



Universidad Nacional Autónoma de México

Maestría y Doctorado en Arquitectura

Campo de conocimiento: Tecnología

SISTEMA ARQUITECTÓNICO DE COSECHA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TUBERÍAS DE AGUA POTABLE CON HIDROGENERADOR MINIATURA.

TESIS

Que para optar por el grado de:

MAESTRO EN ARQUITECTURA

Campo de conocimiento: Tecnología

Presenta:

Hugo Eugenio Tapia Tapia

Director de Tesis

- M. en Arq. Ernesto Ocampo Ruíz
Facultad de Arquitectura, UNAM

Comité Tutor

- Dr. Gabriel León De Los Santos
Facultad de Ingeniería, UNAM
- Dr. Alejandro Solano Vega
Facultad de Arquitectura, UNAM
- M. en Arq. Francisco Reyna Gómez
Facultad de Arquitectura, UNAM
- M. en Arq. Jorge Rangel Dávalos
Facultad de Arquitectura, UNAM

Ciudad Universitaria, CDMX, Octubre de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



SISTEMA ARQUITECTÓNICO DE COSECHA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TUBERÍAS DE AGUA POTABLE CON HIDROGENERADOR MINIATURA.

Hugo Eugenio Tapia Tapia



**INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS**

JURADO

- M. en Arq. Ernesto Ocampo Ruíz
Director de Tesis

- Dr. Gabriel León De Los Santos

- Dr. Alejandro Solano Vega

- M. en Arq. Francisco Reyna Gómez

- M. en Arq. Jorge Rangel Dávalos

Sinodales

Agradecimientos.

A mi esposa Nadia, a mis Padres.

Un agradecimiento especial al
M. en Arq. Rodrigo Rafael Pérez González,
por su apoyo para la realización de este documento

ÍNDICE

[Contenido]

1 Introducción. Conceptos básicos sobre energías renovables

En este capítulo se muestran y revisan los antecedentes de generación de energía en México. Panorama general de las energías renovables. ¿Se puede producir energía eléctrica de manera eficiente, por medio de un sistema hidroeléctrico y sustituir los métodos convencionales de energía fotovoltaica? Planteamiento de hipótesis y objetivos.

2. Sistemas Fotovoltaicos e Hidroeléctricos

En este capítulo se revisan y explican los sistemas fotovoltaicos y mini hidroeléctricos. Cómo son las diferentes tecnologías que existen y en dónde se están usando, cuáles son sus principios de funcionamiento y la pretensión de reducción tecnológica de una presa para introducirla a un inmueble independientemente de su tipología.

3. Configuración de Prototipo.

En este capítulo se explica el proceso de diseño, parámetros y construcción de rodete. proponiendo las implementaciones necesarias para lograr los objetivos planteados y veremos cuáles son las cosas por considerar para la fabricación de uno.

4. Análisis cuantitativo.

Se indican las fórmulas ocupadas para comprobar las mediciones logradas, teniendo cuantitativamente la producción eléctrica, gracias a una herramienta de generación, se explica paso a paso los factores de medición que indicaran las características físicas del prototipo y cuanta energía eléctrica se produce por medio de una turbina casera dependiendo de la altura del inmueble.

5. Conclusiones.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES.	12
1.1	PANORAMA GENERAL DE LA ENERGÍA	13
1.2	PERSPECTIVA DE ENERGÍAS RENOVABLES	16
1.3	HIPÓTESIS	20
1.4	OBJETIVO GENERAL	20
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.6	VISIÓN GENERAL DE OBJETIVOS	21
1.7	METAS PARCIALES	21
1.8	NUEVOS ENFOQUES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA HIDROENERGÍA	22
1.9	NUEVAS PERSPECTIVAS DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.	25
2	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E HIDROELÉCTRICOS	28
2.1	ENERGÍA SOLAR.....	29
2.2	TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	29
2.3	COSTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	30
2.4	SALARIOS MÍNIMOS 2019	32
2.5	ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.....	36
2.6	ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO, DETALLE DE APLICACIÓN EN CALLES.....	37
2.7	PERSPECTIVA SOCIO ECONÓMICA	38
2.8	COMPONENTES BOMBAS HIDRÁULICAS SOLARES.....	39
2.9	ANTECEDENTES Y PROMOCIÓN DE LA MICRO Y MINI HIDROENERGÍA	42
2.10	LAS EXPERIENCIAS DEL ITDG EN LA PROMOCIÓN DE LA HIDROENERGÍA EN EL PERÚ	43
2.11	DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	44

2.12	COMPONENTES HIDRÁULICOS	45
2.13	TURBINA PELTON	46
2.14	COMPONENTES DE SISTEMA HIDROELÉCTRICO.....	47
2.15	LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN DE GENERADOR HIDROELÉCTRICO PEQUEÑO SON:.....	48
2.16	SELECCIÓN DE LOS MEJORES SISTEMAS EN CONJUNTO.	49
2.16.1	<i>Esquema de construcción de prototipo</i>	49
2.17	LOS PRINCIPIOS GENERALES DE OPERACIÓN DE UNA TURBINA PELTON	52
2.18	VARIABLES QUE DELIMITAN LA FORMA Y LA CAPACIDAD DEL PROTOTIPO.....	54
2.18.1	<i>Flujo En Tuberías</i>	54
2.19	COMBINACIÓN OPERATIVA DE SISTEMAS HIDRÁULICOS Y FOTOVOLTAICOS.....	56
3	CONFIGURACIÓN DE PROTOTIPO	58
3.1	PRINCIPIO DE LAS PLANTAS DE REBOMBEO.....	59
3.2	CONDICIONES DE USO DE PLANTA DE REBOMBEO.....	61
3.3	EL PROCESO DE DISEÑO	64
3.3.1	<i>Entender el problema</i>	66
3.3.2	<i>Desarrollo del primer diseño</i>	66
3.3.3	<i>Búsqueda e investigación</i>	66
3.3.4	<i>Generación de ideas</i>	66
3.3.5	<i>Investigar soluciones</i>	67
3.3.6	<i>Diseño y desarrollo especificaciones</i>	67
3.3.7	<i>Comunica la solución de diseño</i>	67
3.3.8	<i>Realizar y evaluar las soluciones de diseño</i>	68
3.4	CONSTRUCCIÓN DE RODETE.....	69
3.4.1	<i>Diseño</i>	69
3.4.2	<i>Modelado</i>	70
3.4.3	<i>Impresión 3D</i>	71
3.4.4	<i>Proceso de impresión 3D</i>	72
	<i>Funciona de la siguiente manera:</i>	72
3.5	PARÁMETROS	77

4	ANÁLISIS CUANTITATIVO	79
4.1	SECCIÓN 01 DATOS INICIALES	80
4.2	SECCIÓN 02 CARGA Y CAUDAL.....	81
4.3	SECCIÓN 03 POTENCIA TEÓRICA	81
4.4	SECCIÓN 04 POTENCIA REAL	82
4.5	SECCIÓN 05 CAPACIDAD DE DEPÓSITO Y TIEMPO APROVECHABLE	82
4.6	SECCIÓN 06 VELOCIDAD EN TUBERÍA DE PRESIÓN.....	83
4.7	SECCIÓN 07 VELOCIDAD SINCRÓNICA.....	83
4.8	SECCIÓN 08 DIÁMETRO DEL RODETE.....	84
4.9	SECCIÓN 09 DIÁMETRO DE CHIFLÓN	85
4.10	SECCIÓN 10 NÚMERO DE CANGILONES	85
4.11	SECCIÓN 11 EJEMPLOS	85
4.12	RESULTADO DE 7 CASOS DE ANÁLISIS	87
4.13	HERRAMIENTA DE CALCULO.....	88
4.14	LABORATORIO DE HIDRÁULICA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	90
5	CONCLUSIONES	92
5.1	RESULTADOS	93
5.2	CONFRONTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	95
5.3	PROSPECTIVA	96
5.3.1	<i>Gadget Tecnológico</i>	97
5.3.2	<i>Domótica</i>	97
5.3.3	<i>Evaluación Energética</i>	97
5.4	CONCLUSIONES.....	98
6	APÉNDICES	100
6.1	GLOSARIO:	100
6.2	FORMULAS.....	101

6.2.1	<i>Dinámica de fluidos</i>	101
6.2.2	<i>Fórmula de Manning</i>	101
6.2.3	<i>Ecuación de Bernoulli</i>	101
6.2.4	<i>Ley de Torricelli</i>	102
6.2.5	<i>Calculo para conocer la energía potencial de un flujo hidráulico en watts</i>	102
6.2.6	<i>Fluido en movimiento</i>	103
7	BIBLIOGRAFÍA:	104
7.1	REFERENCIAS INTERNET	105
7.2	TABLA DE ILUSTRACIONES	106

Todo tiene un diseño y una intención.

El conocimiento es confort y el confort reside en el corazón de la simplicidad.

El diseño comienza por influencia del instinto humano para establecer una relación, seguido por la materialización de dicha relación en un objeto o un servicio tangible, y acabando de modo ideal con una sorpresa para hacer que el esfuerzo del público merezca la pena. – John Maeda-



Advertencia

Porque al mismo tiempo soy un individuo y Arquitecto, les advierto que varias de las opiniones aquí vertidas podrían estar corrompidas inconscientemente por juicios primero que nada de razonamiento humano, es decir sesgos de sentimientos, opiniones, imparcialidades, formación, deformaciones y que por naturaleza estoy obligado a transmitir, por mi derecho a expresarme, y segundo por el disfrute de compartir este intento de echar a volar con las alas de lo posible, de la aportación a la humanidad, de descubrir, aprender y entender este mundo que me rodea y que tanto me gusta.



**NATIONAL
GEOGRAPHIC**

Find more wallpapers at www.nationalgeographic.com
© 2007 National Geographic Society. All rights reserved.

Photograph by Jack Dykinga/Getty Images

1 Introducción. Conceptos básicos sobre energías renovables.

1.1 Panorama general de la energía

La humanidad ha logrado su permanencia, desarrollo y evolución gracias al descubrimiento, control, generación y almacenamiento de alguna fuente de energía. Al principio de una manera rudimentaria con el control del fuego y poco a poco conforme los avances evolutivos del ser humano a través de su historia llegaron a un punto contemporáneo muy sofisticado con ayuda del dominio de las tecnologías. En la escala general del uso y desarrollo de las mismas llevamos muy poco tiempo de beneficios y aplicación, al mismo tiempo en los últimos años se han acelerado a pasos agigantados dichos desarrollos permitiéndonos tener una comprensión global y su relación con la sociedad para empezar a obtener beneficios principalmente en el ámbito ecológico y de generación, hay personas de la sociedad o en grupos de especialistas así como instituciones que hacen la labor de estudiar e introducir estas aplicaciones y energías renovables haciéndolas cada vez más accesibles y de uso directo en la vida cotidiana.

Existen 2 tipos de energías: las renovables y las que no lo son; dentro de las tradicionales o no renovables encontramos las provenientes de yacimientos fósiles como el petróleo, el carbón y sus derivados. Es decir que para el

proceso de extracción y transformación hasta llegar al consumo se requiere ocupar el mismo producto generalmente a través de la combustión. para realizar dicho procesamiento, una vez que se quema estos productos derivados del petróleo, literalmente al consumirse desaparecen y se tiene que ocupar más combustibles para continuar con la generación de energía, por esta razón se considera que, aunque se encuentre en estado natural no es renovable ya que su proceso es único y muy largo, hablamos de millones de años. extraerlos es cada vez más caro y muy contaminante para el medio ambiente eso sin contar que cada vez queda menos material a explotar

Las energías renovables, limpias o también conocidas como verdes se consideran sostenibles para el medio ambiente ya que su generación está inmersa en los propios escenarios de la naturaleza las más conocidas son: la eólica (viento), solar (sol), hidroeléctrica (corriente de agua), también cada vez toman más relevancia la biomasa (combustión de residuos orgánicos), biogás (biodegradación de materia orgánica en ambientes sin oxígeno), mareomotriz (fuerza de las mareas) o undimotriz (fuerza de las olas) y la geotérmica (a través del calor y altas temperaturas bajo la superficie terrestre). Todos estos recursos a diferencia de los no renovables se consideran inagotables. No es que sean

perfectos en sí solos, requieren también la ardua intervención del humano para ser efectivos, muchos de ellos se pueden aprovechar para generar energía en el mismo espacio físico donde se requieran y se presenten las condiciones geográficas y meteorológicas adecuadas o sean posibles de adaptar, sol, viento y agua (de ríos o mares) es lo básico para hacerlas funcionar y afortunadamente todavía se podrá contar con estos elementos por un largo tiempo.

Se debe pensar en la red eléctrica convencional que usamos en nuestras casas, es una tecnología muy eficiente completamente inmersa en el uso diario tanto residencial como industrial, pues bien, la energía que tan fácilmente consumimos de manera habitual tiene todo un proceso de producción para llegar a nuestros hogares, la generación, transformación, transporte, distribución y comercialización.

Se muestra de manera esquemática y resumida cuales son los procesos que se requieren para que la energía eléctrica llegue a la comodidad de su hogar o industria a través de una red pública o privada, con un volumen de infraestructura bastante considerable, se podrá dar cuenta que la energía no vale lo que pagamos por ella y entenderemos que los recibos tengan un subsidio que se vuelve un gasto oneroso para los proveedores del servicio como el gobierno es el

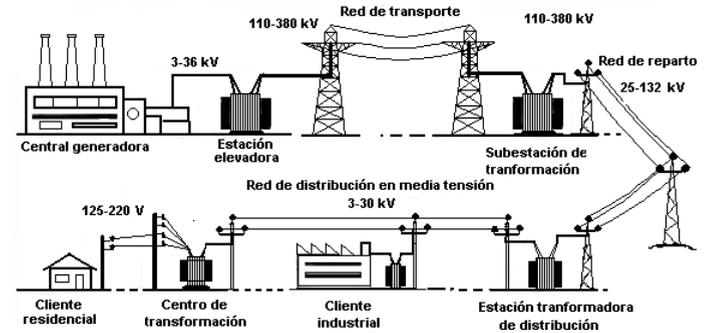


Ilustración 1 Red Eléctrica común (10 pasos para tener energía eléctrica en casa)

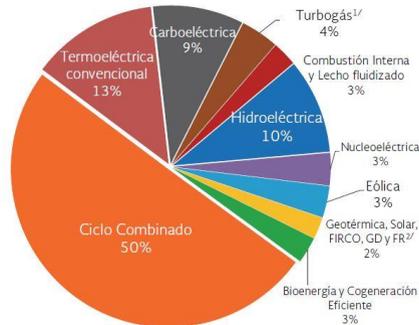
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Redelectrica2.png?uselang=es#filelinks>

principal productor, su balance presupuestal hacia la generación de energía es lo que mueve los hilos del país. Todos como sociedad y contribuyentes terminaremos viendo reflejados dichos costos, si no directamente en nuestro recibo, si en la disminución presupuestal en la cultura o educación por mencionar un ejemplo.

Hay un factor importante que se presenta en el esquema anterior sobre la generación. En México se cuenta con centrales que producen su energía a través de diferentes recursos como son la hidroeléctrica, termoeléctrica,

nucleoeléctrica, eólica, geotérmica, solar fotovoltaica, ciclo combinado (gas natural y vapor), bioenergía y carboeléctrica.

GRÁFICO 2.2.5. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR TIPO DE TECNOLOGÍA 2017
(Porcentaje)



^{1/}Incluye plantas móviles. ^{2/} Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), Generación Distribuida (GD) de varias tecnologías y Frenos Regenerativos (FR). El total puede no coincidir por redondeo. Información preliminar 2017. Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

Ilustración 2 Fuente PRODESEN (programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional) pág. 33

Toda la energía tradicional que se produce a gran escala debe tener un equilibrio y está condicionada a la oferta y demanda, si se pierde este balance se generan los famosos apagones, aunado a esto no se puede almacenar, se produce lo que se consume. Al final del día se puede observar que no

es solo una la generación de energía que mantienen a la sociedad de este país. En realidad, es un conjunto de sistemas combinados que complementa o respaldan la generación o producción lo cual nos garantiza que las actividades de desarrollo del país están sólidamente afianzadas para el futuro y todos los días se trabaja para mejorarlos.

Hablando de los recursos renovables el siguiente esquema habla por sí mismo, simplificando este solo requiere un panel solar para brindar las comodidades a las que estamos habituados, simple. Evidentemente como todos los sistemas requiere equipamiento y un espacio físico que pueden ser fácilmente adaptados a los inmuebles o áreas a intervenir o mejor si son considerados desde la concepción del proyecto.

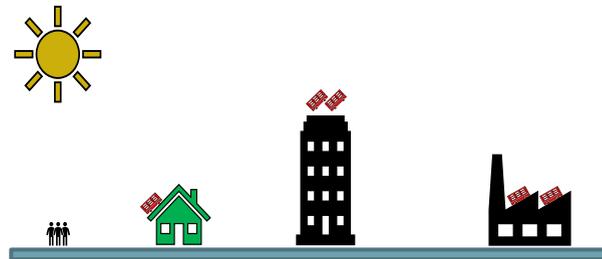


Ilustración 3 Esquema conceptual de sistema fotovoltaico

Antes de aplicar dichas tecnologías a nuestros proyectos arquitectónicos en un futuro cercano es necesario entender cómo funcionan, aprender a interpretarlas de una manera fácil, para determinar si le dará el valor agregado y los beneficios que se buscan en los diseños ecológicos autosustentables. Puede hacerse de una manera previa o paralela y todo dependerá de la intensidad natural del proyecto.

Muchas de estas tecnologías de gran escala pueden simplificarse con los mismos principios al uso residencial los más comunes son: la eólica (pequeñas aspas de viento), la solar (paneles solares), y la hidroeléctrica (turbinas para micro generación eléctrica) al igual de la generación a gran escala se puede ver beneficiada por la participación complementaria o cogeneración de varios sistemas al mismo tiempo, puede ser entre 2 o 3 tecnologías mencionadas tanto entre sistemas ecológicos como tradicionales. De ellos hablaremos más adelante con mucho detenimiento.

El objetivo final es traer con base en el diseño y el análisis de opciones energéticas el confort necesario que muchas veces sin saberlo podemos obtener en un corto plazo y bajo precio con beneficios adicionales a cualquier inmueble.

1.2 Perspectiva de energías renovables

El mayor defecto de la planeación no es llegar a donde se propone, sino pasar más allá.]
-La François, Duque de Rochefoucauld-

El más grande placer en la vida es hacer algo que otros dicen que no se puede hacer.
-Bagehot Walter-

El campo de las energías sustentables es basto y muy referenciado , es verdad que cada personaje que se anexa a su estudio, aporta conocimientos distintos y ve las problemáticas desde diferentes perspectivas, esto es lo que enriquece cada vez más el campo del conocimiento, pensamientos nuevos y refrescantes que propongan ideas nuevas para solucionar los problemas que nos aquejan y puedan llevar a mejores soluciones dentro del uso de las tecnologías, pero no todo se queda ahí, hay personas que tiene la confianza y los conocimientos para crear, no es cuestión de genios, ni de pocos, es cuestión de emprender, de poner

manos a la obra, para satisfacer esas interrogantes que necesitan solución.

Es básica y muy clara la manera en que se deberá desarrollar una base teórica, sustentada, analizada, con toma de decisiones que, para este momento, no serán las únicas ni las últimas, son todo un proceso de retroalimentación que nos lleven a avanzar sobre lo ya revisado, sobre las problemáticas que otros investigadores han tenido a su alcance, con la sana intención de resolver. Será por la extensión de la respuesta que no se puedan abarcar todas las soluciones, pero que quedan como eslabones para alguien que por casualidad o convicción se vea en la afortunada posición de completar, de pensar y terminar, de poner otra base para seguir apoyando a los que vienen atrás de nosotros, como comentaba anteriormente, la metodología es la base del conocimiento, no se necesita saber todo, se necesita aprender a hacer en lo que al campo de la investigación se refiere.

El detectar un problema, dentro de un campo como la energía solar, es de sumo cuidado porque tiende a reflexionar sobre los análisis de diferentes investigadores, es poner en tela de juicio lo ya existente, es darlo por hecho, y más si dentro del campo de las tecnologías sustentables tiene tanto auge como es el caso de las celdas fotovoltaicas, donde cientos

quizá miles de personas, científicos, especialistas, investigadores, dedican su tiempo al desarrollo y perfeccionamiento de dichos sistemas.



Ilustración 4 energía verde.

<http://revistanuevasenergias.com/wp-content/uploads/2019/08/ENERGIA-VERDE-800x570.jpg> "Reproducción realizada con fines didácticos."

Es aquí donde se vislumbra un problema, que consiste en el acercamiento de éstos sistemas al plano general de la población y su aceptación generalizada que podrían verse

integrados como parte de beneficios sociales para el desarrollo de cualquier comunidad. La concordancia entre el costo de las ecotecnologías para un individuo, en este caso las fotovoltaicas, y su beneficio económico es a la fecha casi desapercibido porque no se ha planteado de manera correcta que dichas tecnologías se encuentren al alcance de todos y mucho menos se ve reflejado el beneficio en las personas en condiciones económicas, sociales o geográficamente desfavorables.

Si bien y afortunadamente los costos de los paneles solares va disminuyendo cada vez más, no es suficiente, con otras acepciones, la economía nacional permanentemente se encuentra navegando a veces por momentos de inestabilidad que agravan más las situaciones económicas de la gente, entonces como primera instancia se reconoce que los sistemas fotovoltaicos son muy benéficos al medio ambiente y son aceptados por la misma, pero tienen el inconveniente que son costosos.

el problema del acercamiento de las ecotecnologías al uso generalizado está representado de la siguiente manera: tenemos la necesidad como sociedad de considerar las opciones existentes para aprovechar los recursos naturales,

un sistema adicional para producir energía, sería la mejor manera de darle doble uso a uno existente de uso común, básico y necesario en todo tipo de inmueble, no hay bienes raíces, de tipología residencial, comercial o industrial que puedan prescindir de ellas, me refiero a las instalaciones hidráulicas específicamente, porque estas instalaciones tienen la función de mantener en ambientes higiénicos el lugar habitado desde el aspecto personal hasta el de sacar los desechos producidos por cuestiones fisiológicas, entonces el potencial ya está instalado y todas las construcciones nuevas lo tendrán obligatoriamente.

Podrían existir y/o habilitarse tantas como sea posible según el número de construcciones que existan, o cumplan con las características óptimas de implementación, no importando el fin último de dicho lugar; esta producción se puede generar a través de la Hidroenergía, ya se ocupa en la producción de electricidad donde: por medio de grandes depósitos de almacenamiento se hace pasar agua por un caudal (a veces artificial a veces natural) con una presión constante que apoyada en una turbina y un generador produce la cantidad de energía suficiente como para alimentar ciudades enteras, este sistema lo conocemos como presas, este mismo principio se aplica en mini presas o micro presas con una

capacidad de producción menor pero que aún así sirve para electrificar poblados enteros, muy usados donde su localización está cerca de caídas de agua naturales.

Se puede encontrar en el área de la sustentabilidad múltiples esfuerzos por ser “energéticamente correctos”, es decir basados en los principios de la sustentabilidad, el de que esta generación se convierta en autosuficiente y que a su vez no detenga su ritmo de crecimiento, dejando las mismas oportunidades de desarrollo a las generaciones futuras.

Siendo esta la causa principal que motiva a encontrar soluciones a problemas que durante la vida profesional se han detectado, a su vez, como entusiasta de la sustentabilidad, se tendrá la responsabilidad de dar respuestas por medio de acciones a las necesidades apremiantes que dichos descubrimientos representan: la propuesta de un prototipo o máquina que sea capaz de satisfacer necesidades de uso cotidiano para la sociedad, no importando el nivel socioeconómico, o sector que lo ocupara y que le atañe al campo de arquitectura tanto como el impulso creativo y los programas de necesidad lo requieran.

Se han detectado que los principales problemas que afectan a una instalación eléctrica con celdas fotovoltaicas; encontramos que es el costo más que el desconocimiento la causa principal por la cual no se han popularizado las instalaciones de este tipo, preocupado porque los principales beneficiarios de dicha tecnología sea la sociedad en general; hago el planteamiento de la siguiente hipótesis:



Ilustración 5 energías renovables.

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Images/header_images/DNoticias/2018/energia-renovable-mexico-article.jpg/_jcr_content/renditions/cq5dam.web.1400.350.desktop.jpeg "Reproducción realizada con fines didácticos."

1.3 Hipótesis

“El diseño y la aplicación de un prototipo hidroeléctrico para generación de energía será una nueva opción en tecnologías limpias. Con aplicación en inmuebles urbanos a través de la producción de energía eléctrica de manera individual o por medio de un sistema mixto, solar – hidroeléctrico, se podrá almacenar, consumir o interconectar a la red municipal).”

