



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

TRABAJO DE SEMINARIO

Aprovechamientos Hidráulicos

Casa de Máquinas



5^{to} Año

Autores:

BRUNI, Melina – Legajo: 13187

BUENANUEVA, Santiago – Legajo: 13183

FERNÁNDEZ, Nicolás – Legajo: 13067

FERRARI GAIBAZZI, Juan Agustín – Legajo: 12146



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. FUNCIÓN	4
2. UBICACIÓN	4
3. TIPOS DE CASAS DE MÁQUINAS.....	7
3.1. Según la disposición altimétrica de la casa de máquinas	7
3.1.1. Centrales en Superficie.....	7
3.1.2. Centrales en Caverna.....	7
3.2. Según la disposición planimétrica.....	8
3.2.1. Centrales integradas en el cuerpo de la presa	8
3.2.2. Centrales a pie de presa	10
3.2.3. Centrales alejadas del cuerpo de la presa	11
4. ELEMENTOS PRESENTES EN LA CASA DE MÁQUINAS	13
4.1. Unidades de Generación.....	13
4.2. Sala de Control.....	16
4.3. Sistema Eléctrico.....	16
4.4. Sistema Mecánico	17
4.5. Equipamiento Auxiliar.....	19
4.5.1. Sistema de Refrigeración.....	19
4.5.2. Sistema de Drenaje.....	20
4.5.3. Centro Neumático	20
4.5.4. Instalaciones de Aceite	20
4.5.5. Instalaciones contra Incendios	21
4.5.6. Instalaciones Varias	21
5. ORGANIZACIÓN	21
5.1. Nivel de Sala de Control.....	21
5.2. Nivel de Excitatrices.....	22
5.3. Nivel de Generadores	22



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

5.4.	Nivel de Turbinas	22
5.5.	Nivel de Restitución	22
6.	PREDIMENSIONAMIENTO	23
6.1.	Superficie en Planta	23
6.2.	Nivel del Piso.....	26
7.	ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN	27
7.1.	Iluminación	27
7.2.	Ventilación	28
8.	EJEMPLOS DE CASAS DE MÁQUINAS	29
8.1.	Yacyretá, Corrientes, Argentina (Río Paraná)	30
8.2.	Cerro Pelado, Córdoba, Argentina (Río Grande)	31
8.3.	Planicie Banderita, Neuquén, Argentina (Río Neuquén)	33
8.4.	Potreros, Mendoza, Argentina (Río Mendoza)	35
8.4.1.	Central Hidroeléctrica Cacheuta.....	35
8.4.2.	Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco	37
8.5.	El Carrizal, Mendoza, Argentina (Río Tunuyán)	38
9.	MINICENTRALES	40
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
11.	TABLA DE ILUSTRACIONES.....	46



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

1. FUNCIÓN

La casa de máquinas de una central hidroeléctrica es el edificio que sirve para albergar a las turbinas y los generadores, así como al equipo auxiliar necesario para garantizar su funcionamiento, control, servicio y mantenimiento. También se tienen los sistemas de mando, protección, automatización, talleres, transportes, etc.

El equipo auxiliar indispensable para la operación de las turbinas y los generadores debe distribuirse en forma cómoda y racional de manera que ocupe el menor espacio posible, y deberá ser compacto y ligero.

2. UBICACIÓN

Para definir la ubicación de la Casa de Máquinas dentro de la zona de proyecto, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. En general, debe colocarse la casa de máquinas lo más cerca posible del punto en que las aguas derivadas tengan que reingresar en el río. Es decir, conviene evitar un canal de restitución largo, porque al penetrar en él una crecida y encontrar una zona de relativa calma, deposita sedimentos que disminuyen la sección de desagüe. Al tener que escurrir el agua sobre dichos sedimentos, se eleva el nivel y se pierde salto. Los sedimentos se meten en la dársena de restitución, y son costosos de extraer por quedar bajo el nivel del canal de restitución. Lo ideal sería no hacer dársena de restitución y desaguar directamente al río.
2. La correcta ejecución de la cimentación constituye un aspecto fundamental en el diseño y construcción de la obra. La selección del tipo de fundación debe responder a la calidad y profundidad del estrato del suelo en el cual se apoyará la estructura. En terrenos de baja consistencia, se recomienda la utilización de una platea de hormigón armado, cuya función es distribuir de manera uniforme las presiones transmitidas al terreno. Esta plataforma debe ubicarse a una profundidad suficiente que evite procesos de socavación y, en suelos con cierto grado de porosidad, permita un recorrido adecuado de las aguas filtrantes, reduciendo así el riesgo de arrastre de partículas y la generación de asentamientos diferenciales.

Adicionalmente, la cimentación debe proporcionar la masa necesaria para amortiguar las vibraciones generadas por el funcionamiento de la maquinaria. Para ello, resulta imprescindible calcular con precisión el peso total que será transmitido al terreno, considerando no solo el de las máquinas, sino también el de los accesorios, los muros, la propia fundación y, en su caso, el del agua. Dicho peso debe distribuirse sobre una superficie adecuada, de modo que la carga unitaria se mantenga dentro de los límites de seguridad admisibles.

3. Conviene prever el caso posible de una ampliación.
4. Se debe buscar la facilidad de acceso a la casa de máquinas.
5. En los aprovechamientos hidroeléctricos cuyo salto es generado exclusivamente por la presa de embalse, la casa de máquinas suele emplazarse en las proximidades de la misma. La obra de toma se construye adosada a la presa o en una de sus márgenes, situada a una cota inferior al Nivel Máximo Normal (NMN) y por encima del Nivel Muerto (NM), de modo de garantizar un suministro continuo de caudal sin riesgo de arrastre de sedimentos. Esta disposición permite aprovechar el volumen útil del embalse y regular el aporte de agua hacia la central, asegurando así un funcionamiento eficiente y estable en la generación de energía.
6. En los ríos canalizados, los saltos de agua pueden aprovecharse tanto entre dos tramos contiguos como a partir de la elevación del nivel producida por una presa de derivación. En estos casos, la casa de máquinas puede disponerse de diferentes maneras, según las características del cauce y las condiciones constructivas.
 - a. Siempre que el río proporcione el ancho suficiente, la mejor disposición es la siguiente:

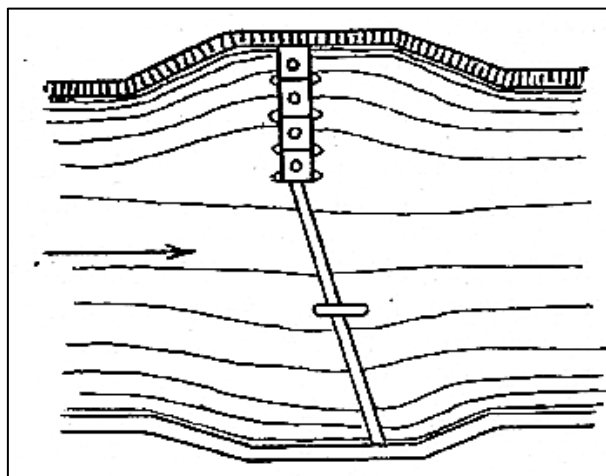


Figura N°1: Casa de Máquinas sobre el río integrada a la presa.

- b. De no ser posible, puede elegirse una de las siguientes disposiciones. Debe preferirse la de la **Figura N°3**, porque la cimentación probablemente será mejor; hay más facilidad de acceso y de construcción, y el coste de las ataguías será menor.

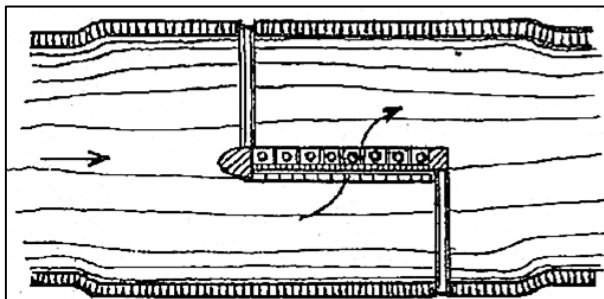


Figura N°2: Casa de Máquinas en el sentido del río.

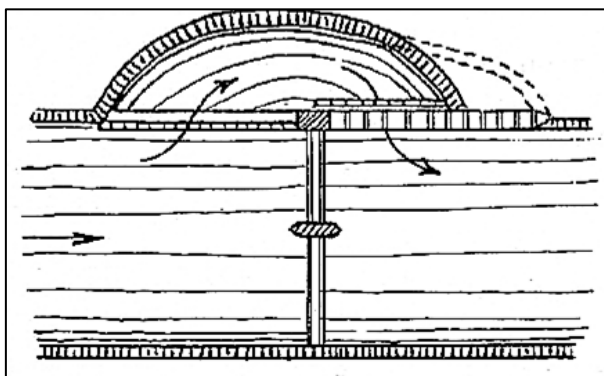


Figura N°3: Casa de Máquinas en Bypass.

7. No debe despreciarse el aspecto arquitectónico. Sin ser una construcción monumental sino con sencillez, debe presentar cierta armonía con el panorama exterior. La casa de máquinas, generalmente, se divide en dos o más naves separadas por muros:
 - La principal, donde se instalan las turbinas y generadores.
 - Otra u otras posteriores, que contienen los transformadores, aparatos de medida, seguridad, etc. Se dividen corrientemente en varios pisos y éstos en varios departamentos.

Es solución corriente instalar la estación de transformación al aire libre cuando el voltaje de transporte sea superior a 70 000 voltios. De todas formas, habrá que evaluar cada caso particular, ya que se pueden presentar situaciones singulares que requerirán del buen criterio del profesional.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

3. TIPOS DE CASAS DE MÁQUINAS

3.1. Según la disposición altimétrica de la casa de máquinas

3.1.1. Centrales en Superficie

Constan, esencialmente de una nave donde se instalan los grupos generadores, y de uno o varios edificios adyacentes para la instalación de transformadores, maquinaria auxiliar y aparatos de manejo, protección y seguridad.

Los edificios correspondientes se construyen en general de hormigón en masa o armado, y a veces de mampostería, piedra y ladrillo.



Figura N°4: Ejemplo de Central en Superficie.

3.1.2. Centrales en Caverna

En este caso la casa de máquinas se aloja en una caverna excavada (por voladura o tuneladora) en roca. Sus losas, muros y bóveda son de hormigón reforzado. A la casa de máquinas se ingresa mediante un túnel vehicular, dimensionado de acuerdo con las partes más grandes de los equipos a instalar.

En algunas ocasiones este tipo de central genera un costo de proyecto mucho menor ya que se reducen al mínimo las construcciones en el río.

