

CURSOS POSTGRADOS

CIRCE - UZ

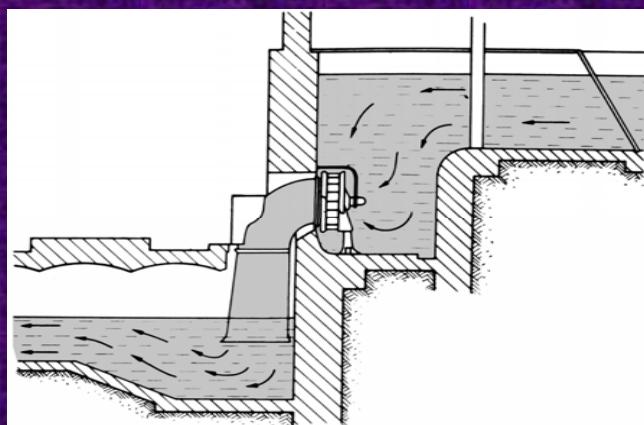
Minihidráulica. 2 Equipamiento



CÁMARA DE TURBINAS

Espacio del edificio destinado a alojar las turbinas

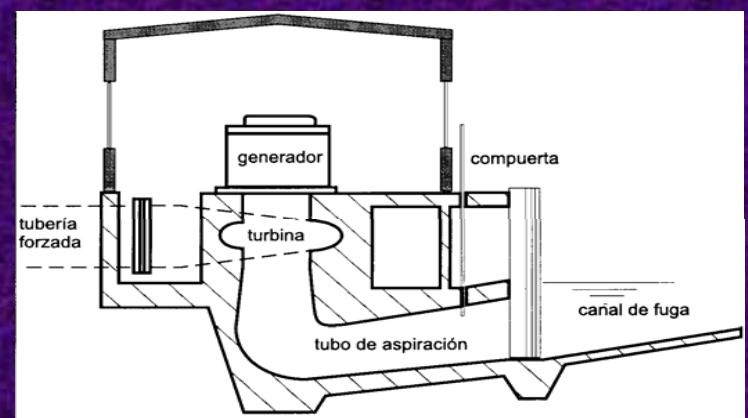
Abierta



Saltos hasta 15 m.

Sin tubería de presión

Cerrada



Alimentadas desde
tubería forzada

CÁMARA DE TURBINAS

- *Turbinas de eje vertical:*

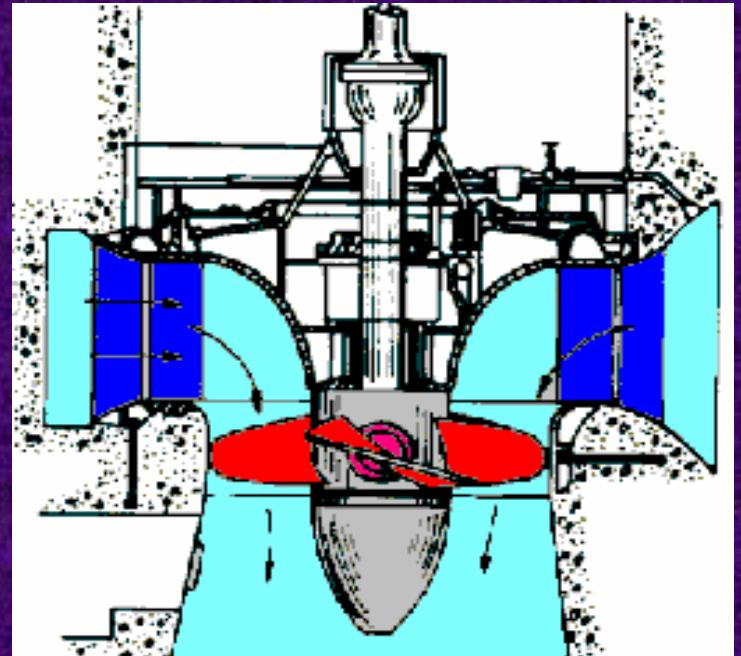
El generador se coloca también de forma vertical, sobre el mismo eje de la turbina. Es una disposición muy habitual en aprovechamientos de poca altura, y por lo tanto para turbinas Francis y Kaplan. La turbina ocupa el piso inferior, quedando el generador en el piso superior.

Ventajas:

Ocupa menos espacio de planta, por tanto menor coste.

Puede aumentarse el salto útil

- El generador se sitúa por encima de la entrada a la turbina, con lo que una posible inundación difícilmente le afectará.



Turbina Kaplan de
eje vertical

CÁMARA DE TURBINAS

- *Turbinas de eje vertical:*

Inconvenientes:

- La accesibilidad a las partes móviles de la turbina es mala.

La turbina es más cara ya que el eje y el cojinete de empuje deben soportar el peso del rodete y del rotor del generador.

- *Turbinas de eje horizontal:*

En este caso, la turbina, el generador y el multiplicador cuando lo haya, están al mismo nivel. Es habitual en salto de gran altura, por lo que se aplican en turbinas Francis y Pelton.

Ventajas:

El peso se reparte entre dos o tres cojinetes, lo que hace que las turbinas sean más baratas.

- Todos los elementos son más accesibles, con lo que su mantenimiento y reparación es más sencilla.

CÁMARA DE TURBINAS

-

Turbinas de eje horizontal:

Inconvenientes:

Ocupan más espacio en planta, por lo que el edificio puede ser más costoso.

- El generador está al mismo nivel que la turbina, con lo que un problema en la tubería de entrada o en la cámara de turbinas puede inundarlo.

El tubo de aspiración, en el caso de turbina Francis, suele tener un codo de cerca de 90° , con lo que las pérdidas de carga aumentan.

TURBINAS HIDRÁULICAS

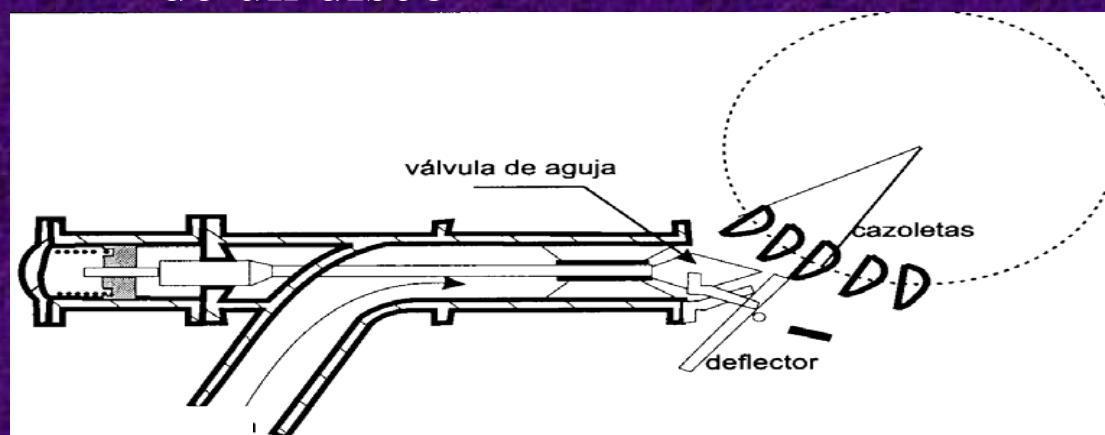
Transforman la energía cinética y potencial del agua
en energía mecánica de rotación

Clasificación

{ Acción

Reacción

La energía potencial se transforma en cinética, mediante un chorro de gran velocidad, proyectado contra unas cazoletas fijas, situadas en la periferia de un disco

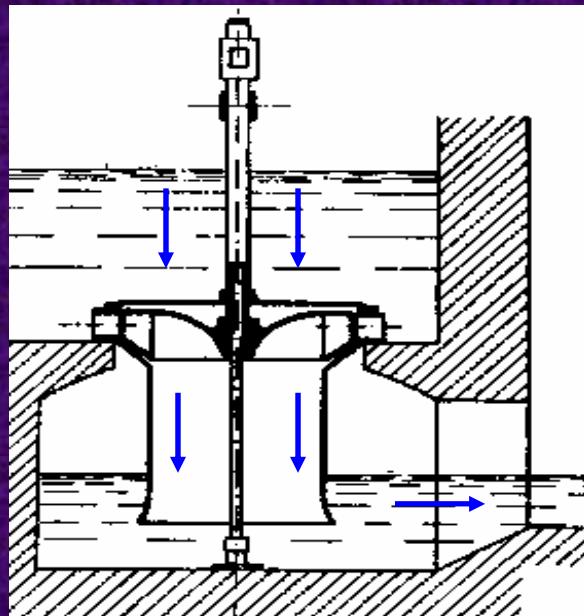


TURBINAS HIDRÁULICAS

Transforman la energía cinética y potencial del agua
en energía mecánica de rotación

Clasificación

{ Acción
Reacción



La presión del agua actúa directamente sobre los álabes del rodete, disminuyendo de valor a medida que avanza el agua.
Además de aprovechar la energía cinética del fluido se aprovecha también la presión del mismo.

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

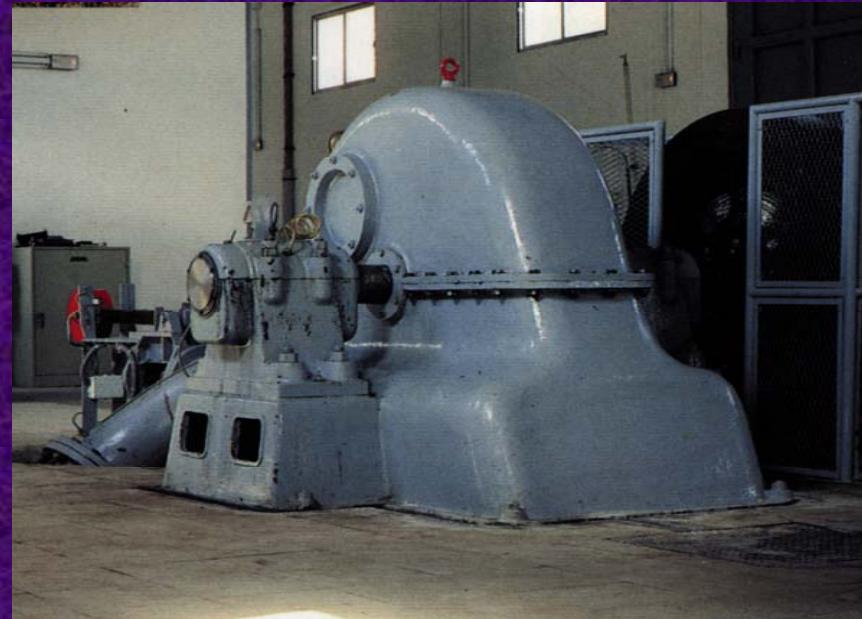
ACCIÓN

Pelton

Turgo

Flujo cruzado:

Michell-Banki
Ossberger



Saltos de gran altura: $\geq 40 \text{ m}$ a 1200m

Caudales bajos $\leq 10 \text{ m}^3/\text{sg}$

Potencias $50 \text{ kW} - 5 \text{ MVA}$

Rendimientos elevados; $0,3Q_e \Rightarrow \rho = 90\%$ 8

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

Constitución:

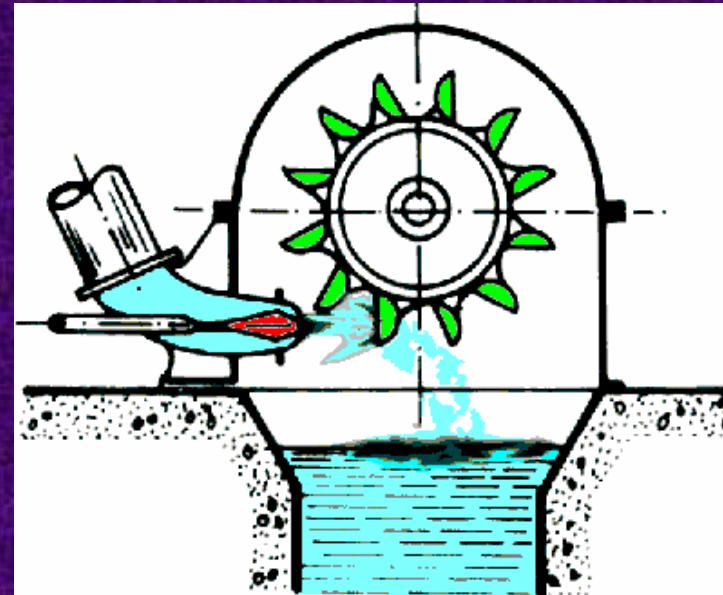
Distribuidor

Inyector

Rodete

Carcasa

Cámara de descarga



TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

A) *Distribuidor*

La alimentación de la turbina Pelton se realiza mediante un conducto distribuidor que comienza tras la válvula de protección de la turbina y que, mediante las oportunas bifurcaciones, llega a cada uno de los inyectores.

La configuración del distribuidor depende de los siguientes factores:

- Disposición del eje de la turbina: horizontal o vertical.
- Número de rodetes.
- Número de inyectores.

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

B) Inyectores

Los inyectores de las turbinas Pelton tienen básicamente dos funciones:

En primer lugar, son los elementos encargados de transformar la energía de presión del fluido en energía cinética

En segundo lugar, el inyector es el elemento encargado de la regulación de la potencia producida por la turbina, mediante el aumento o disminución del caudal



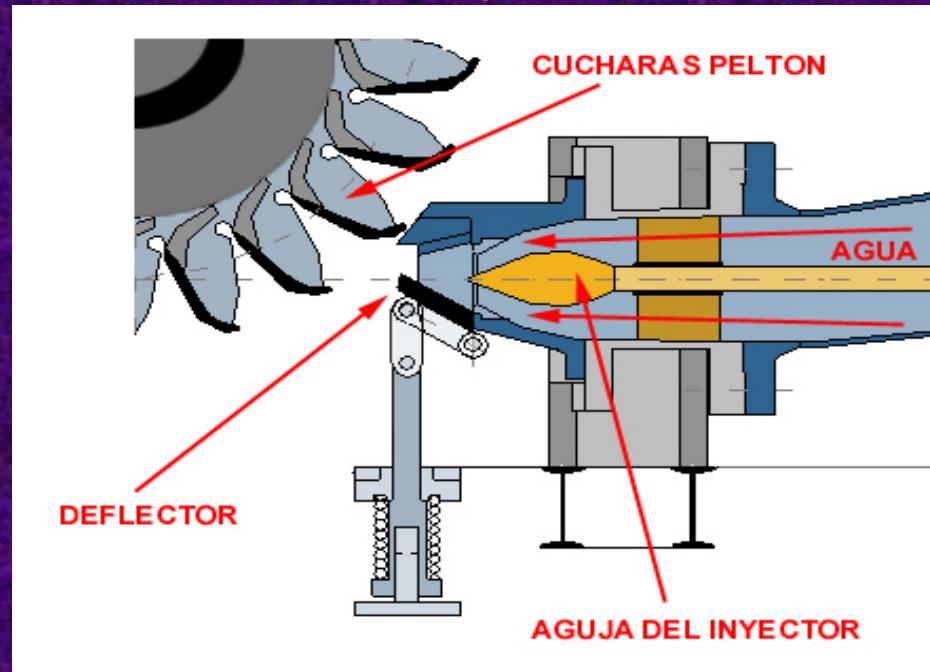
TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

B) Inyectores

Las principales partes de un inyector son:

Tobera
Válvula de aguja
Servomotor
Deflector



TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

c) *Rodete Pelton*

El rodete de las turbinas Pelton está constituido por un disco con una serie de álabes dispuestos a intervalos regulares por su periferia y que reciben el impacto de uno o varios chorros de agua procedentes de los inyectores.



