

# Reporte Final de Estadía.

Sixto Martínez Hernández.

Proyecto de Generación de Energía  
Hidrocínética.



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo.

Ingeniería Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener el título de.

Ingeniería Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa.

Hidrosistema de Córdoba.

Nombre del Proyecto:

Proyecto de Generación de Energía Hidrocinética.

Presenta:

Sixto Martínez Hernández

Cuitláhuac, Ver., a 13 de Abril de 2018



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo.

Ingeniería Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial:

L.A.E. José Luis García Casas

Nombre del Asesor Académico

Ing. Carlos Alberto Ventura de la Paz.

Nombre del Alumno:

Sixto Martínez Hernández

## **AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de estos años conviví con muchos compañeros, de los cuales unos se fueron por motivos que no sabremos, otros se nos adelantaron en el camino de la eternidad, y los que seguimos en este andar de la superación quedamos pocos, pero el haber convivido con ellos, conocerlos, fué y es una experiencia maravillosa, al igual que conocer a muchos maestros que nos dieron clase con los que tuvimos muchos puntos de vista diferentes y que también les toco salir de la institución, pero nos dejaron su punto muy particular, y a los que siguen les doy mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado en parte de nuestra formación académica culminando estudios como Ingenieros en Mantenimiento Industrial, pero a quienes no puedo dejar de atrás, son a mis padres, que me han apoyado en esta etapa de mi vida, la cual no pensé que se me daría, el apoyo de ellos tanto moral, y porque no decirlo económico también, ha sido el más grande, gracias a ellos por darme la vida y apoyarme en todo, papas, los amo. Mi esposa Guadalupe, ella y mi hijo Sixto, jugaron un papel muy importante en esta etapa de mi vida porque por ellos inicie el ser estudiante de nuevo, Gracias UTCV por darme parte de mi formación universitaria, como es el ser Ingeniero en Mantenimiento Industrial (IMI), ahora a sacarle provecho a tanto esfuerzo y dedicación a esta carrera que en lo particular nada fácil pero ya cumplido el sueño y la meta, gracias maestros, compañeros y familia por el apoyo a este logro. Ya soy INGENIERO....!!

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

### RESUMEN

El Fin de este proyecto se basa en aprovechar la energía cinética en nuestro sistema de tuberías para generar nuestra propia energía eléctrica. El proyecto empezará con un prototipo en el tanque # 2 de San Nicolás como punto de partida para dicho proyecto.

Se tiene pensado con este proyecto generar energía con nuestro recurso natural que es el agua, la cual viene entubada, es almacenada y distribuida en dicho tanque. Para esto se harán unas adecuaciones en la llegada de agua la cual proviene de Nogales, 2 Arroyos y Los Berros, (principales fuentes de abastecimiento de Córdoba, Ver). Al tanque se le instalará una turbina que permitirá una solución completa de energía renovable, con la cual se obtendrá el mejor, coste-beneficio posible. Con esto generaríamos nuestra propia energía la cual canalizaremos en convenio con CFE a sus líneas para que podamos contribuir en la generación de energía sin dañar al medio ambiente.

Cabe hacer mención que dicho tanque las 24 hrs del día recibe agua, por lo cual la generación de energía sería constante e ininterrumpida, por lo tanto no dudamos en contribuir y ser beneficiados con dicho proyecto en la generación de energía con recursos naturales a nuestro alcance.

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN .....	5
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>7</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	7
1.2 Objetivos General .....	8
1.3 Estrategias .....	9
1.4 Metas .....	9
1.5 Justificación del Proyecto .....	9
1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó? .....	10
1.7 Limitaciones y Alcances .....	11
1.8 La empresa .....	12
Misión, Visión, Valores .....	13
Política, Servicios .....	14
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>

## **CAPÍTULO 1.**

### **INTRODUCCION.**

#### **Hidroturbina Generadora de Energía Hidrocinética.**

En la actualidad el generar energía propia se está convirtiendo en una necesidad tanto para las empresas, hogares y dependencias de Gobierno, que se están buscando opciones viables para ello, e Hidrosistema no es la excepción. Preocupados por los costos en el consumo de energía eléctrica por parte de la oficina operadora de agua, nos dimos a la tarea de buscar la manera de bajar los altos consumos con el aprovechamiento de nuestro recurso natural que es el agua, entre los proyectos puestos en mesa, encontramos en una turbina generadora de energía, contribuye a la solución de nuestras necesidades,

#### **1.1 Planteamiento del Problema**

Actualmente se cuenta con un tanque de almacenamiento de agua, ubicado en el boulevard Córdoba Fortín a la altura del Fraccionamiento San Nicolás. En dicho tanque es a donde llevaremos a cabo nuestro proyecto ya que ahí es a donde llega la mayor parte de agua de nuestros manantiales, teniendo un flujo de agua constante el cual es ideal para nuestro proyecto. Y así poder contribuir con la generación de energía eléctrica para consumo y distribución en acuerdos con CFE.

Tan solo en el mes de Junio del año 2017 se tuvo un consumo de 147,420.133 Kw/h de energía, pagando por ello un total de \$370.888, esto es solamente con este proyecto la idea es no pagar ya consumo de energía, y de ser posible porque no, venderle energía a CFE.

En oficinas de Hidrosistema se tiene un costo a pagar anual de \$ 530.014, estos en el cárcamo de los Berros, y entre todos los contratos con CFE se eroga un monto de \$ 4,066.870 anualmente.

## **1.2 Objetivos General**

Evaluar los beneficios de generar Energía Eléctrica para satisfacer las necesidades energéticas que requiere la empresa Hidrosistema de Córdoba, mediante la instalación de una turbina hidrocínética de paso.

Para la realización de este trabajo es necesario cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Conocer físicamente el lugar y a donde se instalará la Turbina Generadora de Energía Eléctrica.
- La colocación y adecuación de un cuarto de controles para saber cuánta energía estamos generando y cuanta se está distribuyendo.
- Proponer poder implementarlo en alguna otra fuente de abastecimiento de Hidrosistema de Córdoba.



### **1.3 Estrategias**

1. Investigar las redes de alimentación y distribución con los que cuenta la empresa Hidrosistema de Córdoba.
2. Evaluar el lugar más indicado para el montaje de la turbina.
3. Evaluar la producción de energía eléctrica que se obtendría al instalar la turbina eléctrica.
4. Diseñar el sistema de montaje de la turbina hidrocínética.

