



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

PRÁCTICA PROFESIONAL

PRÁCTICA PROFESIONAL EN HIDROELÉCTRICA CUYAGUAL SA DE CV

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

JANE MAHONEY GONZÁLES RIVERA 21251066

ASESOR:

ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS

CAMPUS SAN PEDRO SULA

JULIO 2018

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA
CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

HIDROELÉCTRICA CUYAGUAL SA DE CV

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

“ING. LOURDES PATRICIA MEJÍA RAMOS”

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT

JANE MAHONEY GONZÁLES RIVERA

TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Jane Mahoney Gonzáles Rivera, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Práctica Profesional en Hidroeléctrica Cuyagual S.A De C.V, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento

con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 16 días del mes de abril de dos mil dieciocho.

, Jane Mahoney Gonzáles Rivera

21251066

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Lourdes Patricia Mejía Ramos

Asesor Metodológico | UNITEC

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Coordinador Académico de la Facultad
de Ingeniería Civil | UNITEC

Ing. Cesar Orellana

Jefe Académico de Ingenierías | UNITEC

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado en el camino y permitirme alcanzar este logro, Dios es, y fue, mi fortaleza en esta etapa importante de mi vida hasta su culminación. A mis padres Dunia Onelia Rivera Mejía y José Antonio Gonzáles Osorio por el amor, su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa y por darme la mejor enseñanza que es, la humildad, la disciplina y la perseverancia pueden ante cualquier obstáculo. A mis hermanos Darío Alejandro Gonzáles Rivera y José Antonio Gonzáles Rivera, por desear en mi vida el bien únicamente. A los catedráticos por compartir sus conocimientos, para formar profesionales de éxito. Por ultimo al resto de mi familia que siempre me han apoyado ante cualquier adversidad.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento primeramente a Dios por ser el centro de mi vida y por brindarme la sabiduría para poder lograr el desarrollo de mi vida profesional.

Agradecer de manera especial a la empresa Hidroeléctrica Cuyagual S.A y todo su personal por permitirme realizar mi práctica profesional junto a ellos y poder poner en práctica mis conocimientos y a la vez adquirir nuevas experiencias que me ayudaron a crecer de forma profesional.

De igual manera agradecer al Ing. Mario López por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, así como también al Ing. David Mora por brindarme sus conocimientos y guiarme a lo largo de mi tiempo de práctica.

Brindar mis sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron presentes en este proceso y me ayudaron a fortalecer mis habilidades y brindarme su apoyo en todas las actividades realizadas.

RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente informe se pretende presentar el trabajo realizado durante el desarrollo de la Práctica Profesional en la empresa Hidroeléctrica Cuyagual S.A que se inició el 23 de abril del 2018.

El trabajo realizado durante la Práctica Profesional fue realizado en su totalidad en el Proyecto en desarrollo Planta Hidroeléctrica Santa Lucía en Santa Bárbara, en al área de supervisión del embalse. Velando por el cumplimiento de las actividades solicitadas en el contrato, así como el control de la calidad de estas.

El periodo de practica como ya se mencionó inicio el 23 de abril del 2018 hasta el 8 de Julio del 2018, cumpliendo con una jornada laboral de 11 horas diarias de lunes a viernes. Con un total de 11 semanas trabajadas.

Dentro de las actividades que se realizaron destacan la supervisión del talud en el embalse, así mismo, se realizó la supervisión de la construcción del dissipador de energía del aliviador del embalse. Cabe de mencionar, estas dos obras realizadas en el embalse era realizada por contratista diferente. Parte fundamental de este trabajo fue la realización de los reportes de avance de obra a diario presentados a la empresa constructora y empresa supervisora. Se evaluó la calidad de obra que se estaban realizando en su momento en esta área, como ser, fundiciones de muros, fundiciones de gradas, acarreo de material, cumplimiento de acuerdos realizados por la empresa constructora y contratista, etc. Se realizaron trabajos en otras áreas del proyecto, por ejemplo, cálculo de cantidades de obra de acero en el portal de entrada del túnel, cálculo de cantidades de obra de acero de los puntos de intercepción de la tubería de impulsión en casa de máquinas del PI 5, PI 6 y PI 7, fundición de PI 5(puntos de intercepción 5) en casa de máquinas. Por otra parte, se realizó supervisión en la instalación de la tubería de presión y supervisión de la obra toma que es compromiso social por parte de la empresa.

Las actividades desarrolladas fueron de gran ayuda para poder entender el trabajo ingenieril que se desarrolla en un proyecto de gran magnitud como es una hidroeléctrica, así como también las gestiones necesarias para poder realizar el trabajo de la mejor manera, al igual que el trato con el personal existente desarrollando las mejores relaciones con estos y así el trabajo en equipo sea más eficiente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO	13
I. INTRODUCCIÓN	16
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	17
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	17
2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA.....	17
2.3 OBJETIVOS	18
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
III. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1 La Fuerza Hidroeléctrica.....	19
3.2 Las Centrales Hidroeléctricas a Pequeña Escala	19
3.2.1 Clasificación según captación del agua	20
3.2.2 Clasificación de centrales según el potencial.....	21
3.2.3 Clasificación de centrales según su vinculación.....	22
3.3 Estudio de Demanda	22
3.4 Parámetros Básicos para una Microcentral	22
3.4.1 Medición del caudal	22
3.4.2 Medición del salto	22
3.5 Componentes De Una Microcentral Hidroeléctrica	23
3.6 Tipos de Turbinas	24
3.7 Selección de Turbinas Hidráulicas.....	24
3.8 Impacto Ambiental.....	25
IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	27
SEMANA 1 DEL 23 DE ABRIL AL 29 DE ABRIL.....	27
SEMANA 2 DEL 30 DE ABRIL AL 06 DE MAYO.....	28
SEMANA 3 DEL 07 DE MAYO AL 13 DE MAYO.....	29
SEMANA 4 DEL 14 DE MAYO AL 20 DE MAYO.....	30
SEMANA 5 DEL 21 DE MAYO AL 27 DE MAYO.....	31
SEMANA 6 DEL 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO	32
SEMANA 7 DEL 4 DE JUNIO AL 10 DE JUNIO	33
SEMANA 8 DEL 11 DE JUNIO AL 17 DE JUNIO	34
SEMANA 9 DEL 18 DE JUNIO AL 24 DE JUNIO	35
SEMANA 10 DEL 25 DE JUNIO AL 1 DE JULIO	36
SEMANA 11 DEL 2 DE JULIO AL 8 DE JULIO	36

CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Ciclo Hidrológico.....	19
Ilustración 2.Central hidroeléctrica a pequeña escala.	20
Ilustración 3.Central de agua fluyente.....	21
Ilustración 4. Componentes de una microcentral.	23
Ilustración 5.Tipos de Turbina de acuerdo a la trayectoria del flujo.....	24
Ilustración 6.Rangos de operación de turbinas.....	25
Ilustración 7. Central hidroeléctrica a filo de agua.	42
Ilustración 8. Armado de acero caja puente portal de salida	42
Ilustración 9. Túnel de 510 metros de longitud	43
Ilustración 10. Prueba de carga de la grúa puente con 40 ton.....	43
Ilustración 11. Turbina Pelton	44
Ilustración 12. Filtro lateral del talud.....	44
Ilustración 13. Acarreo de material grueso.....	45
Ilustración 14. Filtro talud.....	45
Ilustración 15. Campo de futbol	45
Ilustración 16, Perforación anclajes PI 7.....	46
Ilustración 17. Generador	46
Ilustración 18. Disipador de energía.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación según potencial.....	21
Tabla 2. Características principales de las turbinas.....	24
Tabla 3 .Impacto ambiental de sistemas de producción eléctrica.....	26

GLOSARIO

Afluente: Un afluente corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar, sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

Embalse: La acumulación de agua producida por una construcción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

Represa: Es una construcción de tipo hidráulico. Su finalidad es la retención del agua de los acuíferos y de los ríos para almacenarla y para que luego pueda ser utilizada por los habitantes de una comunidad, un pueblo o una ciudad.

