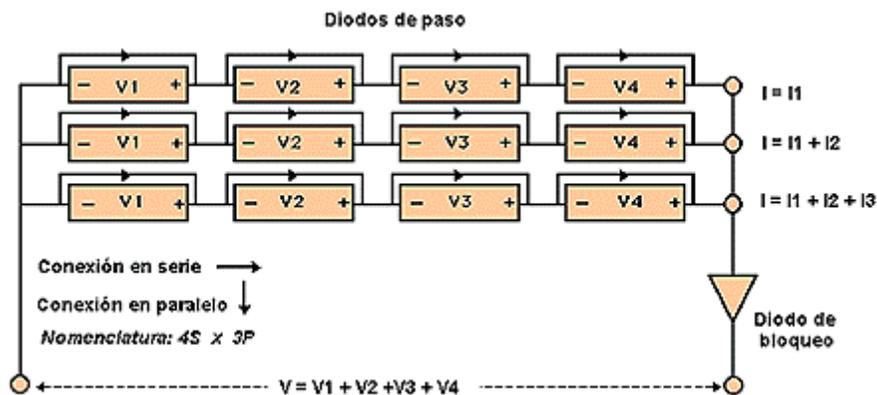


Figura 3-11. Conexión de módulos fotovoltaicos.

### 3.4.5. Fabricación de las Celdas Fotovoltaicas

Tecnológicamente, la fabricación de celdas solares es muy compleja. La materia prima es la arena común ( $SiO_2$ ), la cual debe ser trasladada a una factoría donde se le extrae el oxígeno que contiene y donde el silicio resultante sufre un complejo proceso de purificación. El producto resultante pasa a otra fábrica donde se transforma en plaquitas de silicio fotovoltaico.

De ella pasa a una tercera donde se efectúan las operaciones físico-químicas de formación de campo eléctrico interno y de formación de electrodos metálicos. Por último, de esta fábrica pasa a otra donde esta celda se solda, encapsula y se forman los módulos o paneles. En la siguiente figura se muestra esquemáticamente el proceso de fabricación de la celda.



Figura 3-12. Proceso de fabricación de las celdas solares.

### 3.4.6. Clasificación de las celdas fotovoltaicas

Existen diferentes materiales semiconductores con los cuales se pueden elaborar celdas solares, pero el que se utiliza comúnmente es el silicio en sus diferentes formas de fabricación.

Las celdas fotovoltaicas se clasifican en cristalinos, policristalinos y amorfos.

#### a) Celdas Fotovoltaicas Monocristalinos.

Las celdas de silicio monocristalino se obtienen a partir de silicio muy puro, que se funde en un crisol junto con una pequeña proporción de boro a una temperatura de 1500 °C. Una vez que el material se encuentra en estado líquido se le introduce una varilla con un cristal germen de silicio, que se va haciendo recrecer con nuevos átomos procedentes del líquido, que quedan ordenados siguiendo la estructura del cristal. De esta forma se obtiene un monocristal dopado, que luego se corta en obleas de aproximadamente 3 décimas de milímetro de grosor. Estas obleas se introducen después en hornos especiales, dentro de los cuales se difunden átomos de fósforo que se depositan sobre una cara y alcanzan una cierta profundidad en su superficie. Posteriormente, y antes de realizar la serigrafía para las interconexiones superficiales, se recubren con un tratamiento antireflexivo de bióxido de titanio o zirconio. Las ventajas de las celdas monocristalinos son que recientemente se han alcanzado eficiencias en la celda en torno al 22% bajo incidencia normal de la luz solar y 28% de eficiencia bajo concentración. En módulos, la eficiencia está entre 12-15%. Esto significa doblar la eficiencia conseguida 12 años atrás. La fiabilidad de módulos de silicio monocristalino ha realizado también un progreso impresionante. La máxima degradación durante el período de vida es inferior al 10%. Hace doce años, estos módulos duraban cinco años. Sin embargo hoy a estos módulos se les prevé una duración cercana a los treinta años.

Sin embargo, los dispositivos de silicio monocristalino tienen sus desventajas: requieren una gran cantidad de material, una gran cantidad de energía para producir este material y las técnicas de producción en serie no son fáciles de adaptar. Son bastante caras y difíciles de conseguir.

#### **b) Celdas Fotovoltaicas Policristalinas.**

Se obtiene a temperaturas más bajas que el anterior con lo que se disminuyen las fases de cristalización. Se constituyen básicamente con silicio, mezclado con arsenio y galio, son agregados de materiales, casi es como un biscocho: en lugar de partir de un monocristal, se deja solidificar lentamente sobre un molde la pasta de silicio, con lo cual se obtiene un sólido formado por muchos pequeños cristales de silicio, que pueden cortarse luego en finas obleas policristalinas. Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el efecto fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa.

Las ventajas de estas celdas son en que las celdas fotovoltaicas policristalinas no tienen partes móviles, son virtualmente libres de mantenimiento y tienen una vida útil de entre 20 y 30 años. Son más fáciles de conseguir y se obtiene un rendimiento nada despreciables del 14%.

Las desventajas de estas celdas son que no duran tanto tiempo, y se rompen si se encuentran en lugares desérticos y en las altas montañas.

#### **c) Celdas fotovoltaicas amorfas.**

Este material ha encontrado casi el mismo amplio uso en fotovoltaica que el silicio monocristalino. La tecnología y los procesos industriales se están implantando a gran escala aunque el mercado se ha centrado en el uso para equipos electrónicos de consumo. La mayor ventaja del silicio amorfo es él poder depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico de muy bajo costo. Esto permite su abaratamiento y la posibilidad de técnicas de producción en serie, ya que grandes módulos se pueden depositar en un único proceso.

Desde su descubrimiento hace una década como material fotovoltaico, la eficiencia de los dispositivos de silicio amorfo ha crecido drásticamente. Los rendimientos en dispositivos de pequeñas áreas han alcanzado hasta el 13%, mientras que los módulos han alcanzado un 10% ambos en laboratorio.

A pesar de las ventajas, su baja eficiencia es una de las mayores limitaciones, ya que a pesar de haberse alcanzado eficiencias de un 10%, la mayoría de los módulos comerciales andan actualmente en el entorno del 5 al 6%. Además, los dispositivos de



silicio amorfo se degradan cuando se exponen a la luz solar y por otra parte, no ha sido demostrado su comportamiento a largo plazo.

Las más baratas, menos duraderas y con rendimientos muy bajos de alrededor de un 6% que tienden a cero con el envejecimiento. Son las utilizadas en calculadoras y aparatos por el estilo ya que la energía que proporcionan es muy baja. Se construyen a base de evaporar encima de un cristal en una cámara de efluvios el material semiconductor o foto-reactivo y colocar un par de electrodos en cada una de las unidades correspondientes.