### **1.4 Metas**

Ser pionero, y ser el primer sistema operador de agua, que genere energía eléctrica a partir de una fuente renovable de energía utilizando una turbina hidrocínética, a nivel estado.

### **1.5 Justificación del Proyecto**

#### **Aprovechamiento de los recursos naturales.**

Este proyecto nace por los altos costos de energía eléctrica en los equipos de bombeo y en oficinas de Hidrosistema, pensando en este problema, se optó por buscar soluciones para reducir los costos, y poder contribuir con la ciudadanía, en no solo dar agua de buena calidad, si no también poder abastecer de energía eléctrica a la ciudad, con un

Recurso natural propio, canalizado y llevado a sus domicilios por medio de CFE, mediante sus líneas de distribución en un coste-beneficio y así poder tener energía limpia y de calidad. Dicho proyecto de dar buenos resultados se hace la propuesta para poder implementarlo en el manantial de los Berros municipio de Ixhuatán del Café, y tener beneficiada a la Sierra del Gallego con dicho proyecto.

Con los datos recabados y haciendo un cálculo solamente del año 2017 en el consumo de energía eléctrica en los 12 cárcamos existentes de Hidrosistema de Córdoba, se pagó un total de \$4.066.870. Esto quiere decir que se consumieron 1,579.949.978 kW en este año, con la instalación de varias turbinas hidrocinéticas generadora de energía, esta cantidad de dinero se reduciría considerablemente ó, se dejaría de pagar, cantidad que se puede ocupar para proyectos o infraestructura de esta paramunicipal.

### **1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó?**

El proyecto se realizó en las instalaciones de Hidrosistema de Córdoba, (tanque 2, en San Nicolás), se continúa con el proyecto para poder dar los mejores resultados en cuestión de energía limpia sustentable.

## **1.7 Limitaciones y Alcances**

### **Limitación.**

Una de las limitaciones que se tendría, sería el desabasto del vital líquido en menor proporción, ya que al reducir su flujo o caudal, reduciríamos la cantidad de energía eléctrica, y no se estaría cumpliendo con la meta establecida, por otro lado, si se mantiene el flujo o caudal no tendríamos problema en seguir generando energía eléctrica continua y con la meta establecida.

En el recorrido que se realiza desde la ciudad de Nogales, exactamente de la captación de agua donde inicia con un diámetro de captación de agua de 24" así reduciendo el diámetro conforme avanza hasta llegar a la ciudad de Córdoba donde el tanque 2 de San Nicolás recibe toda esa agua con un diámetro de 12", antes de llegar a la barranca del Metlác, contamos con un buen caudal, esto es ideal para la instalación de la turbina generadora de energía, en todo el recorrido no es recomendable la instalación del equipo, ya que no contamos con un lugar seguro, y tampoco con alguna caseta de operación, generando un gasto extra esto, ya que se tendría que contratar personal para su cuidado y operación, lo que se está buscando es ahorro no gasto.

### **Alcance.**

Con la instalación de la turbina hidrocínética, en un promedio de 6.8 años lograremos recuperar la inversión y tendremos ahorros de \$ 65,870.00 anualmente por cada turbina instalada, al cumplir con esta meta, y teniendo ya el beneficio propio, el siguiente paso sería venderle energía eléctrica a CFE, para así poder dotar a más familias de tan importante recurso.

## **1.8 LA EMPRESA.**

Con el objeto de satisfacer las necesidades de agua potable y alcantarillado de la población de la ciudad de Córdoba, Ver., en el año de 1976, se crea la Junta Federal de Agua Potable, misma que dependía directamente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

En sesión de fecha treinta de Abril del 2007, el H. Cabildo del Municipio de Córdoba aprobó el acta constitutiva por la que se crea El Hidrosistema de Córdoba, como un Organismo Público Descentralizado, con autonomía de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propio, el cual tiene como objetivo primordial brindar a la población de Córdoba, Ver., los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, en estricto cumplimiento de los lineamientos establecidos en la Ley Número 21 y demás aplicables al Sector.

Como logros obtenidos para cubrir la demanda de agua para consumo humano del municipio de Córdoba, el sistema cuenta con tres fuentes concesionadas por la CONAGUA, Las cuales son: Laguna Nogales, ubicada en el municipio de Nogales.

Dos Arroyos, ubicada en el municipio de Ixtaczoquitlán.

Los Berros en el municipio de Ixtaczoquitlán

Que en conjunto producen 680 litros por segundo. Los cuales se conducen por un acueducto de 48 a 16 pulgadas a través de 70 kilómetros.

**Nombre o Razón social:** Hidrosistema de Córdoba.

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

---

**Ubicación:** Calle 18 No. 1907 Fraccionamiento Lomas. C.P. 94570 Córdoba, Ver.

**Giro:** Dependencia de Gobierno

### **MISIÓN:**

Operar el sistema de agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Córdoba, dando cumplimiento a la legislación y normatividad aplicables en la materia, proporcionando servicios de agua potable y drenaje con la calidad que se demanda; así como fomentar la cultura del agua y cuidado del medio ambiente entre los habitantes del municipio.

### **VISIÓN:**

Ser un organismo operador con desarrollo sustentable, contribuir al desarrollo de la actividad productiva el Municipio y su región, líder en calidad y eficiencia a través de la gestión del recurso hídrico.

### **VALORES:**

Servicio

Responsabilidad

Compromiso

**POLÍTICA:**

Es nuestro compromiso, otorgar un servicio de calidad a todos nuestros usuarios, esforzándonos al máximo en todas nuestras actividades. Optimizar los recursos hídricos del Municipio mediante la implementación de nuevas tecnologías, así como una eficiente administración y operación del sistema a través del adecuado manejo de los recursos humano y material.

**Servicios:**

- I- Prestar los Servicios Públicos de Agua Potable, Drenaje, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición Final de las Aguas Residuales.
  
- II- Atender la adecuada operación, administración y mantenimiento de todas las instalaciones que integran el organismo operador en el Municipio.  
Planear, proyectar, promover, construir y supervisar las obras que en materia de agua y saneamiento se requieran, para la conservación en cantidad y calidad del recurso agua.
  
- III- Fomentar la cultura del agua para su aprovechamiento, uso racional y pago del servicio.

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

- IV- Supervisar que las industrias cumplan en todo lo dispuesto por las leyes federales, estatales y municipales que norman los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento, así como lo correspondiente a la prevención.
  
- V- De la contaminación de los recursos hidráulicos.
  
- VI- Promover el cumplimiento de las normas relativas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente y realizar las acciones para el desarrollo sustentable del recurso agua.