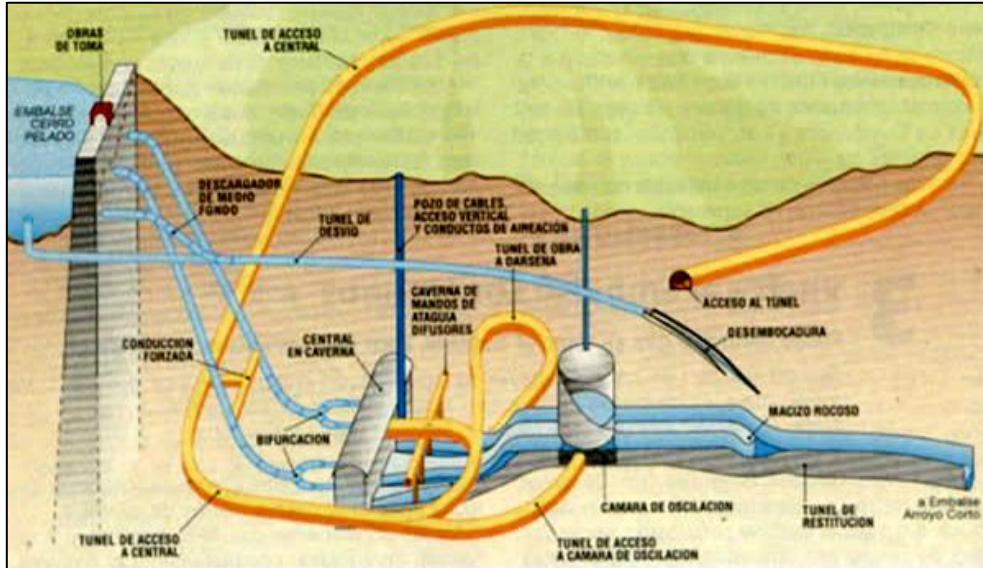


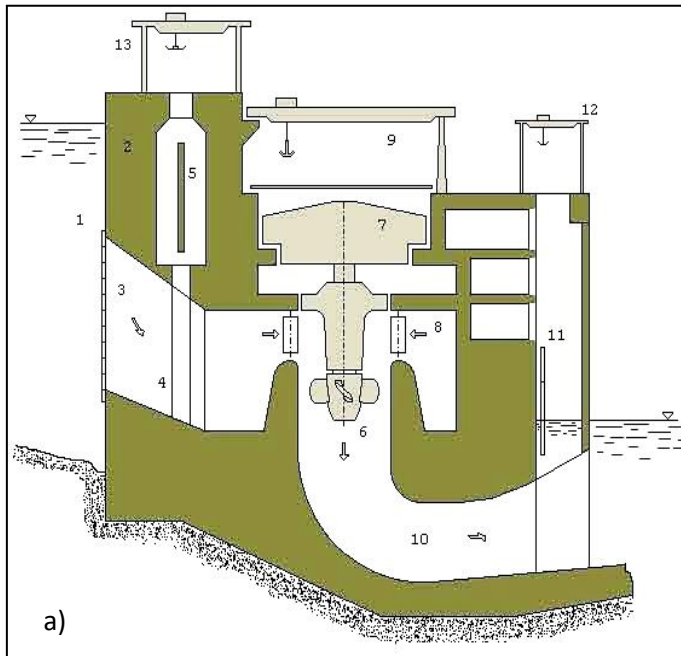
Figura N°5: Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.

3.2. Según la disposición planimétrica

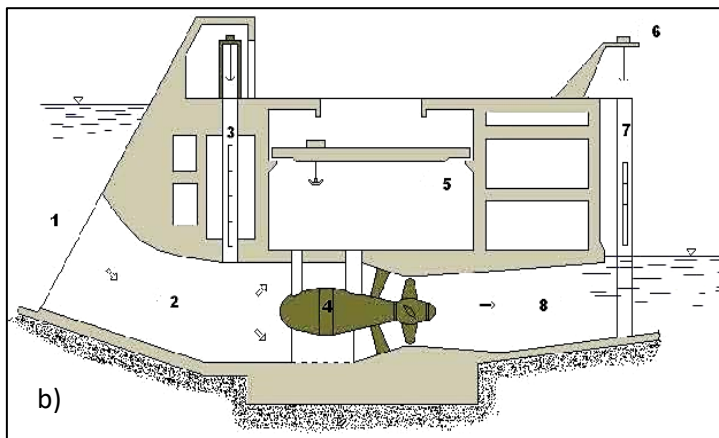
3.2.1. Centrales integradas en el cuerpo de la presa

Suelen utilizarse en ríos caudalosos con saltos inferiores a 40 m. Estas centrales se integran generalmente con una presa-vertedero de gravedad y, con frecuencia, incluyen esclusas para la navegación y escalas de peces. Presentan un esquema muy compacto, ya que la presa incorpora en su propia estructura la casa de máquinas.

La entrada de agua hacia las turbinas se realiza a través de una cámara construida dentro de la misma presa. Además, las compuertas de entrada y salida permiten dejar sin agua la zona de las máquinas en caso de realizar reparaciones o desmontajes.



1. Embalse
2. Presa de contención
3. Obra de toma
4. Conducto de entrada del agua
5. Compuertas planas de entrada, en posición "izadas"
6. Turbina hidráulica
7. Alternador
8. Directrices para regulación de la entrada de agua a turbina
9. Puente grúa de la sala de máquinas
10. Salida de agua (tubo de aspiración)
11. Compuertas planas de salida, en posición "izadas"
12. Puente grúa para maniobrar compuertas de salida
13. Puente grúa para maniobrar compuertas de entrada.

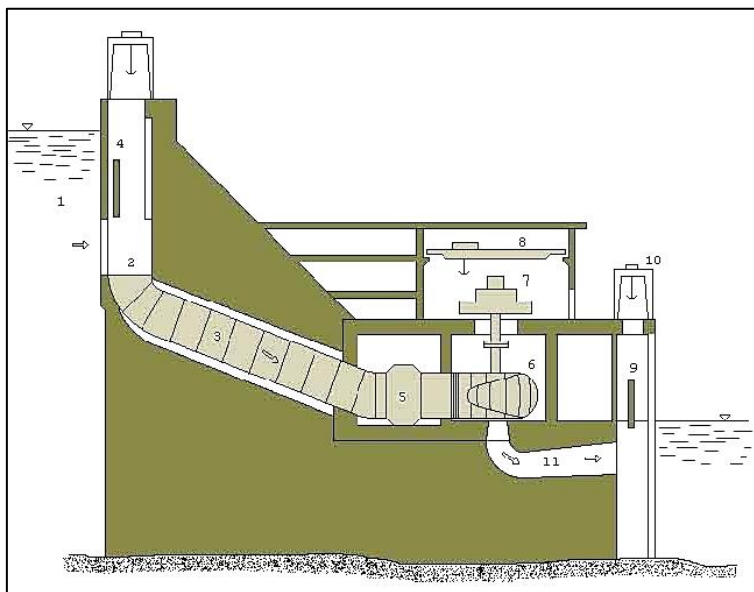


1. Embalse
2. Conducto de entrada de agua
3. Compuertas de entrada "izadas"
4. Conjunto de bulbo con la turbina y el alternador
5. Puente grúa de la sala de máquina
6. Mecanismo de izaje de las compuertas de salida
7. Compuerta de salida "izada"
8. Conducto de salida

Figura N°6a y 6b: Central integrada en el cuerpo de la presa.

3.2.2. Centrales a pie de presa

Estas centrales se ubican detrás de la presa, aprovechando que la topografía del terreno no requiere alejarlas, lo cual sucede cuando el desnivel es reducido. La sala de máquinas se sitúa al pie de la presa, y el agua ingresa por una toma incorporada en la propia estructura, desde donde se conduce hacia las turbinas mediante conductos metálicos embutidos en la presa.



1. Embalse
2. Obra de toma
3. Conducto metálico embutido en la represa
4. Compuertas de entrada en posición de izada
5. Válvulas de entrada de agua a turbinas
6. Turbina
7. Alternador
8. Puente grúa de la central
9. Compuerta de salida "izada"
10. Puente grúa para izada de la compuerta de salida
11. Conducto de salida.

Figura N°7: Central a pie de presa.

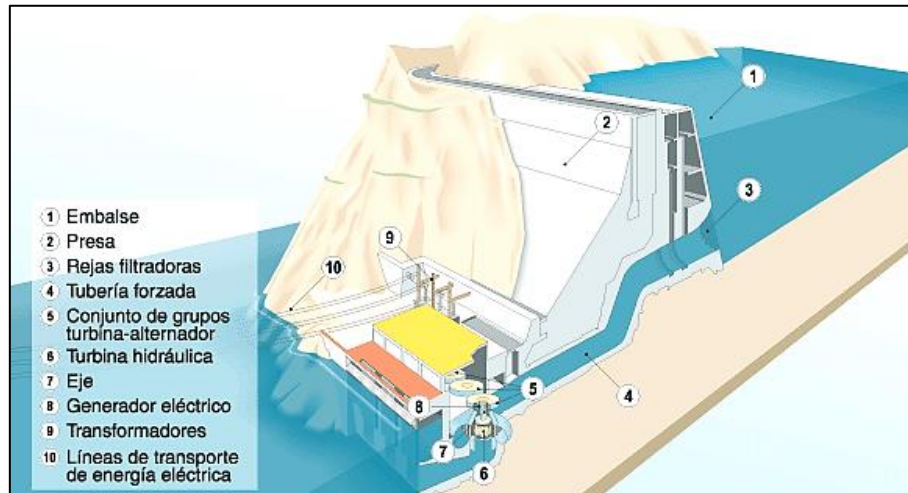


Figura N°8: Representación 3D de una central a pie de presa.

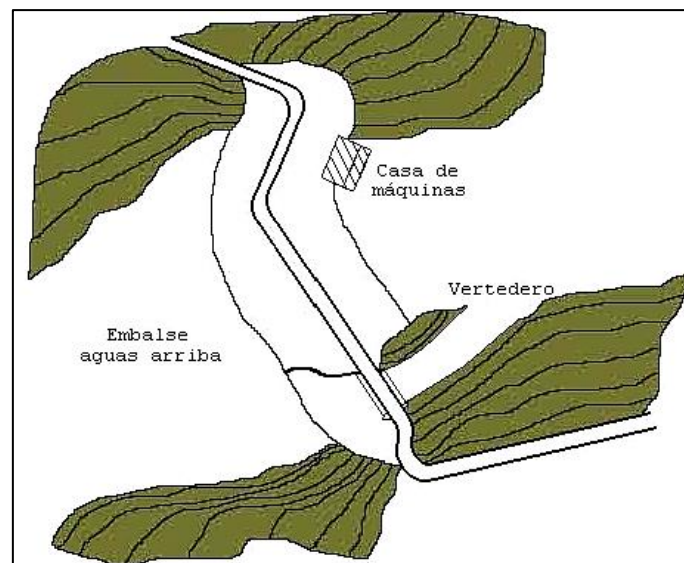


Figura N°9: Ubicación planimétrica de la central.

3.2.3. Centrales alejadas del cuerpo de la presa

Quando la presa se ubica en un terreno de montaña o con una fuerte pendiente, resulta económicamente conveniente alejar la central del pie de presa para aprovechar un mayor salto. Este tipo de centrales se construye, por lo tanto, a gran distancia de la presa. El agua es conducida hasta la central mediante una tubería a presión que parte de la toma (ubicada lejos de la casa de máquinas) y, en su recorrido, suele incorporarse una chimenea de equilibrio. La

elevada presión del agua en estos casos obliga a instalar válvulas de regulación y cierre capaces de resistir el golpe de ariete.

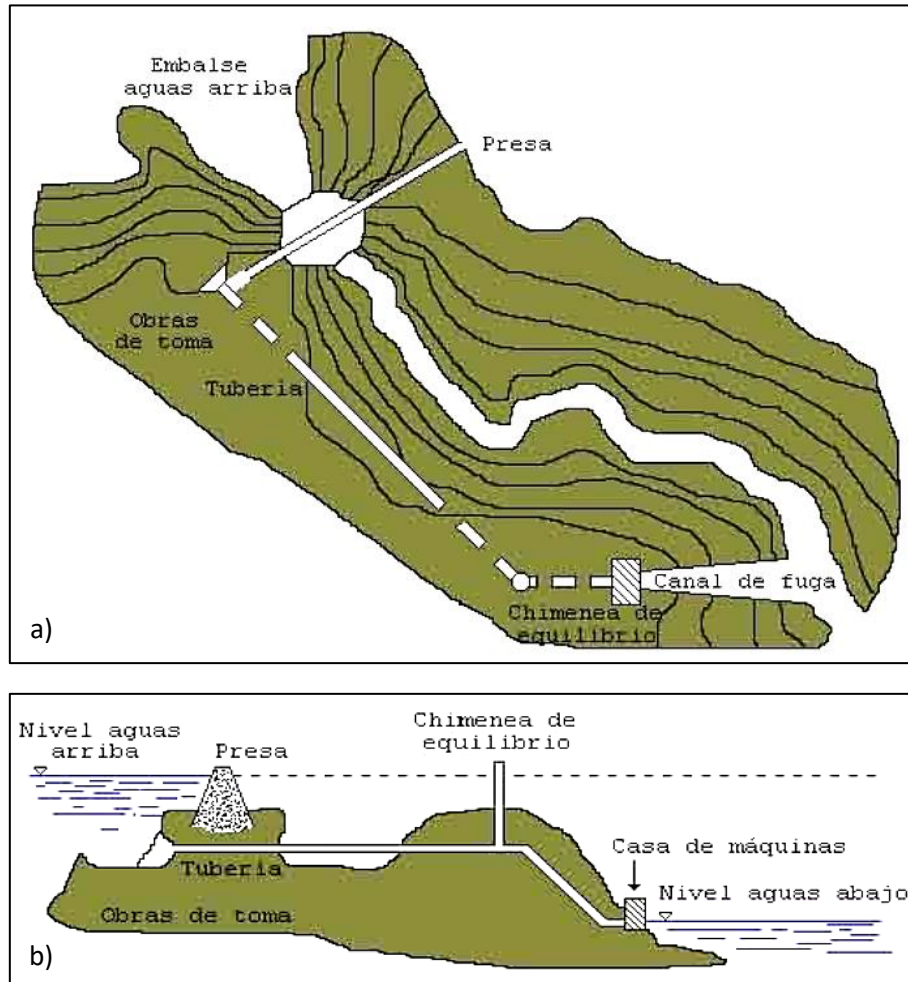


Figura N°10a y 10b: Esquema en corte y en planta de una central de montaña.