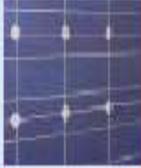
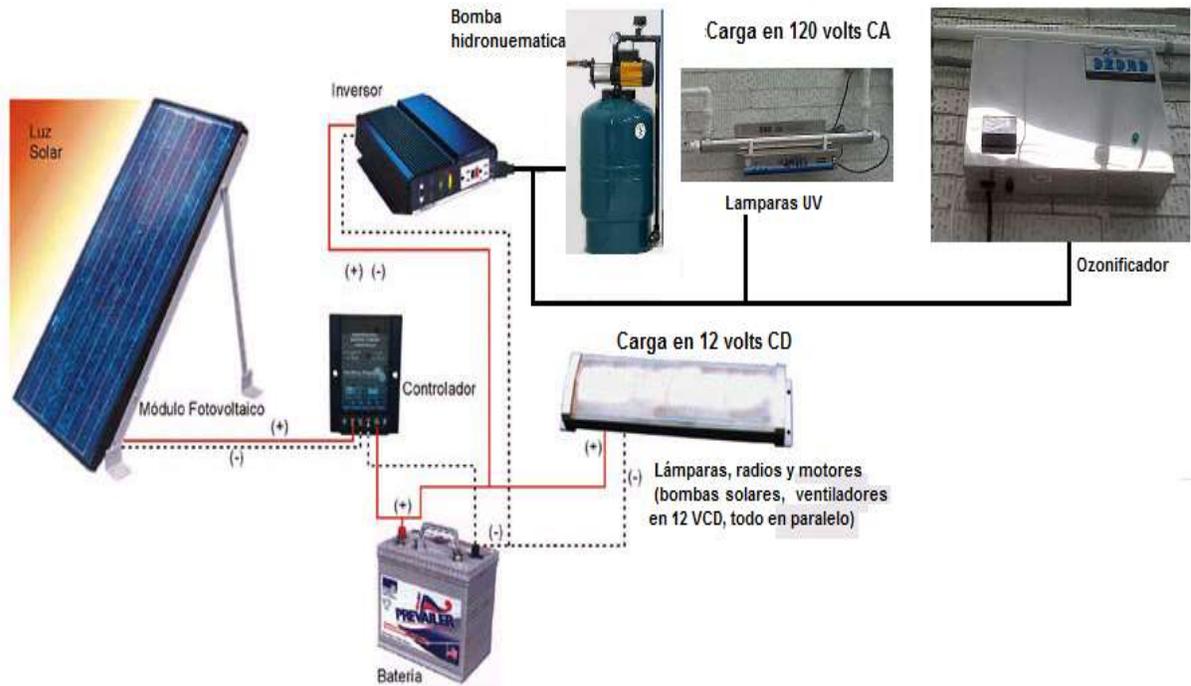
CÉLULAS		RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERÍSTICAS	FABRICACIÓN
	MONOCRISTALINO	24 %	15 - 18 %	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralsky).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	POLICRISTALINO	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	AMORFO	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Tabla 3-8. Tecnología y Clasificación de las celdas solares.

### 3.5 EQUIPOS E INSTALACIONES FOTOELECTRICAS REQUERIDAS EN LA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA.

En el siguiente esquema, se muestra la forma en que se interconectarán los equipos del proceso de purificación de agua con la fuente de energía fotovoltaica.



**Figura 3-13.** Forma en que se interconectarán los equipos del proceso de purificación de agua con la fuente de energía fotovoltaica.

#### 3.5.1. Arreglo de módulos fotoeléctricos utilizado para la planta purificadora.

El modelo del módulo fotoeléctrico mono cristalino es el propuesto por el fabricante Saya.

Modelo	Wp w	Amperaje	Vmp	Dimensiones mm.	Células serie/paralelo	Peso kg
SAYA -P250-24	250	7.3	34.8	1962 X 992 X 50	66/1	26.5

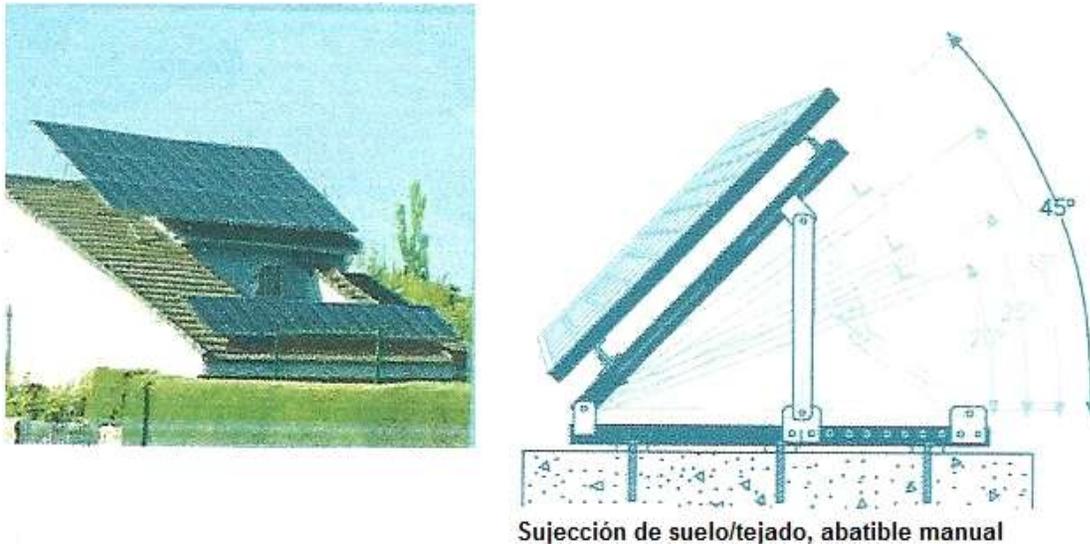
**Tabla 3-9.** Especificaciones del módulo fotoeléctrico.

El arreglo que se va utilizar es de cuatro módulos conectados en paralelo para optimizar la potencia aplicable en los equipos. De este modo se obtiene una intensidad de corriente resultante de 29.2 amp. El tamaño del módulo es clave para la su ubicación en el espacio destinado para el mismo, por lo que se planea colocarlo en el techo de la misma



planta, de concreto, ya que es una superficie sólida ideal para soportar el peso de los módulos y el embate de los vientos.

La forma de la colocación de los módulos está representada en la siguiente figura:



**Figura 3-14. Sujección del modulo en techo.**

#### **Recomendaciones en la instalación de módulos fotovoltaicos**

- Situar el módulo en un lugar que nunca esté a la sombra. Fíjese en los árboles y edificios cercanos. Recuerde que el sol varía su posición a lo largo del año y que los árboles crecen.
- Orientar el módulo correctamente. La cara frontal del módulo debe mirar al sur en el hemisferio norte y al norte en el hemisferio sur.
- El módulo se instalará de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo de las células y consecuentemente, mejorar el rendimiento del módulo.
- Si se montan varios módulos, evite que se hagan sombra entre sí.
- Si se usa un controlador, colóquelo en un lugar fácilmente accesible para que el usuario pueda comprobar los elementos de control. En el momento de su conexión se respetarán las polaridades eléctricas de todos los elementos, conectándolos en el siguiente orden: batería, módulos y consumo.
- La sección de conductores empleados debe asegurar que la caída de tensión en la instalación no sobrepase el 2 % de la tensión nominal de la misma.
- La interconexión entre módulos se realizará de forma aérea mediante los cables con conectores suministrados.

- Instale el módulo sobre la estructura de soporte mediante tornillería específica. Se recomienda métrica 6X20. No debe perforarse el marco del módulo. Las cotas de los módulos se encuentran especificadas en las fichas técnicas de los mismos.
- Para más detalles acerca de los cables de conexión y los diodos consultar la ficha de especificaciones técnicas del módulo.

### **Advertencias y riesgos eléctricos**

- El equipo deberá ser instalado y manejado sólo por personal calificado.
- Los módulos se envían en cajas especialmente diseñadas para que estén debidamente protegidos durante el transporte. Se recomienda no sacarlos de ellas hasta el momento de la instalación.
- No dejar nunca un módulo en un sitio en el que no esté debidamente sujeto, pues si cae puede romperse el vidrio. Un módulo con vidrio roto no se debe usar.
- No dejar caer el módulo ni arrojar objetos sobre él. No subirse ni caminar sobre él.
- Utilizar el módulo únicamente para la función a la que está destinado. No desmontar el módulo o quitar cualquier parte, etiqueta o pieza instalada por el fabricante, incluyendo diodos de protección, sin autorización del mismo.
- En caso de usar fusible de protección en la instalación, seguir las indicaciones de la ficha de especificaciones técnicas del módulo adjunta.
- No concentrar la luz solar sobre el módulo.
- Un módulo fotovoltaico genera electricidad cuando está expuesto a la luz del sol o a otras fuentes de luz. Cubrir totalmente la superficie del módulo con un material opaco durante la instalación, desmontaje o manipulación.
- Utilizar herramientas que estén debidamente revestidas con material aislante durante los trabajos con el módulo.
- Trabajar siempre bajo condiciones secas, tanto para el módulo como las herramientas.
- No instalar el módulo donde haya gases o vapores inflamables, ya que se pueden producir chispas.