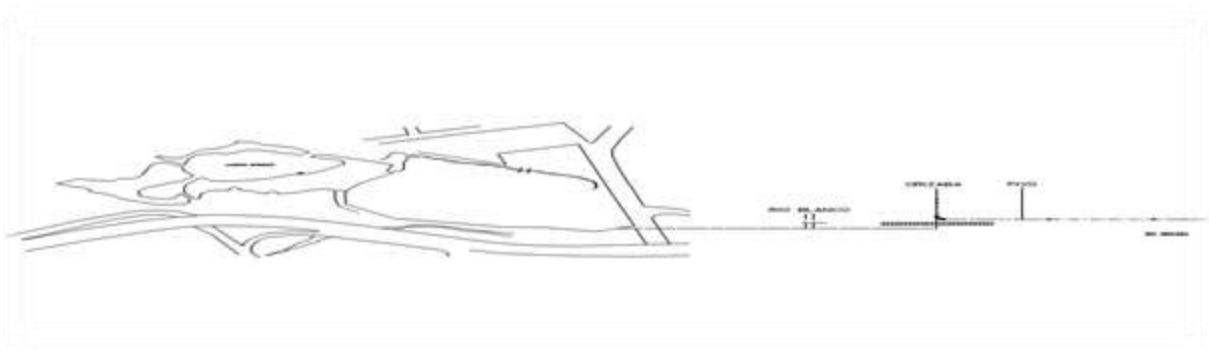
## **CAPÍTULO 2.**

### **METODOLOGÍA.**

En este capítulo se describirá el procedimiento a seguir para la elaboración de este proyecto. Recordando que el objetivo del trabajo es evaluar el lugar y la generación de energía eléctrica por medio de una turbina hidrocínética, se plantea la siguiente metodología para el buen desarrollo del trabajo:

1. Como primer punto nos damos a la tarea de identificar las principales fuentes de abastecimiento a la Ciudad de Córdoba, las cuales son Nogales, ubicado en el Municipio del mismo nombre, 2 Arroyos y Berros, ubicados en el municipio de Ixtaczoquitlán, teniendo conocimiento de la ubicación comenzamos con los datos técnicos los cuales consisten en la identificación de la red y su punto de llegada.
2. Identificación de la red de alimentación de las fuentes a la recepción.  
Con visitas en sitio se tomaron los datos de la red.

FIG 1.- Aquí se muestra la captación de la laguna de nogales y su ruta del acueducto y por donde pasa.





## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

FIG 2. En esta imagen tenemos la captación de 2 arroyos, con una caja colectora, conectándose en una caja rompedora con la del acueducto Nogales-Córdoba.

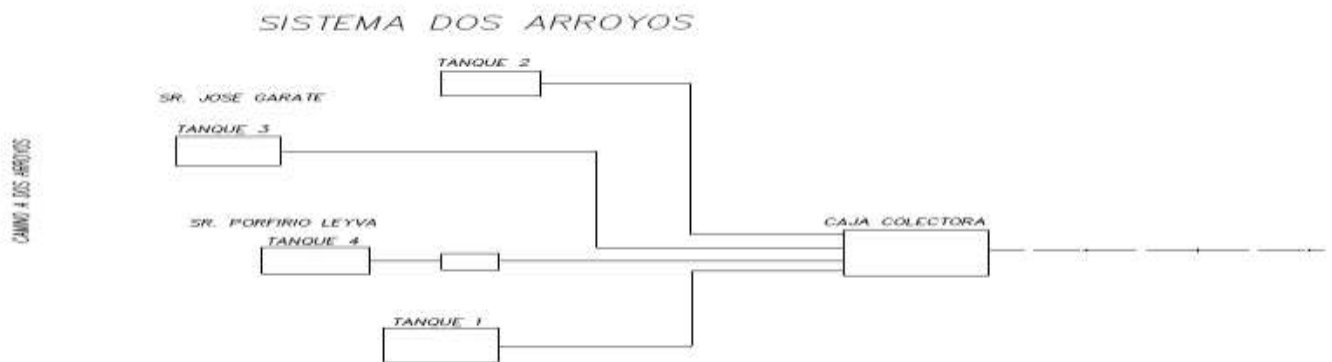


FIG.3. La captación de los Berros, también llega a la caja rompedora ubicada en la congregación de Sumidero



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

FIG. 4. En este lugar es donde se unen las tuberías de las captaciones de Nogales, 2 Arroyos, Los Berros y Sumidero.

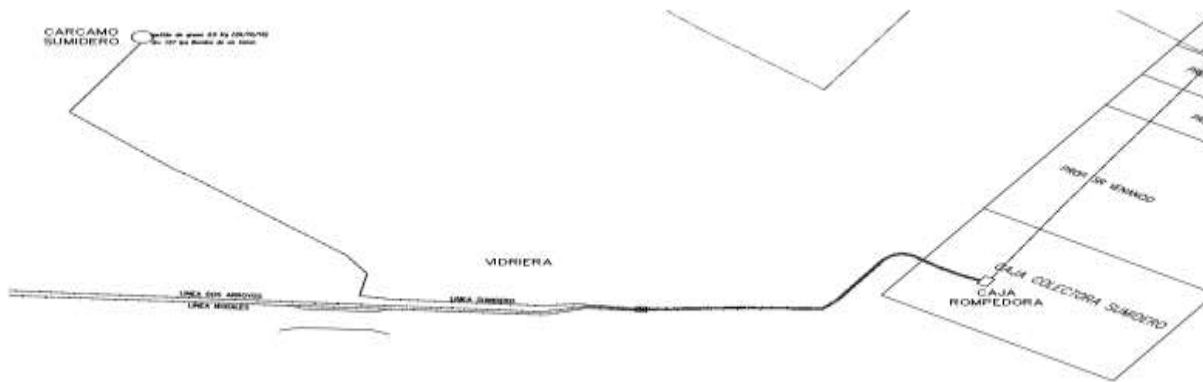


FIG 5. En este lugar se encuentra ubicada la barranca del Metlác, bajando y subiendo hacia el municipio de Fortín, en la caja rompedora llamada Jonotal donde distribuye a Córdoba y Fortín.



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

FIG.6. Caja de agua ubicada en San Nicolás municipio de Córdoba, aquí es a donde llega el agua captada de Nogales, 2 Arroyos y Sumidero.