4. ELEMENTOS PRESENTES EN LA CASA DE MÁQUINAS

La siguiente figura, muestra un esquema general de la casa de máquinas de una central hidroeléctrica, donde se representan los principales componentes mecánicos, eléctricos y de control que intervienen en el proceso de generación de energía.

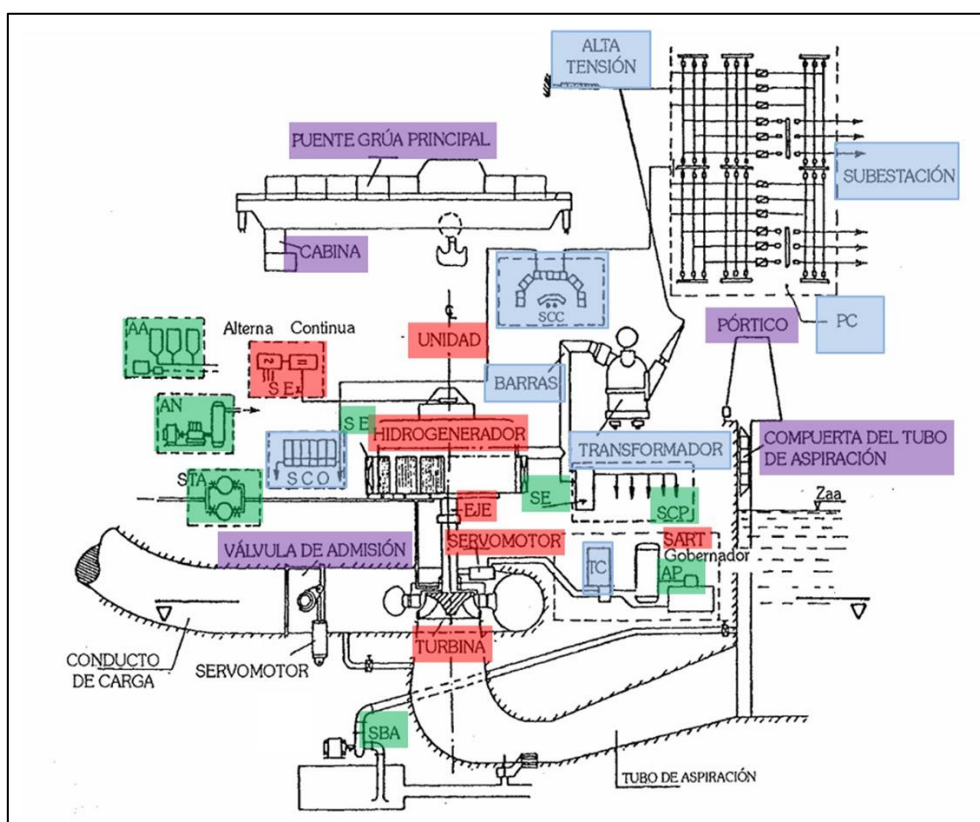


Figura N°11: Esquema general de los elementos de la Casa de Máquinas.

4.1. Unidades de Generación

Las unidades turbogeneradoras están constituidas cada una por un acoplamiento entre una turbina y un generador.

- **Turbina:** es el elemento encargado de transformar la energía hidráulica en mecánica para accionar el generador. Existen distintos tipos de turbinas de diferentes configuraciones.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

El caudal que ingresa a la turbina varía con la abertura de los alabes del distribuidor. Este mecanismo es regulado por el **Sistema Automático de Regulación de la Turbina (SART)**. El mismo incluye una instalación de aceite a presión, los conductos de aceite, un servomotor y un panel de control. Este sistema permite el arranque, frenado y cambio de potencia de la turbina, y mantiene la velocidad de giro de esta.

- **Generador:** es la máquina que transforma la energía mecánica en eléctrica. Se le llama también "Alternador" porque produce corriente alterna. Está formado básicamente por dos elementos:

- Uno fijo cuyo nombre genérico es el de **Estator**.
- Otro que gira concéntricamente al estator, llamado **Rotor**.

El generador posee un **Sistema de Excitación (SEx)**, que garantiza la alimentación de una corriente constante al mismo, y es individual para cada generador. La suspensión de esta haría caer a cero instantáneamente la potencia del generador.

El fenómeno físico mediante el cual se obtiene la energía eléctrica se denomina **inducción electromagnética**, y en ella intervienen los dos elementos mencionados:

- El Rotor crea un campo magnético alimentado con corriente directa. Este elemento es el inductor y está formado por un conjunto de bobinas.
- El Estator actúa como receptor de corrientes inducidas, por lo que se llama inducido. A él están unidas las barras de salida de la corriente.

La corriente eléctrica se origina en el campo magnético establecido entre el rotor y el estator. Al girar el rotor, impulsado por la turbina, se rompe el campo magnético produciéndose una corriente de electrones. Esta corriente se induce a relativamente bajo voltaje, por lo que se envía al transformador de potencia, el cual sube el voltaje a un valor muy alto para que se efectúe la transmisión hasta los centros de consumo. En estos hay subestaciones reductoras cuyos transformadores reducen el voltaje para distribuir la corriente en la zona.

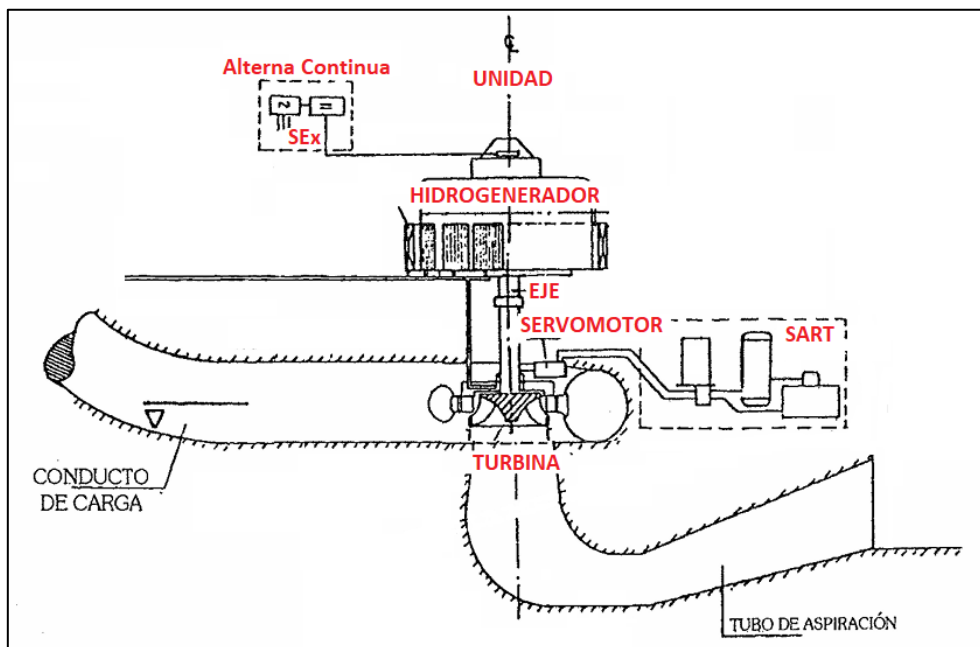


Figura N°12: Esquema de los elementos componentes de la Unidad de Generación.

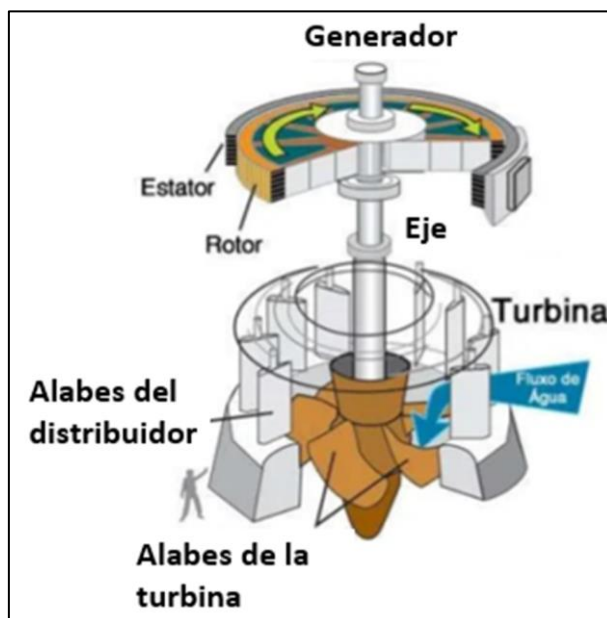


Figura N°13: Representación 3D de una unidad turbogeneradora con turbina Kaplan.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

4.2. Sala de Control

La sala de control es el sitio donde un personal debidamente capacitado efectúa el control del proceso total de generación de la planta.

Para tal efecto cuenta con tableros indicadores, alarmas y protecciones, sistemas de comunicación, tableros de mano para las subestaciones, entre otros.

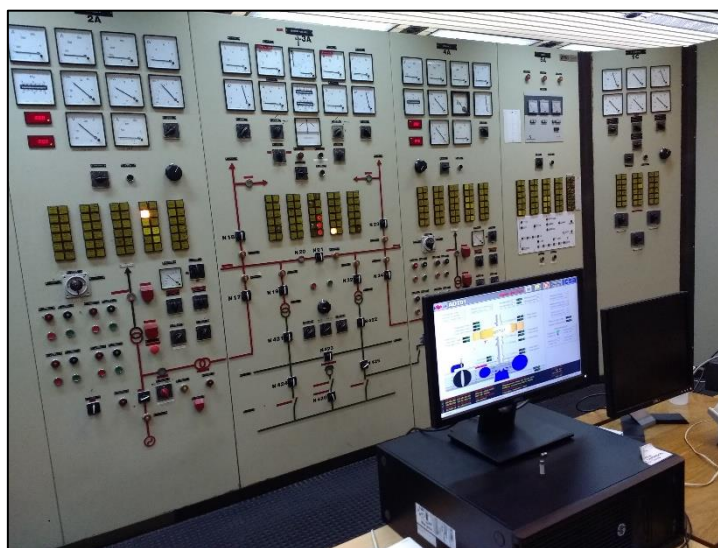


Figura N°14: Sala de Control de la Central Hidroeléctrica Agua del Toro (Mendoza, Argentina).

4.3. Sistema Eléctrico

Los **transformadores** elevan la tensión hasta los valores necesarios para disminuir las pérdidas de carga durante el transporte de la energía. Generalmente se instalan al aire libre por razones de disipación de calor y por razones de seguridad en caso de explosión o incendio.

La energía de los transformadores se transmite al **Patio de Conexiones (PC)** a través de cables, en donde se distribuye la energía entre las diferentes líneas de transmisión.

Por otro lado, el sistema eléctrico también comprende el **Sistema Eléctrico Interno (SEI)**, que garantiza el suministro de energía al equipo necesario para la operación de la central: motores eléctricos, sistemas de bombeo y drenaje, iluminación, sistemas de prevención contra accidentes, etc.