- Evitar las descargas eléctricas al instalar, cablear, poner en funcionamiento o realizar el mantenimiento del módulo.
- No tocar las bornas mientras el módulo esté expuesto a la luz. Dotar la instalación de dispositivos de protección adecuados para impedir que pueda producirle una descarga de 30 o más voltios de corriente continua a cualquier persona. Cuando se conectan los módulos en serie, las tensiones se suman y cuando se hace en paralelo, es la intensidad la que suma. Por consiguiente, un sistema formado por módulos fotovoltaicos puede producir altas tensiones e intensidades, que constituyen un peligro añadido.
- Si se usan baterías con los módulos, seguir todas las recomendaciones que en materia de seguridad indica el fabricante de baterías.
- En condiciones normales, un módulo fotovoltaico es susceptible de experimentar condiciones que produzcan más corriente y/o voltaje que las indicadas en condiciones estándar. Por consiguiente, los valores de ISC y VOC mostrados en la etiqueta de características del módulo deberían multiplicarse por un factor de 1,25 para determinar los valores máximos admisibles de los componentes de la instalación, en cuanto a tensión, corriente, secciones de los conductores, fusibles y tamaño de los controles conectados a la salida del generador fotovoltaico.
- En caso de instalar sobre tejado asegurar una fijación mecánica al mismo. El tejado debe tener una resistencia al fuego apropiada para la aplicación.
- Los módulos se suministran con cables de las características indicadas en la ficha de especificaciones técnicas de cada modelo, siendo el rango de temperatura de trabajo de al menos entre -40 y 90 °C.
- Fijar el conductor de tierra al taladro correspondiente del marco mediante sistema de fijación mecánica como tornillo y tuerca.

### **Límite de conexión de módulos en serie**

Los módulos fotovoltaicos están fabricados para soportar tensiones elevadas.

La tensión máxima del sistema se indica en la etiqueta de características del módulo, consiguientemente, se podrán conectar módulos en serie hasta alcanzar dicha tensión.



### **Conexión de módulos en paralelo y sección del Cableado**

Se podrán emplear tantos módulos en paralelo como admita el regulador de carga, variador de frecuencia o el equipo correspondiente al cual vayan conectados los mismos.

Ahora bien, se deberá emplear un cable con sección adecuada para la conducción de la suma de corrientes generada por los módulos.

En cualquier caso, el conductor a emplear nunca deberá tener una sección menor de 4 mm<sup>2</sup>. Encaso de requerirse una sección mayor en el transporte de la energía hasta el correspondiente equipo, se emplearán cajas de interconexión externas que permitan adquirir mayores secciones de cable para los tramos de mayor distancia.

### **Mantenimiento de generador fotovoltaico**

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión aisladas del ambiente exterior por capas de material protector.

Al mismo tiempo, el control de calidad realizado es riguroso y rara vez se presentan problemas por esta razón.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del módulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.

### **Limpieza periódica del módulo**

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento.

En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del módulo, que impida a éstas posarse.

La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza debe ser realizada en general por el propio usuario y consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el módulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.



### **Inspección visual del módulo.**

La inspección visual del módulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el módulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

### **Control de conexiones y cableado**

Cada 6 meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

### **3.5.2 Controlador de carga**

El controlador de carga o regulador, se selecciona de acuerdo a la carga que proviene de los módulos generadores de corriente. Para el proyecto se eligió el promocionado por la marca Solener por el hecho que la carga que trabajara el controlador tiene una máxima capacidad de 30 amp., ya que la carga que utilizaremos es de 29.2 amp.

Modelo	Intensidad	Tensión
DSD-30 Solener	30 A máximo	bitensión 12/24 volts

**Tabla 3-10. Especificaciones del controlador de carga.**



### 3.5.3. Inversor.

El inversor elegido es el establecido por el proveedor Out Back porque utiliza una rango de potencia de salida de 2 000 w (ideal para el hidroneumático, la lámpara de UV y generador de ozono) a partir de un voltaje de entrada de 12 VCD, transformándolo a un voltaje de salida de 120 VCA a 60 Hz.

Modelo	Voltaje de entrada	Rango de potencia de salida	Voltaje de salida	Intensidad de salida	Peso	Dimensiones
FX-2012T Out Back	12 VCD	2000 W	120VCA 60 Hz	17 amp.	28.4 kg	33x21x41 cm

**Tabla 3-11. Especificaciones del Inversor.**

### 3.5.4. Baterías.

Por la capacidad de esta batería, se requerirá solamente una batería, ya que puede utilizar una corriente de 18 amperes por un intervalo de 19 horas continuas, para casos extremos en los que no se capte energía solar que almacenar.

Modelo	Capacidad	Intensidad	Voltaje	Dimensiones	Peso total
Serie 5000 Surrette	357 Ah	17.9 amp	12 VCD	559x286x464 mm.	124 kg

**Tabla 3-12. Especificaciones de la Batería.**

### 3.5.5. Instalaciones requeridas.

Para los equipos de la planta como lo son la bomba hidroneumática, las lámparas de UV y el generador de ozono, como nominalmente utilizan un voltaje de 120 volts CA, los accesorios para su conexión con la fuente eléctrica, son las mismas que las utilizadas en las instalaciones industriales monofásicas, con sus debidos dispositivos de seguridad.

El cableado recomendado es del tipo THW con un calibre AWG 10, para tener resistencia y durabilidad con el medio ambiente.

Para los otros equipos que manejan un voltaje de 12 volts CD, se puede emplear un cableado del tipo THW con un calibre AWG 12, debido a que para estos aparatos la cantidad de corriente no tan elevado.



### 3.6. Requerimiento de Mano de Obra y Personal.

El personal requerido para el funcionamiento de la planta purificadora es de 2 personas por turno, para producción y ventas:

#### REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y PRESUPUESTO

PERSONAL	SUELDO SIN PRESTACIONES			SUELDO CON 30% DE PRESTACIONES		
	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL
2 POR TURNO	\$600 PP.	\$2 400 PP.	\$28 800	\$780 PP.	\$3 120	\$37 400
TOTAL	\$2 400	\$9 600	\$115 200	\$3 120	\$12 480	\$149 760

**Tabla 3-13. Requerimientos de personal y presupuesto**

### 3.7. Requerimiento de Materias Primas, Insumos Auxiliares y Servicios.

Las materias primas utilizadas se muestran en el siguiente cuadro:

MATERIAL	CANTIDAD
Sanitizante interno	Caja (20 Kg)
Abrillantador externo	1 galón
Dióxido Cl Dicloran	1 galón
Hipoclorito 13%	1 galón
Sello de garantía con marca	Pieza
Tapa de presión larga	Pieza
Garrafón nuevo c/asa tapa a presión	Pieza
Cepillo para lavado interno	Pieza
Cepillo para asa de garrafón	Pieza

**Tabla 3-14. Materias primas**

#### Energía eléctrica

Se espera que la planta purificadora sea autosuficiente en su propio consumo de electricidad, por lo que en este rublo se espera ahorrar a largo plazo todo su gasto eléctrico.

#### Agua

Tomando en consideración la capacidad de la maquinaria instalada se estima un costo mensual de \$200.00 pesos y anual de \$2400.00



### Mantenimiento y refacciones

Destinado al mantenimiento de equipo del proceso principal estimado en un costo anual de \$ 5,000.00.

### Gastos de papelería y útiles de oficina.

Dentro de este renglón se considera notas de remisión, facturas, utensilios de limpieza, pago de teléfono y lo indispensable para un buen funcionamiento de la oficina, se estima una erogación mensual de \$250 y anual de \$3000.

### 3.8. REQUERIMIENTOS DE TERRENO Y CONSTRUCCIÓN

Con la finalidad de no aumentar el costo del proyecto, se tiene previsto la renta de una bodega en la cual la renta es de \$1,500.00 mensual y \$18,000.00 anuales.



**Figura 3-15. Ubicación de la planta**

La planta está ubicada en la parte céntrica del poblado de San Mateo Macuilxóchitl, para poder comercializar el producto más eficientemente y garantizar su distribución comercial.