Canal: Aquellos conductos de agua estrechos por los cuales se puede navegar o que pueden servir para re direccionar el curso del agua de otros espacios naturales como el mar o un río.

Hidrología: Estudio de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua continental y marítima, su distribución y circulación en la superficie de la Tierra, en el suelo y en la atmósfera.

Suelo: Es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación.

Cal viva: Sustancia alcalina blanca, ligera y cáustica, que en contacto con el agua se hidrata y desprende calor; se emplea en la fabricación de abonos, cementos y materiales refractarios.

Turbina: Máquina que consiste en una rueda en el interior de un tambor provista de paletas curvas sobre las cuales actúa la presión de un fluido haciendo que esta gire.

Generador: Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrica entre dos de sus puntos (llamados polos, terminales o bornes) transformando la energía mecánica en eléctrica.

Turbina Pelton: es uno de los tipos más eficientes de turbina hidráulica. Es una turbo máquina motora, de flujo tangencial (transversal), admisión parcial y de acción.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

Desarenador: Es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen al canal de aducción, a la central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas.

Compuerta hidráulica: Es un dispositivo hidráulico-mecánico destinado a regular el pasaje de agua u otro fluido en una tubería, en un canal, presas, esclusas, obras de derivación u otra estructura hidráulica.

Sedimentación: Es el proceso por el cual los materiales son transportados por distintos agentes (escorrentía, glaciares, viento) y procedentes de la erosión y la meteorización de las rocas son depositados, pasando a ser sedimentos.

Talud: Acumulación de fragmentos de roca partida en la base de paredes de roca, acantilados de montañas o cuencas de valles

Topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Túnel: Paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una vía de comunicación a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo.

Tubería: Es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.

Acarreo de material: Incluye todo movimiento de materiales a través de varios almacenes de operaciones desde la materia prima hasta la última etapa de embarque del producto.

Roca: Es una piedra muy dura y sólida. Para la geología, una roca es un sólido cohesionado que está formado por uno o más minerales.

Voladura: Es la acción de fracturar o fragmentar la roca, el suelo duro, el hormigón o de desprender algún elemento metálico, mediante el empleo de explosivos.

Dinamita: Es un explosivo muy potente compuesto por nitroglicerina, una sustancia explosiva líquida a temperatura ambiente y muy inestable que al ser absorbida en un medio sólido (inicialmente, diatomita, roca formada por caparazones silíceos de diatomeas), se convierte en un explosivo más estable.

Excavación. Al proceso de análisis de las estratigrafías naturales y antrópicas que se sedimentan en un determinado lugar.

Relleno: Es el trabajo que se realiza en la construcción, tanto de una obra ingeniera como de arquitectura, con el fin de elevar la cota del perfil natural del terreno, o restituir dicho nivel después de haberse realizado una excavación.

Compactación: Es el proceso realizado generalmente por medios mecánicos, por el cuál se produce una densificación del suelo, disminuyendo su relación de vacíos.

Energía: Es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.

I. INTRODUCCIÓN

Una central hidroeléctrica es una planta productora de energía eléctrica generada a partir de la energía potencial del agua que se encuentra retenida en una represa o dique. La planta hidroeléctrica Santa Lucía es tipo filo de agua. Generalmente, “a filo de agua” se refiere a un proyecto de energía hidroeléctrica ya sea con un embalse pequeño o sin embalse. Éstos difieren de las represas con embalse tradicionales, que almacenan grandes cantidades de agua durante la temporada de lluvias para permitir la liberación de agua año redondo para generar energía. En vez, debido a que tienen una capacidad de almacenamiento comparativamente limitada, los proyectos ROR se construyen generalmente en ríos con flujos anuales bastante consistentes, los que ocurren naturalmente o son regulados por una represa de almacenamiento corriente arriba.

Una central hidroeléctrica de embalse funciona de manera bastante similar a una central hidráulica de pasada. Ambas plantas, para generar la energía constan de las siguientes obras: toma de agua del río, a través de una bocatoma o embalse, la que es derivada a obras de conducción, ya sea por un canal, acueducto, tubería o túnel, el cual tiene una pendiente menor a la del río o cauce original. Al término de las conducciones en acueducto (canal) hay una cámara que se le conoce como “cámara de carga”, cuya función es traspasar el agua desde el canal a la tubería en presión evitando la entrada de aire. La tubería en presión conduce el agua desde la cámara de carga hasta la turbina, lugar en que se transforma la energía hidráulica en energía mecánica de rotación y luego mediante el generador en energía eléctrica. El agua es desuelta finalmente desde la turbina al río.

La obra de conducción, que puede ser un canal, tubería o túnel, que opera como acueducto, es decir sin presión, a medida que se va alejando del punto de captación, por su menor pendiente respecto del cauce del río, tiene una diferencia de altura sobre éste, que se le conoce como “altura de caída” o “salto”. Por la diferencia de altura se produce una presión que junto con el caudal de agua hace mover una turbina.

Del agua transportada se aprovecha la altura (presión) y su caudal para producir electricidad; ambos factores determinan la potencia de una central hidroeléctrica.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Grupo Montecristo fue fundada en 1910, es un grupo empresarial familiar de capital hondureño con una visión socialmente responsable y donde la diversificación, excelencia y emprendedurismo son pilares fundamentales para el desarrollo de negocios; transformando así retos en oportunidades en las áreas de Agro Negocios, Petróleo, Energía Renovable, Inmobiliaria, Transporte aéreo/terrestre, e Iniciativas Sociales.

Empresas miembros de Grupo Montecristo: Becamo, Copemsa, Fundación Montecristo (FUNDAMON), Hacienda Montecristo, Hidroeléctrica Cuyagual, Inmobilia, Condominios Terranova, TRANSFLOSA y Volar.

2.1.2 MISIÓN

Continuar con el crecimiento diversificado a través de los cuales ofrezcamos calidad, seguridad, respeto por las personas, el medio ambiente, y las leyes fomentando el desarrollo de nuestro país a través de la generación de empleo, buenas practicas responsables que nos permiten retornos de la inversión de nuestros accionistas, mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores, obtener reconocimientos y certificaciones que garantizan nuestra transparencia y servicio.

2.1.3 VISIÓN

Ser un equipo integro, comprometido y efectivo en atender las crecientes demandas de desarrollo urbano de calidad en nuestra sociedad.

2.1.4 VALORES DE LA EMPRESA

- ✓ Calidad

Procesos que llevan a definir funciones, que al ser cumplidos, permiten alcanzar los objetivos propuestos, y tener como principal prioridad, la satisfacción al cliente que nos permite la permanencia de la empresa en el mercado y hacer efectiva la garantía de nuestros productos y servicios.

- ✓ Responsabilidad

Cumplimos con nuestro deber haciendo nuestras políticas y disposiciones de la empresa.

- ✓ Perseverancia

Somos constantes y firmes en nuestras acciones porque es la base para obtener el éxito.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los conocimientos y habilidades que se obtuvieron durante la preparación académica, para lograr la capacidad de desempeñar las tareas y actividades que caracterizan al ingeniero civil, todo con el fin de ayudar a cumplir con las exigencias presentadas en el mercado laboral.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