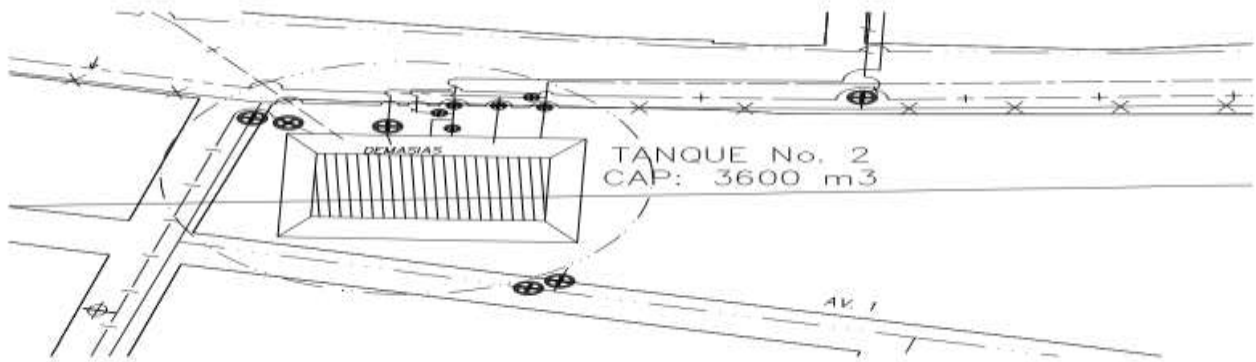


FIG. 7. En esta imagen tenemos los diámetros de las tuberías que se ocuparon en el acueducto Nogales Córdoba, 2 Arroyos, Berros y Sumidero, fuentes de abastecimiento naturales que tiene la ciudad de Córdoba,

TUB 1/2" Ø	0.22 lps	
TUB 3/4" Ø	0.9 lps	
TUB 1" Ø	1.24 lps	
TUB 1 1/2" Ø	4 lps	
TUB 2" Ø	6 lps	9 V
TUB 2 1/2" Ø	9 lps	11 V
TUB 3" Ø	15 lps	13 V
TUB 4" Ø	24 lps	18 V
TUB 6" Ø	54 lps	29 V
TUB 8" Ø	93 lps	32 V
TUB 10" Ø	147 lps	43 V
TUB 12" Ø	213 lps	47 V
TUB 14" Ø	306 lps	
TUB 16" Ø	396 lps	
TUB 18" Ø	498 lps	
TUB 20" Ø		
TUB 24" Ø	876 lps	
TUB 30" Ø	1362 lps	
TUB 36" Ø	1950 lps	

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

Se investigó sobre el caudal de los 3 manantiales que dotan de agua a la ciudad de Córdoba, encontramos en documentación los siguientes aforos.

MANANTIAL	CAUDAL MÁXIMO	CAUDAL MÍNIMO
<b>NOGALES</b>	377.53 LPS	364.49 LPS
<b>2 ARROYOS</b>	330.20 LPS	245.53 LPS
<b>BERROS</b>	311.62 LPS	295.82 LPS

Para usos técnicos necesitamos conocer el caudal en unidades de m<sup>3</sup>/s y la velocidad con la que viaja el agua (m/s).

Calculando el caudal y la velocidad para la fuente de agua de Nogales se tienen los siguientes valores.

$$377.53 \text{ l/s} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ l} = 0.37753$$

$$Q = 0.37753 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R = 6 \text{ plg} \times 2.54 / 1 \text{ plg} \times 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0.1524$$

$$R = 0.1524 \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = \pi (0.1524 \text{ m})^2 = 0.0729$$

$$R = 0.0729 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A = 0.37753 \text{ m}^3 / 0.0729 \text{ m}^2 = 5.17 \text{ m/s}$$

MANANTIAL	VALORES EN M <sup>3</sup> /S	VELOCIDAD PROMEDIO M/S
Nogales	0.37753	5.17

Para la fuente de DOS ARROYOS se tienen los siguientes valores.

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

$$330.20 \text{ l/s} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l} = 0.33202$$

$$Q=0.33202 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R=6 \text{ plg} \times 2.54/1 \text{ plg} \times 1 \text{ m}/100 \text{ cm} = 0.1524$$

$$R=0.1524 \text{ m}$$

$$A=\pi \times r^2 = \pi (0.1524)^2 = 0.0729$$

$$R=0.0729 \text{ m}^2$$

$$V=Q/A = 0.33202 \text{ m}^3 / 0.0729 \text{ m}^2 = 4.5 \text{ m/s}$$

MANANTIAL	VALORES EN M3/S	VELOCIDAD PROMEDIO M/S
2 Arroyos	0.33202	4.5

Con los datos anteriores se calculó la velocidad promedio a tener de los dos principales fuentes de abastecimiento que son la Laguna de Nogales y el Manantial de 2 Arroyos, estos nos dan una velocidad de 7.42 m/s, promedio en recorrido desde la ciudad de Nogales hasta el tanque 2 repartidor de San Nicolás en la ciudad de Córdoba, Veracruz. Donde se tiene proyectado ser instalado el equipo generador de energía, Tomando en cuenta que tenemos factores ajenos a la llegada, la velocidad disminuye a 5.5 m/s aproximadamente.



3. La Investigación del caudal promedio anual por cada tubería de alimentación, y tomando en cuenta que se hicieron sin ningún tipo de tecnología, y solo nos basamos en la experiencia de gente de campo y que por años ha tenido estas prácticas. Esto nos da que en el 2017 la captación de Nogales, donde fue nuestro último aforo, nos da diario una recepción de **25,558.848 lpd**, y en 2 arroyos tenemos aforo de **21,213.792 lpd**, dato último que tenemos de la captación de los Berros es de **31,491.936 lpd**, esto nos da que de las 3 captaciones tenemos un promedio diario sin descontar las pérdidas por fugas y otros factores es de **78,264.576 lpd**, cabe mencionar que estos datos son sin actualizar al 2018, Lo que nos puede dar un resultado más alto o más bajo, al actualizarlo.

4. Tecnología hidrocínética.

Realizando una investigación sobre tecnología hidrocínética de paso, se encontró con la tecnología de la empresa Smart hydro power de Alemania. Esta empresa cuenta con 2 tipos de turbinas hidrocínética de paso, las cuales NO necesitan una obra civil para el desvío del cauce del agua.

Se tienen las tecnologías Smart monofloat y Smart free Stream. A continuación se describen las características de cada una de estas turbinas y sus fichas técnicas.

# PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

## TURBINA SMART FREE STREAM.

La turbina SMART HYDRO POWER, fue desarrollada para producir una cantidad máxima de energía eléctrica a través de la energía cinética de las corrientes de agua, dado que es accionada con energía potencial, es conocida como una turbina “ZERO-HEAD” o como una turbina “IN-STREAM” como tal no se necesita de represas y/o de diferencias de alturas de agua para su funcionamiento, el curso de un río permanece en su estado natural y no se requiere de grande inversiones en infraestructura. Como la energía cinética (velocidad) varía de río a río, cuanto mayor sea la velocidad de flujo de agua, más cantidad de energía se generara.



<b>Potencia</b>	250 – 5000 W
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 2640 mm Ancho: 1120 mm Altura: 1120 mm
<b>Velocidad rotacional</b>	90 – 230 rpm
<b>Peso</b>	300 kg
<b>Numero de aspas del rotor</b>	3
<b>Rotor ø</b>	1000 mm

**Características:**

- Generador acuático con imán permanente genera corriente alterna
- Sistema ampliable con varias turbinas
- Disponible como sistema aislado, solución conectada a la red y versión híbrida
- Volumen de suministro y especificaciones pueden ser adaptados para proyectos especiales
- Potencia nominal a 3.1 m/s
- La turbina se instala al fondo del río/canal

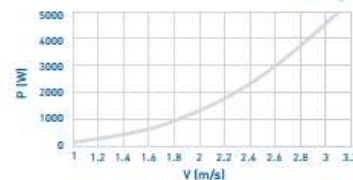
### Anclaje depende de:

- Características hidrológicas (por ejemplo: tipo de lecho de río: roca, arena, etc.)
- Tránsito fluvial, kayak, turismo
- Cantidad y tipo de residuos flotantes/palizadas

### Requisitos:

- Profundidad mínima del río: 1.1 m
- Ancho mínimo del río: 1.2 m
- Punto de inyección: máx. 500 metros de distancia de la turbina

Curva de potencia del generador Potencia nominal a 3.1 m/s



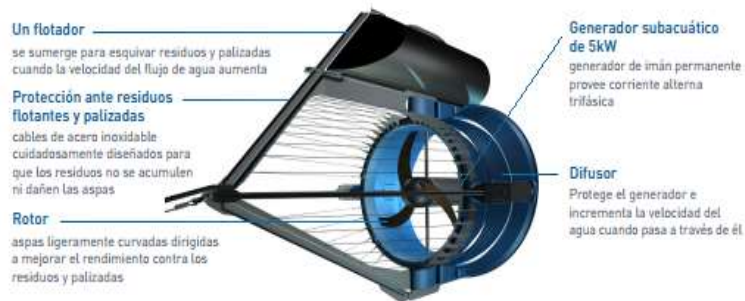
Curva de potencia obtenida durante una prueba en el Instituto SVA Potsdam. Los resultados pueden variar dependiendo las condiciones del agua del río.



# PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

## TURBINA SMART MONOFLOAT.

Estas Turbinas para ríos y canales, permiten la introducción de un suministro de carga base, una solución completa de energía renovable a la mejor relación coste beneficio posible. Esta tecnología patentada esta estandarizada y es fácilmente aplicable. Aunque calificados como “Verdes”, estos productos están posicionados como la mejor alternativa para la electrificación descentralizada a lo largo de los ríos.



<b>Potencia</b>	250 - 5000 W
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 3130 mm Ancho: 1600 mm Altura: 2010 mm
<b>Velocidad rotacional</b>	90 - 230 rpm
<b>Peso</b>	380 kg
<b>Número de aspas del rotor</b>	3
<b>Rotor ø</b>	1000 mm

**Características:**

- Generador acústico de imán permanente genera corriente alterna
- Se sumerge cuando el nivel de agua se eleva
- Especialmente adecuado para aguas con alta presencia de residuos flotantes y palizadas
- Sistema ampliable con varias turbinas
- Disponible como sistema aislado, solución conectada a la red y versión híbrida
- Volumen de entrega y especificaciones pueden ser adaptados para proyectos especiales
- Potencia nominal a 2.8 m/s

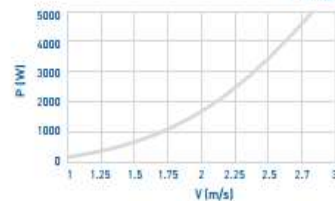
### Anclaje depende de:

- Características hidrológicas (por ejemplo: tipo de lecho de río: roca, arena, etc.)
- Tránsito fluvial, kayak, turismo
- Cantidad y tipo de residuos flotantes/palizadas
- Variación de anchura y profundidad del río

### Requisitos:

- Profundidad mínima del río: 2.0 m
- Ancho mínimo del río: 2.0 m
- Punto de inyección: máx. 500 metros de distancia de la turbina

Curva de potencia del generador Potencia nominal a 2.8 m/s



Curva de potencia obtenida durante una prueba en el Instituto SIVA Potadam. Los resultados pueden variar dependiendo las condiciones del agua del río.



# PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

Teniendo varias propuestas de equipos generadores de energía (turbinas), revisando sus fichas técnicas se tomó la decisión de considerar la turbina Free Stream, la cual cuenta con las especificaciones requeridas, en esta se hará una obra civil para su instalación



<b>Potencia</b>	250 - 5000 W
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 2640 mm Ancho: 1120 mm Altura: 1120 mm
<b>Velocidad rotacional</b>	90 - 230 rpm
<b>Peso</b>	300 kg
<b>Numero de aspas del rotor</b>	3
<b>Rotor ø</b>	1000 mm

**Características:**

- Generador acuático con imán permanente genera corriente alterna
- Sistema ampliable con varias turbinas
- Disponible como sistema aislado, solución conectada a la red y versión híbrida
- Volumen de suministro y especificaciones pueden ser adaptados para proyectos especiales
- Potencia nominal a 3.1 m/s
- La turbina se instala al fondo del río/canal

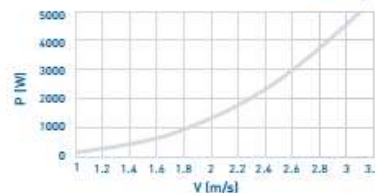
#### Anclaje depende de:

- Características hidrológicas (por ejemplo: tipo de lecho de río: roca, arena, etc.)
- Tránsito fluvial, kayak, turismo
- Cantidad y tipo de residuos flotantes/palizadas

#### Requisitos:

- Profundidad mínima del río: 1.1 m
- Ancho mínima del río: 1.2 m
- Punto de inyección: máx. 500 metros de distancia de la turbina