1.4 Objetivo General

Diseñar un prototipo Hidroeléctrico para generación de energía con base en una reducción tecnológica aplicable a inmuebles urbanos de cualquier tipología.

1.5 Objetivos Específicos

- *Analizar de manera concisa las formas de generación eléctrica existentes y los tipos aplicados en México. Diferenciando entre las energías tradicionales y limpias.*
- *Distinguir los tipos de energías limpias, solar e hidroeléctrica, y sus beneficios de implementación en las actividades comunes de la sociedad. Tanto en el diseño y confort de espacios habitables.*
- *Diseñar un prototipo de generador hidroeléctrico identificando el principio de funcionamiento de una presa, reduciendo la tecnología a un uso en los inmuebles urbanos.*
- *Elaborar una herramienta para analizar los parámetros de diseño según el lugar de aplicación en la instalación del prototipo. Y su previa evaluación para la implementación en el desarrollo de proyectos arquitectónicos.*

1.6 Visión General De Objetivos

- Comprender la Visión global de arquitectura sustentable. (uso de energía renovable).
- Analizar los beneficios de uso y aplicación de energías limpias.
- Identificar el uso de tecnologías limpias hidráulica y solar.
- Reemplazar el uso de combustibles fósiles por renovables a través de sistemas de producción energéticos individuales o combinados para su implementación en inmuebles urbanos.
- Desarrollar un Generador Hidroeléctrico de escala urbana.
- Eficientizar la producción eléctrica.
- Beneficio económico de la sociedad.
- Innovación Tecnológica.

1.7 Metas Parciales

El peso principal de este trabajo será usar las tecnologías disponibles para aprovechar al máximo la producción eléctrica, e implementar la tecnología aquí propuesta para un caso como lo es la aplicación en la CDMX, y específicamente dentro de un inmueble, es decir, cómo podemos conectar dicho sistemas tecnológicos a nuestras viviendas o cualquier tipología del inmueble para que obtengamos electricidad por medios renovables que buscan el aprovechamiento eficiente de la generación de recursos para nuestra propia utilidad.

Por medio de los elementos necesarios como: un generador eléctrico, conectado a un panel solar para obtener la energía del arranque de dicho motor; las características de este motor será utilizar los principios de la Hidroenergía para la generación de electricidad en un ciclo continuo de flujo hidráulico esta puede ser por medio de dinamos, turbinas o generadores, colocados en diferentes puntos de dicho circuito de tuberías y buscando generar la presión hidráulica necesaria para un adecuado producción de energía, provocando que el motor sea autosuficiente apoye como respaldo la producción energética para su almacenamiento o consumo.

los controles operativos de medición e indicación de producción podrán ser programados y visualizados en 2 pantallas de control, uno como parte misma del equipo y el segundo dentro de la casa para conocer dichas mediciones.

1.8 Nuevos enfoques para el aprovechamiento de la hidroenergía.¹

Tenemos la obligación como arquitectos de dar a conocer nuevas opciones, puntos de vista y poner a criterio de los demás, las tendencias que se buscan todos los días para la generación activa de energía y su óptimo aprovechamiento en el uso cotidiano para fomentar una cultura del máximo aprovechamiento de los recursos que tenemos a nuestra disposición.

En cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento de recursos, específicamente del agua. Cuando me refiero a aprovechamientos no quiero decir su uso cotidiano y tradicional.

Cuando tratamos de explicar el aprovechamiento de recursos, y en especial del agua, varias miradas de los diferentes campos o disciplinas invariablemente tendrán la curiosidad de saber de qué se trata, principalmente 2 campos son los que concentran su interés.

Los arquitectos y los ingenieros en sus diferentes especialidades, ya que estas 2 profesiones son las que tienen íntimamente ligado el desarrollo de tecnologías y múltiples aplicaciones para el ramo inmobiliario entiéndase: casas principalmente en su modalidad de individuales o conjuntos habitacionales, naves industriales, oficinas, etc. o cuando de construcción se trata.

Conocer la cantidad de aplicaciones que una casa puede tener para que podamos generar energía de manera activa con las instalaciones que comúnmente tenemos en el hogar.

Cuando se trata de aprovechar un recurso como el agua e implementarla a nuevas propuestas de sistemas energéticos existen tres caminos:

¹ La Hidroenergía o energía hidroeléctrica es la producción de electricidad por medio de la transformación de energía cinética del agua en movimiento a energía mecánica (giro de alguna turbina) que a su vez está conectada a un generador eléctrico.

El pluvial, captado bajo diferentes métodos y esquemas de recuperación del agua de lluvia y almacenada para su posterior consumo; teniendo su pico máximo de aprovechamiento en temporada de lluvias. Se sabe que puede brindar agua potable hasta por meses, dependiendo de la cantidad de precipitación y la cantidad de almacenamiento que tengamos para procesarla.

Existen iniciativas públicas, gubernamentales e independientes con mucho éxito, que se están implementando para el aprovechamiento de estos recursos. Uno que cabe la pena mencionar es el realizado por Isla Urbana que es una



Ilustración 6 Programa Independiente de captación de agua de lluvia denominado Isla Urbana. Foto de © Isla Urbana., edición 2010, "Reproducción realizada con fines didácticos."

iniciativa para la recolección del agua pluvial que concursó internacionalmente quedando como finalista de dicho certamen, dónde se darían los reconocimientos a las mejores ideas en beneficio del aprovechamiento social.

El agua residual, que comúnmente desechamos (aun cuando puede tener un uso diferente) se pierde cuando simplemente dejamos que se tire dicho volumen de agua que usamos directo al drenaje. En la actualidad algunos muebles sanitarios que por su función usan agua, como los de lavado ya ofrecen la opción de reciclar el agua (en el caso de las lavadoras) por mencionar algunos, se pueden contemplar los beneficios inmediatos y futuros del uso común de estos dispositivos. Así el agua, aunque esta jabonosa, pero limpia, se pueda reusar hasta en 2 ocasiones para el desecho sanitario.

El agua potable que nos llega por los sistemas de distribución primarios y secundarios hasta nuestros hogares y dependiendo de la escala habitacional la almacenamos en tanques elevados para el caso de conjuntos residenciales o en cisternas y tinacos en la mayoría de los casos solo se contemplan como depósitos de agua, pero es aquí donde radica más que en ningún otro la prioridad de importancia de

su ocupación y determinar si se puede o requiere dar hasta un segundo uso, uno de los principales objetivos de la distribución del agua potable es que llegue a su destino final, es decir, al abastecimiento individual de cada ciudadano en donde exista una cantidad razonable de litros x habitante.

Para el caso específico de la ciudad de México, Ya es todo un reto a la ingeniería hacer llegar el agua por el sistema Cutzamala hasta los hogares y el esfuerzo y la eficiencia con la que se realiza dicha distribución del agua para que llegue a la ciudad, alcaldía, colonia, comercio y casa, es monumental y deficiente.

Una casa habitación en general e históricamente, cuando se analiza desde el punto de vista energético, es una enorme consumidora. tradicionalmente en México se alimenta con energía eléctrica – al menos en los lugares cercanos a la zona metropolitana y ciudad de México- entonces las ecotecnologías usadas o implementadas en una casa para tratar de contrarrestar tan altos consumos son prácticamente nulas y en su diseño no se contempló tener ningún aprovechamiento de la energía.

Para implementar una tecnología, que tiene el fin de optimizar el consumo en una casa habitación es necesario muchas veces ser radical en la implementación, no siempre se puede caer en el franco desarrollo sin tropezar con pequeños detalles como la cirugía mayor. Es decir, implementación que comprende cambios, e intervenciones mayores para una casa, ya no pensemos en los costos que implicaría porque sería ponerles un freno a nuestras intenciones de cambiar los hábitos de consumo dentro de un inmueble y las condiciones económicas de las familias.

1.9 Nuevas perspectivas de generación y almacenamiento de energía.

La mayoría de las personas pensamos que cuando hablamos sobre sistemas de ahorro de energía y su almacenamiento inmediatamente nos referimos a sistemas muy complicados complejos inoperantes o probablemente costosos los arquitectos y los ingenieros en sus diferentes especialidades ya que estas dos profesiones son las que tienen íntimamente ligado al desarrollo de tecnologías y múltiples aplicaciones para el campo inmobiliario.



Ilustración 7 casa habitación. Foto de <http://mx.casas.posot.com/casas/mx/venta/2010/02/25/16622.jpg>
"Reproducción realizada con fines didácticos."

Como ya mencioné, son los que están más asociados con las necesidades diarias en cuanto eficiencia y consumo de energía independientemente de la presentación en la que la encontramos, es decir, en general en una casa habitación o un inmueble la energía que podemos consumir es la eléctrica porque todas nuestras aplicaciones de confort están en función de conectar a la corriente un aparato eléctrico, pero antes de esa facilidad tenemos otro tipo de energía acumulada que bien podría ser el agua, tomando como ejemplo previo la hidroeléctrica a gran escala donde obtenemos energía eléctrica a través de la energía acumulada y el flujo del agua.

Los ingenieros especializados en hidráulica y energía son quienes estudian los procesos en relación con la conservación de la energía y su eficiencia. es difícil pensar en ocupar el agua nuevamente para un pequeño ciclo para generación y consumo de energía eléctrica.

en la actualidad con sistemas electrónicos es fácil contabilizar con precisión que el beneficio sea superior a la pérdida, a esta relación la llamamos eficiencia energética. el reúso con el paso del tiempo, se ha ido asimilando para aceptar que es necesario introducir nuevos sistemas para obtener energía residual, a su vez la eficiencia en sistemas

electrónicos cada vez más modernos hace que se puedan usar con un mínimo de energía o por tiempos específicos, además de sistemas domóticos tradicionales, nuevos sistemas para medición de consumo de agua que cada día se hacen más generalizados y aunque en la actualidad la despreciamos por ser mínima con las implementaciones adecuadas, podríamos obtener la suficiente energía para cogenerar un porcentaje de nuestro consumo diario en temporadas favorable en temporada de lluvias.

Existen algunas aplicaciones para la micro generación ya sea por generación directa o por energía de desecho donde podemos obtener pequeñas cantidades de esta por medio del calor, la energía solar, la iluminación artificial o la vibración.

Con estos beneficios y estas herramientas podemos hacer una generación importante para nuestro consumo energético, por ejemplo: si obtuviéramos 100 watts netos podríamos ocuparla para iluminar 5 focos de luz fría de 20 watts. Y entonces así la pequeña energía que pudiéramos producir ya no sería tan menospreciada sino tendría un objetivo.

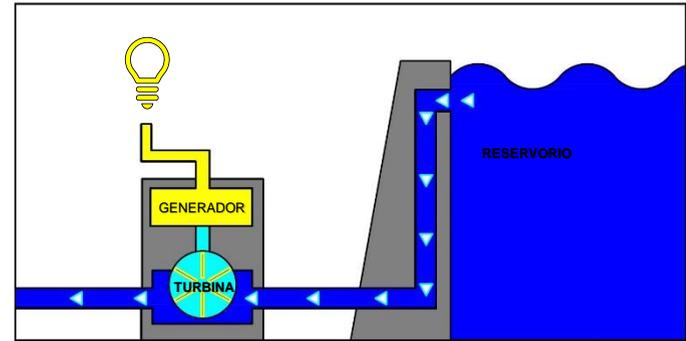


Ilustración 8 diagrama base de funcionamiento de motor hidroeléctrico.
Elaboración propia.

Por esto es necesario dar algunas pautas para saber dónde vamos a poder instalar dicho sistema y cuáles podrían ser los beneficios.

Primero necesitamos ubicar el lugar donde se podría colocar. Segundo identificar las condiciones de la instalación para saber qué tipo de energía podamos obtener.

Puede ser por gravedad, es decir de un tanque elevado, y con la condicionante de que hubiera un excedente de energía para almacenar y usar después o bien de modo inverso usarlo bajo la misma condición, pero en el caso en

donde hagamos el consumo inmediato solo de lo que se produce. Suponiendo para la iluminación hiciéramos funcionar este sistema para generar unos cuantos watts de una manera ecológica eficiente y con los recursos que tenemos a nuestro alcance en nuestras casas o comunidades.

No se trata de dejar a un lado la teoría de la ingeniería con sus profundos y amplios conocimientos sobre los manejos hidráulicos o la conservación de la energía, solamente tratar de buscar nuevos horizontes en su aplicación y darnos cuenta que cada vez es más frecuente tratar de aprovechar al máximo las energías llamadas de desecho, porque lo que no podemos seguir haciendo es precisamente desperdiciarlas.

Donde se puedan optimizar casi el 100% de este recurso podrán existir actualmente unas maneras mejores o más eficientes de aprovechar, pero se trata de buscar todas las posibilidades de consumo y aprovechamiento.

Se podría pensar que la cogeneración gasta más energía de lo que produce, pero la primer fuente de producción eléctrica es un motor que funciona por medio de energía solar, no se tomó energía de ningún otro lado, y esta sería alterna en

determinados periodos de tiempo para almacenar lo suficiente en una batería, para tener prendidos los focos del circuito de emergencia de una casa de interés social, ya que estas casas no cuentan con dichos sistemas se podría insertar a un foco en cada departamento o casa, es decir ya estamos platicando de darle un uso a esa pequeña cantidad de energía almacenada. Y brindar confort o servicios mínimos de seguridad a una comunidad que por sus características económicas o geográficas no presente este tipo de apoyos en su vida cotidiana.



² imagen de publicidad de Gatorade, -reproducción con fines didácticos-

2 Sistemas Fotovoltaicos e Hidroeléctricos [Hidroenergía no es Gatorade]²

2.1 Energía Solar

Es necesario mencionar y conocer las tecnologías que están directamente involucradas con la creación del generador hidroeléctrico, así como la manera en que actualmente se pueden encontrar en el mercado, y casos de estudio ya aplicados en México y otros países, tenemos que identificar factores comunes que se requieren para una correcta implementación y adecuación en nuestro diseño, estas son: **Energía solar**, (a través de paneles fotovoltaicos) e **hidroeléctrica** (a través de una corriente de agua, puede ser natural o artificial.)

2.2 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Se puede encontrar por internet una amplia gama de productos y marcas de sistemas fotovoltaicos, tanto de sus componentes de manera individual o bien en presentaciones armadas por “paquetes” que se comercializan y contienen todos los elementos necesarios para hacer la instalación de estos, agrupados por la capacidad de watts que uno requiera como necesidad de consumo, Los sistemas que tomo de ejemplo son de la empresa ENALMEX³ y se dividen en:

1. Sistemas fuera de red. (Off-grid),
2. Sistemas interconectados a la red. (Grid-tied),
3. Sistemas interconectados a la red con back-up. (Híbridos)

esta clasificación se encuentra con cualquier proveedor que ofrezca estos equipos.

Es necesario tomar en cuenta que las necesidades de cada inmueble también se ven afectadas por su situación geográfica. No es lo mismo el consumo eléctrico en lugares donde se requiere tener encendidos los sistemas que los ayuden a mantener un confort adecuado para la habitación o el trabajo.

Los sistemas de aire acondicionado en zonas tropicales o desérticas requieren como necesidad básica mantenerlos prendidos todo el tiempo, viéndose reflejado de manera inmediata en el consumo eléctrico. De hecho, se recomienda que, al ser sistemas de alto consumo, los aires acondicionados y refrigeradores no se incorporen a sistemas fotovoltaicos, estos deben contar con interconexión a la red pública. Los índices de aprovechamiento solar en todo México y que veremos con detenimiento más adelante son favorables

³ <http://enalmex.com/>

en general. La instalación de estos sistemas fotovoltaicos, dependiendo de la región ya sea norte, sur y las zonas costeras del país podrían verse beneficiadas con el uso de estos sistemas.

La irradiación es la medida de la fuerza del sol disponible en la superficie de la tierra y tiene un promedio de 1000 watts por metro cuadrado. Debido a que la eficiencia de las fotoceldas actuales es de 14-16%, lo cual nos da que solo podemos generar cerca de 140-160 Watts por metro cuadrado de fotoceldas instaladas.⁴

En México en una casa urbana con todos los servicios. Alumbrado en todas las habitaciones, bomba de agua, 2 televisiones, radio, internet, refrigerador, microondas, tostador, licuadora, 2 computadoras y 2 celulares, el consumo es de 300 kwh promedio al bimestre. tendrá al día 5 kwh. esto quiere decir que al día gasta 1350 w aproximadamente.

2.3 Costo de instalación de sistemas fotovoltaicos

A continuación, se presenta un ejemplo de un paquete de instalación de celda solar. Y su porcentaje de inversión por

⁴ <http://enalmex.com/preguntas-frecuentes/>

cada elemento a comprar. Que incluye los componentes básicos para su instalación. ambos ejemplos son de sistema interconectado a la red como sería la mayoría de los casos de aplicación en inmuebles en zona urbana, uno de ellos es sin respaldo de baterías y el otro es con respaldo.

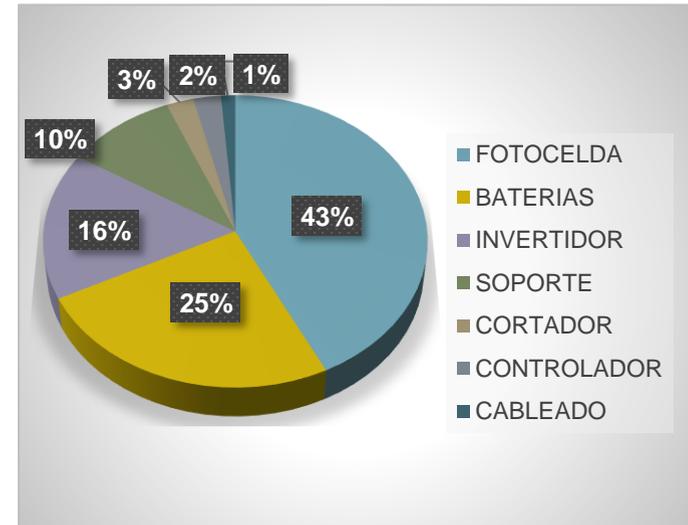


Ilustración 9 COSTO DE INSTALACIÓN EN % CON CELDAS FOTOVOLTAICAS

⁵ los porcentajes están dados respecto al costo total de la inversión para dichos paquetes.

⁵ FUENTE elaboración propia en base a comparativas de precios de mercado de los diferentes componentes.

La medida estándar de una celda es de 2 mts. de largo por 1 m. de ancho que en área representan 2m² por cada una.

Para los ejemplos presentados se requieren 4 paneles solares con un total de 8 m² disponibles en el área a instalar, puede ser un patio, o una azotea. Solo se debe considerar el anclaje y peso correspondiente desde el inicio del proyecto o bien las adaptaciones de dicho espacio.

Ejemplo no. 01

**Sistema interconectado a CFE Enphase de 1320 watts
Mod. - SIRE-1320W-IQ7+**

Inc;

- 4 Fotoceldas Trina solar de 330 watts
- Estructura para colocar fotoceldas sobre losa plana
- 4 Micro inversores Enphase IQ7+

-Accesorios

El costo aproximado de este paquete es de

\$ 1,468.40 Dlls + IVA ⁶

También cuentan con un paquete híbrido que se muestra a continuación, para hacer una comparativa con producción eléctrica similar, pero costos diferentes al ser un sistema de respaldo tiene más componentes.

Ejemplo no. 02

**Sistema híbrido de 1,080 watts, salida de 120 vac con
3500 watts de potencia Mod. - SH-1080W-VFX3524**

Inc;

- 4 Fotoceldas de 270 watts y cableado
- Gabinete de combinación y cortadores
- Estructura para colocar fotoceldas sobre losa plana
- Controlador de 60 amp
- 4 baterías de ciclo profundo de 6 vdc y 200 ah y cableado
- Gabinete MidNite Solar E-panel

⁶ FUENTE <http://enalmex.com/paquetes/sistemas-interconectados-a-la-red-grid-tied/sistemas-enphase-2/> FECHA DE CONSULTA septiembre de 2019

- Inversor Outback de 3500 watts

El costo aproximado de este paquete es de

\$ 6,776.00 Dlls + IVA ⁷

Tipo de cambio del dólar americano septiembre 2019

\$ 19.7345 ⁸

Paquete	kWH X DIA*	watts	VALOR dlrs (no incluye IVA)	PESOS (no incluye IVA)
Enphase	5.61	1320	\$ 1,468.40	\$ 28,978.13
híbrido	4.6	1080	\$ 6,776.00	\$ 133,720.97

* Los KWH x día son considerando una insolación media de 5 horas y una eficiencia de 85% de las fotoceldas.

Ilustración 10 Tabla comparativa de precio en dólares y pesos mexicanos.

Como podemos apreciar, empezando por los costos, los componentes de los sistemas fotovoltaicos varían bastante dependiendo si son interconectados o con respaldo de baterías. Segundo los elementos necesarios para que cada casa o inmueble tenga uno de estos paquetes fotovoltaicos

⁷ FUENTE <http://enalmex.com/paquetes/sistemas-interconectados-a-la-red-grid-tied/sistemas-enphase-2/> FECHA DE CONSULTA septiembre de 2019

que le brinde electricidad, se tendría que desembolsar en pesos lo mostrado en la ilustración 10,

La implementación de dichas tecnologías está directamente ligado al costo beneficio, y en cuanto tiempo veremos el retorno de la inversión, todos estos sistemas tienen la facultad que nos podríamos ahorrar el cobro de la luz en el lapso de un año, el concepto de “caro” económicamente no significa lo mismo para todas las personas, porque existen gran variedad de posibilidades presupuestales con más o menos medios de implementar dichos sistemas, cada vez es más fluctuante y el capital se va priorizando en diferentes necesidades. No está por demás darle una mirada al salario mínimo y a un sencillo ejemplo de herramienta financiera para tener más contexto sobre lo que representan estos precios a un presupuesto de carácter particular.

2.4 Salarios mínimos 2019

Vigentes a partir del 1 de enero de 2019, establecidos por la *Comisión Nacional de los Salarios Mínimos* (CONASAMI) mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 06 de diciembre de 2018.

⁸ Tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los EE.UU. A., pagaderas en la República Mexicana. Al mes de septiembre de 2019. FUENTE: <https://www.banxico.org.mx/tipocamb/main.do?page=tip&idioma=sp>

Área geográfica

General

Zona Libre de la Frontera Norte

Pesos

\$ 102.68

\$ 176.72

Ilustración 11 salarios mínimos vigentes por área geográfica

Resolución del H. Consejo de Representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir del 1 de enero de 2019.⁹

Ahora ubicándonos en la zona geográfica correspondiente, para el caso del CDMX y la zona metropolitana del estado de México nos corresponde el área general, seguramente en este momento ya está haciendo un cálculo mental y si no sabía, ya sabe cuántos salarios mínimos gana, es aquí donde utilizaremos una tabla financiera con el objetivo de saber cómo es que debería estar repartidos sus ingresos para que sus finanzas estén fuertes y sanas.



Ilustración 12 salario mínimo por zona geográfica https://salarioninimo2018mexico.com/wp-content/uploads/2018/12/mapa-salarioninimo2019mexico.com_.jpg. reproducción con fines didácticos.