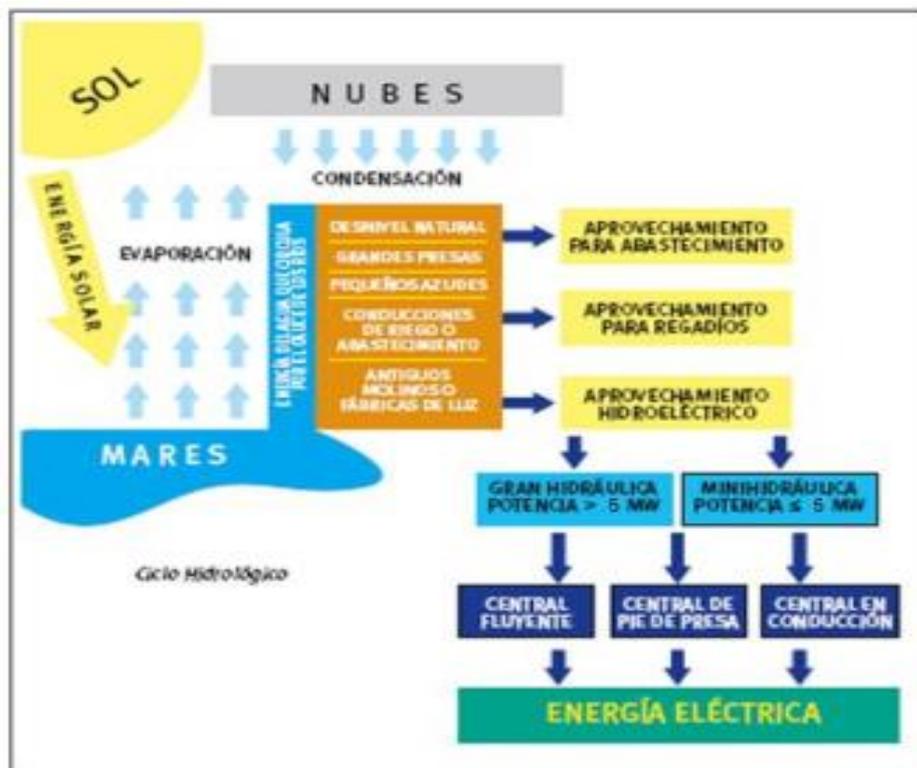
- 1) Desempeñar de una manera adecuada las actividades de supervisión del trabajo realizado en el proyecto.
- 2) Reportar semanalmente sobre avance de obras y cumplimiento de las normas de seguridad establecidas en el proyecto con el fin de llevar un control de las actividades.
- 3) Ampliar los conocimientos sobre equipos de construcción, para poder llevar un control de estos en la ejecución del proyecto.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 La Fuerza Hidroeléctrica

El concepto básico para obtener energía hidroeléctrica es aprovechar la energía cinética del agua que cae. Este se almacena en un embalse o fluye naturalmente a lo largo de un río, se conduce para pasar a través de una turbina, la cual rota por la fuerza de la presión y el flujo del agua. La turbina esta mecánicamente conectada a un generador eléctrico, el cual también es forzado a rotar, generando así electricidad. (Carless,2012, pag.100)

Ilustración 1.Ciclo Hidrológico.



Fuente: (IDEA,2006,Pág. 26)

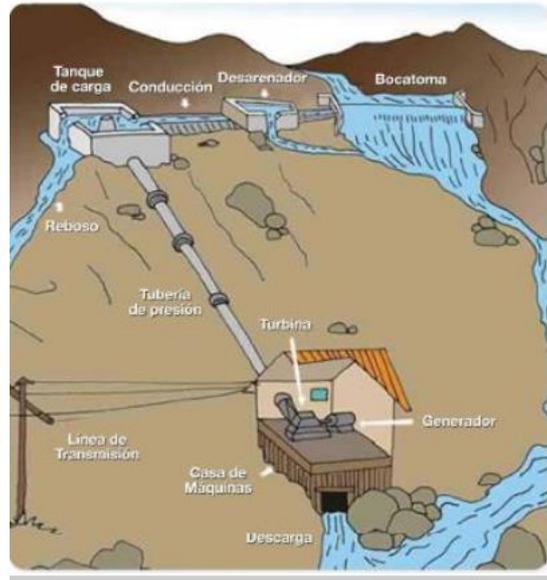
“El transporte de agua de mar a la atmosfera por efecto de la evaporación, su caída a la superficie por precipitación y su regreso al mar a través de los ríos o filtraciones, es conocido como el ciclo hidrológico” (U.S. Geological Survey,2008,pag. 1).

3.2 Las Centrales Hidroeléctricas a Pequeña Escala

Los sistemas hidroeléctricos se definen tanto por su tamaño como por la forma en que utilizan la energía del agua. Las grandes plantas hidroeléctricas se diferencian de las pequeñas centrales hidroeléctricas, porque estas últimas generan reducidas cantidades de electricidad por medio de uno o más conjuntos turbina/generador (INEA,1997, pag. 15).

Se presenta a continuación el esquema general de una central hidroeléctrica a pequeña escala donde se pueden identificar los elementos básicos que la componen, aunque pueden existir variaciones de acuerdo al tipo de central.

Ilustración 2. Central hidroeléctrica a pequeña escala.



Fuente: (Programa Hidrológico Internacional (PHI),2010,Pág. 1)

3.2.1 Clasificación según captación del agua

“Las centrales hidroeléctricas siendo de interés para el proyecto las micro centrales, pueden ser clasificadas según la captación que hacen del agua en los siguientes tipos “(INEA,2006, pág. 27_31).

- Centrales de agua fluyente

Estas centrales captan una parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, lo devuelven al río. Son el tipo de central más común en proyectos de micro centrales.

Ilustración 3. Central de agua fluyente.



Fuente: (IDAE),2006,Pág. 28)

- Centrales con embalse

Este tipo de centrales se sitúan en la parte baja de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos, aprovechando el desnivel creado por la propia presa del embalse.

- Centrales en canal de riego o de abastecimiento

Estas centrales utilizan el desnivel existente en el propio canal construido para el riego o abastecimiento de otras aplicaciones, o el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano.

3.2.2 Clasificación de centrales según el potencial

Las centrales hidroeléctricas a pequeña escala, según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), se clasifican según esa potencia con base en las siguientes especificaciones:

Tabla 1. Clasificación según potencial.

Tipos	Potencia
Picocentrales	0,5 – 5 kW
Microcentrales	5 – 50 kW
Minicentrales	50 – 500 kW
Pequeñas centrales	500 – 5000 kW

Fuente: (INEA,2003,Pág. 15)

3.2.3 Clasificación de centrales según su vinculación

“Entre otras clasificaciones que se hacen de las centrales hidroeléctricas a pequeña escala existe la referente a la vinculación a la red eléctrica nacional, de ahí que las centrales pueden ser aisladas o centrales integradas o interconectadas.”(INEA,2007,pag. 27)

3.3 Estudio de Demanda

El tamaño de una micro central estará determinado por la demanda de potencia de la demanda de energía. La primera representa la potencia instantánea que requieren varios aparatos eléctricos conectados simultáneamente al sistema. La demanda de energía, dada en vatios-hora o kilovatios-hora, relaciona en cambio la demanda de potencia con el tiempo en que los aparatos están conectado. El tamaño del grupo turbina-generator, se determina con base en la demanda pico, es decir, la mayor demanda de potencia en un momento dado (U.S. Geological Survey,2008, pago. 1).

3.4 Parámetros Básicos para una Microcentral

La cantidad de energía que un sistema hidroeléctrico puede crear la determinan dos factores: la cabeza y el flujo de agua. Se trata de un sistema de conservación de energía, donde esta se toma en forma de caudal y salto, y se entrega en forma de electricidad. (UMSA-Facultad De Ingeniería Operaciones Unitarias,2003, pág. 41)

3.4.1 Medición del caudal

Existen dos métodos sencillos para medir este parámetro que hace referencia al volumen de agua por unidad de tiempo. El primero es el método del recipiente donde el caudal a medir es desviado a un recipiente de volumen conocido, y midiendo el tiempo que toma llenarlo se conoce el caudal dividiendo este volumen por el tiempo. El segundo método es el del área y velocidad, basado en el principio de continuidad, donde para un fluido de densidad constante, fluyendo a través de un área de sección conocida, el producto del área por la velocidad media será el caudal. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura, 2011, pág. 36-37)

“Otros métodos usados para medir caudal son: método de la solución salina, método de la sección de control y regla graduada, y método del vertedero de pared delgada” (INEA,2013, pág. 43).