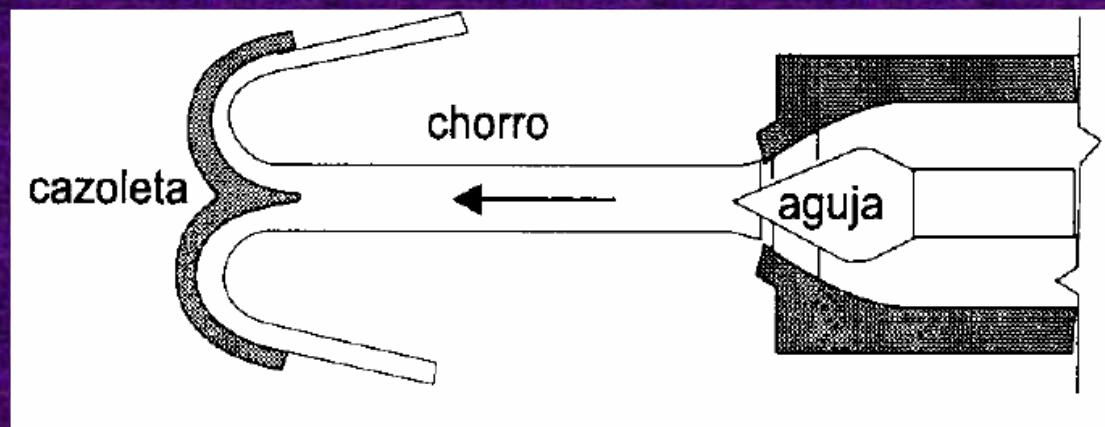
TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

c) Rodete Pelton

Los álabes del rodete tienen forma de cuchara. Cada cuchara queda dividida simétricamente en dos partes, cada una de estas partes tiene forma elipsoidal. De este modo el chorro de agua que incide en el centro de la cuchara queda dividido en dos partes que sufren idéntica desviación, eliminándose de esta manera el empuje axial sobre el rodete.

Las turbinas Pelton pueden construirse con eje horizontal o vertical.

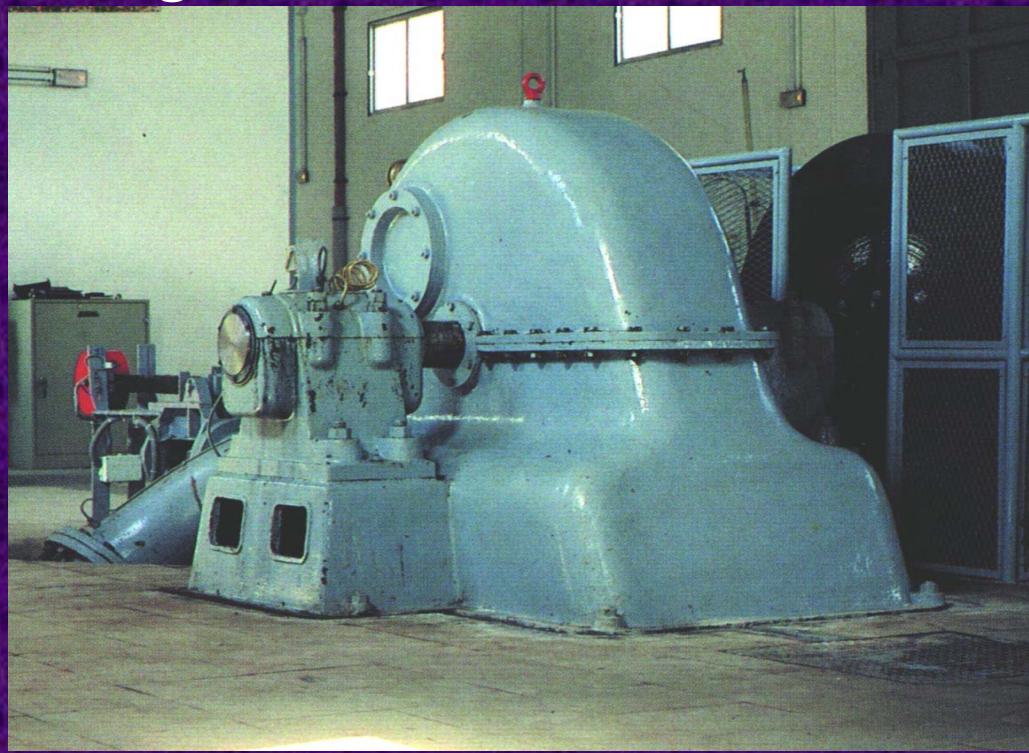


TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton

D) Carcasa y foso

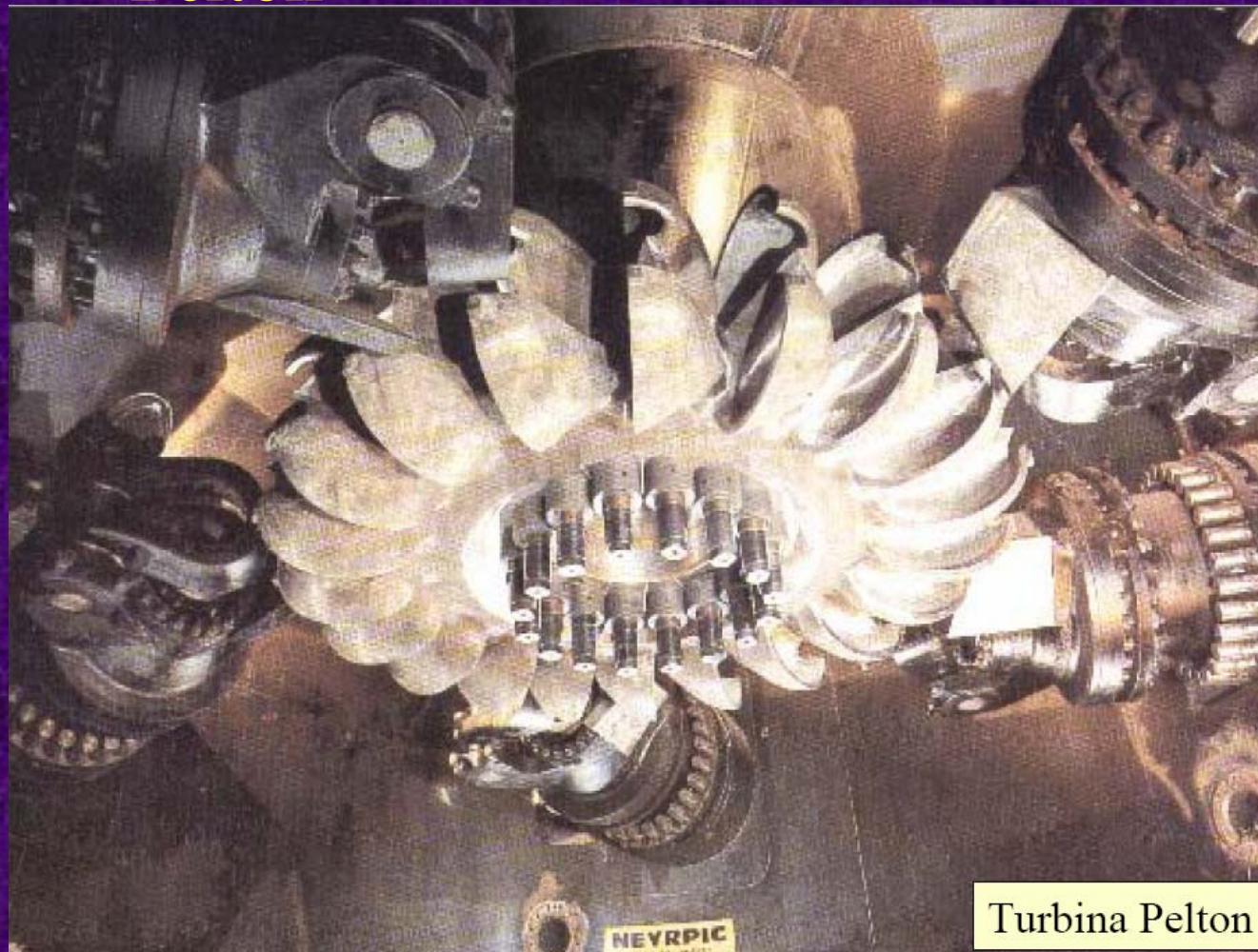
Después del rodeté existe un foso para permitir la salida del agua turbinada al canal de descarga



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



Turbina Pelton

16

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



Turbina Pelton procedente de una instalación que proveía de energía a un Hotel en la población de Candanchu - Huesca.

Utilizaba un salto de 70 metros y un caudal de 100 litros /segundo
En la instalación existían dos grupos idénticos.

Ambas turbinas tenían dos inyectores sobre el rodete

Turbina donada por Hotel Candanchu – Candanchu

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

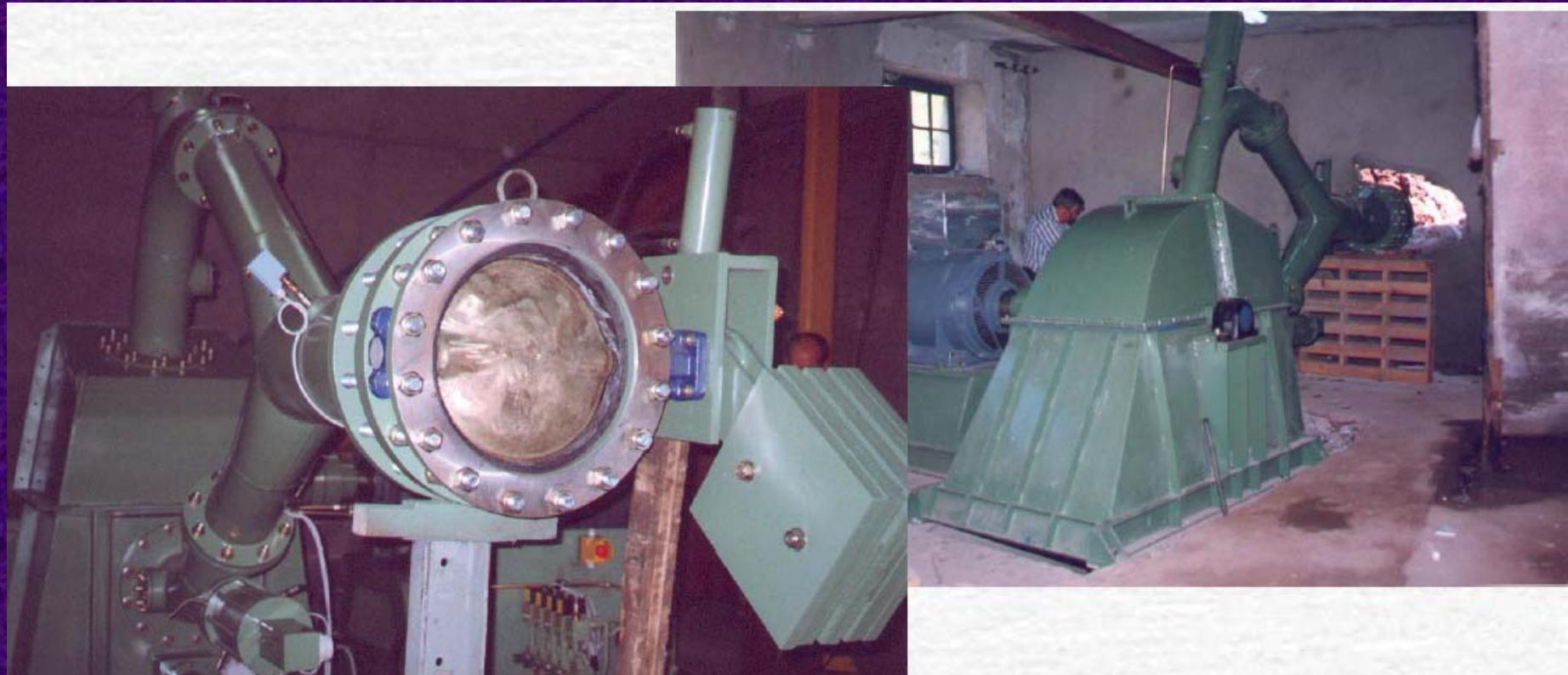
ACCIÓN Pelton



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN Pelton



TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN

Pelton

Turgo

Flujo cruzado:

Michell-Banki

Ossberger

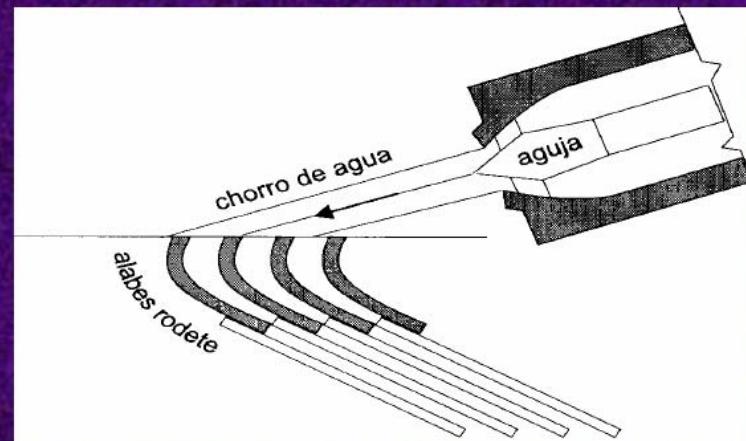
Similares a Pelton

Salto 15 a 300 m

Chorro de agua inclinado 20°

Incide sobre varios álabes a la vez

Menor diámetro, igual velocidad periférica; mayor velocidad angular



TURBINAS HIDRÁULICAS

ACCIÓN

Pelton

Turgo

Flujo cruzado:

