

**PROYECTO**

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA**

**Municipio Atures, Edo, Amazonas**

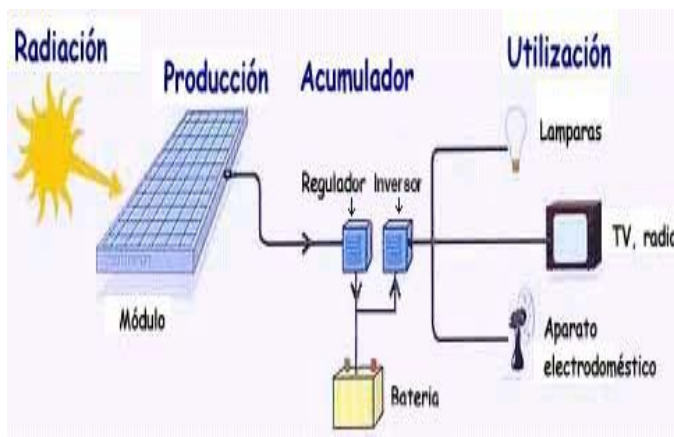
## ÌNDICE

<b>1. Fundamentos de los sistemas fotovoltaicos.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Descripción del Proyecto .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Dimensionado de la instalación fotovoltaica .....</b>	<b>.6</b>

## 1. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

El esquema de proceso de un sistema fotovoltaico es el siguiente:

figura 1.1- Diagrama del proceso fotovoltaico



En primer lugar la luz solar incide en los paneles o módulos fotovoltaicos formados por un material semiconductor de silicio cristalino que posee efecto fotoeléctrico, es decir, transforma (con un rendimiento aproximado de 18%), la luz solar en energía eléctrica continua de 12 voltios.

Posteriormente esa electricidad debe acumularse en una batería para disponer de energía durante periodos nocturnos o de poca irradiación solar (días nublados, o con niebla).

Entre los paneles solares y la batería es necesario incluir un regulador de carga de modo que cuando la batería esté cargada (por medida de su tensión) el regulador cierre el aporte de energía desde los paneles solares a la batería, para impedir la sobrecarga de ésta y por consiguiente el acortamiento de su vida útil.

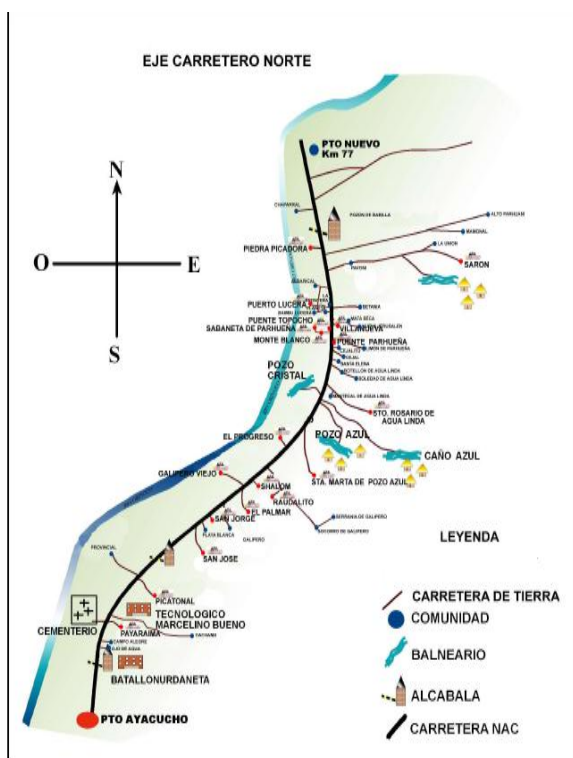
Finalmente, la energía acumulada por la batería (en forma de corriente continua) puede emplearse como tal en luminarias y otros equipos, si bien lo más habitual es transformar, por medio de un inversor, la corriente continua en alterna a 117 V y 60 Hz en forma de onda senoidal pura que es el estándar eléctrico en Venezuela, pudiendo entonces alimentar equipos como televisores, bombillos, refrigeradores, ventiladores, que trabajan con corriente alterna, y que son habituales e imprescindibles para la vida diaria.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto trata sobre el abastecimiento eléctrico de vivienda rural, por medio de una instalación solar fotovoltaica aislada.