3.4.2 Medición del salto

Los mapas con curvas de nivel sirven para hacer una primera estimación del salto disponible, aunque posteriormente en el proceso de diseño se hace necesario realizar mediciones para obtener mayor precisión una buena estimación del salto se logra con el método de la manguera y el manómetro. Con un tramo de manguera y un manómetro de salida que registra la presión, se hacen mediciones descendiendo por la montaña

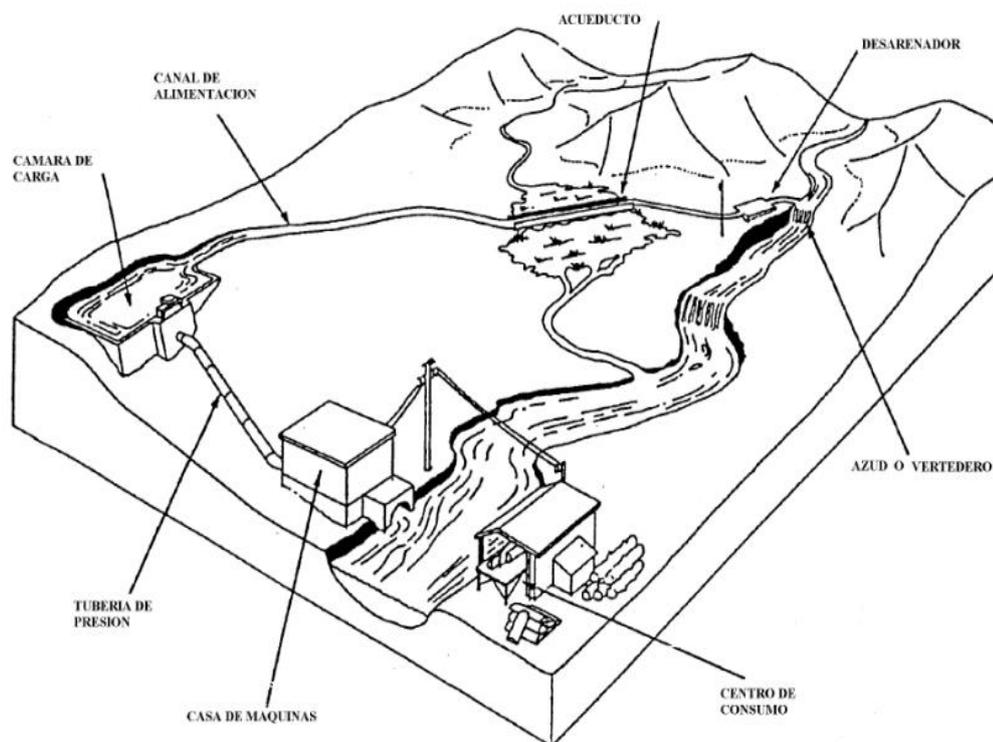
desde el lugar donde se tomaría el agua hasta donde estaría la turbina que se requiere. (Asociación Española De Climatología,2004, pag.64)

“Hay otro método recomendado para caídas pequeñas que es el de la manguera de nivelación, u otro muy similar que es el del nivel del carpintero y tablas. Para caídas altas donde la precisión de la medición no es tan relevante se usa un altímetro” (Asociación Española De Climatología,2004, pag.65).

Con los dos parámetros se puede hallar la potencia disponible. En este punto se debe tener en cuenta que la potencia neta producida para el consumidor será mucho menor que la potencia disponible debido a las perdidas en el sistema en general. La eficiencia total del sistema corresponde de un 50% a 70% de la energía teórica. (INEA,2007, pág. 13)

3.5 Componentes De Una Microcentral Hidroeléctrica

Ilustración 4. Componentes de una microcentral.



Fuente: (Ministerio de Energía Chile,2016,Pág. 1)

3.6 Tipos de Turbinas

Ilustración 5. Tipos de Turbina de acuerdo a la trayectoria del flujo.

	TIPO DE FLUJO	TURBINA	ÁLABES
IMPULSO	tangencial	Pelton	fijos
	lateral	Turgo	fijos
	cruzado	Michell-Banki	fijos
REACCIÓN	mixto	Francis	fijos
		Deriaz	orientables
	axial	Hélice	fijos
		Kaplan	orientables

Fuente: (ESHA,2007,Pág. 112)

3.7 Selección de Turbinas Hidráulicas

Hay muchos tipos de turbinas, cada una de ellas opera más efectivamente en ciertos rangos de presión y caudal. La Tabla 2 muestra las características principales de las turbinas hidráulicas incluyendo el rango de saltos de operación, caudales y eficiencia máxima.

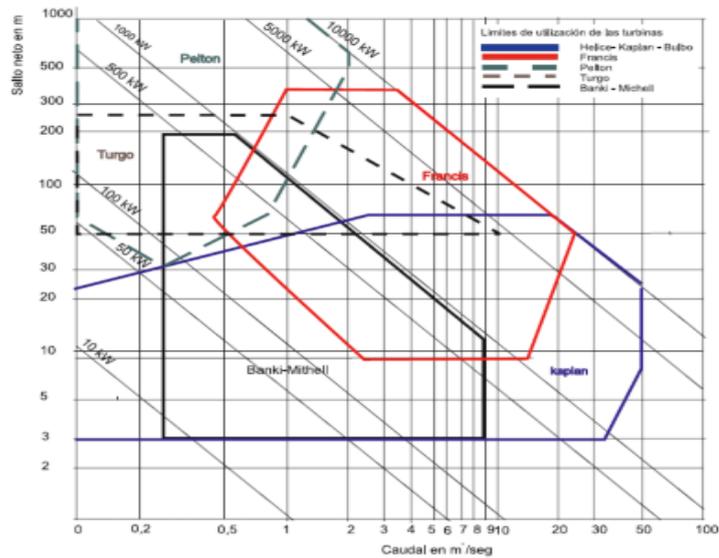
Posteriormente en la Figura 6 se muestran los rangos de operación de las turbinas teniendo en cuenta la potencia generada por la cabeza de presión en metros y el caudal que se da en metro cubico por segundo. Es un gráfico que permite aterrizar las potencias alcanzables al tener una estimación de los parámetros.

Tabla 2. Características principales de las turbinas.

TURBINA		Q (m ³ /s)	H (m)	P (kW)	η_{max} (%)
A C C I Ó N	PELTON	0.05 - 50	30 - 1800	2 - 300000	91
	TURGO	0.025 - 10	15 - 300	5 - 8000	85
	MICHELL-BANKI	0.025 - 5	1 - 50 (200)	1 - 750	82
R E A C C I Ó N	FRANCIS	1 - 500	2 - 750	2 - 750000	92
	KAPLAN y de hélice	1000	5 - 80	2 - 200000	93

Fuente: (ESHA,2007,Pág. 118)

Ilustración 6. Rangos de operación de turbinas



Fuente: (IDAE,2006,Pág. 53)

En cuanto a esta figura, representada por la European Small Hydropower Association es una integración de múltiples fabricantes mundiales y muestra las envolventes operacionales de los tipos de turbinas más utilizados. Los límites no son muy precisos porque varían de fabricante a fabricante, sobretodo en el tema de microcentrales, pero es una buena orientación. (ESHA,2000, pág. 184)

3.8 Impacto Ambiental

“El Instituto español para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) realizó en el año 2000 un estudio sobre impacto ambientales generados en la producción eléctrica. El estudio se basó en la generación de 1KW-h a partir de ocho sistemas energéticos como son: lignito, petróleo, gas natural, nuclear, fotovoltaico, eólico e hidroeléctrico” (Mendoza,2003, pág. 105).

La Tabla 3 es el resultado final del estudio, donde se califican unos eco puntos cuya interpretación es un nivel de penalización ambiental en cada aspecto.

Tabla 3. Impacto ambiental de sistemas de producción eléctrica.

