

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología



CENTRALES ELÉCTRICAS

TRABAJO PRÁCTICO Nº 7

CENTRALES HIDRÁULICAS

ALUMNO:

AÑO 2022

INTRODUCCIÓN

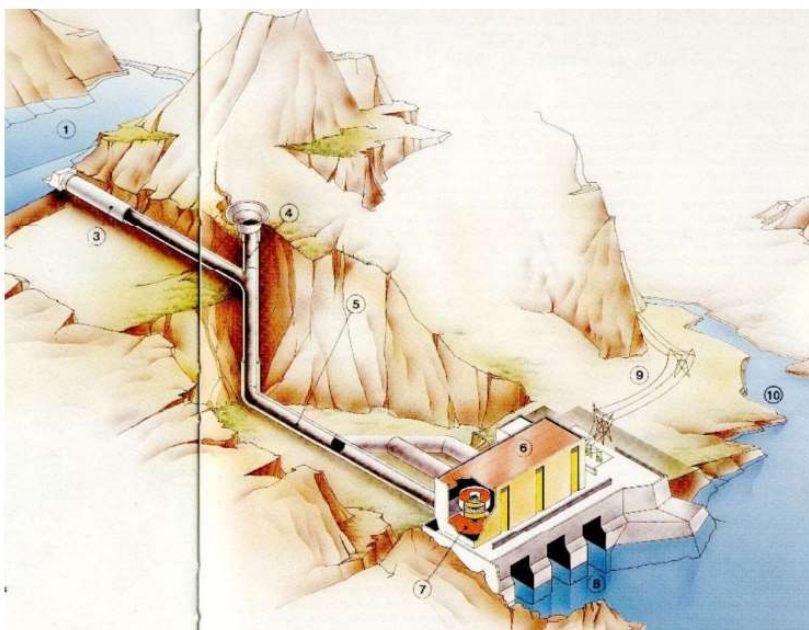
Las centrales eléctricas hidráulicas, son aquellas instalaciones que utilizan la fuerza gravitacional de la caída o la del paso del agua a través de turbinas para generar energía eléctrica.

La energía hidráulica es la segunda fuente más utilizada para generación después de la térmica alcanzando aproximadamente el 16% de la energía producida a nivel global.

El costo de la energía eléctrica generada en este tipo de instalaciones es relativamente bajo lo que la convierte en una fuente muy competitiva. Poseen además una gran flexibilidad en función a su capacidad de incrementar o disminuir el caudal de fluido con rapidez, de esta forma pueden admitir bruscos cambios de demanda.

Por otro lado, las represas interrumpen el flujo de ríos pudiendo dañar el ecosistema local involucrando en algunos casos el desplazamiento de la fauna y los habitantes de la zona afectada.