Su altitud topográfica es de 55 m. sobre el nivel del mar, y presenta una buena insolación solar, con pocas sombras, y con frecuentes días soleados continuos durante todo el año.

La casa rural se utiliza los 12 meses del año. Dadas las rigurosas condiciones invernales de la zona y la falta de un sistema eléctrico en la casa (dispone de lámparas de kerosene, conservación de alimentos secados a través del sol).





### 3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICAS

En primer lugar estimaremos los consumos eléctricos diarios de los equipos eléctricos que vayan a operar de continuo en la instalación:

Tabla 3.1- Consumo energético estimado  
POR CADA CASA RURAL

APARATO	Unidades	Potencia Watts	Horas (h)	Energia (W-h)
Bombillos	4	10	4	160
TV 13"	1	85	4	320
Refrigerador	1	260	6	1.560

2.040

Consumo energético teórico:  $E_t$  (W-h)

A partir del consumo energético teórico  $E_t$  (W-h), deberemos calcular el consumo energético real  $E$  (w-h), necesario para hacer frente a los múltiples factores de pérdidas que van a existir en la instalación fotovoltaica, del siguiente modo:

$$E = \frac{E_t}{R} \quad (3.1)$$

Donde  $R$  es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica, definido como:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left[ \frac{1 - K_a \times N}{P_d} \right] \quad (3.2)$$

$P_d$

Los factores de la ecuación 3.2 son los siguientes:

\*  **$K_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador:**

0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas.

0,1 en sistemas con descargas profundas.

\*  **$K_c$ : Coeficiente de pérdidas en el convertidor:**

0,05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.

0,1 en otras condiciones de trabajo, lejos del optimo.

\* ***Kv :Coeficiente de pérdidas varias:***

Agrupas otras perdidas como (rendimiento de red, efectos Joule,)

0,05 – 0,15 como valores de referencia.

\* ***Ka: Coeficiente de autodescarga diario:***

0,002 para baterías de baja autodescarga Ni-Cd.

0,005 para baterías estacionarias de Pb-ácido (las más habituales).

0,012 para baterías de alta autodescarga (arranque de automóviles)

\* ***N: Numero de días de autonomía de la instalación:***

Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de general. 4 – 10 días como valores de referencia.

\* ***Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería:***

Esta profundidad de descarga no excederá el 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia decrece en gran medida con ciclos de carga – descarga muy profundos.

En la realización de este proyecto se han considerado los siguientes valores de los coeficientes de perdidas:

$$K_b = 0,1 / K_c = 0,05 / K_v = 0,1 / K_a = 0,005 / N = 4 / P_d = 0,7$$

Según la ecuación 3.2, el rendimiento de la instalación fotovoltaica R, es el siguiente:



$$(3.3) \quad R = (1 - 0,1 - 0,05 - 0,1) \times \left[ 1 - \frac{0,005 \times 4}{0,07} \right] = 0,728$$

Y a partir de la ecuación 3.1, el consumo energético real E (W-h) es:

$$E = \frac{2.040}{0,728} = 2.803 \text{ W-h} \quad (3.4)$$

Una vez definida la utilidad energética real E (W-h), se puede obtener fácilmente la capacidad del banco de baterías C (A-h) necesario, del siguiente modo:

$$(3.5) \quad C = \frac{E \times N}{12 \times Pd} = \frac{2.803 \times 4}{12 \times 0,7} = 1.335 \text{ A-h}$$

Donde V (V) es la tensión nominal del acumulador, 12 V.

A partir de la capacidad calculada, seleccionaremos el equipo comercial más próximo en prestaciones, dentro de la categoría de baterías plomo-acido. En nuestro caso el banco de baterías seleccionado será el Surrette /Rolls T12-136 12 Vdc.

Una vez definida la batería vamos a pasar a calcular los paneles necesarios para la instalación. Para ello deberemos conocer, a partir de valores estadísticos históricos de la zona, el valor de irradiación solar diaria media en

superficie inclinada H (KWh / m<sup>2</sup> x día) del lugar. Para ello se hará uso de base de datos de irradiación solar mundial online:

<http://sunbird.jrc.it/pvgis/solradframe.php> y de las coordenadas geográficas del lugar (latitud = 5°41'34.23" N / longitud = 67°36'55.86" W).