Impactos/Sistemas Energéticos	Lignito	Carbón	Petróleo	Gas natural	Nuclear	Fotovoltaico	Eólico	Minihidráulica
Calentamiento global	135,00	109,00	97,00	95,50	2,05	15,40	2,85	0,41
Disminución capa de ozono	0,32	1,95	53,10	0,56	4,12	3,66	1,61	0,05
Acidificación	920,00	265,00	261,00	30,50	3,33	97,00	3,49	0,46
Eutrofización	9,83	11,60	9,76	6,97	0,28	1,97	0,27	0,06
Metales pesados	62,90	728,00	244,00	46,60	25,00	167,00	40,70	2,55
Sustancias carcinógenas	25,70	54,30	540,00	22,10	2,05	75,70	9,99	0,76
Niebla de invierno	519,00	124,00	135,00	3,08	1,50	53,30	1,45	0,15
Niebla fotoquímica	0,49	3,05	36,90	3,47	0,32	3,03	1,23	0,06
Radiaciones ionizantes	0,02	0,05	0,02	0,00	2,19	0,12	0,01	0,00
Residuos	50,90	12,90	0,62	0,58	0,25	1,54	0,29	0,52
Residuos radioactivos	5,26	10,60	7,11	1,34	565,00	34,99	1,63	0,32
Agotamiento recursos energéticos	5,71	5,47	13,60	55,50	65,70	7,06	0,91	0,07
Total	1.735,15	1.355,92	1.396,11	267,10	671,62	461,07	64,66	5,44

Fuente: (IDAE,2006,Pág. 82)

Lo interesante del estudio es ver como los sistemas de generación basados en utilizaciones como las del lignito, tienen un impacto ambiental 300 veces superior al de las centrales hidroeléctricas a pequeña escala.

IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

SEMANA 1 DEL 23 DE ABRIL AL 29 DE ABRIL

El día lunes 23 de abril se comenzó con la práctica profesional, presentándose al proyecto "Planta Hidroeléctrica Santa Lucia" a las 7:30 hora de entrada, dirigiéndose al Ingeniero residente del proyecto Mario López. Se procedió con la presentación personal y con la descripción general del proyecto. La empresa Cuyagual es la dueña del proyecto como tal y esta cuenta con ingenieros residentes, uno encargado de la supervisión en el embalse, uno encargado supervisión de las demás partes del proyecto, uno encargado de la parte social y medioambiente, así mismo siendo la encargada de la falla dada en el embalse.

Se realizó un tour a lo largo de todo el proyecto, el proyecto consta de varias partes lo que es dos líneas de conducción, una línea de tubería de impulsión, embalse, túnel, casa de máquinas y las tres presas que captan el agua de los tres afluentes. Los afluentes que se captan para el proyecto son la ruidosa, la cumbre y la menor. Hay que destacar que la ruidosa es afluente del río cuyamel. Este proyecto a diferencia de los otros tipos de hidroeléctricas existentes en el país está funciona con la diferencia de elevación de alrededor de 480mts así se podrá generar energía, además cuenta con el embalse que almacenará el agua lo cual asegurará generar energía durante las 24 horas del día. La hidroeléctrica generara 6 megas constantes y en sus horas picos podría generar alrededor de 15 megas.

El día martes, se comenzó con un recorrido en el embalse y se definieron las actividades que se realizarían durante el día como ser la supervisión del contratista que está a cargo de la falla en esta zona.

El día miércoles se inició a trabajar a las 8am, se comenzó a realizar el relleno del filtro que está ubicado a lo largo del talud, este cuenta con dimensiones de 2mts de ancho por 3 metros de altura. Se realizó lo que es la expansión del campo de 90 metros a 100 metros aproximadamente. Tres volquetas con capacidades de 15, 12 y 10 m³, las que se encontraban trabajando, el material se trae de "la cuesta la llorona" hasta el embalse. Se determinó que por cada ciclo se acarrea aproximadamente 37 m³ de agregado grueso.

El día jueves se llevó la cuadria de topografía al lugar para corroborar la altura del diseño del talud, ya que existían ciertas confusiones. El diseño se realizó con 14.5 metros de altura del talud, pero el contratista realizó la medición y esta daba 20 metros, por lo tanto, el costo del arreglo de la falla pasaba de 8 millones de lempiras a 11 millones. Con la topografía se logró comprobar que la altura en el punto más alto del talud daba 14,83 metros. Se comprobó la altura del filtro ubicada en la sección derecha del talud que esta es de 1.8 metros.

El día viernes se realizó la subida del generador a la casa de máquinas por lo que se le ordeno al contratista que pasara el vibro compactador en todo el tramo de calle donde este iba a pasar para evitar futuros problemas del acarreo de este. Al momento de subir el generador se dejó de trabajar ya que esta cruza por donde se acarrea el material y la zona de trabajo. A las 2:20pm se comenzó con el acarreo del material grueso, estuvieron trabajando 5 volquetas, esta con capacidades de 15,13 12,12 y 10 m³. Se realizó el cálculo de la duración de un ciclo de acarreo de material dando como resultado de 25 minutos por cada ciclo, es decir, se acarrea 62 m³ cada 25 minutos.

SEMANA 2 DEL 30 DE ABRIL AL 06 DE MAYO

En esta semana todos los empleados y contratistas se les dieron sus respectivas vacaciones, puesto a que llevaban un mes sin salida y trabajando de lunes a domingo como es lo normal. A excepción de mi contratista se comenzó a trabajar el día martes, miércoles y jueves con el acarreo de material grueso y ubicándolo en la parte del campo donde estará la cancha de futbol, como compromiso social por parte de la empresa Hidroeléctrica Cuyagual.

El día viernes y sábado se comenzó con el corte en la sección central del talud, este tenía una altura aproximadamente 6 o 7 metros de altura. Este material que se estaba desalojando se apilaba en el campo para regarlo a lo largo de este y realizar su compactación.

Después del desalojo a nivel de campo, se procedió a la excavación de 1.5 metros con respecto al nivel del campo, este para rellenarlo con material grueso y funciones como filtro. Se rellenó el filtro en esa sección y se levantó a una altura de aproximadamente 5

o 6 metros con respecto al campo. Así mismo, en la parte izquierda del talud se levantó a la misma altura.

Se realizó el acarreo del material para el relleno en la sección central. El acarreo se dividió en dos partes, tres volquetas acarreaban material para el desalojo de la sección central del talud y dos volquetas acarreando material grueso de la "cuesta la llorona". Las 3 volquetas encargada del desalojo tenían una duración del ciclo de 2 minutos dando como resultado un acarreo de 34 m³ cada dos minutos. Las dos volquetas que acarreaban material grueso por cada ciclo transportaban 20 m³ como mínimo y máximo 27 m³ por cada ciclo.

Cuando se terminó de desalojar se le realizo el pulido con la cubeta de la excavadora en el talud, logrando observar que el material que quedaba era muy bueno ya que se miraba sólido.

SEMANA 3 DEL 07 DE MAYO AL 13 DE MAYO

El día lunes se realizó el acarreo de material grueso, desde la cuestona hasta la zona del campo ubicada en el embalse. El material grueso se colocó en la parte superior del talud en la sección izquierda, logrando así la protección en esta parte. Se esparció el material fino desalojado de la sección central del talud en el campo con su debida compactación.

El día martes se realizaron 98 viajes en total con las volquetas, es decir, se acarreo aproximadamente más de 1200 m³ de material grueso. Se realizó el cálculo la duración del ciclo de las volquetas, dando como resultado una duración de 26 minutos y un acarreo de material de 60 m³ por cada ciclo realizado.

Los demás días se removió el material fino en cierta área del campo donde se encontraba una pequeña falla ya que era necesario disminuir el peso en ese punto y así evitar posibles deslizamientos de tierra en esa zona.

Se realizó el refinamiento con el patrol en el área del campo, esto debido a que se tenía que dejar bien compactada la zona por posibles lluvias durante los días próximos. Es importante hacer mención que el tipo de suelo encontrado en esa zona es de propiedades bajas, propiedades que no nos ayuda en nivel constructivo y al entrar en contacto con el agua se vuelve casi imposible trabajar en la zona.

El día viernes llegó el Ingeniero Didier, proveniente de Costa Rica. El ingeniero es el representante de la empresa que realizó el diseño del proyecto. El fin de la visita es realizar una supervisión en todas las áreas del proyecto y corroborar que se esté respetando el diseño. En el área del embalse se realizó la debida inspección por parte del ingeniero y se realizaron las debidas observaciones.