## CAPITULO CUATRO

### INVERSIONES



## **IV. INVERSIONES.**

Las inversiones en un proyecto son el capital; ya sea propio o de terceros, que se pone en juego con objeto de operar una empresa. Se constituyen por la suma del valor de los bienes, servicios y efectivo existente y necesario para realizar las funciones de producción, distribución y venta de bienes. Por tanto el análisis y cálculo de las inversiones en el presente estudio de pre inversión tienen una caracterización productiva y no especulativa, se invierte para incrementar el capital, comprando bienes para producir satisfactores.

Las inversiones para efectos de cálculo se clasifican en fijas, diferidas y capital de trabajo, las dos primeras se desembolsan en la etapa previa a la operación y la última cuando la empresa arranca.

### **4.1. INVERSIONES FIJAS.**

Son aquellas que tienden a permanecer inmovilizadas durante la operación de la empresa, teniendo una vida de largo plazo, están sujetas a depreciación y a obsolescencia, a excepción del terreno, de acuerdo a la ley del impuesto sobre la renta.



### INVERSIÓN FIJA

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
Bomba centrifuga	1	PIEZA	\$3,125.00	\$3,125.00
Tanque precargado	1	PIEZA	\$3,960.00	\$3,960.00
Filtro arena Sílica	1	PIEZA	\$6,590.00	\$6,590.00
Filtro de carbón activado	1	PIEZA	\$6,720.00	\$6,720.00
Filtro suavizador de agua	1	EQUIPO	\$7,475.00	\$7,475.00
Filtro pulidor tipo cartucho	3	PIEZAS	\$1,680.00	\$5,040.00
Equipo purificador rayos ultravioleta	2	PIEZAS	\$6,325.00	\$12,650.00
Equipo generador de ozono	1	EQUIPO	\$19,325.00	\$19,325.00
Suministro de lavadora manual una plaza	1	EQUIPO	\$11,200.00	\$11,200.00
Suministro de sistema hidroneumático	1	EQUIPO	\$3,750.00	\$3,750.00
Suministro de filtro tipo Cartucho	1	PIEZA	\$1,075.00	\$1,075.00
Lote de materiales PVC y acero inoxidable	1	LOTE	\$10,000.00	\$10,000.00
Lote de materiales eléctricos	1	LOTE	\$5,000.00	\$5,000.00
Tanque de polietileno 5000 lts.	2	PIEZA	\$7,235.00	\$14,470.00
Garrafrones tapa a presión	150	PIEZAS	\$26.50	\$3,975.00
Modulo solar	4	EQUIPOS	\$10,952.50	\$43,810.00
Controlador de carga	1	EQUIPO	\$6,175.00	\$6,175.00
Inversor de corriente	1	EQUIPO	\$3,250.00	\$3,250.00
Batería Eléctrica	1	EQUIPO	\$2,275.00	\$2,275.00
Bomba solar	1	EQUIPO	\$1,600.00	\$1,600.00
			SUBTOTAL	\$171,465.00
			% 15 IVA	\$25,719.75
			TOTAL	\$197,184.75

**Tabla 4-1. Inversión Fija.**

#### 4.2 CAPITAL DE TRABAJO.

Para los proyectos nuevos es el monto necesario de dinero para iniciar las labores de producción y venta de la empresa, sigue el ciclo DINERO-PRODUCTO-DINERO por lo que es finalmente efectivo y es equivalente a los costos y gastos, el presente estudio se tomó en consideración un monto equivalente a un mes de costos y gastos.



**CAPITAL DE TRABAJO**

CAPITAL DE TRABAJO	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Lote de materiales de consumo para limpieza	\$6,500	1	\$6,500
Energía eléctrica	0	-	0
Otros servicios	\$200	-	\$200
Jabón	\$200	1	\$200
Mantenimiento	\$800	-	\$800
Renta	\$1,500	-	\$1,500
Sueldo (1 mes)	\$12,480	-	\$12,480
Imprevistos 5%	\$1,084	-	\$1,084
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$22,764</b>

**Tabla 4-2. Capital de Trabajo.**

**4.3. INVERSIONES DIFERIDAS.**

Conocidas también como activos intangibles, su recuperación es en el largo plazo, la totalidad de dichas inversiones se efectúa en el periodo previo a la operación, estando sujetos a amortizaciones y por ley son no realizables. Constitución de la empresa, Capacitación de personal, Puesta en marcha, Intereses durante la ejecución del proyecto, Estudios y planos.

**INVERSIÓN DIFERIDA**

INVERSION DIFERIDA	COSTO	UNIDAD	TOTAL
Gastos de organización legal	\$5.000,00	1	\$5,000.00
Instalación, prueba y puesta en operación	\$12.000,00	1	\$12,000.00
Registro y marca	\$10.000,00	1	\$10,000.00
Gastos pre operativos	\$1.500,00	1	\$1,500.00
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$28,500.00</b>

**Tabla 4-3. Inversión Diferida.**



#### 4.4. INVERSIÓN TOTAL

Es la suma de la inversión fija, la inversión diferida y el capital de trabajo.

##### INVERSIÓN TOTAL

INVERSIÓN FIJA	\$197,184.75
INVERSIÓN DIFERIDA	\$22,764.00
CAPITAL DE TRABAJO	\$28,500.00
TOTAL	\$248,448.75

**Tabla 4-4. Inversión Total.**

#### 4.5. DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

##### 4.5.1. Depreciación.

Dentro del ámbito de la economía, el término depreciación es una deducción anual del valor de una propiedad, planta o equipo.

Se utiliza para dar a entender que las inversiones permanentes de la planta han disminuido en potencial de servicio. Para los contables o contadores, la depreciación es una manera de asignar el costo de las inversiones a los diferentes ejercicios en los que se produce su uso o disfrute en la actividad empresarial. Los activos se deprecian basándose en criterios económicos, considerando el plazo de tiempo en que se hace uso en la actividad productiva, y su utilización efectiva en dicha actividad.

Una deducción anual de una porción del valor o propiedad y equipamiento.

También se puede definir como un método que indica el monto del costo al gasto, que corresponda a cada periodo fiscal.

##### Métodos de depreciación.

Presupone que la depreciación está en función al uso o la productividad y no del paso del tiempo. La vida del activo se considera en términos de su rendimiento (unidades que produce) o del número de horas que trabaja. Conceptualmente, la asociación adecuada del costo se establece en términos del rendimiento y no de las horas de uso; pero muchas veces la producción no es homogénea y resulta difícil de medir. (Costo menos valor de desecho) X horas de uso en el año = cargo por Total de horas estimadas depreciación.



#### **4.5.2. Amortización**

La amortización es un término económico y contable, referido al proceso de distribución en el tiempo de un valor duradero. Adicionalmente se utiliza como sinónimo de depreciación.

Se emplea referido a dos ámbitos diferentes casi opuestos: la amortización de un activo o la amortización de un pasivo. En ambos casos se trata de un valor, habitualmente grande, con una duración que se extiende a varios periodos o ejercicios, para cada uno de los cuales se calcula una amortización, de modo que se reparte ese valor entre todos los periodos en los que permanece.

##### **Amortización de un pasivo**

La obligación de devolver un préstamo recibido de un banco es un pasivo, cuyo importe se va reintegrando en varios pagos diferidos en el tiempo. La parte de capital (o principal) que se cancela en cada uno de esos pagos es una amortización.

Los métodos más frecuentes para repartir el importe en el tiempo y segregar principal de intereses son el francés, alemán y el americano. Todos estos métodos son correctos desde el punto de vista contable y están basados en el concepto de interés compuesto. Las condiciones pactadas al momento de acordar el préstamo determinan cual de los sistemas se utilizará.

El sistema Francés consiste en determinar una cuota fija. Mediante el cálculo apropiado del interés compuesto se segrega el principal (que será creciente) de los intereses (decrecientes).

El sistema Alemán determina que la amortización de capital sea fija. Por lo tanto los intereses y la cuota total serán decrecientes.