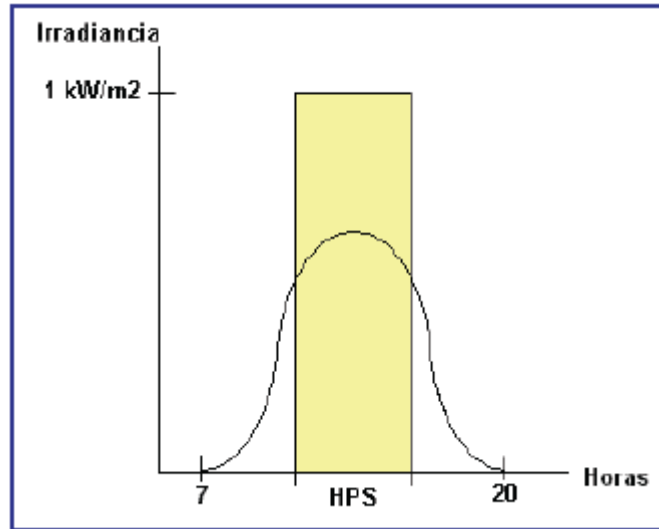
Los resultados mensuales medios se recogen en la siguiente tabla, donde se ha considerado que los paneles se disponen en orientación Sur con una inclinación de 40°. Se ha considerado unas pequeñas pérdidas por sombreado al atardecer (0,2% anual), debido a una pequeña colina situada en las proximidades.

Tabla 3.1 – Irradiación solar diaria media, H (KWh/m<sup>2</sup>x día)

ME	Ene	Fb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medi
S													a
H	2,741	3,57	4,99	5,02	5,53	5,903	6,12	5,96	5,56	4,33	2,98	2,25	4,587
		2	7	6	2		4	1	0	2	2	7	

Ahora es necesario introducir un concepto muy importante, las horas de pico solar HPS (h), definido como las horas luz solar equivalentes, pero definidas en base a una irradiancia I (KW/m<sup>2</sup>) constante de 1 KW/m<sup>2</sup> , a la cual está siempre medida la potencia de los paneles solares. Es un modo de estandarizar la curva diaria de irradiancia solar:

Figura 3.1- Definición de las horas pico solar



Como puede verse en la figura 3.1, el área definida por el rectángulo (irradiación en base a las horas pico solar) es igual al área definida por la curva horaria de irradiación real.

La irradiación  $H$  (KWh/m<sup>2</sup>) es igual al producto de la irradiación de referencia  $I$  por las horas pico solar  $HPS$  (h). Luego entonces los valores numéricos de la irradiación y horas pico solar son iguales.

$$H \text{ (KWh / m}^2\text{)} = I \text{ ( 1 KW / m}^2\text{)} \times \text{HPS (h)}$$

(3.6)

Entonces, según la ecuación 3.6, los valores numéricos de la tabla 3.1 son igualmente validos para las horas de pico solar.

Tabla 3.2 – Horas de pico solar, HPS (h)

ME S	Ene	Fb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medi a
HPS	2,741	3,57	4,99	5,02	5,53	5,903	6,12	5,96	5,56	4,33	2,98	2,25	4,587
		2	7	6	2		4	1	0	2	2	7	

Los paneles solares producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a sólo la hora de pico solar operando a su máxima potencia. Esa máxima potencia es el principal parámetro que define un panel solar y es uno de los principales parámetros de diseño que el proyectista definir.

En el mercado hay paneles solares de diversas potencias máximas: 5. 30, 50, 75, 100, 150, 165, 200, (W), etc.; según la demanda de energía que se precise.

Así mismo hay paneles de diversas calidades, según las celdas cristalinas de silicio semiconductor de las que están formados, sean monocristalinos (mejor calidad), policristalinas (menos calidad) ò amorfas (poca calidad).

En nuestro caso optaremos por la monocristalina: se elegirán paneles fotovoltaicos ES-A-200-FA3, de 200 de potencia máxima (pico) y 22,60 V nominales de tensión, formadas por celdas monocristalinos (36 en serie y 2 en paralelo).

El número de paneles solares NP necesarios se calcula del siguiente modo:

$$NP = \frac{E}{0,9 \times W_p \times HPS} \quad (3.7)$$

Donde  $W_p$  (W) es la potencia pico de cada panel solar (200 Watts).