Durante todo el día se estuvo acarreado material y se hizo presente la aseguradora Ficohsa, ya que esta institución está a cargo del pago de esa parte del proyecto. La manera en que se llegó a esa situación fue a causa del deslizamiento provocado en el talud del embalse dejando esa obra de casi terminada a no inicializada.

SEMANA 4 DEL 14 DE MAYO AL 20 DE MAYO

El día lunes se realizó la segunda visita del Ingeniero Didier en el área del embalse. Se levantó un reporte conforme al avance que se había realizado en el área del talud. El día martes se convocó a reunión al contratista del cual estoy a cargo y a mis respectivas autoridades como ser el Ing. David Mora y el Ing. Mario López. En la reunión se definieron las anomalías que el ingeniero supervisor de Costa Rica había observado durante su visita. Como resultado el reporte enviado por el Ing. Didier fue que el tratamiento que se estaba realizando en el embalse estaba malo, lo cual no era cierto. Por medio de las fotografías tomadas a diario y de la bitácora de las actividades que se realizaban en el área, se pudo respaldar que se estaba haciendo el tratamiento tal y como se estipuló en el acuerdo y en el diseño del talud en el embalse.

El día miércoles ya habiendo definido bien el diseño, se prosiguió con el acarreo del material grueso de la cuestona. El talud tiene 14.50 mts de altura y un largo de 29.5 metros, ese día se realizó una berma de 3 metros de altura con respecto al nivel que se tenía en el lugar, es decir, se contaba con 2 metros de elevación con respecto al campo y con la nueva berma esta se levantó a 1 metro más dando una altura total de 3 metros. Se realizó el compactado del material con la oruga de la excavadora y luego con el vibro compactador.

El día jueves se realizó una voladura en la línea de conducción y se solicitó ayuda a mi contratista el Ing. Avelar para el acarreo de este material, ya que este es material grueso y tenía las propiedades adecuadas para ser colocadas en el talud. Se realizó en todo el

día acarreo de material y se levantó 1 metro más la berma siendo esta compactada como se mencionó anteriormente.

El día viernes y sábado se continuo con el acarreo de material producido por la voladura en la línea de conducción del proyecto. También se hizo el marcaje de los dos filtros ubicados en la cancha, este tiene las dimensiones de 1.50 metros de ancho, un desnivel de 1.10 hasta 1.70 metros de profundidad, y la longitud total de 30 metros. Los dos filtros tienen una separación entre sí de 40 metros lineales, estos van conectados al filtro principal que está ubicado a lo largo del pie del talud con una pendiente hacia la quebrada cercana para que el agua subterránea y filtrada como del talud y del campo, desemboquen en esa área evitando la falla del embalse.

El día domingo se realizó el acarreo de material grueso y se compacto con la oruga de la excavadora y el tractor. Se realizó el afinamiento en el campo para darle el nivel y pendiente hacia el filtro principal ubicado en el pie del talud. Ese día se me asigno otro contratista que está realizando el dissipador de energía del aliviadero del embalse, quedando así mi persona a cargo de toda el área del embalse del proyecto. Se realizó la debida inspección del trabajo que se estaba realizando y se procedió a realizar la primera fundición de 4m³ de concreto.

SEMANA 5 DEL 21 DE MAYO AL 27 DE MAYO

Durante toda la semana se realizó acarreo de material, se fueron realizando berma a lo largo de las tres secciones del talud. Cada berma realizada iba compactada con la oruga de la excavadora y con el tractor para mayor fijación del material y que se eliminaran los vacíos para que este no falle junto con el embalse. La función de este talud es crear una fuerza con todo el material colocado en esa área y que esta fuerza sea contraria a la fuerza que se ejercerá en el embalse cuando esté lleno de agua.

El día miércoles se realizó la fundición de tres anillos que van alrededor de la tubería roja ubicada en la obra toma las cumbres, esta tubería es la que hace la conexión del túnel con la línea de conducción, fueron 6 m³ en total de la fundición. Se realizaron las 4 muestras de los cilindros para realizar las pruebas a compresión del concreto a los 3,7 y 21 días de sus colocación-

El día jueves se realizaron 7 gradas más el diente del dissipador de energía ubicado en el embalse, dejándole las mechas para la colocación de los muros a los laterales. Las gradas tienen 1.10 metros de largo, de ancho 1.50 metros, y el muro en ambos lados tiene una altura de 0.50 metros y 0.20 metros de ancho.

En el talud del embalse se dejó una única berma a 4 metros de altura con respecto al nivel campo. En el diseño el talud no cuenta con berma, pero estábamos a la espera de la toma de decisión si dejar la berma para un mejor funcionamiento del talud o dejarla tal y como se estipulaba en el diseño. Se realizó el último afinamiento de la cancha y en sus bordes, este también iba compactado con el vibro compactador que este se ejerce una fuerza de 7 toneladas en el rodo.

El día viernes se definió que el talud quedaría conforme a lo estipulado en el diseño y así se realizó en campo, se compacto y se hizo el afinamiento para que este quedara en las condiciones óptimas para su mejor funcionamiento, dando fin a esta área del embalse.

El día sábado y domingo, se realizó otros 7 sets de gradas más el diente, dando como resultado 14 metros lineales de gradas. Se realizó fundición en la obra toma las cumbres de los dos anillos restantes de cinco en total.

SEMANA 6 DEL 28 DE MAYO AL 3 DE JUNIO

El día lunes se realizó la inspección final del talud para definir si quedo el talud tal y como se definió en el acuerdo, conforme a las especificaciones de diseño. En la construcción del dissipador de energía se realizó la nivelación de las 7 siguientes gradas, así mismo, se realizaron las mechas para la construcción de los muros en los laterales de las gradas. Se realizó la debida supervisión de control de calidad de la obra, que se usara el concreto establecido por el diseño, piedras limpias, revisión de dimensiones de la obra, etc.

El día martes se realizó el levantamiento topográfico del relleno del talud, este trabajo se realizó con el fin de comparar el antes y el después del relleno y definir los metros cúbicos de material grueso colocado en el área y poder efectuar el pago al contratista. Se realizó fundición de las 7 gradas ubicadas en el aliviador del embalse.

El día miércoles, jueves y viernes, se realizó el armado de acero en el portal de salida del túnel. El armado de acero se realizó en los anillos de la tubería de conducción que pasa

por la caja puente y así mismo el armado en la losa que conecta el túnel con la tubería. Se ejecutaron dos fundiciones en el lugar con un total de 10 m³ de concreto, 2 metros cúbicos por anillo de la tubería.

El día sábado y domingo se realizó las cantidades de obra de la conexión de la tubería de conducción y el túnel, esto para efectuar la fundición en el área lo antes posibles, ya que en esa zona el suelo tiende a ceder ante la presencia de agua.

SEMANA 7 DEL 4 DE JUNIO AL 10 DE JUNIO

El día lunes no se fue al proyecto por tomas realizadas por la comunidad aledaña al proyecto. El día martes se realizó reunión por problemas que surgieron en la instalación de la tubería de presión, así mismo, en dicha reunión se me asigno al área de casa de máquinas para involucrarme con el proceso de instalación de dicha tubería.

El día miércoles y jueves se efectuó el cálculo de cantidades de obra de los puntos de intercepción de la tubería de presión, punto de intercepción 5, punto de intercepción 6, y punto de intercepción 7. Al realizar este cálculo de cantidad de acero se realizó el pedido de acero, se comenzó con el encofrado del PI 5 para su fundición.

El día viernes se realizó el diseño de mezcla para la fundición del PI 5 con un total de 61 m³. El diseño de mezcla consto de 4.57 m³ de arena y grava, 44 bolsas de cemento Portland tipo GU, 2 galones de aditivo DX, 2 galones de aditivo FXL y 1200 litros de agua; esta dosificación es dada para un mixer para un volumen de 7 m³. El concreto es de restitución con una resistencia de 1500 psi, se realizó el muestreo y las pruebas de revenimiento a cada mixer para asegurar que este sea tal y como se ha establecido en el diseño.

