

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**




**“DIAGNOSTICO TECNICO-ECONOMICO DE  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA  
CENTRAL HIDROELECTRICA CANCHAYLLO  
S.A.C DE 5.3 MW - JUNIN”**

**TRABAJO ACADÉMICO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECANICO**

**BACH. MARLON WILSON ORIHUELA  
AGUILAR**

**Callao, Febrero, 2018  
PERU**

  
ASESOR:

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi familia, a mis padres Teobaldo y Ada por ser mis guías en este largo aprendizaje de mi vida, por sus consejos y fortalezas que me brindan día a día, a mis hermanos Christian y William por su apoyo incondicional.

A mi esposa jeny por su tolerancia y compañerismo en todo este tiempo de pareja, y mi hija Luciana por ser mi inspiración y la razón de salir adelante en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todos los profesores de la facultad de Ingeniería Mecánica-Energía de la Universidad Nacional de Callao por los conocimientos que se me impartieron durante mi paso por esta casa de estudios.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
I. OBJETIVOS .....	6
1.1 Objetivo General .....	6
1.2 Objetivos Especificos .....	6
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA EGECSAC .....	7
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA EGECSAC .....	8
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA.....	11
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA .....	11
4.2 ANTECEDENTES .....	19
4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
4.4 JUSTIFICACION .....	23
4.5 MARCO TEÓRICO.....	24
4.5.4 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) .....	27
4.6 FASES DEL PROYECTO .....	49
V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO .....	88
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
VII. REFERENCIALES .....	94
VIII. ANEXOS Y PLANOS .....	96

## **INTRODUCCIÓN**

Empresa de Generación Eléctrica Canchayllo SAC - EGECSAC, fue constituida el 03 de Noviembre del 2011, con el fin de ingresar a la actividad comercial de Generación y venta Energía Eléctrica. El proyecto C.H. Canchayllo, fue patrocinado por el CII “Corporación Interamericana de Inversiones”, quien es miembro del Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El 19 de diciembre del 2012 se firmó el préstamo entre la corporación Interamericana de Inversiones-CII y la empresa de Generación Eléctrica Canchayllo – EGECSAC.

El tipo de Contrato mediante el cual se suscribió el proyecto fue Contrato RER (2da Subasta). La CII-Corporación Interamericana de Inversiones, logró el financiamiento a EGECSAC para la construcción y operación de una central hidroeléctrica ubicada en el distrito de Canchayllo, departamento de Junín, a 230 km. de Lima, con una capacidad instalada de 5,3 MW de potencia que permitirá generar alrededor de 30 GWh al año de energía limpia, con un factor de planta promedio del 83%. El proceso de generación hidroeléctrica para esta planta es de tipo filo de agua, ubicado sobre el río Pachacayo (afluente del río Mantaro). Además cuenta con un caudal de diseño de 7,0 m<sup>3</sup>/s. La energía será entregada al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) a través de una línea de transmisión de 4 kilómetros en 69 kV. El plazo previsto de la construcción de la obra fue de 23 meses, iniciando en octubre de 2012 y

culminándose en septiembre de 2014. El costo total del proyecto ascendió a US\$10.286.000.

El plazo convenido por la cesión de uso y la constitución de la servidumbre es de 30 años. Las tierras de la comunidad campesina se encuentran comprendidas dentro de la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas.

Con fecha 30 de mayo del 2013, el Estado y el inversionista suscribieron un contrato de Inversión, para efectos de acogerse al régimen de recuperación anticipada del Impuesto General a las Ventas, en relación con las inversiones que realizara para el desarrollo del proyecto denominado “Central Hidroeléctrica Canchayllo”. Mediante el informe N° 76-2014/DSI, la dirección de servicios al inversionista considero procedente la suscripción de la adenda de modificación de contrato. En el cual el monto total de inversión ascendía a US\$ 11667450,00; en un plazo total de 01 año y 7 meses, contado a partir del 30 de mayo del 2013.

A partir de las 24:00 horas del 31.12.2014, el COES mediante carta COES/D/DP-1843-2014 del 30.12.2014, aprobó la Operación Comercial de la Central Hidroeléctrica Canchayllo S.A.C, con una potencia efectiva de 2,5 MW por cada grupo.

Se adjunta el cuadro de subastas realizadas por OSINERGMIN.

**ANEXO I: CONTRATOS DE CONCESIÓN PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES (SUBASTAS), OSINERGMIN**

## **DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA**

### **Descripción Geográfica**

La C.H. Canchayllo está ubicada en el Distrito de Canchayllo, Provincia de Jauja, departamento Junín.

La casa máquinas de la C.H. Canchayllo se ubica en la siguiente coordenada UTM:

Altitud	:	3639.356 msnm
Coordenada Este	:	421098.518 E
Coordenada Norte	:	8693756.802 S

### **Caminos de Acceso**

La principal vía de acceso que conduce a la localidad de Canchayllo es la Carretera Central.

Vía Terrestre: Lima-La Oroya-Pachacayo: 230 Km, Asfaltado y en buen estado. Carretera Central.

Vía Terrestre: Huancayo –Jauja – Pachacayo: 173 Km, Asfaltado y en buen estado. Carretera Central.

Vía Terrestre: Pachacayo – Canchayllo: 8 Km, afirmado en regular estado

### **Sistema de Generación**

La Central Hidroeléctrica Canchayllo de Propiedad de la empresa EGECSAC, tiene las siguientes características principales:

Bocatoma : Derivación lateral con barraje mixto.

Sistema de Conducción: 4,695.90m de longitud; 4,287.53m de canal rectangular (Conducto cubierto) y 408.37m en sección abovedada de concreto armado.

Longitud de Tunel	: 1,107.71 mts
Longitud canal a media ladera	: 3,588.19mts
Caudal de Diseño	: 7 m <sup>3</sup> /seg
Salto Neto	: 85.18 mts
Tipo de Turbina	: Francis (02 unidades).
Caudal de Diseño de cada Turbina	: 3.50 m <sup>3</sup> /seg.

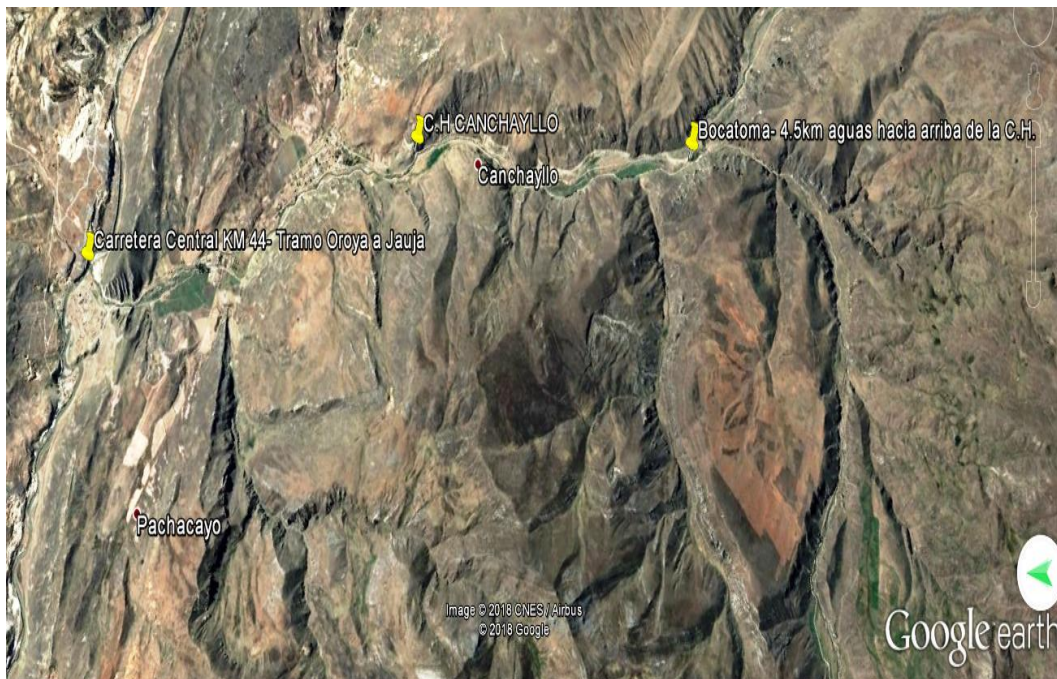


Figura N°01. Central Hidroeléctrica Canchayllo – Vista Aérea Google Earth





Figura N°02. Central Hidroeléctrica Canchayllo SAC - EGECSAC

## **I. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

- Proponer mejoras continuas para la operación y mantenimiento de la C.H. Canchayllo, a partir del diagnóstico actual de las principales actividades de operación de la empresa y mantenimientos por realizar la fecha.

### **1.2 Objetivos Especificos**

- Identificar y especificar las labores de operación para contar con un registro de “Procedimiento Escritos de Trabajos Seguros”- PETS, para funciones de Bocatoma, Casa Maquinas, Sub-estación.
- Identificar observaciones de operatividad ya sean mecánicas, civiles o eléctricas halladas en campo a fin de proponer a la jefatura soluciones de reparación, reemplazos de componentes o trabajos civiles.

## II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA EGECSAC

### 2.1 Estructura Organica de la Empresa

Actualmente EGECSAC S.A. se encuentra comprendida, de la siguiente manera.

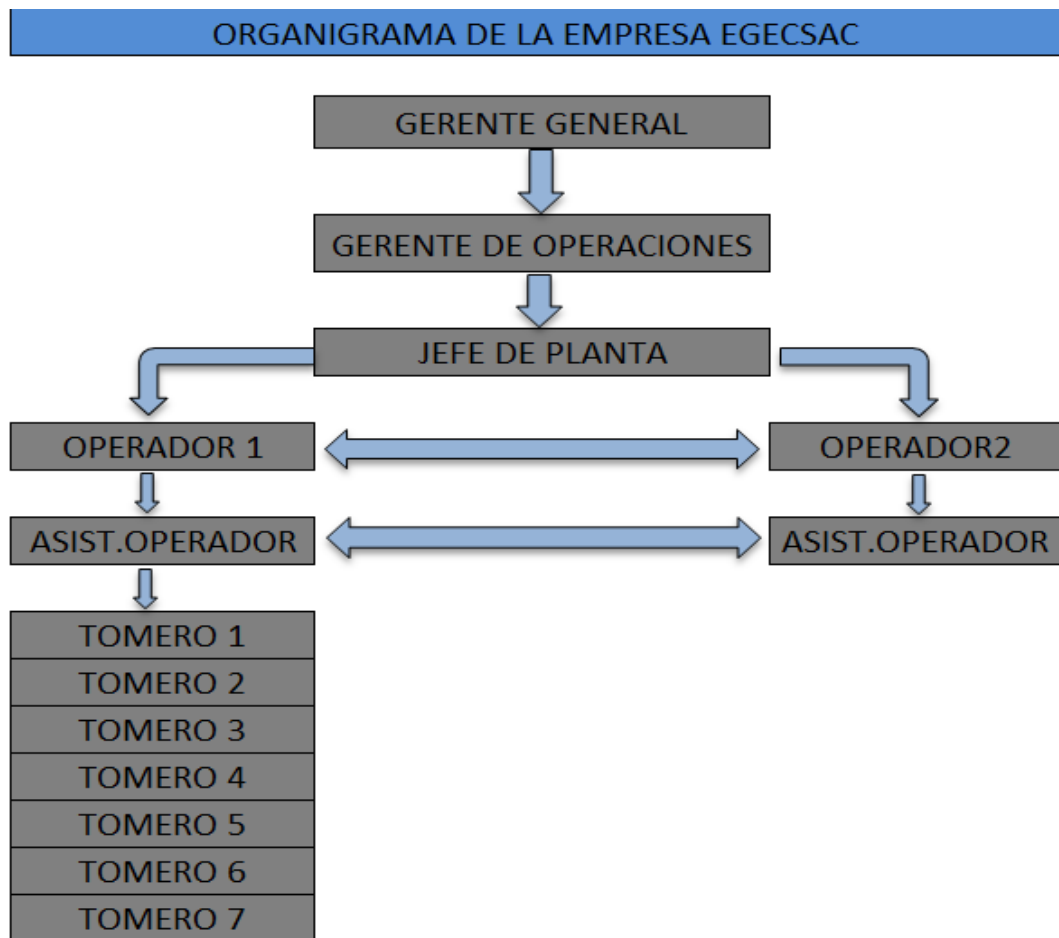


Figura N°03: Organigrama de la Empresa Egecsac

Con el compromiso de promover el trabajo en la Comunidad Campesina de Canchayllo, se tiene un convenio con los comuneros, siendo así que, cada año el presidente de la Comunidad remite a la Empresa siete (07) comuneros, para que estos puedan brindarnos sus servicios como

Tomeros, para ello, se los capacita y así puedan adherirse rápidamente a las operaciones de la Central Hidroeléctrica.

Del mismo modo el rol de trabajo está bajo un sistema de trabajo de 12 x 9; quiere decir, 12 días seguidos en el trabajo y 9 días seguidos de descanso, se adjunta **Anexo II**-Rol de Turnos del mes de enero 2018.

### **III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA EGECSAC**

La actividad principal de la Empresa de Generación Eléctrica Canchayllo SAC, es la generación y venta de energía eléctrica, por ello toda la producción es transportada mediante la S.E. Canchayllo (6.3/69kv-Nueva) y S.E. Oroya (69vk) hacia la S.E. de Chumpe - 69VK (Propiedad de SN Power)

La producción actual, al 05 de Enero del 2018 del generador "G-01" asciende a 42, 795,112.05 Kw-h, con un total de 17,500.61 hrs de operación, y del generador "G-02" asciende a 45, 620,300.00 Kw-h, con un total de 20,560.61 hrs de operación.

ESQUEMA UNIFILAR DE LA L.T. 69 kV S.E. CANCHAYLLO – L.T. 69 kV OROYA-CHUMPE

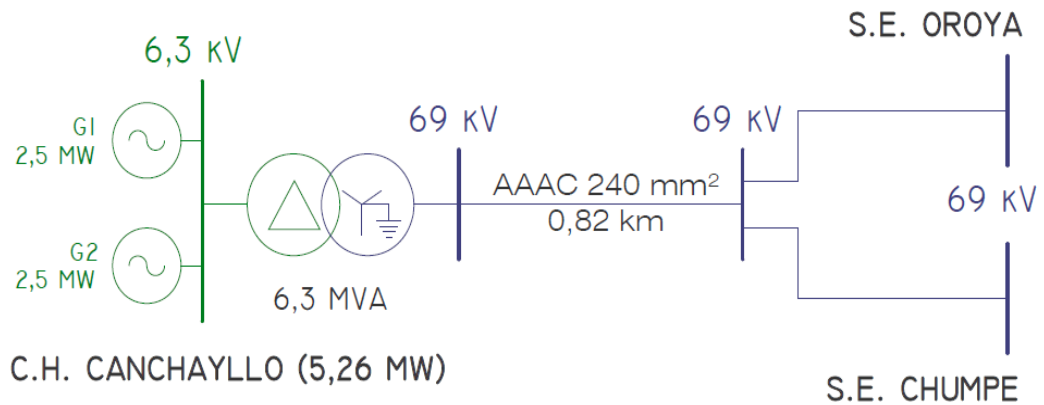


Figura N°04. Esquema Unifilar de la L.T. 69KV S.E. Canchayllo –L.T. 69kv Oroya-Chumpe.

Se adjuntan:

**Anexo III.** Ficha Técnica de Osinermin. Línea de Transmisión 69 kV S.E. Canchayllo – L.T. 69 kV Oroya-Chumpe.; **Anexo IV.** Ficha Técnica de Osinermin- Central Hidroeléctrica Canchayllo y **Plano N°01.** Diagrama Unifilar General, para su ilustración correspondiente.

Asimismo se muestra las producciones anuales de ambos generadores.

<b>Produccion Energetica del Generador N°1</b>				
Año Energetico: Mayo-Abril del siguiente año				
ACUMULADO AÑO	2015/2016	2016/2017	2017/2018	
ENERGETICO	15.02	13.95	8.99	0.00

Tabla N°01. Producción Energética del Generador N°01.

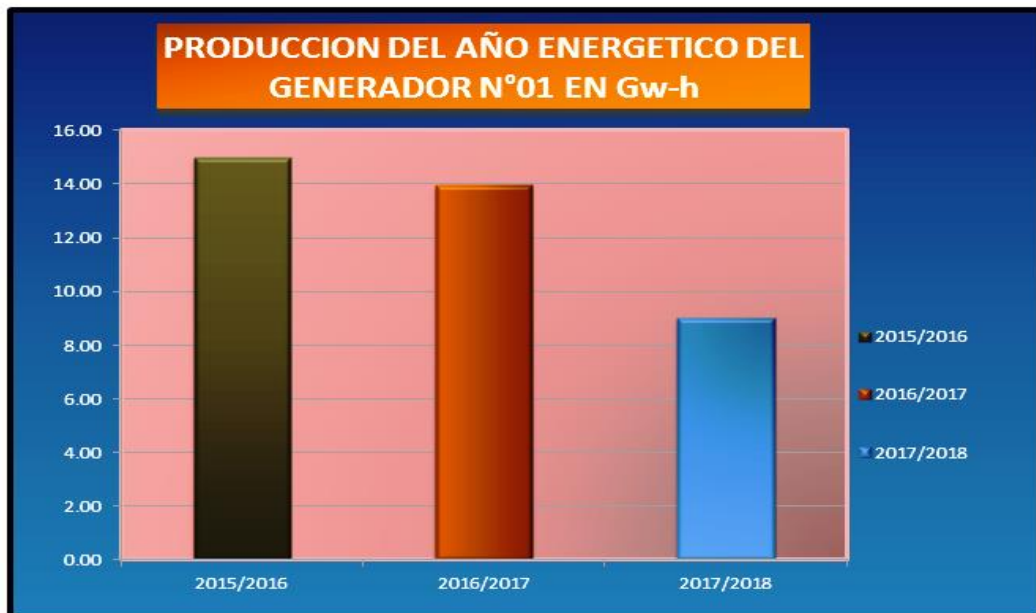


Grafico N°01. Producción de Año Energético del Generador N°01.