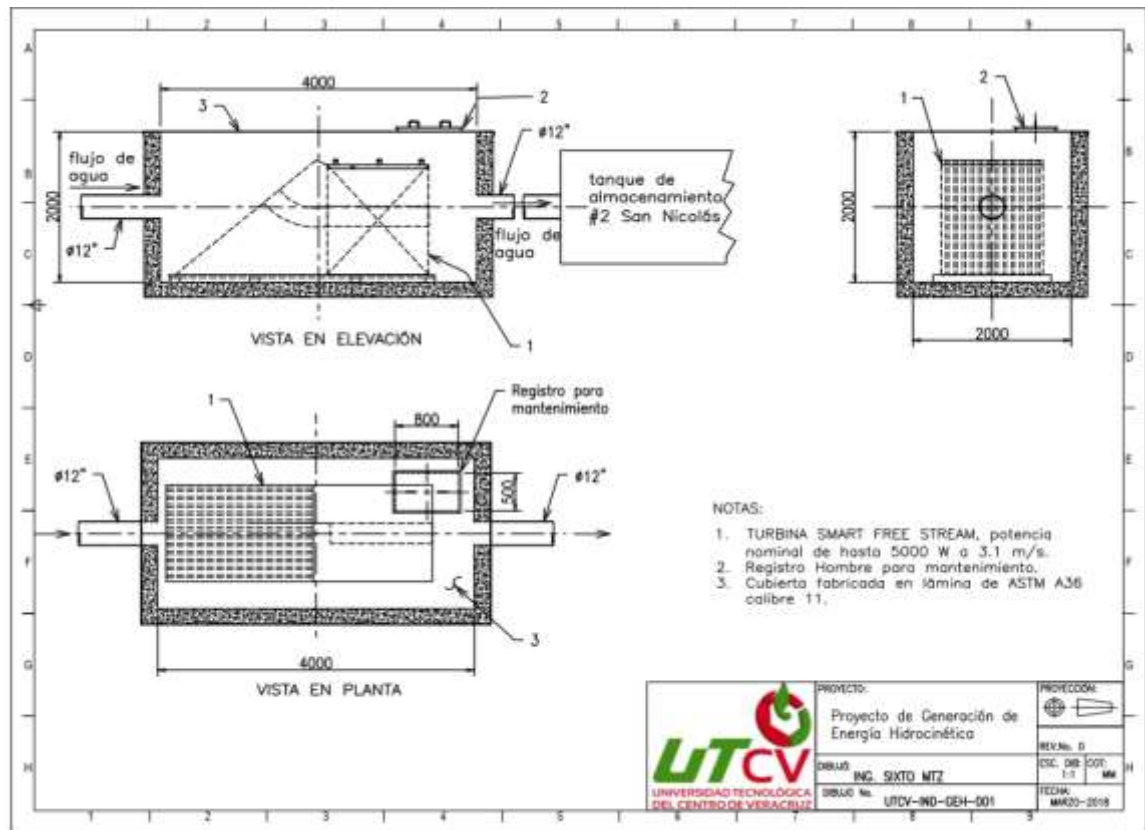
Curva de potencia del generador Potencia nominal a 3.1 m/s



Curva de potencia obtenida durante una prueba en el Instituto SVA Potsdam. Los resultados pueden variar dependiendo las condiciones del agua del río.

# PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROCINÉTICA

5. Para el correcto aprovechamiento de la energía cinética con el agua, necesitamos construir un canal de agua antes de la llegada al tanque receptor. A continuación se muestra el diseño de la obra civil a realizar.



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

6. El pago por concepto de energía eléctrica en una investigación realizada para conocer el pago que se realiza a la CFE, por costo de energía eléctrica, se encontró que anualmente se está destinando un recurso económico de aproximadamente \$4 millones de pesos, por el total de los contratos de la empresa Hidrosistema de Córdoba.

En la siguiente tabla se muestra los suministros de energía y los costos anuales que tiene la oficina operadora de agua solo en el 2017. Es en la que basamos nuestro proyecto. Nos estamos enfocando a puros cárcamos de bombeo, mismos que son los que tenemos trabajando casi las 24 horas del día.

CARCAMO	KWH	KW	COSTO ANUAL
SAN MARCIAL	20867	131230	\$ 61,118
EL PUEBLITO	90297	374455	\$ 22,4872
SUMIDERO	67269	227160	\$ 631.560
LOS BERROS	193512	760	\$ 530.014
ZACAMITLA	122933	642	\$ 310.219
BAJIO	92333	542	\$ 346.301
LOMA GRANDE	113694	618	\$ 287.285
MATLAQUIAHUI	27716	108	\$ 72,678

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

<b>SAN ISIDRO</b>	132216	488026	\$ 315.451
<b>TAPIA</b>	31026	53110	\$ 85,664
<b>MARGARITA MORAN</b>	20912	303290.12	\$ 174.998
<b>LOS FILTROS</b>	3418	8.858	1,026.710
<b>TOTAL</b>	823860	1,579.949.978	\$4,066.870

---

## **CAPÍTULO 3.**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

Para la elaboración de este proyecto contamos con 3 fuentes de abastecimiento, la principal es la captación de Nogales, que se encuentra en el Municipio Nogales, de la cual recibimos la mayor cantidad de agua, la de 2 arroyos y la de los berros. Estas se encuentran en el Municipio de Ixtaczoquitlán, de la línea de Nogales tenemos una captación de 311.62 lps, la cual se reparte a los municipios de, Nogales, Rio Blanco, Orizaba y Fortín, del manantial de 2 arroyos tenemos una captación de 330.20 lps, de los berros contamos con 377.53 lps, estas se unen en una caja rompedora ubicada en la Congregación de Sumidero perteneciente al Municipio de Ixtaczoquitlán, con la captación de agua de estas 3 fuentes de abastecimiento tenemos una llegada de 1,019.35 lps, al tanque de almacenamiento # 2 ubicado sobre el boulevard a Fortín, con estos datos, se valoraría cual sería el lugar más viable para la instalación de la turbina hidrocínética.