El sistema Americano establece una sola amortización al final de un período, en el cual solo se pagan intereses. Al no haber pagos de capital, los intereses son fijos.

Es posible determinar un cuadro de amortización distinto a los anteriormente mencionados.

##### **Amortización de un activo**

Existen varios métodos de amortización, tanto de activos inmovilizados (cuotas fijas, crecientes, decrecientes,...). Se trata de técnicas aritméticas para repartir un importe determinado, el valor a amortizar, en varias cuotas, correspondientes a varios periodos.

Desde el punto de vista lingüístico la expresión depreciación es más apropiada para reflejar la pérdida de valor de los activos materiales (también llamados bienes de uso). Sin embargo, las normas contables de algunos países elijen la expresión amortización.

##### **Amortización desde el punto de vista contable**

Amortizar significa considerar que un determinado elemento del activo fijo empresarial ha perdido, por el mero paso del tiempo, parte de su valor. Para reflejar contablemente este hecho, y en atención al método contable de partida doble, hay que:

- a) Dotar una amortización, es decir, considerar como pérdida del ejercicio la disminución del valor experimentado.



- b) Crear una cuenta negativa en el activo del balance, que anualmente vería incrementado su saldo con la indicada disminución del valor del bien. De esta forma todo elemento del activo fijo de la empresa vendría reflejado por dos cuentas, una positiva, que recogería el valor de su adquisición u obtención, y otra negativa (llamada de Amortización Acumulada), en la cual se indica lo que vale de menos como consecuencia del paso del tiempo.

Se trata de un artificio contable tendiente a conseguir una mayor aproximación a la realidad económica y financiera de la empresa, y no un fondo de dinero reservado de alguna forma para reponer el inmovilizado al finalizar su vida útil. Para calcular la cuota de amortización para un periodo determinado existen diferentes métodos:

- a) Amortización según tablas.
- b) Amortización constante, lineal o de cuota fija.
- c) Amortización digresiva con porcentaje constante.
- d) Amortización digresiva por suma de dígitos.
- e) Amortización digresiva por progresión aritmética decreciente.
- f) Amortización progresiva.
- g) Amortización variable.
- h) Amortización acelerada.
- i) Amortización libre.

**4.5.3. Valor residual o valor de salvamento:**

Es la estimación del valor que el bien tendrá para la empresa una vez finalizada su utilización o vida útil. Surgirá de la diferencia entre el precio de venta estimado y todas las erogaciones necesarias para retirar el bien de servicio.

**DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES**

CONCEPTO VIDA UTIL	VIDA UTIL AÑOS	VALOR ORIGINAL	DEP. ANUAL %	DEPRECIACION ANUAL	VALOR DEL SALVAMENTO
AREA ADMITIVA DEPRECIACIONES: Equipo de Oficina	10	0	0	0	0
DEPRECIACIONES: Maquinaria y Equipo		\$197,184.75		\$15,543.29	\$119,468.33
Purificadora	10	\$127,598.25	0.1	\$12,759.83	\$63,799.13
Planta fotovoltaica	25	\$69,586.50	0.04	\$2,783.46	\$55,669.20
AMORTIZACIONES: Imprevistos	5	0	0	0	0
				TOTAL	\$119,468.33

**Tabla 4-5. Depreciaciones y amortizaciones.**



# CAPITULO CINCO

## PRESUPUESTOS Y FINANCIAMIENTO



## V. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

### 5.1. Presupuesto de costos y gastos.

#### 5.1.1. Costos de producción.

El costo de producción representa todas las erogaciones realizadas desde la adquisición de la materia prima hasta su transformación en artículos de consumo o de servicio, se dividen en gastos directos y gastos indirectos.

**Gastos directos.** Son la parte del costo que se aplica directamente a la producción de los bienes y comprenden:

- **Materia Prima y Materiales Directos.** Son rubros que se transforman en elementos físicos del producto terminado inclusive los materiales de empaque y envasado utilizados para presentar el producto.
- **Mano de Obra Directa.** Se incluyen los salarios de los obreros, a quienes se les encomienda directamente las labores productivas (Operadores de maquinas de proceso, montadores, hasta cargadores de bultos), en este rubro deben incluirse las prestaciones y otros cargos sociales, en 25 a 30 % aproximadamente.

**Gastos Indirectos de fabricación.** Son aquellos que no están relacionados con el volumen de producción, suelen agruparse en tres grandes rubros:

- **Materiales Indirectos.** Son los consumos auxiliares o complementarios a la elaboración del producto final y que no se notan físicamente en el mismo.
  - a) **Insumos Auxiliares.** Insumos que complementan la elaboración del producto como lijas, estopa y que no son notoriamente visibles.
  - b) **Repuestos.** El mantenimiento de la maquinaria obliga a consumir repuestos como seguetas
  - c) **Útiles de Aseo.** Estimación de los elementos de aseo en el sector de producción (traperos, escobas, etc.)
  - d) **Combustibles y Lubricantes.** Combustóleo, Diesel, Aceites y Grasas.
- **Mano de Obra Indirecta.** Este rubro abarca el trabajo de técnicos, empleados y supervisores que estando en función de la producción, no participan directamente en la elaboración del producto (Electricistas, mecánicos, Chóferes) se deben incluir las prestaciones sociales del 30%.
- **Otros Gastos Indirectos.** Energía eléctrica, Agua, Depreciaciones, amortización de inversión diferida, Rentas, Mantenimiento.



**Depreciaciones.** Por legislación fiscal para la mayoría de los proyectos, se aplica el sistema de depreciación lineal. Este consiste en la división del valor actual del activo entre el número de años de vida útil que tendrá. La vida útil se obtiene de la división del 100% entre el % que estipule la Ley del impuesto sobre la renta para depreciar los diferentes bienes.

Maquinaria y Equipo	10%	100/10 = 10 Años
Equipo de transporte	20%	100/20 = 5 Años
Construcciones	5%	100/5 = 20 Años

**Tabla 5-1. Depreciación de activos.**

**5.1.1. Costos de producción**

CONCEPTO	COSTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO POR DIA	COSTO POR GARRAFON
Sanitizante interno	\$ 300.00	1 CAJA	20 kg	\$ 300.00	\$ 5.00	\$ 0.86
Abrillantador externo	\$ 200.00	1	1 GALON	\$ 250.00	\$ 4.17	\$ 0.01
Dióxido Cl	\$ 200.00	1	1 GALON	\$ 200.00	\$ 3.33	\$ 0.01
Hipoclorito 13%	\$ 45.00	1	1 GALON	\$ 45.00	\$ 2.25	\$ 0.01
Sello de garantía con marca	\$ 115.00	1000	PIEZA	\$ 0.12	\$ 0.01	\$ 0.12
Tapa de presión larga	\$ 500.00	1000	PIEZA	\$ 0.50	\$ 0.03	\$ 0.50
Salarios / mes	\$ 12,480.00	4	PERSONA	\$ 3,120.00	\$ 624.00	\$ 2.44
Cepillo para lavado interno	\$ 100.00	1	PIEZA	\$ 100.00	\$ 5.00	\$ 0.02
Cepillo para asa de garrafón	\$ 100.00	1	PIEZA	\$ 100.00	\$ 5.00	\$ 0.02
Renta	\$ 15,000.00	1	RENTA	\$ 1,500.00	\$ 75.00	\$ 0.29
Energía eléctrica	\$ -	1	SERVICIO	\$ -	\$ -	\$ -
Otros servicios	\$ 200.00	1	SERVICIO	\$ 200.00	\$ 10.00	\$ 0.04
Imprevistos 5%	\$ 1,084.00	1	IMPREVISTOS	\$ 1,084.00	\$ 54.20	\$ 0.21
Mantenimiento	\$ 800.00	1	SERVICIO	\$ 800.00	\$ 40.00	\$ 0.16
Detergente	\$ 200.00	1	PIEZA	\$ 200.00	\$ 10.00	\$ 0.04

<b>SUBTOTAL</b>	\$ 837.99	\$ 4.72
-----------------	-----------	---------

**Tabla 5-2. Costos de producción**



### 5.1.2. Costos de mantenimiento.

CONCEPTO	LAPSO	COSTO	COSTO ANUAL	COSTO MENSUAL
Cambio de lecho en proceso de filtración	4 años	\$ 1,500.00	\$ 375.00	\$ 31.25
Cambio de lecho en proceso de filtración en carbono activado	1 año	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	\$ 141.67
Cambio cartucho de filtro para remoción de partículas	4 meses	\$ 350.00	\$ 1,400.00	\$ 87.50
Cambio de resina (lecho filtrante) de intercambio iónico	4 años	\$ 2,300.00	\$ 575.00	\$ 47.92
Cambio de lámpara rayos ultravioleta (2 equipos)	1 año	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 83.33
Mantenimiento	Anual	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 41.67
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,550.00</b>	<b>\$ 433.34</b>

**Tabla 5-3. Costos de mantenimiento.**

### 5.1.3. Gastos de administración.

Gastos de Administración. Son los resultantes de la operación, control y planeación de la empresa, e independientes del aspecto productivo de la misma.