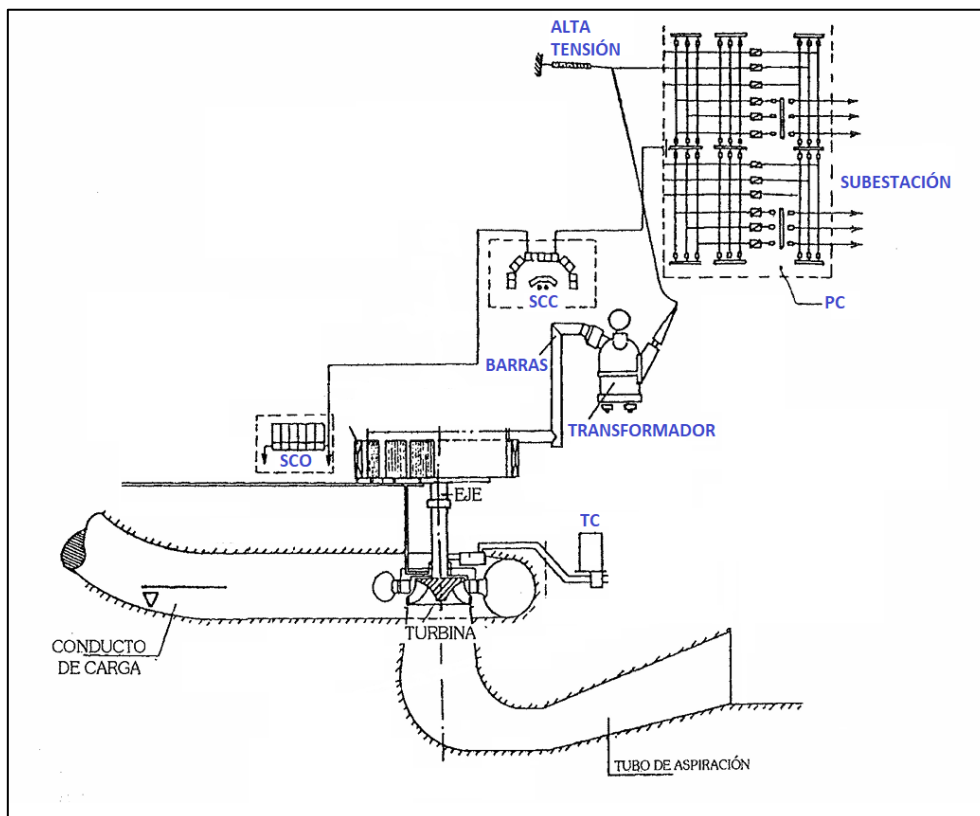


Figura N°15: Esquema de los elementos componentes del Sistema Eléctrico.

El **Sistema Central de Control (SCC)**, ubicado en la Sala de Control (SC) permite controlar el estado de los equipos de la central a partir de tableros y softwares que generan alertas e impulsos en caso de riesgo o de emergencia. Estos deben tener un suministro continuo de energía en todo momento y debe ser independiente de la generación de energía de la central.

4.4. Sistema Mecánico

El sistema mecánico de una sala de máquinas se compone de válvulas, compuertas, rejas y equipos de elevación.

Las **válvulas** aguas arriba de las turbinas sirven para disminuir las fugas de agua a través del distribuidor cerrado, por ejemplo, cuando se debe realizar el mantenimiento de la unidad. También funciona como órgano de seguridad ya que permite cerrar la admisión a la cámara espiral en el caso de que un fallo del regulador impida accionar los álabes del distribuidor y poder evitar el embalamiento. Las válvulas de protección suelen ser de tipo mariposa hasta presiones de servicio de entre 200 a 250 m y de tipo esférico para presiones mayores. Las mismas se

diseñan para la máxima presión de servicio, la cual incluye las sobrepresiones por golpe de ariete más desfavorables.

La instalación de una válvula de protección es habitual, pero hay dos excepciones posibles:

- No existe tubería en presión, como es el caso de las centrales integradas en la presa, por lo que puede conseguirse el efecto buscado cerrando las compuertas de toma.
- La sección de entrada en la cámara espiral es muy grande, lo que implicaría una válvula de cierre muy voluminosa y de elevado coste; en este caso la instalación de la válvula de protección puede no estar justificada, en especial si cada grupo está alimentado por una tubería independiente y existe la posibilidad de controlar el flujo rápidamente con las compuertas de toma.

En el tubo difusor, se coloca una **ataguía de tubo difusor** que permite cerrar y secar la parte sumergida de la turbina y efectuar la revisión y mantenimiento

El **Sistema de Elevación** se materializa generalmente con un puente grúa, cuya capacidad debe ser al menos *igual* al peso de la máquina o fracción de esta que se deba mover. Su alcance debe permitir el montaje de los equipos, pero también el transporte de estos hasta la plataforma destinada a la reparación y mantenimiento.

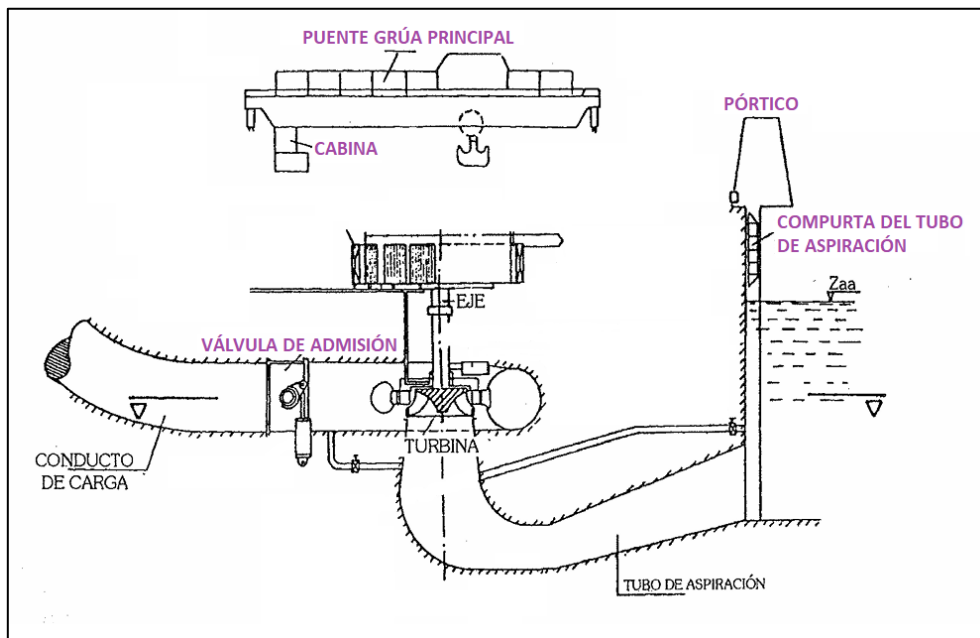


Figura N°16: Esquema de los elementos componentes del Sistema Mecánico.

En el caso de casas de máquinas enterradas, en donde el acceso de los vehículos que transportan los equipos está al nivel de la cubierta, el puente grúa se reemplaza por un pórtico-grúa. El mismo consiste en un pórtico que rueda sobre carriles apoyados en la cubierta de la central, la cual cuenta con aberturas sobre cada grupo o sobre el área de descarga, en el caso de combinar la utilización del pórtico-grúa con un puente-grúa en el interior de la central.

4.5. Equipamiento Auxiliar

La siguiente figura, muestra un esquema general de los elementos componentes de los sistemas e instalaciones auxiliares de la casa de máquinas de una central hidroeléctrica.

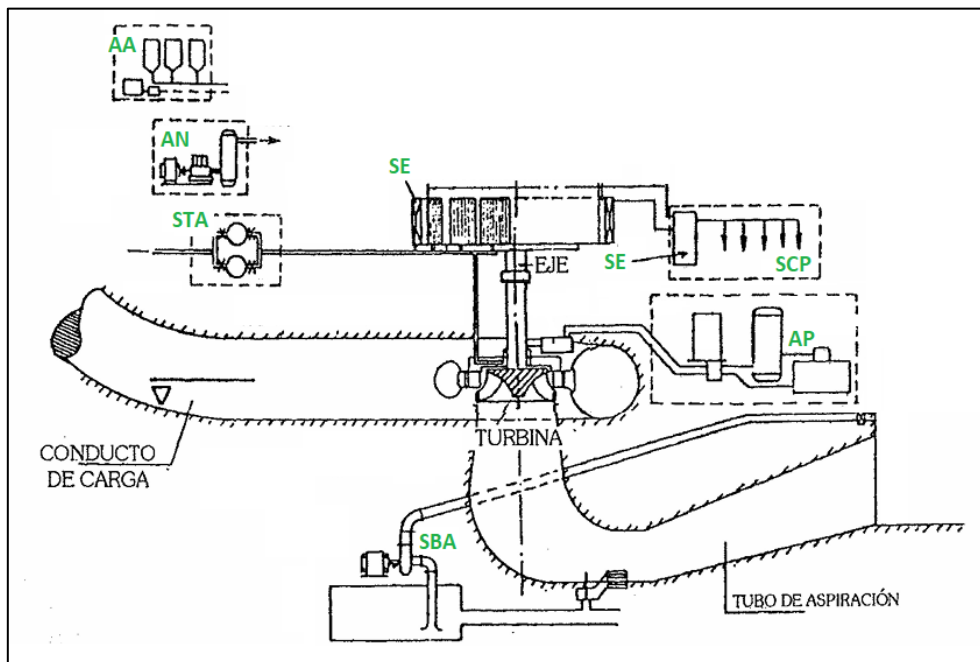


Figura N°17: Esquema de los elementos componentes de los Sistemas Auxiliares.

4.5.1. Sistema de Refrigeración

El **Sistema de Refrigeración (SR)** tiene la misión de suministrar el caudal de agua requerido por los equipos que precisan refrigeración que, por lo general, son: el generador, el cojinete de empuje, los cojinetes guía, el sello del eje, el regulador y el sistema de aire comprimido.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

El sistema de refrigeración es de vital importancia para la seguridad de la central, por lo que debe estar automatizado y poder garantizar de manera continua un caudal y presión adecuados. Además, el agua debe estar filtrada, libre de sedimentos en suspensión y tratada con cloro para evitar la proliferación de organismos vivos, especialmente durante las paradas

El agua de este sistema puede obtenerse, dependiendo el caso, de la galería a presión, del canal de restitución o del río aguas abajo.

4.5.2. Sistema de Drenaje

El **Sistema de Drenaje y Bombeo** nos permite evacuar el agua procedente de diversas fuentes como:

- Las filtraciones a través de los muros o solera de la central.
- El vaciado del compartimento de la turbina, en caso de mantenimiento.
- Eventuales roturas o fallos que originen fugas.

El sistema se dimensiona para, manteniendo una bomba de reserva, conseguir el vaciado de los conductos en un tiempo razonable y evitar que se inunden las zonas más sensibles de la planta en una situación de emergencia.

La situación crítica es usualmente la provocada por la rotura de una tubería auxiliar sometida a la carga del embalse. Una rotura de este tipo da origen a un caudal importante que se mantiene mientras no se cierre la válvula o compuerta situada aguas arriba y se vacíe el tramo de conducto correspondiente.

4.5.3. Centro Neumático

El **Centro Neumático (CN)**, compuesto por compresores y conductos de aire, garantiza el aire a presión al equipo de la central. En una central suele existir un sistema de aire comprimido con dos niveles de presión: uno bajo (7-8 kg/cm²) para el frenado de las unidades, y uno alto (60-80 kg/cm²) que ayuda a regular la apertura de los alabes.

4.5.4. Instalaciones de Aceite

Las **Instalaciones de Aceite (IA)** cuentan con tanques de aceite limpio y utilizado, tuberías de distribución e instalaciones de limpieza del aceite. Este sistema permite la lubricación de la turbina y el aislamiento de los transformadores.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

4.5.5. Instalaciones contra Incendios

Las **Instalaciones contra Incendios** deben poder detectar y extinguir cualquier incendio de manera automática. El subsistema más importante por la magnitud del caudal requerido es el de protección de los transformadores. Este y los diferentes locales de la central son alimentados por un sistema de agua y se deben utilizar válvulas que permitan el aislamiento de cualquiera de los tramos sin interrumpir el servicio del resto.

Para la sala de generadores y de instalaciones eléctricas, un sistema de CO₂ a presión es utilizado. Además, extintores móviles y detectores de humo están distribuidos por las distintas plantas de la central.

4.5.6. Instalaciones Varias

Otras instalaciones son necesarias para garantizar condiciones normales de operación, como por ejemplo calefacción, agua potable, ventilación, aire acondicionado, etc.