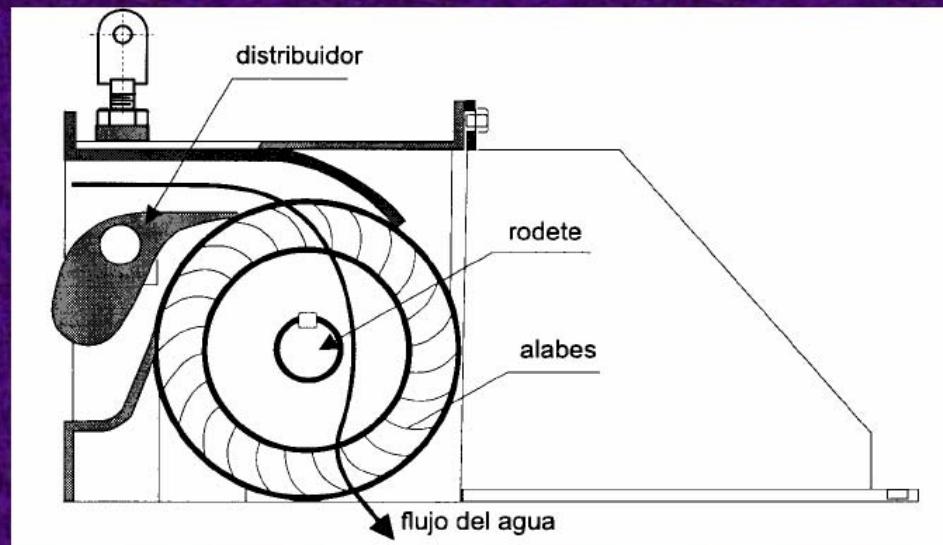
Michell-Banki
Ossberger

Salto 1 a 200 m

Caudal 20 l/sg a 10 m³/sg

Rend max < 87 % Hasta Q = 16% Q_e

$$Q_{mt} = 10 \% Q_e$$



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN

Francis

Kaplan
Semikaplan
Hélice

Salto 2 a 200 m

Caudal 1 a 200 m³/sg

Rend \simeq 90 % Para Q = 75% Q_e

Q_{mt} = 40 % Q_e



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

Flujo Radial-Axial

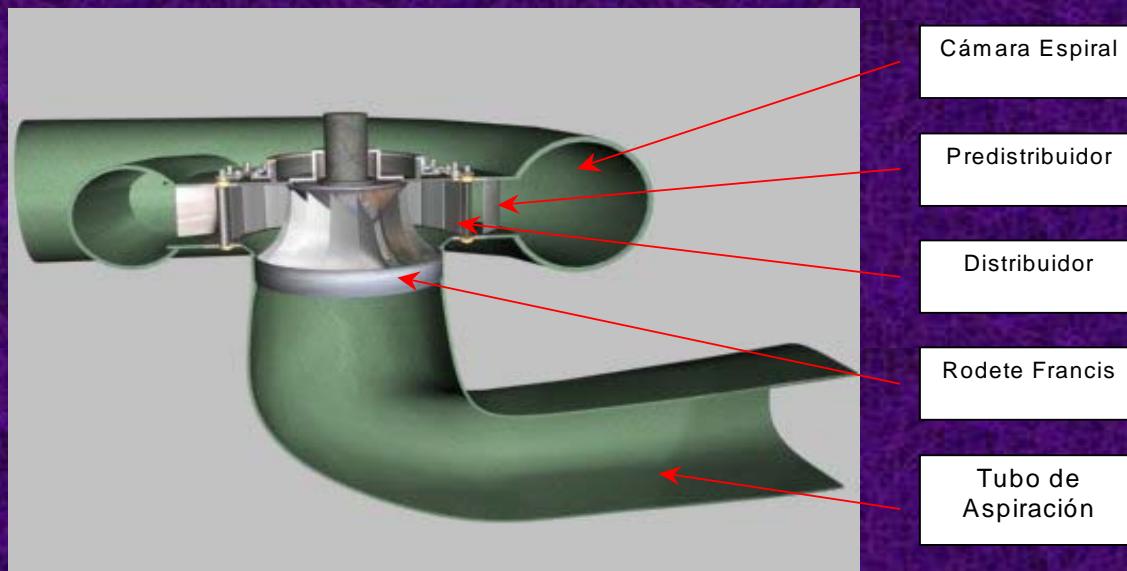
Constitución:

Cámara espiral

Distribuidor

Tubo de aspiración

Rodete



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

A) Cámara Espiral:

La misión de la cámara espiral, órgano que se encuentra en casi todas las turbinas hidráulicas de reacción, es distribuir el agua por toda la periferia del rodete a través de un órgano fijo llamado predistribuidor y de un órgano móvil de regulación de caudal que se denomina distribuidor

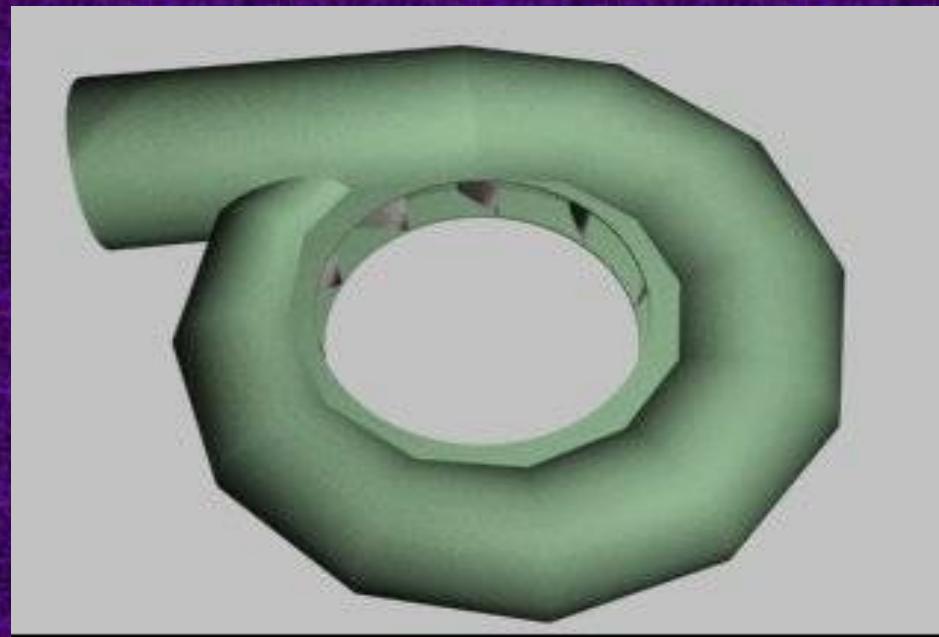
Las cámaras espirales se construyen de hormigón o metálicas. En la actualidad al existir mayor precisión en los métodos de cálculo, en el control de materiales, en los ensayos con modelos reducidos y en las nuevas técnicas de soldadura, se consiguen cámaras espirales de chapa soldada de espesor reducido, al disminuir los coeficientes de seguridad empleados

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

A) Cámara Espiral:

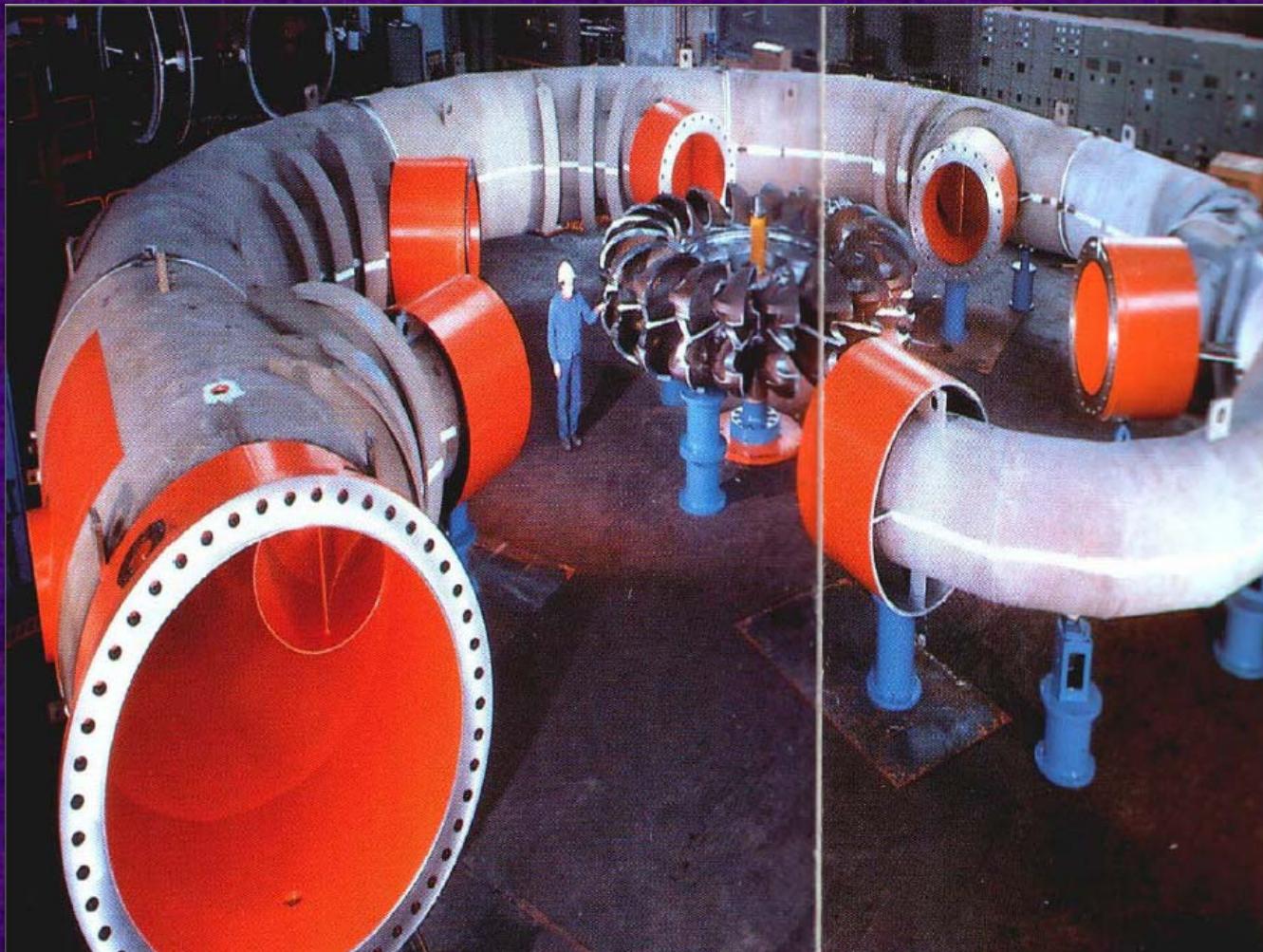
En la figura siguiente se puede observar una cámara espiral formada por varios sectores soldados entre sí



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

B) Predistribuidor:

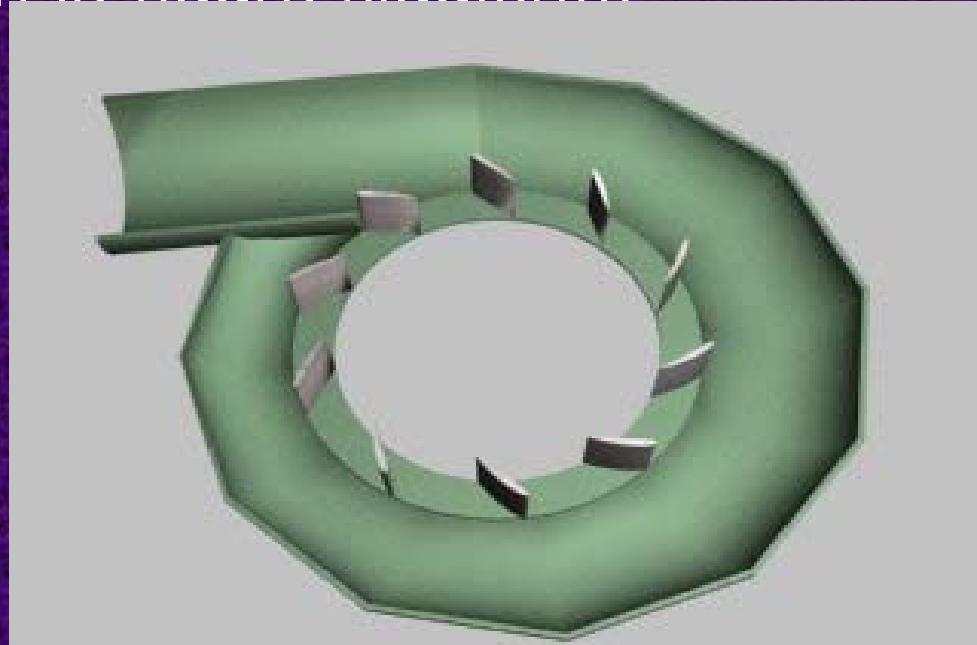
El predistribuidor de las turbinas de reacción, a veces denominado estator de la turbina, (aunque con este nombre se designa más bien al conjunto de los órganos fijos de la turbina), tiene por misión transmitir a los cimientos de la central las cargas debidas a los órganos fijos y móviles y al empuje axial sobre el rodete. El predistribuidor no contribuye a la mejora del flujo, como la cámara espiral o el distribuidor, ni es ésta su misión, sino servir de soporte a la turbina.

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

B) Predistribuidor:

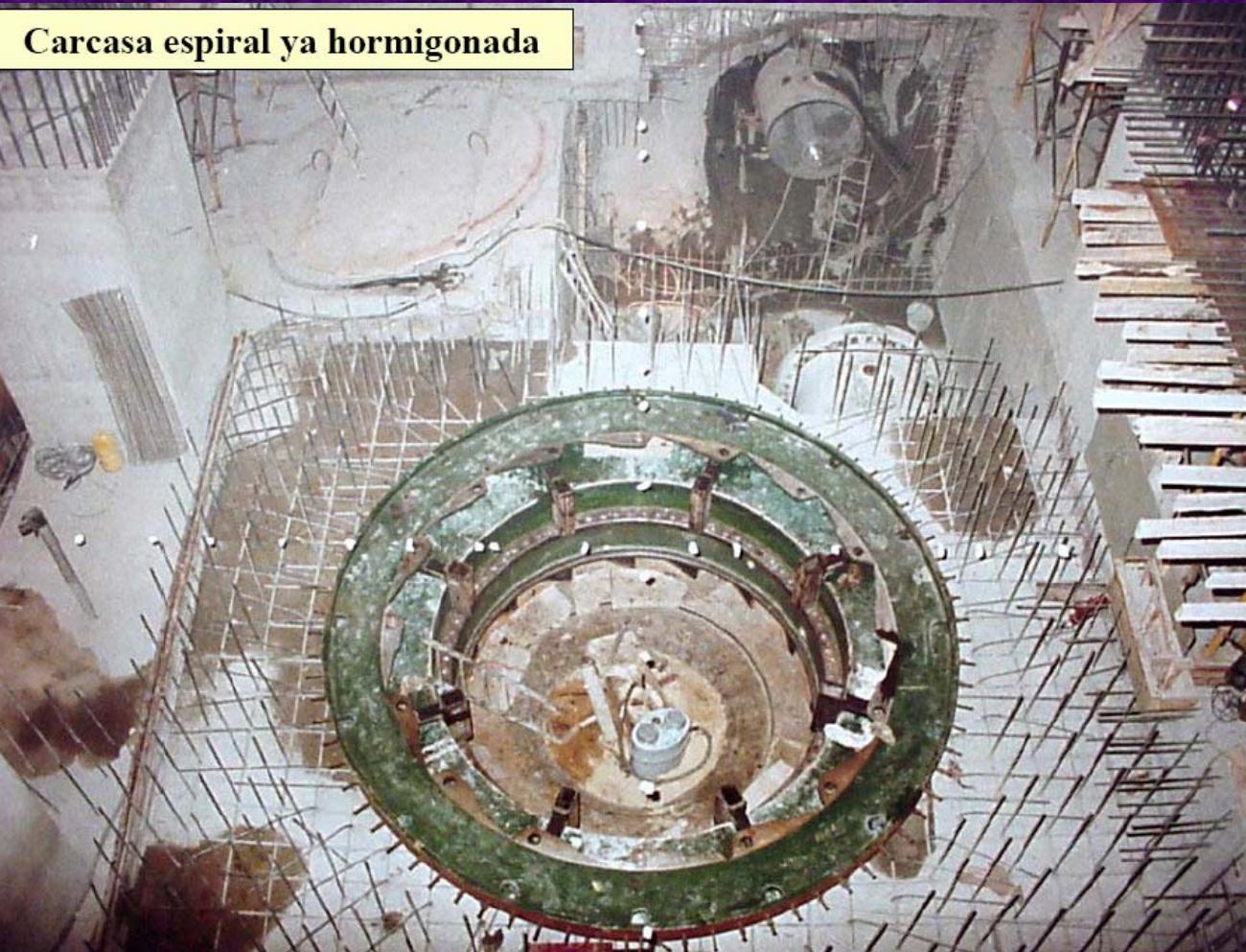
El predistribuidor se suelda a la cámara espiral y forma un conjunto con la misma, tal y como puede verse en la figura siguiente



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

C) Distribuidor:

La función principal del distribuidor es la regulación de la potencia de la turbina según la carga, mediante la regulación del caudal, para ello está dotado de una serie de álabes cuya apertura o cierre permiten dicha regulación

1. Elementos del distribuidor:

Anillo inferior, donde van montados los álabes.