<b>Produccion Energetica del Generador N°2</b>				
Año Energetico: Mayo-Abril del siguiente año				
ACUMULADO AÑO	2015/2016	2016/2017	2017/2018	
ENERGETICO	13.87	13.64	13.36	0.00

Tabla N°02. Producción Energética del Generador N°02.

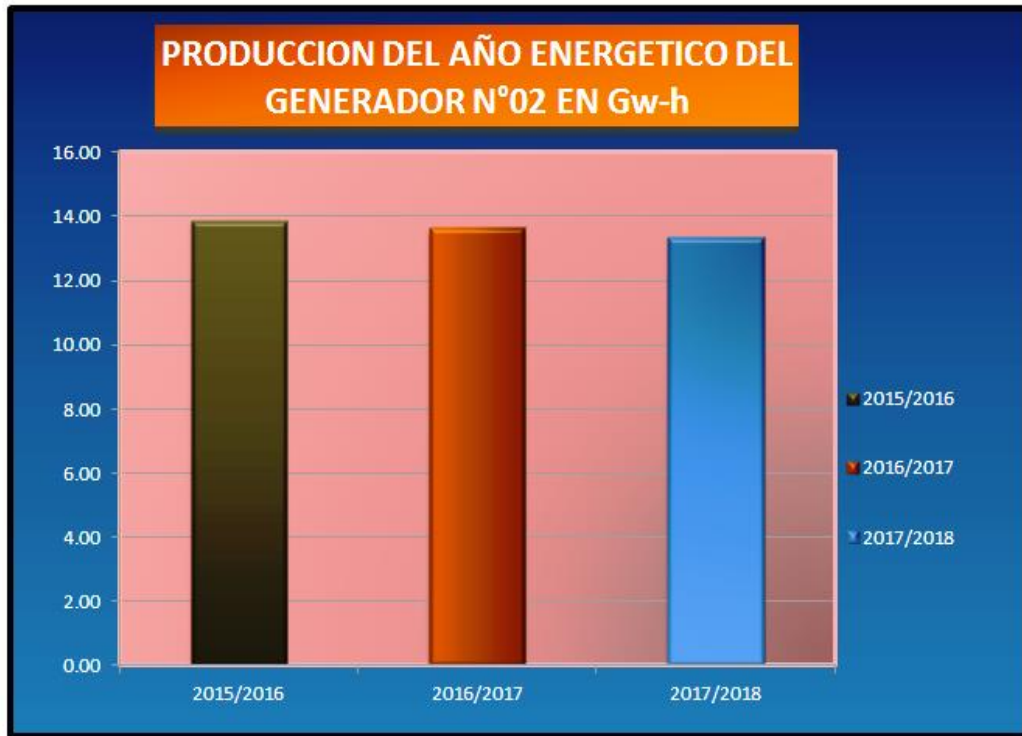


Grafico N°02. Producción de Año Energético del Generador N°02.

#### IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

El presente trabajo pretende realizar un diagnóstico actual de la Central Hidroeléctrica, en cuanto a operación y mantenimiento, con el objetivo de proponer soluciones y mejorar las actividades de la empresa.

##### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA

La C.H. CANCHAYLLO, empezó a generar energía eléctrica desde las 24 horas del 31.12.2014; y a la fecha los mantenimientos que se han realizado son:

#### **4.1.1. Mantenimiento**

##### **4.1.1.1 Bocatoma**

- El 20 de Noviembre del 2017, Se realizó la limpieza de la Ante cámara o Zona de Decantación, por presentar alrededor de 7 metros cúbicos de piedras con un diámetro aproximado de 1-7cm.
- El 21 de Julio del 2017, se realizó la limpieza de la Solera de Captación y de la zona de embalse; con el apoyo de una retroexcavadora se pudo extraer al redero de 16-20 metros cúbicos de piedras, que obstaculizaban el ingreso de agua hacia las Rejas de Admisión.
- El 18 de Agosto del 2017, se engrasó el tornillo sinfín de la compuerta del desripeador.
- El 18 de Octubre del 2017, se engrasó el tornillo sinfín de las dos compuertas de las naves del desarenador.
- El 12 de Setiembre, se engrasó las cadenas de los tecles de las compuertas de admisión.

##### **4.1.1.2 Casa de Maquinas**

- El 18 de Abril del 2017, se realizó la reparación de la Grúa Pórtico de 20 Tn, la bobina del motor presentaba quemaduras por corto circuito.
- El 28 de Mayo del 2017, se inspeccionó el cojinete de empuje del generador N° 01. Falla: Presenta altas temperaturas de

operación 64.5°C aproximadamente, según fabricante temperatura de salida de servicio se presenta en 65°C.

- Del 30.05.2017 al 05.06.2017, inspección del AVR, inspección de los PLC'S, inspección del gobernador. Falla: el equipo no arranca en automático, revisión del cableado de señales según planos de montaje.
- Del 08.08.2017 al 11.08.2017, se inspeccionó el cojinete de empuje del generador N° 01. Falla: Presenta altas temperaturas de operación 64.0°C aproximadamente, se procede al desarmado de los componentes y corrección de la falla, asentamiento del babbit, pulido del anillo de bronce, verificación y calibración de los dados de empuje.
- Del 18.11.2017 al 20.11.2017, se inspecciona cableados del AVR y el cubículo del sistema de excitación.

Falla: No cierra el campo al momento del arranque en 95%-100% de la velocidad de rotación (rpm nominal= 900rpm), de la condición de operación.

Falla: No flashea el AVR, solo se tiene voltaje en vacío, voltaje de excitación= 0, corriente de excitación=0.



#### **4.1.1.3 Sub Estación**

- El 12 de Marzo del 2017, se realizó la limpieza de yerbas de la sub-estación.
- El 24 de Julio del 2017, se realizó la limpieza de yerbas de la sub-estación.
- El 10 de Noviembre del 2017, se realizó la limpieza de yerbas de la sub-estación.
- El 15 de Diciembre del 2017, se realizó el mantenimiento de la línea de transmisión supervisada por la empresa STATCRAFT.
- El 27 de Diciembre del 2017, se cambió el silicagel del transformador de potencia.
- El 12 de Enero del 2018, se realizó la medición de aislamiento e inspección del TAG, del transformador de potencia.

#### 4.1.2. Operación

A la fecha se tiene el siguiente registro de producción por meses de ambos generadores.

**Producción Energética del Generador N°1**  
Año Energético: Mayo-Abril del siguiente año

	2015	2016	2017	2018
Ene	1.14	0.85	1.66	1.38
Feb	1.68	1.44	1.44	
Mar	1.59	1.68	0.11	
Abr	1.82	1.79	0.00	
May	1.57	1.41	0.00	
Jun	0.98	1.17	0.00	
Jul	0.97	1.62	0.49	
Ago	1.67	1.81	1.78	
Sep	1.49	1.35	1.55	
Oct	1.76	1.03	0.64	
Nov	0.84	1.27	1.45	
Dic	0.00	1.07	1.70	

Tabla N°03. Producción Energética del Generador N°01 por meses.

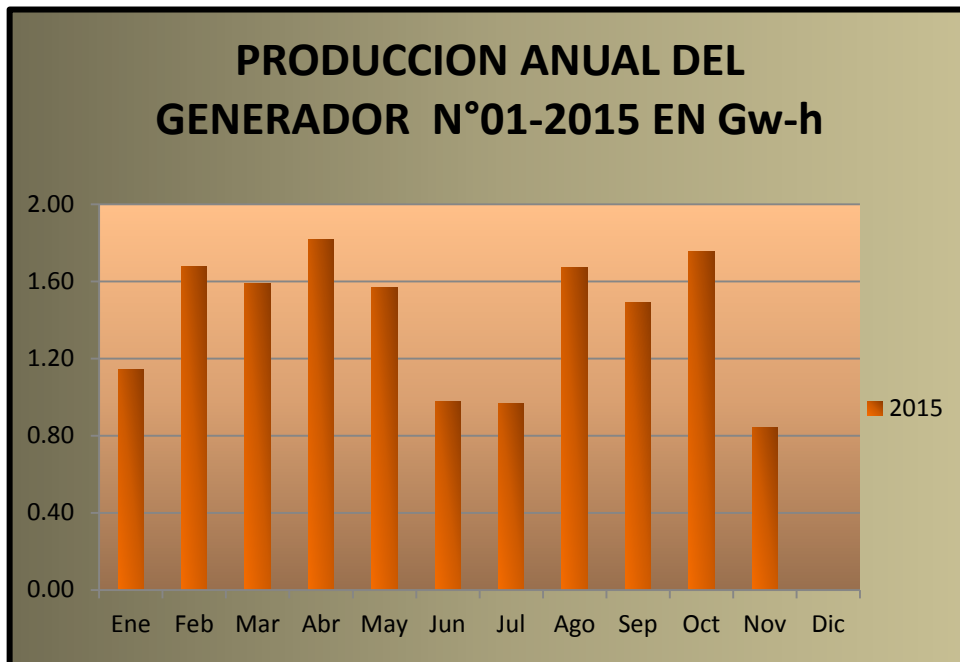


Grafico N°03. Producción Energético del Generador N°01-Año 2015.

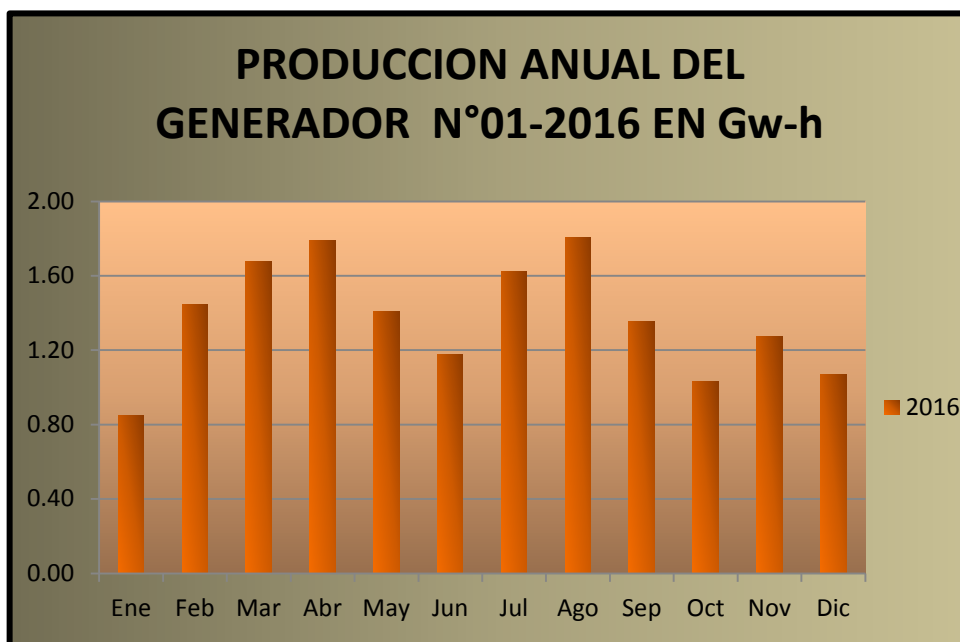


Grafico N°04. Producción Energético del Generador N°01-Año 2016.

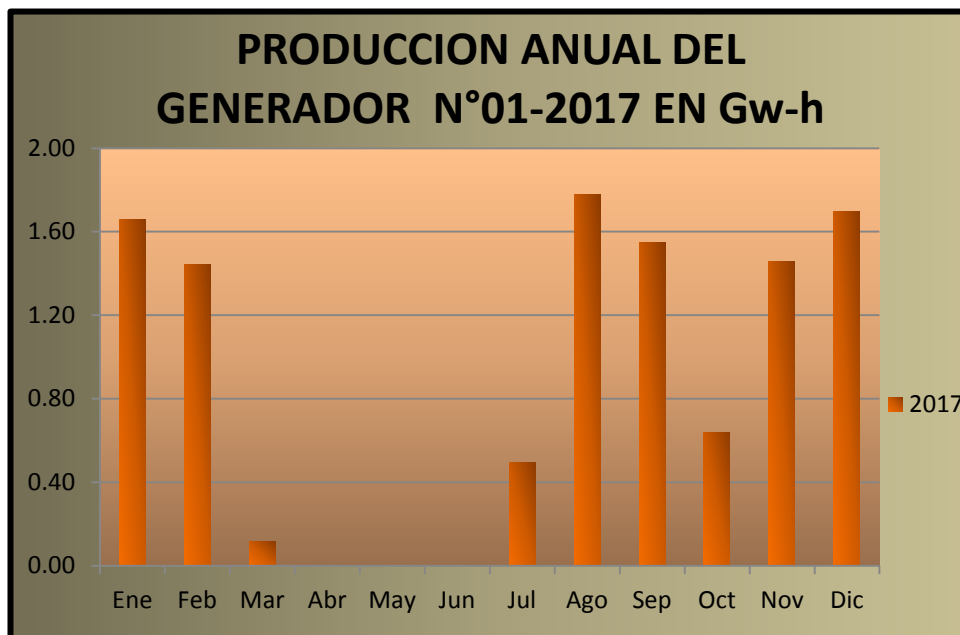


Grafico N°05. Producción Energético del Generador N°01-Año 2017.

### Producción Energética del Generador N°2

Año Energético: Mayo-Abril del siguiente año

	2015	2016	2017	2018
Ene	1.14	0.00	1.00	1.47
Feb	1.68	0.96	1.58	
Mar	1.59	1.74	1.18	
Abr	1.82	1.80	1.76	
May	1.57	0.46	1.09	
Jun	0.98	1.45	1.76	
Jul	0.97	1.77	1.53	
Ago	1.67	1.77	0.93	
Sep	1.49	1.39	1.69	
Oct	1.76	1.08	1.69	
Nov	0.84	0.20	1.77	
Dic	0.11	0.00	1.42	

Tabla N°04. Producción Energética del Generador N°02 por meses.

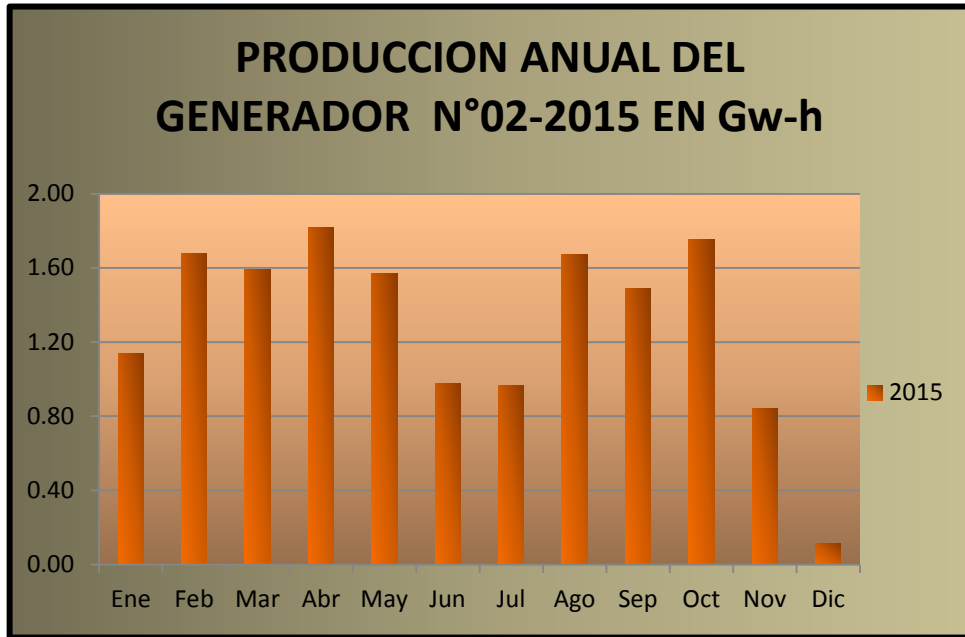


Grafico N°06. Producción Energético del Generador N°02-Año 2015.

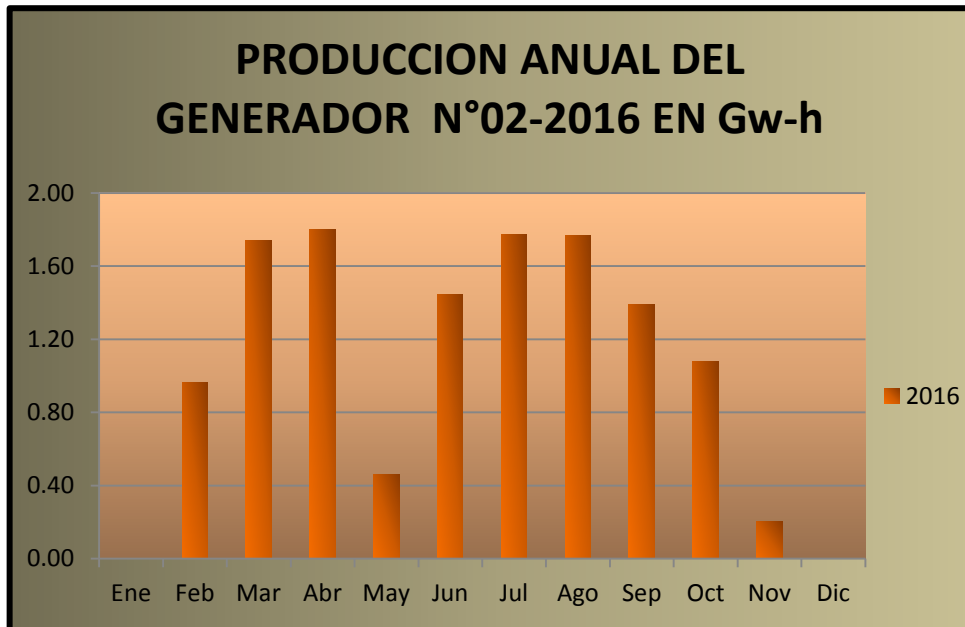


Grafico N°07. Producción Energético del Generador N°02-Año 2016.