⁹ FUENTE SEPTIEMBRE 2019

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/426395/2019_Salarios_Minimos.pdf

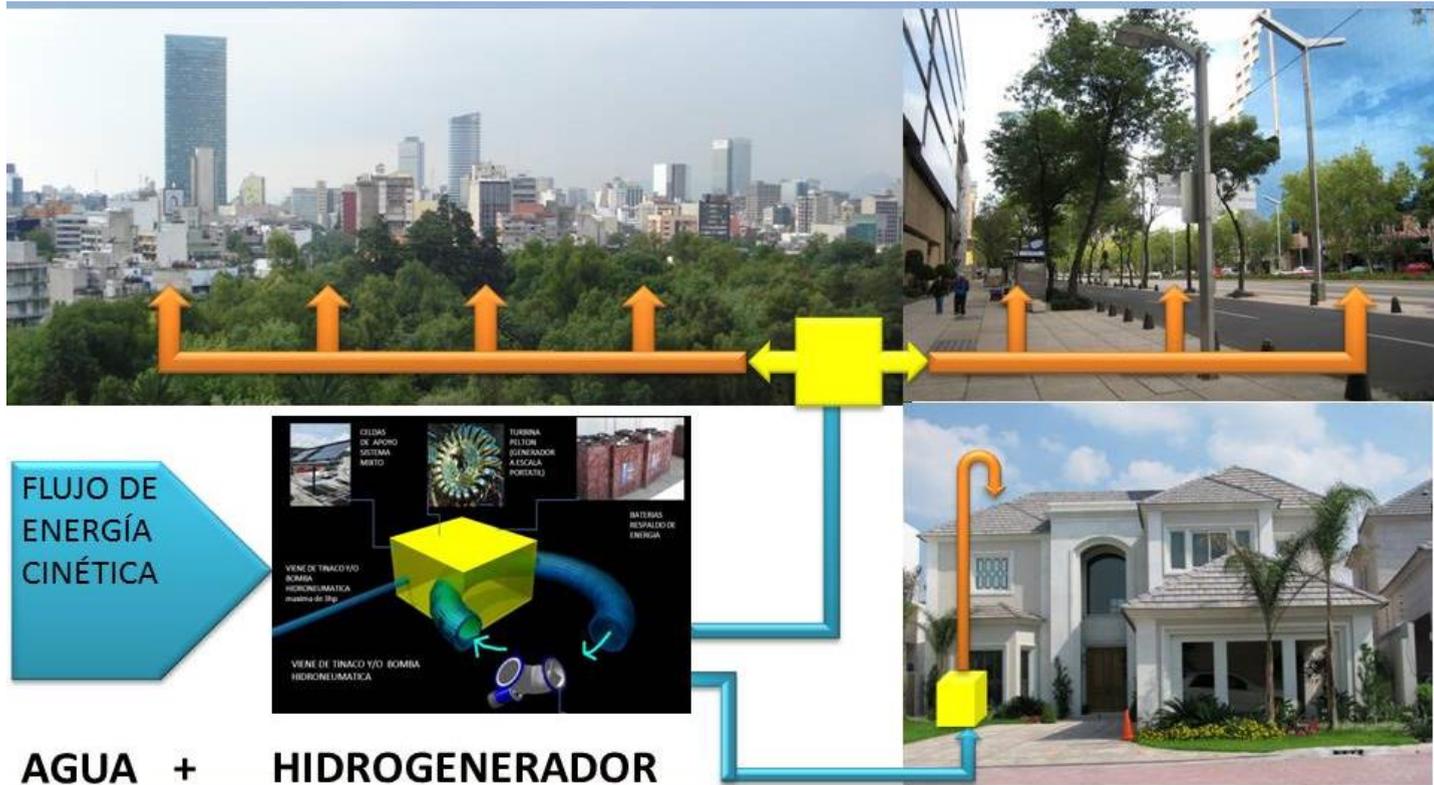
Distribución del gasto¹ en los hogares con al menos un TASM por rubro de gasto, según proporción del ingreso por sueldos y salarios respecto al ingreso total del hogar	
TIPO DE GASTO	TOTAL, en (%) Economía formal
ALIMENTOS	46.4
COMUNICACIONES Y SERVICIOS PARA VEHÍCULOS	7.7
ÚLTIMO RECIBO PAGADO	7.2
CUIDADOS PERSONALES	6.7
VIVIENDA Y SERVICIOS DE CONSERVACIÓN	6.6
PRENDAS DE VESTIR, CALZADO Y ACCESORIOS	5.9
LIMPIEZA Y CUIDADOS DE LA CASA	4.5
TRANSPORTE	2.8
EDUCACIÓN	2.6
SERVICIOS DE SALUD	2.0
ENSERES DOMÉSTICOS Y MANTENIMIENTO DE LA VIVIENDA	1.8
ACCESORIOS Y ARTÍCULOS PERSONALES	1.1
TRANSFERENCIAS	1.1
CULTURA Y RECREACIÓN	1.0
OTROS GASTOS	1.0
REGALOS A OTROS HOGARES	0.7
TOTAL	100.0
1 se obtuvo con base al Gasto Trimestral Normalizado por corresponder a la variable más apropiada para analizar la estructura del gasto del hogar. Fuente: STPS con base en la ENIGH 2014.	
Ilustración 13 Tabla de repartición de ingresos.	

Para el grueso de la población, los salarios no son lo suficiente para que se piensen instalar sistemas fotovoltaicos y menos a esos precios, es hasta cierto punto “difícil” por decirlo de alguna manera, tratar de instalar estos sistemas en inmuebles urbanos habitacionales, no se diga en predios comerciales, la representación de distribución del salario mínimo, explica hasta cierto punto porque estos sistemas todavía no están tan asimilados en la población, ya que el porcentaje de gastos para nuevos rubros en la economía familiar se encuentran comprometidos con gastos obligatorios y recurrentes dejando muy poco margen o uno casi inexistente para la compra de sistemas de esta naturaleza.

Actualmente los sistemas ecológicos se han catalogado como un producto ideal, los cuales además de aportar bajos índices de contaminación generan una carga de conciencia positiva en quien los posea y en retribución hacia sí mismos, el medio ambiente y la comunidad. Los sistemas sustentables o tecnologías verdes ponen como primer beneficio la conciencia ecológica y en segundo los miles de pesos que se ahorran en dinero, independientemente de la inversión inicial de instalación o compra, le asegurarán el futuro financiero en dicha inversión, indicando que los beneficios o retribución se pagará solo o bien se recuperará

con el ahorro en tarifas de consumo, obviamente a mediano plazo. sea lo que sea que se pueda presentar como un beneficio tecnológico autosustentable y que por su medio de representación mecánica o propiedades materiales se atornille, pinte, impermeabilice, aplique, mezcle, diluya, arme, adhiera, etc., o bien sistemas completos del campo eléctrico, hidráulico, sanitario, térmico, o de albañilería, para el sector inmobiliario de cualquier tipología a intervenir todos sin excepción, ofrecen estos fantásticos beneficios en comparación con otro producto que no se ostentan como ecológicos, en este caso se compararán y pondrán en tela de juicio, para todas las personas interesadas los beneficios tanto éticos como económicos de la aplicación.

2.5 Esquema conceptual de aprovechamiento energético



AGUA + HIDROGENERADOR

Ilustración 14 ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO se muestra esquemáticamente como por medio de un flujo de energía cinética, se podría proveer a través de un generador y una turbina, electricidad en la cantidad necesaria. Dependiendo de las variables que le correspondan a dicho inmueble puede ser a una escala micro como: autos, casas, departamentos, alumbrado público, hasta colonias y delegaciones.

2.6 Esquema conceptual de aprovechamiento energético, detalle de aplicación en calles

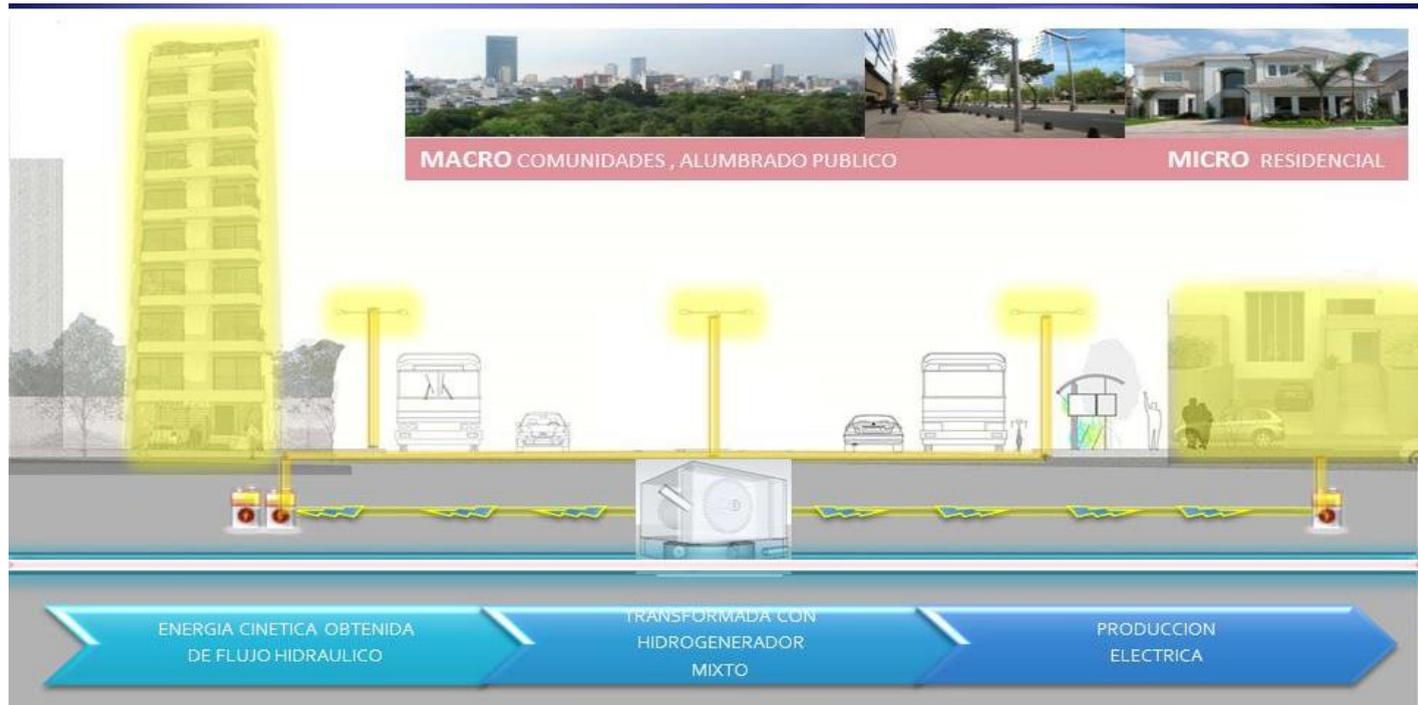


Ilustración 15 ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO, DETALLE DE APLICACIÓN EN CALLES. La energía cinética que podemos obtener por medio del flujo hidráulico dependiendo del diámetro de las tuberías que existen en nuestras colonias o casas. una vez haciendo el análisis y evaluación del mejor lugar disponible en la ciudad según el área de estudio, se podrá insertar el prototipo para generación mencionada. Puede ser de tipo mixto alimentando con fotoceldas.

2.7 Perspectiva socio económica

Es importante analizar la perspectiva económica por que es necesario ponerla en contexto, saber que la introducción de nuevos productos a la comunidad, puede ser un camino costoso y difícil de caminar, excepto que sea la panacea que nos salvara a todos del consumo desmesurado de energéticos y dinero, o bien porque tecnológicamente será interesante, es decir un objeto que fuera irresistible, que responda a satisfacer nuestras necesidades más primitivas de sentido de pertenencia y moda, pero que disminuya el pago de servicios eléctricos de un modo razonable.

Para que estos instrumentos de aportación tecnológica tengan las eficiencias deseables probablemente sea necesario abarcar más tiempo – que sería materia de un doctorado - , pero hay ocasiones que muchas veces se pasa por alto lo básico o elemental, a veces por la magnitud de las energías apreciadas no sea atractivo para muchos expertos que se puedan ver integrados a la solución de conceptos en esta materia, pero sin embargo las energías existen, están ahí y tienen una denominación particular, se les llama cosecha de energía, despreciables para muchos, pero semilla – en sentido figurado- para aquellos que les pueda ser útil.

como humanidad estamos condicionados en función de la supervivencia. afortunadamente en cuanto a cuestiones energéticas se refiere, las ingenierías monumentales significan eficiencia, es decir que estas además de pensar que nos deben de hacer nuestras vidas más confortables, tienen que cubrir la necesidad de satisfacer la demanda de millones de personas que de ella dependen y bajar considerablemente los costos de tarifas eléctricas para que las personas que administran dichas tarifas además de ganar dinero en su construcción y renta, cumplan la obligada tarea de llevar energía eléctrica.

Después de diferentes deliberaciones, análisis de variables, entornos, aplicaciones, resultados y de cumplir lo más fielmente los objetivos marcados con anterioridad este documento estará basado en la obtención de energía exclusivamente con las variables que se toman en la hidráulica para producir energía eléctrica por medio una turbina Pelton.

En cualquier lugar donde tengamos una altura y un flujo de agua, que se definen en teoría como una carga y un caudal.

Más adelante les mostraré una herramienta con la cual podemos determinar fácilmente estas variables o bien si las obtendremos por medio de los sistemas existentes que actualmente están instalados y distribuidos por las calles de la

CDMX o las entidades donde nos encontremos que contamos con fuentes naturales y podamos hacer uso de ellas.

2.8 Componentes Bombas hidráulicas Solares.

Según SNL¹⁰ México cuenta con un excelente recurso solar en casi todo su territorio, existen la calidad mapas y tablas que indica la insolación mensual promedio para diferentes zonas geográficas, se recomienda por la guía de SNL que los ejercicios de proyecto deben contar con al menos 3 kWh/m² de energía solar para justificar el seguimiento de un proyecto. Para el caso del CDMX veamos la siguiente tabla.

Fragmento de Tabla A-1. Insolación global media inclinación latitud en México en kWh/m ² -Día ¹¹															
Estado Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
D.F. Tacubaya	5.4	6.0	6.4	5.9	5.3	5.1	4.5	4.9	4.5	4.8	5.2	5.2	4.5	6.4	5.3

Ilustración 16 Tabla insolación global media.

con base en la imprescindible necesidad de dar a

conocer datos fehacientes sobre la importancia de los sistemas energéticos alternativos y por la capacidad de exteriorización del tema que encontré en este artículo pongo este compilado sobre sistemas de bombeo fotovoltaicos citado textualmente del libro.

Estudios recientes, llevados a cabo por las Naciones Unidas, estiman en 90.000 millones de dólares el monto de la inversión necesaria para resolver el problema del agua potable en el mundo. -Cifra que años tras año seguramente seguirá incrementándose-

La parte más desalentadora de este informe puntualiza que, aunque se dispusiera de este capital, los recursos hidráulicos del planeta, a partir de la década del 90, están en franca disminución. Si a ello se agrega la alta tasa de crecimiento para la población mundial, el problema toma un panorama alarmante. Esta breve introducción puntualiza la importancia que puede tener el bombeo solar en locaciones que carecen totalmente de sistemas eléctricos.¹²

podemos encontrar todavía en algunas ciudades

¹⁰ Sandia National Laboratories

¹¹ Fuentes: Actualización de los Mapas de Irradiación Global solar en la República Mexicana (R. Almanza S., E. Cajigal R., J. Barrientos A. 1997) Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999

¹² Ing. Héctor L. Gasquet, Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica, Manual Teórico Practico sobre los Sistemas Fotovoltaicos pp. 152

donde es deficiente o existe y sería una excelente solución al consumo pasivo de baja demanda energética pero que sirve para extraer el agua y almacenar, como es el caso de la ciudad de México, que es una ciudad donde no se contempló en ningún ámbito la planeación y desarrollo de esta. Se debe intentar salir de los vicios que la rodean, uno de ellos es que es una ciudad de almacenamiento y no de consumo, es decir su red de agua potable está diseñado para un flujo laminar bajo y por lo tanto solo sirve para almacenar por las noches a las cisternas y tinacos de los consumidores.

Los sistemas manuales de bombeo sólo pueden proporcionar reducidos volúmenes en pozos medianamente profundos. Cuando se desea aumentar el caudal y la calidad del agua potable de un pozo en existencia, es muy común que su profundidad deba ser incrementada. En zonas semidesérticas la napa ¹³de agua es siempre profunda. En ambos casos la extracción del agua requiere el uso de motores, sean éstos de combustión interna o eléctrica. En estos casos el bombeo de agua solar, utilizando un sistema FV, ofrece una solución económica, dada su simplicidad de

instalación y su larga vida, la que está determinada en la práctica por la calidad de la bomba. Este tipo de bombeo puede resolver el problema de suministro de agua potable en comunidades con poblaciones entre 100 y 1.000 habitantes, con requerimientos moderados de irrigación. Aún en países desarrollados, el bombeo solar resulta ser una solución económica en establecimientos ganaderos situados en lugares semidesérticos o remotos.

El principio fundamental del bombeo solar es bombear un caudal instantáneo relativamente bajo, ininterrumpidamente, por el mayor número de horas diarias que la locación permita. Este método contrasta con el tradicional, donde las bombas son accionadas por motores de alta potencia, los que bombean agua por un corto período de tiempo.

El régimen de uso más aceptado para un sistema de bombeo solar es el diurno. Esto hace posible la eliminación del banco de baterías, lo que simplifica su instalación y mantenimiento, aumentando su movilidad y vida útil. La necesidad de incrementar al máximo las horas de operación del sistema se traduce en la incorporación de un adaptador

¹³ ~ de agua. 1. f. Capa de agua en la superficie de la tierra, o subterránea. Definición consultada en Real Academia Española.

de impedancias, el que facilita el arranque matinal del motor.

La energía mecánica necesaria para levantar un determinado volumen de agua entre estos dos niveles está dada por el producto de la fuerza aplicada para elevarlo por la distancia que recorre el balde colector. El caudal instantáneo de agua extraído (litros/ minuto) está dado por la relación entre el número de litros recogidos y el tiempo de extracción. Si se desea incrementar el caudal, se necesita acelerar el proceso. La energía mecánica no cambia, pero la potencia requerida (energía/unidad de tiempo) deberá ser incrementada. Si bien el análisis fue hecho en términos mecánicos, es fácil comprender que, si la energía a proveerse es la eléctrica, el problema físico sigue siendo el mismo.

Existen tres criterios de clasificación para las bombas de extracción. El primero toma en consideración la manera en que el agua es movida entre los dos niveles. Usando este criterio, se tienen las bombas centrífugas y las volumétricas (o de desplazamiento positivo). El segundo criterio, la ubicación de la bomba respecto a la fuente de agua, clasifica las bombas como de superficie o de inmersión. Por último, si el criterio de selección está basado en el tipo de motor eléctrico requerido, se tienen las bombas de CC y las de CA. En la práctica un modelo en particular queda definido por una combinación de los tres criterios.

La bomba centrífuga más común tiene paletas acopladas a un mecanismo rotativo de alta velocidad el que, básicamente, “tira” el agua hacia arriba. Algunos modelos incorporan, dentro del cuerpo de la bomba, hasta tres etapas de bombeo centrífugo, las que trabajan una a continuación de la otra. Las bombas a chorro son consideradas como centrífugas. En estas bombas un mecanismo rotativo crea un fuerte chorro, el que empuja, dentro de la bomba, el agua a extraerse. Es típico que por cada unidad de volumen inyectada se extraigan dos, lo que representa un balance neto de una unidad. Las bombas centrífugas pueden ser sumergibles o de superficie y resultan útiles cuando se requieren abundantes caudales de agua en pozos de poca profundidad. Cuando la fuente hidráulica es de superficie (lagunas, ríos o cisternas) este tipo de bomba representa la mejor solución.

Los motores de CC que se utilizan en las bombas tienen, en general, carbones. Este tipo de motor suele requerir mayor atención debido al desgaste de estos, los que deben ser cambiados periódicamente. Para la bomba ilustrada en la Figura 14.2c el fabricante indica que los carbones necesitan ser cambiados con intervalos que varían entre 5 y 10 años. El rotor puede tener un bobinado o magneto permanente. El valor de la resistencia eléctrica es menor para este último tipo, aumentando la eficiencia de la unidad. Para potencias de

*menos de 3HP (2.250W) puede usarse un motor de CC con rotor magnético. Entre 3 y 10 HP (2.250 a 7.500W) se prefiere el uso de un motor de CC con bobinado en el rotor. Los motores de CC sin carbones son, en realidad, motores de CA, ya que se necesita crear un campo magnético rotativo, lo que se consigue convirtiendo el voltaje de CC en uno trifásico de CA. Los motores de CA son los más indicados cuando la potencia requerida es elevada (más de 10 HP), ya que un motor de CC necesitaría un nivel de corriente demasiado elevado. Los modelos que usan motores de CA deben incorporar un inversor, el que aumenta las pérdidas eléctricas, disminuyendo la eficiencia del sistema. La ausencia de carbones reduce substancialmente el mantenimiento de estas unidades, pero disminuye sensiblemente la eficiencia del sistema, requiriendo más paneles FVs.*¹⁴

2.9 Antecedentes y promoción de la micro y mini hidroenergía¹⁵

Según la diversa bibliografía, el acceso a la electricidad por parte de las poblaciones rurales aisladas es

¹⁴ *Ibid.*, pp. 148

uno de los temas más complicados, no solo por la magnitud del problema, con cerca de 2000 millones de pobladores rurales alrededor del mundo sin acceso a este servicio (concentrados en los países en desarrollo) y las astronómicas cifras de dinero que su solución requiere; sino también por las enormes dificultades o grandes barreras existentes desde el punto de vista operativo, entre los más importantes: los altos costos de transacción y la falta de tecnologías frente a un mercado pobre y aislado, falta de mecanismos financieros apropiados, falta de capacidad local para el manejo sostenible de los sistemas de generación o suministro y la falta de un marco legal e institucional apropiado.

El caso de la electrificación rural en el Perú es uno más, inmerso en el contexto antes explicado y con los problemas señalados líneas arriba. Todos estos aspectos se pueden corroborar en el documento “Perú Energy Electrification, Activity Completion Report” correspondiente a un estudio realizado en un esfuerzo conjunto entre el ESMAP y el ITDG entre 1996 y 1998.

En la actualidad, las cifras del Ministerio de Energía y Minas revelan que sólo el 25% de la población rural peruana

¹⁵ Sánchez-Campos, Teodoro. **PROMOCIÓN DE LA MICRO Y MINI HIDROENERGÍA EN EL PERÚ** Gerente del Programa de Energía ITDG-Perú. teo@itdg.org.pe

tiene acceso a la electricidad, es decir aproximadamente 1.8 millones de un total de 7.17 millones de pobladores rurales¹⁶. Sin embargo, es importante señalar que durante los últimos 8 años el gobierno peruano ha desarrollado un importante esfuerzo por incrementar el acceso de la población rural a este servicio, pasando de un magro 5% en 1993 a 25% en el presente año, es decir un crecimiento del orden de 2.5% por año.

Aunque lamentablemente no se ha desarrollado un mismo esfuerzo por establecer una política y una estrategia coherentes que aseguren su continuación en los años sucesivos; además de ello el avance mencionado se ha conseguido con base en la extensión de redes desde el sistema interconectado y algunos pequeños sistemas de generación. No ha habido una promoción de los pequeños sistemas aislados a pesar de que el Perú presenta condiciones particulares favorables para la promoción de los pequeños y microsistemas de generación aislados, por el hecho de ser un país con una baja densidad poblacional y contar con recursos

¹⁶ Según el Instituto Nacional de Estadística (INEI) la población total proyectada para mediados del 2000 fue de 25.6 millones, 72% urbana y 28% rural.

locales importantes como son las energías renovables: hidráulica, solar, eólica y biomasa entre otras.

2.10 Las experiencias del ITDG en la promoción de la Hidroenergía en el Perú

ITDG a través del Programa de Energía viene promocionando las energías renovables como opciones energéticas para las zonas rurales aisladas desde 1985. Durante todo este período ha puesto un particular énfasis en la promoción de la hidroenergía a pequeña escala (micro y mini) como una opción apropiada para facilitar el acceso de un amplio sector de la población rural a la electricidad¹⁷.

Dicho trabajo de promoción incluye una serie de actividades relacionadas a la tecnología y el manejo sostenible de pequeños sistemas aislados de generación de energía, entre las más importantes: estudios de necesidades de energía y capacidades de pago, desarrollo de tecnologías apropiadas

¹⁷ Una amplia mayoría de la población rural está localizada en las zonas andinas y en las zonas de transición entre sierra y selva (ceja de selva) donde también se encuentra importantes recursos hidráulicos aprovechables para la generación de energía.

y de bajo costo y su transferencia a talleres locales a fin de crear la capacidad tecnológica nacional, modelos de crédito apropiados a la realidad peruana, modelos de manejo sostenible y creación de las capacidades locales.

Dichas actividades están orientadas fundamentalmente a eliminar las barreras. En los siguientes capítulos se presenta las actividades más importantes relacionadas con la eliminación de barreras que ITDG ha venido desarrollando.

2.11 Desarrollo y transferencia de tecnología

Esta actividad está orientada principalmente a eliminar la barrera de altos costos. En el Perú hay antecedentes sobre la construcción de turbinas hidráulicas desde las primeras décadas del siglo XIX, tanto para la generación de electricidad en pequeñas potencias como para usos en energía mecánica como la molienda de granos y otros usos.

A pesar de ello, en muchos años no ha sido posible la formación de talleres estables que continúen en el tiempo, las fabricaciones se hacían a pedido y cada fabricante sólo ha llegado a construir algunas unidades, excepto el caso del taller del Sr. Molero en Quillabamba, Cusco, donde entre los 50's y 60's se construyó cerca de 20 unidades para luego cerrar completamente.