2. Álabes directrices giratorios de perfil aerodinámico montados entre el anillo inferior y el superior.

3. Anillo superior.

4. Manivelas solidarias a los álabes.

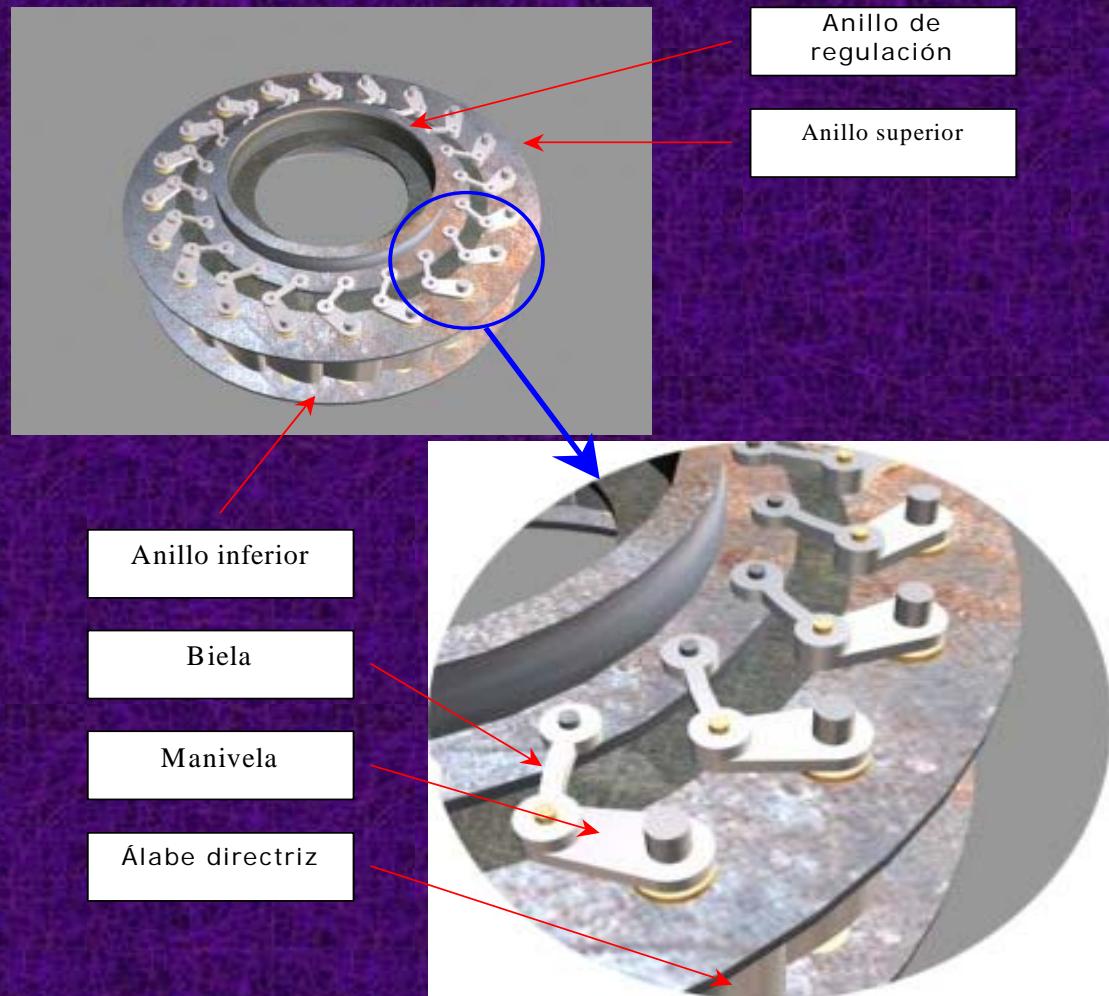
5. Bielas fijas por un extremo a las manivelas y por otro al anillo de regulación.

Anillo de regulación, que al girar provoca el giro simultáneo de todos los álabes directrices en un mismo ángulo.

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

C) Distribuidor:



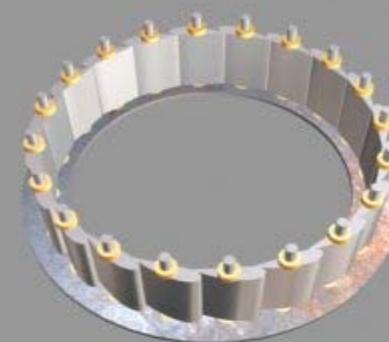
ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

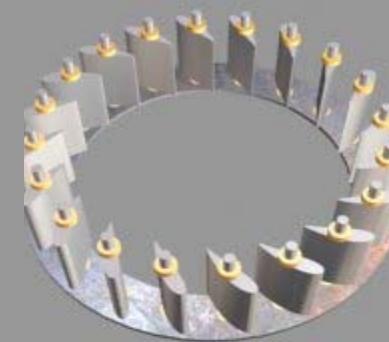
REACCIÓN Francis

C) Distribuidor:

Distribuidor
cerrado



Distribuidor
abierto

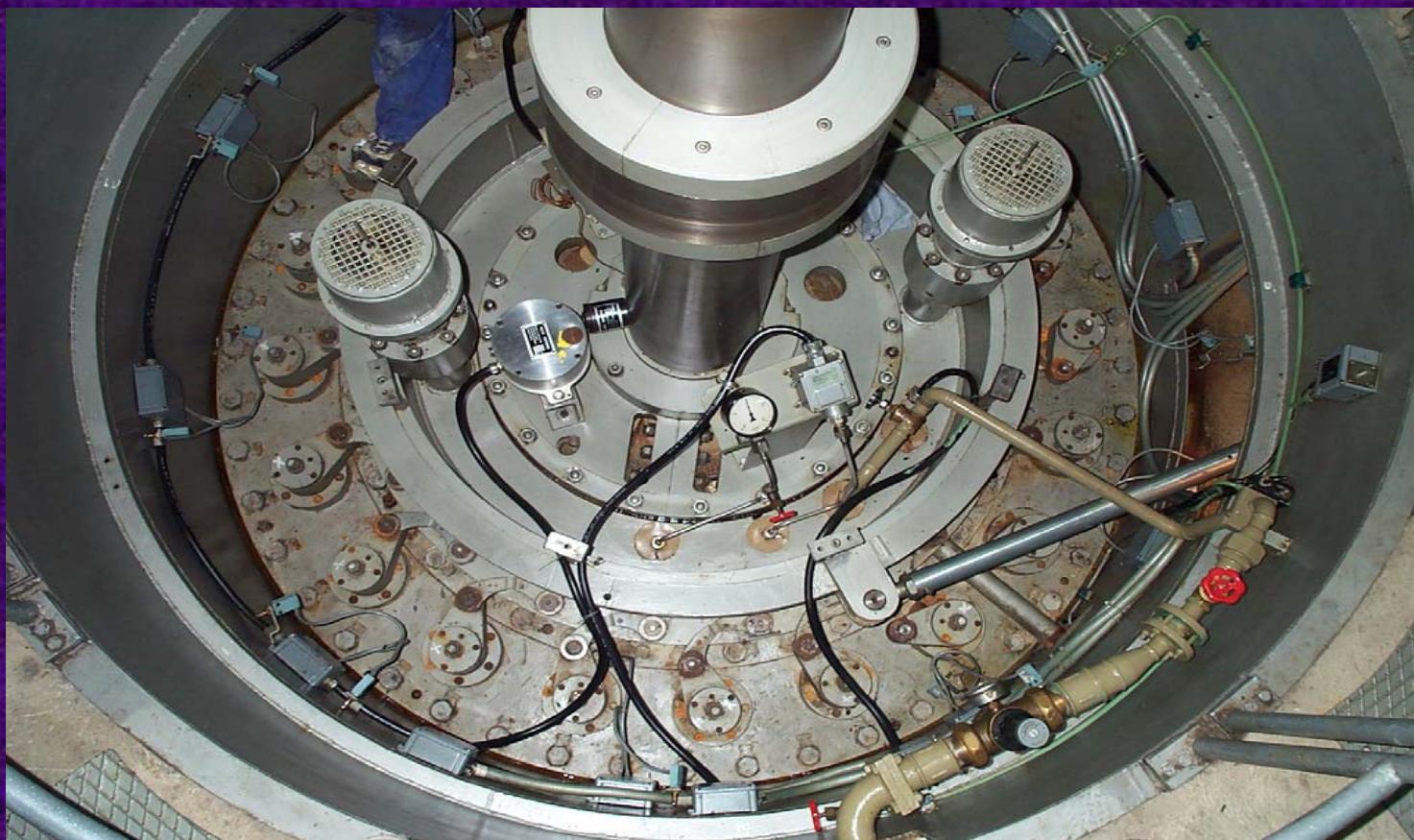


ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

C) Distribuidor:



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

C) Distribuidor:

Detalle:

Ejes de giro de los álabes del distribuidor y las bielas conectadas al anillos de accionamiento



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

D) Rodete:

El rodete se encuentra situado entre la salida del distribuidor y la entrada al tubo de aspiración, de forma que el flujo proveniente del distribuidor, pasa a través de este elemento cediendo su energía, y sale hacia el tubo de aspiración.



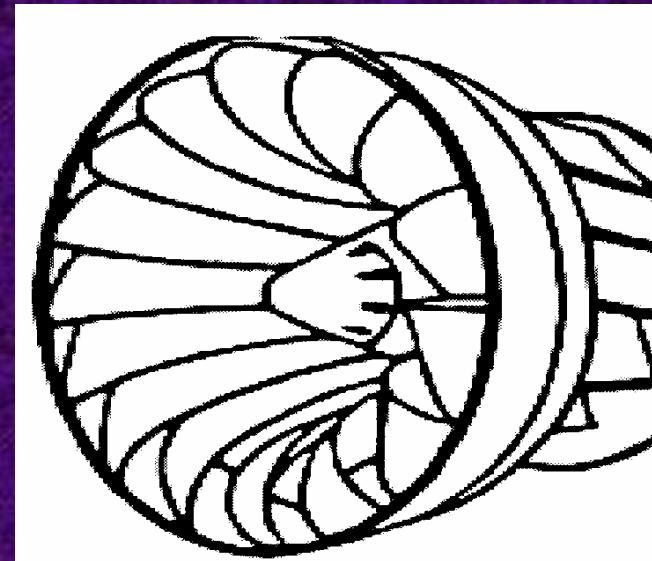
TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

Rodete:

Pequeños: álabes de fundición de bronce al aluminio formando un solo cuerpo con el cubo

Grandes: álabes de acero inox. Soldados al cubo de acero fundido



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis

E) Tubo de aspiración :

El tubo de aspiración, que se instala en todos los tipos de turbinas hidráulicas de reacción, se encuentra situado después del rodete y es el último elemento por el que pasa el flujo antes de llegar a la cámara de descarga cuya función principal es conducir la corriente ordenadamente, después de haber cedido su energía en el rodete, al canal de salida

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

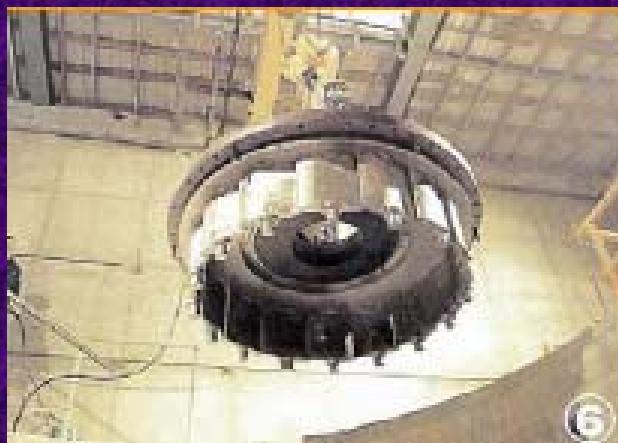
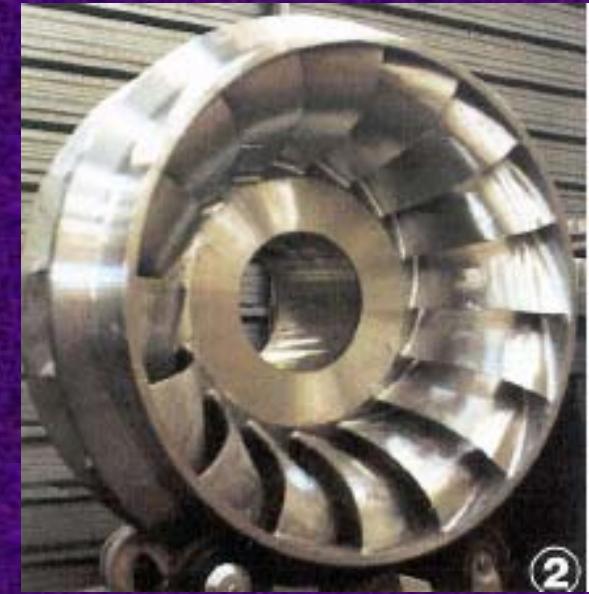
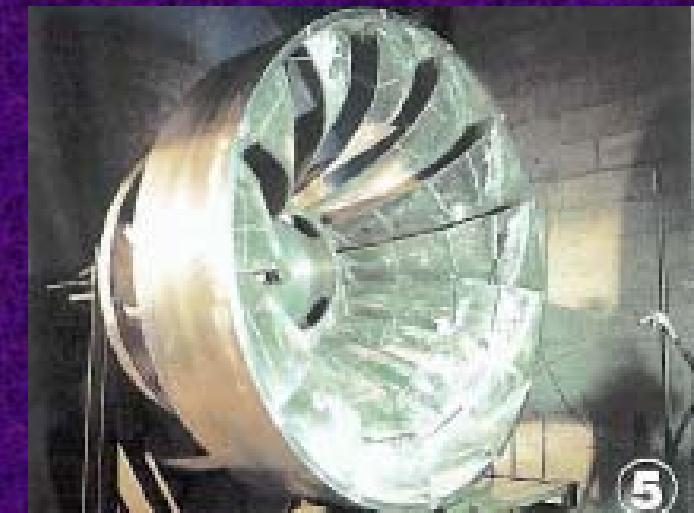
REACCIÓN Francis



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



Turbina Francis procedente de una antigua instalación en el Canal de Castilla.

Junto con otras dos turbinas formaban un conjunto hidroeléctrico que proveía de energía a las poblaciones cercanas

Utilizaba un salto de 4 metros y un caudal de 4000 litros/segundo.