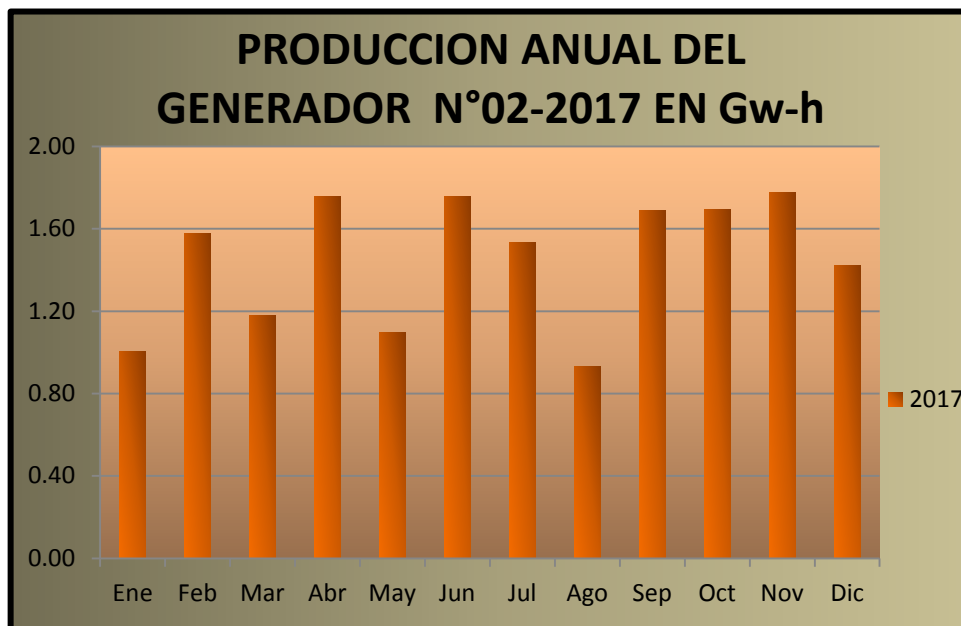


Grafico N°08. Producción Energético del Generador N°02-Año 2017.

## 4.2 ANTECEDENTES

### 4.2.1 Operación

Actualmente se tiene definido las tareas de:

#### 4.2.1.1 Bocatoma

- Limpieza de rejillas finas.
- Limpieza de rejillas gruesas.
- Desripeado.
- Desarenado.

#### 4.2.1.2 Casa de Maquinas

- a) Lecturación de datos de Generación según Anexo V : Daily Running Load Record, donde se registran parámetros de:

- Generación de Potencia Activa, Potencia Reactiva, Factor de Potencia.

- Apertura del Gobernador (Porcentaje).
- Presión en la cámara del Rodete.
- Temperatura de los Dados del cojinete de Empuje
- Temperatura del eje Guía del cojinete de Empuje.
- Temperatura de Aceite del cojinete de Empuje.
- Temperatura del Eje del Cojinete Guía.
- Temperatura del Aceite del Cojinete Guía.
- Presión de Agua al ingreso del sistema de Refrigeración.
- Nivel de Aceite de ambos Cojinetes.
- Temperatura del Devanado del Estator.
- Presión de la Bomba de Aceite del Gobernador.
- Presión de la Bomba de Aceite de la Válvula Principal.
- 03 Fases de Voltaje.
- 03 Fases de Amperaje.
- Corriente y Voltaje de Excitación.
- Temperatura de Aceite del Transformador Principal.
- Temperatura del Devanado del Transformador Principal.
- Corriente de Transformación en 6.3kv.
- Temperatura del Devanado del Transformador de Servicios Auxiliares.

b) Lecturación de Líneas Oroya-Chumpe-Línea 69kv, Se adjunta

Anexo VI. Donde se registran parámetros de:

- Potencia Activa S.E. Oroya
- Potencia Reactiva S.E. Oroya.
- Voltaje S.E. Oroya.
- Potencia Activa S.E.Chumpe.
- Potencia Reactiva S.E. Chumpe.
- Voltaje S.E. Chumpe.
- Potencia Activa Línea 69kv.
- Potencia Reactiva Línea 69kv.

c) Lecturación de Generación Grupo N° 01 y N°02, Se adjunta

Anexo VII. Donde se registran parámetros de:

- Potencia de Activa de Generación
- Potencia de Reactiva de Generación
- Potencia Activa de Consumo de S.S.A.A.

#### **4.2.1.3 Casa de Maquinas**

a) Limpieza de yerbas.

En referencia al arranque de los generadores N°01 y N°02, a la fecha se presenta las siguientes observaciones.



**SECUENCIA DE ARRANQUE Y OBSERVACIONES DE LOS GENERADORES N°01 Y N°02**

<b>N°</b>	<b>SECUENCIA DE ARRANQUE</b>	<b>GENERADOR N°01</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>GENERADOR N°02</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Refrigeración de los Cojinetes de Empuje y Guía	Manual	Revisión de las señales de comunicación. No acciona la válvula de apertura desde el HMI.	Automatico	Lijera fuga por la empaquetadura del caudalímetro de purga.
2	Compensación de presiones en la Tubería Forzada (By-Pass)	Automatico	Conforme	Automatico	Conforme
3	Apertura de la Válvula Principal de la Tubería forzada	Automatico	Revisión de las señales de comunicación, hay veces que se arranca en modo manual y otras en automatico al resetear los interruptores.	Manual	Presenta dificultades de operatividad desde el HMI
4	Apertura del rodete desde el Gobernador	Manual	Presenta fallas de comunicación con el HMI, se apertura manualmente. La válvula antiretorno del Solenoide, no mantiene constante la posición de apertura, se regula cada cierto tiempo.	Manual	Presenta fallas de comunicación con el HMI, se apertura manualmente.
5	Cierre del Campo del Sistema de Excitación	Manual	La tensión en los bornes del transformador (mecanismo de cierre), cae de 110V DC a 80 Volt. No permitiendo accionar el transformador de cierre.	Automatico	Conforme a control del HMI
6	Sincronización con el Sistema y entrada en paralelo	Manual	Se regula la velocidad 95-100%, y se iguala la frecuencia con el sistema a 60 Hz. El HMI no regula al gobernador para su velocidad y frecuencia, esta operación se realiza manualmente. Revisión de las señales de comunicación.	Manual	Se regula la velocidad 95-100%, y se iguala la frecuencia con el sistema a 60 Hz. El HMI no regula al gobernador para su velocidad y frecuencia, esta operación se realiza manualmente. Revisión de las señales de comunicación.
7	Una vez ingresado al sistema, se apertura el gobernador de 15% a 50% con una carga de 1.25 Mw, se regula el ingreso constante de agua, y posteriormente se apertura el gobernador a plena carga 81% con una carga de 2.52 Mw, manteniendo el ingreso de agua en bocanoma de 3.5 m3 x seg por equipo, o equivalente con la regla en 44cm para ambos generadores.				

Tabla N°05. Secuencia de arranque y observaciones de los Generadores N°01 y N°02.

### **4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las actividades de Operación y Mantenimiento de la C.H. Canchayllo serán los más óptimos actualmente?

### **4.4 JUSTIFICACION**

El presente proyecto se justifica en la optimización de la operación y mantenimiento de la C.H, a fin de abaratar costos y garantizar la operatividad de la planta. Para ello el presente trabajo pretende sumar a las actividades existentes una documentación donde se pueda registrar los procedimientos de trabajo y a su vez estos se puedan mejorar en base a lecciones aprendidas.

#### **4.4.1 Operación**

Lo que se propone es definir estos trabajos mediante “Procedimientos Escritos de Trabajos Seguros”- PETS con formatos codificados, donde se especifican las herramientas a usar por el personal, los EPP’s a utilizar, las precauciones a tener en la maniobra, además si se necesita la supervisión del Operador de planta o Jefe de planta In-situ, otras recomendaciones que puedan mejorar los formatos, semestral o anualmente en lo futuro.

#### **4.4.2 Mantenimiento**

Los trabajos de mantenimiento son eventuales a la fecha, sin embargo, son fundamentales en el diagnóstico y solución de futuras fallas que pudieren producirse; lo que se propone este 2018 es:

- Implementación de Fichas técnicas, ya que a la fecha se carece de información específica de los equipos.
- Registrar historiales de equipos, componentes; a fin de dejar por escrito las labores realizadas en dichos equipos, para así tomar decisiones en futuros mantenimientos a estos.
- Con respecto a la parte electrónica, se requiere realizar un levantamiento de información de las señales y secuencias de arranque, ya que a la fecha no coinciden algunas conexiones con los planos originales de montaje.
- Re-activar el sistema SCADA, para un mejor monitoreo de la información en tiempo real.
- Escanear los planos existentes referentes a los equipos, obras civiles, planos de montajes eléctricos, planos electrónicos, etc; a fin de salvaguardar la información, ya que se carece de información digital de estos.

## **4.5 MARCO TEÓRICO**

### **4.5.1 Centrales Hidroeléctricas**

Son plantas de generación de energía eléctrica basada en el aprovechamiento hídrico, es decir utiliza la energía potencial del agua proveniente de los ríos, lagos y lagunas para convertirla primeramente en energía mecánica y luego en eléctrica.

Para el aprovechamiento se dispone de un sistema de captación de agua, conformado por un conjunto de obras civiles y dispositivos electromecánicos, que provocan y/o generan un desnivel que origina, a su vez, una cierta energía potencial que será aprovechada.

El paso del agua por la turbina, elemento fundamental de esta instalación, desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona un alternador y produce la corriente eléctrica deseada, que luego se transportará a los centros de consumo mediante redes eléctricas. (Cáceres, 2006,p 30)

#### 4.5.2 Ventajas y desventajas:

Las principales ventajas que tienen las centrales hidroeléctricas son:

- a. Utilización de un recurso limpio, pues no se contamina el aire ni el agua.
- b. Uso de un recurso renovable.
- c. El costo de producción de energía es bajo y la central tiene una alta eficiencia.
- d. Las obras de ingeniería necesarias para aprovechar la energía hidráulica tienen una duración considerable.
- e. La operación y mantenimiento son simples.
- f. Pueden combinarse con otros usos como riego, suministro de agua, ornamentación del terreno, etc. (Cáceres, 2006,p 30)

Las desventajas que se presentan en estas obras de ingeniería son:

- a. Usan un recurso completamente irregular y la disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de año en año.
- b. Tienen un alto costo de inversión.
- c. Las grandes centrales se encuentran alejadas de los centros de consumo y exigen la construcción de un sistema de transmisión de electricidad, lo que se refleja en el aumento de la inversión y costos de mantenimiento.
- d. Por lo general, una central hidroeléctrica requiere de un largo periodo de construcción.
- e. El desarrollo del proyecto es único, ya que para desarrollar otra central se requiere de otro estudio.
- f. Las grandes centrales tienen un riesgo potencial por el volumen de sus instalaciones. (Cáceres, 2006,p 30)

#### 4.5.3 Clasificación de las Centrales Hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar según distintos criterios, por ejemplo, según el tipo de aprovechamiento tenemos:

- a. Centrales Hidroeléctricas de pasada, utilizan el caudal de un río, tal y cual éste se encuentre, siendo prácticamente insignificante el período de llenado de su propio embalse por las aportaciones hidráulicas, también se le llama central de agua fluyente.
- b. Centrales Hidroeléctricas con embalse de regulación, permiten un almacenamiento de una cantidad apreciable de agua que se aprovecha posteriormente por la central en la forma más conveniente, permitiendo optimizar la generación. Los embalses en estas centrales permiten la regulación del caudal mensual y anual. (Cáceres, 2006,p 31)

De acuerdo a la potencia generada por la central, podemos tener:

- a. Grandes Centrales hidroeléctricas, desarrollan potencias mayores a 50MW.
- b. Medianas Centrales hidroeléctricas, con potencias de 5MW a 50MW.
- c. Pequeñas centrales, con potencias de 1MW hasta 5MW.
- d. Minicentrales, de 100kW hasta 1MW.
- e. Microcentrales, de 10kW hasta 100kW.
- f. Pico centrales, menores a 10kW.

Otra clasificación de las pequeñas centrales hidroeléctricas.

Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), las centrales hidroeléctricas se clasifican, según la potencia generada.

Institución	Región	Micro Central	Mini Central	Pequeña Central
OLADE	Latinoamérica	< 50 kW	51-500 kW	500-5000 kW
ONUDI	Mundial	< 100 kW	101-2000 kW	2000-10000 kW

Tabla N°06. Clasificación de las centrales hidroeléctricas según la potencia generada.

Como la potencia del grupo hidroenergético es 5.3Mw, tomando como referencia la tabla adjunta, la C.H. Canchayllo según la ONUDI está clasificada en una Pequeña Central.

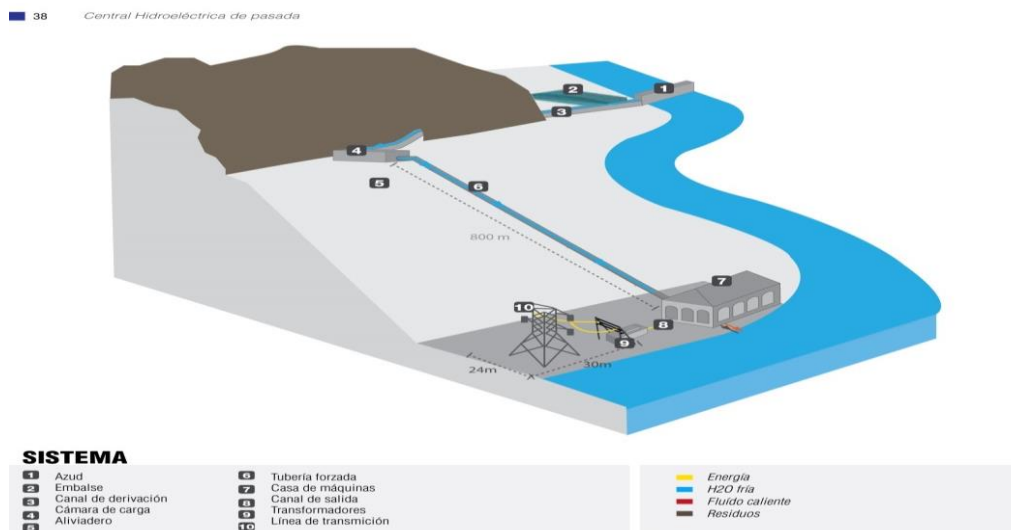


Figura N°05. Componentes de una Pequeña Central Hidroeléctrica.

Fuente:

[https://www.google.com.pe/search?q=centrales+hidroelectricas+de+pasada&rlz=1C1GGRV\\_enPE752PE753&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiK1J7T\\_pHZAhXxp1kKHTk4A8oQ\\_AUICigB&biw=667&bih=635](https://www.google.com.pe/search?q=centrales+hidroelectricas+de+pasada&rlz=1C1GGRV_enPE752PE753&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiK1J7T_pHZAhXxp1kKHTk4A8oQ_AUICigB&biw=667&bih=635)

#### **4.5.4 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)**

##### **4.5.4.1 Estructura de Captación o Bocatoma.**

Es una estructura que permite garantizar la captación de una cantidad de agua regulada del caudal del río que será utilizado para la PCH, proveniente de ríos, riachuelos, lagunas, manantiales.tc. Debe disponer de componentes que permitan el ingreso del agua con poca presencia de elementos extraños, asimismo debe permitir regular el caudal de ingreso tanto en épocas de estiaje como en avenidas. El diseño debe garantizar algunas consideraciones:

- Debe garantizar un caudal de diseño constante.
- Captación del mínimo de sólidos.
- Que tenga una buena ubicación para que sea de fácil construcción.

El represamiento puede ser de los siguientes materiales:

- De piedras o tierra, para caudales pequeños y estables.
- De madera con piedras, donde la madera es abundante y el concreto escaso o costoso como en la ceja de Selva.
- De mampostería o concreto, para uso en la región andina donde hay grandes variaciones de caudal. (Aspilcueta, Leonidas 2014. P 45)

La central Canchayllo, tiene la ventaja que las aguas provenientes de las lagunas son limpias con pocas partículas en suspensión. Las rejillas gruesas tienen una separación de 8cm, mientras que las rejillas finas tienen 4cm de separación.

En los meses de Enero, febrero y marzo se aprecian aguas turbias por las constantes lluvias.



Figura N°06. Estructura de Captación o Bocatoma  
Fuente: Propia

#### **4.5.4.2 Barraje**

El barraje de la bocatoma, es mixta, quiere decir, una parte fija (azud), una represa vertedora cuya función es captar y dejar escapar el agua excedente o de avenidas que no debe ingresar al sistema (el azud es una estructura de concreto del tipo gravedad), y de otra móvil (compuerta). La compuerta o descarga de fondo, está conformada por planchas de acero que sirve para eliminar los materiales de acarreo que se acumulan delante del barraje, se ubica en un extremo del azud, al lado de la reja de admisión. Por lo general el río trae en épocas de crecidas gran cantidad de piedras medias que se encuentran aguas arriba del azud, pudiendo

llegar a tapar la reja de admisión con lo cual el caudal de captación se reduce considerablemente o puede ser totalmente interrumpido. La función de la compuerta es eliminar este material grueso, por lo general, la eficiencia de la compuerta de limpia es pequeña, pero por lo menos se consigue mantener limpio el cauce frente a la rejilla.

La compuerta se abre en crecientes, cuando sobra agua, y por lo tanto cumple una función adicional de aliviar el trabajo del azud y hasta cierto grado regular el Cauce captado, su operación se realiza desde un puente construido por encima de dicho barraje.

En la C.H Canchayllo para las maniobras con las compuertas de limpia, se cuenta con grúas pórtico para su maniobra.

El barraje mixto tiene una capacidad de captación de 9 m<sup>3</sup>/seg en su máxima avenida y en estiaje se regula los alabes de acuerdo al ingreso de agua.