Como se puede ver en la tabla 3.2, los valores de las horas pico solar varían cada mes, luego como la casa rural se ocupa permanentemente en el periodo comprendido entre enero y diciembre, calcularemos el número de paneles necesarios por la media de ese intervalo de ocupación, según la ecuación 3.7:

$$NP = \frac{2.803}{0,9 \times 200 \times 4,587} = 3 \quad (3.8)$$

Se considerará, a efectos de diseño, un número de paneles NP de 3.

Como comprobación del funcionamiento adecuado de los paneles propuestos, calcularemos el factor de utilización o cobertura solar del mes  $i$  ( $F_i$ ) de la instalación.

Este factor es la relación entre la energía fotovoltaica disponible y la consumida.

$$F_i = \frac{\text{Energía disponible}}{\text{Energía consumida}} = \frac{NP \times 0,9 \times W_p \times HPS_i}{E} \quad (3.9)$$

Los resultados obtenidos a partir de la ecuación 3.9, se muestran a continuación:

Tabla 3.2 – Horas de pico solar, HPS (h)

ME	Ene	Fb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medi
S													a
F	0,52	0,68	0,96	0,96	1,06	1,13	1,17	1,14	1,07	0,83	0,57	0,43	0,89

Luego podemos comprobar que cumplimos plenamente con la demanda energética necesaria durante los meses de enero a diciembre, logrando un factor de cobertura medio anual cercano al 90 %.

Los paneles se situarán en una superficie 3,42 m<sup>2</sup>. Se orientarán hacia el Sur, (a lo sumo se permitirán tolerancias de 20° hacia el oeste ò el este) y

con una inclinación lo más cerca posible a 34° (el óptimo para la latitud estudiada).

Una vez definido el generador fotovoltaico, debemos calcular el regulador de carga necesaria, para ello simplemente multiplicaremos la intensidad de cortocircuito de cada panel, obtenida del catálogo, por el número de paneles en paralelo necesarios. Ese producto será la máxima intensidad nominal a la que trabajará el regulador,

$I_{max}$  (A):

$$I_{max} = 11,80 \times 3 = 35,4 \text{ A}$$

(3.10)

Emplearemos dos reguladores de 24 A en paralelo (cada uno actuando sobre dos paneles).

Por último seleccionaremos el inversor necesario. Para ello debemos estimar la potencia instantánea máxima que la instalación va a demandar.

Analizando la tabla 3.1, vemos que esta puede llegar a ser de unos 500 W.

En consecuencia seleccionaremos un inversor que pueda hacer frente a ese valor, dando además un margen de seguridad para posibles conexiones adicionales que exijan un pico de demanda mayor. Tendremos presente que los inversores son equipos de bajo rendimiento a bajas cargas de trabajo, por lo que no es de utilidad aplicar un gran sobredimensionado en su elección.

**El equipo seleccionado es el Out-Back Inversor GVFX 2524.**

**El cableado a la intemperie entre los paneles solares y el resto de los equipos de la instalación se realizará en cable para exteriores de una sección de 10mm<sup>2</sup>, con recubrimiento de PVC antillana.**



**POTABILIZACIÓN DEL AGUA TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS AGRO-BIOTECNOLOGÍAS.**

*El agua es parte de la vida. Su calidad hace la salud y la fortaleza de nuestros niños*

## **Sumario**

- 1 - Datos fisiológicos. Relación del agua y nuestra salud**
- 2 - Justificación social y sanitaria del Proyecto**
- 3 - Problemática de las plantas potabilizadoras Tradicionales**
- 4 - Justificación Técnica. Principio y funcionamiento**
- 5 - Ingeniería de la Máquina Potabilizadora**

**ANEXOS: Croquis de la Planta**

**1 - El agua representa entre 60 y 70 % de la masa total de un adulto.**

**Hay una relación entre el peso y la concentración del agua en el cuerpo.**

**Cuanto más delgada es una persona el porcentaje de agua es más elevado.**

**Las personas con masa muscular reducida por desnutrición o malnutrición están en situación de riesgo, si las aportaciones acuosas se realizan con agua de mala calidad.**

**Un adulto en zona templada necesita 1.5 litros mínimo de agua por día, y más de 3 litros en situaciones de esfuerzos en una región calurosa.**