5. ORGANIZACIÓN

La Casa de Máquinas está organizada en varios niveles. Desde el más alto hacia abajo, estos son:

- Nivel de Sala de Control.
- Nivel de Excitatrices.
- Nivel de Generadores.
- Nivel de Turbinas.
- Nivel de Restitución.

5.1. Nivel de Sala de Control

Ubicado en la parte superior de la Casa de Máquinas, este nivel concentra los sistemas de supervisión, comando y protección de la central hidroeléctrica. Desde este sector se realiza el monitoreo y control en tiempo real de las variables operativas mediante sistemas SCADA, asegurando la operación segura, confiable y continua de las unidades generadoras.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

5.2. Nivel de Excitatrices

Situado inmediatamente por debajo de la sala de control, alberga los equipos destinados a la excitación de los generadores. Su función principal es suministrar y regular la corriente de campo para mantener la tensión de salida estable y controlar el intercambio de potencia reactiva con la red eléctrica, empleando excitatrices rotativas o sistemas estáticos.

5.3. Nivel de Generadores

En este nivel se ubican los generadores síncronos encargados de transformar la energía mecánica proveniente del eje de la turbina en energía eléctrica. Comprende el estator, el rotor, los cojinetes, los sistemas de lubricación y refrigeración, así como los tableros de control local, conformando una de las áreas de mayor exigencia estructural y térmica de la instalación.

5.4. Nivel de Turbinas

Este nivel alberga las turbinas hidráulicas responsables de convertir la energía hidráulica del agua en energía mecánica rotacional. Incluye el distribuidor, el rodete, las válvulas principales y los mecanismos de regulación, constituyendo el núcleo mecánico del proceso de generación.

5.5. Nivel de Restitución

Corresponde al nivel inferior de la Casa de Máquinas y tiene por función conducir el agua turbinada hacia el canal de descarga o el cauce del río. A través de los tubos de aspiración se optimiza la recuperación de energía y se minimizan las pérdidas de carga, evitando la cavitación y garantizando un flujo hidráulico estable y eficiente.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°18: Pisos intermedios en Central Hidroeléctrica Cacheuta (Mendoza, Argentina).

6. PREDIMENSIONAMIENTO

6.1. Superficie en Planta

La superficie en planta de la Casa de Máquinas depende fundamentalmente del tipo de turbinas adoptado y de la agrupación de éstas con los generadores que muevan. En las etapas preliminares de diseño de una central hidroeléctrica, las dimensiones generales (tales como la luz de la nave, su altura, la carga máxima a elevar con el puente grúa y la separación entre grupos en caso de disposición horizontal) pueden estimarse mediante ábacos derivados de la experiencia. A modo de referencia, el autor Gómez-Navarro presenta en el Tomo I de *“Saltos de Agua y Presas de Embalse”* una serie de ábacos orientativos que permiten obtener dichas proporciones iniciales.

Algunos criterios generales a considerar en el dimensionamiento de la superficie en planta son los siguientes:

- Los espacios entre máquinas deben ser amplios, dejando un pasillo perimetral de entre 1,80 m y 2,40 m de ancho para permitir el libre tránsito del personal y las tareas de mantenimiento.
- Siendo S_{nec} la superficie necesaria para instalar los grupos generadores, se recomienda que la superficie de la central (S_{cen}) sea: $S_{cen} = 1,8 \text{ a } 2,5 \times S_{nec}$. Esto proporciona el



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

espacio adicional requerido para maniobras, circulación y almacenamiento temporal de componentes.

- En la entrada de la Casa de Máquinas debe disponerse un área suficiente para la descarga, montaje o retiro de equipos que requieran reparación.
- Las puertas de acceso deben tener dimensiones adecuadas para permitir el ingreso de la pieza más voluminosa de la maquinaria. Lo ideal es que el vehículo de transporte pueda ingresar directamente al interior de la sala.
- En esta zona, o en un sector habilitado como taller de mantenimiento, debe preverse espacio para desmontar componentes pesados utilizando el puente grúa.

En caso de operaciones especiales, por ejemplo, si se debe sacar el núcleo de un transformador fuera de su envolvente y no hubiese altura suficiente desde el piso general hasta el enganche del puente grúa, se debe disponer un piso inferior donde, colocado el transformador, pueda realizarse dicha maniobra con seguridad.



Figura N°19: Piso principal de la Central Hidroeléctrica Cacheuta (Mendoza, Argentina).

Un aspecto determinante en las dimensiones generales de la central es el puente grúa, cuya capacidad de carga debe ser al menos igual al peso de la máquina, o de la parte más pesada

que sea necesario mover. Además, debe existir un espacio libre suficiente por debajo de éste para que, al estar suspendida la pieza más voluminosa de una máquina, pueda desplazarse sin interferir con los demás equipos instalados.

Finalmente, en las recomendaciones de diversos autores (entre ellos Gómez-Navarro) se incluyen también relaciones orientativas entre la capacidad del puente grúa y la potencia de los grupos, útiles para las estimaciones iniciales de diseño.

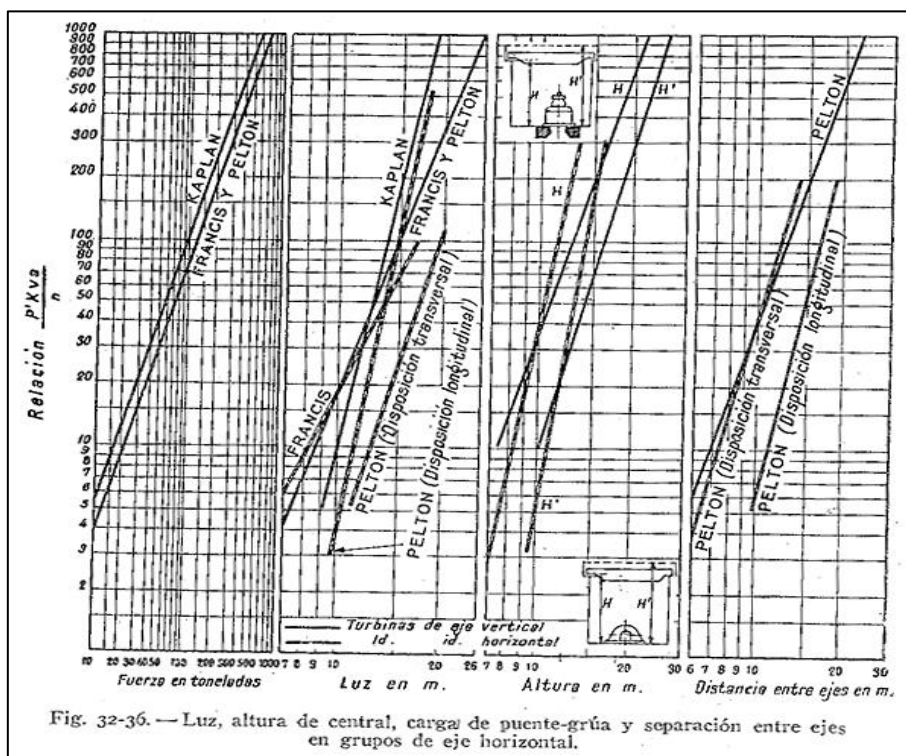


Figura N°20: Abaco para obtener las dimensiones generales de la Central (Gómez-Navarro).

6.2. Nivel del Piso

La cota del piso de la Casa de Máquinas debe establecerse a una altura tal que no sea alcanzada por las máximas crecidas del río o embalse. Esta consideración es fundamental para garantizar la seguridad operativa y estructural de la instalación.

En el caso de turbinas de eje vertical, esta condición se logra prolongando adecuadamente el eje hasta alcanzar la altura requerida, manteniendo al mismo tiempo la correcta alineación entre la turbina y el generador.

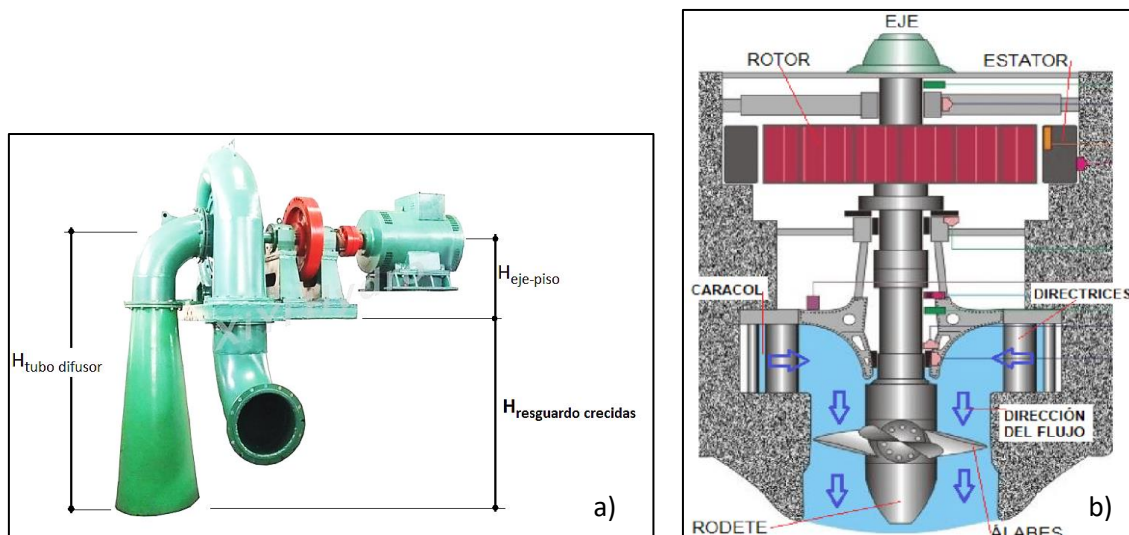


Figura N°21: Turbinas de Eje Horizontal (a) y Eje Vertical (b).

Para turbinas de eje horizontal, la altura del piso sobre el nivel mínimo de restitución está limitada por la altura estática máxima admisible del tubo de aspiración, descontando aproximadamente 1 metro correspondiente al espacio libre entre el eje y el piso. En las turbinas modernas de alta velocidad específica, dicha altura estática rara vez supera los 4,50 m, por lo que el piso suele quedar a unos 3,50 m por encima del nivel mínimo de desagüe. Esta distancia resulta, en muchos casos, insuficiente para mantener el piso fuera del alcance de las crecidas, razón por la cual en los grandes grupos actuales se prefiere la disposición con eje vertical y generadores acoplados directamente.

Cuando por razones económicas u operativas se decide ubicar el piso por debajo del nivel de máxima crecida, deben adoptarse medidas especiales de protección. Entre ellas se destacan la construcción de muros y pisos impermeables, la colocación de cierres herméticos en los vanos y el emplazamiento de bombas por encima del nivel máximo de crecida, a fin de evacuar el agua que pudiera infiltrarse.

7. ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN

7.1. Iluminación

La sala de máquinas debe contar con una iluminación adecuada que permita una inspección visual eficiente de los equipos y facilite las tareas de operación y mantenimiento. Por ello, los ventanales deben proyectarse con gran amplitud, priorizando la entrada de luz natural.

La iluminación lateral es la más recomendable, ya que proporciona una distribución uniforme de la luz y reduce la formación de zonas de sombra sobre las superficies de las máquinas. En cambio, la iluminación cenital no se aconseja debido al riesgo de condensación interna del vapor de agua, que puede provocar goteras y deteriorar los equipos eléctricos o las estructuras metálicas.

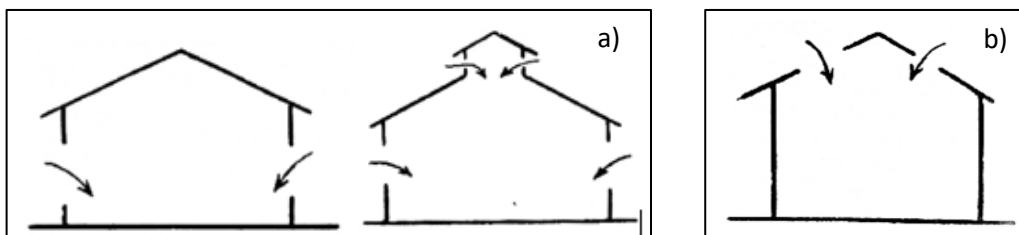


Figura N°22: Iluminación lateral (a) y cenital (b).