Figura N°07. Barraje.  
Fuente: Propia

#### **4.5.4.3 Compuerta de Admisión**

Es un dispositivo (generalmente metálico) que sirve para controlar, regular e impedir el acceso de agua del río al canal de conducción. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 48)

#### **4.5.4.4 Solera de Captación**

Se trata de una losa o piso a desnivel respecto de la antecámara o piso de la bocatoma, cuyo objetivo es crear un pozo de sedimentación donde se depositen los materiales de suspensión. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 48)



Figura N°08.Solera de Captación.

#### 4.5.4.5 Reja de Admisión

Antes de la compuerta de admisión de agua al canal de conducción es conveniente colocar una reja de 10 cm de abertura como máximo. Esta impedirá el ingreso de pedrones y materiales flotantes que puedan afectar el funcionamiento del canal. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 48)

Para nuestro caso las rejillas cuentan con 8cm de separación.



Figura N°09.Reja de Admisión

#### **4.5.4.6 Antecámara o Zona de Decantación**

Es el área que por su desnivel respecto de la solera de captación está destinada a recibir y acumular los materiales de acarreo del río. Su cota será la misma que la del río y aproximadamente 30 cm menor que la solera de captación. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 48)



Figura N°10.Zona de Decantación.

#### **4.5.4.7 Desripiador**

Se utiliza para evacuar los sedimentos y sólidos que acarrear las corrientes.



Figura N°11.Desripeador.

#### **4.5.4.8 Desarenador**

Es una estructura rectangular que permite eliminar las partículas sólidas transportadas por el curso del agua.

Los desarenadores son llamados depósitos de sedimentación y la eliminación de los sólidos tiene dos procesos:

### **Sedimentación de los sólidos**

Se logra disminuyendo la velocidad del agua de forma tal que el flujo pierda su capacidad de transporte y los sólidos se depositen, este efecto se consigue aumentando el ancho del depósito con lo cual se aumenta la sección transversal.

### **Evacuación de los Sólidos**

Se efectúa mediante compuertas de purga hacia canales de descarga.

Un desarenador, esencialmente consta de las siguientes partes:

#### **Transición de Entrada**

La dirección del agua. Une el canal con el desarenador. Debe tener un ángulo de divergencia no mayor a  $12^{\circ}30'$ .

#### **Cámara de Sedimentación**

En la cual las partículas sólidas caen en el fondo, debido a la disminución de la velocidad producida por el aumento de sección.

#### **Compuerta de lavado**

Por el cual se evacuan los sólidos.

#### **Transición de salida** (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 56)



Figura N°12.Desarenador.

#### **4.5.4.9 Contra solera y colchón de agua**

Al elevar las aguas del río para hacer posible su captación, el barrage crea alturas de carga que podrían provocar erosión en el lecho del río al momento de su caída, afectando con ella la estabilidad de toda la estructura de la toma. A fin de prevenir esta actividad erosiva es que se construyen los pozos artificiales. Su propósito fundamental es amortiguar la caída de la aguas sobre el lecho del río, protegiendo de este modo los cimientos de la toma. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 49)

#### **4.5.4.9 Muros de encauzamiento**

Son estructuras destinadas a proteger las márgenes de los ríos o quebradas, así como la de darles dirección determinada. Estos muros serán de concreto y se construirán aguas arriba y debajo de la compuerta y a ambas márgenes, rematando en transiciones alabeadas para empalmar con los taludes naturales del río. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 49)

#### **4.5.5.0 Aliviadero**

Un aliviadero es un tipo de vertedor. Se llama vertedor a un dispositivo hidráulico que consiste en una escotadura a través de la cual se hace circular el agua.

Los aliviaderos son estructuras de regulación y de protección que sirven para evacuar caudales de demasías o caudales superiores a los del diseño. Si esta agua excedentes ingresaran a las diferentes obras que componen el sistema, podrían ocasionar daños de imprevisibles consecuencias. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 54)



Figura N°13. Aliviadero.

#### **4.5.5.1 Canal de Conducción**

El canal es una estructura hidráulica de forma regular artificialmente construida, que en razón de su pendiente puede conducir agua de un lugar a otro; en estos canales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 48)



Figura N°14. Canal de Conducción.

#### 4.5.5.2 Cámara de Carga

La cámara de carga es una estructura construida al final del canal de conducción y donde se inicia la tubería de presión; tiene por finalidad:

- Eliminar los sedimentos que aún pudiera llevar el agua.
- Impedir la turbulencia por fluctuaciones del nivel, la cual puede propiciar la entrada de sedimentos a la tubería, para evitarlo se diseña una transición de entrada.
- Servir como disipador de los cambios de presión producidos por el golpe de Ariete, para ello se le da una profundidad adecuada, mayor al final de la cámara de carga.
- Regular el flujo de entrada de agua a la tubería, eliminando los excesos por medio de un aliviadero generalmente lateral.
- Evitar la entrada de aire a la tubería, almacenando un volumen de agua suficiente para atender las necesidades de la demanda eléctrica. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 61)

Los excesos de agua provenientes del aliviadero se deberán evacuar hacia zonas seguras, sin poner en riesgo las estructuras de la central, se recomienda devolver el agua hacia el río.



Figura N°15. Cámara de Carga.

#### 4.5.5.2.1 Elementos y Especificaciones

Una cámara de carga consta de los siguientes elementos:

- Un tanque de regulación que tiene una capacidad suficiente, conectado al canal por medio de una transición.
- Un aliviadero.
- Cámara de presión propiamente dicha, con rejillas para evitar la entrada de material flotante.
- Tubo de desagüe para eliminar sedimentos y lavar el tanque de regulación.

Un anclaje que acopla la cámara de presión con la tubería.

Las especificaciones son:

- La tubería de presión debe colocarse dentro de la cámara en un plano horizontal para evitar la formación de remolinos.
- La entrada de esta tubería debe tener forma abocinada para evitar en lo posible las contracciones laterales.
- La tubería de presión debe estar situada a una profundidad suficiente de la superficie de la cámara con el fin de evitar la formación de remolinos y absorción de aire.
- Los excesos de agua provenientes del aliviadero se deberá evacuar hacia zonas seguras, sin poner en riesgo las estructuras de la central, se recomienda devolver el agua hacia el río. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 62)

#### 4.5.5.3 Tubería de Presión

Son tuberías que transportan agua bajo presión desde la cámara de carga hasta la rueda de la turbina en la casa de fuerza, dispuesta de tal forma que rige los lineamientos del perfil longitudinal del terreno.



La tubería de presión tiene como objeto transformar la energía potencial de posición que tiene el agua en la cámara de carga en energía de presión que tiene la misma al final de la tubería.

Esta tubería además de estar sometida a la presión de la carga estática soporta también sobrepresiones por efecto del golpe de ariete, originadas al interrumpir el flujo del agua hacia la turbina. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 62)



Figura N°16. Tubería de Presión.

#### 4.5.5.3 Casa de Maquinas

Para una pequeña Central Hidroeléctrica, la casa de máquinas debe considerar los siguientes ambientes:

- Sala de máquinas.
- Depósito.
- Almacén.
- Oficina.

La sala de máquinas alberga al o los grupos hidroeléctricos, compuesto básicamente por los siguientes componentes:

- a. **Válvula Principal.** Se instala en la unión al final de la tubería de presión. Luego, va la junta de montaje, el cual permita acoplar la válvula con la conducción hacia la turbina.
- b. **Turbina Hidráulica.** Componente principal, transforma la energía cinética del agua en energía mecánica y lo hace disponible en su eje.
- c. **Sistema de Acoplamiento y/o Transmisión de Potencia**

**Mecánica.** Por medio del cual se transmite la energía mecánica disponible en el eje de la turbina hacia el eje del alternador

- d. Generador Eléctrico.** Transforma la energía mecánica en energía eléctrica dejándolo disponible en los bornes.
- e. Tablero de Control.** Al cual, mediante cables eléctricos, llega la energía de los bornes del generador. Permite visualizar la medición de los parámetros de la energía generada, ajustar estos parámetros, mandar e interrumpir la energía hacia el centro de consumo mediante un interruptor general.
- f. Gobernador Automático de Velocidad.** Actúa para mantener la frecuencia dentro de los rangos permisibles cuando el consumo de energía varía.
- g. Volante.** Permite completar el momento de inercia necesario a la del conjunto turbina-generador y así dejar actuar al regulador automático, por un determinado tiempo, para realizar una adecuada regulación evitando oscilaciones no deseadas. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 65)



Figura N°17. Casa de Maquinas.

Se adjunta plano general de planta de la central hidroeléctrica, para su ilustración. Plano N°02. Plano General de Planta

#### 4.5.5.4 Canal de Descarga de Agua Turbinada

Es por donde el agua después de entregar su energía a la turbina retorna al río, a ello se les llama aguas turbinadas.



Figura N°18. Canal de Descarga de Agua Turbinada.

#### 4.5.5.5 Alternador Eléctrico

El alternador o generador de corriente alterna es una máquina rotativa que recibe la energía mecánica y transforma en energía eléctrica.

Para su utilización en centrales hidroeléctricas, se deberá indicar muy claramente que se refuercen sus elementos de sujeción de la parte rotativa, a fin de que el equipo soporte los efectos de las fuerzas centrífugas generadas por la velocidad de embalamiento.

En los alternadores se requiere un control estrecho de la tensión de salida, a fin de que los equipos conectados trabajen adecuadamente. Los alternadores modernos son del tipo autoexcitado, autorregulados, con variaciones de tensión no mayores a  $\pm 3\%$  entre vacío y plena carga, asumiendo velocidades de giro constante de la máquina motriz.

Puede ir acoplado directamente al eje de la turbina, o indirectamente mediante poleas y fajas; otras de las formas de acoplamiento, puede ser por medio de dispositivos multiplicadores o reductores de velocidad. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 71)

## **Velocidad Síncrona**

Es la velocidad que debe girar el alternador, que permanece invariable y origina en la corriente alterna la frecuencia síncrona normalizada (50 ó 60 Hz). Como la frecuencia de salida es dada por la máquina motriz prima, una variación de la velocidad de ésta, provocara una variación de frecuencia y con ello efectos dañinos en los equipos que consumen esta energía. Es por ello importante que la turbina gire a una velocidad lo más constante posible, independientemente de la carga eléctrica que apliquemos.

Un aspecto importante de los alternadores es el costo, y es función de la velocidad de giro; a mayores RPM el costo del equipo es menor a igualdad de potencia de salida.

Se fabrican para distintas tensiones y velocidad de rotación; siendo las más frecuentes en las mini centrales hidroeléctricas de 220, 380 y 440 voltios, así como velocidades síncronas de 720, 900, 1200 y 1800 RPM, como potencias disponibles hasta 30KVA en generadores monofásicos, y mayores en generadores trifásicos. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 72)

### **Tipos de alternadores.**

Se presentan las siguientes formas constructivas:

#### **a) Alternador con Escobillas:**

Se caracterizan por contar con anillos colectores y escobillas. La tensión de salida es proporcional a la velocidad de giro del motor primo. El sistema de excitación está constituido por 3 elementos básicos:

- Un reactor o bobina, cuya misión es suministrar la tensión de vacío del alternador.
- Un transformador de corriente, su misión es suministrar la corriente adicional requerida por el campo cuando al alternador se le está requiriendo potencia de salida.
- Un puente rectificador de diodos, Cuya misión es rectificar la corriente alterna proporcionada por el reactor y el transformador e introducirlo en el campo principal.

En la actualidad se producen en pequeñas cantidades y está limitado a bajas potencias por la dificultad de dar salida con escobillas a la corriente generada y por los altos pesos de las bobinas del rotor que implicaría el incremento de potencia. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 72)

#### **b) Alternadores sin Escobillas:**

El uso confiable y económico de los rectificadores de silicio dio lugar al generador síncrono sin escobillas que incorpora en un eje común el sistema inductor giratorio, el inducido de la excitatriz de corriente alterna y un rectificador de onda completa trifásica de diodos de silicio para el campo principal. El alternador se autoexcita desde sus bornes de salida a través de un regulador automático de tensión (AVR) electrónico. Es decir, la excitatriz cuenta con un sistema de realimentación de señal y está conformado por 4 elementos básicos: (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 72)

- El AVR, que recibe la señal de tensión del inducido (estator), la compara con una tensión de referencia preestablecida (puede ser 220 voltios) y emite corriente al estator de la excitatriz.
- El estator de la excitatriz (que aloja sus respectivas bobinas de campo), al recibir la corriente del AVR genera el campo magnético de excitación que induce en el rotor de la excitatriz una tensión alterna.
- Esta tensión alterna es rectificadora en el puente de diodos.
- Este puente rectificador de diodos rotativos convierte la corriente alterna producida por la excitatriz en continua y excita el campo principal que a su vez en el estator principal la tensión preestablecida de la salida.

El AVR mantiene el nivel de tensión constante a cualquier condición de carga dentro del valor nominal del alternador aún con variaciones de la velocidad (5%).

Estos alternadores son más costosos que los anteriores pero libres de todo mantenimiento, siendo la forma más difundida de fabricación. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 74)

#### **4.5.5.6 Grupo Hidroeléctrico**

##### **4.5.5.6.1 Turbina Hidráulica.**

Es un dispositivo mecánico capaz de convertir en trabajo, en forma de movimiento de rotación, la energía cinética presente en las masas de agua que circulan a través de ella.

Los elementos principales que componen una turbina hidráulica son:

- El Distribuidor, cuya función es acelerar el flujo de agua al transformar total (turbina de acción), o parcialmente (turbina de reacción) la energía potencial del agua en energía cinética y dirigirla hacia el rodete, siguiendo una dirección adecuada.
- El Rodete, órgano fundamental que consta de un disco provisto de un conjunto de alabes, paletas o cucharas animado por una cierta cantidad angular.

Entre otros elementos de una turbina se encuentra el tubo de aspiración, muy común en las turbinas de reacción, y la carcasa. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 67)

#### 4.5.5.6.2 Tipos de Turbina.

Las turbinas hidráulicas se clasifican en dos grandes grupos:

Turbinas de Acción y Turbinas de Reacción. Entre las turbinas de mayor utilización en nuestro país destacan:

##### ➤ Turbina Pelton

Conocida como turbina de presión por ser ésta constante en la zona del rodete por la acción del chorro libre; o de admisión parcial por ser atacada por el agua en una parte de la periferia del rodete.

La turbina Pelton también es una turbina de acción debido a que el sentido de la proyección del chorro del agua y el sentido de giro del rodete coincide.

El sistema de distribución está constituido por un inyector que consiste en una tobera de sección circular provista de una aguja de regulación que se mueve axialmente, variando así la sección de flujo.

El rotor consta de un disco provisto de una serie de cucharas montadas en su periferia.

Las turbinas Pelton pueden instalarse con el eje horizontal (1 o 2 chorros) o con el eje vertical (3 a 6 chorros).

Esta turbina opera con gran eficiencia en condiciones de gran altura y pequeño caudal, manteniendo buena eficiencia a carga parcial. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 68)

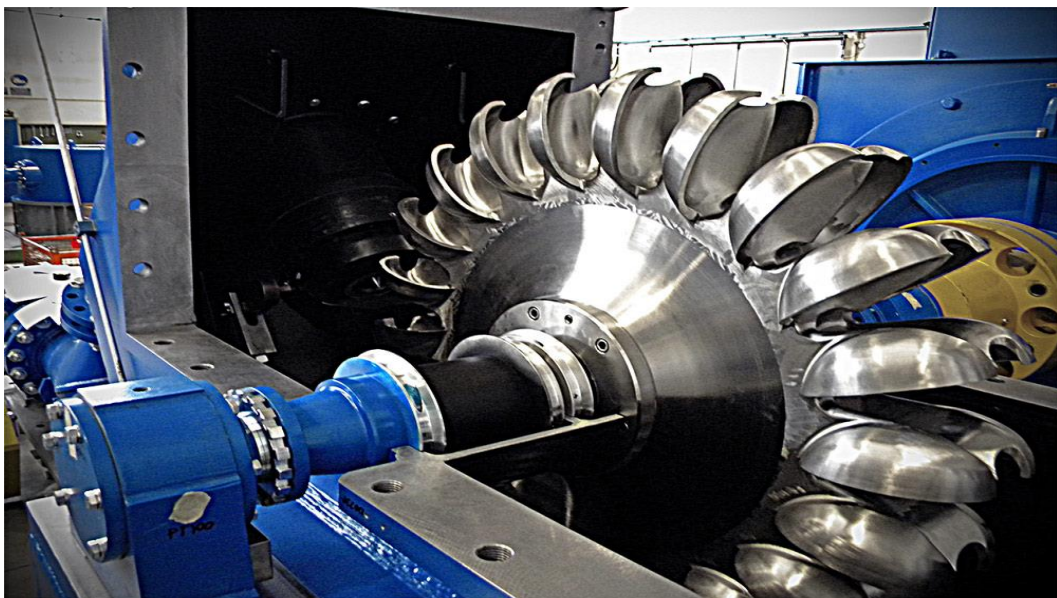


Figura N°19. Turbina Pelton.

Fuente: [https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.zeco.it%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F11%2Fturbine-pelton-05.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.zeco.it%2Fzeco-turbinas%2Fturbina-pelton%3Flang%3Des&docid=jgKJpIJ7RXDBDM&tbnid=2wH\\_IMwJOIbRrM%3A&vet=10ahUKEwi4guCXipLZAhVSrVkkHRraCqoQMwhBKAlwAg..i&w=1000&h=750&bih=635&biw=667&q=turbina%20pelton&ved=0ahUKEwi4guCXipLZAhVSrVkkHRraCqoQMwhBKAlwAg&iact=mr&uact=8](https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.zeco.it%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F11%2Fturbine-pelton-05.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.zeco.it%2Fzeco-turbinas%2Fturbina-pelton%3Flang%3Des&docid=jgKJpIJ7RXDBDM&tbnid=2wH_IMwJOIbRrM%3A&vet=10ahUKEwi4guCXipLZAhVSrVkkHRraCqoQMwhBKAlwAg..i&w=1000&h=750&bih=635&biw=667&q=turbina%20pelton&ved=0ahUKEwi4guCXipLZAhVSrVkkHRraCqoQMwhBKAlwAg&iact=mr&uact=8)

### ➤ Turbina Michell Banki o de flujo cruzado

Es también una Turbina de Acción con la particularidad que el chorro de agua atraviesa el rodete impactando en los alabes en dos oportunidades antes de salir de la misma.