**Perder el 20 % del agua corporal es fatal.**

**El agua absorbida por un organismo llega en un tiempo muy corto hasta la intimidad de todos nuestros órganos y células donde interactúa con su metabolismo. Por tales motivos, se hace necesario proporcionar a todos los ciudadanos un agua potable con altos parámetros de calidad, que garantice una optimización de las actividades biológicas de nuestro organismo y por consiguiente una mejor calidad de vida.**

**Esto es posible utilizando plantas potabilizadoras con nuevas tecnologías donde se descartan procesos químicos tradicionales como el uso de sulfato de aluminio y desinfectantes como el cloro, los cuales, usados inadecuadamente pueden inducir enfermedades graves como Alzheimer, neuropatías y formación de células cancerígenas.**

## **2 - JUSTIFICACIÓN SOCIAL Y SANITARIA DEL PROYECTO**

### **A - REALIDAD**

**El agua contaminada es una tragedia diaria. Millones de niños en el planeta mueren por causa de la presencia en el agua, de desechos humanos, animales, químicos industriales, tóxicos provenientes de fertilizantes y pesticidas.**

**Las bacterias patógenas, los virus, los parásitos, los hongos, las amebas, las lombrices, áscaris, anquilostoma, filaria etc. son responsables de las enfermedades que padecen la mayoría de las poblaciones del país, como el Delta, donde la población toma agua de ríos y caños contaminados. Así, podemos observar:**

**Las diarreas severas del criptosporidium parvum; las gastroenteritis de Giardia lamblia ó Giardia muris; las diarreas comunes del Proteus vulgaris; las disenterías del enterocoli, del spirobacter o de la Salmonela; la grave enfermedad del cólera provocado por el vibrión; las conjuntivitis por herpes simplex, muy frecuentes en el Delta; las enfermedades pulmonares, muy graves del Coxsakies; la Tuberculosis con sus consecuencias catastróficas; las micosis y las infestaciones parasitarias de los niños.**

### **B- VISIÓN**

**Entre los objetivos de nuestra Constitución se reconoce la necesidad de una asistencia integral a los pueblos. La infancia particularmente merece una atención especial en materia preventiva de las enfermedades.**

**Distribuir un agua potable de calidad es:**

- **Reducir drásticamente la necesidad de intervenciones médicas curativas.**
- **Luchar contra la morbilidad poblacional y la mortalidad infantil**

**Erradicar la infestación parasitaria**

### **C - MISIÓN**

- a) Impulsar el desarrollo integral del niño en una época fundamental de su vida donde el futuro se condiciona por la calidad de la alimentación. A tal edad las carencias metabólicas y nutricionales nunca se recuperan y afectan el individuo para toda la vida.**
- b) Reducir la carga financiera institucional de la Sanidad**

### **3 - PROBLEMÁTICA DE LAS PLANTAS POTABILIZADORAS TRADICIONALES**

- **Es imprescindible contar con un personal calificado fijo, para operar una planta tradicional.**
- **Las técnicas usadas tradicionalmente tienen la dificultad de no contar con un retrolavado eficaz, por lo cual se acorta la vida útil de los filtros.**
- **La concepción en si misma de las plantas tradicionales presenta grandes dificultades para obtener un agua de muy baja turbidez.**

- Es frecuente que el operador deba utilizar dosis muy elevadas de productos químicos nocivos para los seres humanos.
- Un índice elevado de turbidez obstruye rápidamente los poros de cualquier membrana.
- El tratamiento UV es inoperante con aguas de turbidez elevada.
- Es difícil y costoso instalar tuberías en comunidades donde las casas están dispersas a lo largo de los ríos y caños. Además, la instalación de plantas tradicionales con la distribución del agua por tuberías, presenta el riesgo de un uso inadecuado por parte de una población sin preparación.
- El uso indiscriminado del sulfato de aluminio sin control estricto, presenta peligro para el ser humano.
- El uso de productos clorados ocasiona daños celulares y propicia el desarrollo de tumores cancerígenos, sin contar que las dosis de cloro tienen que subir en función de una turbidez defectuosa.
- El cloro no es eficiente para destruir las esporas.
- Pocas técnicas respetan las cualidades organolépticas del agua.
- La fabricación in situ de ozono es compleja y costosa.