Adicionalmente, debe preverse un sistema de alumbrado de emergencia, alimentado por baterías o fuentes autónomas, que garantice la continuidad de la iluminación en caso de fallas en la instalación eléctrica principal.



Figura N°23: Ventanales laterales en la central de Cacheuta (Mendoza, Argentina).



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

7.2. Ventilación

Un sistema de ventilación debe estar presente en todos los locales de la central, de manera de sustituir el aire y evitar elevaciones de temperatura como consecuencia del calor desprendido por los equipos.

Dependiendo del uso de cada local, de 3 a 6 renovaciones de aire por hora serán necesarias. Para ello se instala un sistema de ventilación forzada mediante ventiladores de impulsión o aspiración y una red de conductos que dirija el aire fresco hacia las distintas dependencias de la central y extraiga el aire viciado conduciéndolo al exterior.



Figura N°24: Sistema de Ventilación de la Casa de Máquinas del Complejo Hidroeléctrico Río Grande, Córdoba, Argentina.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

8. EJEMPLOS DE CASAS DE MÁQUINAS

En este apartado vamos a realizar una breve descripción de la configuración que poseen las casas de máquinas de diferentes centrales hidroeléctricas a lo largo de nuestro país.

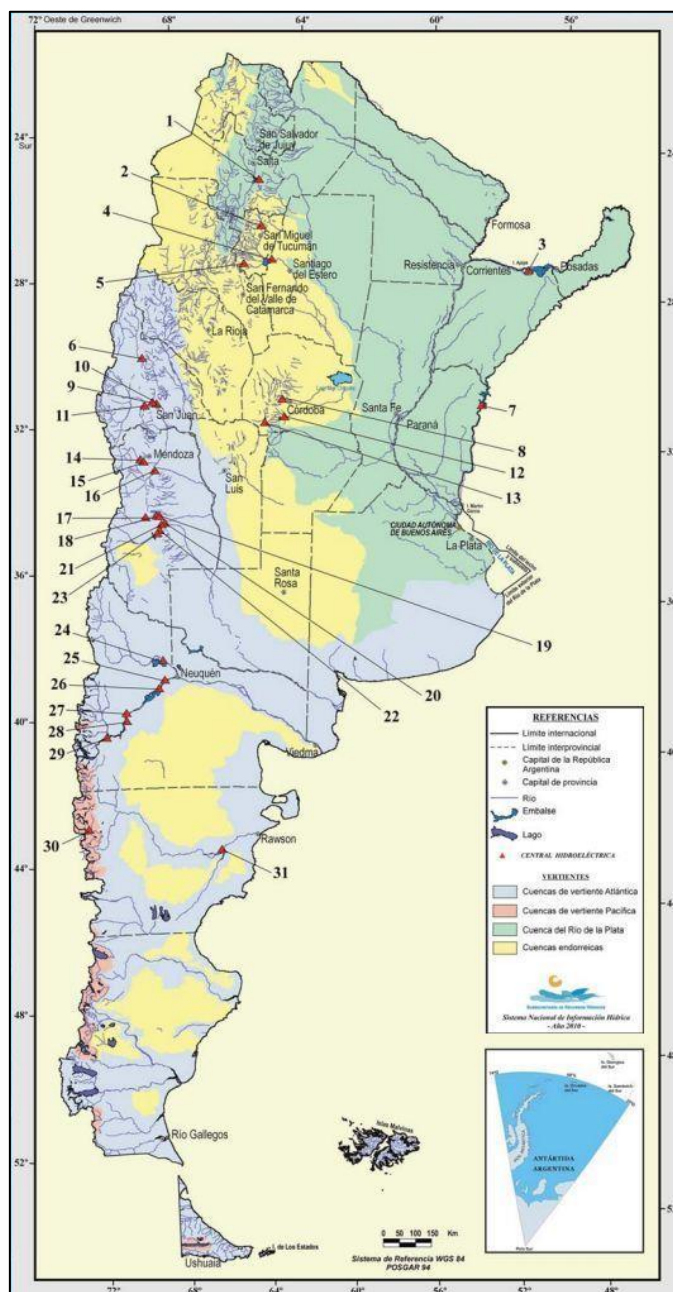


Figura N°25: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas en la República Argentina
(Secretaría de Obras Públicas, Presidencia de la Nación, 2011).

BRUNI, Melina
BUENANUEVA, Santiago
FERNÁNDEZ, Nicolás
FERRARI GAIBAZZI, Juan Agustín



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

8.1. Yacyretá, Corrientes, Argentina (Río Paraná)

La Central Hidroeléctrica Yacyretá, situada sobre el río Paraná en la frontera entre Argentina y Paraguay, es una de las obras más imponentes de América del Sur. Su casa de máquinas, integrada al cuerpo de la presa, alberga 20 turbinas Kaplan de eje vertical, que en conjunto alcanzan una potencia instalada de 3100 MW. Gracias a su gran salto y caudal regulado, produce en promedio más de 21000 GWh anuales. Esta central, operada por la Entidad Binacional Yacyretá (EBY), representa un pilar fundamental en el suministro eléctrico argentino y un ejemplo de cooperación energética regional.

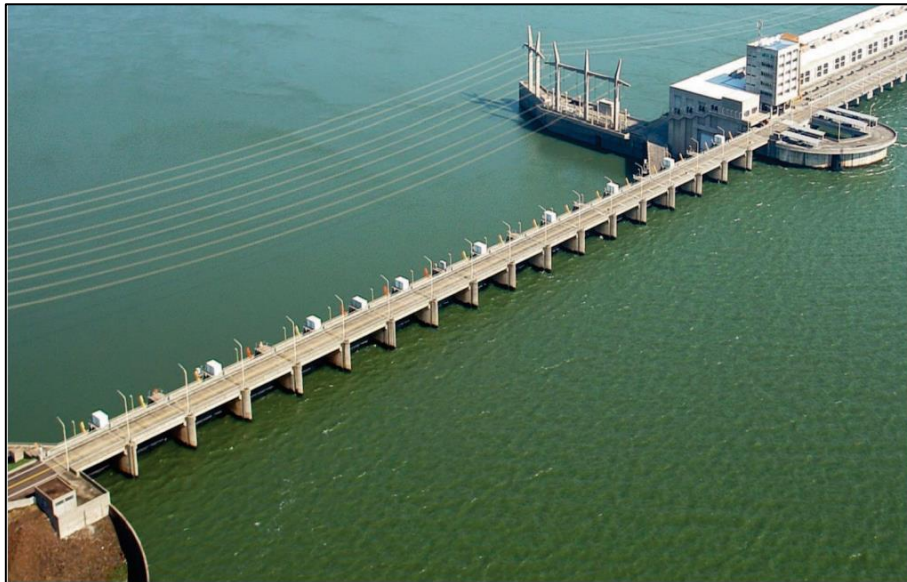


Figura N°26: Parte del Embalse Yacyretá.

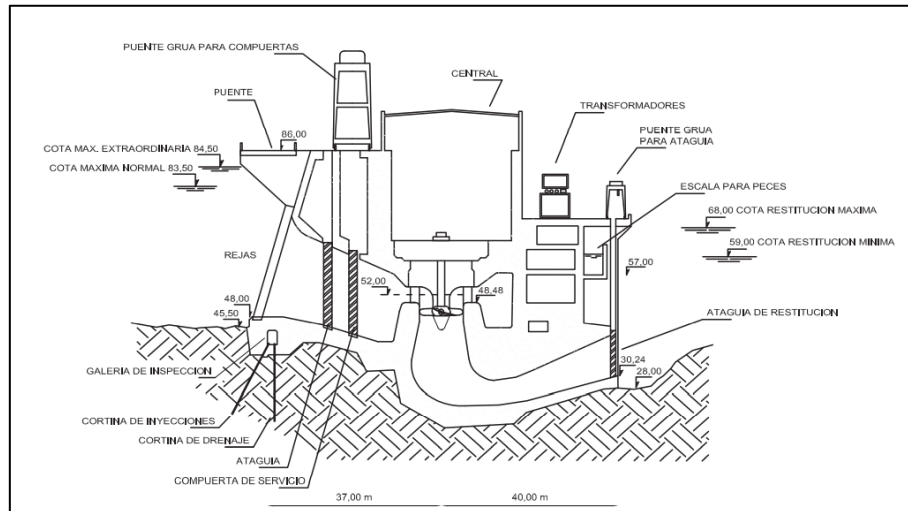


Figura N°27: Corte de la presa Yacyretá y su Central generadora.

8.2. Cerro Pelado, Córdoba, Argentina (Río Grande)

La Central Cerro Pelado forma parte del Complejo Hidroeléctrico Río Grande, en la provincia de Córdoba, y constituye un típico aprovechamiento de montaña. Su Casa de Máquinas está ubicada en caverna y opera bajo un sistema reversible de bombeo, que permite almacenar energía mediante 4 turbinas Francis reversibles. Con una potencia instalada de 750 MW, produce en promedio más de 970 GWh anuales. Esta central cumple un papel estratégico en la regulación de la demanda eléctrica, ya que puede funcionar tanto como generadora como en modo de bombeo, transfiriendo agua entre embalses. Su emplazamiento subterráneo reduce el impacto ambiental y aprovecha de manera eficiente la topografía serrana cordobesa.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°28: Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.



Figura N°29: Casa de Máquinas del Complejo Hidroeléctrico Río Grande.

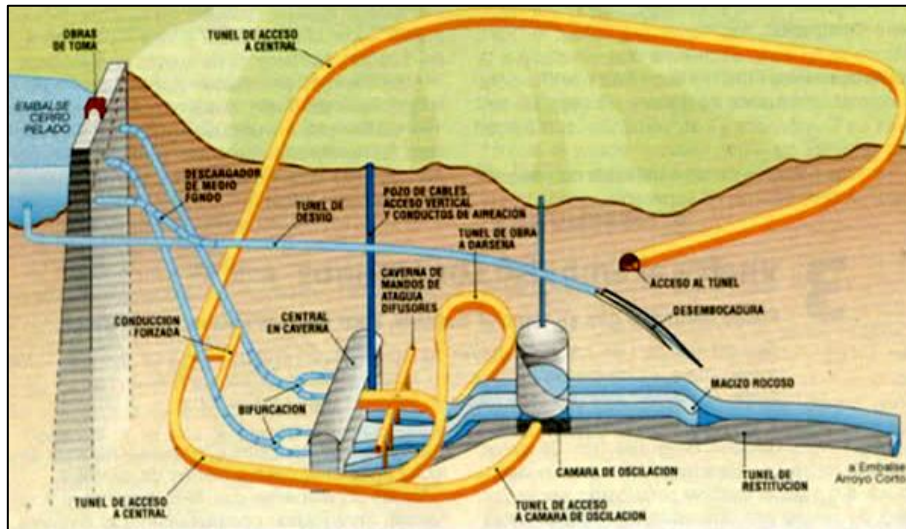


Figura N°30: Esquema en corte del Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.

8.3. Planicie Banderita, Neuquén, Argentina (Río Neuquén)

Ubicada sobre el río Neuquén, la Central Planicie Banderita integra el complejo Cerros Colorados, uno de los principales aprovechamientos hidroeléctricos del Comahue. Es una central a pie de presa, equipada con dos turbinas Francis de eje vertical de 243 MW, que totalizan unos 486 MW de potencia instalada y una generación media anual de 1512 GWh. Además de su función energética, el complejo cumple un rol esencial en la regulación de caudales del río Neuquén, contribuyendo al control de crecidas y al suministro de agua para riego y consumo urbano en la región.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°31: Central Planicie Banderita, parte del Complejo Cerros Colorados.