El sistema de distribución consiste de un inyector o tobera rectangular y un alabe directriz para la regulación del caudal. El rotor posee forma cilíndrica o de tambor, y está compuesto por 2 o más discos entre los cuales periféricamente un cierto número de alabes de gran longitud.

La característica del rotor permite que la turbina opere dentro de un rango de variación de caudal con solo variar su longitud.

En instalaciones de baja altura suele incorporarse un tubo de sección cilíndrica para recuperar de la altura de montaje de la turbina.

Es utilizada principalmente para saltos y caudales pequeños con buena a cargas parciales. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 69)

Turbina Ossberger / Banki / Michell: La turbina OSSBERGER es una turbina de libre desviación, de admisión radial y parcial. Debido a su número específico de revoluciones cuenta entre las turbinas de régimen lento. El distribuidor imprime al chorro de agua una sección rectangular, y éste circula por la corona de paletas del rodete en forma de cilindro, primero desde fuera hacia dentro y, a continuación, después de haber pasado por el interior del rodete, desde dentro hacia fuera.



Figura N°20. Turbina Michell Banki.  
Fuente:

[https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimage.slidesharecdn.com%2Falberto%2Fdelafuente10893assignsubmissionfileturbinahidraulicatrabajo-140402030427-phpapp01%2F95%2Falberto-de-la-fuente-10893-assignsubmissionfileturbina-hidraulica-trabajo-9-638.jpg%3Fcb%3D1396408319&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.slideshare.net%2FMily29%2Falberto-de-la-fuente-10893-assignsubmissionfileturbina-hidraulica-trabajo&docid=Nct0LfkNLE-VpM&tbnid=8r\\_3V5E1ORusxM%3A&vet=10ahUKEwjY0aKqipLZAhXqzVkkHa0EBcgQMwimAShdMF0..i&w=638&h=479&bih=635&biw=667&q=turbina%20michel%20banki&ved=0ahUKEwjY0aKqipLZAhXqzVkkHa0EBcgQMwimAShdMF0&iact=src&uact=8](https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimage.slidesharecdn.com%2Falberto%2Fdelafuente10893assignsubmissionfileturbinahidraulicatrabajo-140402030427-phpapp01%2F95%2Falberto-de-la-fuente-10893-assignsubmissionfileturbina-hidraulica-trabajo-9-638.jpg%3Fcb%3D1396408319&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.slideshare.net%2FMily29%2Falberto-de-la-fuente-10893-assignsubmissionfileturbina-hidraulica-trabajo&docid=Nct0LfkNLE-VpM&tbnid=8r_3V5E1ORusxM%3A&vet=10ahUKEwjY0aKqipLZAhXqzVkkHa0EBcgQMwimAShdMF0..i&w=638&h=479&bih=635&biw=667&q=turbina%20michel%20banki&ved=0ahUKEwjY0aKqipLZAhXqzVkkHa0EBcgQMwimAShdMF0&iact=src&uact=8)

### ➤ Turbina Turgo

Puede definirse como de acción, de flujo diagonal y de admisión parcial, posee un inyector similar al de la turbina Pelton y el rotor se asemeja a un medio rotor Pelton.

Se le recomienda para pequeñas centrales como montaje horizontal y vertical. (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 69)



Figura N°21. Turbina Turgo.

Fuente:

<https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimage.slidesharecdn.com%2Fturbina-turgo-121125170900-phpapp02%2F95%2Fturbina-turgo-3-638.jpg%3Fcb%3D1353863546&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.slideshare.net%2FJuanJoseLopezflores%2Fturbina-turgo&docid=vU9ika5iP5BPLM&tbnid=QelH529WXxRTM%3A&vet=10ahUKEwj3mPnjiZLZAhWko1kKHdRVCSUQMwg-KAlwAg..i&w=638&h=479&bih=662&biw=1366&q=turbina%20turgo&ved=0ahUKEwj3mPnjiZLZAhWko1kKHdRVCSUQMwg-KAlwAg&iact=src&uact=8>

### ➤ Turbina Francis.

Conocida como turbina de sobre presión por ser variable la presión en la zonas del rodete, o de admisión total ya que este se encuentra sometido a la influencia directa del agua en toda la periferia

Es una turbina de reacción ya que cada una de las láminas del fluido que se forma, después de pasar el agua por los alabes fijos y directrices, no se proyectan hacia los álabes de manera frontal, si no que más bien se trata de un deslizamiento sobre los mismos, de modo tal que el sentido de giro del rodete no coincide con las direcciones de entrada y salida del agua. . (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 69).



Es utilizada principalmente para grandes caudales y bajos saltos.



Figura N°22. Turbina Francis.

Fuente:

[https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fthumb%2Fd%2Fd1%2FFrancis\\_Turbine\\_High\\_flow.jpg%2F241px-Francis\\_Turbine\\_High\\_flow.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FTurbina\\_Francis&docid=894k8F\\_c9Ah9-M&tbid=p0E2r5uorpyl2M%3A&vet=10ahUKewijrPbUipLZAhVMwVkkHRSGB6YQMwg9KAcwBw..i&w=240&h=180&bih=662&biw=1366&q=turbina%20francis&ved=0ahUKewijrPbUipLZAhVMwVkkHRSGB6YQMwg9KAcwBw&iact=mrc&uact=8](https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fthumb%2Fd%2Fd1%2FFrancis_Turbine_High_flow.jpg%2F241px-Francis_Turbine_High_flow.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FTurbina_Francis&docid=894k8F_c9Ah9-M&tbid=p0E2r5uorpyl2M%3A&vet=10ahUKewijrPbUipLZAhVMwVkkHRSGB6YQMwg9KAcwBw..i&w=240&h=180&bih=662&biw=1366&q=turbina%20francis&ved=0ahUKewijrPbUipLZAhVMwVkkHRSGB6YQMwg9KAcwBw&iact=mrc&uact=8)

## Selección de la turbina

En los proyectos de centrales hidráulicas se selecciona el tipo de turbina por medio del número específico "Ns", cuyo valor estará dentro del rango de aplicación del tipo de turbina más conveniente.

El "Ns" es un valor característico que indica "el número de revoluciones por minuto (RPM) que daría un rodete si sus proporciones fuesen reducidas para desarrollar 1HP con una altura de un metro".

$$N_s = \frac{N\sqrt{P}}{H^{1.25}}$$

$$P = \frac{\gamma Q H}{76} x \eta$$

Donde:

P : Potencia del freno de la turbina (HP)

H : Salto neto (m)

Q : Caudal del diseño (m<sup>3</sup>/s)

η : Eficiencia de la turbina.

N : Velocidad de giro de la turbina (RPM)

El procedimiento consiste en asumir una velocidad optima de giro de la turbina, igual a una de las velocidades sincronicas del alternador, que puede ser según el número de polos según a la siguiente expresión:  $N = 60 f/p$ , donde "f" es la frecuencia de la red (60 Hz) y "p" número de pares de polos. Este procedimiento de selección (de N) es aplicable cuando la turbina se acopla directamente al alternador.

Sin embargo, en proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas se pueden utilizar transmisión por fajas o engranajes, pero esta solución hace difícil determinar un número de revoluciones para la turbina. . (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 70)

#### **4.5.5.7 Golpe de Ariete**

En las centrales hidroeléctricas, al producirse un cierre súbito del distribuidor de la turbina (lo que ocurre normalmente por variaciones rápidas de la demanda), o en el cierre brusco de una válvula, la variación súbita de energía cinética se traduce en sobrepresiones o depresiones que se propagan por la tubería en la que está situada la válvula. Los efectos de compresibilidad del líquido y de la elasticidad de los materiales de las tuberías son importantes cuando se producen estas variaciones bruscas de presión. Este fenómeno transitorio, conocido como *golpe de ariete*, genera sobrepresiones y depresiones elevadas que pueden dañar gravemente a las válvulas, a las mismas tuberías, o a los organos de entrada de la turbina. En el cálculo de las tuberías y demás partes de la central, es preciso tener en cuenta el posible golpe de ariete. . (Aspilcueta, Leónidas 2014. P 104)

#### **4.5.5.8 Caudal Ecológico**

Se define el caudal ecológico como: el agua reservada para preservar valores ecológicos; los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como purificación de aguas, amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos, los parques naturales y la diversidad de paisajes.

Esto implica que después del uso del recurso hídrico para la PCH se dispone de un caudal para: consumo humano, aprovechamiento agrícola e industrial hay que mantener un caudal para la naturaleza, que sirve para conservar la biodiversidad y las funciones ambientales.

#### 4.5.5.9 Línea de Transmisión

La central eleva la tensión de transformación de 6.3 a 69 kV mediante un transformador de potencia de 6.3 MVA y está ubicado al exterior de la casa de máquinas. Esta es conectada con la Línea de Transmisión L-6601 (existente) Oroya Nueva Chumpe en 69Kv de Propiedad de SN Power



Figura N°23. Línea de Transmisión.

## 4.6 FASES DEL PROYECTO

En las presentes ilustraciones se muestran los registros fotográficos de las diversas áreas que conforman la central hidroeléctrica y las observaciones que se pudieron evidenciar a fin de informar a la jefatura para su posterior evaluación.

### 4.6.1 Bocatoma



Figura N°24. Muro de Encauzamiento-Marzo 2016.



Figura N°25. Muro de Encauzamiento-Enero 2018.

En la imagen se puede apreciar que el muro de encauzamiento se ha debilitado por efecto de la erosión del río en sus crecidas de agua, la base del desarenador N°02, necesita una reparación ya que podría colapsar en cualquier momento.

SISTEMA DE TECLES DE 5TN, PARA IZAJE DE COMPUERTAS



Figura N°26. Sistema de Tecles de 5Tn para izajes de compuerta.

Uno de los tecles de las compuertas de admisión, requiere ser reemplazada ya que la dimensión de la cadena es corta, provisionalmente se ha fijado con una sogá.



Figura N°27. Poza de desripeado-Compuerta de Purga.

En la inspección se pudo corroborar que la compuerta del desripeador se abre con dificultad, esto debido a que el tornillo sinfín presenta oxidación, por lo cual se recomienda su engrase periódicamente.



Figura N°28. Rebose de la Poza de Desripeado.



Figura N°29. Sistema de Tecles de 2 Tn para izaje de compuertas de las naves del desarenador.

Del mismo modo las cadenas de los tecles requieren su engrase periódicamente para evitar la corrosión y mantener las condiciones de operación en buen estado.



Figura N°30. Naves del Desarenador.



Figura N°31. Hormigón extraído de la poza de decantación y Solera de Captación



Se requiere el traslado del hormigón extraído de la solera de captación y poza de decantación, puesto que impide el tránsito de la camioneta y traslado del personal de limpieza a las rejillas finas.



Figura N°32. Regla para regulación de ingreso de agua al canal de conducción.

#### 4.6.2 Sistema de Conducción



Figura N°33. Tramo N°01-Ingreso de Agua a Canal de Conducción.

Se requiere la instalación de una rejilla al ingreso del canal de conducción puesto que es un potencial peligro de muerte si el personal de bocatoma se resbalase y cayera al canal.



Figura N°34. Tramo N°01- Canal de Conducción – Presencia de Fisuras y Grietas-Vista Interior.

Se requiere el resane de las fisuras y/o grietas en algunos tramos del canal de conducción para evitar filtraciones.



Figura N°35. Tramo N°01- Canal de Conducción –Exterior.



Figura N°36. Tramo N°01- Canal de Conducción –Túnel N°01. Se evidencia leves grietas.



Figura N°37. Tramo N°02- Canal de Conducción –Vista Exterior



Figura N°38. Tramo N°02- Canal de Conducción –Túnel N°02.



Figura N°39. Tramo N°02- Canal de Conducción –Interior.



Figura N°40. Tramo N°02- Canal de Conducción –Vista Exterior.



Figura N°41. Tramo N°02- Canal de Conducción hacia el tramo N°03



Figura N°42. Tramo N°03- Ingreso de Canal de Conducción del tramo N°03



Figura N°43. Tramo N°03- Canal de Conducción –Vista Interior.



Figura N°44. Tramo N°03- Se evidencia presencia de fisuras en canal de conduccion.



Figura N°45. Tramo N°03- Canal de Conducción –Vista Exterior



Figura N°46. Tramo N°03- Trayecto hacia cámara de carga.

#### 4.6.3 Cámara de Carga



Figura N°47. Rebose de cámara de carga-Aliviadero.



Se requiere la limpieza de la cámara de carga dos veces al año ya que se almacena arena, basura y otras partículas.



Figura N°48. Rejillas finas al ingreso de la tubería forzada.

Se requiere la reparación de la rejilla ya que presenta oxidación y esta pandeado la estructura; del mismo modo se recomienda la presencia de un personal para su limpieza diaria y no se obstruya la rejilla por la suciedad.



Figura N°49. Regla para medición de rebose de cámara de Carga.



Figura N°50. Sistema de izaje para rejillas de cámara de carga.



Figura N°51. Compuerta de Purga de cámara de carga.

Se recomienda el engrase periódico del mecanismo de apertura de la compuerta de purga de la cámara de carga.



Figura N°52. Canal de demasías o aliviadero-tramo superior.



Figura N°53. Canal de demasías o aliviadero-tramo inferior.

Se recomienda tapar el canal de demasías a fin de evitar accidentes por la caída de animales.



Figura N°54. Canal de demasías o aliviadero-tramo final descarga al río.



Figura N°55. Chimenea de Equilibrio.

Se requiere el pintado de la puerta metálica ya que presenta oxidación y deterioro.



Figura N°56. Caseta de Válvulas.

Se recomienda el cambio periódico del aceite de la bomba de la compuerta principal y revisión de los motores eléctricos, medición de aislamiento y revisión de cableados.



Figura N°57. Bomba de válvula principal de caseta de válvulas



Figura N°58. Presencia de filtración de agua en caseta de válvulas

Se recomienda cavar una sequía al ingreso de la puerta metálica y así evitar que ingrese agua en las épocas de lluvia.



Figura N°59. Filtración de agua por la pared en caseta de válvulas



Figura N°60. Tubería de Presión Forzada y Geo Malla-Vista superior



Figura N°61. Tubería de Presión Forzada y Geo Malla-Vista Frontal



Figura N°62. Tubería de presión-vista lateral y geo mallas para evitar caída de rocas



Figura N°63. Casa de Maquinas- Vista Isometrica





Figura N°64. Bombillas defectuosas en sala de maquinas



Figura N°65. Geo mallas presentan cortes



Figura N°66. Puente Grúa de 10 Tn

Se recomienda proteger los motores del puente grúa con plástico, se evidencia filtración de agua por algunos agujeros del techo, podría ocasionar la falla de estos.



Figura N°67. Puente Grúa de 10 Tn – presenta exposición de motores por filtración de agua por el techo.



Figura N°68. Sala de Máquinas-Generadores 01 y 02.



Figura N°69. Turbina-Generador N° 01



Figura N°70. Gabinetes del Generador N° 01.



Figura N°71. Gobernador del Generador N° 01.



Figura N°72. Gabinetes de Control del Generador N° 01.



Figura N°73. Volante del Generador N° 01.



Figura N°74. Válvula principal de apertura y by pass de compensación de presiones del generador n° 01.



Figura N°75. Bomba de aceite de la válvula principal del Generador N°01



Figura N°76. Sistema de refrigeración del generador N° 01



Figura N°77. Cojinete de Empuje del generador N° 01.



Figura N°78. Codo Difusor del Generador N° 01.



Figura N°79. Tablero de Control de las Bombas de Drenaje.





Figura N°80. Turbina-Generador N° 02



Figura N°81. Gabinetes de Control del Generador N° 02.



Figura N°82. Canal de descarga de aguas turbinadas de los generadores N°01 y N°02.



Figura N°83. Sala de operador.

DAY 2 DAILY RUNNING LOAD RECORD DATE: 30/03/2016

Time	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
07:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
08:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
09:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
10:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
11:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
12:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
13:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
14:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
15:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
16:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
17:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
18:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
19:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
20:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
21:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
22:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
23:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0
24:00	78.7	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0

Figura N°84. Registro de Daily Running Load Record.



Figura N°85. Sistema SCADA en sala de Control.

Actualmente no funciona el sistema SCADA, se requiere la configuración por el instalador para su correcto funcionamiento.



Figura N°86. Grupo Electrogeno.



Figura N°87. Gabinetes de Control de 69kv.



Figura N°88. Banco de Baterías.



Figura N°89. Mandos de Servicios Auxiliares. 380V y 220V



Figura N°90. Transformador de Servicios Auxiliares a 380 V y 220V AC



Figura N°91. Gabinetes de Media Tension en 6.3KV

#### 4.6.4 Sub Estación



Figura N°92. Trampa de Onda



Figura N°93. Transformadores de Voltaje y Corriente.



Figura N°94. Seccionadores de Linea y Barra en 69KV.



Figura N°95. Torre N°01.-Vista de Sub estación.





Figura N°96. Torre N°01-Vista Aerea.



Figura N°97. Torre N°02



Figura N°98. Torre N°03



Figura N°99. Conexión a SN POWER

## V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO

De las inspecciones realizadas en campo, se pudo evidenciar diversas observaciones, asimismo para los equipos evaluados en casa de máquinas se tiene en consideración las recomendaciones que manifiesta el fabricante. Para este año 2018 se pretende proponer el siguiente plan de mantenimiento a la jefatura para su evaluación y consideraciones.

Tabla N°07.Plan de Mantenimiento 2018.