Ilustración 17 Montaje de turbina axial de 25 kW, Las Juntas, Perú

Los primeros intentos por la creación de la capacidad local (o nacional) se dan desde mediados de la década del 60 con algunas tesis universitarias y la contribución del ITINTEC (Instituto Nacional de Investigación Desarrollo y Normas Técnicas) durante la década del 70' y comienzos de los 80's, intentos que lamentablemente no concluyeron llegando a los talleres para su producción comercial. Es importante también

mencionar que durante las décadas del 70 y 80 hubo esfuerzos de otras instituciones Internacionales como SKAT (de Suiza) y FAKT (de Alemania) quienes aportaron algunos elementos tecnológicos, pero que, sin embargo, tampoco llegaron a convertirse en alternativas tecnológicas comerciales.

ITDG consciente de las múltiples dimensiones del problema de la electrificación rural, considera el desarrollo y transferencia de tecnología como piezas claves para abordar el problema en forma integral, especialmente en lo relacionado a una de las barreras más importantes para el acceso de la población rural a la energía eléctrica, “Los altos costos de los sistemas asilados de energía”. ITDG-Perú durante el periodo que viene trabajando (y en menor medida en otras partes de Latino América) ha hecho varias transferencias de tecnología tendientes a crear la capacidad local de fabricación de equipos, uso de nuevos Métodos y técnicas, desarrollo de otras tecnologías aún no utilizadas en el país para su posterior transferencia.

2.12 Componentes Hidráulicos.

Cuando se plantea la posibilidad de un sistema mixto fotovoltaico e hidráulico es porque el potencial hidráulico por sí solo no es suficiente para cubrir toda la demanda energética, ya sea porque es pequeño o bien porque es de régimen estacional o fluctuante.

Un sistema hidroeléctrico transforma la energía hidráulica de una masa de agua situada a cierta altura H , en energía eléctrica.

Un sistema hidroeléctrico debe tener la máxima eficiencia, para lo cual es necesario:

- *Que la carga H que representa la altura sobre el nivel del mar sea utilizada en uno o varios pasos, con plantas escalonadas, hoy día, como se ha comentado con anterioridad no podemos recibir el agua potable y dejarla correr con un solo uso, cuando tenemos frente a nosotros una grave escasez de dicho elemento, vital para todas civilizaciones y culturas, sin haber utilizado antes al máximo su energía potencial.*

- *Que la eficiencia de las obras de toma y conducción sea máxima.*
- *Que la eficiencia de la conversión de energía en la turbina sea óptima.*
- *Que la eficiencia del generador eléctrico que transforma la energía mecánica en eléctrica también lo sea.*
- *Finalmente, la eficiencia de la transmisión eléctrica hasta los puntos de consumo, a partir del punto de generación debe ser optimizado.*¹⁸

Considerando estos puntos como parámetro para el buen diseño del prototipo Hidrogenerador y saber según los resultados arrojados que se cumplen cada uno de ellos si es que no tienen modificaciones en las premisas del modelo, es decir, recordando que estos parámetros son generales y no cumplen con ningún carácter técnico, solo cualitativo, para saber si dicho sistema cumple con los requisitos mínimos de eficiencia en el aparato en general.

¹⁸ Zubicaray Viejo, Manuel, **Energía Hidroeléctrica, turbinas y plantas generadoras.** Editorial Limusa, México 1977.

2.13 Turbina Pelton

Para el diseño del prototipo según las especificaciones técnicas de las diferentes turbinas en razón a su eficiencia entre otras cosas tenemos que tomar en cuenta algunos criterios de diseño. a diferencia de las turbinas Kaplan y Francis, en la turbina Pelton se puede instalar el rodete de manera vertical, permitiéndonos entre otras cosas aprovechar la energía cinética del chorro de agua para que además de proporcionar el movimiento de este de una manera natural, nos pueda beneficia en el diseño estético del componente dependiendo del lugar a instalar facilitándonos adaptarlo en cuanto a su posición final y a las circunstancias reales de instalación.

Las turbinas Pelton se pueden utilizar a cierta altura sobre el nivel de piso terminado, y las otras necesitan hacer pasar el agua en una columna vertical en la mayoría de los casos, dependiendo de las condiciones de aplicación, es decir que las turbinas Pelton se adecuan a escenarios donde la conexión principal de alimentación viene en una tubería de un diámetro pequeño, acoplado a la infraestructura y no requiere

cambios bruscos en la dirección de los tubos de agua, evitando con esto grandes modificaciones en la instalación de dichos componentes. Además, las turbinas Pelton, aunque se ven altamente afectadas por desgaste causado por la cantidad de arenas y otras impurezas en el agua, su pieza de remplazo está más directa para su remplazo que las demás, tendiendo a desmontar más piezas porque se encuentran menos accesibles.

Existen variables que se irán analizando según se presenten, referentes a fluctuación, demanda, curvas de gasto

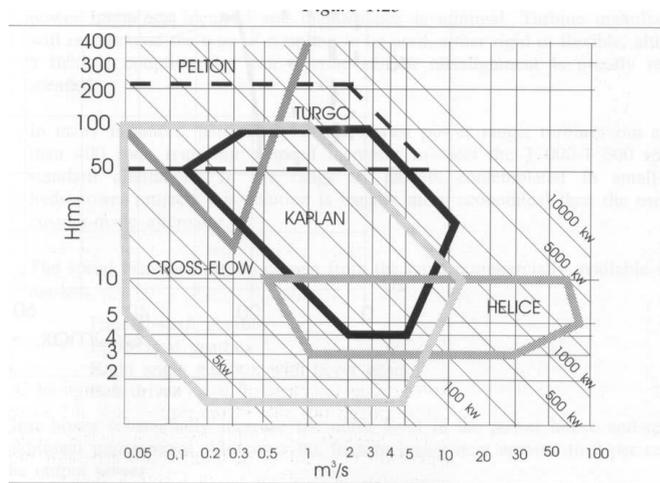


Ilustración 18 propiedades de las Turbinas.

diario, del agua y la demanda de carga eléctrica, para así saber que produciremos la energía necesaria para abastecer las necesidades eléctricas que nos sean requeridas, no importando las condiciones, sea para uso residencial o urbano.

En gran número de zonas la disponibilidad de agua corriente varía según la época del año, soliendo ser abundante durante el periodo otoño-invierno-primavera. Por ello, la energía hidráulica se complementa perfectamente con la fotovoltaica, que tiene su máxima disponibilidad en verano.

2.14 Componentes de sistema hidroeléctrico

Componentes de un sistema hidroeléctrico que opera cerca de una corriente natural de agua. En esta parte se analizan los diferentes métodos y fórmulas que ayudaran a calcular de manera cuantitativa, las diferentes opciones de análisis como:

- Lugar geográfico propuesto (campo) para aplicación de prototipo o análisis de variables con datos de ese lugar para uso en laboratorio.

- Componentes internos que afectan la eficiencia del flujo hidráulico, (viscosidad, filtrado, trayectoria, perdida por fricción)
- Aludiendo que dichas variables se pueden representar en estado ideal para minimizar lo más posible, estos componentes internos de eficiencia de flujo.

Los modelos hidráulicos de un “prototipo” a escala natural se diseñan de tal modo que el movimiento y las fuerzas de estos sigan las leyes de semejanza a las del prototipo.

- **Similitud geométrica** significa que todas las **longitudes** correspondientes en el modelo y en el prototipo tienen la misma razón. Se selecciona de tal manera que se pueda construir y operar convenientemente en un laboratorio.
- **Similitud Cinemática.** La razón de las **velocidades** correspondientes en el p y el m debe ser constante en todas sus partes.
- **Similitud dinámica** razón entre **fuerzas** correspondientes.¹⁹

¹⁹ Zubicaray Viejo, Manuel, **Energía Hidroeléctrica, turbinas y plantas generadoras.** Editorial Limusa, México 1977.

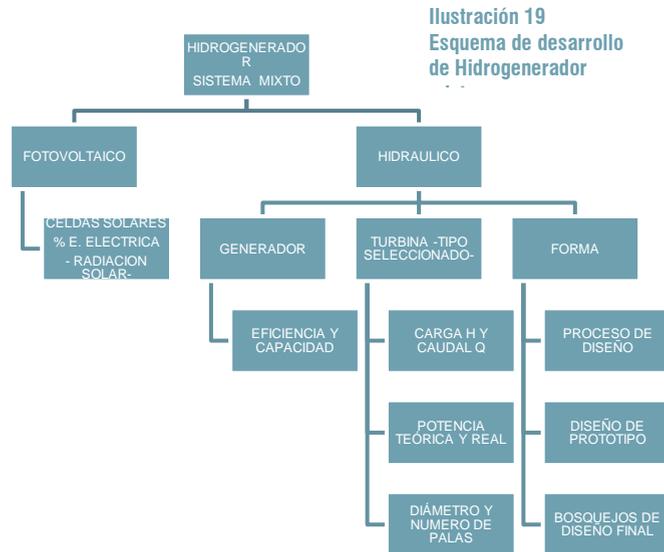
Para poder utilizar la energía hidráulica no hay que estar situado necesariamente al lado de un río, a veces basta con un pequeño torrente, riachuelo o incluso una fuente. Un caudal pequeño puede ser suficiente, siempre que se disponga de un desnivel adecuado. Hay modelos de turbinas que están diseñados para determinadas combinaciones de desnivel y caudal. Las máquinas más pequeñas (y por tanto más baratas) son las que trabajan con poca agua y con grandes desniveles.

2.15 Los elementos de una instalación de generador hidroeléctrico pequeño son²⁰:

- *Captación.* Punto donde se deriva el agua que se utilizará con fines energéticos.
- *Filtro y reja.* Para impedir la entrada de hojas y otros residuos a la tubería.
- *Tubo de presión.* Manguera de diámetro adecuado según el caudal y capaz de resistir la presión del desnivel.

²⁰ manual de usuario de instalaciones fotovoltaicas, edit. Progensa, seba.2002

- *Válvula de paso.*
- *Turbina.* De distintas tipologías, pero provista de rodete, inyectores y generador.



²¹ Los cangilones, son unas paletas cóncavas que van insertadas en la periferia del rodete de la turbina Pelton, pueden ir pueden ir montados o bien estar fundidos

2.16 Selección de los mejores sistemas en conjunto.

2.16.1 Esquema de construcción de prototipo

2.16.1.1 Parte Hidráulico

Se pretende que el prototipo Hidrogenerador este compuesto dentro de sus partes internas principales además de las necesarias para producir la energía eléctrica de:

1. **Turbina Pelton.** Con la ayuda de un chiflón se lanza el chorro a alta velocidad contra los cangilones,²¹ montados en el rodete, el cual comunica un par mecánico que es aprovechada en la flecha de rodete.
2. El agua después de incidir en los cangilones se reúne en una carcasa y es desalojada por una cámara especial llamada colector. Entre el nivel del agua y el rodete debe existir un cierto espacio para evitar salpicaduras.

integralmente en él, se recomienda la segunda forma porque representa ahorros de maquinado y ensamble.

3. En las turbinas Pelton el principal elemento que sufre en cuanto a la resistencia son los cangilones. La erosión es muy alta debido a la velocidad del agua por un efecto que se denomina cavitación²²; este efecto de corrosión por cavitación dependerá de la calidad de fabricación de esta.
4. propuesta de los materiales que se puedan hacer para una turbina de pequeñas dimensiones, porque la velocidad del agua, las arenas que se puedan infiltrar ocasionarán grandes y muy rápidos desgates a dicha pieza.
5. Tanto el material del chiflón como los cangilones dependerá de la carga, los esfuerzos y el contenido de arena del agua los cangilones podrán ser de hierro, acero, acero aleado o inoxidable.

Aquí es importante resaltar que los cangilones se pueden encontrar prefabricados para las dimensiones que queremos utilizar existe la posibilidad de tomar materiales como el hierro para la fabricación de una turbina con materiales caseros, y

donde los cangilones no vayan en el extremo del rodete si no en una cara de este para acortar la dimensión de dicha pieza.

²² La **cavitación** o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli (Principio de Bernoulli). Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente,

cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

Todo movimiento genera un flujo turbulento en tuberías

Excepto por diámetro pequeño de tubería movimiento lento

El mov. Turb. De las partículas del fluido es la razón de la pérdida de energía en el flujo de las tuberías

El grado de turb. Crece con el aumento de de la vel.

Medida de turb. = No. de Reynolds, R,

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{V \cdot D \cdot \rho}{\mu}$$

Ilustración 20 Caso de movimiento turbulento en tuberías.

2.17 Los principios generales de operación de una turbina Pelton²³

Sea:

h : carga de presión existente en el chiflón.

V : velocidad a la salida del chiflón.

U = velocidad periférica de los cangilones.

Θ = ángulo de retorno del agua en los cangilones.

w = peso del agua por segundo.

N = velocidad de rotación de la turbina en rev. /minuto.

Para obtener unos datos constructivos de la turbina Pelton, debemos modificar los valores obtenidos teóricamente en la práctica porque además se incrementan variables como efectos de fricción y la acción del aire en el interior de la turbina.

Los valores empíricos comúnmente usados son:

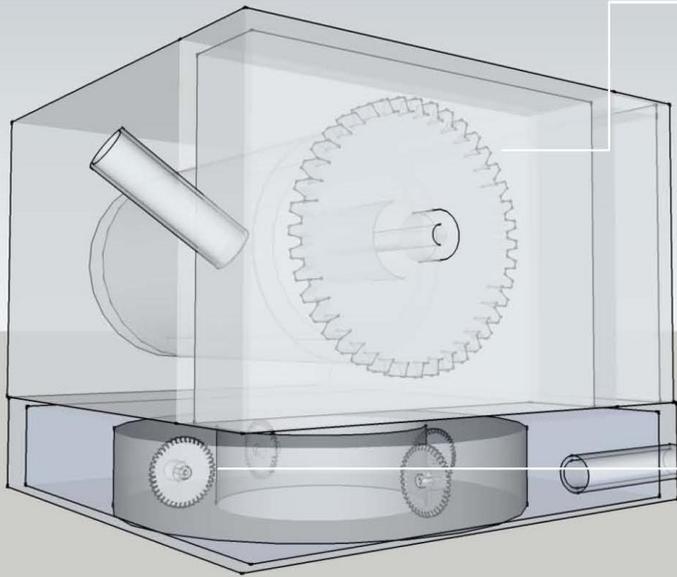
H_n : carga en la boquilla

1. Velocidad del agua en el chiflón 0.98 a $0.99\sqrt{2 g H_n}$
2. Velocidad de la turbina en su diámetro de paso $u=0.44$ a $0.48\sqrt{2 g H_n}$

3. $\theta = 165^\circ$.
4. Ancho de los cangilones $b = 3.5$ a 4 diámetro del chiflón.
5. La relación $\frac{D}{d}$ es normalmente no menor que 12 , pero en casos extremos puede ser hasta 7 .
6. Numero de cangilones $= \frac{D}{2d} + 15$
7. El ancho axial de la carcasa cerca del chiflón no debe ser menor de $15 d$, de otra manera el agua rechazada impediría el movimiento de los cangilones.
8. $\sqrt{2 g H}$ es llamada velocidad de desboque.
9. La relación $\frac{u}{\sqrt{2 g H_n}} = \phi$
10. La relación conocida entre la velocidad tangencial y de rotación es $u = \frac{\pi DN}{60}$
11. La eficiencia total de la turbina $\eta \frac{BHP}{WHP} = \frac{brake HP.}{water HP.}$
12. Se toma como diámetro de la turbina Pelton el diámetro de un círculo que pasa por el centro del cangilón y que es tangente a la línea de centros del chiflón.

²³ Zubicaray Viejo, Manuel, **Energía Hidroeléctrica, turbinas y plantas generadoras**. Editorial Limusa, México 1977.

HIDROGENERADOR SOLAR



-Turbina Pelton

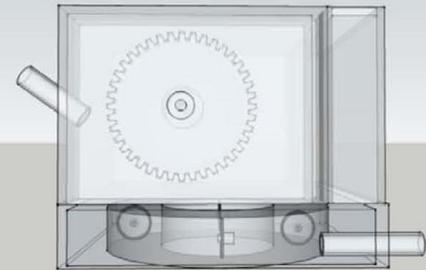
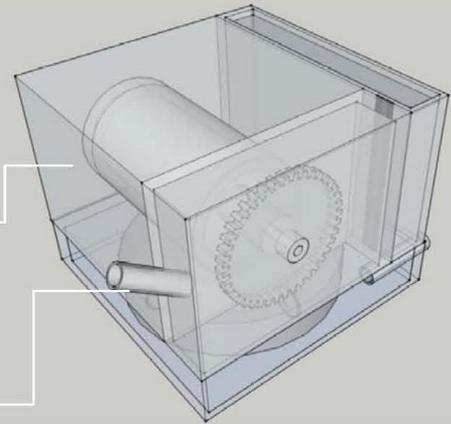
-Bombas De Rotación Axial

-Generador

-Viene de red municipal, deposito o hidroneumático.

-Operación con conexión a CFV

- almacenamiento a Baterías



PROTOTIPO HIDROGENERADOR, de operación mixta, con elementos fotovoltaicos estándar y mecánicos “especiales” para la obtención de electricidad para consumo urbano o residencial.

Ilustración 21 primer prototipo y componentes generales

Existe en la hidráulica un punto que hay que tomar en cuenta que es la conservación de la masa, que es una de las 3 leyes de la conservación de la física que postula que la masa no se crea ni se destruye, este concepto origina la ecuación de continuidad, que establece que dentro de cualquier sistema hidráulico se debe balancear la descarga que entra con la de salida, tomando en cuenta todas las cantidades volumétricas

Podemos escribir la ecuación de continuidad en forma matemática como:

$$Q_{entra} - Q_{sale} = \text{cambio en almacenamiento}$$

Teniendo como referencia esta ecuación para el balanceo de las cargas y descargas, en los diferentes contenedores con los que cuenta el prototipo, identificaremos los volúmenes adecuados para administrar el suministro hidráulico dentro del sistema.

Estas variaciones de volumen de agua están relacionadas dependiendo de las capacidades de cada inmueble es decir en la capacidad de sus cisternas tendrán determinado cierta cantidad de volumen de agua potable que deberá ser suficiente para su suministro diario además de ser

preferible una sección entre la cisterna para el reciclamiento de agua. Este volumen de agua es independiente del prototipo ya que contendrá un tanque de almacenamiento con una capacidad de desfogue de entre 50 y 100 l, conectado directamente a la base de la turbina Pelton, que a su vez estará conectado hacia la cisterna.

2.18 Variables que delimitan la forma y la capacidad del prototipo

2.18.1 Flujo En Tuberías

El cálculo de flujo en las tuberías se dirige a determinar la suma de las pérdidas de energía, mientras se conducen fluidos de un punto a otro a presiones y cantidades específicas, ya sea utilizando la energía potencial de un depósito (tinaco), suficientemente elevado o la energía de presión entregada por una bomba o turbina.

Los factores que afectan la pérdida de energía durante el flujo en las tuberías son independientes de la presión. El

parámetro más importante que influye sobre estas pérdidas de energía es la **-energía cinética del flujo-** $v^2/2g$

Parámetros geométricos longitud L y el diámetro D .

Que serán determinantes sobre el diseño afectando directamente la geometría del prototipo en las tuberías.

- dos tipos de pérdida de energía de flujo.
- ambas causadas por la resistencia viscosa del fluido.
- pérdidas locales. cuando se presentan cambios bruscos en la forma geométrica de los conductos.
- pérdidas de fricción. son causadas por la rugosidad de las paredes de la tubería y por el cortante entre las partículas del fluido.
- todo movimiento genera un flujo turbulento en tuberías
- excepto por diámetro pequeño de tubería movimiento lento.

- el movimiento. Turbulento. de las partículas del fluido es la razón de la pérdida de energía en el flujo de las tuberías.
- el grado de turbulencia. crece con el aumento de la velocidad.
- medida de turbulencia. = número de Reynolds, Re ,
- $Re = (V \cdot D) / \nu = (V \cdot D \cdot \rho) / \mu$

V es la velocidad media del flujo, D es el diámetro de la tubería y ν es la viscosidad cinemática del fluido, se puede tomar como 10^{-6} m²/s.

En flujos en que el número de Reynolds es menor a 2000 se suprime la turbulencia. Llamados laminares

EN LOS CALCULOS DE FLUJO DE LAS TUBERÍAS SE UTILIZAN 2 ECUACIONES FUNDAMENTALES

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

permite el calculo de las velocidades en cualquier punto de las lineas de la tubería donde se proporcione el diámetro y se conozca el gasto

$$V_b = V_a \left(\frac{D_a}{D_b} \right)^2 = V_c \left(\frac{D_c}{D_b} \right)^2$$

ECUACIÓN Bernoulli

$$.E = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + y = \text{constante}$$

Ilustración 22 Cálculo De Flujo De Tuberías

La ley de la conservación de la energía establece que la energía no se puede perder, aunque se pueda convertir a otras formas, dicho de otra manera, el teorema postula que en un sistema hidráulico y la suma de todas las energías es una constante.

Trabajo, Energía y Potencia

para crear y mantener el movimiento en un fluido

- $W = F * L$
- = FZA. X DIST

energía disponible inicial menos energía que queda

$$W = E_e - E_s$$

ES LA RAZON CON QUE SE EFECTUA UN TRABAJO

$$W = P * T$$

= potencia x tiempo

Ilustración 23 Trabajo Energía Y Potencia

2.19 Combinación Operativa De Sistemas Hidráulicos Y Fotovoltaicos.

La electricidad que se almacena en un banco de baterías sufre 2 procesos de transformación, primero de corriente continua a corriente alterna (a través del ondulator) y después de corriente alterna a corriente continua (a través del cargador), perdiéndose mucha energía en estos procesos.

la ventaja de éstos sistemas mixtos toman como base los paneles solares y de ahí se pueden hacer las variaciones necesarias para completar la cogeneración.

En estos ejemplos podemos observar que la conexión esta combinada por paneles fotovoltaicos y la red municipal y el excedente producido se regresa a la misma, (véase ilustración 25) y en el segundo ejemplo tenemos el mismo caso de paneles solares con un generador eólico que se van a almacenamiento y de ahí a consumo. (véase ilustración 24)

En el caso anterior la intensión es sustituir el generador eólico por uno hidroeléctrico, con las condicionantes de mantener una carga(altura) y un caudal (flujo de agua) que pueden ser naturales como un riachuelo o artificiales como un canal, o las tuberías de agua potable del sistema de distribución o las bajadas de agua pluvial en los edificios que en temporada de lluvias cumplen con las condiciones necesarias para la cosecha de energía.



Ilustración 24 Sistema Híbrido En Paralelo. Conectado a un generador eólico.

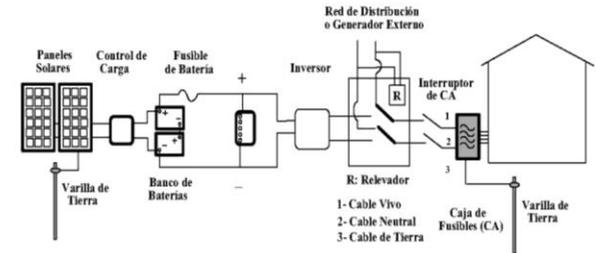


Ilustración 25 Sistema FV Híbrido Con Conmutador Automático, conectado a la red municipal.



3 Configuración de Prototipo

3.1 Principio De Las Plantas De Rebombear

Para determinar los funcionamientos entre las turbinas y las bombas, vamos a aclarar unos datos que son necesarios tener en cuenta porque son los fundamentos de los parámetros de análisis del Hidrogenerador; las turbinas tienen la característica que convierten la energía que recibe en energía mecánica y esta es transmitida a una flecha hacia un generador, esto produce que transforme una energía contenida en la caída y volumen del agua en energía que al ser generada, se puede vender, esto es muy importante porque es uno de los fundamentos por los que tenemos que analizar el uso y aprovechamiento del generador que aquí se propone.

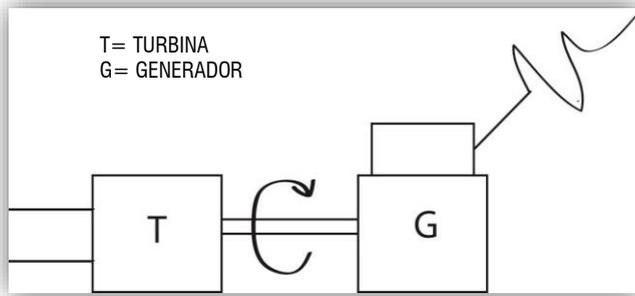


Ilustración 26 Esquema De Turbina. Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General.