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

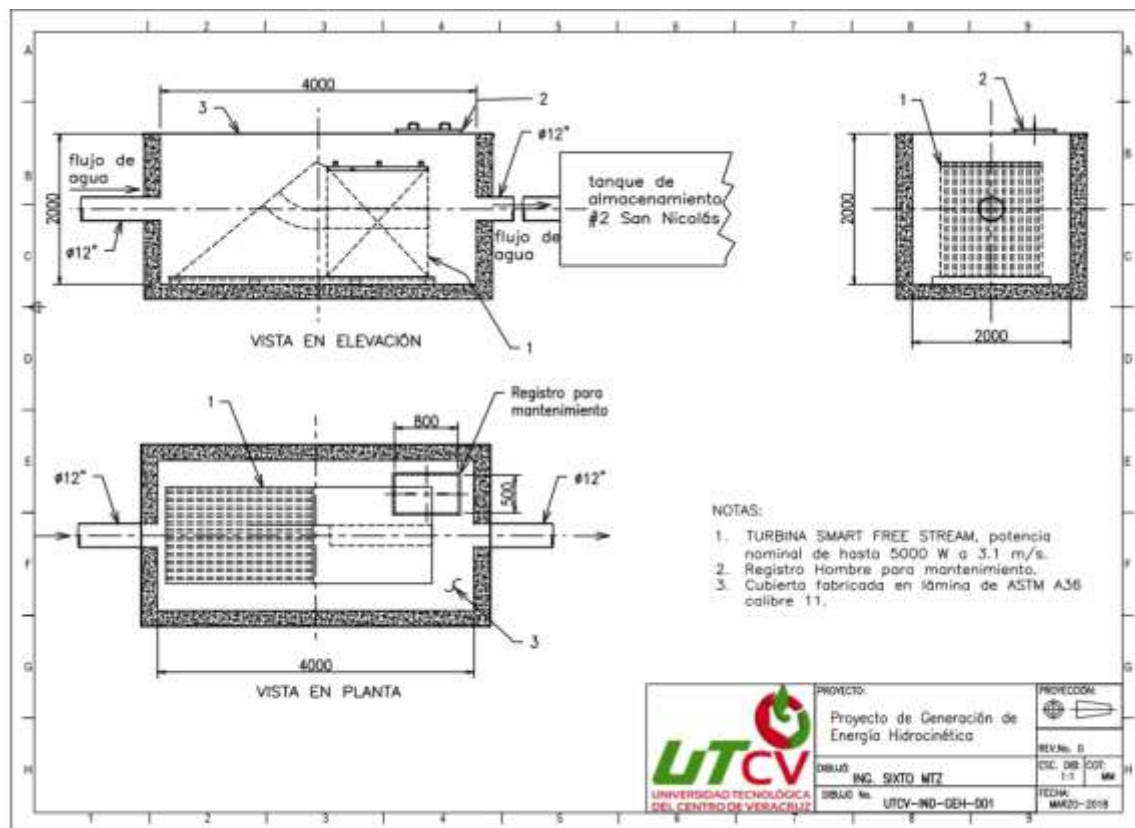
El costo promedio que se generaría con la compra de este equipo no es muy caro comparado con coste beneficio que se tendría, cabe hacer mención que todo el equipo se cotiza en euros, y la compra tendría que ser conforme está el euro en el momento de hacer la adquisición,

Turbina Free Stream	Euros. 12490	Pesos mexicanos. \$263,289.20	Total. \$263,289.20
Gabinete de controles	Euros. 3260	Pesos mexicanos. \$68,720	Total. \$68,720
Obra civil		Pesos mexicanos. \$70,000	Total. \$70,000
Envío		Pesos mexicanos. \$35,000	Total. \$35,000
Asesoría de instalación		\$84,401	Total. \$84,401
Otros		\$20,000	\$20,000
Total del proyecto			\$541,410.20

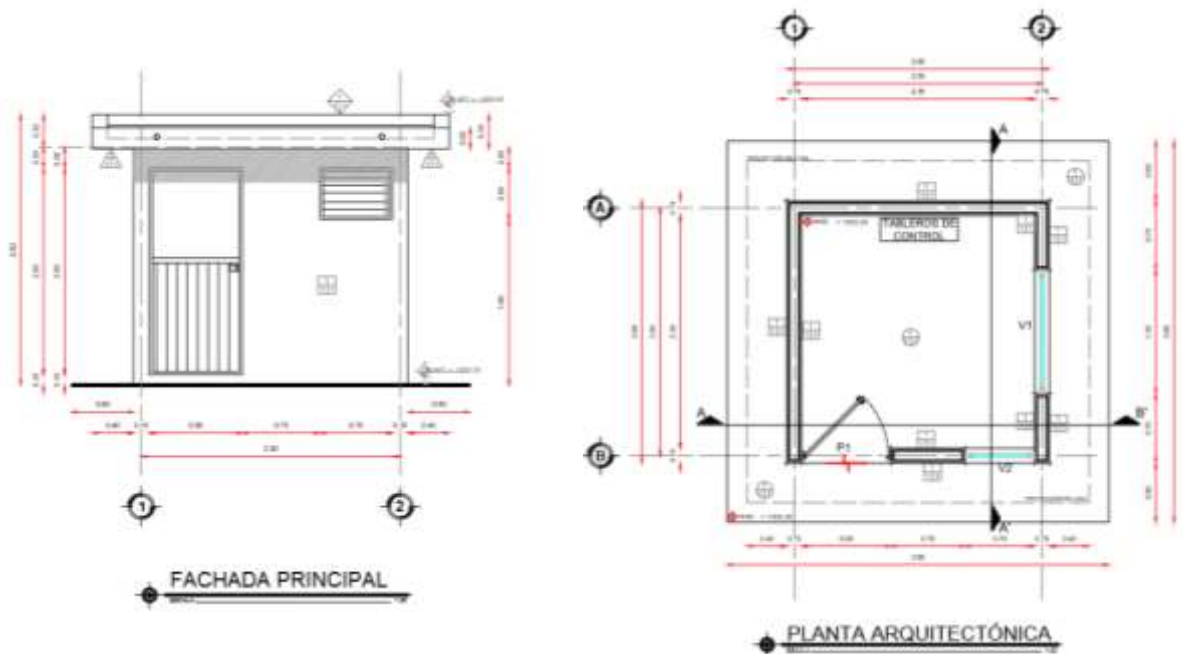
# PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROCINÉTICA

A continuación se muestra el plano de la obra civil a realizar para la instalación de la turbina, mostrando como quedaría la llegada, sus diferentes perfiles y medidas para el óptimo funcionamiento de la misma.

## PLANO DE CANAL HIDROCINÉTICO



## CASETA DE CONTROLES PARA LA TURBINA FREE STREAM



Dicha caseta se construye para resguardar el equipo de controles de energía, y no sea dañado por dejarse a la interperie o en cualquier lugar donde personas que no tienen el conocimiento del uso adecuado de dicho equipo lo puedan dañar, dicho también puede ser por causas ajenas a nosotros como son, vandalismo o robo.