<b>CENTRAL HIDROELECTRICA CANCHAYLLO PLAN DE MANTENIMIENTO AÑO 2018</b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDAD POR INSTALACION</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTO APROXIMADO AL AÑO(US\$)</b>
<b>1.0</b>	<b>BOCATOMA</b>		
1.1	Cambio de cadenas del soporte de compuertas.	Según Inspección	800.00
1.2	Reparación y/o cambio de tecles de compuertas.	Según Inspección	1,200.00
1.4	Cambio sello en Compuertas de evacuación.	Según Inspección	500.00
1.5	Cambio del sello inferior en Compuerta de limpieza N°1.	Según Inspección	300.00
1.6	Cambio del sello inferior en Compuerta de limpieza N°2.	Según Inspección	300.00
1.7	Limpieza pozos y evacuación.	Según Inspección	1,200.00
1.8	Cambio y/o reparación de rejilla gruesa y fina.	Según Inspección	4,000.00
1.9	Pintado y mantenimiento caseta de tomeros.	Anual	200.00
1.10	Enrocado y cimentación de estructura dañada debajo de la Nave N°02 de la poza de desarenación.	Según Inspección	40,000.00
1.11	Traslado de hormigón extraído de la solera de captación y zona de decantación. Impide el paso de la camioneta	Según Inspección	2,000.00
<b>2.0</b>	<b>SISTEMA DE ADUCCION</b>		

2.1	Inspección de: Canal de conducción, Desarenador y Túnel. Resanar fisuras	Anual	2,500.00
<b>3.0</b>	<b>DESARENADOR</b>		
3.1	Cambio de sellos compuertas de purga	Según Inspección	400.00
3.2	Limpieza naves N° 1 y 2	Según Sedimentos	1,200.00
<b>4.0</b>	<b>CAMARA DE CARGA Y CONDUCTO DE DEMASIAS</b>		
4.1	Refacciones en Conducto de Demasías	Anual	3,000.00
4.2	Limpieza de compuerta de protección de tubería forzada	Cada Parada	500.00
4.3	Cambio de sellos inferior compuerta de purga N° 1	Según Inspección	600.00
4.4	Inspección galería descarga Demasías	Anual	1,000.00
<b>5.0</b>	<b>CASETA DE VALVULAS</b>		
5.1	Revisión general de valvula principal	Mensual	1,000.00
5.2	Limpieza y ajuste de bornera en tablero de control de valvula principal	Anual	600.00
<b>6.0</b>	<b>TUBERIA FORZADA</b>		
6.1	Inspección interior	2 Años	500.00
6.2	Pintado exterior	Según Inspección	400.00
<b>7.0</b>	<b>SALA DE MAQUINAS</b>		
7.1	Cambio de aceite y filtros de grupos electrógeno	Anual	300.00
7.2	Cambio pastillas del freno generador G-1	Por Desgaste	1,500.00
7.3	Cambio pastillas del freno generador G-2	Por Desgaste	1,500.00
7.4	Cambio de carbones de sistema de excitación de grupos 1 y 2	Semestral	2,400.00
7.5	Limpieza serpentines de enfriamiento grupos 1 y 2.	Anual	600.00
7.6	Ajuste bornes generador y medición resistencia de aislamiento de generadores 1 y 2	Anual	1,000.00
7.7	Medición resistencia de aislamiento cable de 8,7/10 kV	Anual	500.00
7.8	Medición resistencia de aislamiento de motores de centralitas de regulación y lubricación.	Anual	1,000.00
7.9	Inspección de termografía Tablero Neutro Generador y cables 8,7/10 kV.	Anual	1,500.00
7.10	Cambio válvulas de aireación	Según	1,500.00

		Inspección	
7.11	Inspección turbina grupos 1 y 2	Anual	2,000.00
7.12	Cambio aceite lubricación G-1 (60 lt. Aceite Movil DTE 25 Premium)	Cada 06 meses	400.00
7.13	Cambio aceite lubricación G-2 (60 lt. Aceite Movil DTE 25 Premium)	Cada 06 meses	400.00
7.14	Cambio aceite regulación grupos 1 y 2 (160 lt. Aceite Movil DTE 25 Premium)	Cada 06 meses	1,200.00
7.15	Verificación alarmas de grupos 1 y 2	Anual	800.00
7.16	Limpieza estator y excitatriz generador G-1	Anual	400.00
7.17	Limpieza estator y excitatriz generador G-2	Anual	400.00
7.18	Limpieza Tablero Neutro Generador en Grupos 1 y 2	Anual	800.00
7.19	Pintado Casa de Máquinas	Según Inspección	500.00
7.20	Refacción de techo	Según Inspección	8,000.00
7.21	Reparación y/o cambio de geo mallas metálicas	Según Inspección	3,500.00
7.22	Cambio de bombillas eléctricas en la sala de maquinas	Según Inspección	3,00.00
<b>8.0</b>	<b>SALA DE CONTROL</b>		
8.1	Verificación ajustes relés de protección	Anual	1,500.00
8.2	Limpieza y ajuste de borneras en Tableros de Control y Protección	Anual	1,500.00
8.3	Limpieza Tablero Rectificador	Anual	800.00
8.4	Mantenimiento baterías	Anual	800.00
8.5	Inspección termográfica Tableros	Anual	800.00
8.6	Mantenimiento UPS, Pcs y Camaras de vigilancia.	Anual	500.00
8.7	Reparación y/o cambio de bombas sumergibles	Según Inspección	1,500.00
8.8	Contraste medidores de energía	Anual	300.00
<b>9.0</b>	<b>SUBESTACION DE SALIDA</b>		
9.1	Mantenimiento preventivo	Anual	2,000.00
9.2	Análisis físico - químico, cromatográfico y PCB en el aceite del Transformador Principal	Anual	800.00
9.3	Medición resistencia puesta a tierra	Anual	800.00
9.4	Pruebas interruptores y seccionadores	2 Años	1,800.00

9.5	Regeneración aceite transformadores T1	Según Análisis	1,500.00
9.6	Inspección de termografía	Anual	1,500.00
9.7	Mantenimiento de servomotores en seccionadores e interruptores	Según Inspección	1,500.00
9.8	Llenado de gas SF6 en int.69 kV .	Según Presión	1,200.00
9.9	Inspección visual de seccionadores, aisladores, baterías, presión SF6, descargador.	Semanal	800.00
9.1	Mantenimiento conexiones puesta a tierra	Anual	800.00
9.11	Cambio de silicagel del Transformador Principal	Según Inspección	1,500.00
<b>10.0</b>	<b>LINEA DE TRANSMISION</b>		
10.1	Mantenimiento preventivo	Anual	2,400.00
10.2	Inspección de termografía	Anual	1,200.00
10.3	Inspección torres y faja servidumbre	Mensual	1,200.00
<b>COSTO TOTAL (US\$)</b>			<b>119,400.00</b>

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones:

En el presente informe se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- De las inspecciones realizadas se observan que hay trabajos civiles de mucha importancia que se deberían realizar a la brevedad posible, ya que podrían ocasionar una eventual parada de planta.
- De las propuestas planteadas se espera que mejoren las actividades de operación del personal de la C.H. Los PETS, ayudarán a prepararse para sus labores específicas, identificarán

los peligros, riesgos, controles requeridos para evitar la ocurrencia de accidentes, incrementaran su conocimiento de trabajo, seguridad y salud, mejorara la comunicación y se promoverá la aceptación de los procedimientos de trabajo seguro y la adquisición de herramientas que ayuden a mejorar ello periódicamente.

- Las propuestas planteadas para los trabajos de mantenimiento ayudarán a mejorar los registros, controles, y estado de los componentes y/o equipos electromecánicos; esto ayudará a la jefatura para tomar decisiones en la reparación, sustitución o soluciones a concluir en las fallas que se han de producir propios del desgaste de la operatividad de los equipos.

## **6.2 Recomendaciones:**

- De las propuestas planteadas del presente trabajo se debería abordar los trabajos más críticos que podrían ocasionar parada de planta.
- Se deben priorizar los mantenimientos en épocas de estiaje, es decir, aprovechar el poco caudal del río, que es en estas épocas donde solo opera una turbina.

- Se deben continuar con las actividades de entrenamientos y capacitaciones al personal de la C.H., a fin de incrementar sus conocimientos y mejorar la eficiencia de las tareas encomendadas.
  
- Los registros de mantenimiento deben ser almacenadas en formatos físicos y digitales, además de ser actualizadas periódicamente por el personal responsable.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A. COZ Federico, SÁNCHEZ, Teodoro y RAMÍREZ GASTÓN, Javier.  
**OLADE. “Manual de Mini y Micro centrales Hidráulicas”. Una guía para el desarrollo de proyectos– Lima: ITDG,1995.**
- B. ING. TSUGUO NOZAKI. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA). Experto enviado por el Gobierno del Japón Bajo el Plan de Cooperación Técnica para los países Latinoamericanos. **“Guía para la elaboración de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas destinadas a la Electrificación Rural del Perú. Junio de 1980.**
- C. BLAS ZAMORA y ANTONIO VIERDMA, **Maquinas Hidráulicas – teoría y problemas.**
- D. Consultoría y Supervisión de Obras Energéticas-CSOE-  
**Terminación del Proyecto “Central Hidroeléctrica Canchayllo”  
Convalidación del punto (i), (ii), (iii), y (v).**
- E. Tomas Fotográficas de las Instalación de fecha 30 Marzo del 2016
- F. BENITES JOHEL, Benites Príncipe, **Diseño de un grupo hidroenergético michell-banki de 120 kw.**

G. ASPILCUETA VALDERRAMA, Leónidas Martín, **Modelamiento Hidráulico de la Mini Central Hidroeléctrica del Centro Poblado de Llopush - Ancash**”

H. CÁCERES VERGARA, Julio Andrés **“Estudio de Pre-factibilidad de la Microcentral Hidroeléctrica de San Pedro de Huacos – Canta – Lima”**

I. COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (2010).  
(<http://www.coes.org.pe/wcoes/inicio.aspx>) Sitio Oficial del COES.

## **VIII. ANEXOS Y PLANOS**

### **8.1 Anexos**

ANEXO I: Contratos de concesión para el suministro de energía con recursos energéticos renovables (subastas), Osinergmin.

ANEXO II: Rol de Turnos del mes de enero 2018, Jefatura de Planta.

ANEXO III: Ficha Técnica de Osinergmin. Línea de Transmisión 69 kV S.E. Canchayllo – L.T. 69 kV Oroya-Chumpe.

ANEXO IV: Ficha Técnica de Osinergmin- Central Hidroeléctrica Canchayllo.

ANEXO V: Lecturación del Daily Running Load Record.

ANEXO VI: Lecturación de Líneas Oroya-Chumpe-Línea 69kv.

ANEXO VII: Lecturación de Generación Grupo N° 01 y N°02

### **8.2 Tablas**

Tabla N°01. Producción Energética del Generador N°01.

Tabla N°02. Producción Energética del Generador N°02.

Tabla N°03. Producción Energética del Generador N°01 por meses.

Tabla N°04. Producción Energética del Generador N°02 por meses.

Tabla N°05. Secuencia de arranque y observaciones de los Generadores N°01 y N°02

Tabla N°06. Clasificación de las centrales hidroeléctricas según la potencia generada.

Tabla N°07. Plan de Mantenimiento 2018.

### **8.3 Gráficos**

Grafico N°01. Producción de Año Energético del Generador N°01.

Grafico N°02. Producción de Año Energético del Generador N°02.

Grafico N°03. Producción Energético del Generador N°01-Año 2015.

Grafico N°04. Producción Energético del Generador N°01-Año 2016.

Grafico N°05. Producción Energético del Generador N°01-Año 2017.

Grafico N°06. Producción Energético del Generador N°02-Año 2015.

Grafico N°07. Producción Energético del Generador N°02-Año 2016.

Grafico N°08. Producción Energético del Generador N°02-Año 2017.

### **8.4 Figuras**

Figura N°01. Central Hidroeléctrica Canchayllo – Vista Aérea Google Earth.

Figura N°02. Central Hidroeléctrica Canchayllo SAC – EGECSAC

Figura N°03: Organigrama de la Empresa Egecsac.

Figura N°04. Esquema Unifilar de la L.T. 69KV S.E. Canchayllo –L.T. 69kv Oroya-Chumpe.

Figura N°05. Componentes de una Pequeña Central Hidroeléctrica.

Figura N°06. Estructura de Captación o Bocatoma.

Figura N°07. Barraje.

Figura N°08.Solera de Captación.

Figura N°09.Reja de Admisión.

Figura N°10.Zona de Decantación.

Figura N°11.Desripeador.

Figura N°12.Desarenador.

Figura N°13.Aliviadero.

Figura N°14.Canal de Conducción.

Figura N°15.Camara de Carga.

Figura N°16.Tuberia de Presión.

Figura N°17.Casa de Maquinas.

Figura N°18.Canal de Descarga de Agua Turbinada.

Figura N°19.Turbina Pelton.

Figura N°20. Turbina Michell Banki.

Figura N°21. Turbina Turgo.

Figura N°22. Turbina Francis.

Figura N°23. Línea de Transmisión.

Figura N°24. Muro de Encauzamiento-Marzo 2016.

Figura N°25. Muro de Encauzamiento-Enero 2018.

Figura N°26. Sistema de Tecles de 5Tn para izajes de compuerta.

Figura N°27. Poza de Desripeado.

Figura N°28. Rebose de la Poza de Desripeado.

Figura N°29. Sistema de Tecles de 2 Tn.

Figura N°30. Naves del Desarenador.

Figura N°31. Hormigón extraído de la poza de decantación y Solera de Captación.

Figura N°32. Regla para regulación de ingreso de agua al canal de conducción.

Figura N°33. Tramo N°01-Ingreso de Agua a Canal de Conducción.

Figura N°34. Tramo N°01- Canal de Conducción –Interior.

Figura N°35. Tramo N°01- Canal de Conducción –Exterior.

Figura N°36. Tramo N°01- Canal de Conducción –Túnel N°01.

Figura N°37. Tramo N°02- Canal de Conducción –Vista Exterior

Figura N°38. Tramo N°02- Canal de Conducción –Túnel N°02.

Figura N°39. Tramo N°02- Canal de Conducción –Vista Interior.

Figura N°40. Tramo N°02- Canal de Conducción –Vista Exterior.

Figura N°41. Tramo N°02- Canal de Conducción hacia el tramo N°03.

Figura N°42. Tramo N°03- Ingreso de Canal de Conducción del tramo N°03.

Figura N°43. Tramo N°03- Canal de Conducción –Vista Interior.

Figura N°44. Tramo N°03- Se evidencia presencia de fisuras en canal de conducción.

Figura N°45. Tramo N°03- Canal de Conducción –Vista Exterior

Figura N°46. Tramo N°03- Trayecto hacia cámara de carga.

Figura N°47. Rebose de cámara de carga-Aliviadero.

Figura N°48. Rejillas finas al ingreso de la tubería forzada.

Figura N°49. Regla para medición de rebose de cámara de Carga.

Figura N°50. Sistema de izaje para rejillas de cámara de carga.

Figura N°51. Compuerta de Purga de cámara de carga.

Figura N°52. Canal de demasías o aliviadero-tramo superior.

Figura N°53. Canal de demasías o aliviadero-tramo inferior.

Figura N°54. Canal de demasías o aliviadero-tramo final descarga al río.

Figura N°55. Chimenea de Equilibrio.

Figura N°56. Caseta de Válvulas.

Figura N°57. Bomba de válvula principal de caseta de válvulas.

Figura N°58. Presencia de filtración de agua en caseta de válvulas.

Figura N°59. Filtración de agua por la pared en caseta de válvulas.

Figura N°60. Tubería de Presión Forzada y Geo Malla-Vista superior.

Figura N°61. Tubería de Presión Forzada y Geo Malla-Vista Frontal.

Figura N°62. Tubería de presión-vista lateral y geo mallas para evitar caída de rocas.

Figura N°63. Casa de Maquinas- Vista Isométrica.

Figura N°64. Bombillas defectuosas en sala de máquinas.

Figura N°65. Geo mallas presentan cortes.

Figura N°66. Puente Grúa de 10 Tn.

Figura N°67. Puente Grúa de 10 Tn – presenta exposición de motores por filtración de agua por el techo.

Figura N°68. Sala de Máquinas-Generadores 01 y 02.

Figura N°69. Turbina-Generador N° 01.

Figura N°70. Gabinetes del Generador N° 01.

Figura N°71. Gobernador del Generador N° 01.

Figura N°72. Gabinetes de Control del Generador N° 01.

Figura N°73. Volante del Generador N° 01.

Figura N°74. Válvula principal de apertura y by pass de compensación de presiones del generador N° 01.

Figura N°75. Bomba de aceite de la válvula principal del Generador N°01

Figura N°76. Sistema de refrigeración del generador N° 01

Figura N°77. Cojinete de Empuje del generador N° 01.

Figura N°78. Codo Difusor del Generador N° 01.

Figura N°79. Tablero de Control de las Bombas de Drenaje.

Figura N°80. Turbina-Generador N° 02.

Figura N°81. Gabinetes de Control del Generador N° 02.

Figura N°82. Canal de descarga de aguas turbinadas de los generadores N°01 y N°02.

Figura N°83. Sala de operador.

Figura N°84. Registro de Daily Running Load Record.

Figura N°85. Sistema SCADA en sala de Control.

Figura N°86. Grupo Electrónico.

Figura N°87. Gabinetes de Control de 69kv.

Figura N°88. Banco de Baterías.

Figura N°89. Mandos de Servicios Auxiliares.



Figura N°90. Transformador de Servicios Auxiliares a 380 V y 220V AC.

Figura N°91. Gabinetes de Media Tension en 6.3KV

Figura N°92. Trampa de Onda.

Figura N°93. Transformadores de Voltaje y Corriente.

Figura N°94. Seccionadores de Linea y Barra en 69KV.

Figura N°95. Torre N°01.

Figura N°96. Torre N°01-Vista Aerea.

Figura N°97. Torre N°02

Figura N°98. Torre N°03

Figura N°99. Conexión a SN POWER.