Esto significa que la turbina genera un porcentaje de la energía que recibe, como su índice de eficiencia es muy alto, se considera igual a 1. Cabe aclarar que este índice de eficiencia se debe principalmente al generador y no a la turbina que es inferior al 90 %. En las casas habitación la presión que tenemos es simulada por una bomba, y como la bomba necesita una cantidad de energía eléctrica, esa la tendremos que comprar a CFE, como parte de nuestro consumo energético. Esto nos va dando parámetros y certidumbre de donde será la mejor ubicación en nuestro centro de aplicación, sea de manera general una casa habitación.

Muchas veces se puede uno confundir y llegar a preguntarse para que se necesitan insertar más y más sistemas a los tan ya probados sistemas convencionales, y la respuesta es muy fácil, se le llama “confiabilidad del sistema” y está basado en el principio que se necesitan de diferentes apoyos energéticos para ofrecer un servicio cueste lo que cueste, y dependiendo de la zona donde queramos suministrar el prototipo, si es en zona urbana, probablemente la necesidad no sea lo suficientemente justificada o bien planteada para analizar su implementación, pero si hablamos de poblaciones donde las alternativas energéticas son factibles o viables, entonces entenderemos

que son necesarias la exploración de diferentes campos que nos lleven a energizar una casa.

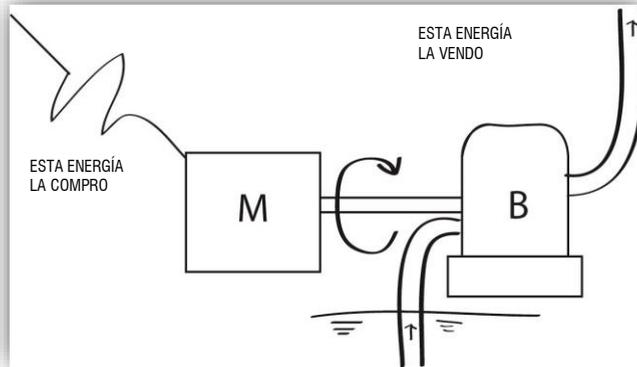


Ilustración 27 Esquema De Bomba Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General.

En el caso donde nuestra alternativa sea conectarlo a una bomba o hidrojet, como apoyo o sustituto de una carga, simulándola, con presión, entonces es necesario analizar la eficiencia, además que gracias a las celdas fotovoltaicas dicho motor puede estar conectado a este sistema y aprovechar las ventajas del uso de la energía solar para proveer una bomba y presión a nuestro sistema Hidrogenerador. según como la mayoría de las áreas de consumo están relacionadas íntimamente al uso de una pileta o cisterna para almacenar

agua, entonces la factibilidad del uso de un motor para subir agua a los tinacos de las casas ya está generalizada, solo faltaría sustituir la conexión de ese motor a una celda solar, para entre otros beneficios dejar de consumir directamente tanta energía. Es decir, se emplea mucha más energía para que llegue a nuestras casas y subirla a un tinaco, siendo que se podría sustituir y hacerlo de una manera más apropiada eficiente y ecológica.

el tema que se está desarrollando pareciera muy ligado con el campo de la ingeniería, al comentar la propuesta con algún Ingeniero, en general la perspectiva es de una manera magnánima, no conciben la generación eléctrica a pequeña escala, pero como objetivo precisamente es la necesidad que se tiene en el área de la arquitectura, busque un modelo de ingeniería para hacer más fácil su comprensión, además de que siempre cuestionan el tema y lo califican como incomprensible, pero una vez tomándose el tiempo de la explicación y más que eso la comprensión de lo que se desea lograr, la tendencia es a aceptarlo como un hecho factible, con un alto grado de desarrollo; lo que comúnmente piden es que se sepa perfectamente por qué se quiere desarrollar, y para que se usaría la energía obtenida.

3.2 Condiciones de uso de planta de bombeo.

Pues bien este modelo del cual les hablo se trata de las plantas de bombeo, que generalmente se utilizan bajo las siguientes condiciones, la primera es que tienes un vaso regulador elevado, es decir, de una presa, con una cortina intermedia, en una parte baja se encuentra la turbina, en el trayecto entre estas dos partes se encuentra la – tubería de presión – que es el ducto que transporta el agua entre el vaso regulador y la zona donde se turbinan el agua, pues bien, la base de este sistema está sustentado principalmente en 3 cosas:

A. Poca agua

- a. Cuando el vaso regulador se vacía por haber turbinado el agua y haber generado energía eléctrica, es necesario, si es la única fuente de agua disponible, volver a llenar dicho vaso regulador, para esto se necesita revisar la conveniencia de precio de la energía producida sea superior a la cantidad necesaria para volver a llenar el vaso para que se obtenga una ganancia.

B. Evaporación

- a. Cuando la pérdida por dicho concepto sea superior a la cantidad que se logre aprovechar para generación eléctrica.

C. Conveniencia financiera

- a. Cuando la conveniencia de que la capacidad generada sea superior a la cantidad consumida nos represente una ganancia que se vea reflejada en un aprovechamiento energético, no podemos hablar de ahorro al 100% por que una maquina bomba o motor sea del tamaño que sea inclusive cuando esta parada está provocando un gasto, o simultáneamente está dejando de generar energía o dinero.
- b. La energía de bombeo se debe obtener de un tercero, en este caso la compañía suministradora de electricidad como es CFE, la propia generación eléctrica no da la energía suficiente para arrancar el sistema, o bien por medio de conectar la bomba a una celda solar para que nuestro sistema se haga más sustentable, y para que la energía consumida sea obtenida por medio de una batería, para la circulación del agua.

Así como la ciudad de México está diseñada, no podemos depender que tengamos la presión suficiente para que se cumpla el principio de la entrega de agua a presión, como tampoco que habrá en todos los lados que necesitemos; entonces, nuestra ciudad se abastece por medio de almacenamiento de un flujo muy reducido, que sirve para alimentar las cisternas de los inmuebles, una vez llegando ahí todos los que cuentan con dicho elemento, tienen 2 opciones, usar tanques hidroneumáticos o lo más común bombas para subir el agua a tinacos, es ahí que este ciclo se puede ver modificado por la propuesta de prototipo, que básicamente insertara la pequeña turbina bajando de la columna más cercana para evitar pérdidas, todo esto en un circuito adicional, a la instalación hidráulica. Si bien el sistema mixto solar – hidroeléctrico podría ser más caro, tiene ventajas una de ellas es que da confiabilidad al sistema.²⁴

²⁴ Aprovechamientos hidráulicos de bombeo, Gardea Villegas Humberto

Buscando el mismo objetivo, pero haciendo un poco más amigable la transición entre los temas de ingeniería y los temas arquitectónicos, para ver de qué manera se pueden buscar ciertos resultados, mediciones, formulas y conceptos que le competen más a la rama de la ingeniería, así el enfoque

se hará principalmente en sentido menos áspero, buscando el logro de generación de energía sin profundizar en una rama tan avanzada como lo es la ingeniería hidráulica, y las maquinas hidráulicas.

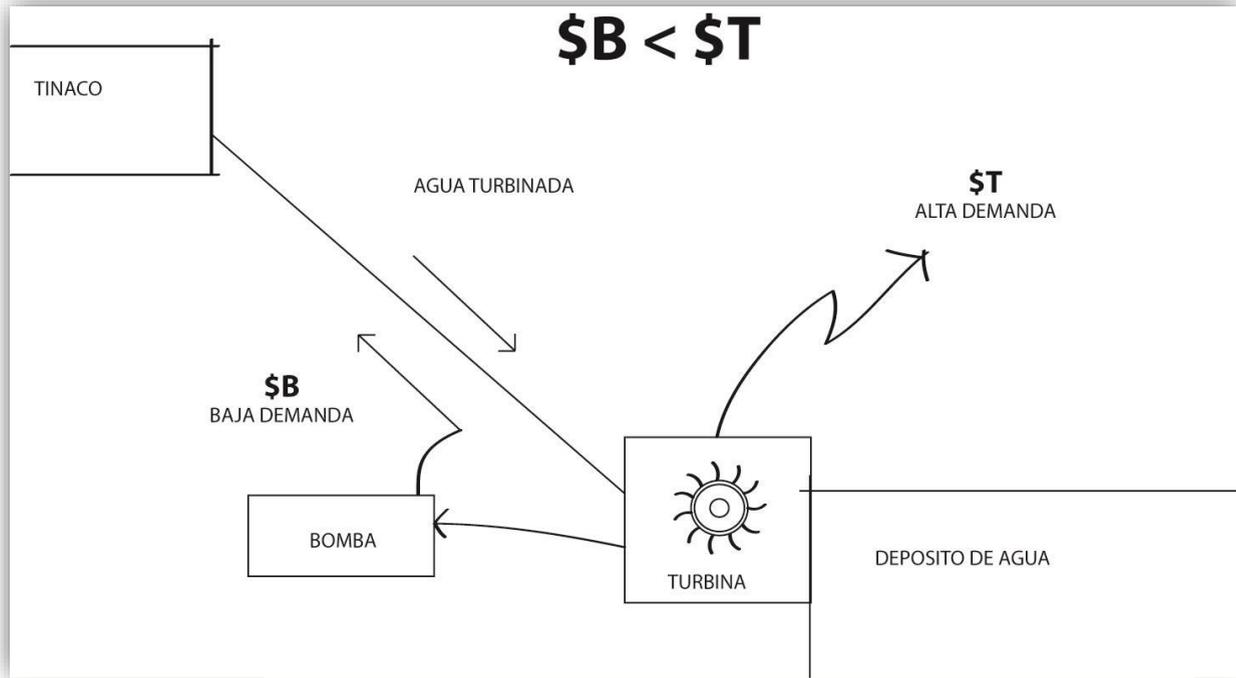


Ilustración 28 Diagrama De Planta De Rebombeo, Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General.

3.3 El proceso de diseño

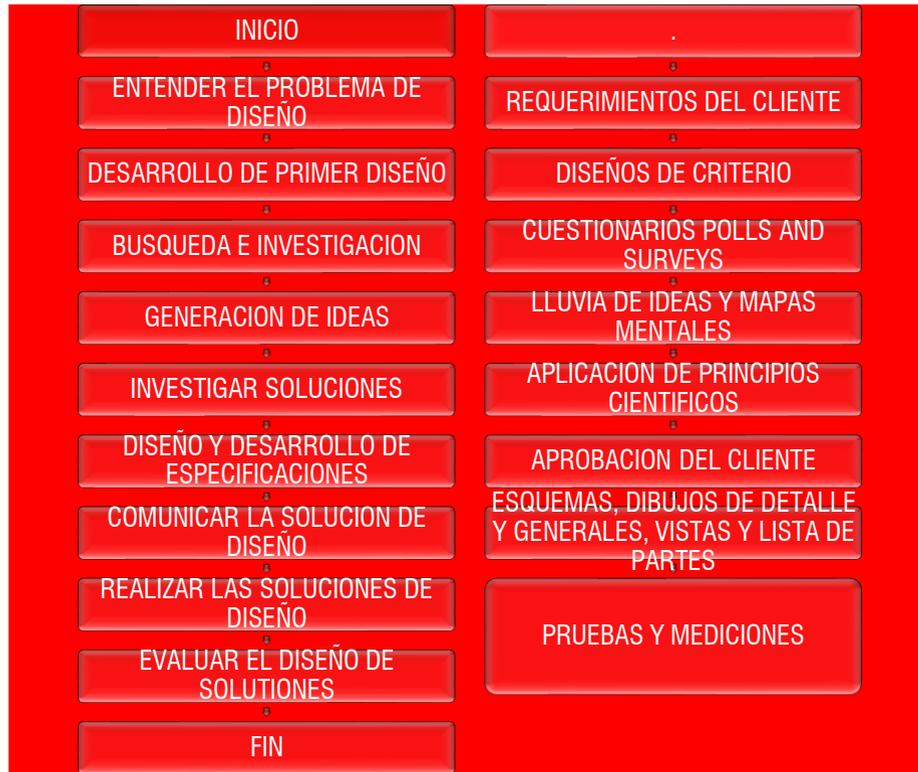


Ilustración 29 El Proceso De Diseño



Ilustración 30 El Proceso De Diseño. Descrito En Términos De Palabras Claves Para Cada Fase Del Proceso

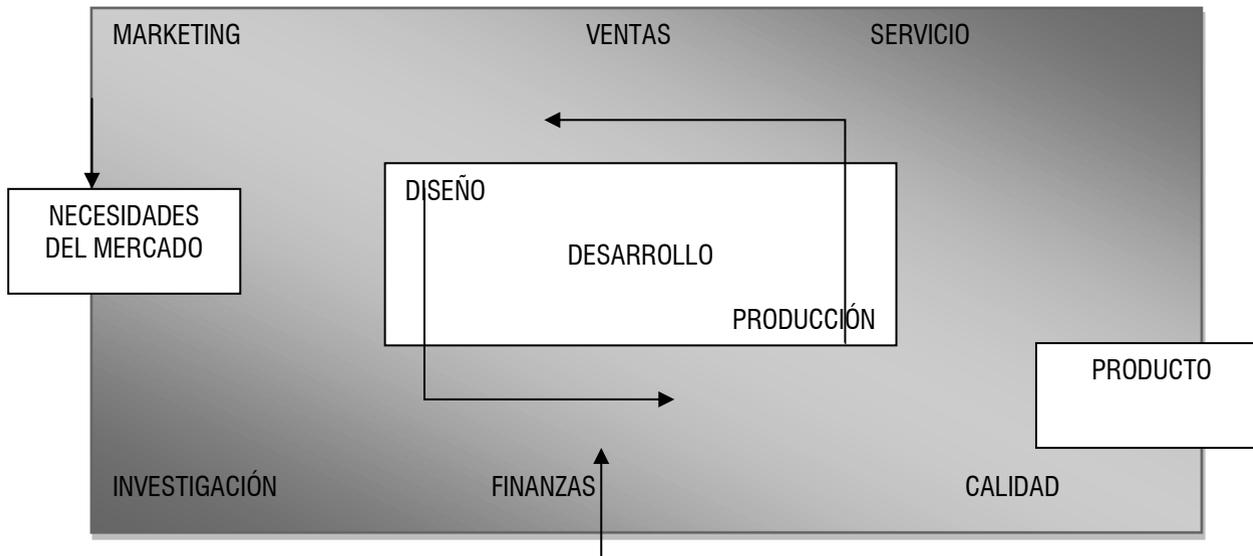


Ilustración 31 Las Claves Del Proceso De Diseño, Por Roger Timings

Para comprender el desarrollo de este o cualquier otro prototipo debemos entender cuál es el proceso de diseño según Timings²⁵ este proceso como cualquier otro tiene un inicio el primer paso es:

²⁵, Roger Timings Las Claves Del Proceso De Diseño



Ilustración 32 El Proceso De Diseño, Descrito En Términos De Palabras Claves Para Cada Fase Del Proceso

3.3.1 Entender el problema.

Para proponer un nuevo producto es necesario que antes hayamos encontrado un problema sin solución o una posible adaptación al mismo; algunos requerimientos que no se encuentran comercialmente disponibles, para solucionar estos problemas sujetos a los requerimientos del cliente, que quiere decir, que el previamente detecto una necesidad y analizó una solución por satisfacer.

En este caso como arquitecto no se plantea si existen más soluciones respecto a la cosecha de la energía o la generación de esta es decir y como se ha platicado en algún momento se trata de darle varios aprovechamientos al uso del agua ya que está cada vez es más escasa, más cara y es nuestra obligación buscar las maneras de hacer que este recurso natural sea aprovechable en múltiples ocasiones.

3.3.2 Desarrollo del primer diseño.

Es necesario en este caso que tengamos unos criterios de diseño para darnos una idea de qué es lo que queremos y lo que vamos a necesitar, así como los componentes y las características del equipo que nos darán bases para conocer piezas, materiales, calidad y estética del equipo a diseñar.

3.3.3 Búsqueda e investigación.

Es uno de los procesos más importantes para el desarrollo de un producto nuevo la búsqueda se refiere a investigar si históricamente existe un equipo similar o será completamente nuevo, lo más probable es que en éstas épocas las cosas a inventar con un valor de aportación relativamente bueno cada vez son menos y sea necesario hacer adecuaciones de la ya existente, esto no quiere decir que se haya depreciado la calidad de la invención en México, sino que funciona un objeto ya existente se aprovechan todas las tecnologías investigaciones y pruebas científicas previas para aportar un modelo nuevo. En esta etapa es necesario apoyarse de cuestionarios entrevistas y documentos históricos que avalen los fundamentos del nuevo equipo.

3.3.4 Generación de ideas.

Es una parte muy importante porque se alimenta de la idea, con mapas mentales que poco a poco nos servirán para organizarnos sin extraviarnos en los procesos y técnicas de los diferentes componentes que el equipo lleve, es decir, aquí se aportan las necesidades que siendo

un mismo equipo podría tener diferentes soluciones, maneras de resolverse o necesidad a satisfacer, así apoyados en las lluvias de ideas, podremos saber y delimitar a su vez para qué es lo que realmente queremos como documento final o equipo al realizar un producto nuevo porque se podría dar el caso que el mismo equipo pudiera a través de diferentes caminos solucionar diferentes problemas pero como no es factible sacarlas todas, solamente nos enfocaremos a una así los cuadros de ideas nos ayudarán para organizarnos y una vez analizadas cada una de ellas ir las eliminando de manera ordenada.

3.3.5 Investigar soluciones.

Una vez que hemos analizado toda nuestra serie de ideas y organizadas en mapas mentales es necesario que sea una aplicación de principios científicos, es decir, análisis de materiales, análisis de resultados, estadísticas, probabilidades de lo que queramos obtener como resultado final en este caso la producción eléctrica.

3.3.6 Diseño y desarrollo especificaciones.

Como su nombre lo indica, son primordiales después de la lluvia de ideas uno se imagina: forma tamaño y color sistemas componentes para satisfacer la necesidad primera por la cual se diseña un equipo y en esta parte se hace un primer esquema fino y es aquí donde se hace una línea de bocetos con poco más específicos para tomar en cuenta a detalle del ensamble armado material y así tener en cuenta las necesidades que el mismo aparato consume y podría almacenar que su objetivo final.

3.3.7 Comunica la solución de diseño.

Está íntimamente relacionado a la elaboración de esquemas planos de ensamble, vistas tridimensionales para tener una idea más fina del producto en sí en caso de que se quiera mandar a producir sepamos cuáles son las necesidades del equipo, también es muy importante hacer una lista de partes para hacer del ensamble y echarlo a andar de manera previa y saber en dónde van a ir cada una de las partes.

3.3.8 Realizar y evaluar las soluciones de diseño

Íntimamente ligado a las pruebas y mediciones y los ajustes necesarios para que sean los que se plantearán en un principio basados en la investigación es decir generar la cantidad suficiente sería el objetivo principal era la mejor hay factores que no se pueden considerar de primer momento ya sea que no se tiene al alcance o la visión y se genera un poco menos de lo que se tenía previsto de igual manera estas mediciones pueden funcionar para otro objetivo no quiere decir que estén mal pero podrían servir para otra necesidad menor o diferente a la planeada principalmente.

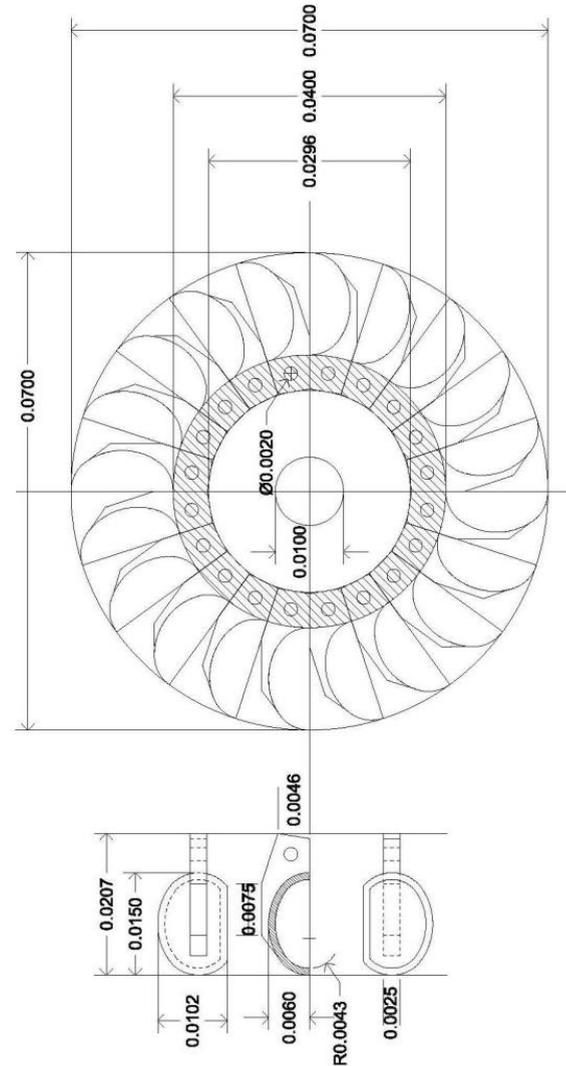
3.4 Construcción de rodete

3.4.1 Diseño

Al querer construir el primer rodete de inmediato sabe qué es lo que tiene que hacer, para empezar a hacer las cosas no hay como dar el primer paso, te preparas mentalmente, te acomodas en tú silla arreglar las cosas de tu escritorio, preparas tu computadora y piensas que al empezar a hacer los primeros trazos, todo irá fluyendo de manera inmediata y es entonces cuando te asalta la cruda realidad, es verdad que tienes idea de las cosas que tienes que considerar previamente y de los cálculos necesarios para la realización de dicho modelo, pero en ese momento en que te sientas a hacerlo es cuando dimensionas la cantidad de datos que requiere es para esta primera parte de diseño.

Como arquitecto no se negará que el enfrentarse a alguna problemática de otra especialización siempre se puede recurrir a un ingenio, entonces rápidamente podemos salir adelante sin la necesidad de tener toda la información necesaria en cuanto dimensiones me refiero son pequeños pasos que se pueden sortear, sin llegar a violar normas de operatividad o funcionamiento, entonces empezamos a aplicar técnicas de modelismo tridimensional, -para ser honesto esta

Ilustración 33 Plano De Construcción Del Rodete.



primer batalla con el maquilado de piezas técnicas es muy diferente al modelado de casas Diseño de interiores o mobiliario, de cualquier manera, fue una tarea que se pudo sortear bien, y el resultado es el siguiente:

3.4.2 Modelado

Lo primero que se debe hacer es diseñar los planos para la construcción posterior de las piezas tridimensionales. Dándole dimensionamiento adecuado, como se les había mencionado anteriormente, pueden ver que diseñé el rodete con 20 palas o cucharas para hablar en un lenguaje coloquial y que nos podamos entender más fácilmente²⁶, y con un diámetro no mayor a 8 cm.