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

### GABINETE DE CONTROLES.

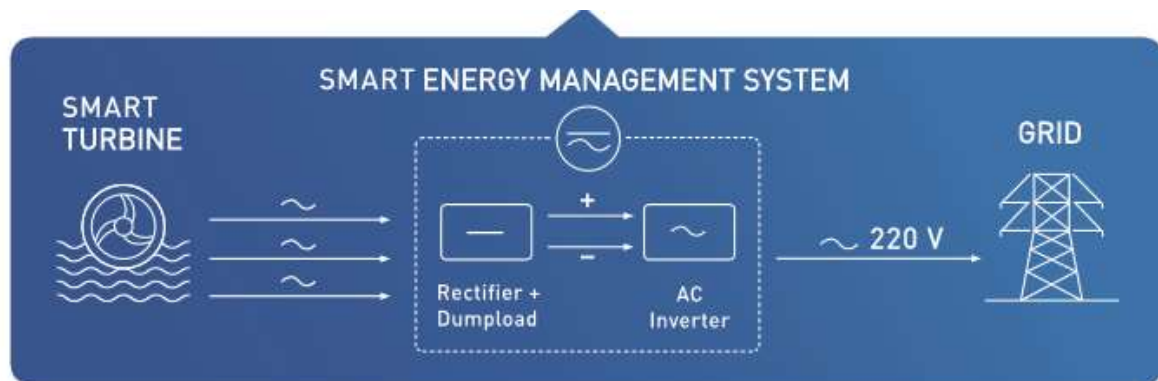
En la imagen a continuación mostramos el gabinete de controles el cual se instalara en dicha caseta, este consta de un rectificador de energía, la cual la manda a un inversor de corriente el cual conectamos a la red de energía de CFE, y un monitor wifi, para que en un dispositivo se esté monitoreando la energía que se esta mandando



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

### GRAFICA DE TRABAJO DE TURBINA FREE STREAM

En esta grafica se muestra como sería el trabajo que realizaría la turbina hidrocinética, la cual recibe el agua haciéndola girar hasta llegar al rectificador ubicado en la caseta de controles mandándola al convertidor de energía y saliendo a la red de CFE.



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

### COSTE – BENEFICIO.

<b>TURBINA</b>	<b>FREE STREAM</b>		
<b>POTENCIA</b>	<b>5 Kw</b>		
<b>ENERGÍA</b>	<b>(P) (T)</b>	<b>(5 Kw) (24 hrs)</b>	<b>120 Kwh/día</b>
<b>MES</b>	<b>(120 Kw/d) (30 días)</b>		<b>3600 Kwh/mes</b>

ENERGIA	(3600kwh) (\$0.818)	\$ 2944.80
DISTRIBUCIÓN	(5 Kw) (\$189.25)	\$ 946.25
CAPACIDAD	(5 Kw) (\$167.01)	\$ 835.05
TOTAL		\$ 4726.10
IVA		\$ 756.17
AHORRO MENSUAL		\$ 5482.27
AHORRO ANUAL		\$ 65787.30
RETORNO DE INVERSIÓN		6.8 Años

---

## **CAPÍTULO 4.**

### **RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

Con la realización de este proyecto en el tanque 2 de San Nicolás, lugar elegido para la instalación y construcción de este prototipo, mismo que cuenta con las condiciones de seguridad y acceso rápido para su monitoreo, podremos tener una energía limpia generada con un recurso natural como es el agua, no dañando al medio ambiente, por eso analizando todos los beneficios – coste, vemos que. Tan solo en el año del 2017 Hidrosistema consumió un total de 1,579,949.948 kwh de los cuales pago \$4,066,870. Esto solamente de los 12 cárcamos de bombeo con los que cuenta en la ciudad, zona serrana y en otras localidades, por tal, si se adquiere la turbina hydro cinética generadora de energía, se estaría generando, 3600 kwh de energía mensual con una potencia de 5 kW, que con forme a la nueva tarifa de CFE, esto nos daría un ahorro de \$5482.27 mensual que con ello se tendría un ahorro anual de \$ 65,787.30. Dicho ahorro de dinero podría ser mayor ya que si se llevara a cabo la instalación de 2 turbinas más sobre las líneas de conducción de agua, el ahorro sería de \$131,574.60 anual, la inversión total de este equipo sería de \$541,4210.20 variando su inversión a como se encuentre el euro en esos momentos ya que el equipo es de tecnología Alemana, la recuperación de la inversión se vería reflejada en un promedio de 6 a 7 años.

## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

Otros lugares idóneos para la instalación de turbinas hydro generadoras de energía serían en la captación de la Ciudad de Nogales, y en la comunidad de 2 Arroyos, Municipio de Ixtaczoquitlán, mismas que cuentan con una infraestructura que de llevarse a cabo el proyecto también en esos lugares se harían las adecuaciones correspondientes.

### ANEXOS.

#### TRABAJOS FUTUROS Y RECOMENDACIONES.

TANQUE 2 DE SAN NICOLAS, UBICADO EN BOULEVARD CORDOBA FORTIN, LUGAR PROYECTADO PARA LA INSTALACIÓN DE LA TURBINA HYDRO CINÉTICA

TUBERIA DE LLEGADA AL TANQUE 2 DE SAN NICOLAS DONDE SE TIENE PROYECTADA, LA INSTALACIÓN DE LA TURBINA HYDRO CINÉTICA



## PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROKINÉTICA

### Captación de Nogales (Nogales, Veracruz)

Primera propuesta para la posible instalación de una turbina hydro cinética.



### Captación 2 Arroyos (Ixtacxoquitlán).

Segunda propuesta para la posible instalación de una turbina hydro cinética.



## BIBLIOGRAFÍA.

<https://www.smart-hydro.de/es/sistemas-de-energia-renovable/turbinas-para-rios-y-canales/>

search?q=hidrosistema+cordoba&rlz=1C1AVNE\_enMX649MX649&oq=hid&aqs=chrome.0.35i39j69i60j69i57j69i60j69i61j0.3616j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Comisión Nacional del Agua. (2011). Agenda del Agua 2030. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CHRISTENSEN, G.L.; Dick, R.I.: Specific Resistance Measurements: Methods and Procedures. Journal of Environmental Engineering, ASCE, **Vol. III**, N°3, p.258-271, June 1985a.