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

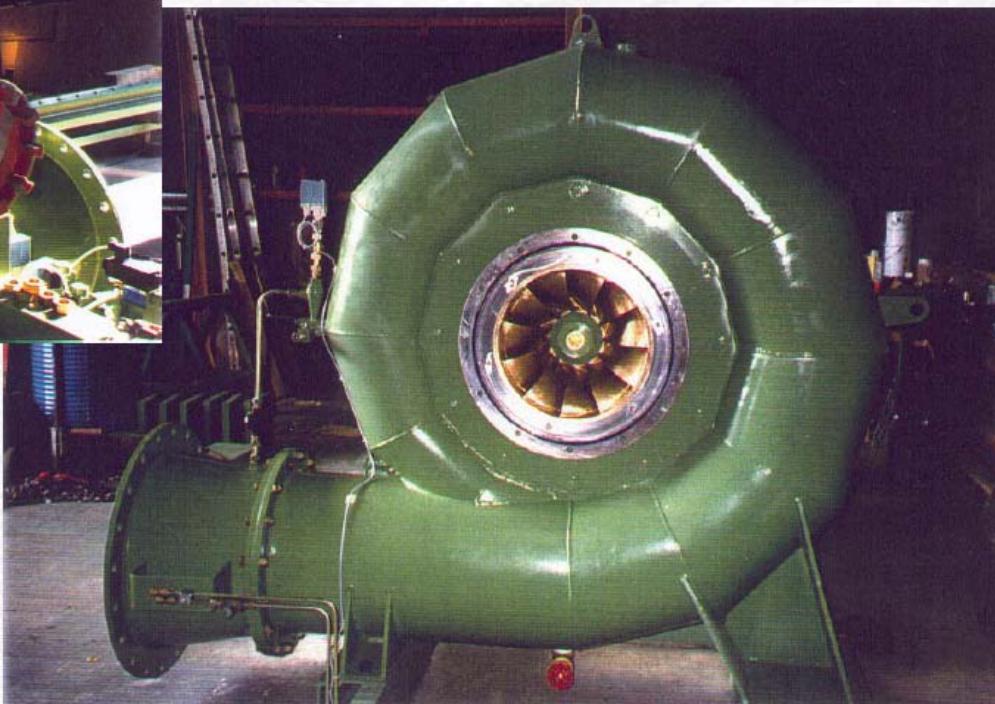
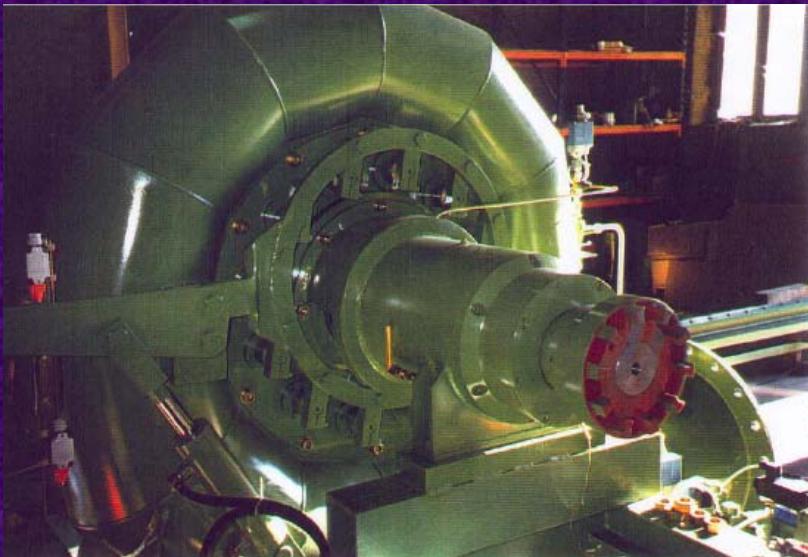
REACCIÓN Francis



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Francis



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN

Francis

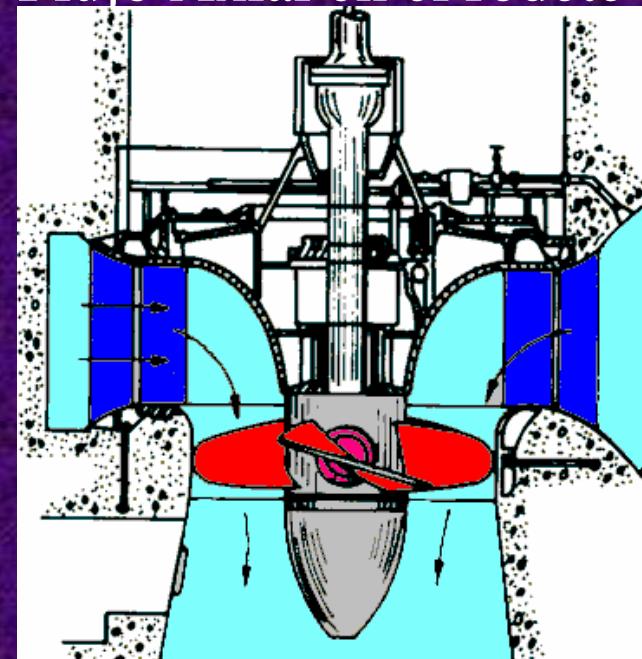
Kaplan
Semikaplan
Hélice

Evolución de las Francis

Pequeños saltos; grandes caudales

Rodete en forma de Hélice

Flujo Axial en el rodete



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Clasificación:

Turbinas Kaplan de doble regulación (orientación de álabes del rodete y del distribuidor)

Turbinas Kaplan de simple regulación:

- Turbinas Semikaplan (orientación de álabes del rodete).
- Turbinas Hélice (orientación de álabes del distribuidor).

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

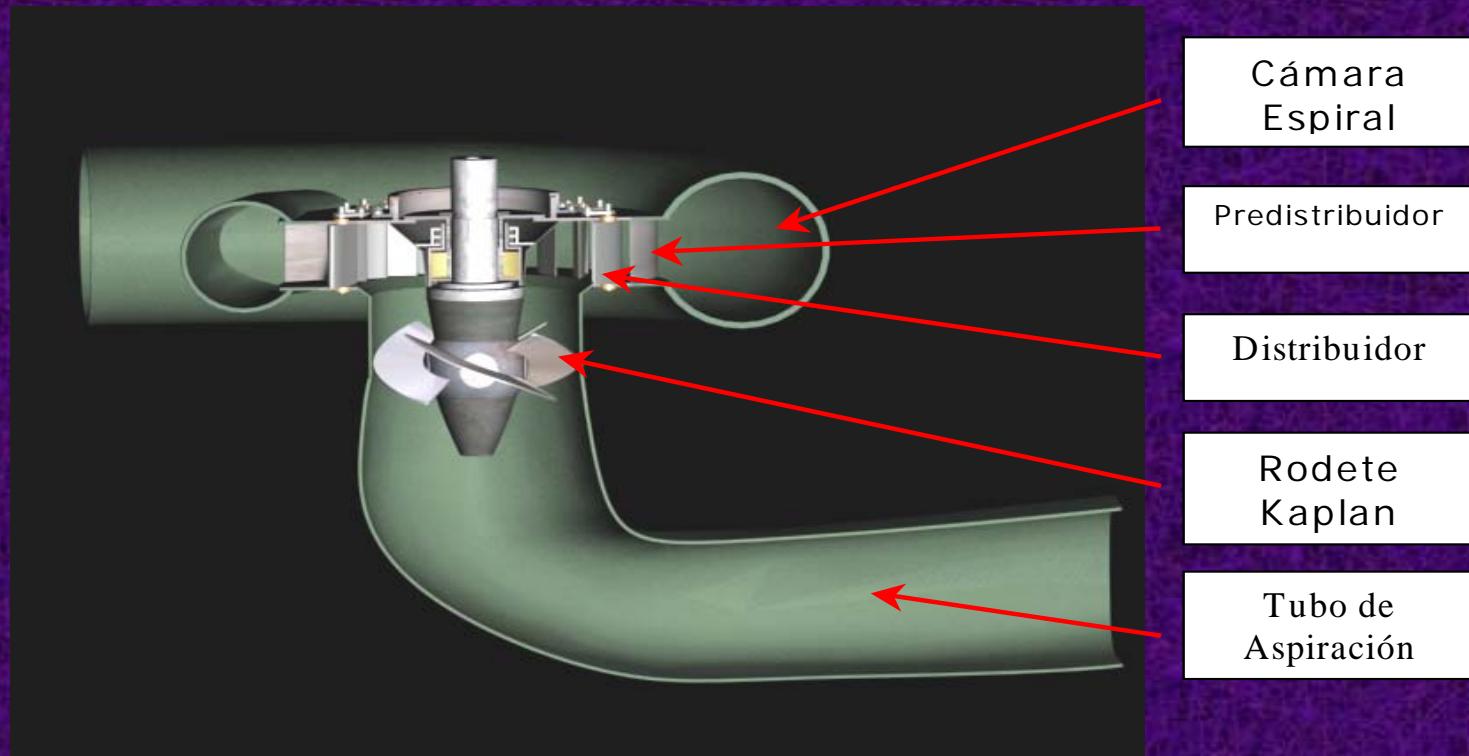
Elementos:

- Cámara espiral
- Predistribuidor.
- Distribuidor.
- Rodete.
- Tubo de aspiración.

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Elementos:

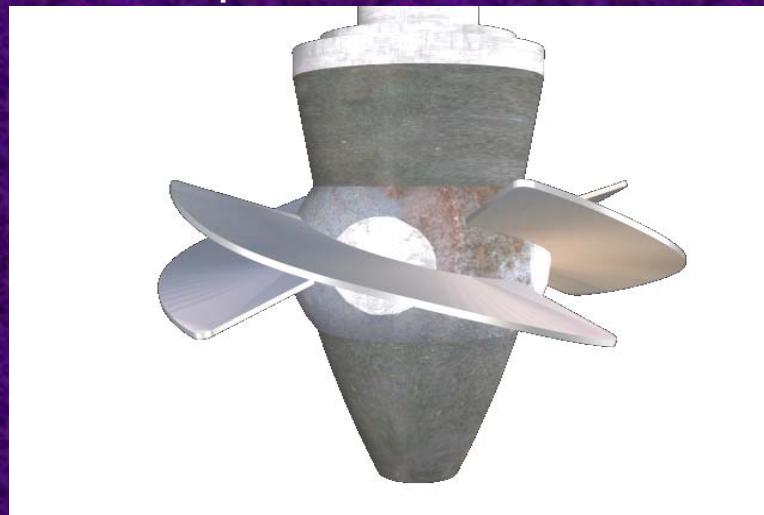


TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Rodete:

El rodete de las turbinas Kaplan tiene una forma de hélice de barco con un número de álabes que oscila entre tres y ocho, y que pueden girar para conseguir la orientación más adecuada para un eficiente intercambio energético, en función del salto existente y del caudal que se desea turbinar

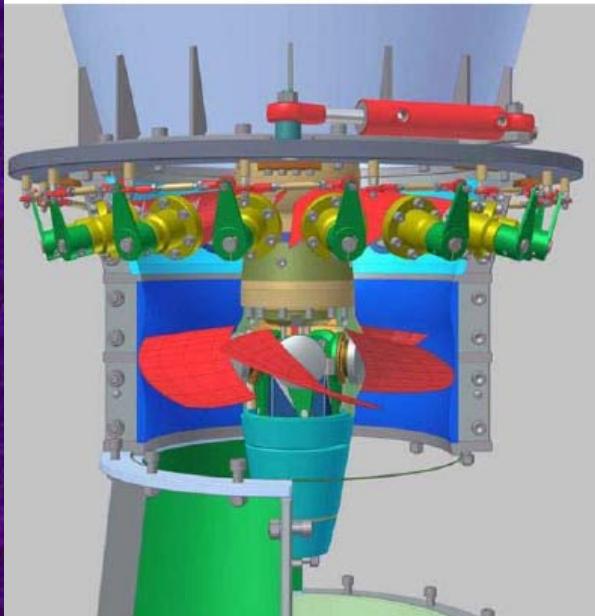


ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Turbina Kaplan



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Rodete:

Rodete Kaplan. Se puede observar lo ajustado de la tolerancia entre los álabes y el tubo de conducción.



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

Rodete:

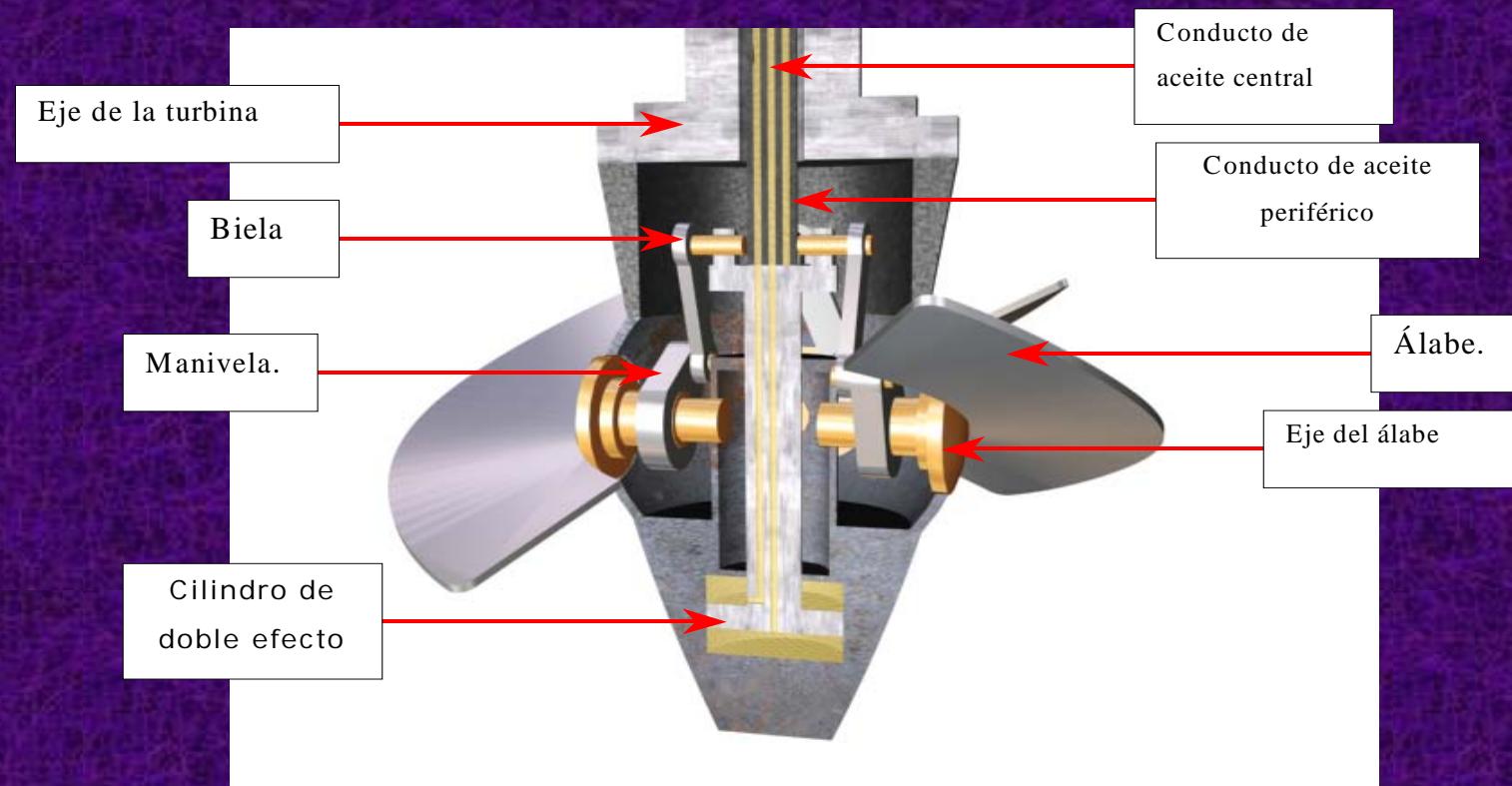
Pala de turbina Kaplan.