### **8.5 Planos**

Plano N°01. Diagrama Unifilar General

Plano N°02. Plano General de Planta

**CONTRATOS DE CONCESIÓN PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES (SUBASTAS)**

Ítem	PRIMERA SUBASTA (Firma de Contrato: 31.03.2010)	Empresa	Potencia Instalada (MW)	Energía Ofertada (MWh/año)	Precio Ofertado (Ctvs US\$/kWh)	Inversión (Mio. US\$)	Estado	Puesta en Operación Comercial
1	C.S. Panamericana (Ilo-Moquegua)	Consorcio Panamericana S.A.C.	20.0	50,676	21.500	94.6	En Servicio	31.10.2012
2	C.S. Majes 20T (Majes-Arequipa)	Grupo T Solar Majes S.A.	20.0	37,630	22.250	73.6	En Servicio	31.10.2012
3	C.S. Repartición 20T (Arequipa)	Grupo T Solar Repartición S.A.C.	20.0	37,440	22.300	73.5	En Servicio	31.10.2012
4	C.S. Tacna 20 TS (Tacna)	Tacna Solar S.A.C.	20.0	47,196	22.500	94.6	En Servicio	31.12.2012
5	C.E. Marcona (Ica)	Parque Eólico Marcona S.R.L.(Cobra-Perú)	32.0	148,378	6.550	61.1	En Servicio	21.03.2014
6	C.E. Talara (Piura)	Energía Eólica S.A.	30.0	119,673	8.700	101.0	En Servicio	03.09.2014
7	C.E. Cupisnique (Guadalupe)	Energía Eólica S.A.	80.0	302,952	8.500	242.0	En Servicio	03.09.2014
8	C. B. Cogeneración Paramonga(Lima)	Agro Industrial Paramonga S.A.	23.0	115,000	5.200	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	31.03.2010
9	C.B. Huaycoloro (Lima)	Petramas S.A.C.	4.0	28,295	11.000	10.5	En Servicio	06.12.2011
10	C.H. Santa Cruz II (Ancash)	Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	6.5	33,000	5.500	15.0	<sup>(3)</sup> En Servicio	01.07.2010
11	C.H. Santa Cruz I (Ancash)	Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	6.0	29,500	5.500	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	29.05.2009
12	C.H. Nueva Imperial (Cañete-Lima)	Hydrocañete S.A.	4.0	25,000	5.599	7.2	En Servicio	20.04.2012
13	C.H. Yanapampa (Paramonga-Lima)	Eléctrica Yanapampa S.A.C.	4.1	28,000	5.600	9.0	En Servicio	23.02.2013
14	C.H. Huasahuasi II (Tarma-Junín)	Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	8.0	42,500	5.700	14.5	En Servicio	05.05.2012
15	C.H. Huasahuasi I (Tarma-Junín)	Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	7.9	42,500	5.800	17.4	En Servicio	15.02.2012
16	C.H. Chancay (Chancay-Lima)	SINERSA	19.2	143,000	5.850	36.2	En construcción	31.12.2015
17	C.H. Poechos II (Piura)	Sindicato Energético S.A.	10.0	50,000	5.950	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	27.05.2009
18	C.H. Roncador I (Barranca-Lima)	Maja Energía S.A.C.	2.0	14,060	5.985	4.1	<sup>(1)</sup> En Servicio	01.04.2010
18	C.H. Roncador II (Barranca-Lima)	Maja Energía S.A.C.	2.0	14,060	5.985	4.1	En Servicio	11.12.2010
19	C.H. La Joya (Arequipa)	Generadora de Energía S.A.C.	9.6	54,662	5.995	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	01.10.2009
20	C.H. Angel I (Carabaya-Puno)	Generadora de Energía del Perú	20.0	131,045	5.997	23.1	Obras preliminares	31.12.2017
21	C.H. Angel II (Carabaya-Puno)	Generadora de Energía del Perú	20.0	131,045	5.999	21.5	Obras preliminares	31.12.2017
22	C.H. Angel III (Carabaya-Puno)	Generadora de Energía del Perú	20.0	131,045	5.998	25.1	Obras preliminares	31.12.2017
23	C.H. Purmacana (Barranca-Lima)	Eléctrica Santa Rosa S.A.C.	1.8	9,000	6.000	2.8	En Servicio	18.03.2011
24	C.H. Shima <sup>(3)</sup>	Hidro Energía SAC	5.0	32,922	6.400	N.D.	Resuelto	30.09.2012
25	C.H. Carhuaquero IV (Lambayeque)	Duke Energy Egenor	10.0	66,500	7.000	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	22.05.2008
26	C.H. Caña Brava (Lambayeque)	Duke Energy Egenor	6.0	21,500	7.000	N.D.	<sup>(1)</sup> En Servicio	19.02.2009
27	C.H. Las Pizarras (Santa Cruz-Cajamarca)	Eléctrica Río Doble S.A.	18.0	85,000	6.400	39.6	En Servicio	30.04.2013
<b>Sub total</b>			<b>424.1</b>	<b>1,938,657</b>		<b>970.5</b>		
Ítem	SEGUNDA SUBASTA (Firma de Contrato: 30.09.2011)	Empresa	Potencia Instalada (MW)	Energía Ofertada (MWh/año)	Precio Ofertado (Ctvs US\$/kWh)	Inversión (Mio. US\$)	Estado	Puesta en Operación Comercial
1	C.S. Moquegua FV (Ilo-Moquegua)	Moquegua FV SAC	16.0	43,000	11.990	43.0	Obras preliminares	31.03.2015
3	C.E. Tres Hermanas (Marcona-Ica)	Consorcio Tres Hermanas - Cobra Perú S.A.	90.0	415,760	8.900	185.0	Construcción	31.12.2015
2	C.B. La Gringa (Lima)	Consorcio Energía Limpia	2.0	14,016	9.999	2.0	Construcción	31.12.2014
4	C.H. Canchayllo (Oroya Nueva-Junín)	Empresa de Generación Canchayllo S.A.C.	5.3	25,160	4.740	10.0	Construcción	31.12.2014
5	C.H. Huatziroki (Condorcocha-Ayacucho)	Empresa de Generación Hidráulica Selva S.A.	11.1	72,270	4.760	23.2	Construcción	31.12.2014
6	C.H. Manta (Huallanca-Ancash)	Peruana de Inversiones en Energía Renovable S.A.	19.8	127,500	5.200	18.4	Suspendido	31.12.2014
7	C.H. Renovandes H1 (Condorcocha-Ayacucho)	Empresa de Generación Eléctrica Santa Ana S.R.L.	20.0	150,000	5.389	40.0	Construcción	31.07.2016
8	C.H. 8 de Agosto (Tingo María-Huánuco)	Generación Andina S.A.C.	19.0	140,000	5.390	50.3	Construcción	31.12.2015
9	C.H. El Carmen (Tingo María-Huánuco)	Generación Andina S.A.C.	8.4	45,000	5.590	15.7	Construcción	31.12.2015
10	C.H. Runatullo III (Huayucachi-Junín)	Empresa de Generación Eléctrica de Junín S.A.C.	20.0	120,000	5.645	31.1	Construcción	15.12.2014
<b>Sub total</b>			<b>211.5</b>	<b>1,152,706</b>		<b>418.7</b>		
Ítem	TERCERA SUBASTA (Firma de Contrato: 18.02.2014)	Empresa	Potencia Instalada (MW)	Energía Ofertada (MWh/año)	Precio Ofertado (Ctvs US\$/kWh)	Inversión (Mio. US\$)	Estado	Puesta en Operación Comercial
1	C.H. Laguna Azul (Castilla-Arequipa)	Hidroeléctrica Laguna Azul S.R.L.	20.0	130,000	6.200	46.0	<sup>(3)</sup> Estudios	02.01.2017
2	C.H. Potrero (Cajamarca)	Empresa Eléctrica Agua S.A.	19.9	134,211	5.177	45.8	<sup>(3)</sup> Estudios	31.12.2018
3	C.H. Runatullo II (Huayucachi-Junín)	Empresa Generación Eléctrica Junín	19.0	80,000	5.559	35.6	Construcción	25.05.2015
4	C.H. Karpa (Huánuco)	Hidroeléctrica Karpa S.A.C.	19.0	115,000	5.570	43.7	<sup>(3)</sup> Estudios	23.12.2016
5	C.H. Santa Lorenza I (Huánuco)	Empresa Generación Eléctrica Santa Lorenza S.A.C.	18.7	140,000	6.480	43.0	<sup>(3)</sup> Estudios	31.12.2017
6	CH. Yarucaya (Lima)	Huaura Power Group S.A.	16.5	115,000	5.050	38.0	<sup>(3)</sup> Estudios	31.12.2016
7	C.H. Carhuac (Huanza-Lima)	Andean Power S.A.	15.8	97,000	5.480	36.3	<sup>(3)</sup> Estudios	07.11.2018
8	C.H. Zaña 1 (Cajamarca)	Electro Zaña S.A.C.	13.2	80,940	5.750	32.0	Estudios	29.12.2018
9	C.H. Colca (Junín)	Empresa Generación Eléctrica Canchayllo S.A.C.	12.1	70,196	5.689	27.7	<sup>(3)</sup> Estudios	18.11.2016
10	C.H. Hydrika 1 (Ancash)	Empresa Hidrica 1 S.A.C.	6.6	35,610	5.490	15.2	<sup>(3)</sup> Estudios	17.01.2018
11	C.H. Hydrika 2 (Ancash)	Empresa Hidrica 2 S.A.C.	4.0	20,020	5.450	9.2	<sup>(3)</sup> Estudios	21.06.2018
12	C.H. Hydrika 3 (Ancash)	Empresa Hidrica 3 S.A.C.	10.0	50,810	5.390	23.0	<sup>(3)</sup> Estudios	02.06.2018
13	C.H. Hydrika 4 (Ancash)	Empresa Hidrica 4 S.A.C.	8.0	44,790	5.550	18.4	<sup>(3)</sup> Estudios	01.07.2018
14	C.H. Hydrika 5 (Ancash)	Empresa Hidrica 5 S.A.C.	10.0	57,930	5.390	23.0	<sup>(3)</sup> Estudios	06.02.2018
<b>Sub total</b>			<b>192.8</b>	<b>1,171,507</b>		<b>436.9</b>		
<b>Total Acumulado</b>			<b>828.3</b>	<b>4,262,870</b>		<b>1,826.1</b>		

Donde:

- <sup>(1)</sup> : Ingresaron en la Primera Subasta RER estando en Servicio  
<sup>(2)</sup> : La información de este proyecto no se considera en los totales porque el Contrato RER ha sido resuelto  
<sup>(3)</sup> : Inversiones calculadas

N.D. : No se dispone de información (son centrales que entraron estando en operación)

- C.S. : Central Solar  
 C.E. : Central Eólica  
 C.B. : Central Biomasa  
 C.H. : Central Hidroeléctrica

Unidad de Supervisión de Post Privatización - USPP

Gerencia de Fiscalización Eléctrica - GFE

OSINERMIN

Setiembre 2014

### ROL DE TURNOS PARA OPERADORES C.H. CANCHAYLLO 2018

OPERADOR	HORARIO	ENERO																														
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Marlon Orihuela	Operador 1	P	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D
Jaime Flores	Operador 2	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T1	T2	
Michelson Sauñe	Ayudante 1	T2	T1	T1	T1	T1	T1	T1	D	D	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	D	D	D	
Carlos Molina	Ayudante 2	D	D	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T1	
Angel Veliz	Tomero 1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T2	T2	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T2	T2	D	D	
Ricardo Nevado	Tomero 2	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T1	T1	T1	T1	
Miguel Damian	Tomero 3	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	
Jesus Beraun	Tomero 4	D	D	D	D	D	D	D	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T2	
David Ambrosio	Tomero 5	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	

T1	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
T2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3

T1	Turno Dia
T2	Turno Noche
D	Dias Libres

**NOTA :**

- LOS TURNOS SON **12 DIAS NETOS EN CAMPO** X **9 DIAS DE DESCANSO**
- PARA LA SALIDAD DE DESCANSO SERA CUANDO LLEGUE SU RELEVO Y PREVIA INSPECCIÓN DE CAMPO JUNTO A SU RELEVO UTILIZANDO EL FORMATO...
- Siendo el turno oficial de 12 días en campo x 9 días de descanso se tomaran los días de descanso adelantando en los turos cuando haya mantenimiento.

ANEXO II: Rol de Turnos del mes de enero 2018, Jefatura de Planta.

**LÍNEA DE TRANSMISIÓN 69 kV S.E. CANCHAYLLO – L.T. 69 kV OROYA-CHUMPE**

<b>DENOMINACIÓN</b>	L.T. 69 kV S.E.CANCHAYLLO – L.T. 69 kV OROYA-CHUMPE
<b>EMPRESA CONCESIONARIA</b>	EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CANCHAYLLO S.A.C.
<b>SUBESTACIONES ASOCIADAS</b>	S.E. Canchayllo (6,3/69 kV - Nueva) S.E. Oroya (69 kV) S.E. Chumpe (69 kV)
<b>UBICACIÓN</b> Departamento Provincias Distrito Altitud	<b>S.E. Canchayllo</b> Junín Jauja Canchayllo 3 639 msnm
<b>DATOS TÉCNICOS</b> Tensión nominal Capacidad Longitud Número de ternas Estructura Conductor Aislamiento	69 kV 4,8 MW 0,82 km 2 Torres Metálicas AAAC 240 mm <sup>2</sup> Vidrio
<b>DATOS DE EJECUCIÓN</b> Concesionaria Contratista Empresa Supervisora  Puesta en Servicio (contrato) % Avance de Obra	Empresa de Generación Eléctrica Canchayllo S.A.C. CHP Construcciones S.A.C. – ARSAC Empresa de Consultoría y supervisión de Obras Energéticas S.A.C. <b>31.12.2014</b> Concluida



Plano de Ubicación



S.E. Canchayllo

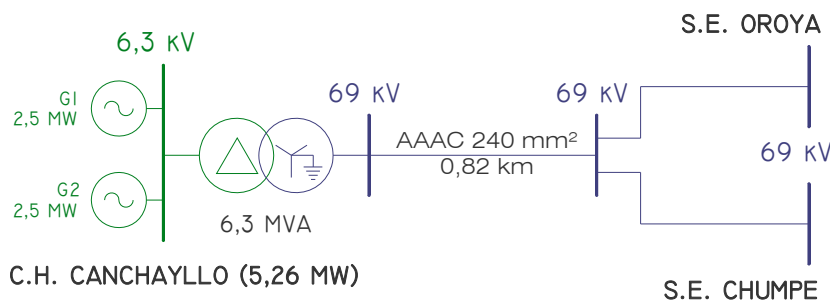
**INFORMACIÓN RELEVANTE**

- El proyecto comprende la construcción de la L.T. 69 kV S.E. Canchayllo – L.T. 69 kV Oroya-Chumpe y la S.E. Canchayllo. Está línea permitirá la inyección al SEIN de la potencia generada por la C.H. Canchayllo.
- La central se conecta a la L.T. L-6601 (existente) Oroya Nueva-Chumpe en 69 kV de propiedad de SN POWER. Para ello, se ejecutó una variante de la línea L-6601 de 0,8 km, a la altura de las estructuras E-145 y E-146, considerando entrada y salida (conexión en PI) a la S.E. Canchayllo.
- La S.E. Canchayllo eleva la tensión de generación de 6,9 kV a 69 kV mediante un transformador de potencia de 6,3 MVA a la intemperie, con devanado sumergido en aceite y de circulación natural de aceite y aire natural-forzado (ONAN/ONAF).
- La S.E. Canchayllo es del tipo atendida localmente. Los equipos están instalados al exterior (Patio de Llaves).
- El 23.07.2013 se elaboró el informe COES/DP-SNP-EPO-026 sobre la actualización del Estudio de Pre Operatividad para la conexión al SEIN.
- La Ingeniería Definitiva está concluida, todos los equipos fueron fabricados por HMEC.
- La línea de transmisión se encuentra concluida y operando.