En los gastos administrativos generalmente se incluyen: sueldos de ejecutivos, auxiliares y empleados, incluyendo sus respectivas prestaciones sociales. Se consideran también los correspondientes gastos de oficina y de representación para la promoción de la empresa y sus relaciones públicas. Se deben contemplar la depreciación de los muebles, maquinas, equipos e instalaciones de oficina, así como la amortización de los gastos relacionados con la constitución y organización de la empresa, realización de estudios, servicios legales, etc.

#### Gastos de administración

CONCEPTO	COSTO	DESCRIPCION	COSTO	DESCRIPCION
Gastos generales	\$ 400.00	MENSUAL	\$ 4,800.00	ANUAL
Sueldo Contador	\$ 1,500.00	MENSUAL	\$ 12,000.00	ANUAL
Subtotal	\$ 1,900.00		\$ 16,800.00	

**Tabla 5-4. Gastos de administración.**



### 5.1.4 COSTO TOTAL UNITARIO

CONCEPTO	PRODUCCION PROMEDIO GARRAFON X DIA	COSTO GARRAFON	COSTO PROMEDIO GARRAFON X DIA
COSTO DE PRODUCCIÓN	256	\$ 4.64	\$ 1,187.84
GASTO DE ADMINISTRACIÓN	256	\$ 0.37	\$ 95.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION		\$ 5.01	\$ 1,282.84

Tabla 5-5. Costo total unitario.

### 5.2. PRESUPUESTO DE VENTAS

Presupuesto de Ingresos. El volumen de venta para cada año depende del uso de la capacidad instalada o programas de producción y del dinamismo con que evoluciona la demanda, los ingresos básicos de la empresa provienen de las ventas y son el resultado de multiplicar el precio por la cantidad de producto, finalmente se pueden tener otros ingresos por venta de activos generalmente ya depreciados durante el horizonte del proyecto o el año de liquidación que conjuntamente con la recuperación del circulante representan un ingreso expresado como valores residuales.

#### INGRESOS POR VENTAS

PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	PRODUCCIÓN PROMEDIO MENSUAL	INGRESOS MENSUAL	PRODUCCIÓN PROMEDIO ANUAL	INGRESOS ANUAL
Garrafón agua purificada "EL CALVARIO" 19 litros	\$ 10.00	6404	\$ 64,040.00	76842	\$768,420.00

Tabla 5- 6. INGRESOS POR VENTAS

Los ingresos obtenidos a partir de la planta purificadora de agua, serán administrados correctamente y serán utilizados principalmente para recapitalización y futuro crecimiento de la planta.



# CAPITULO SEIS

## EVALUACIÓN ECONÓMICA



## VI. EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 6.1. PROYECCIÓN DEL ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

Estado de pérdidas y ganancias (Estado de resultados). Es un estado financiero que a partir de los ingresos, costos y gastos muestra el resultado final previsto en términos de utilidades o pérdidas, lo integran los siguientes rubros. Ingresos por ventas, Costo de lo vendido, Utilidad bruta, Gastos de administración y ventas, Gastos financieros, Depreciaciones y amortizaciones, Utilidad antes de impuestos, utilidad o pérdida neta.



**ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS**

CONCEPTO	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
INVERSIONES	-\$248,448.75					
FIJA	\$ 197,184.75	0	0	0	0	0
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 22,764.00	0	0	0	0	0
INVERSION DIFERIDA	\$ 28,500.00	0	0	0	0	0
VALOR DE RESCATE	\$ 170,732.33					
FIJA	0	0	0	0	0	\$ 119,468.33
CAPITAL DE TRABAJO	0	0	0	0	0	\$ 28,500.00
INVERSION DIFERIDA	0	0	0	0	0	\$ 22,764.00
(-)						
INGRESOS POR VENTAS	0	\$ 768,420.00	\$ 768,420.00	\$ 768,420.00	\$ 768,420.00	\$ 768,420.00
(-)						
COSTOS DE PRODUCCION	0	\$ 313,589.76	\$ 313,589.76	\$ 313,589.76	\$ 313,589.76	\$ 313,589.76
UTILIDAD BRUTA	0	\$ 454,830.24	\$ 454,830.24	\$ 454,830.24	\$ 454,830.24	\$ 454,830.24
(-)						
GASTOS DE ADMINISTRACION	0	\$ 16,800.00	\$ 16,800.00	\$ 16,800.00	\$ 16,800.00	\$ 16,800.00
GASTOS DE VENTA	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD DE OPERACIÓN	0	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24
(-)						
GASTOS FINANCIEROS	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	0	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 608,762.57
(-)						
IMP. GLOBAL A LAS EMP.	0	0	0	0	0	0
REPARTO DE UTILIDADES	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA	0	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 438,030.24	\$ 608,762.57
(+)						
GASTOS FINANCIEROS	0	0	0	0	0	0
DEPRECIACION Y AMORTIZACIONES	0	\$ 15,543.29	\$ 15,543.29	\$ 15,543.29	\$ 15,543.29	\$ 15,543.29
FLUJOS DE EFECTIVO		\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 593,219.28

**Tabla 6-1. Estado de pérdidas y ganancias.**



## CONCEPTOS DE RENTABILIDAD

La rentabilidad se entiende como la búsqueda y obtención de máximas utilidades con respecto aún volumen de inversión dado. La maximización de esta relación aumenta la rentabilidad con respecto al parámetro fijado, esto es, muchos beneficios con pocos desembolsos y a la inversa, la minimización de dicha relación disminuye la rentabilidad.

La rentabilidad se expresa como una tasa de rendimiento, generalmente anual, la cual revela las unidades monetarias obtenidas inicialmente por los desembolsos realizados. La tasa de rendimiento, es equivalente a una tasa de interés.

Teóricamente existen tasas de rendimiento libres de riesgo, esto es las que ofrece el mercado del dinero a través de los bancos con un rendimiento fijo, se dice que no hay riesgo, sin embargo frente a condiciones de inestabilidad económica se presentan dos grandes riesgos, la devaluación y la inflación galopante por lo que invertir en estas condiciones en instrumentos bancarios, tienen un alto riesgo que muchos inversionistas no valora bien.

Suponiendo que existan condiciones de estabilidad económica, entonces la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) de cualquier inversionista que decida a realizar una empresa será.

$$\text{TREMA} = \text{IB} + \text{R}$$

Donde: IB = a la tasa (libre de riesgo) del sistema bancario a largo plazo

R = es la prima de riesgo por llevar a cabo una empresa, expresada en puntos porcentuales.

Por lo tanto, la TREMA es calculada con los siguientes datos:

Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio: 4.8050%

Plazo = 26 semanas (182 días)

Inicio = 17 de mayo de 2012

Vencimiento = 15 de noviembre de 2012

Diferencial = 8

Resultados Generales para determinar la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio a 26 semanas correspondiente a la sesión del día 16 de mayo de 2012. Fuente Banco de México.