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan

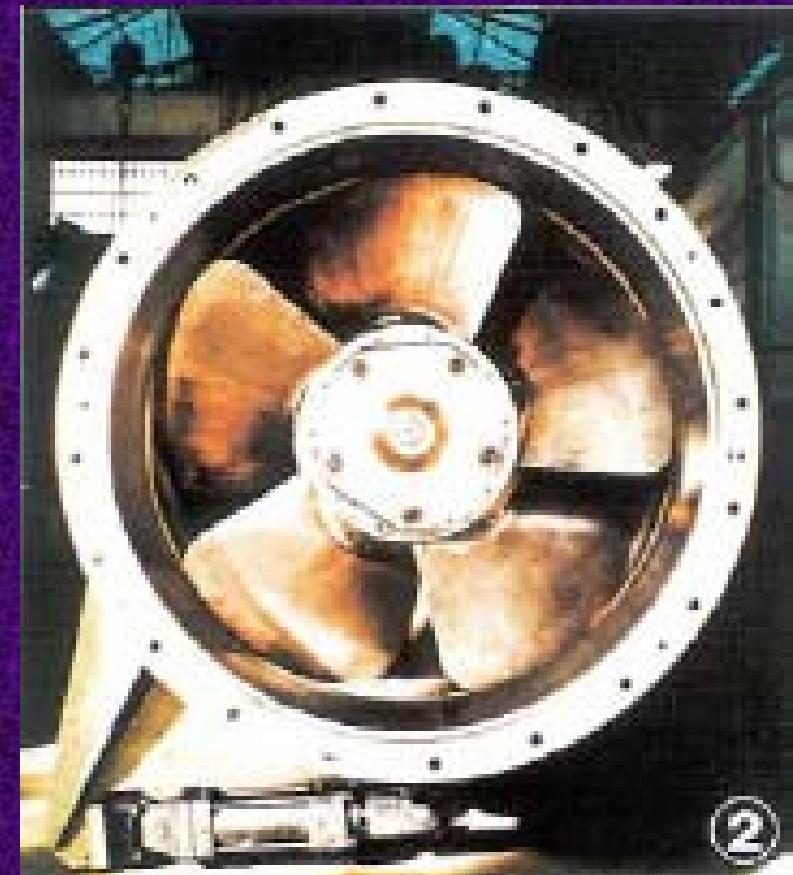
Sistema de orientación de álabes de una turbina kaplan



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

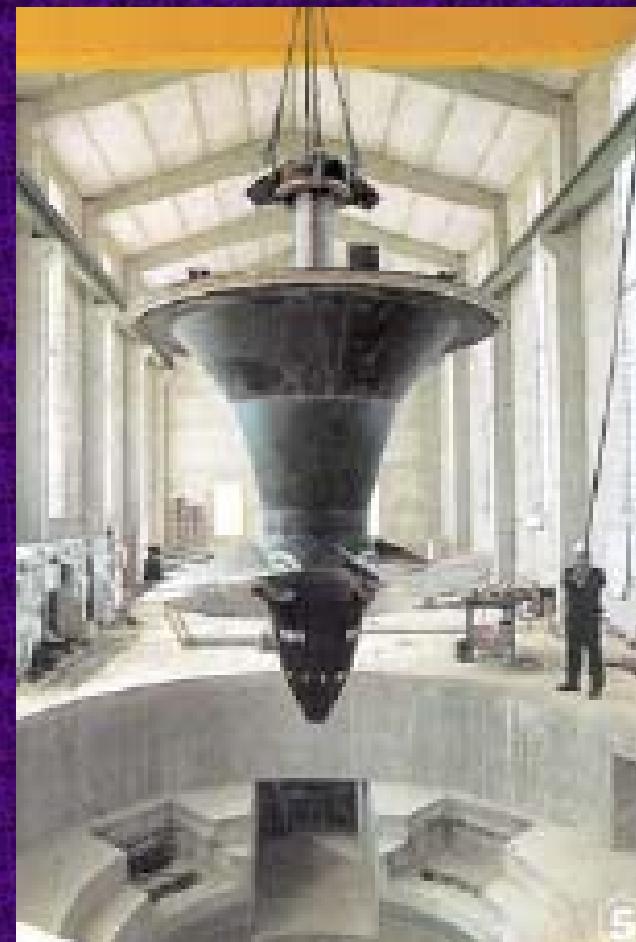
REACCIÓN Kaplan



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN Kaplan



TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN

Francis

Kaplan
Semikaplan
Hélice

	Q_{mt}	ρQ_{mt}	$\rho = 90\%$
Hélice	65 % Q_e	55%	90 % Q_e
SemiKaplan	30 % Q_e	60 %	65 % Q_e
Kaplan	15 % Q_e	65 %	50 % Q_e

ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

REACCIÓN

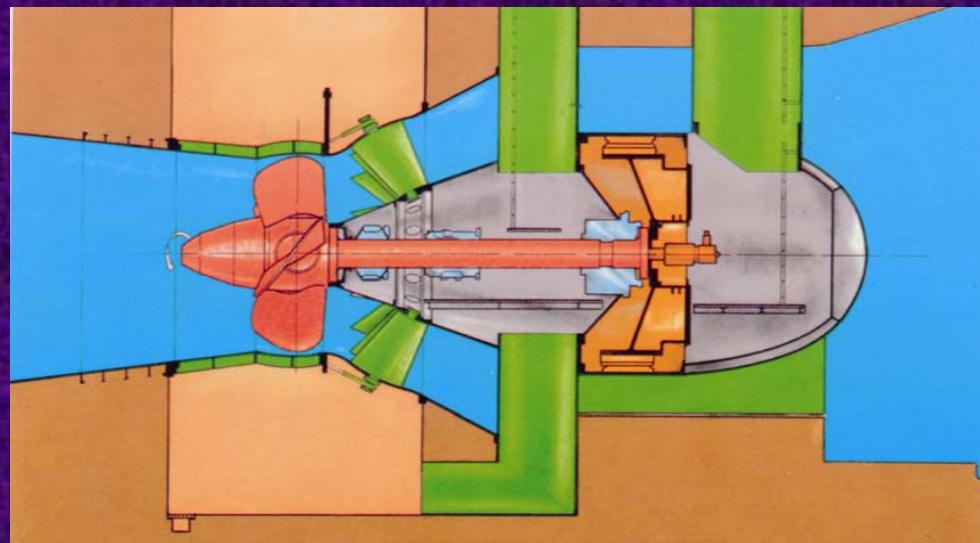
Francis

Kaplan
Semikaplan
Hélice

Grupo Bulbo:

Cámara de Turbina y Tubo de Aspiración forman un único conducto.

Turbina y Generador forman un bloque Centrales con poco salto; en el mismo cauce del río



ELECTROMECÁNICO

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

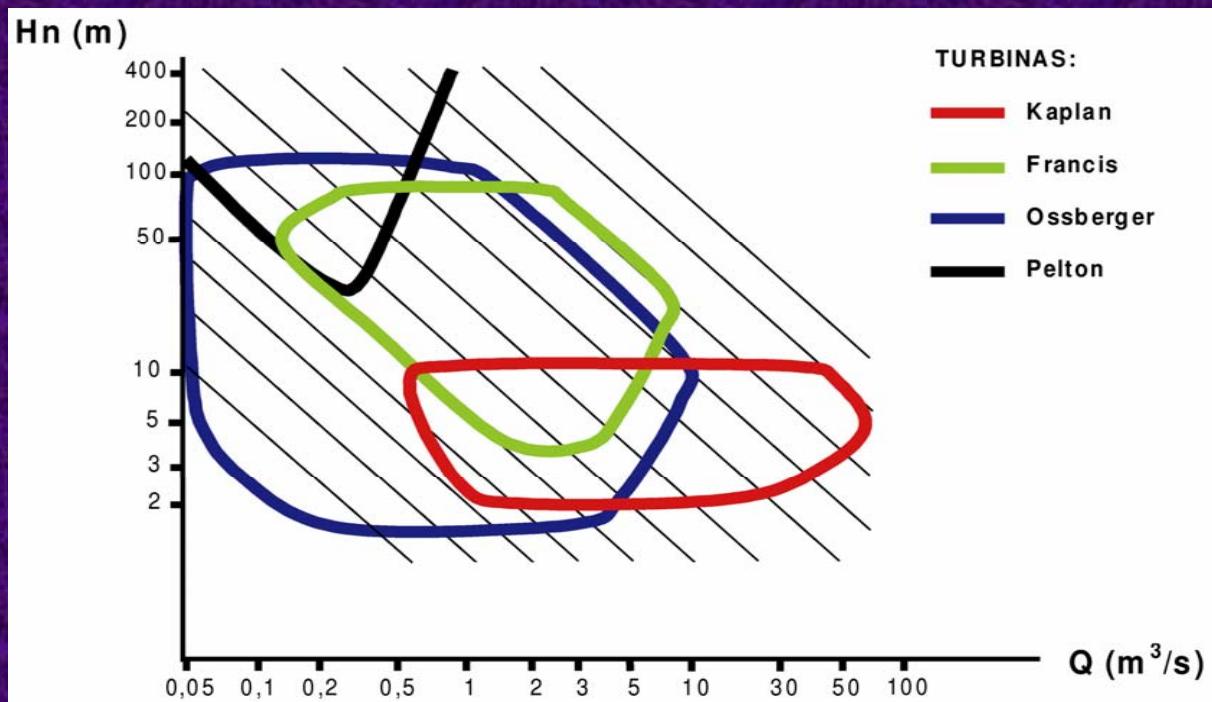
Caudal - Salto

Velocidad de giro

Rendimiento de turbina

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección



Caudal - Salto

PELTON:

Salto elevado
Caudal bajo

FRANCIS:

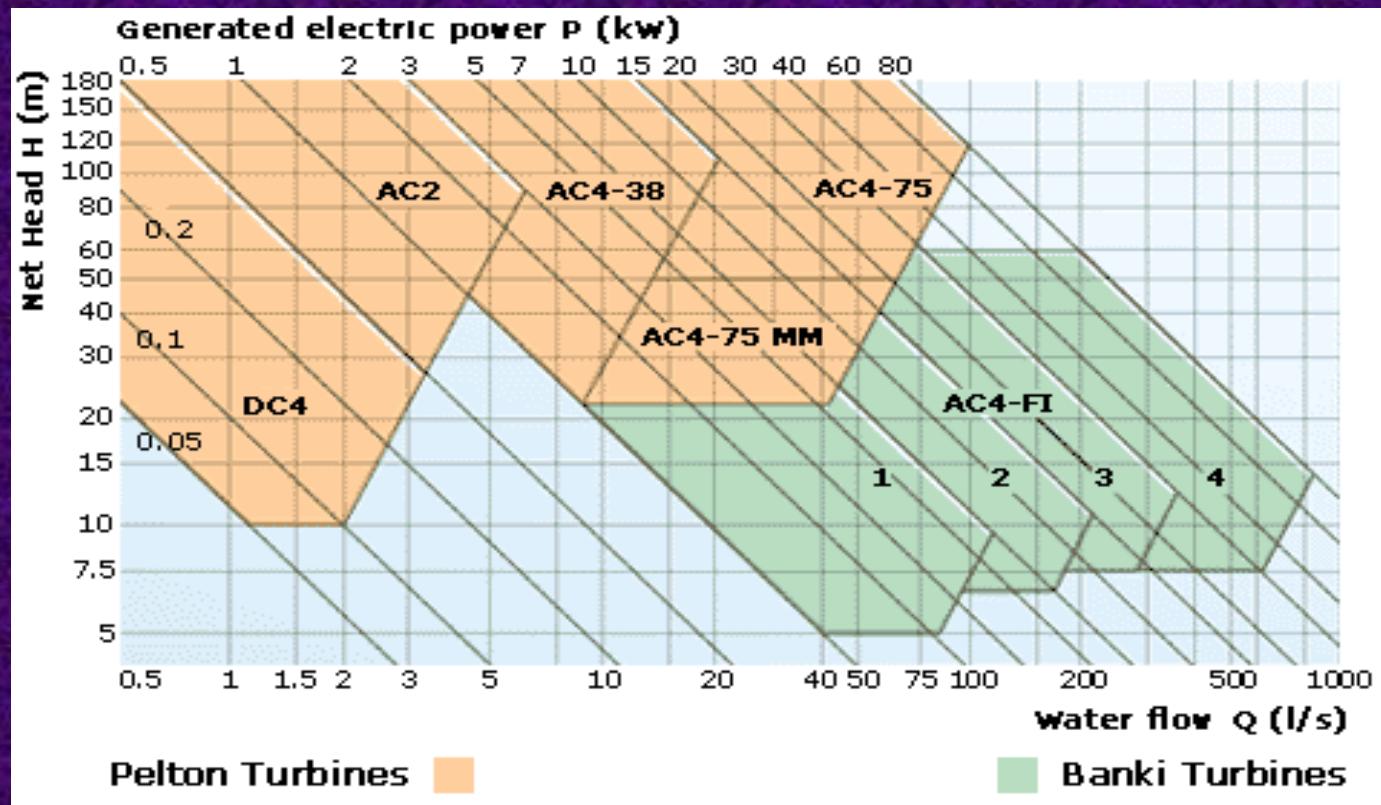
Salto medio-alto
Caudal medio

KAPLAN

Salto bajo
Caudal elevado

TURBINAS HIDRÁULICAS

Cada fabricante dispone de sus propias tablas de selección, como por ejemplo la que puede apreciarse a continuación. Perteneciente a las microturbinas de la marca Ecowatt.



TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Velocidad específica

En la tabla siguiente se da una orientación sobre rango de velocidades específicas que ha de adoptarse en función de la altura de salto y sobre el tipo de turbina recomendable para dicho salto, teniendo en cuenta que los datos que figuran en esta tabla han sido obtenidos de estadísticas relativas a turbinas ya instaladas y que funcionan con buen rendimiento

Altura de salto neta (m)	Tipo de turbina	Velocidad específica (n_s) rpm
Más de 400	Pelton con un inyector	Hasta 25
De 400 a 100	Pelton con un inyector	De 26 a 35
De 400 a 100	Pelton con dos inyectores	De 36 a 50
De 800 a 400	Pelton con dos inyectores	De 26 a 35
De 400 a 100	Pelton con cuatro inyectores	De 51 a 72

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Velocidad específica

De 400 a 200	Francis muy lenta	De 58 a 70
De 200 a 100	Francis lenta	De 70 a 120
De 100 a 50	Francis media	De 120 a 200
De 50 a 25	Francis rápida	De 200 a 300
De 25 a 15	Francis muy rápida	De 300 a 450
Hasta 15	Hélice muy rápida	De 400 a 500
De 50 a 15	Kaplan lenta	De 270 a 500
De 15 a 5	Kaplan rápida	De 500 a 800
Menos de 5	Kaplan muy rápida	De 800 a 1100

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Velocidad específica

Como puede verse existen rangos de altura de salto donde puede colocarse más de un tipo de turbina. En estos casos la decisión final depende de aspectos técnico – económicos. Por ejemplo, en un salto de 20 m donde puede colocarse una turbina Francis rápida o una Kaplan lenta, el uso de una o la otra dependerá de la variabilidad del caudal. Es decir, si el caudal es muy constante será preferible una Francis cuyo sistema de regulación es mucho más barato, sin embargo, si el caudal es muy variable será más adecuado colocar una turbina Kaplan, que es más cara, pero que tiene un rendimiento muy superior a cargas parciales, lo que permite amortizar rápidamente la mayor inversión.