L.T. 69 kV S.E.CANCHAYLLO – L.T. OROYA-CHUMPE

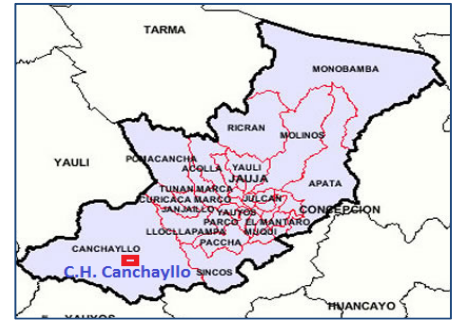
**ESQUEMA UNIFILAR DE LA L.T. 69 kV S.E. CANCHAYLLO – L.T. 69 kV OROYA-CHUMPE**



Pórtico de la S.E. Canchayllo

## CENTRAL HIDROELÉCTRICA CANCHAYLLO

<b>DENOMINACIÓN</b>	CENTRAL HIDROELECTRICA CANCHAYLLO	
<b>EMPRESA CONCESIONARIA</b>	EMPRESA DE GENERACIÓN CANCHAYLLO S.A.C	
<b>TECNOLOGÍA</b>	Generación Hidráulica	
<b>UBICACIÓN</b>	Departamento: Junín Provincia: Jauja Distrito: Canchayllo Altitud: 3 639 msnm	
<b>DATOS TÉCNICOS DE CENTRAL</b>	Potencia Instalada: 5,264 MW Tipo de Central: Hidráulica de toma de agua Nivel de la Cámara de Carga: 3 726 msnm Número de Unidades de Generación: 2 Turbinas Salto Neto: 85,18 m Caudal Nominal: 7 m <sup>3</sup> /s Recurso Hídrico: Río Pachacayo	
<b>DATOS TÉCNICOS DE TURBINA</b>	Turbina G1 Tipo de Turbina: Francis Potencia Nominal: 2,632 MW Velocidad Angular: 900 rpm Caudal Nominal: 3,5 m <sup>3</sup> /s Nivel de Eje de Turbina: 3 638,556 msnm	Turbina G2 Tipo de Turbina: Francis Potencia Nominal: 2,632 MW Velocidad Angular: 900 rpm Caudal Nominal: 3,5 m <sup>3</sup> /s Nivel de Eje de Turbina: 3 638,556 msnm
<b>DATOS TÉCNICOS DE GENERADOR</b>	Potencia: 2,5 MW Tensión de Generación: 6,3 kV Factor de Potencia: 0,85	Potencia: 2,5 MW Tensión de Generación: 6,3 kV Factor de Potencia: 0,85
<b>DATOS TÉCNICOS DE TRANSFORMADOR</b>	Potencia: 6,3 MVA Nivel de Tensión: 6,3/69 kV	
<b>DATOS DE CONTRATO</b>	<b>Contrato de Concesión RER (2<sup>da</sup> Subasta)</b> Tipo de contrato: 30.09.2011 Firma de Contrato: 31.12.2014 Puesta en Operación Comercial (POC): 25 160 MWh/año Energía Anual Ofertada: 4,74 Ctsv. US\$/kWh Precio de la Energía Ofertado:	



Plano de Ubicación



Vista panorámica Bocatoma



Vista del Túnel



Acabados en la cámara de carga

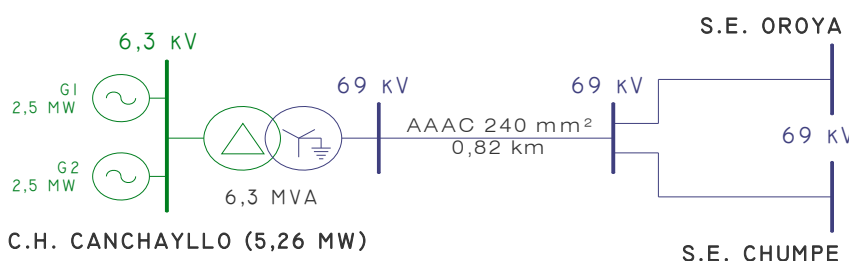


Vista de la Tubería Forzada-Casa de Máquinas

**INFORMACIÓN RELEVANTE**

- La central aprovecha un caudal de 7 m<sup>3</sup>/s y un salto neto de 83,5 m. Desde la bocatoma se derivará el agua hasta el desarenador, habiendo considerado un porcentaje del 10% de este caudal para limpieza de partículas sólidas y caudal ecológico.
- Desde el desarenador continúa el flujo de 7 m<sup>3</sup>/s por el sistema de conducción hasta la cámara de carga. Para el sistema de conducción se tiene previsto la utilización de un canal rectangular de concreto y tres túneles, que tienen en total una longitud de 4 711 m.
- Desde la cámara de carga parte la tubería de presión de 1,8 m de diámetro y 128 m de longitud, conduciendo el caudal a presión a la casa de máquinas en donde se alimenta a dos turbinas tipo Francis. Las turbinas mueven su respectivo generador de 6,3 kV, 900 rpm eje horizontal.
- La energía se inyecta a través de la L.T. 6601B-69 kV de SN POWER.
- El 06.04.2013 se publicó la Resolución Directoral N° 089-2013-GR-JUNIN/DREM, mediante la cual se otorga concesión definitiva con RER para generación de 5,264 MW.
- En obra se ha concluido la construcción de la bocatoma, túnel, cámara de carga, tubería forzada y casa de máquinas.
- Se cumplió con el hito arribo del principal equipo electromecánico (el transformador, las turbinas y generadores se encuentran en obra).
- Con Carta COES/D/DP-1349-2014 del 12.09.2014 se aprobó el Estudio de Operatividad para la conexión al SEIN.
- A partir de las 24:00 horas del 31.12.2014, el COES mediante carta COES/D/DP-1843-2014 del 30.12.2014, aprobó la Operación Comercial de la Central Hidroeléctrica Canchayllo, con una potencia efectiva de 2,5 MW por cada grupo.
- El monto de Inversión aproximado es de 10,0 MM US\$.

### ESQUEMA UNIFILAR DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN







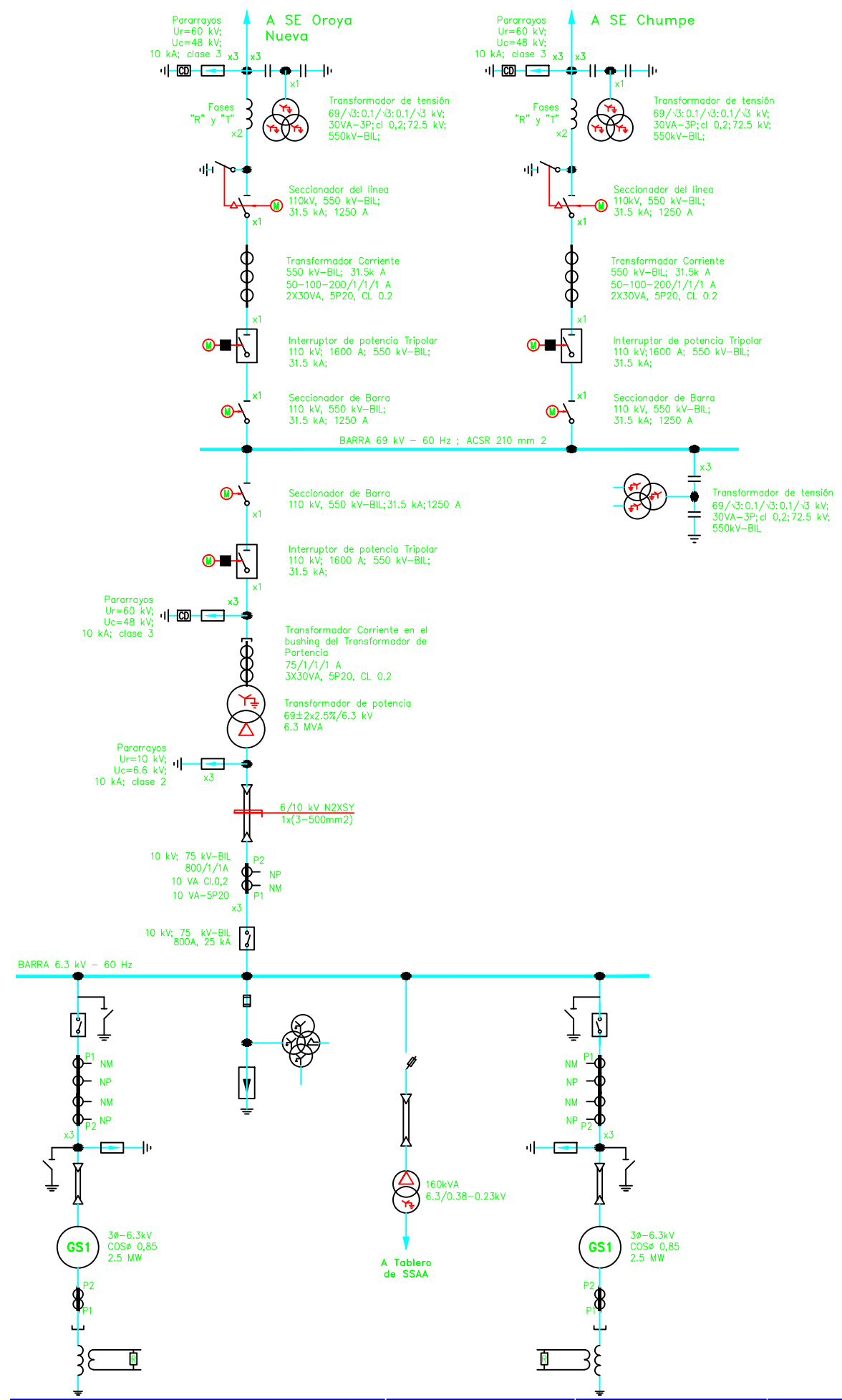




ANEXO VII: Lecturación de Generación Grupo N° 01 y N°02

FECHA / /

GRUPO N 1			GRUPO N 2		
HORA	P	Q	P	Q	Servicios auxiliares
00:00					
00:15					
00:30					
00:45					
01:00					
01:15					
01:30					
01:45					
02:00					
02:15					
02:30					
02:45					
03:00					
03:15					
03:30					
03:45					
04:00					
04:15					
04:30					
04:45					
05:00					
05:15					
05:30					
05:45					
06:00					
06:15					
06:30					
06:45					
07:00					
07:15					
07:30					
07:45					
08:00					
08:15					
08:30					
08:45					
09:00					
09:15					
09:30					
09:45					
10:00					
10:15					
10:30					
10:45					
11:00					
11:15					
11:30					
11:45					



Leyenda de Equipos Proyectados 69 kV		
Simbolo	Descripción	Cant.
	Transformador de potencia 69±2x2.5%/6.3 kV 6.3 MVA, con transformador de corriente en bushing en 69 kV 75/1/1/1 A, 3X15VA, 5P20, CL 0.2 y soporte para adosar pararrayos.	1
	Interruptor de potencia 110 kV; 1600 A; 550 kV-BIL; 31.5 kA; 25mm/kV de longitud de fuga; de operación Tripoliar, de tanque vivo, medio de extinción en SF6, y tensión auxiliar; 110Vcc.	3
	Seccionador de Línea de operación tripolar 110 kV; 1250 A, 550 kV-BIL; 31.5 kA; 25 mm/kV de longitud de fuga; montaje vertical, con cuchilla de puesta a tierra, tensión auxiliar: 110 Vcc.	2
	Seccionador de Barra, montaje vertical, operacion tripolar 110 kV, 550 kV-BIL; 31.5 kA; 1250 A; 25mm/kV de longitud de fuga, tensión auxiliar:110Vcc, y sistema de varillaje.	3
	Transformador de tensión capacitivo 72.5 kV; 550 kV-BIL; 25 kA; 69/√3:0.1/√3:0.1/√3 kV; 2x30 VA; 3P; Cl 0,2 incluye caja de centralización, 25 mm/kV de longitud de fuga unitaria	9
	Transformador Corriente 550 kV-BIL; 31.5 k A 50-100-200/1/1/1 A; 2X30VA, 5P20, CL 0.2	6
	Pararrayos Ur= 60 kV, MCOV = 48kV, de OZn, 10 kA, Cl. 3, con contador de descarga y base aislante.; línea de fuga 25mm/kV	9
	Trampa de Onda (Fases "R" y "T")	4

**Leyenda**  
 Instalaciones Proyectados

- Notas :**
1. Todas las medidas están expresadas en milímetros.
  2. Las unidades de medida están de acuerdo al sistema internacional (S.I.)

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
0	Emitido para Revisión	29-04-13	ADG
<b>REVISIONES</b>			



DISEÑADO POR : AUDIGENSAC  
 DIBUJADO POR : AUDIGENSAC  
 REVISADO POR : EGECSAC  
 APROBADO POR : EGECSAC

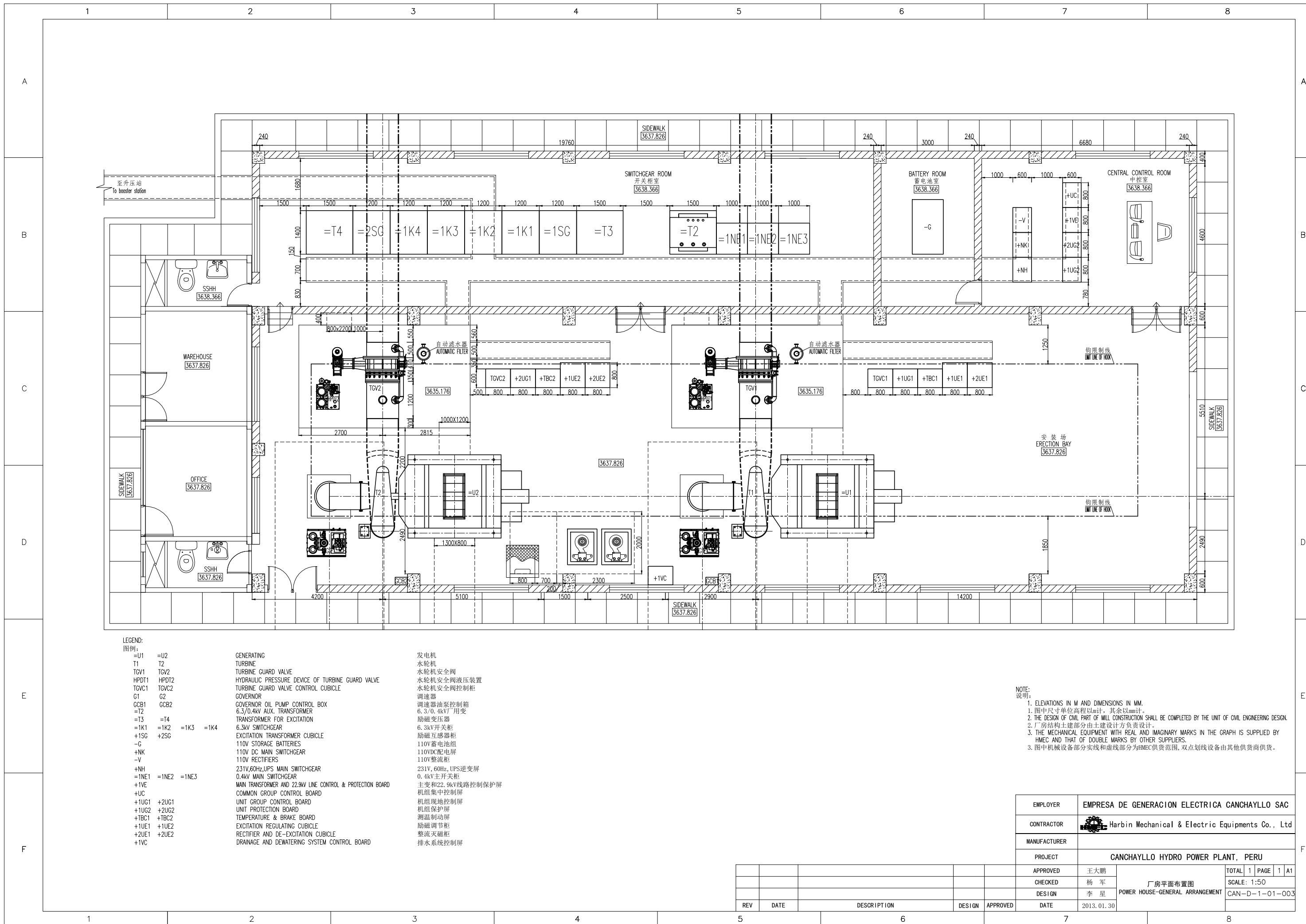
**EGECSAC**  
 CH CANCHAYLLO

PROYECTO:  
**INGENIERIA BÁSICA**  
**SISTEMA DE TRANSMISION CH CANCHAYLLO**

TITULO:  
**SUBESTACION CANCHAYLLO 69/6.3kV**  
**Diagrama Unifilar General**

PLANO N°  
 ADG-EGC-SE-120-EM-01

ARCHIVO: --  
 FECHA : Abril-2013  
 ESCALA : S/E



LEGEND:

图例:	=U1	=U2	GENERATING	发电机
	T1	T2	TURBINE	水轮机
	TGV1	TGV2	TURBINE GUARD VALVE	水轮机安全阀
	HPDT1	HPDT2	HYDRAULIC PRESSURE DEVICE OF TURBINE GUARD VALVE	水轮机安全阀液压装置
	TGVC1	TGVC2	TURBINE GUARD VALVE CONTROL CUBICLE	水轮机安全阀控制柜
	G1	G2	GOVERNOR	调速器
	GCB1	GCB2	GOVERNOR OIL PUMP CONTROL BOX	调速器油泵控制箱
	=T2		6.3/0.4kV AUX. TRANSFORMER	6.3/0.4kV厂用变
	=T3	=T4	TRANSFORMER FOR EXCITATION	励磁变压器
	=1K1	=1K2	6.3kV SWITCHGEAR	6.3kV开关柜
	+1SG	+2SG	EXCITATION TRANSFORMER CUBICLE	励磁互感器柜
	-G		110V STORAGE BATTERIES	110V蓄电池组
	+NH		110V DC MAIN SWITCHGEAR	110VDC配电屏
	-V		110V RECTIFIERS	110V整流柜
	+NH		231V,60Hz,UPS MAIN SWITCHGEAR	231V,60Hz,UPS逆变屏
	=1NE1	=1NE2	0.4kV MAIN SWITCHGEAR	0.4kV主开关柜
	+1VE		MAIN TRANSFORMER AND 22.9kV LINE CONTROL & PROTECTION BOARD	主变和22.9kV线路控制保护屏
	+UC		COMMON GROUP CONTROL BOARD	机组集中控制屏
	+1UC1	+2UC1	UNIT GROUP CONTROL BOARD	机组现地控制屏
	+1UC2	+2UC2	UNIT PROTECTION BOARD	机组保护屏
	+TBC1	+TBC2	TEMPERATURE & BRAKE BOARD	测温制动屏
	+1UE1	+1UE2	EXCITATION REGULATING CUBICLE	励磁调节柜
	+2UE1	+2UE2	RECTIFIER AND DE-EXCITATION CUBICLE	整流灭磁柜
	+1VC		DRAINAGE AND DEWATERING SYSTEM CONTROL BOARD	排水系统控制屏

NOTE:  
说明:

- ELEVATIONS IN M AND DIMENSIONS IN MM.
- 图中尺寸单位高程以m计, 其余以mm计。
- THE DESIGN OF CIVIL PART OF MILL CONSTRUCTION SHALL BE COMPLETED BY THE UNIT OF CIVIL ENGINEERING DESIGN.
- 厂房结构土建部分由土建设计方负责设计。
- THE MECHANICAL EQUIPMENT WITH REAL AND IMAGINARY MARKS IN THE GRAPH IS SUPPLIED BY HMEC AND THAT OF DOUBLE MARKS BY OTHER SUPPLIERS.
- 图中机械设备部分实线和虚线部分为HMEC供货范围, 双点划线设备由其他供货商供货。

EMPLOYER	EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CANCHAYLLO SAC		
CONTRACTOR	Harbin Mechanical & Electric Equipments Co., Ltd		
MANUFACTURER			
PROJECT	CANCHAYLLO HYDRO POWER PLANT, PERU		
APPROVED	王大鹏	TOTAL	1 PAGE 1 A1
CHECKED	杨军	SCALE:	1:50
DESIGN	李星	POWER HOUSE-GENERAL ARRANGEMENT	
REV	DATE	DESIGN	APPROVED
	2013.01.30		

REV	DATE	DESCRIPTION	DESIGN	APPROVED