Tomándolo como un diámetro total de extremo a extremo, afortunadamente en los libros y en los cursos de hidráulica que aclaran que el diámetro de un rodete se mide a partir del punto de contacto del golpe del agua con la pala, el otro punto a Considerar es teniendo las pruebas de modelado que con factores de carga H . caudal Q . y diámetro de las tuberías se puede calcular de manera muy eficiente el diámetro

²⁶ es de recordarles que este documento se elaboró con la intención de llegar a todas las personas que lo requieran sean estudiosas o no del tema para abarcar si

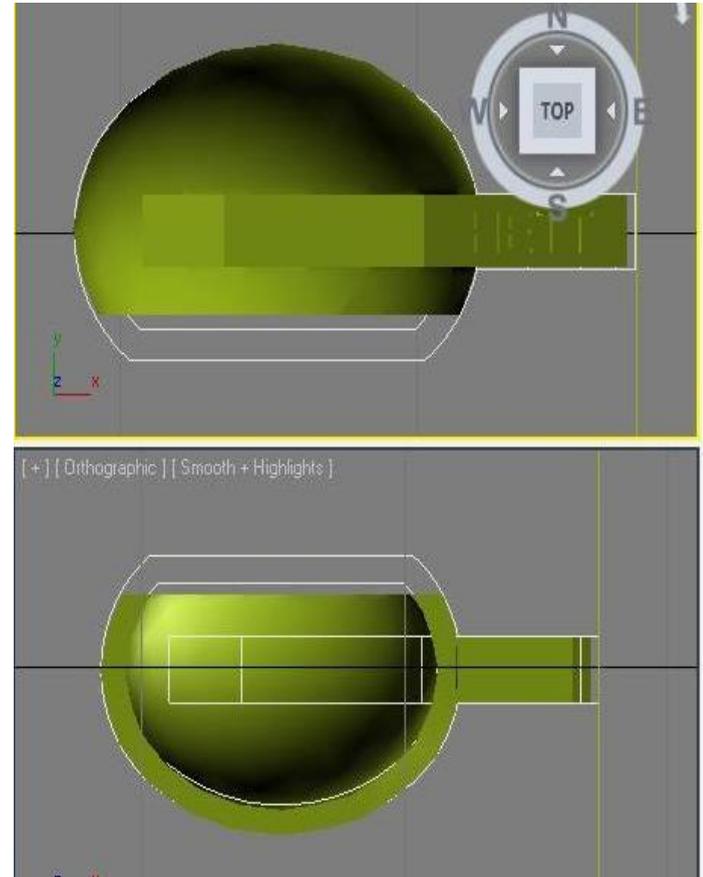


Ilustración 34 modelado de rodete, vista en planta superior e inferior

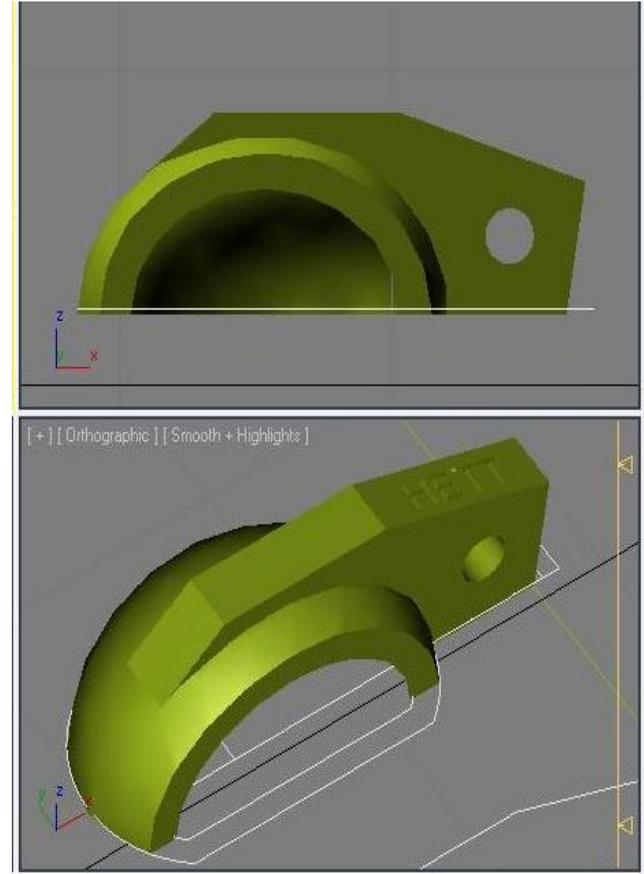
fuera posible la autoconstrucción de estos elementos sin necesidad de un especialista.

de un rodete así como los números de palas necesarias específicamente para esa aplicación, es por esto que en el 4to capítulo de este documento elaborado una tabla que nos ayudara a hacer dichos cálculos los cuales están basados para desarrollar el modelo.

Probablemente muchos de nosotros nunca hayamos visto estas piezas a detalle con anterioridad, o sea la primera vez, en este caso les muestro las tres vistas de representación ortogonal más un isométrico para tener un panorama ideal de la pieza. esto se hace con la intención de ver todas las aristas de la pieza antes de modelado final.

3.4.3 Impresión 3D

En la construcción de una pieza tridimensional para cubrir necesidades en el desarrollo del prototipo se genera de la siguiente manera, en una máquina de estereolitografía²⁷, funciona de la siguiente manera:



²⁷ La estereolitografía, también conocida como impresión 3D, te permite crear objetos sólidos, plásticos y en tres dimensiones a partir de dibujos CAD u otros formatos.

La máquina ocupa para la impresión tridimensional:

- A. **Carbonato de calcio.** Es un polvo muy fino aún más que el talco.
- B. **Binder.** Es un líquido que hace la función de pegamento.

3.4.4 Proceso de impresión 3D

Funciona de la siguiente manera:

el software de la impresora divide la pieza en la mayor cantidad de capas posibles entonces en vez de tinta se usa el Binder, y deja una capa de pegamento con la forma de la capa más baja después la impresora barre una capa de polvillo y encima de ésta se vuelve imprimir otra capa de líquido y así simultáneamente hasta que se forma toda la pieza, como resultado final tenemos una pieza sólida hecha con un polvo muy fino lo suficientemente dura al contacto, de una textura rugosa pero no tan sólida o resistente al impacto o a la aplicación de fuerza, para esto es necesario hacer un proceso de infiltración, que no es otra cosa que sumergirlo en un pegamento líquido pero muy resistente, como es un polvillo la

Ilustración 35 modelado de rodete, vista en alzado e isométrico
pieza fácilmente absorber pegamento haciendo que sea más resistente aun así no lo es tanto como para recibir impacto o aplicarle fuerza.

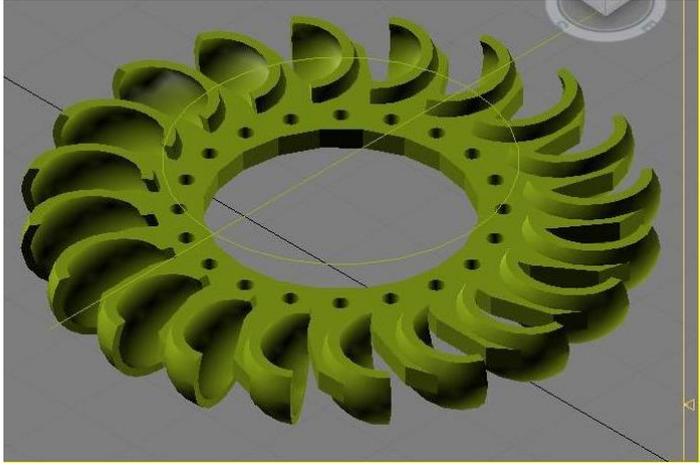


Ilustración 36 rodete correspondiente a turbina turgo completa

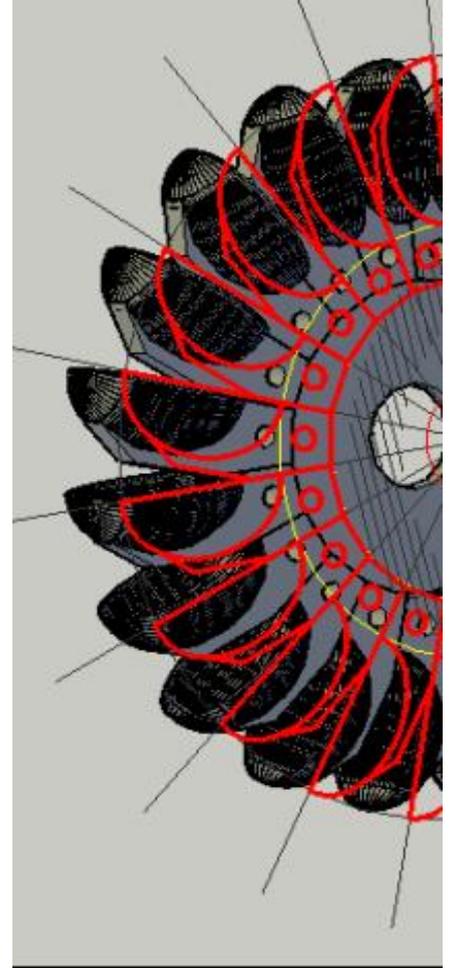


Ilustración 37 estrella seccionada de rodete con palas. Plano de construcción

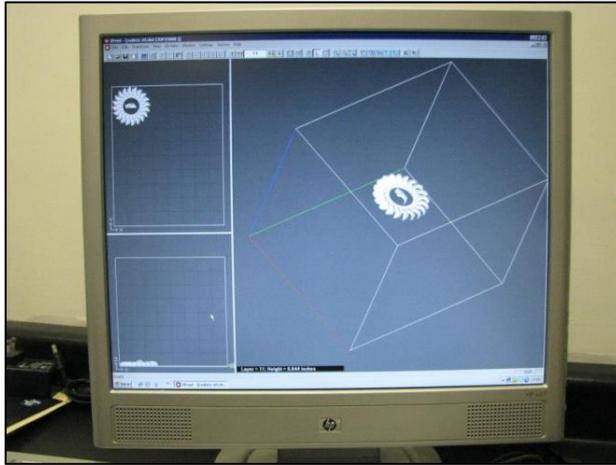


Ilustración 38 apoyo de lasus, laboratorio de sustentabilidad para la realización del modelo rápido.



Ilustración 39 preparación y capacitación de equipo de modelado

Realizará la pieza principal en la que se compone el rodete completo su paso por un proceso de escaneo que el mismo software proporciona para saber que la pieza está lista para mandar a fabricarse en tercera dimensión.

Rodete- las modificaciones en el prototipo del rodete tiene las siguientes características de observación se mandó imprimir bicarbonato de calcio con aplicación de un infiltrante, es que al ser una sola pieza y no dientes independientes se puede conectar un pasador central eliminando el Valero al mismo tiempo de los 20 diferentes puntos de anclaje solamente se pueden usar unos cuantos, al hacerle una sola pieza no es necesario ensayar con tornillos cada una de ellas con soldadura entonces la pieza se hace más ligera teniendo más eficiencia en cuanto a su peso.

-cabe resaltar que esta pieza no se puede encontrar comercialmente en México por lo tanto hay un nicho de oportunidad en el desarrollo de fabricación de piezas pequeñas con plásticos o metales referente a turbinas a pequeña escala.

-

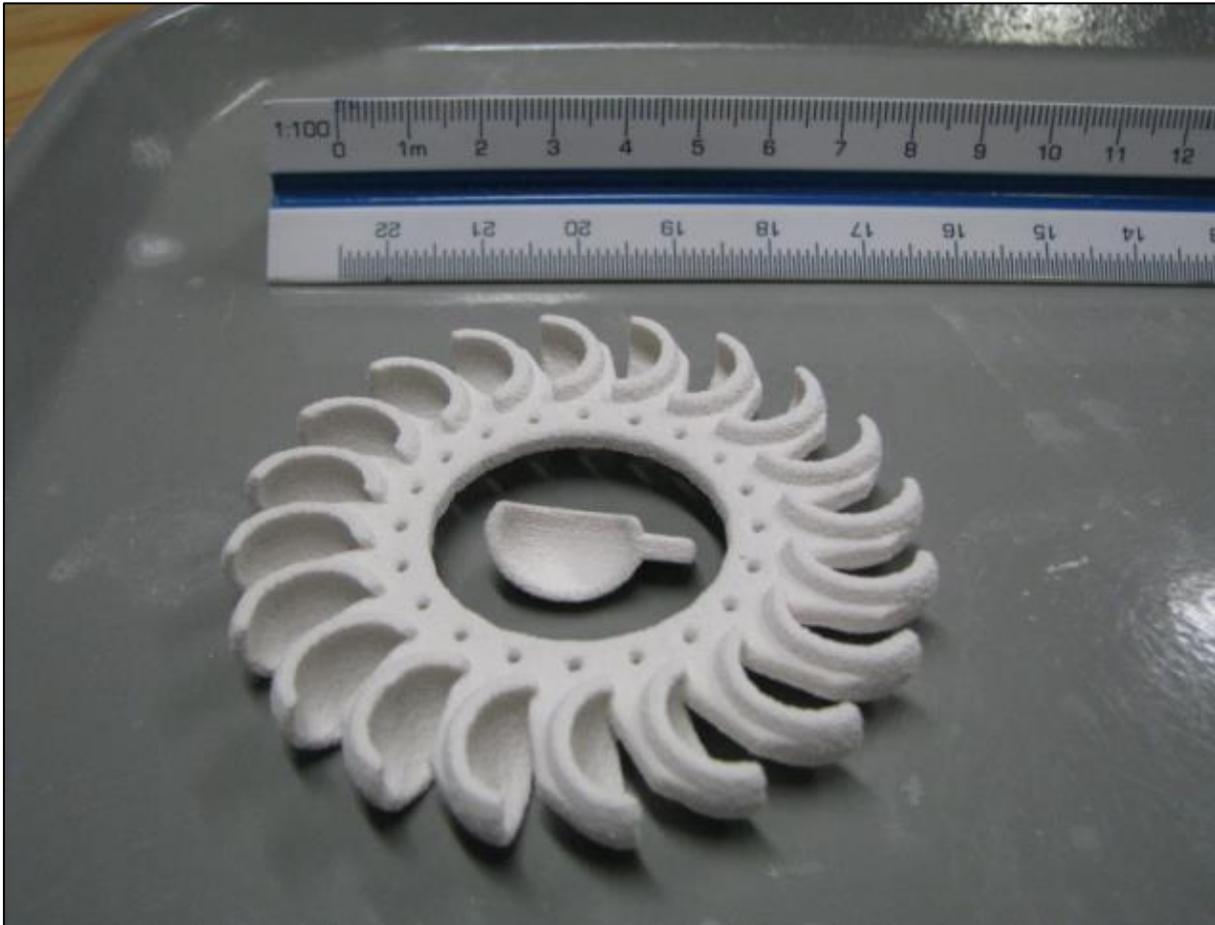


Ilustración 40 impresión de rodete en una pieza.

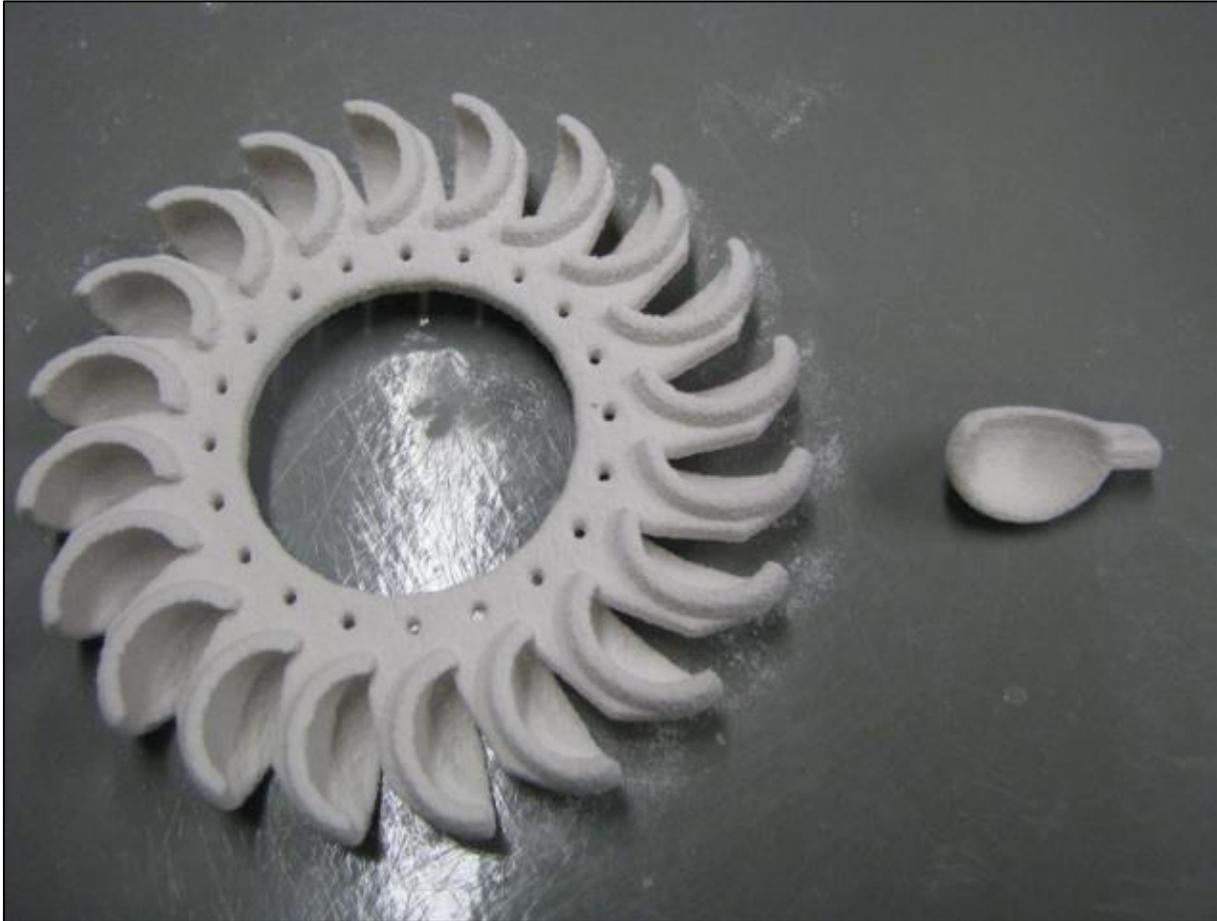


Ilustración 41 rodete y pala individual realizada por modelo de prototipos rápidos en el taller lasus

3.5 Parámetros

El objetivo del prototipo es insertar una pequeña turbina para la cogeneración eléctrica o bien para la cosecha de energía, es necesario hacer la especificación de cómo queremos que funcione está ligado íntimamente en el lugar físico en el que queramos que funcione.

La característica de las turbinas Pelton o Turgo, es que requieren una gran capacidad de carga es decir altura para que trabajen a una eficiencia adecuada, no obstante, una de las variables que tenemos en cualquier lugar es la ubicación del tinaco estamos en una pequeña concentración de carga a determinada altura dependiendo del número de niveles del edificio.

La discusión permanente en cuanto a la aplicación de este prototipo es que parecería absurdo usar un motor para generar energía, pero como se pretende que la generación de energía sea de una manera sustentable con un panel solar a través de un motor como los que se usan para extracción de agua de pozos, este intercambio de energía de entrada se produce por un medio completamente natural y sin consumo energético de la red eléctrica. Por otra parte, del punto de vista hidráulico la Ciudad de México y en este caso sus inmuebles

como son las casas están diseñados para un almacenamiento de agua nocturno y de un perfil lámina expuesta la existencia de las cisternas el abastecimiento sólo tiene la potencia para llenar a nivel del suelo un recipiente con agua; ahora bien, como comenté anteriormente en el caso micro.

Conforme crezcan las dependencias del agua en el sector residencial, solamente así, y haciendo un cálculo de gastos de energía y potencia para llevar el agua hasta su toma domiciliaria, una vez adentro está agua se convierte en energía que se distribuye por gravedad, la primera de ellas es que al llegar a la cisterna tenemos una bomba que sube el agua al tinaco para poder usarla en la casa el uso de esta bomba es independiente de la cantidad de agua o de la energía que se haya consumido para proporcionar el agua hasta ese punto, es decir el consumo energético de esa bomba ya corre por cuenta del cliente que afectan dos variables una es la cantidad de energía que gasta la bomba para llenar el tinaco por una unidad de tiempo necesitan el tinaco de mil litros una bomba de medio caballo consume cierta cantidad de energía en 20 minutos por medio de una tubería de 19 mm si nosotros nos atenemos al dispositivo de seguridad estaremos funcionando como un bloqueo para la capacidad de la bomba y esto generaría que se llenara la misma cantidad de litros del tinaco en probablemente el doble de tiempo.

Es aquí donde opino que necesitamos pensar en diferentes medios y formas para almacenar energía y usarla para empezar si se fuera la fuente principal de energía de toda la casa podremos conectar dicho motor a una celda solar así la cantidad de energía que se gastara y consumida no se vería reflejado en el recibo de luz ya que una pequeña celda solar y unas baterías serían suficientes para hacer funcionar el motor como también se tendría que pensar un poco en la eficiencia del uso. Porque de todas maneras vamos a usar energías para llenar el tinaco, la diferencia radica en que ese tiempo intermitente el motor este prendido podría estar generando cierta cantidad de energía eléctrica que según las tablas para una casa con una altura aproximada de 6 m es decir 2 niveles, una turbina como la turgo, produce alrededor de 350 watts por hora.



4 Análisis cuantitativo

Para determinar el uso eficiente del prototipo se plantean 7 casos, cada uno con un perfil de diseño diferente. La variable que cambia es la de carga H.

CASO	H
1	4.5*
2	7
3	9.5
4	12
5	14.5
6	17
10	27

Ilustración 42 tabla de análisis de carga H

4.1 Sección 01 Datos iniciales

La carga H se compone por la altura promedio del tinaco, la altura de la base, es decir de la losa a la parte inferior del tinaco la altura de entrepiso, y el número de niveles de la edificación. Dándonos un gran total de 4.5 metros totales de carga H.

01	ALTURA TINACO	1.5	m
	ALTURA BASE	0.5	m
	ALTURA DE ENTREPISO	2.5	m
	NIVELES	1	
	TOTAL	4.5	
	DIÁMETRO SALIDA TUBERÍA	0.025	m

Ilustración 43 Sección 1 de tabla de cálculo.

Adicionalmente los diámetros de salida de tubería que se pueden utilizar para la tabla.

DIÁMETRO TUBERÍAS			
mm.	cm.	mts.	pulgadas
13.00	1.30	0.013	1/2
19.00	1.90	0.019	3/4
25.00	2.50	0.025	1
50.00	5.00	0.050	2
100.00	10.00	0.100	4

Ilustración 44 tabla de diámetros de tuberías.

Específicamente para el ejercicio que iremos explicando utilizaremos en la tabla de la herramienta el diámetro de 25mm.

DIÁMETRO SALIDA TUBERÍA	0.025	m
-------------------------	-------	---

4.2 Sección 02 Carga y Caudal

Aquí podemos alimentar dos variables la primera que es la carga H, generalmente dada en metros. Y la segunda que es el caudal Q, que es el resultado de multiplicar el área de la sección de tubería por la velocidad donde:

Según la ley de Torricelli

$$V = \sqrt{2gh}, \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 4.5} = 9 \text{ m/s}$$

$$A = \pi r^2, = 3.1416 (0.0125)^2 = 0.0005 \text{ m}^2$$

$$Q = VA = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$$

02	CARGA H (m)	4.5	m
	CAUDAL Q= A * v	0.005	m ³ /s

igual a:	5	lts/s
	277	lts/min

Ilustración 45 Sección 2 de tabla de cálculo.

Muchas veces cuando se consulta libros estadísticos o cartas hidráulicas estos valores se proporcionen de manera directa, en la tabla simplemente podemos insertar dichos valores para obtener el mismo resultado, la intención aquí es saber cómo surgen estos valores.

Ya como colación se adicionan dos datos más para la interpretación de estos es el caudal Q, en metros cúbicos por segundo, litros por segundo, y litros por minuto, esto nos ayuda a interpretar los datos en la sección cinco para conocer el tiempo aprovechable de descarga.

4.3 Sección 03 Potencia Teórica

En esta Sección vemos lo referente a la potencia teórica, se refiere a la potencia propia del líquido antes de entrar en contacto con la turbina.

03		0.1669	watts
----	--	--------	-------

	POTENCIA TEÓRICA. (POTENCIA PROPIA DEL LIQUIDO ANTES DE ENTRAR A LA TURBINA)		
H	4.5	m	
Q	0.005	m ³ /s	
rug	0.180		
γ	9.81	w	

Ilustración 46 Sección 3 de tabla de cálculo.

$$P = KHQ \gamma, 4.5 (0.005) (1-0.180) (9.81) = 0.1669 \text{ WATTS}$$

Si a este resultado lo multiplicamos por 24 hrs x 30 días tenemos un total de: 720 hrs x 0.1669 = 120.168 watts h/mes

Ya que una unida de energía no dice nada si no está dado x una unidad de tiempo.

4.4 Sección 04 Potencia Real

Aquí sacamos el cálculo referente a la potencia real es la potencia entregada por la turbina al generador

04	POTENCIA REAL. (POTENCIA ENTREGADA X LA TURBINA AL GENERADOR)		
	0.1526	watts	
η	75%		
H	4.5	m	
Q	0.005	m ³ /s	
γ	9.81	w	

Ilustración 47 Sección 4 de tabla de cálculo.

Se determinó de la siguiente manera:

$$P = \eta HQ \gamma, 0.75 (4.5) (0.005) (9.81) = 0.1526 \text{ WATTS}$$

Si a este resultado lo multiplicamos por 24 hrs. x 30 días tenemos un total de: 720 hrs x 0.1669 = 120.168 watts h/mes. Que es una cifra nada despreciable, si los quisiéramos incorporar al consumo básico diario de una casa-habitación.

4.5 Sección 05 Capacidad de depósito y tiempo aprovechable

Para uso práctico la sección cinco solamente se refiere a determinar cuánto tiempo aprovechable tendremos por descarga en el ejemplo estamos considerando solamente un depósito con una capacidad estándar de 1100 l, esto escribe comprender que contamos con alrededor de cuatro minutos para tener la carga mencionada en la sección cuatro.