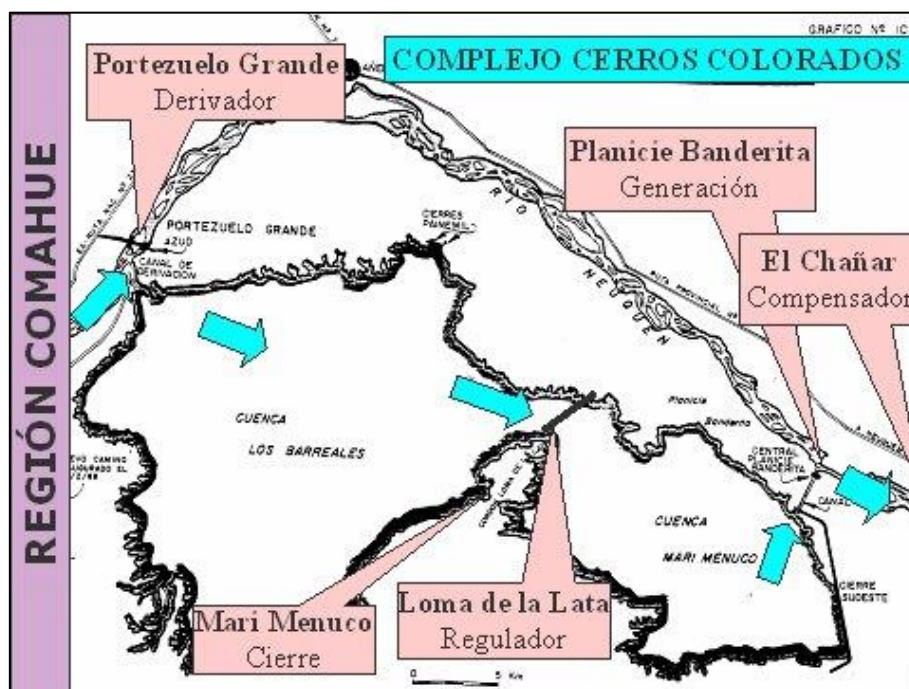


Figura N°32: Complejo Cerros Colorados, Neuquén, Argentina.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

8.4. Potrerillos, Mendoza, Argentina (Río Mendoza)



Figura N°33: Embalse Potrerillos.

8.4.1. Central Hidroeléctrica Cacheuta

La Central Cacheuta, ubicada en el cauce del río Mendoza, forma parte del sistema de aprovechamientos derivados del embalse Potrerillos (Cacheuta y Álvarez Condarco). Se trata de una central alejada de la presa, con una potencia instalada de 122,8 MW distribuidos en cuatro turbinas Francis de eje vertical. Produce alrededor de 520 GWh anuales aprovechando el desnivel natural del río. Su operación es clave para la regulación del caudal aguas abajo y el abastecimiento del sistema eléctrico mendocino.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

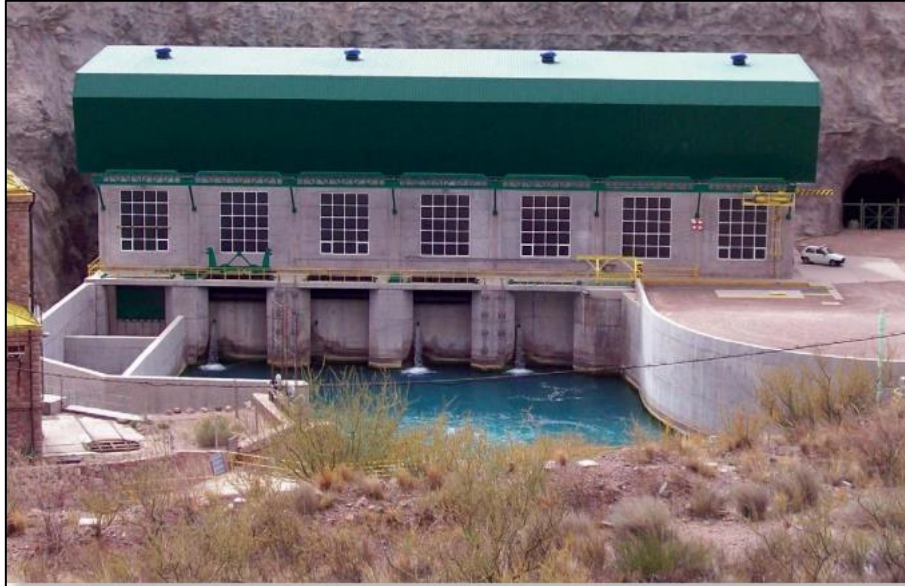


Figura N°34: Casa de Máquinas de la Central Hidroeléctrica Cacheuta.

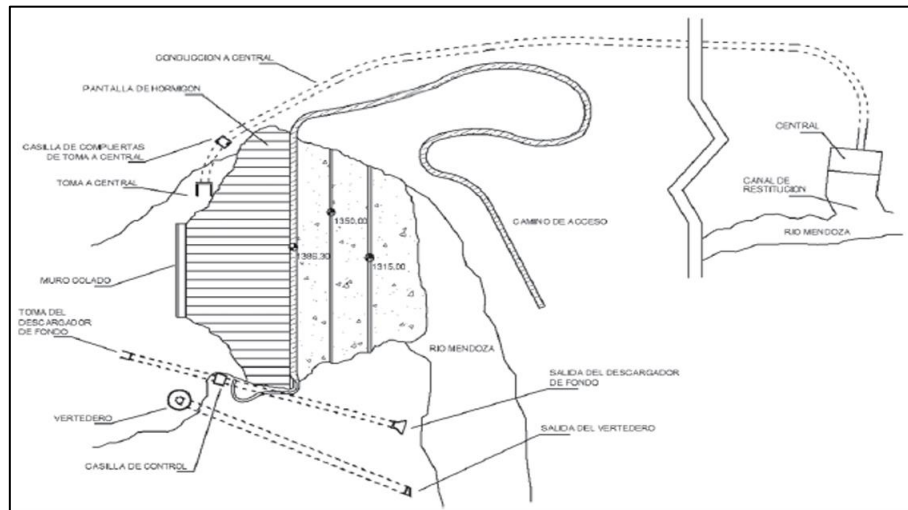


Figura N°35: Planta esquemática de la Presa del Complejo Potrerillos - Cacheuta.

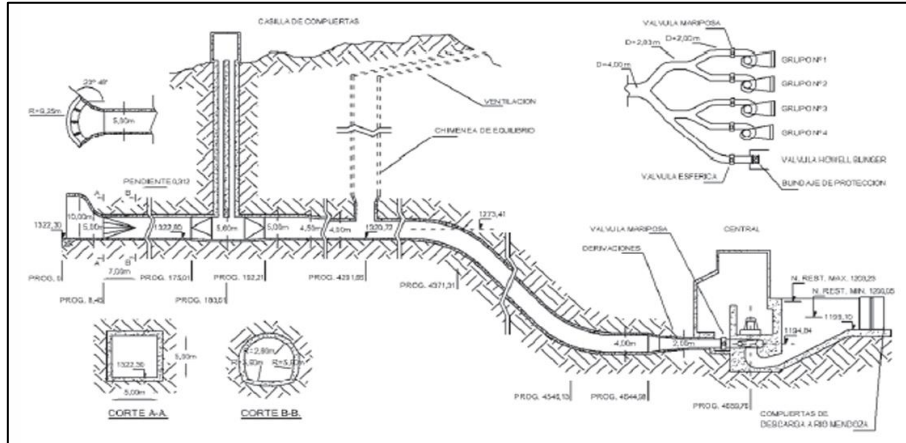


Figura N°36: Corte esquemático de la Tubería Forzada a la Central Cacheuta.

8.4.2. Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco

La Central Álvarez Condarco se ubica aguas abajo de Cacheuta, como parte del mismo sistema derivado del embalse Potrerillos. Dispone de tres turbinas Francis de eje vertical (dos de 23,3 MW y una de 15 MW) que totalizan una potencia instalada de 61,6 MW. Su generación media anual ronda los 259 GWh. Esta central aprovecha el caudal regulado por Cacheuta y cumple funciones complementarias en la producción eléctrica y el control de la cuenca del río Mendoza, integrándose a la infraestructura energética provincial.



Figura N°37: Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

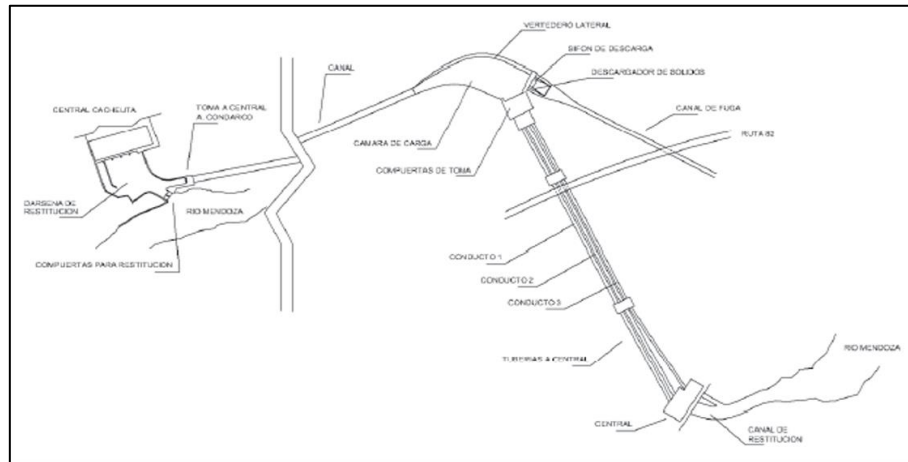


Figura N°38: Planta esquemática del complejo Álvarez Condarco.

8.5. El Carrizal, Mendoza, Argentina (Río Tunuyán)

La Central El Carrizal está asociada al dique del mismo nombre, sobre el río Tunuyán, en Mendoza. Es una central a pie de presa equipada con dos turbinas Francis de eje vertical de 8,5 MW cada una, que totalizan una potencia instalada de 17 MW y una generación anual aproximada de 83 GWh. Su operación permite aprovechar el agua embalsada tanto para la generación eléctrica como para el riego agrícola del oasis del este mendocino, integrando el uso múltiple del recurso hídrico.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

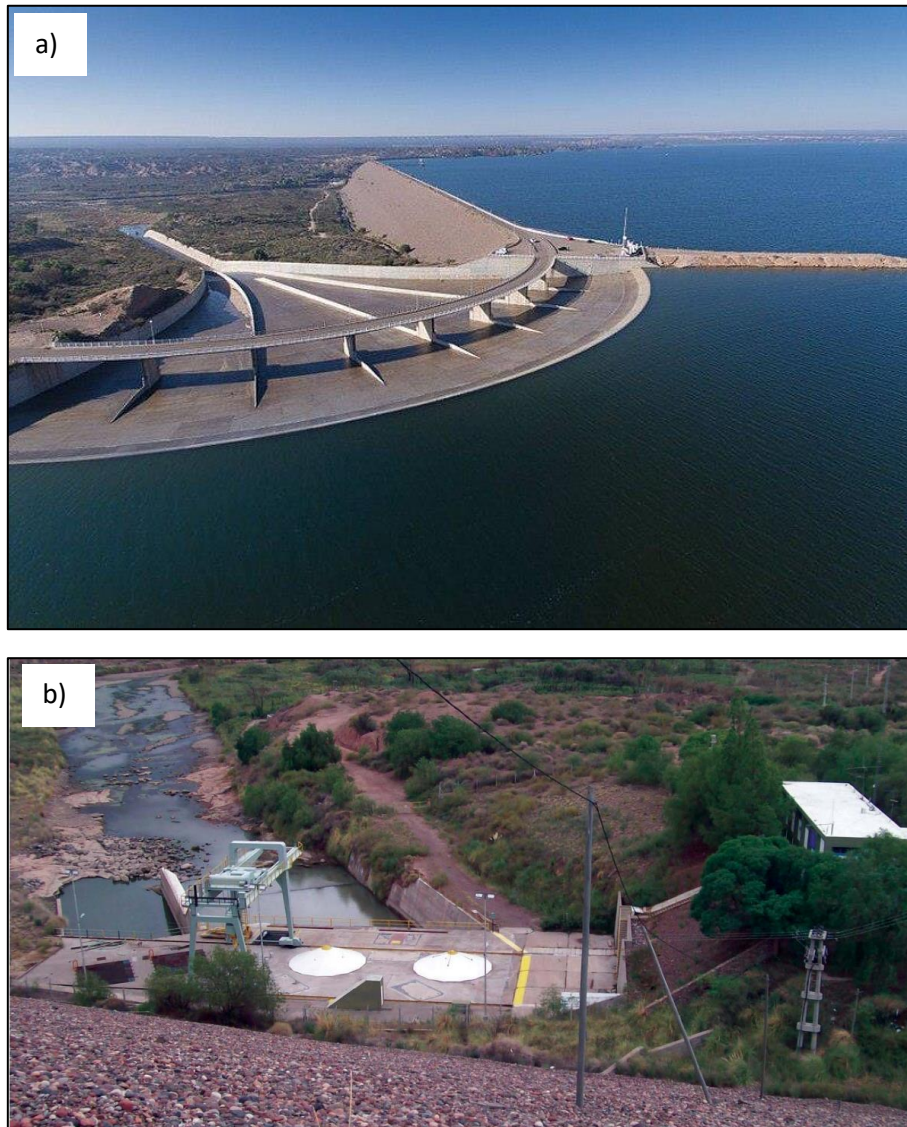


Figura N°39a y 39b: Complejo El Carrizal.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