El día sábado se me asigno la tarea de realizar detalles de soldadura de la tubería de impulsión, estos detalles trataban del proceso a seguir con la soldadura a realizar en la tubería y las diferentes consideraciones que se deberían de tomar al momento de realizar el paso a paso.

El día domingo se realizó un estudio de la topografía del talud para calcular el relleno que se dio en la zona y poder efectuar el pago del contratista a cargo. Se hizo la comparación del talud en su inicio, el talud en la etapa final, y el talud con el diseño

establecido por los diseñadores de Carbón, Costa Rica. Al definir el volumen se presentó el cálculo realizado que fue realizado en Civil 3d y así definirse si este quedo tal como se definió o cercano al diseño establecido. La importancia de este talud es alta, ya que en esa zona se encuentra una falla geológica y el embalse peligr a ceder por el tipo de suelo que se encuentra de la zona, es por eso que se optó por este tratamiento con material grueso. Este tratamiento realizado en el área es de bajo costo a comparación de las otras propuestas que se tenían en mente por la empresa diseñadora, alrededor de 8 millones de lempiras fue el costo de la obra.

SEMANA 8 DEL 11 DE JUNIO AL 17 DE JUNIO

El día lunes se realizó el pedido de las varillas de acero anteriormente calculadas para poder empezar el armado de los PI. Se colocó el primer tubo blanco de la línea que conecta la casa de máquinas con la tubería de presión azul. Este tubo blanco paso por el proceso de san blasting ya que trae una pintura epóxica y este no permite que exista adherencia entre el acero y concreto. Se realizó la radiografía a los cordones realizados en la tubería blanca para identificar problemas en la soldadura.

El día martes se ingresaron los untos topográficos finales del talud ubicado en el embalse, se creó la superficie y las curvas de nivel para ver el comportamiento del terreno. El día miércoles se trabajó en oficina para hacer el análisis para el cálculo de volumen del talud. Se contaba con el levantamiento topográfico inicial del talud cuando este fallo y se contaba con el levantamiento topográfico final; el problema con el que se contaba es que no se tenía el levantamiento topográfico cuando se realizó el corte en la zona para realizar la comparación el civil 3d.

El día miércoles ya teniendo los levantamientos topográficos se creó la superficie de los dos grupos de puntos y se realizó la comparación. Al ver el resultado, se definió no usar este método ya que no se contaba con el levantamiento correcto. Se optó por realizar perfiles en la superficie final del talud a cada 10 metros. Se calculó el área del perfil y por medio de las longitudes que tributaran al perfil se calculaba el volumen.

El día jueves se realizó visita en campo del talud para verificar distancias del talud y las medidas del campo que son de 90m x 45m; se definió continuar con el mismo análisis de diseño para el cálculo de metros cúbicos de acarreo al lugar.

El día viernes se realizó el armado de una grada en el PI 6 para dejar agendar la fundición, ya que el tubo blanco estaba siendo colocado y estaba próximo a llegar a ese punto.

El día sábado se realizó el encofrado de la grada y, por consiguiente, el día domingo se realizó la fundición de esta.

SEMANA 9 DEL 18 DE JUNIO AL 24 DE JUNIO

El día lunes se hizo la elaboración detallada de planos de todos los PI, esto para mejorar el trabajo en campo al momento de realizar el armado de acero en cada punto y al momento de hacer el encofrado que no exista un margen de error.

El día martes se trabajó en el encofrado del PI 7, y preparar el área para que Soria realice las pruebas a los cordones el día miércoles. Se realizará la radiografía a los dos cordones del PI 7 y después que den el dictamen que no se encuentra ninguna anomalía se procederá a realizar el armado alrededor de la tubería blanca y proceder con la fundición.

El día miércoles se realizó la revisión de las soldaduras realizadas en los PI próximos a fundir, el resultado fue que existían poros en cantidades en los cordones de soldaduras y se tuvo que detener el proceso para iniciar la reparación.

El día jueves se realizó parte del armado del PI 7 para su fundición del día lunes de un total de 130 m³ de concreto. El armado del PI 7 es con varilla legitima grado 40 de ½" de pulgadas. El día viernes se realizó la radiografía de las soldaduras que fueron reparadas dando un resultado excelente para seguir con el armado del acero alrededor de la tubería.

El día viernes se realizó la última radiografía de la pega número 3 de la tubería blanca de presión. Estas radiografías son de gran importante y a la vez crucial sus resultados para el proyecto, ya que estas nos dan el resultado si existe porosidad en la soldadura y si está en buenas condiciones. Si la soldadura presenta poros, está expuesta a sufrir fugas al momento del llenado de la tubería y por ende la presión ejerce un empuje que la obliga a explotar. Se puede definir que una falla de este tipo tendría un gran impacto en el proyecto, es considerada una bomba de tiempo.

El día sábado y domingo se realizó el encofrado del PI 7, al mismo tiempo se terminó de realizar el armado de acero para su fundición programada. Se realizó la actividad del

bajado del winche por medio de tirfor con capacidad de 5 toneladas y por medio de cables de acero para poder bajar el winche junto con el troco que soportara su peso.

SEMANA 10 DEL 25 DE JUNIO AL 1 DE JULIO

El día lunes se realizó visita a la línea de conducción 2 del proyecto para verificar el tipo de material existente en el sitio o proceder hacer remoción de este, con el fin de colocarlo en un nuevo filtro que se realizó en el campo de futbol. También se realizó la visita en un terreno que por ser parte del convenio de la empresa con el propietario se definió que se sacaría material de ahí para ser colocado en el campo. Como primer punto esto es de ayuda ya que en el campo se ocupaba material fino para evitar más falla en el área y así mismo, se le hizo el plantel al propietario.

El día martes se realizó el afinamiento del área en el campo en donde se estuvieron realizando trabajos. Así mismo, se realizó un filtro en una de las esquinas del campo ya que este presentaba falla por el tipo de material y peso colocado en el sitio.

El día miércoles se realizó la fundición del PI6, fue en total 14 m³ de concreto de 3500 psi. Los mixers utilizados eran con capacidad de 8 m³, pero fines prácticos se decidió realizar dos viajes de 7 m³.

Se realizó el día jueves el desencofrado del PI 6 y se prosiguió con el proceso de curado por 7 días. El día viernes se realizó la fundición del PI 7 con un total de 85 m³ de concreto, se tuvieron atrasos en la fundición de este PI ya que en el proyecto no se contaba con cemento por cuestiones de pago realizado desde Tegucigalpa. Pese a esto se tuvo que realizar fundiciones menores para poder avanzar.

El día sábado y domingo se realizaron pedidos de materiales a ocupar en la instalación de la tubería de presión blanca, como ser discos de corte, discos de pulir y discos lijás. También se logró bajar 3 tubos al plantel realizado cerca de la línea de presión para una mayor facilidad de instalación de la tubería.

SEMANA 11 DEL 2 DE JULIO AL 8 DE JULIO

El día lunes se realizó el armado de la viga ubicada en casa de máquinas, esta para su posible fundición en esos días. Al mismo tiempo, se estaba instalando el equipo para subir un tubo de 6 mts de longitud y comenzar a hacer las pegas.

Al realizar los cordones de soldadura en la tubería se debe de tener cuidado ya que es un trabajo de fácil presentación de error. Es decir, al momento de hacer esta práctica se debe de cuidar hasta el clima, debe de ser un clima seco, debe de soldarse a una temperatura adecuada, el electrodo y el acero deben de estar a temperaturas altas para que no aparezcan poros.

El día martes se realizó un estudio al codo 4 ya que este no era como el codo 4 que está definido en el diseño. La peculiaridad de este codo es que tiene dos direcciones, por lo tanto, lo vuelve complejo, es por eso que se aplicaron las herramientas de AutoCAD y se realizó el diseño en 3d para mayor entendimiento de las dimensiones y el comportamiento de este.