05	Capacidad Depósito	1100	lts.
	Número de Depósitos	1	pza.
	Total	1100	lts.
	Tiempo Aprovechable	3.98	min.

Ilustración 48 Sección 5 de tabla de cálculo.

La equivalencia en el $Q = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$ es de 277 lts/min, dato que proporciona la tabla automáticamente y ya solo tenemos que dividir el total de litros entre la equivalencia para que nos arroje 3.98 min. ≈ 4 min.

En esta tabla dinámica nosotros podemos variar la capacidad de los depósitos, así como el número de piezas, lo que sí es verdad es que esta aplicación solamente funciona sin contamos con depósitos de agua en la parte más elevada de la edificación. De lo Contrario cambian las variables de

aplicación y se tendría que considerar los cálculos para suministro por medio de agua a presión.

4.6 Sección 06 Velocidad en tubería de presión

$$V = \sqrt{2gh}, \sqrt{(2 \cdot 9.8 \cdot 4.5)} = 9.3963 \text{ m/s}$$

06	VELOCIDAD EN TUBERÍA DE PRESIÓN	
	$V_I = \sqrt{2g(H)}$ $H_I = \frac{V_I^2}{2g}$	
	V _I = m/s	9.3963

Ilustración 49 Sección 6 de tabla de cálculo.

4.7 Sección 07 Velocidad Sincrónica

La velocidad sincrónica sirve para determinar cuáles son las revoluciones por minuto, RPM, con las que girará el generador, se determina por la operación siguiente:

$$N = 60f / p$$

Donde

f= frecuencia en Hertz.

p= número de pares de polos.

$$N = (60 \cdot 60) / 4 = 900 \text{ RPM}$$

Los equipos eléctricos tienen por lo general una placa de datos eléctricos donde fácilmente pueden sacar dichas características si es que no trae las RPM, de manera directa.

07	VELOCIDAD SINCRÓNICA	
	N=	900.0000 RPM
	Frecuencia f=	60 Hz
	pares de polos	
	p=	4

Ilustración 50 Sección 7 de tabla de cálculo.

4.8 Sección 08 Diámetro del Rodete

Para determinar el diámetro del rodete es necesario utilizar una constante y desarrollar la fórmula:

$$D = 38 \frac{\sqrt{H}}{N}$$

Donde H es la carga y N es la RPM, solo es cuestión de sustituir.

08	DIÁMETRO	
	$D = 38 \frac{\sqrt{H}}{N}$	0.0896

Ilustración 51 Sección 8 de tabla de cálculo.

4.9 Sección 09 Diámetro de chiflón

Para determinar el diámetro del Chiflón es necesario considerar los siguientes valores, donde se hace con un valor de 0.95 se refiere a la salida de la tobera, el coeficiente es casi igual a uno porque es hidrodinámico y ofrece una resistencia al flujo hidráulico casi nulo. Es así como, sustituimos los valores en las fórmulas presentadas abajo, para este ejemplo tenemos un valor en milímetros.

CHIFLÓN	
09	$C_c = 0.95$
	$Q' = C_c \frac{\pi}{4} d_0^2 \sqrt{2gH}$
	$d_0 = 0.55 \sqrt{\frac{Q'}{\sqrt{H}}}$
	0.8108

Ilustración 52 Sección 9 de tabla de cálculo.

4.10 Sección 10 Número de cangilones

El número de cangilones o palas está determinado por la fórmula que incorporó el valor de la constante, así como el diámetro del rodete y el diámetro del Chiflón, dando por este caso en número redondos 20 palas.

NUMERO DE CANGILONES	
10	$Np = 6 \sqrt{\frac{D}{d_0}}$
	19.94

Ilustración 53 Sección 10 de tabla de cálculo.

El número de tablas determina el tiempo que está en contacto del agua con el rodete, es decir a mayor número de palas el chorro del agua que sale del Chiflón está en contacto con este más tiempo, haciendo más eficiente su aplicación.

4.11 Sección 11 Ejemplos

En esta última sección hago una pequeña tabla, un resumen donde marco las diferencias en cuanto aplicación de variables, básicamente dejamos el caudal igual, porque están manejando un diámetro estándar de tuberías que son los que se encuentran en la mayoría de los inmuebles en la Ciudad de México, lo que sí varía y es muy importante resaltar es el caudal, donde presentamos siete casos empieza con una

altura de un nivel y termine con el ejemplo hasta uno de 10 niveles; se decidió variar básicamente el número de niveles, porque es un pequeño abanico que representa de alguna manera los niveles socioeconómicos es decir la aplicación en inmuebles de un nivel puede representar a una amplia zona de la población que solamente cuenta con recursos necesarios que le permitan administrarse en una casa de un piso, así sucesivamente mientras mejor índice económico tenga muy probable que los niveles de su inmueble aumenten, obviamente tiene mucho que ver los m2 construidos por nivel, con uno de los objetivos era tratar de beneficiarse del sistema, las condiciones para inmuebles de un nivel no son lo que puede decirse provechosos, aunque tampoco podemos decir que son despreciables es evidente que los mayores beneficios los tenemos por medio de una mayor altura en los inmuebles.

11

	H	Q LTS/S	PT	PR	DIAM ROD
1	4.5	0.005	0.1669	0.1526	0.0896
2	7	0.006	0.3238	0.2961	0.1117
3	9.5	0.007	0.5119	0.4682	0.1301
4	12	0.008	0.7267	0.6647	0.1463
5	14.5	0.008	0.9652	0.8828	0.1608
6	17	0.009	1.2253	1.1207	0.1741
10	27	0.011	2.4526	2.2432	0.2194

Ilustración 54 Sección 11 de tabla de cálculo. Todas las variables en conjunto, número de casos, carga, caudal, potencia teórica, potencia real y diámetro de rodete.

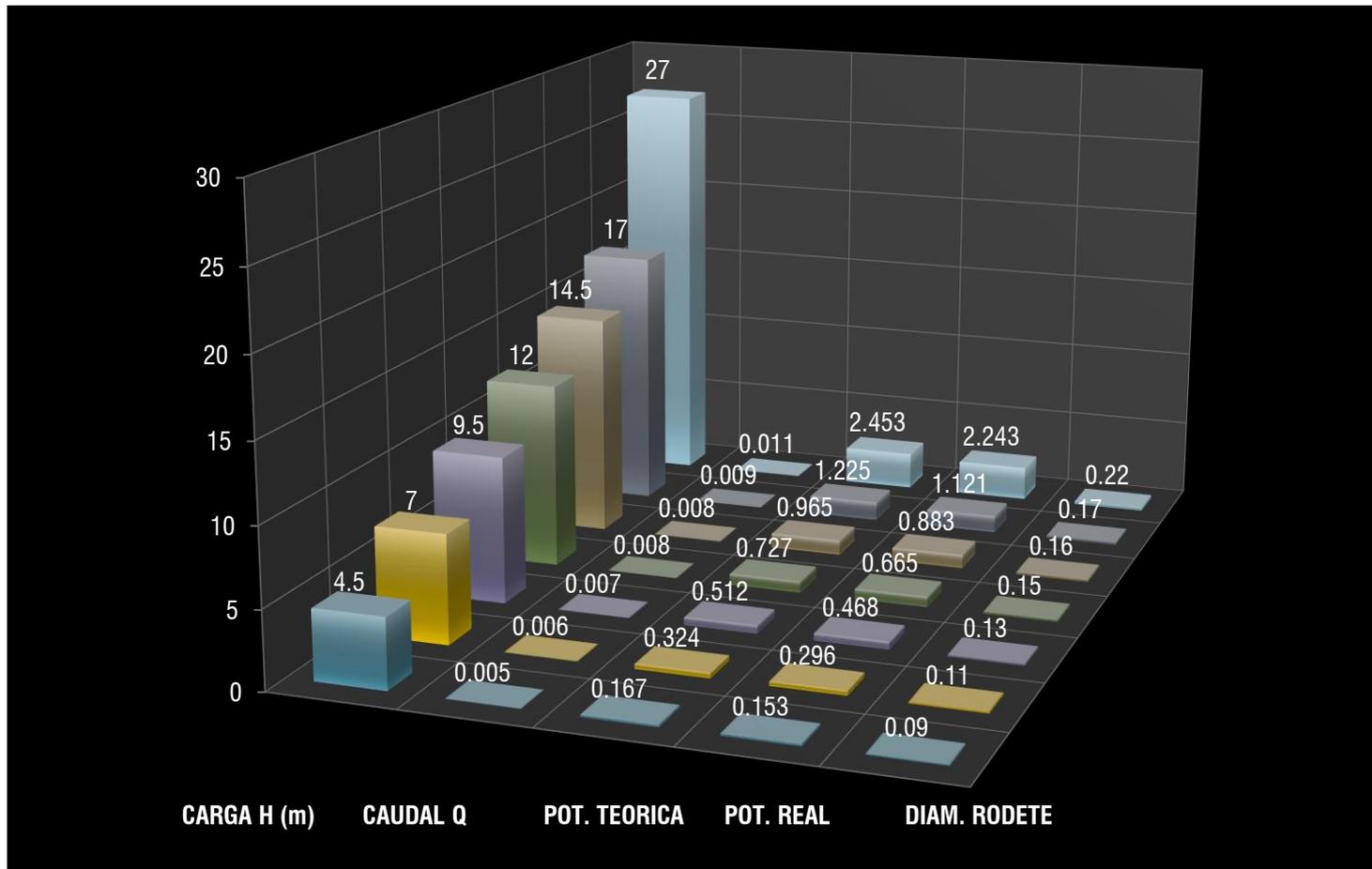


Ilustración 55 grafica de análisis de 7 tipos diferentes de variable en función de carga H.

4.12 Resultado de 7 casos de análisis

4.13 Herramienta de calculo

01	ALTURA TINACO	1.5 m	05	Capacidad Depósito	1100 lts.	09	CHIFLON	Cc= 0.95	$Q' = Cc \frac{\pi}{4} d_o^2 \sqrt{2gH}$ $d_o = 0.55 \sqrt{\frac{Q'}{\sqrt{H}}}$	0.8108																																																
	ALTURA BASE	0.5 m		Depósitos	1 pza.		Total				1100 lts.																																															
	ALTURA DE ENTREPISO	2.5 m		Aprovechable	3.98 min.																																																					
	NIVELES	1	06	VELOCIDAD EN TUBERIA DE PRESION		10	NUMERO DE CANGILONES		$N_p = 6 \sqrt{\frac{D}{d_o}}$	19.94																																																
	TOTAL	4.5		$H_t = \frac{V_t^2}{2g}$ $V_t = \sqrt{2g(H)}$	$V_t = 9.3963$																																																					
	DIAMETRO SALIDA TUBERIA	0.025 m																																																								
02	CARGA H (m)	4.5 m	03	POTENCIA TEORICA. (POTENCIA PROPIA DEL LIQUIDO ANTES DE ENTRAR)	0.1669	watts	07	VELOCIDAD SINCRONICA		11																																																
	CAUDAL Q= A * v	0.005 m³/s		H	4.5 m	N=		900,000	RPM																																																	
	igual a :	5 lts/s		Q	0.005 m³/s	Frecuencia f=	60	Hz																																																		
		277 lts/min		rug	0.180	pares de polos p=	4																																																			
				γ	9.81 w																																																					
04	POTENCIA REAL. (POTENCIA ENTREGADA A LA TUBINA AL GENERADOR)	0.1526	watts	08	DIAMETRO		0.0896	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>H</th> <th>Q LITS/S</th> <th>PT</th> <th>PR</th> <th>DIAM RO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4.5</td> <td>0.005</td> <td>0.1669</td> <td>0.1526</td> <td>0.0896</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7</td> <td>0.006</td> <td>0.3238</td> <td>0.2961</td> <td>0.1117</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9.5</td> <td>0.007</td> <td>0.5119</td> <td>0.4682</td> <td>0.1301</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>12</td> <td>0.008</td> <td>0.7267</td> <td>0.6647</td> <td>0.1463</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>14.5</td> <td>0.008</td> <td>0.9652</td> <td>0.8828</td> <td>0.1608</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>17</td> <td>0.009</td> <td>1.2253</td> <td>1.1207</td> <td>0.1741</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>27</td> <td>0.011</td> <td>2.4526</td> <td>2.2432</td> <td>0.2194</td> </tr> </tbody> </table>				H	Q LITS/S	PT	PR	DIAM RO	1	4.5	0.005	0.1669	0.1526	0.0896	2	7	0.006	0.3238	0.2961	0.1117	3	9.5	0.007	0.5119	0.4682	0.1301	4	12	0.008	0.7267	0.6647	0.1463	5	14.5	0.008	0.9652	0.8828	0.1608	6	17	0.009	1.2253	1.1207	0.1741	10	27	0.011	2.4526	2.2432	0.2194
		H	Q LITS/S		PT	PR					DIAM RO																																															
1	4.5	0.005	0.1669	0.1526	0.0896																																																					
2	7	0.006	0.3238	0.2961	0.1117																																																					
3	9.5	0.007	0.5119	0.4682	0.1301																																																					
4	12	0.008	0.7267	0.6647	0.1463																																																					
5	14.5	0.008	0.9652	0.8828	0.1608																																																					
6	17	0.009	1.2253	1.1207	0.1741																																																					
10	27	0.011	2.4526	2.2432	0.2194																																																					
	η	75%		H	4.5 m																																																					
	Q	0.005 m³/s		Q	0.005 m³/s																																																					
	γ	9.81 w		γ	9.81 w																																																					

Ilustración 56 tabla de resumen de las 11 secciones totales de la que está compuesta esta herramienta de cálculo.

En resumen:

01. La tabla esta compuestas por medio de parámetros que se pueden ordenar, con datos que en un proyecto podemos conocer fácilmente, como es el caso de altura de entepiso número de niveles, y diámetro de tubería, etc.

02. Aquí sacamos con los parámetros de campo 1 la H, así como Q en sus diferentes unidades.

03. La potencia teórica por los variables que debajo de resultado se tomaron en cuenta, así como:

04. La potencia real que toma en cuenta la eficiencia de un generador

05. Se ven la capacidad de energía que podremos producir durante una cantidad de tiempo

06. Esta es la velocidad de impulso con la cual se golpea a los rodetes al contacto con los cangilones

07. La velocidad sincrónica se refiere a la velocidad con la que gira el motor ya que es la misma velocidad la que se transmite del generador a la turbina por medio de la flecha.

08. El diámetro del rodete se determina por medio de H y las RPM

09. La determinación de los diámetros del chiflón está determinada por una cte. Y los valores de Q y H, el valor de Cc es referente a la forma de la válvula y como es favorable para la circulación del agua tiene un coeficiente casi nulo de solo 95% es decir que solo interfiere en el flujo un 5%, si no es necesaria la colocación de un chiflón por que reduciría proporcionalmente el caudal por la altura entonces se deja el Cc en 1.00 como si tuviera salida directa.

010. El número de palas que contendría el rodete está determinado por este apartado donde dependiendo del diámetro del chiflón y el apartado 08 del diámetro del rodete nos da el número de cangilones que ese rodete debe llevar.

011. Tabla comparativa de los siete casos de estudio

4.14 Laboratorio de hidráulica del departamento de ingeniería

Para la realización del experimento se va a ocupar en el laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería un equipo demostrativo de turbina Pelton con las siguientes características:

1. Placa base
2. Entrada tobera
3. Regulación de tobera
4. Aguja de tobera
5. Rueda Pelton
6. Carcasa de turbina
7. Manómetro
8. Dispositivo de freno ajustable
9. Balanza de resorte
10. Salida a través de la carcasa abierta

los experimentos pueden modificarse dependiendo de las variables que queramos considerar. en este caso son las presiones y las resultantes. las fuerzas están dadas en newton. se me instruyo en el manejo del equipo correspondiente modelo HM150 GUNT HAMBURG.



Ilustración 57 foto de banco de pruebas de turbina Pelton

las características del manual indican que la turbina tiene las mismas dimensiones en cuanto al diámetro comparativamente con el diseño de elaboración propia, sin embargo, varía en cuanto al número de palas que posee, en este caso es menor a la propuesta fabricada para este análisis. está diseñado para producir hasta 350 watts. En condiciones de laboratorio.



Ilustración 59 accionamiento de banco de pruebas de turbina Pelton.

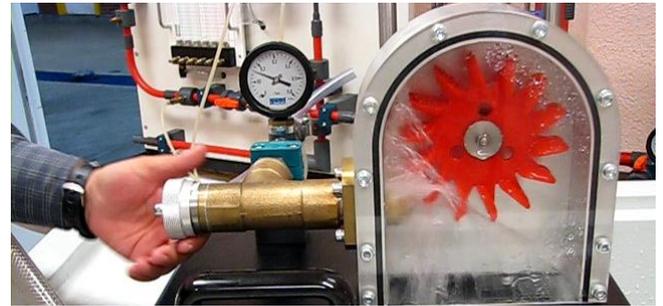
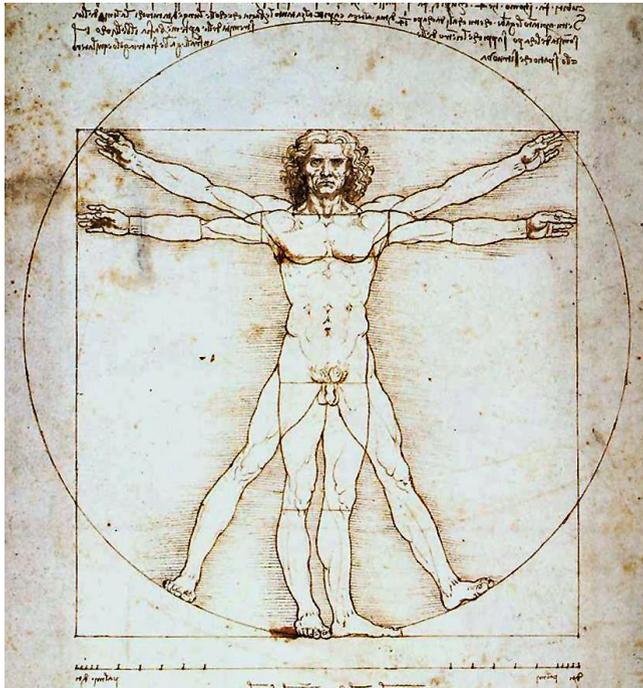


Ilustración 58 variables de turbina Pelton con bajo caudal y carga que ocasionan su frenado.



Ilustración 60 sección de tobera, dentro podemos ver una turbina Pelton de plástico con 14 palas.



5 Conclusiones

“El Arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza. Porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos.”

-Antoni Gaudí-

Se ha llegado a este proceso tan ambicioso que debemos encontrar en toda tesis, llamado - conclusiones-, los pensamientos e ideas, aquí reflejados bajo una estricta metodología de investigación y desarrollo traerán como consecuencia un satisfactorio resultado.

A su vez dar una herramienta simple a cualquier persona interesada en el tema, pero pensando principalmente en los arquitectos como implementación de consulta a sus nuevos proyectos.

Así como uno lo hizo buscando en antecesores con ideas afines, todos podrán cada vez más aportar ideas que nos ayudarán a ser más eficientes en las mejoras o aplicación de nuevas propuestas.

Las diferentes fases del trabajo, la comprensión del problema, el entendimiento de los temas, la organización y estructura del documento nos ayudan con el discernimiento de las conclusiones; en ese estricto orden lo primero que tendremos que discutir serán: los resultados, la confrontación de la hipótesis, la prospectiva y por ultimo las conclusiones.

5.1 Resultados

En lo concerniente al desarrollo de tecnología y su aplicación práctica en la República Mexicana, esta investigación y desarrollo de tecnología no se queda a un lado, es un intento por hacer una adaptación a las condiciones específicas que se encuentra en la CDMX, afortunadamente el campo en el que se desarrolla esta investigación está basado en una tecnología de la cual se hacen cada vez más intentos por aprovechar dichas energías la gran mayoría con aprovechamiento en inmuebles urbanos.

Los componentes para la fabricación y ensamblaje, aunque son muy comunes, no son de fácil producción por el proceso que llevan en cuanto a su construcción se refiere, como todo proceso de miniaturización de piezas o componentes. Lo aquí propuesto es un sistema constructivo común que se puede adaptar a los escenarios específicos de cualquier inmueble o localidad dentro de la república mexicana y del mundo con características similares.

Teniendo en cuenta las variables a considerar en la implementación de un prototipo hidráulico con aplicación arquitectónica, el desarrollo contiene su parte de sustentabilidad por el tipo de energía a utilizar mediante sistemas mixtos y aunque su aplicación generalizada todavía

se ve distante no por la parte tecnológica, ya que podemos contar con todas las piezas para su fabricación, sino por las condiciones económicas de la mayoría de los sectores poblacionales en el país.

Podemos dilucidar un horizonte que nos llevará en ese gran conglomerado de ideas, propuestas y soluciones, con un modelo específico que nos ayudara en algún momento a desarrollar y explotar al máximo dichos sistemas energéticos por todas las ramas posibles de la eficiencia, esto es por las circunstancias que los diferentes inversionistas tanto del sector público como privado les vean una utilidad formal y económicamente conveniente a dichas aplicaciones.

Se dice que la tolerancia es la base de la democracia, si la frase anterior se puede explicar en este proyecto, la implementación de dichos sistemas, todavía se ve lejos y con caminos complicados de evaluar en este momento, será hasta que las energías renovables estén favorecidas con subsidios gubernamentales o particulares sin ningún interés más que el de apoyar a las comunidades y el medio ambiente para tratar de detener el cambio climático. Porque aún las eficiencias energéticas resultan más caras y las tecnologías a nuestro alcance no están lo suficientemente popularizadas para rebajar sus costos de operación.

Es entonces cuando después de un planteamiento hipotético dirigido a la tecnología de las celdas fotovoltaicas, en el cual se plantea que en base al prototipo hidro generador se pretendía disminuir el área efectiva de los paneles solares en base al análisis presentado resulta difícil en la época actual, es decir, económico y social, implementar según los planteamientos de los objetivos antes presentados, una tecnología como lo son las turbinas de impulso para sustituir una producción eléctrica menos del 15% de lo que generan actualmente los paneles solares en su conjunto con todo su sistema a un inmueble habitacional.

Es decir, al tratarse de un sistema mixto ya se está hablando en sí de un sistema con 2 vías de generación, que dependiendo de sus condiciones son complementarios uno del otro pensado para satisfacer las necesidades diarias de consumo y nunca ninguno de los 2 sistemas estará por encima del otro. a su vez, aunque la combinación de sistemas mixtos en base al sistema eólico, fotovoltaico o hidroeléctrico, que para nuestro caso son los 2 últimos.

La mayor intención era la reducción de superficie de placas solares, la comparativa radica en que la sola producción de energía, aunque no es despreciable por las cantidades ofrecidas inclusive comercialmente, no es suficiente en comparación a la producción de un elemento que

es completamente pasivo y que no requiere costos de mantenimiento.

En mecánica todo lo que se mueve o gira, en este caso, tiende a desgastarse y descomponerse, sin lugar a duda tarde que temprano requerirá de algún tipo de mantenimiento, desde el destape de alguna tubería, su ruptura, goteo, aceitado, reparación eléctrica, etc. Es así como de entrada a mediano plazo las piezas dañadas requerirán de algún replazo, todo esto ligado al grado de uso que se le dé a dicho sistema, obviamente sería más eficiente y aceptado que el uso fuera más cotidiano de lo normal para que representara una ventaja competitiva y de rendimiento frente a otros sistemas.

A favor de su implementación, su uso y generación eléctrica para sistemas que requieren un bajo consumo de energía como lo son las lámparas de led o bien los sistemas de circuitos, por ejemplo, en la rama de la domótica, donde todos los sistemas son manejados, y me refiero solo a la operación de recursos por medio de circuitos y capacitores que no requieren más que el mínimo consumo energético para su funcionamiento. Es completamente viable, tal vez sea la forma más inmediata de implementación, el uso y cosecha de energías al parecer será, el que mayor provecho pueda sacarle a este prototipo, ya que las pantallas de control están

distribuidas por todo el inmueble, dígase casa habitación, y es más fácil hacer un enlace de sistemas directo, es decir que se aproveche en su consumo directo o bien por el proceso de almacenamiento.

Así con múltiples ejemplos y variables de consideración de proyectos es como la aplicación de dicho sistema será en corto plazo más viable, amigable y popularizado en todos los niveles socioeconómicos de la nuestra comunidad, cultura y conciencia, estando plenamente conscientes de que estamos contribuyendo ya sea por convicción, o gusto, queremos aportar para que las condiciones del planeta cambien para ayudar a las futuras generaciones en la meta que es preservar el planeta y a todos nosotros sin interferir tanto en los procesos de degradación y más en los de cuidado y aprovechamiento y restauración de recursos.