9. MINICENTRALES

Como lo indica su nombre son centrales hidroeléctricas con una potencia instalada pequeña, si bien no existe una frontera definida se considera que son aquellas con una potencia instalada menor a 50 MW

En Europa la legislación tiende a favorecer este tipo de centrales (para aprovechar los recursos hidroeléctricos ociosos)

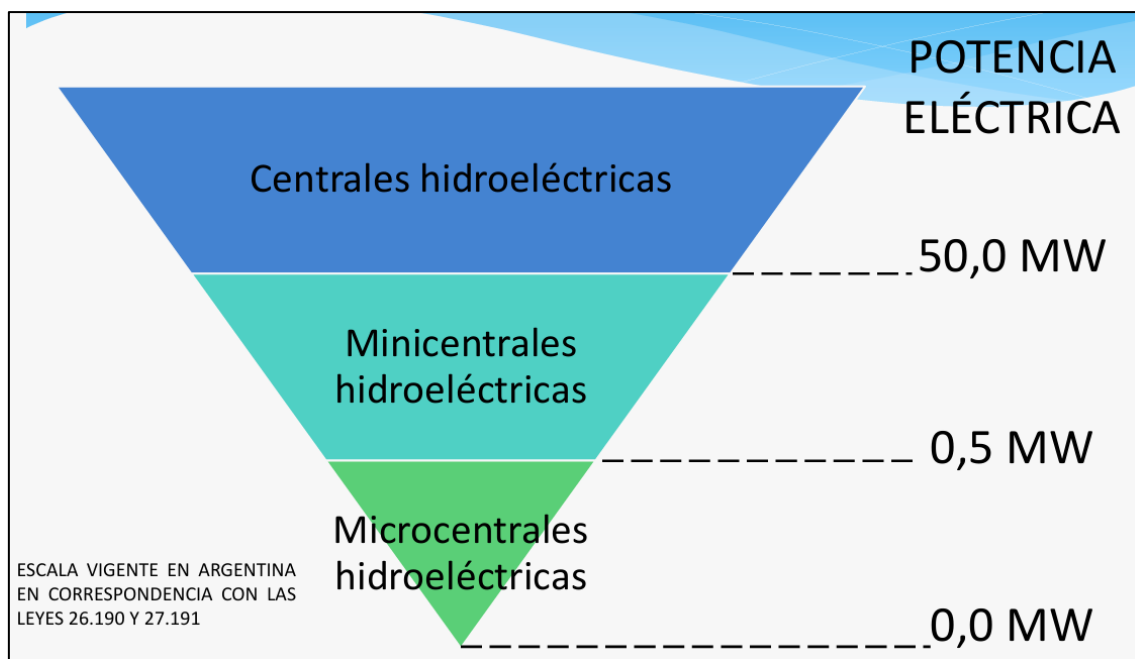


Figura N°40: Escala de clasificación según la Potencia Eléctrica.

Las Minicentrales Hidroeléctricas son de especial interés cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones :

- Ríos de montaña con gran pendiente o configuración geomorfológica ventajosa.
- Rehabilitación de centrales abandonadas (caso frecuente en Europa).
- Aprovechamiento energético de infraestructura preexistente (presas de regulación para riego, caídas en canales, etc.).
- Minicentrales para el servicio de comunidades aisladas no conectadas con la red eléctrica.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°41: Minicentral emplazada en Dique Tiburcio Benegas, Junín, Mendoza, Argentina.

Los componentes típicos de una Minicentral Hidroeléctrica son los que se ilustran en la **Figura N°42:**

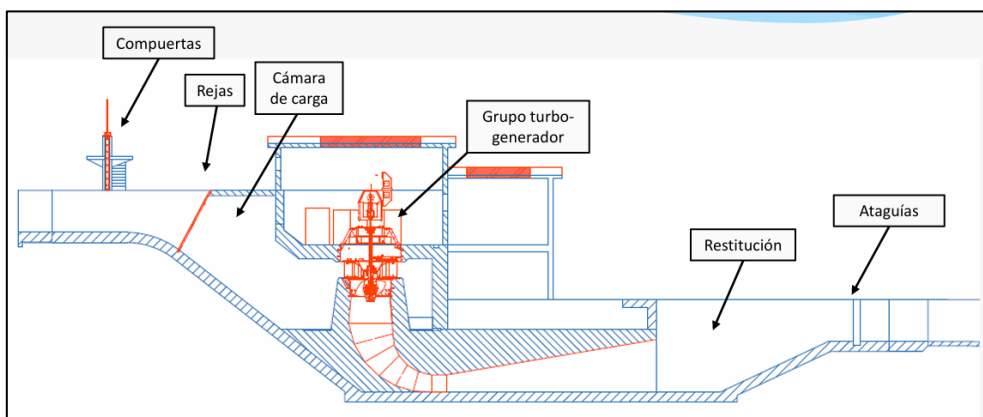


Figura N°42: Representación esquemática de los componentes típicos de una Minicentral.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

A modo de ejemplo se presentan las minicentrales ubicadas en los saltos 6, 7 y 8 del Canal Cacique Guaymallén. Vale la pena mencionar que son centrales de pasada ya que están adyacentes al canal en forma de bypass, como lo aconseja la **Figura N°3**, en la página 6.

Cada una de estas Minicentrales posee una potencia instalada de 1,2MW, con turbinas Kaplan de eje vertical.



Figura N°43: Minicentral emplazada en el salto 6 del Canal Cacique Guaymallén, Mendoza, Argentina.



Figura N°44: Construcción de una Minicentral.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°45a y 45b: Casas de Máquinas de las minicentrales de los saltos 7 y 8 del Canal Cacique Guaymallén, Mendoza, Argentina.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...



Figura N°46: Grupo Turbogenerador de una Minicentral.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

10. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía consultada se detalla en este apartado, la misma se presenta de la siguiente manera: **Apellido, Iniciales del nombre.** (Año). *Título del libro* (edición). Editorial.

1. **Bonora L. y Seballos S.** (2020). *Trabajo de Seminario: Casa de Máquinas.*
2. **Cuesta. L y Vallarino, E.** (2000). *Aprovechamientos hidroeléctricos – Tomo II.* (1° edición). Piscegraf S.L.
3. **Gómez Navarro, J.L y Segura, J.J-A.** (1964). *Salto de agua y Presas de embalse – Tomo I.* (reimpresión de la 3° edición). Tipografía Artística.
4. **Ochoa Rubio, T.** (2002). *Centrales hidroeléctricas – Tomo II* (1° edición). Ediciones Grancolombianas.
5. **Schreiber, G.P.** (1978). *Usinas Hidrelétricas.* Editora Edgard Blücher Ltda.
6. **Subsecretaría de Recursos Hídricos.** (2010). *Inventario de Presas y Centrales Hidroeléctricas de la República Argentina – Tomo I.* (1° edición). Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
7. **Subsecretaría de Recursos Hídricos.** (2011). *Inventario de Presas y Centrales Hidroeléctricas de la República Argentina – Tomo II.* (1° edición). Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
8. **Subsecretaría de Recursos Hídricos.** (2011). *Inventario de Presas y Centrales Hidroeléctricas de la República Argentina – Tomo III.* (1° edición). Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
9. **Subsecretaría de Recursos Hídricos.** (2013). *Inventario de Presas y Centrales Hidroeléctricas de la República Argentina – Tomo IV.* (1° edición). Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

11. TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura N°1: Casa de Máquinas sobre el río integrada a la presa.	5
Figura N°2: Casa de Máquinas en el sentido del río.	6
Figura N°3: Casa de Máquinas en Bypass.	6
Figura N°4: Ejemplo de Central en Superficie.	7
Figura N°5: Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.	8
Figura N°6a y 6b: Central integrada en el cuerpo de la presa.	9
Figura N°7: Central a pie de presa.	10
Figura N°8: Representación 3D de una central a pie de presa.	11
Figura N°9: Ubicación planimétrica de la central.	11
Figura N°10a y 10b: Esquema en corte y en planta de una central de montaña.	12
Figura N°11: Esquema general de los elementos de la Casa de Máquinas.	13
Figura N°12: Esquema de los elementos componentes de la Unidad de Generación.	15
Figura N°13: Representación 3D de una unidad turbogeneradora con turbina Kaplan.	15
Figura N°14: Sala de Control de la Central Hidroeléctrica Agua del Toro (Mendoza, Argentina).	16
Figura N°15: Esquema de los elementos componentes del Sistema Eléctrico.	17
Figura N°16: Esquema de los elementos componentes del Sistema Mecánico.	18
Figura N°17: Esquema de los elementos componentes de los Sistemas Auxiliares.	19
Figura N°18: Pisos intermedios en Central Hidroeléctrica Cacheuta (Mendoza, Argentina).	23
Figura N°19: Piso principal de la Central Hidroeléctrica Cacheuta (Mendoza, Argentina).	24
Figura N°20: Abaco para obtener las dimensiones generales de la Central (Gómez-Navarro). ..	25
Figura N°21: Turbinas de Eje Horizontal (a) y Eje Vertical (b).	26
Figura N°22: Iluminación lateral (a) y cenital (b).	27
Figura N°23: Ventanales laterales en la central de Cacheuta (Mendoza, Argentina).	27
Figura N°24: Sistema de Ventilación de la Casa de Máquinas del Complejo Hidroeléctrico Río Grande, Córdoba, Argentina.	28
Figura N°25: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas en la República Argentina (Secretaría de Obras Públicas, Presidencia de la Nación, 2011).	29
Figura N°26: Parte del Embalse Yacyretá.	30
Figura N°27: Corte de la presa Yacyretá y su Central generadora.	31
Figura N°28: Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.	32
Figura N°29: Casa de Máquinas del Complejo Hidroeléctrico Río Grande.	32
Figura N°30: Esquema en corte del Complejo Hidroeléctrico Río Grande N°1 - Central de Bombeo.	33
Figura N°31: Central Planicie Banderita, parte del Complejo Cerros Colorados.	34
Figura N°32: Complejo Cerros Colorados, Neuquén, Argentina.	34
Figura N°33: Embalse Potrerillos.	35
Figura N°34: Casa de Máquinas de la Central Hidroeléctrica Cacheuta.	36



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS

Curso 2025



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Figura N°35: Planta esquemática de la Presa del Complejo Potrerillos - Cacheuta.	36
Figura N°36: Corte esquemático de la Tubería Forzada a la Central Cacheuta.	37
Figura N°37: Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco.	37
Figura N°38: Planta esquemática del complejo Álvarez Condarco.	38
Figura N°39a y 39b: Complejo El Carrizal.	39
Figura N°40: Escala de clasificación según la Potencia Eléctrica.	40
Figura N°41: Minicentral emplazada en Dique Tiburcio Benegas, Junín, Mendoza, Argentina.	41
Figura N°42: Representación esquemática de los componentes típicos de una Minicentral. ...	41
Figura N°43: Minicentral emplazada en el salto 6 del Canal Cacique Guaymallén, Mendoza, Argentina.	42
Figura N°44: Construcción de una Minicentral.	42
Figura N°45a y 45b: Casas de Máquinas de las minicentrales de los saltos 7 y 8 del Canal Cacique Guaymallén, Mendoza, Argentina.	43
Figura N°46: Grupo Turbogenerador de una Minicentral.	44