Prima de riesgo empresarial (R) es el máximo de rentabilidad que se exige para invertir en un activo con riesgo comparado a invertir en uno sin riesgo. Para México la prima de riesgo empresarial es de acuerdo al crédito bancario para las PYMES en México, con tasa de interés hasta del 24% anual, resulta que asumiendo un costo de fondeo de TIIIE = 4.8050%, el sobre costo que incluye prima de riesgo y margen de ganancia es de 7 a 14 puntos adicionales, es decir del 120% al 280% sobre la tasa de fondeo base.

Por lo tanto el valor de la TREMA es de:

$$\text{TREMA} = 4.8050 + 14 \approx 19\%$$



## 6.2. TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno - TIR -, es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido.

### CALCULO:

$$VPN = 0 = \frac{FE_1}{(1 + K)^1} + \frac{FE_2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{FEn}{(1 + K)^n} - Inversión$$

Donde :

VPN = Valor Presente Neto = 0 (para calcular la TIR)

FE = Flujos Netos de efectivo.

K = TIR = Valores porcentuales.

n = Tiempo de recuperación de capital (años).

$\frac{FE_1}{(1 + K)^1}$	$\frac{FE_2}{(1 + K)^2}$	$\frac{FE_3}{(1 + K)^3}$	$\frac{FE_4}{(1 + K)^4}$	$\frac{FE_5}{(1 + K)^5}$
156665.1181	58094.00556	21542.21389	7988.207642	4159.204894



Empezando para un valor de  $K = 0.19$ , se realiza la iteración para encontrar:

FE1	FE2	FE3	FE4	FE5	TIR	INVERSION	VPN
\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 593,219.28	169.68%	248,448.75	7.23E-05

La tasa interna de retorno se obtiene aplicándose con una tasa esperada de rendimiento del 19% en 5 periodos anuales arrojando el siguiente resultado:

$$\mathbf{TIR = 169.68\%}$$

Por lo tanto, el rendimiento del proyecto es mayor que el esperado, De este modo se observa que la  $TREMA \leq TIR$ , por lo que concluimos que el proyecto es altamente rentable aún con las implementaciones fotoeléctricas que se incluyen.



# CAPITULO SIETE

## RESUMEN DE BENEFICIOS



## VII. RESUMEN DE BENEFICIOS

La creación de una planta para la producción y comercialización de agua purificada para consumo humano, con una administración para incrementar el volumen de ventas en el futuro.

**Producto:** Agua envasada en garrafones con asa en presentación de 19 litros.

**Capacidad instalada:** 90 402 garrafones.

**Capacidad aprovechada:** 1 460 000 litros por año, trabajando al 85 % de la capacidad instalada durante 288 días por año, 2 turnos de 8 horas diarios.

**Volumen de producción por año:** 76 842 garrafones por año

**Ingreso anual por ventas:** \$768 420

### Conclusión del estudio de mercado:

El producto tendrá una buena aceptación en el mercado por no existir otra planta de purificación en la región, además de que existe una gran demanda insatisfecha en la actualidad y aun con el proyecto instalado, lo que representa una oportunidad potencial de crecimiento.

### Proceso seleccionado:

Proceso de purificación de agua tipo Sistema de Suavización y Filtración por Carbón Activado que asegura que el producto final cumpla con las características de agua purificada estipuladas en la NOM 041 y NOM 201 y con y el sistema de llenado cumple con la Norma de Buenas Prácticas de Manufactura de Higiene y Sanidad, editadas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (NOM160).

Inversiones (pesos mexicanos):

**INVERSIÓN FIJA** \$ 197,184.75

**INVERSIÓN DIFERIDA** \$ 28,500.00

**CAPITAL DE TRABAJO** \$ 22,764.00

**TOTAL \$248,448.75**

### UTILIDAD ANUAL NETA

\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 422,486.95	\$ 593,219.28
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Indicadores económicos.



La tasa interna de retorno se obtiene aplicándose con una tasa esperada de rendimiento del 18% arrojando el siguiente resultado:

$$\text{TIR} = 169.68\%$$

Empleos directos generados: 2 empleados.

### **RESUMEN DE BENEFICIOS:**

#### **BENEFICIOS PRIVADOS**

- Ahorro de costos derivados de la tecnología solar para proceso de purificación del agua, en cuanto al consumo de energía eléctrica.
- Mejores precios, muy por debajo de la competencia derivados del ahorro de costos.
- Una mayor producción basada en la gran área de mercado actual y potencial de acuerdo a la capacidad de nuestra planta.
- Un gran potencial de futuro crecimiento de la planta, basado en las características actuales.

#### **BENEFICIOS SOCIALES**

- Beneficios que trae consigo el implementar un proyecto de producción y productividad con objetivos sociales en una comunidad con las características anteriormente descritas.
- Beneficio por mejora en la salud, al consumir agua purificada, en la comunidad de San Mateo Macuilxóchitl y sus alrededores.
- Beneficio por notable reducción de costos basada en ahorros de materia prima principal (agua de la red pública), costos de distribución y enfoque no lucrativo. Este es un beneficio que pega directamente en el gasto familiar de la comunidad de San Mateo Macuilxóchitl y sus alrededores.



# CAPITULO OCHO

## CONCLUSIONES



## VIII. CONCLUSIONES

Finalmente el problema que pretendemos aliviar tiene que ver con aspectos de salubridad y es la potabilización del agua pues actualmente los habitantes de San Mateo Macuilxóchitl, consumen aguas extraídas directamente de pozos domésticos, y una minoría adquieren garrafones de agua potable de compañías comerciales que ofrecen el producto a casi cuatro veces el costo que el que se propone.

El presente proyecto ha sido preparado para que sea replicado en aquellas comunidades en las que se estén consumiendo aguas no tratadas pues el producto obtenido es agua libre de bacterias y de sales mismas que con el consumo frecuente, a la larga minan la salud de la población.

Independiente al beneficio social, el beneficio económico que se estima para el inversionista es alto, debido a lo rentable del proyecto siendo innovador en la zona de comercialización.

La implementación de nuevas tecnologías utilizando energías renovables, es la tendencia futura de los proyectos para evitar métodos contaminantes al medio ambiente y cuidar la ecología de la zona al consumir energéticos derivados del petróleo en la generación de energía eléctrica.

Por lo tanto podemos concluir que se pueden generar proyectos con beneficios sociales y económicos para el desarrollo comunitario de una zona de alto grado de marginación, a la par de la implementación de tecnologías de generación de electricidad de forma ecológica, utilizando el máximo generador de energía que es el **SOL**.



## BIBLIOGRAFIA



## BIBLIOGRAFIA

### I. Tratamiento de agua

#### a) Análisis

1. Standard Methods for the examination of water and wastewater.  
American Public Health Association & The American Water Works Association, and the Water Pollution Control Federation.
2. Selected Physical and Chemical Standard Methods for Students, Basado en el libro anterior.1990, 10060JU, AWWA.
3. ASTM, Annual Book of ASTM Standards, Water and Environment Technology, Vol 11.01, 11.02 2006.
4. Standard Practice for Coagulation-Flocculation Jar Test of Water. ASTM D 2035-80.
5. Flavor Profile Analysis: Screening and Training of Panelists. 1993, N° 20297, AWWA.

#### b) Diseño

6. G. Culp, G. Wesner, R. Culp, Handbook of Public Water Systems, Van Nostrand Reinhold, 1986.
7. U.S. E.P.A. Technologies for Upgrading Existing or Designing New Drinking Water Treatment Facilities. Technomic Publishing Co.
8. Water Treatment Plant Design, 2nd. Edition, N° 10006-JU, AWWA.
9. Design and Construction of Small Water Systems- A Guide for Managers, 1984, N° 20223JV, AWWA.
10. Manual of design for Slow Sand Filtration, 1991, N° 90578KB, AWWA.
11. Procedures Manual for Polymer Selection in Water Treatment Plants, 1989, No 90553KB, AWWA.
12. Water Chlorination Principles and Practices, M20, 1973, N° 30020JZ AWWA.