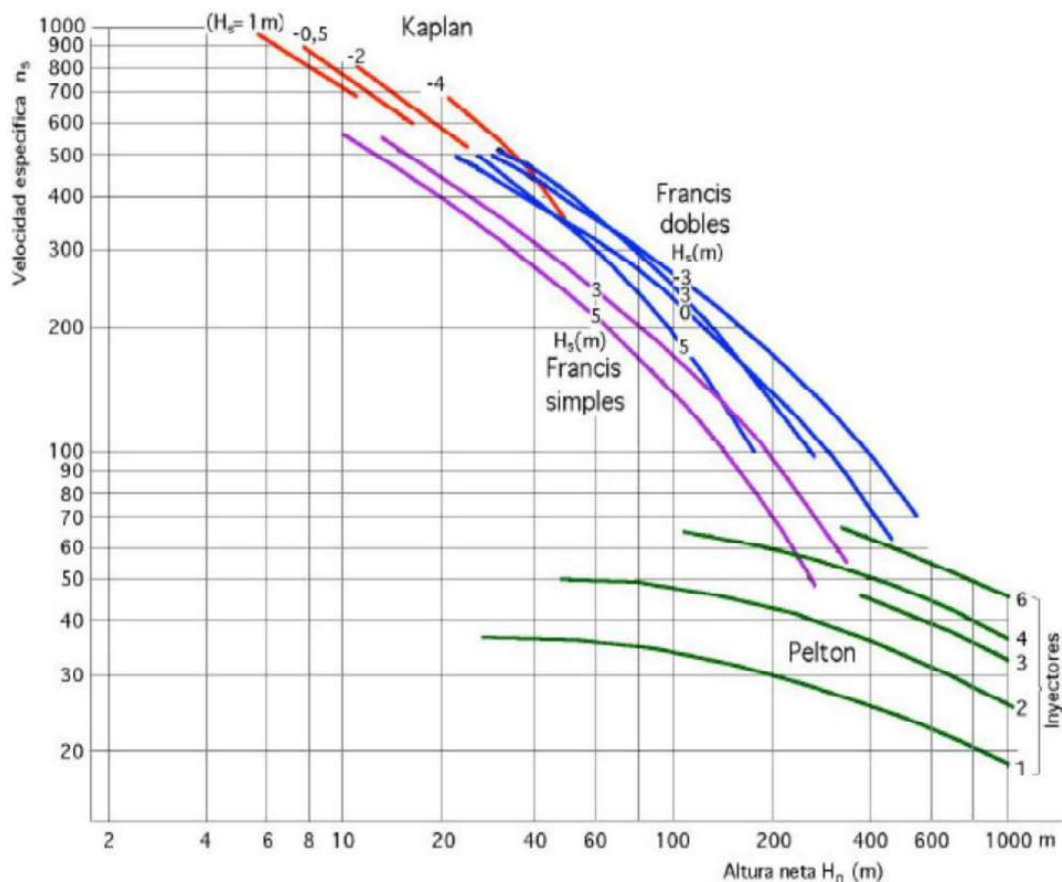
Esquema general



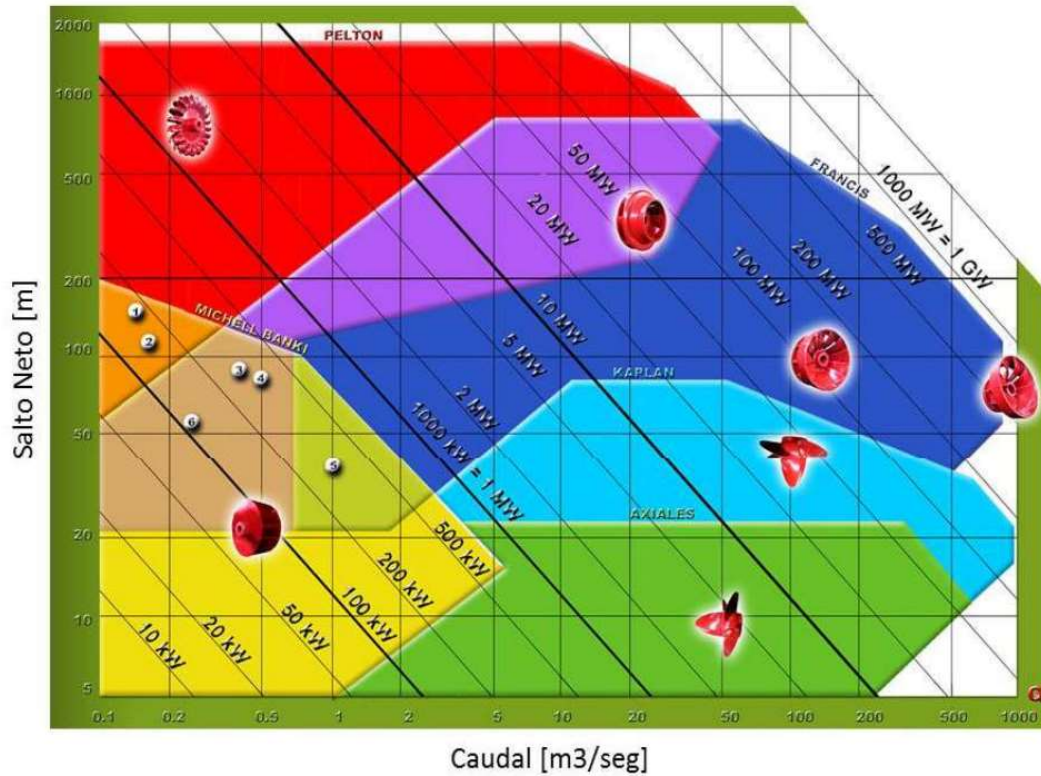
- 1) Embalse Superior
- 2) Presa
- 3) Galería de Conducción
- 4) Tubería Forzada
- 5) Central
- 6) Turbinas y Generadores
- 7) Desagües
- 8) Líneas de transporte
- 9) Embalse inferior
- 10) Río

Criterios de Selección de Turbinas

Velocidad específica (n_s) es el número de revoluciones que daría una turbina semejante a la que se trata de buscar y que entrega una potencia de un caballo, al ser instalada en un salto de altura unitaria. Esta velocidad específica, rige el estudio comparativo de la velocidad de las turbinas, y es la base para su clasificación. Se emplea en la elección de la turbina más adecuada, para un caudal y altura conocidos, en los anteproyectos de instalaciones hidráulicas, consiguiendo una normalización en la construcción de rodets de turbinas. Los valores recomendados para esta velocidad específica en función a los actuales tipos de turbinas figuran en el siguiente diagrama:



De la misma forma existen gráficos de recomendación de los distintos tipos de turbina en función al salto neto disponible y el caudal utilizable:



VARIABLES

P	Potencia neta aportada por la central (MW)
ρ	Densidad del Agua (Kg/m ³)
$A_a \equiv Q_m$	Aporte anual (hm ³ /año) $\equiv$ Caudal medio (m ³ /seg)
Q_d	Caudal de diseño de la central (m ³ /seg)
Q_{mt}	Caudal mínimo técnico (m ³ /seg)
h_n	Salto neto (m)
h_b	Salto bruto (m)
h_p	Pérdidas (m)
g	Aceleración gravitacional (m/seg ²)
n	Velocidad de rotación del Generador (r.p.m.)
n_s	Velocidad específica
η_t	Rendimiento de la Turbina
η_g	Rendimiento del Generador
η_T	Rendimiento del transformador

Fórmulas a utilizar

Potencia eléctrica neta producida:

$$P = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_T \frac{\rho \cdot Q \cdot g \cdot h}{10^6}$$

Caudal de equipamiento:

- Para centrales de pasada $Q_e = 1 \text{ a } 1,5 \cdot Q_m$
- Para centrales de embalse $Q_e = 2 \text{ a } 2,5 \cdot Q_m$

Caudal mínimo técnico:

$$Q_{mt} = k \cdot Q_e$$

Para Francis: $k = 0,40$

Para Kaplan: $k = 0,25$

Para Pelton: $k = 0,10$

Salto:

$$h_n = h_b - h_p$$

$$h_b = \text{nivel azud} - \text{nivel de restitución o desagüe}$$

Velocidad específica:

$$n_s = \frac{n \cdot \sqrt{P}}{h \cdot \sqrt{h}} = \frac{n \cdot \sqrt{P}}{h^{5/4}}$$

PROBLEMA 1

En una central hidráulica de pasada se tiene una potencia instalada de 150 MW con turbinas con un rendimiento de 93% en el punto de diseño y 97% para generadores y 99% para transformadores.

El río que abastece dicha central tiene un aporte anual de 1.892,16 hm³/año. La captura de agua se realiza con un azud situado a 500 m.s.n.m., a partir del cual se conduce el agua por un canal de derivación rectangular de hormigón de 12 m de ancho, 5 m de alto, 0,5 m de altura libre y un caudal de diseño de 72,4 m³/seg. La longitud del canal es de 2,5 km con una pendiente de 0,01% y la pérdida de la de cámara de presión es de 1,0 m. A continuación, el agua se conduce por dos tuberías forzadas de acero por 500 m, en donde el agua circula a una velocidad de 5 m/seg. Las pérdidas primarias en la tubería son de 0,0052 m/m y las secundarias debidas principalmente al cambio de sección de 0,5 m. Considerar despreciable las pérdidas por remanso, turbina, aspiración y desagüe.

Se solicita determinar:

- a) El caudal medio.
- b) La velocidad del agua del canal y sus pérdidas.
- c) Diámetro de las cañerías de presión y sus pérdidas.
- d) Las pérdidas hidráulicas totales.
- e) El salto neto, el salto bruto y el nivel de restitución.
- f) El tipo de turbina más conveniente y el máximo nro de unidades que se podría instalar.

PROBLEMA 2

Dados los datos de las siguientes centrales hidroeléctricas se solicita determinar el valor de n_s de cada una de ellas y determinar cuáles son los tipos de turbinas aptos para las mismas.

- a) Central Itaipú:
Cantidad de máquinas: 20
Potencia nominal por turbina: 715 MW
Caudal por máquina: 645 m³/seg.
Salto neto: 118 mts
Pares de polos del generador: 33

- b) Central Yaciretá:
 - Cantidad de máquinas: 20
 - Potencia nominal por turbina: 155 MW
 - Caudal por máquina: 794 m³/seg.
 - Salto neto: 22 mts
 - Pares de polos del generador: 42

- c) Central Piedra del Águila:
 - Cantidad de máquinas: 4
 - Potencia nominal por turbina: 350 MW
 - Caudal por máquina: 350 m³/seg.
 - Salto neto: 108 mts
 - Pares de polos del generador: 24

- d) Central Escaba:
 - Cantidad de máquinas: 3
 - Potencia nominal por turbina: 8 MW
 - Caudal por máquina: 7,5 m³/seg.
 - Salto neto: 122 mts
 - Pares de polos del generador: 5