#### **4 – JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.**

##### **PRINCIPIO Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA**

Debido a que el Proceso de Filtración y Potabilización del Agua, presenta un impacto socio-económico, la OMS y la UNESCO han sugerido el concepto de las tres aguas:

- Agua muy pura, de alta calidad, únicamente para cocinar y beber (TIPO A)
- Agua doméstica para la casa con filtración y descontaminación de bajo costo (TIPO B)
- Agua de superficie sin tratamiento para regar cultivos y jardines.

### **Propósito**

El objetivo del proyecto es PRODUCIR AGUA TIPO A, a través de la instalación de pequeñas unidades de producción, limitadas desde 2000 hasta 10.000 lts por día (de acuerdo a la densidad poblacional) Utilizar las mejores tecnologías disponibles, para conseguir los parámetros enfocados anteriormente.

### **UNIDAD DE FILTRACIÓN / POTABILIZACIÓN**

La unidad es autónoma. Fijada sobre un chasis y está protegida por un casco hermético con cerradura. Según el pliego de condiciones establecidas entre solicitante y ofertante se incluye:

- toda la maquinaria y tuberías, cisternas, módulos de macro-filtración, ultra-filtración y desinfección, módulo enfriador, hidromático, unidad computarizada y el robot.
- Unidad opcional de desalinización.
- Unidad opcional de resina de intercambio iónico (para eliminar altas concentraciones de tóxicos específicos).
- U.P.S.

- Fuente de energía en corriente AC / DC.
- Unidad opcional de paneles solares.

## **FASES DEL PROCESAMIENTO**

- Decantación / Sedimentación/ Macrofiltration

El proceso de la primera fase obtiene una turbidez correcta, para garantizar la operatividad de la siguiente fase, usando múltiples retrolavados.

- Micro-Filtración / Des-ionización

Esta fase va a eliminar el biofilm residual. Proporciona una fijación parcial de tóxicos como los pesticidas y metales pesados. Mejora la tasa de oxígeno disuelto. Mejora la resistividad del agua.

- Desinfección por nanofiltración o UV

Esta fase puede operarse bajo la condición estricta de una turbidez lo mas baja posible. Así los rayos UV puede destruir virus y agentes patógenos residuales.

- Tratamiento organoléptico

Optimización de los parámetros olor y gusto del agua.

- Enfriamiento

El agua se enfría a 18° Celsius, según la fuente de energía, para incentivar la toma del agua.

- Distribución sin almacenamiento

Para evitar recontaminación del agua.

## **CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LA PLANTA**

- Utilización de múltiples macro filtraciones secuenciales robotizadas.



- **Uso de membranas con rango operativo inferior a 0,1  $\mu$**
- **Posibilidad de uso de control remoto VSAT**
- **Uso de modulo adicional de osmosis inversa en aguas salobres para desalinización**
- **Uso de resinas adicionales de des-ionización:**
  - **Des-ferritización**
  - **Des-nitratación**
  - **Eliminación de moléculas de alta toxicidad como THM, TRIAZINAS, MERCURIO, PLOMO, MOLIBDENO, ETC.**

**5 - Ingeniería. Construcción de la máquina Responder a las exigencias industriales en términos de gestión de los costos y mantenimiento.**

- **Definición del pliego de condiciones entre el ofertante y el ente solicitante.**
- **Estudio mecánico**
- **Estudio del automatismo**
- **Ensamblaje del equipo.**
- **Integración de los componentes a través de la robótica.**
- **Prueba de funcionamiento del equipo y ajuste en el taller de fabricación.**
- **Instalación in situ y puesta en marcha del equipo.**
- **Capacitación y entrenamiento a los usuarios.**

## Planificación y Métodos :

Con el fin de garantizar el seguimiento del proyecto en todas sus etapas, se utilizan los métodos PERT y GANTT (cronograma físico y financiero del proyecto)

- Análisis AMDEC (Análisis de los Métodos de Fallo y Criticidad) para definir los puntos importantes del pliego de condiciones.
- Normalización de los equipamientos de acuerdo al medio ambiente tropical.
- Uso de componentes de calidad reconocida y elección de proveedores confiables que permita garantizar los repuestos del equipo y por ende un servicio post venta durante la vida útil del equipo por lo menos de 15 años.
- Uso del programa informático CAD.

## CROQUIS DE LA PLANTA POTABILIZADORA EN ZONA RURAL