5.2 Confrontación de la hipótesis

Es la hipótesis, el planteamiento de un problema con su posible solución en base al desarrollo paso a paso de los objetivos y metas hasta llegar a una conclusión. Una de las mayores ambiciones que tiene el ser humano, está

relacionado con adquirir la mayor cantidad de conocimientos el mayor tiempo posible durante toda su existencia. Aprender, aplicar y dar un paso más allá al momento de tratar de resolver un problema previamente identificado es la meta por lograr.

Muchas veces nos infiltramos en campos de conocimiento que no son de nuestro dominio, pero que nos ayudan y llevan a expandir nuestras perspectivas. Cuando por voluntad propia retomamos otras áreas de conocimiento en auxilio de nuestra investigación incrementamos la intención y apoyo del interés común generando puentes interdisciplinarios como es el caso de la Arquitectura e Ingeniería en beneficio de los desarrollos tecnológicos.

Sabemos que existe el monopolio de la producción de combustibles fósiles y que los procesos más rentables se quedan en los países económicamente poderosos. En cambio, los países en vías de desarrollo solo hacen el proceso básico y a un bajo precio lo que genera que su enfoque tecnológico sea solo con miras a mantener y explotar los sistemas existentes aun cuando tengan décadas de antigüedad.

A raíz de diversos factores políticos, ambientales, humanos, culturales y de comunicación de una nueva generación, el manejo de las energías alternativas tiene un repunte en los últimos años. Íntimamente ligada a la

producción de energías renovables, en muchos países más desarrollados están generando este impulso, primero porque tienen el interés y los recursos para hacerlo y segundo porque tienen la tecnología para desarrollarla; aun cuando podríamos ser 100% dependientes de los combustibles fósiles.

El proceso de modernización y uso ya está en marcha, por la misma causa en las diferentes ecotecnologías existe una aguerida competencia por desarrollar la que sea más provechosa.

Las energías sustentables y su correspondiente tecnología no respetan fronteras, son perfectamente adaptables a todas las circunstancias sociales, económicas, culturales, así como a climas, posición geográfica y elemento natural, con los ambientes más extremos, como gélidos, calores extremos, vientos, compuestos químicos o la combinación de todos estos factores, estas tecnologías se abren paso poco a poco en búsqueda de la restitución del uso del petróleo y sus refinados.

5.3 Prospectiva

Esta propuesta tiene grandes derivaciones de investigación, desarrollo y aplicación por el tipo de tema aquí expuesto. Que bien pueden ir en diversas ramas como es:

5.3.1 **Gadget Tecnológico.**

De primera mano como la creación de prototipos de alta gama tanto de eficiencia y diseño, pero de baja generación eléctrica apenas para consumo personal, así como de su fácil implementación, puesto que en la mayoría de los casos para el usuario final que no repara en saber cómo funciona, si no que beneficios puede obtener con ello, se puede generar más interés, si como desarrolladores de prototipos o nuevas tecnologías, nos enfocamos a que se vuelvan productos de novedad, que generen curiosidad y ofrezcan múltiples beneficios.

Pueden ser tanto fijos para inmuebles habitacionales de cualquier tipología, como para ambientes exteriores y portátiles para uso recreativo. Un juguete tecnológico a una edad propicia que genere interés en aprender sobre las ciencias aplicadas inducirá a las nuevas generaciones a manejar las ecotecnologías de manera habitual propiciando su uso en un futuro además de su conocimiento.

5.3.2 **Domótica.**

Como profesionistas de la materia de arquitectura y construcción, el panorama es realmente alentador, es decir tenemos a nuestro alcance los recursos no solo de poder escoger los componentes necesario en un proyecto arquitectónico si no de adaptarlo como más convenga según sea el caso, no solo se trata de tener la información sino de saberla emplear, de unirse a una ya amplia gama de conocimiento y tecnologías.

Se podrá complementar y perfeccionar como una herramienta de análisis de producción de electricidad y su enlace en software especializado como un motor de evaluación energética Ecodesigner de Archicad o Revit más Insight de Autodesk bajo sistema BIM para completar los análisis y ampliarlo a simulaciones que contengan esta aplicación de cálculo.

5.3.3 **Evaluación Energética.**

Se podrá ahondar en la importancia del desarrollo e implementación en campo dentro de los sistemas públicos a nivel federal o estatal, y su aprovechamiento en comunidades

urbanos o rurales, en lugares naturalmente favorecidos con una corriente natural de agua, como un río o lago, así como en medios urbanos artificiales específicamente creados o adaptados para la generación en una escala mayor que contribuya a las comunidades que lo tengan. Comunidades que se vean aventajadas con alumbrado público y que no genere gastos a sus municipalidades o alcaldías es un beneficio en gasto que se puede ahorrar o dirigir a otros rubros mientras se tengan dichas implementaciones. La generación estará ligada a como tener acceso a los recursos necesarios para su desarrollo, su preservación de los ya disponibles y la renovación de las existentes dependiendo del grado de intrusión que se permita aplicar en la zona.

5.4 Conclusiones

según los resultados expuestos, se puede concluir que la generación de energía con base en un prototipo hidroeléctrico con el principio de una turbina de pequeñas dimensiones, pero de características tecnológicas de escala urbana son favorables, sin embargo, tratar de reducir el área y la cantidad de paneles solares con este sistema no sería posible en función que son dos sistemas diferentes diseñados

para funcionar de manera alterna y calculados para abastecer las necesidades específicas de quien lo requiera. Pueden los sistemas mixtos solar – hidráulico ser compatibles y complementarios.

La cantidad de energía que se puede producir con el prototipo está en función del impacto de aplicación es decir si la implementación fuera adaptada para funcionar en áreas urbanas usando la infraestructura existente en tuberías primarias de un diámetro de 80 a 60 cms. el alcance debería ser mayor como por ejemplo en infraestructura urbana, alumbrado público, recarga de vehículos eléctricos para uso oficial, semáforos, módulos de policía, si el prototipo fuera implementado en tuberías secundarias donde el diámetro es de 40 a 10 cms. el beneficio es meramente local, en los mismos rubros, teléfonos, anuncios led, etc. Si la implementación fuera de carácter local con tuberías que van de los 1.3 a 10 cms. la energía producida sería de carácter residual y su uso personal estaría limitado a alumbrado de casas, carga de celulares, y aparatos básicos de bajo consumo.

El análisis y desarrollo de un nuevo prototipo en el campo de las energías limpias nos lleva a pensar en su impacto benéfico directo a un inmueble de cualquier tipología.

El ángulo de pensamiento y aplicación está en función de gestionar la comunicación entre la ciudad, el edificio, el entorno y el clima; entre tantas cosas por medio de un nuevo sistema de aprovechamiento y generación.

El principio de los edificios inteligentes y con diseño sustentable para el medio ambiente, no es el de tener las últimas tecnologías instaladas sin ninguna razón, si no de llevarlas en conjunto y coordinadas al ahorro por medio del análisis de datos, brindando confort de manera que no se genere demanda de energía si no es necesario, es decir, analizar la envolvente térmica, la climatización y las energías renovables.

La decisión de la mejor implementación y análisis está en función de que podamos aprovechar el entorno y comunicarnos con los inmuebles que le rodean, partiendo de esto diseñar para que consuman lo mínimo posible y rehabilitar física o energéticamente lo ya existente con el mismo fin, posteriormente revisar las fuentes pasivas y activas de generación de energías renovables y si aun así la demanda no se pudiera cubrir, hacer uso de los sistemas convencionales a manera de respaldo para funcionar como un equilibrio en aras de el buen desarrollo de funciones, confort y habitabilidad.

Una vez que tengamos bien claros estos parámetros de diseño y aplicación y la estratificación tal cual se ha mencionado, deberemos hacer el desarrollo y uso de sistemas de generación distribuida en las comunidades para aprovechar la merma en la producción residual de cada elemento (inmueble) e inyectar el sobrante a la red municipal.

Solo bajo este esquema podremos tener un uso más natural del acondicionamiento habitacional haciendo llegar el confort a un mayor número de personas, poco a poco podremos tener un concepto holístico del uso de energías renovables de cualquier tipo al alcance de nuestras manos.

6 Apéndices

6.1 Glosario:

Potencia. La potencia de una máquina, aparato de consumo o equipo generador eléctrico es la capacidad que tiene para consumir o generar electricidad en un momento determinado. La potencia, que es independiente del tiempo, se mide en vatios (W).

Energía. Es la capacidad de generar trabajo. La energía consumida generada por un aparato eléctrico es igual a su potencia multiplicada por el número de unidades tiempo de funcionamiento. Así, un televisor de 70 W de potencia que funcione 3 horas en un día habrá consumido $70 \text{ W} \times 3 \text{ h} = 210 \text{ Wh/día}$; una turbina hidráulica de 1 kW de potencia funcionando las 24 horas del día, generara $1 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 24 \text{ kWh/día}$. La unidad de medida más corriente es, por lo tanto, el vatio-hora o sus múltiplos ($\text{kWh} = 1000 \text{ Wh}$).

Tensión. Indica la diferencia de potencial que existe en un circuito eléctrico. La unidad de medida que se utiliza es el voltio (V).

Intensidad. En un circuito eléctrico, la intensidad indica la cantidad de electricidad que circula por él. La unidad empleada es el amperio (A).

Resistencia. Indica la dificultad de propagación de la corriente eléctrica a través de un circuito. Se utiliza la unidad ohmio (Ω).

Conductividad. Es la inversa de la resistencia.

Potencia de una placa fotovoltaica. La potencia de una placa fotovoltaica, que se expresa en vatios-pico (Wp), representa la potencia que puede generar en unas condiciones muy concretas: una intensidad radiante de 1000 W/m^2 y una temperatura de la placa de 25°C .

Capacidad de una batería. Se expresa normalmente en amperios-hora (Ah), para un tiempo de descarga determinado (de 1 h a 100 h, por ejemplo) y por un voltaje nominal de trabajo concreto. El tiempo de descarga influye notablemente en el número de amperios-hora que se pueden recuperar de una batería: cuanto más lenta es la descarga, más energía se puede obtener. A veces, es costumbre expresar la capacidad en kilovatios-hora, para lo cual hay que multiplicar la capacidad expresada en amperios-hora por el voltaje (en voltios) de las baterías.

6.2 Formulas

6.2.1 Dinámica de fluidos

Las variables para el cálculo de potencia de salida de agua son las siguientes:

La ecuación de Bernoulli, que es un resultado de la conservación de la energía aplicada a un fluido ideal, generalmente se expresa como:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte.} \quad (10.8)$$

Ilustración 61 Ecuación de Bernoulli.

6.2.2 Fórmula de Manning

Para recorrido en tubería: galvanizado - PVC

$$V = \frac{1}{n} R_h^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

6.2.3 Ecuación de Bernoulli.

Cuando un fluido se mueve por una región en que su rapidez o su altura se modifican la presión también cambia.

Aplicación en tubo de Venturi, para medir la velocidad de flujo en fluido incompresible



Ilustración 62 Tubo de Venturi

6.2.4 Ley de Torricelli

donde la rapidez de salida de fluido está en función de la presión atmosférica

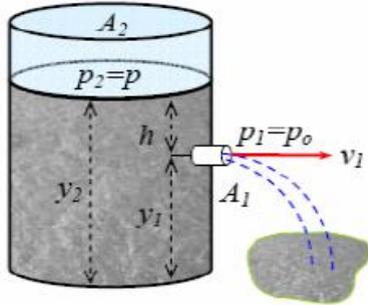


Ilustración 63 ley de Torricelli

Podemos concluir de esta parte del análisis que es muy factible a su vez hacer un modelo, sin tener que llegar a la representación física del mismo.

6.2.5 Cálculo para conocer la energía potencial de un flujo hidráulico en watts

En mi caso de estudio manejaremos las siguientes variables para un tramo de 1 km de tubería manera de ejemplo de producción en condiciones ideales:

$$1 \text{ kw} = \frac{rQH}{1000} =$$

$$\frac{(\text{peso unitario}, \frac{N}{m^3})(\text{descarga}, \frac{m^3}{s})(\text{perdida de carga}, m)}{1000}$$

Peso unitario del agua es $9810 \frac{N}{m^3}$

Descarga de $3 \frac{m^3}{s}$

Sin pérdida de carga será:

$$1 \text{ kw} = \frac{rQH}{1000} = \frac{9810(3)0}{1000} = 343.35 \text{ kw/m}$$

6.2.6 Fluido en movimiento

<p>VELOCIDAD MEDIA</p> <p>$v_{media} = Q/A$</p>	<p>El agua fluye en una tubería con un diámetro de 50 cms, con una distribución cónica de la velocidad, en las paredes de la tubería la velocidad es cero y en el centro su valor máximo es de 2.5 lts/s. Determínese la velocidad media, la descarga y la razón de flujo de masa.</p>
--	--

área transversal tubería sección $A = (\pi r^2) / 4 = 0.2 \text{ m}^2$

Para obtener la velocidad media se calcula primero el volumen de la función de distribución cónica de la velocidad. El volumen del cono de 2.5 m/s de altura es

$\text{vol. cono} = 1/3 (\text{área de la base}) (\text{altura}) = 1/3 (0.2) 2.5 = 0.17$

la altura de un cilindro de igual volumen constituye la medida de la velocidad media:

$\text{vol. cilindro} = (\text{área de la base}) (\text{altura}) = 0.2 (\text{media}) = \text{Vol. cono}$

$V_{media} = 0.17 / 0.2 = 0.85 \text{ m/s}$

la descarga está dada por la ecuación como:

$v_{media} = Q/A$

$Q = A \cdot V_{media} = 0.2 (0.85) = \mathbf{0.17 \text{ m}^3 / \text{s}}$

La razón de flujo de masa de la descarga por la densidad. se puede tomar la densidad como 1000 kg/m³, por tanto

$\text{razón de flujo de masa} = 1000 (0.17) = 170 \text{ kg/s}$

7 Bibliografía:

- Gardea Villegas, Humberto, Aprovechamientos Hidroeléctricos y de bombeo edit. Trillas.
- Manual de usuario de instalaciones fotovoltaicas, edit. Progensa, SEBA.
- Simón I. Andrew, Hidráulica Básica, Limusa, grupo noriega editores
- Falk Antony, Christian Dürschner, Karl-Heinz Remmers, Fotovoltaica Para Profesionales, diseño,
- Instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas, Progensa, Sevilla 2006.
- Zubicaray Viejo, Manuel, Energía Hidroeléctrica, turbinas y plantas generadoras. Editorial Limusa, México 1977.
- Ortega Molina Ana Lilia ahorro de energía eléctrica en viviendas de interés medio, tesis UNAM, agosto 2009
- Arturo Romero Paredes Rubio. *Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica*, marzo 24 de 2001, Southwest Technology Development Institute New México State University
- TAMAYO y TAMAYO, Mario, (4º Edición) *El Proceso de la Investigación Científica*, Editorial LIMUSA, Grupo Noriega Editores, México, 1998.
- SABINO, Carlos A. (5º Edición) *El Proceso de la Investigación*, Editorial panamericana, santa fe de Bogotá, Colombia 2000.
- Ing. Héctor L. Gasquet, Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica, Manual Teórico Practico sobre los Sistemas Fotovoltaicos, El Paso, Texas
- Miguel Alonso Abella, sistema de bombeo fotovoltaico, departamento de energías renovables ciemat pág. 18.3 a 18.69
- M Ibáñez Plana, Rosell Polo Urrutia, *energías renovables, tecnología solar*, ediciones mundi-presa Barcelona 2005.
- Cembranos Vistal, Florencio sistema de control secuencial, aplicaciones industriales, editorial paraninfo.
- Sánchez-campos, Teodoro. Promoción de la micro y mini hidroenergía en el Perú gerente del programa de energía itd-g-perú.
- Roger Timings Las Claves Del Proceso De Diseño

7.1 Referencias internet

- <http://www.enalmex.com/paginas/paquetes/paquete3.htm>
- <http://www.enalmex.com/paginas/baterias.htm#det>
- http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/tipo_cambio/
- http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/salarios_minimos/
- http://www.enalmex.com/docpdf/bombas/guiavol1_pdf.pdf
- <http://biblio.unicauca.edu.co/Bibliotecas/redacta.php>
- <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1430>
- http://www.sener.gob.mx/portal/fuentes_de_energia.html
- http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva_electricidad%20_2009-2024.pdf
- http://buscon.rae.es/drael/SrvItConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cultura
- <http://eusebiobgc7.blogspot.com/2010/07/el-hombre-universal.html>
- http://www.gunt.de/static/s1_1.php?p1=&p2=&pN=
- <http://www.vogelsangusa.com/RotaCut/RC10000.htm>
- <http://www.sea.siemens.com/us/Products/Electric-Motors/IEC-Low-Voltage-Motors/Pages/Standard-Motors.aspx>
- http://www.mx.sew-eurodrive.com/support/documentation_result.php?gruppen_id=A22&img=
- <http://www.savinobarbera.com/espanol/download.html>
- <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1174995>
- <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/turgo.htm>
- <http://www.utilityfree.com/hydro/>
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/500w-small-hydro-turbine-unit-turgo-turbine--211004124.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=r7DFDrFbWT4&feature=related>
- <http://www.youtube.com/watch?v=IF1enjE59x8>
- <http://spanish.alibaba.com/manufacturers/turgo-turbine-manufacturer.html>
- http://www.amadeus.net/home/converters/es/area_es.htm
- <http://www.translatorscafe.com/cafe/units-converter/energy/c/>
- <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#3>
- <http://www.google.com/search?q=generador+electrico&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a>
- http://www.bombasdelnorte.com/selec_generadores.html
- http://www.google.com/search?q=generador+ge&hl=es&sourceid=gd&rlz=1Q1GGLD_esMX410MX417&aq=t
- <http://www.ordenadores-y-portatiles.com/estereolitografia.html>
- <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>

7.2 Tabla de ilustraciones

- *Ilustración 1 Red Eléctrica común (10 pasos para tener energía eléctrica en casa)*
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rede_ctrica2.png?uselang=es#filelinks 14
- *Ilustración 2 Fuente PRODESEN (programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional) pág. 33* 15
- *Ilustración 3 Esquema conceptual de sistema fotovoltaico* 15
- *Ilustración 4 energía verde.*.....
<http://revistanuevasenergias.com/wp-content/uploads/2019/08/ENERGIA-VERDE-800x570.jpg> “Reproducción realizada con fines didácticos.” 17
- *Ilustración 5 energías renovables.*
https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Images/header_images/DNoticias/2018/energia-renovable-mexico-article.jpg/_jcr_content/renditions/cq5dam.web.1400.350.desktop.jpeg “Reproducción realizada con fines didácticos.” 19
- *Ilustración 6 Programa Independiente de captación de agua de lluvia denominado Isla Urbana. Foto de © Isla Urbana., edición 2010, “Reproducción realizada con fines didácticos.”* 23
- *Ilustración 7 casa habitación. Foto de*
<http://mx.casas.posot.com/casas/mx/venta/2010/02/25/16622.jpg> “Reproducción realizada con fines didácticos.” 25
- *Ilustración 8 diagrama base de funcionamiento de motor hidroeléctrico. Elaboración propia.* 26
- *Ilustración 9 COSTO DE INSTALACIÓN EN % CON CELDAS FOTOVOLTAICAS* 30
- *Ilustración 10 Tabla comparativa de precio en dólares y pesos mexicanos.* 32
- *Ilustración 11 salarios mínimos vigentes por área geográfica* 33
- *Ilustración 12 salario mínimo por zona geográfica*
https://salariminimo2018mexico.com/wp-content/uploads/2018/12/mapa-salariminimo2019mexico.com_.jpg.
reproducción con fines didácticos. 33
- **Ilustración 13 Tabla de repartición de ingresos.** 34
- *Ilustración 14 ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO se muestra esquemáticamente como por medio de un flujo de energía cinética, se podría proveer a través de un generador y una turbina, electricidad en la cantidad necesaria. Dependiendo de las variables que le correspondan a dicho inmueble puede ser a una escala micro como: autos, casas, departamentos, alumbrado público, hasta colonias y delegaciones.* 36

- *Ilustración 15 ESQUEMA CONCEPTUAL DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO, DETALLE DE APLICACIÓN EN CALLES. La energía cinética que podemos obtener por medio del flujo hidráulico dependiendo del diámetro de las tuberías que existen en nuestras colonias o casas. una vez haciendo el análisis y evaluación del mejor lugar disponible en la ciudad según el área de estudio, se podrá insertar el prototipo para generación mencionada. Puede ser de tipo mixto alimentando con fotoceldas. 37*
- *Ilustración 16 Tabla insolación global media. 39*
- *Ilustración 17 Montaje de turbina axial de 25 kW, Las Juntas, Perú..... 44*
- *Ilustración 18 propiedades de las Turbinas. .. 47*
- *Ilustración 19 Esquema de desarrollo de Hidrogenerador mixto 49*
- *Ilustración 20 Caso de movimiento turbulento en tuberías..... 51*
- *Ilustración 21 primer prototipo y componentes generales..... 53*
- *Ilustración 22 Cálculo De Flujo De Tuberías . 56*
- *Ilustración 23 Trabajo Energía Y Potencia 56*
- *Ilustración 24 Sistema Híbrido En Paralelo. .. 57*
- *Ilustración 25 Sistema FV Híbrido Con Conmutador Automático 57*
- *Ilustración 26 Esquema De Turbina. Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General..... 59*
- *Ilustración 27 Esquema De Bomba Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General. 60*
- *Ilustración 28 Diagrama De Planta De Rebombear, Elaboración Propia. Clase de Hidráulica General..... 63*
- *Ilustración 29 El Proceso De Diseño 64*
- *Ilustración 30 El Proceso De Diseño, Descrito En Términos De Palabras Claves Para Cada Fase Del Proceso..... 64*
- *Ilustración 31 Las Claves Del Proceso De Diseño, Por Roger Timings 65*
- *Ilustración 32 El Proceso De Diseño, Descrito En Términos De Palabras Claves Para Cada Fase Del Proceso..... 65*
- *Ilustración 33 Plano De Construcción Del Rodete..... 69*
- *Ilustración 34 modelado de rodete, vista en planta superior e inferior..... 70*
- *Ilustración 35 modelado de rodete, vista en alzado e isométrico 71*
- *Ilustración 36 estrella seccionada de rodete con palas. Plano de construcción..... 73*
- *Ilustración 37 rodete correspondiente a turbina turgo completa..... 73*
- *Ilustración 38 preparación y capacitación de equipo de modelado..... 74*
- *Ilustración 39 apoyo de lasus, laboratorio de sustentabilidad para la realización del modelo rápido. 74*

- *Ilustración 40 impresión de rodete en una pieza..... 75*
- *Ilustración 41 rodete y pala individual realizada por modelo de prototipos rápidos en el taller lasus 76*
- *Ilustración 42 tabla de análisis de carga H ... 80*
- *Ilustración 43 Sección 1 de tabla de cálculo.. 80*
- *Ilustración 44 tabla de diámetros de tuberías. 80*
- *Ilustración 45 Sección 2 de tabla de cálculo.. 81*
- *Ilustración 46 Sección 3 de tabla de cálculo.. 82*
- *Ilustración 47 Sección 4 de tabla de cálculo.. 82*
- *Ilustración 48 Sección 5 de tabla de cálculo.. 83*
- *Ilustración 49 Sección 6 de tabla de cálculo.. 83*
- *Ilustración 50 Sección 7 de tabla de cálculo.. 84*
- *Ilustración 51 Sección 8 de tabla de cálculo.. 84*
- *Ilustración 52 Sección 9 de tabla de cálculo.. 85*
- *Ilustración 53 Sección 10 de tabla de cálculo. 85*
- *Ilustración 54 Sección 11 de tabla de cálculo. Todas las variables en conjunto, número de casos, carga, caudal, potencia teórica, potencia real y diámetro de rodete. 86*
- *Ilustración 55 grafica de análisis de 7 tipos diferentes de variable en función de carga H. 87*
- *Ilustración 56 tabla de resumen de las 11 secciones totales de la que está compuesta esta herramienta de cálculo..... 88*
- *Ilustración 57 foto de banco de pruebas de turbina Pelton 90*
- *Ilustración 58 sección de tobera, dentro podemos ver una turbina Pelton de plástico con 14 palas. 91*
- *Ilustración 59 variables de turbina Pelton con bajo caudal y carga que ocasionan su frenado. 91*
- *Ilustración 60 accionamiento de banco de pruebas de turbina Pelton. 91*
- *Ilustración 61 Ecuación de Bernoulli. 101*
- *Ilustración 62 Tubo de Venturi..... 101*
- *Ilustración 63 ley de Torricelli..... 102*