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Formación de burbujas de vapor en un líquido cuando la presión desciende por debajo de la presión de vaporización

Produce corrosión que deriva en grietas

Para que no haya cavitación:

$$z_p = H_{atm} - H_{vap} - \sigma_T H$$

$$\sigma_T = f(n_s) \quad \text{Coef. De Thoma}$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Francis} & \sigma_T = 7,54 \cdot 10^{-5} \cdot n_s^{1,41} \\ \text{Kaplan} & \sigma_T = 6,4 \cdot 10^{-5} \cdot n_s^{1,46} \end{array} \right.$$

H: altura sobre el nivel del mar de la turbina

Ha: presión atmosférica en m.c.a. donde está ubicada la turbina

Hv: presión de vapor del agua en m.c.a. a su paso por turbina.

Cavitación

Zp: altura mínima sobre el nivel del agua a la salida en el canal de descarga a la que puedo situar la turbina

La Pelton no tiene problemas de cavitación puesto que es de acción.

La de hélice tampoco puesto que no hay tubo de aspiración

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Cavitación

PRESIÓN DE VAPOR

$T(^{\circ}C)$	$P_v(atm)$	$P_v(Pa)$
0	0,006	611
20	0,023	2335
50	0,127	12331
100	1	101300
110	1,41	143314

TURBINAS HIDRÁULICAS

Criterios de selección

Cavitación

Turbina Francis de $n_s = 150$ rpm, $H = 100$ m a nivel del mar

$$\sigma_T = 7,54 \cdot 10^{-5} \cdot n_s^{1,41} = 0,088$$

Para que no haya cavitación:

$$z_p = H_{atm} - H_{vap} - \sigma_T H = 10,3 - 0,09 - 0,088 \cdot 100 = 1,41 \text{ m}$$

Turbina Francis de $n_s = 150$ rpm, $H = 100$ m a 3000 m.

H_{atm} disminuye 1,1m cada 1000 m

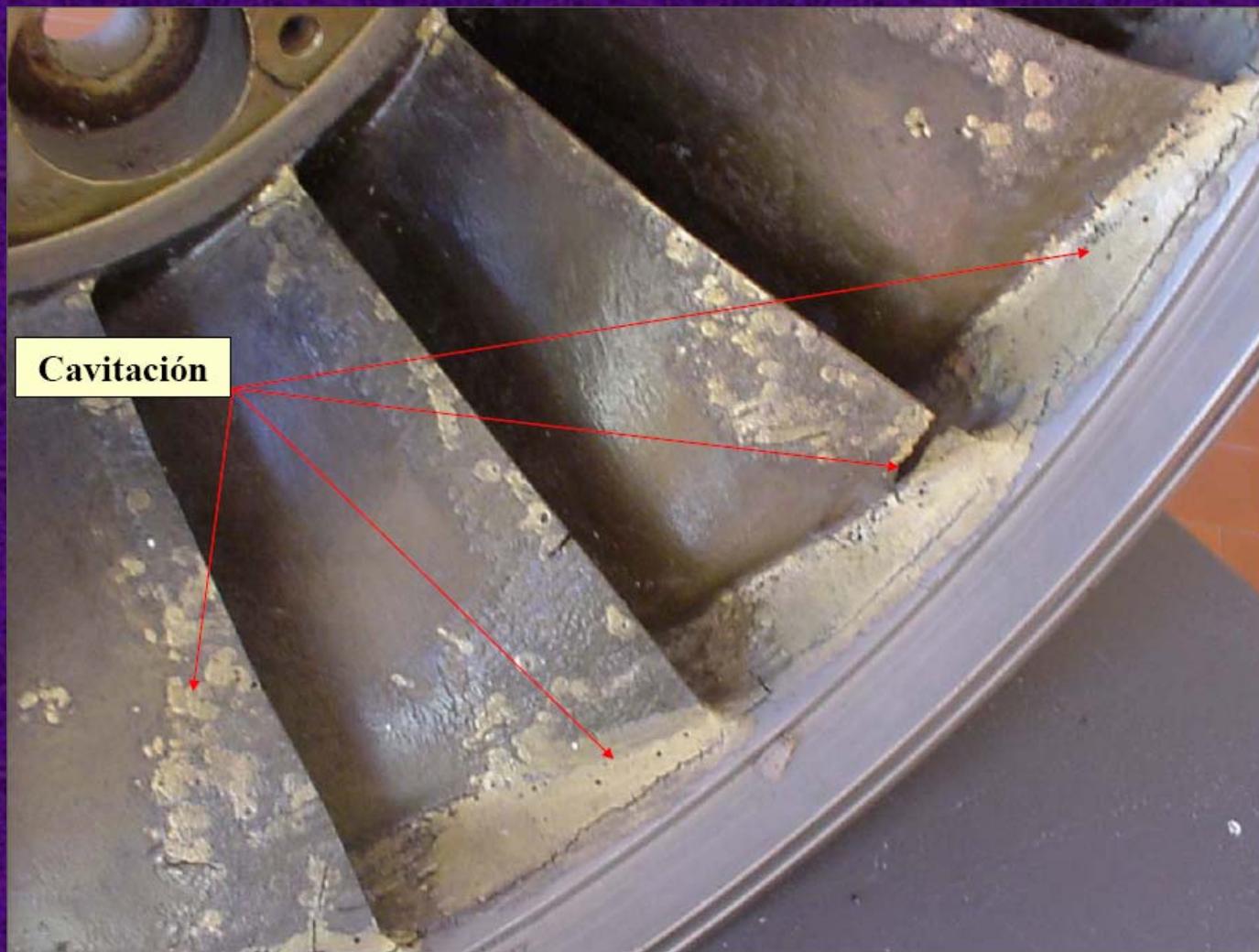
Para que no haya cavitación:

$$z_p = 7 - 0,09 - 0,088 \cdot 100 = -1,89 \text{ m}$$

Positivo: la turbina se sitúa por encima del nivel del agua

Negativo: la turbina se sitúa por debajo del nivel del agua

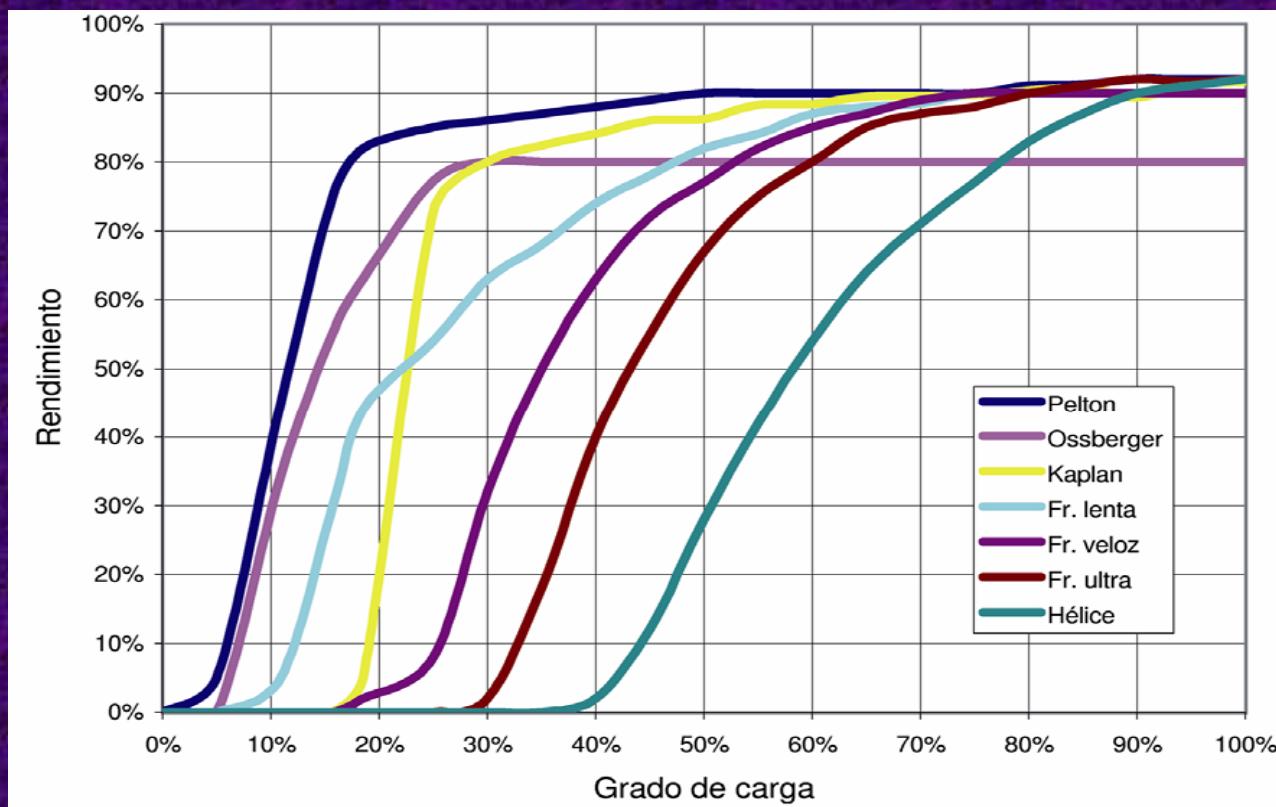
TURBINAS HIDRÁULICAS



TURBINAS HIDRÁULICAS

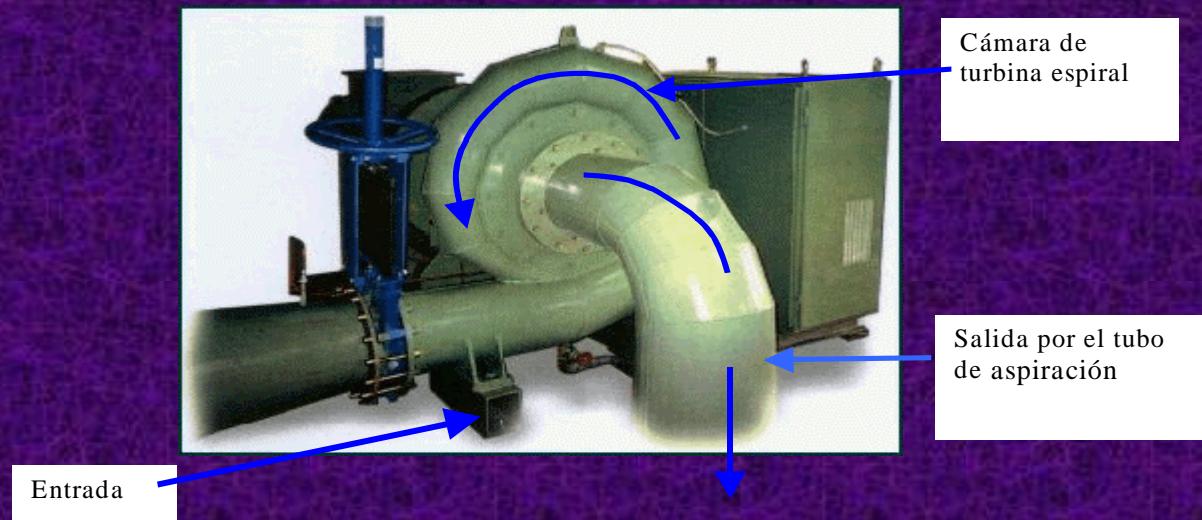
Criterios de selección Rendimiento

$$\rho = \frac{P_{eje}}{P_{Hidráulica}}$$



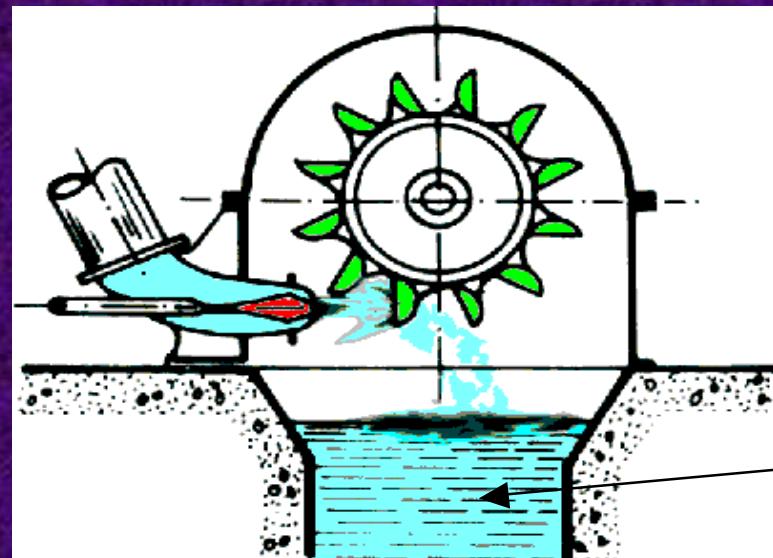
TUBO DE ASPIRACIÓN

- *Es la tubería por la que sale el agua de la turbina llevándola hasta el canal de desagüe.*



Turbina Francis de eje horizontal

TUBO DE ASPIRACIÓN



Tubo de aspiración de turbina
Pelton

Turbina Pelton

ELEMENTOS DE APERTURA Y CIERRE

- Compuertas
- Válvulas
- Ataguías

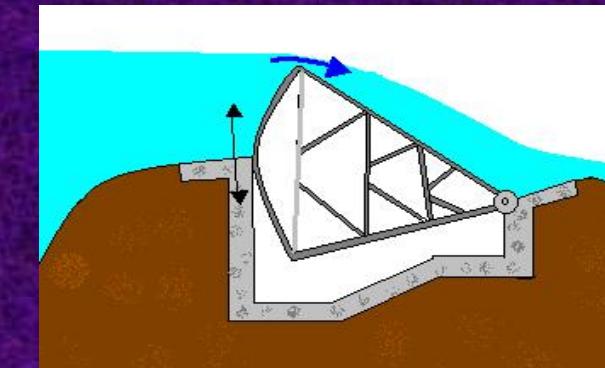
COMPUERTAS

Abren, cierran y regulan el paso de agua en los elementos de conducción obra de toma, a la entrada del canal, a la entrada de la cámara de carga, en los aliviaderos, en desagües de fondo y medio fondo