El día miércoles se recibió el diseño de los bloques de anclaje de la tubería de presión azul, se cuenta con 8 bloques y un bloque macizo con anclaje a 30°. El armado de estos bloques es con varilla de media y de cinco/octavos,

El día jueves se realizó el bajado de siete tubos de la tubería de presión blanca, en este proceso se considera que es de alto riesgo puesto a que hay una diferencia de altura de 160 metros aproximadamente. en este proceso se incluyen excavadora, cables de acero, lingas, winche, troco, barras, y el personal.

El día viernes se realizó el corte de 5 tubos de acero que serán colocados en los PI 4,5. El día sábado y domingo se realizó la limpieza de la voladura realizada entre el PI5 y PI4 puesto a que se tiene que buscar el nivel donde se colocara la tubería.

CONCLUSIONES

Al finalizar la práctica profesional realizada en el "Proyecto Hidroeléctrica Santa Lucia" con la empresa Hidroeléctrica Cuyagual se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se logró concluir con éxito la supervisión de todas las actividades que se realizaron en el proyecto durante el periodo de práctica profesional, adquiriendo nuevas habilidades en el control de calidad de obras.
- Se realizaron las actividades solicitadas por la supervisión, de igual forma del cumplimiento de trabajos asignados en varias áreas de este mismo.
- Se amplió el conocimiento de los materiales de construcción que se están usando en el proyecto, ya que se pudo identificar sus rendimientos, desperdicios y cuidados especiales que se deben tener con ellos, mejorando la administración de estos en la ejecución del proyecto.
- Se amplió el conocimiento de hidroeléctricas, el funcionamiento de esta, al igual que los diferentes escenarios y problemáticas que se dan al momento de la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que en el proyecto se cuente con personas encargas de la seguridad laboral, ya que el riesgo en el proyecto es alto y es fuente de accidentes laborales casi a diario.
- Como en todo proyecto el personal cuenta con sus derechos, el derecho de trabajar 11 días y 3 días de descanso es el caso de este proyecto. Se debe de respetar el derecho de salida del personal como se estableció desde un inicio ya que se ha logrado observar que existe un desorden en las salidas de ellos porque no salen todos al mismo tiempo.
- Se debe de tener un supervisor permanente de todo el proyecto para identificar el avance en sí y las fallas que se dan por no estar al pendiente.
- Considerar no colocar más relleno en el campo de la comunidad Santa Lucia, ya que este cede por el peso que ejerce el material fino del lugar.
- Tomar decisiones en grupo por parte de los jefes para evitar contradicciones en el área de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Carless. (2012). Evolución de Costos ERNC. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/D_Hidro.html

U.S. Geological Survey 2008. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s06.htm>

Instituto Nacional de Espacios Acuáticos (INEA) . (1997). Evolución de Costos ERNC. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <http://www.inea.gob.ve/>

Instituto Nacional de Espacios Acuáticos (INEA). (2006). Centrales Hidroeléctricas. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <http://www.inea.gob.ve/>

Instituto Nacional de Espacios Acuáticos (INEA). (2006). Centrales Hidroeléctricas. Recuperado 19 de junio de 2018, a partir de <http://www.inea.gob.ve/>

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), (2010). Minicentrales Hidroeléctricas. Recuperado 20 de junio de 2018, a partir de http://www.olade.org/sites/default/files/Parte_I.pdf

(INEA). (2008) Centrales Hidroeléctrica de pequeña escala. Recuperado 21 de junio de 2018, a partir de http://www.inea.gob.ve/repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113401/cf-correa_lj.pdf?sequence=1

(UMSA)Facultad De Ingeniería Operaciones Unitarias, (2003). Generación Hidroeléctrica.

Recuperado 22 de junio de 2018, a partir de <http://cv.uoc.edu/web/~mcooperacion/Postgrau/Gaia/Ecologic/Ecologica/Energia/Hidroelectrica.html>

(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Cultura, (2011).

Manual de Medición de Agua. Recuperado 22 de junio de 2018, a partir de <http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s06.htm>

(Asociación Española De Climatología (2004). Manual de Medición de Saltos en Ríos.

Recuperado 24 de junio de 2018, a partir de <http://aeclim.org/>

ANEXOS

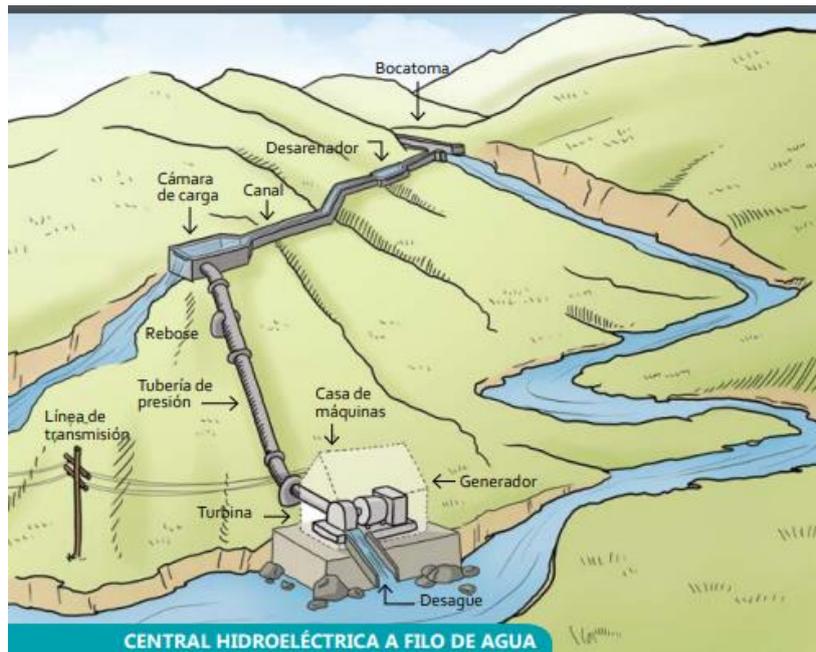


Ilustración 7. Central hidroeléctrica a filo de agua.

Fuente: Fundación Solar.



Ilustración 8. Armado de acero caja puente portal de salida

Fuente: Propia.



Ilustración 9. Túnel de 510 metros de longitud

Fuente: Propia.

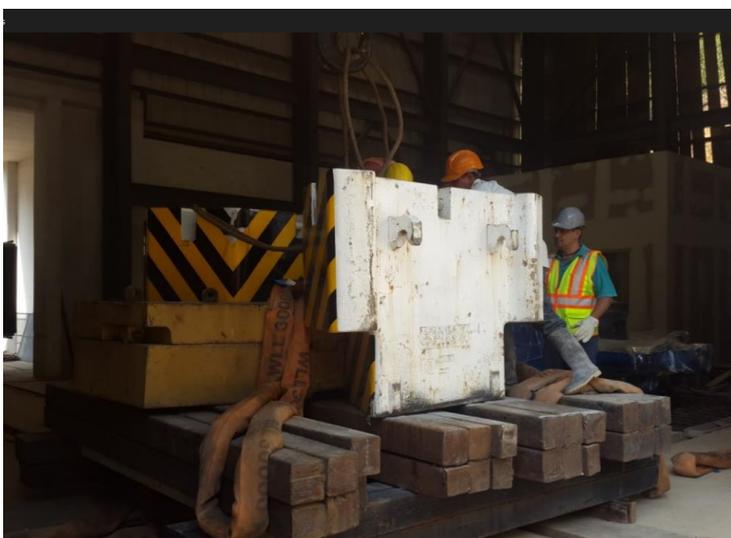


Ilustración 10. Prueba de carga de la grúa puente con 40 ton.

Fuente: Propia.



Ilustración 11. Turbina Pelton

Fuente: Propia



Ilustración 12. Filtro lateral del talud

Fuente: Propia



Ilustración 13. Acarreo de material grueso.

Fuente: Propia



Ilustración 14. Filtro talud.

Fuente: Propia



Ilustración 15. Campo de futbol

Fuente: Propia



Ilustración 16, Perforación anclajes PI 7

Fuente: Propia



Ilustración 17. Generador

Fuente: Propia



Ilustración 18. Disipador de energía

Fuente: Propia