13. Water Fluoridation Principles and Practices M4 1988, N° 30004jz, AWWA.

**c) Estándares de Construcción y Operación**

14. Standard Set, AWWA.

**d) Problemas particulares.**

15. Organics Removal by Granular Activated Carbon, 1989, N° 20033JV, AWWA. 167

16. Air Stripping for Volatil Organic Contaminant Removal. 1989, N° 20035JV, AWWA.

**e) Operación**

17. Operational Control of Coagulation and Filtration Processes M37, 1992, N° 30037JZ, AWWA.

18. Maintaining Distribution-System Water Quality, 1985, 20231JV, AWWA.

19. James K. Jordan, Maintenance Management 1990, N° 20252JV, AWWA.

20. Leaks in Water Distribution Systems, 1987, 20236JV, AWWA.

21. Corrosion Control for Operators, 1986, N° 20238JV, AWWA.

22. AWWA Manual Set, AWWA

23. Safety Practices for Water 1990, N° 30003-JZ. AWWA.

**f) Norma Oficial Mexicana**

24. Norma oficial mexicana nom-041-ssa1-1993, bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.

25. NOM-031-SSA1-1993 Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

26. NOM-051-SCFI-1994 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados.



27. NOM-092-SSA1-1994 Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
28. NOM-109-SSA1-1994 Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
29. NOM-110-SSA1-1994 Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
30. NOM-112-SSA1-1994 Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.
31. NOM-117-SSA1-1994 Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc, y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica.
32. NOM-120-SSA1-1994 Buenas prácticas de higiene y sanidad para bienes y servicios.
33. NOM-127-SSA1-1994 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

## **II. Celdas Fotovoltaicas para Energizar el Sistema Eléctrico en la Instalación de la Planta Purificadora de Agua.**

1. Lorenzo E. Electricidad Solar: Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Instituto de Energía Solar, Universidad Politécnica de Madrid. Ed. PROGENSA, Primera Edición, 1994.
2. Risser V. Stand-Alone Photovoltaics Systems: A Handbook Recommended Design Practices (Sistemas Fotovoltaicos Aislados: Manual de Prácticas Recomendadas en el Diseño), Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 1995.
3. Sandia National Laboratories, "The Renewable Energy Program in Mexico," Quarterly Highlights of Sandia's Photovoltaics Program, Volumen 4, 1998, Albuquerque, Nuevo Mexico, Abril, 1999.
4. Shepperd W., Lisa and Elizabeth Richards, Energía Solar Fotovoltaica para Proyectos de Desarrollo, Reporte SAND93-1642. Sandia National Laboratories, Albuquerque NM, 1993.
5. Thomas M. G. Water pumping: The Solar Alternative (Bombeo Solar: La



Alternativa Solar), Reporte SAND87-0804. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 1994.

6. Zubicaray V. Bombas: Teoría, Diseño y Aplicaciones, Ed. LIMUSA, Segunda Edición; México, 1996



## ANEXOS



## ANEXOS.

### Anexo 1. Norma oficial mexicana nom-041-ssa1-1993, bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.

#### Especificaciones sanitarias

El producto objeto de este ordenamiento, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

#### Organolépticas y físicas

Olor Inodoro

Sabor Insípido

Límite Máximo

Color 15 Unidades de color verdadero\* en la escala de platino-cobalto

Turbiedad 5 Unidades de UTN

\* Únicamente el producido por sólidos disueltos en el agua.

#### Fisicoquímicas

pH 6,5 - 8,5

**Límite Máximo mg/l**

Alcalinidad total 300,00 como CaCO<sub>3</sub>

Aluminio 0,20

Arsénico 0,05

Bario 0,70

Cadmio 0,005

Cianuros como CN- 0,05

Cloro residual libre después de un 0,10 tiempo de contacto mínimo de 30 minutos

Cloruros como Cl- 250,00

Cobre 1,00

Cromo total 0,05

Dureza total como CaCO<sub>3</sub> 200,00

Fenoles o compuestos fenólicos 0,001

Fierro 0,30

Fluoruros como F- 0,70

Manganeso 0,05

Mercurio 0,001

Nitratos como N 10,00



Nitritos como N	0,05
Nitrógeno amoniacal como N	0,50
Nitrógeno orgánico total como N	0,10
Oxígeno consumido en medio ácido	2,00
Ozono al envasar	0,40
Plata	0,05
Plomo	0,02
Sólidos disueltos totales	500,00
Sulfatos como SO <sub>4</sub> =	250,00
Sustancias activas al azul de metileno	0,50
Trihalometanos totales	0,10
Zinc	3,00

### **Microbiológicas**

Límite Máximo	
Mesofílicos aerobios	UFC/ml 100
Coliformes totales*	NMP/100 ml no detectable
Coliformes totales**	UFC/100 ml cero
Vibrio cholerae***	Negativo

\* Técnica de número más probable.

\*\* Método de filtración por membrana.

\*\*\* Bajo situaciones de emergencia sanitaria la Secretaría de Salud, sin perjuicio de las atribuciones de otras Dependencias del Ejecutivo establecerá los casos en los que se habrá de determinar la presencia de este agente biológico.

### **Plaguicidas**

Límite Máximo	µg/l
Aldrín y Dieldrín (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,30
DDT (Dicloro difenil tricloro etano) (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	0,01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Metoxicloro (1,1,1-Tricloro, 2,2, bis (p-metoxi-fenil) etano)	20,00
2,4-D (Acido 2,4 - diclorofenoxiacético)	30,00



## **Muestreo**

El procedimiento de muestreo del producto objeto de esta norma debe sujetarse a lo que establece la Ley General de Salud.

## **Métodos de prueba**

Para la verificación de las especificaciones que se establecen en esta norma, se deben aplicar los métodos de prueba señalados en el apartado de referencias.

Para la determinación de las especificaciones físicas, químicas y de plaguicidas se deben aplicar los métodos establecidos en el apéndice normativo A de esta norma.

Para la determinación de aluminio, bario, cromo, manganeso y plata se debe aplicar el método de prueba establecido en la NOM-117-SSA1-1994. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica.

La determinación de *Vibrio cholerae*, se efectuará con el método contemplado en la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias; la preparación de la muestra se establece en el apéndice normativo B de esta norma.

Para la determinación de coliformes totales por filtración por membrana se debe aplicar el método establecido en el apéndice normativo B de esta norma.

Además de los métodos señalados en el apartado de referencias y los incluidos en el apéndice normativo A y B de esta norma, existen métodos alternos validados para la determinación de las especificaciones de cada parámetro que pueden ser utilizados para el aseguramiento de calidad del producto.

## **Etiquetado**

La etiqueta del producto objeto de esta norma, además de cumplir con lo establecido en el Reglamento y la Norma Oficial Mexicana correspondiente, debe sujetarse a lo siguiente:

Debe figurar el número o clave del lote de producción.

## **Envase y embalaje**

### **Envase:**

El producto objeto de esta norma se debe envasar en recipientes de tipo sanitario que tengan tapa inviolable o sello o banda de garantía, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas.



**Anexo 2. Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor  
de agua en poblados del Valle Central de Oaxaca, México.**

**RESULTADOS PROMEDIO**

Análisis físico-químico	Máximo permisible	Resultados
Color, U. Pt-Co	20	5
Olor	Característico	Característico
Turbiedad UTN	5	2
Cloro libre	0.2-1.5 mg/l	0.2
Dureza total	500 mg/l	100
Dureza cálcica	93.6 mg/ l	112.6
Alcalinidad total	300 mg/l	180
pH	6.5-8.5	7.5
Sólidos Disueltos Totales	1000 mg/l	180
Conductividad	Micromohs/cm	0.06
Cobre	2 mg/l	0.05
Fierro, ppm Fe	0.30 mg/l	0.10
Manganeso, ppm Mn	0.15 mg/l	0.09
Zinc	5 ppm	0.39
Sólidos totales	500 mg/l	397.2

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA. PERIODO 1981-2000.