Tipos: Según el desplazamiento

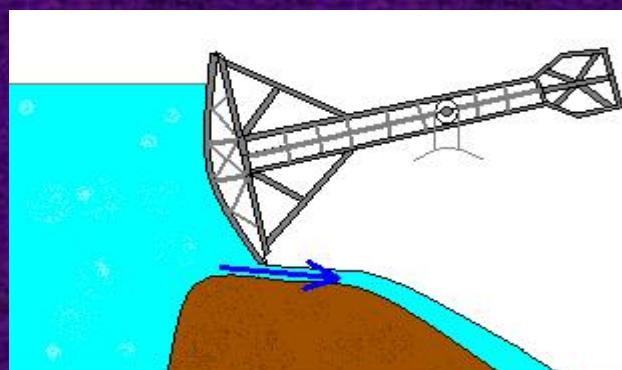
Circular o giratorio

Sector



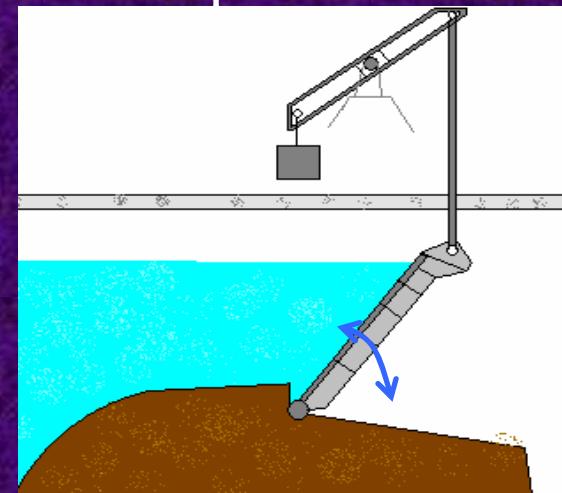
El peso del agua ayuda al cierre

Segmento



Cierre no estanco
Ocupan espacio

Clapeta



OBRA CIVIL

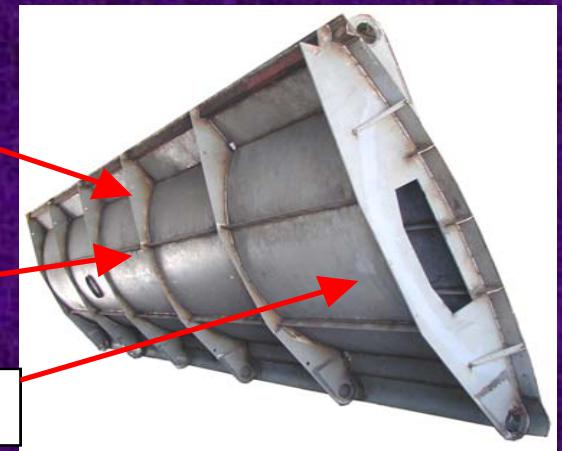
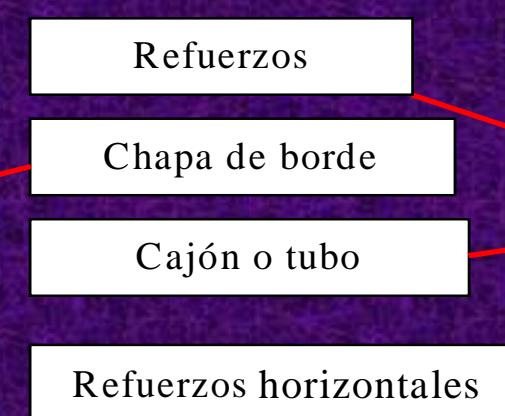
COMPUERTAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



Compuerta de sector de la presa de Ardisa

COMPUERTAS



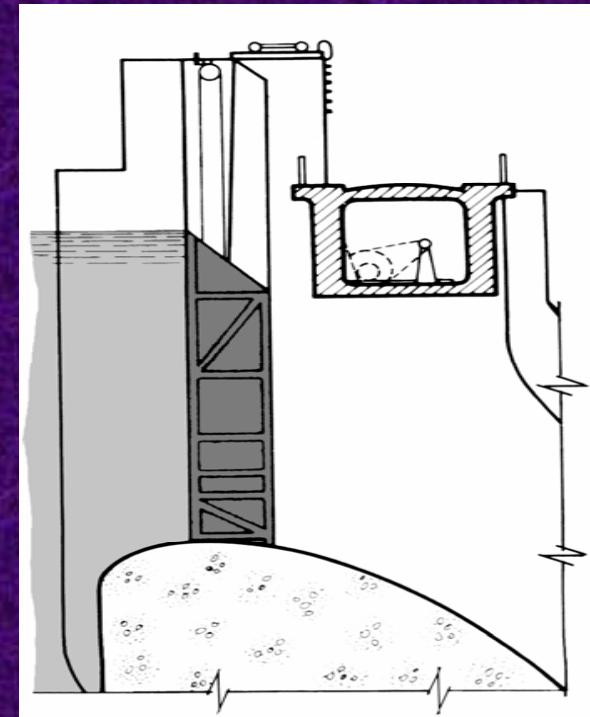
Compuerta de clapeta. Detalle del tablero

COMPUERTAS

Tipos: Según el desplazamiento

**Vertical o
deslizante**

{ Vagón
Stoney
Oruga



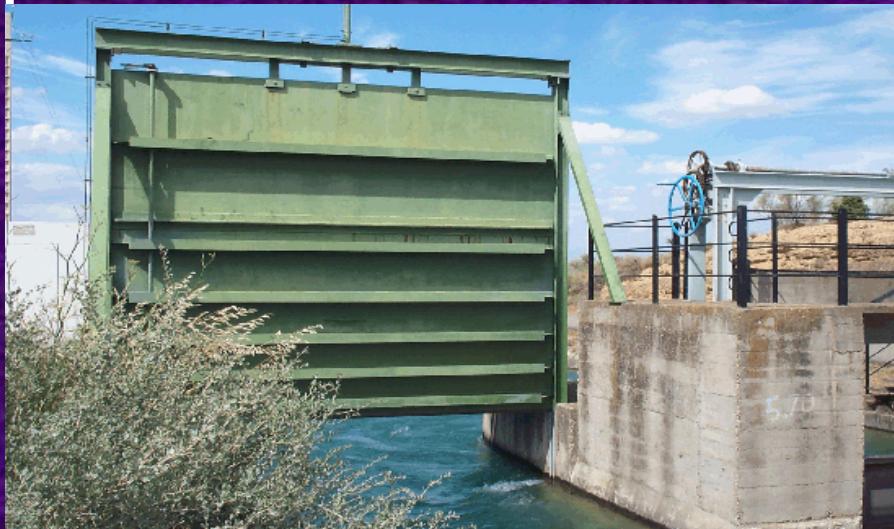
COMPUERTAS

COMPUERTAS VAGON:

Compuertas rectangulares. Sección más gruesa en la base.

Disponen de rodillos y deslizan sobre guías verticales. Se elevan con tornos, cabrestantes...

En aliviaderos y desagües



*Compuerta de
movimiento
vertical de tipo
deslizante*

COMPUERTAS

COMPUERTAS STONEY:

Similares a Compuertas Vagon

Los rodillos están fijos a la estructura soporte



*Compuerta
deslizante de
movimiento vertical
accionada mediante
cadena*

COMPUERTAS

COMPUERTAS ORUGA:

Similares a Compuertas Vagón

Disponen de una cadena continua de rodillos que corren por guías instaladas en la estructura soporte.

Aguantan presiones muy elevadas. En desagües de fondo, cámaras de turbina y cámaras de carga



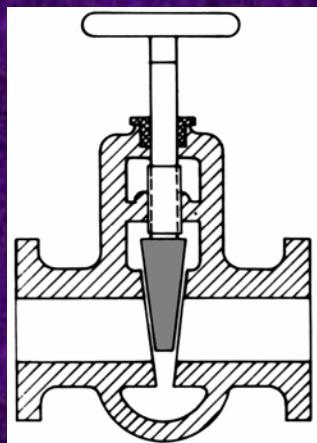
Mecanismo de accionamiento de compuerta de movimiento vertical

VÁLVULAS

Abren y cierran el paso de agua en los
conductos cerrados

Tipos más frecuentes

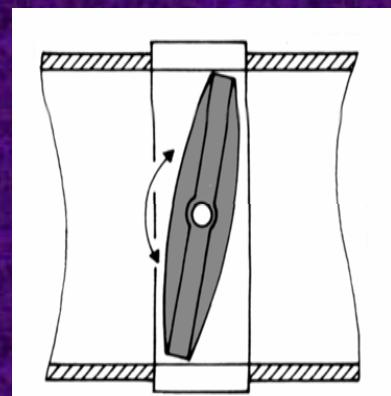
De Compuerta



Apertura vertical

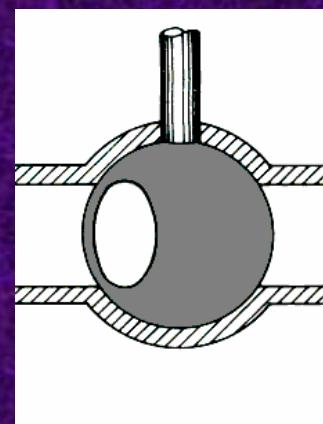
Desagües de fondo

De Mariposa



Elementos de
seguridad al inicio y
final de tuberías
forzadas

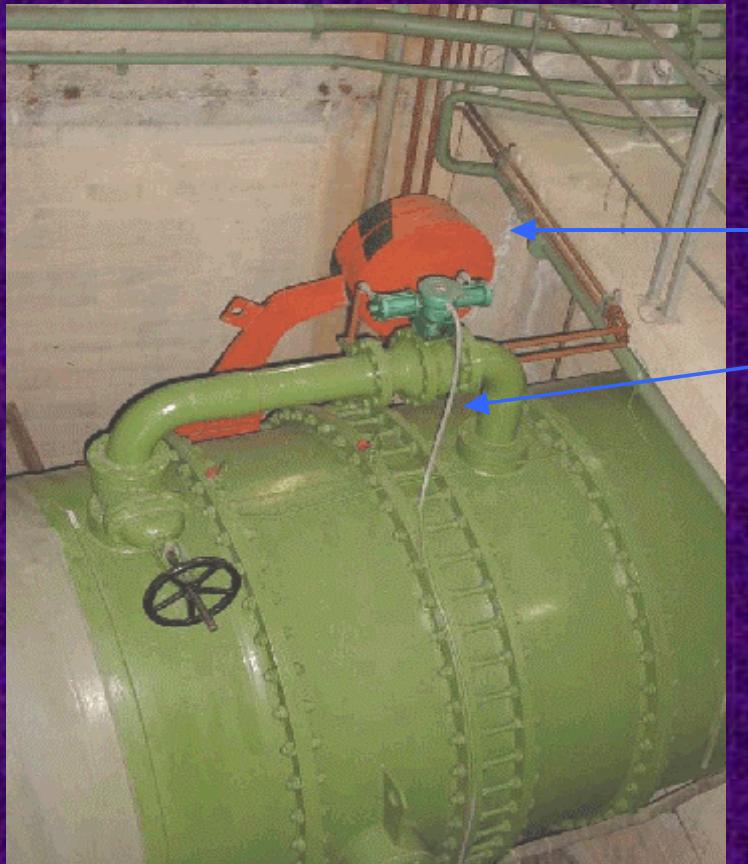
Esféricas



Pérdidas casi nulas.

En Tuberías forzadas⁸³

VÁLVULAS



Válvula de mariposa a la entrada de la turbina

OBRA CIVIL

VÁLVULAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



Válvulas de mariposa y bypass

OBRA CIVIL

VÁLVULAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



VÁLVULAS

Válvulas de descarga: Chorro hueco (cónicas)

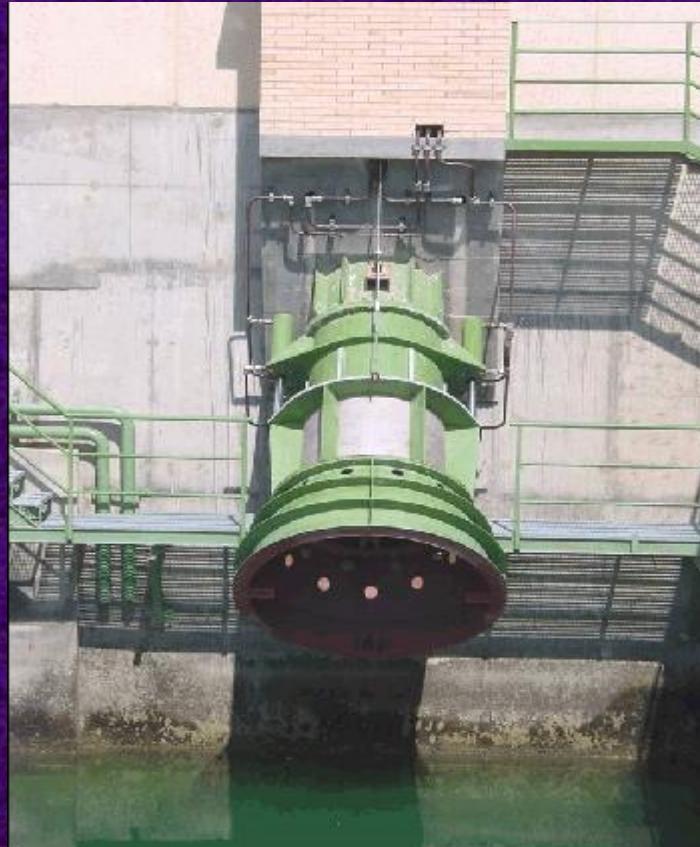
Estas válvulas que disponen en su interior de una aguja de desplazamiento horizontal con la que se abre o cierra el paso del agua, de manera similar a la salida de las mangueras de riego con las que se puede controlar el chorro de agua. A diferencia del resto de las válvulas, la salida del agua se realiza a presión atmosférica.

Estas válvulas se utilizan para disipar la energía del agua a la salida de un conducto a presión, por ejemplo a la salida de los desagües de fondo y medio fondo. Otro ejemplo es el ya citado en el punto del golpe de ariete, para evitar el golpe de ariete producido por un cierre brusco de la válvula de guarda (a la entra de la tubería), el agua se desvía a través de un pantalón realizado en la tubería hacia la válvula de chorro hueco. Dado que el contenido energético del agua es muy alto, no se la puede dejar salir sin más ya que erosionaría el cauce, por esto se coloca esta válvula.

OBRA CIVIL

VÁLVULAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



Salida con válvula de chorro hueco

OBRA CIVIL

VÁLVULAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



Salida con válvula de chorro hueco

ATAGUÍAS

Las ataguías son compuertas deslizantes de movimiento vertical, que no tienen la capacidad de abrir o cerrar cuando el agua está en movimiento. Su accionamiento debe realizarse siempre con el agua parada.

Se utilizan para poder acceder a otros elementos con el fin de realizar el mantenimiento adecuado. Por ejemplo para realizar el mantenimiento de la compuerta de entrada a un canal, puede vaciarse el canal, pero el agua sigue estando aguas arriba de la compuerta y por lo tanto no puede abrirse ni realizar el mantenimiento en esa parte. La solución consiste en colocar una ataguía aguas arriba del canal, como el agua está quieta, puede cerrarse, vaciar el tramo entre ésta y la compuerta y realizar el mantenimiento necesario.

Otro punto típico para la instalación de ataguías es a la salida del tubo de aspiración, para poder acceder al interior de la turbina.

OBRA CIVIL

ATAGUÍAS

APERTURA, CIERRE,
REGULACIÓN



*Ataguía a la salida del
tubo de aspiración*

EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO

- Rejas y limpiarejas
- Turbinas hidráulicas
- Multiplicador de velocidad
- Generadores eléctricos
- Equipo eléctrico de potencia
- Elementos de control y protección
- Sistemas auxiliares
- Automatización

REJAS

En el caso de la reja a instalar en la obra de toma debe ser especialmente robusta sobretodo si se prevén heladas, troncos, grandes animales o similares. La reja es entonces de barrotes gruesos, de forma rectangular con separaciones de entre 30 a 50 cm.



En la cámara de carga, la reja genera una pérdida de carga que no suele ser despreciable, por lo que su diseño debe ser cuidado. La reja debe tener hierros más finos que la de la obra de toma, con separaciones que pueden ir desde 12 mm en el caso de grandes saltos con turbinas Pelton a 150 mm en el caso de las Kaplan, utilizadas en aprovechamientos de baja altura.

OBRA CIVIL

LIMPIAREJAS

EQUIPAMIENTO
ELECTROMECÁNICO



Rejas y limpiarejas en la cámara de carga

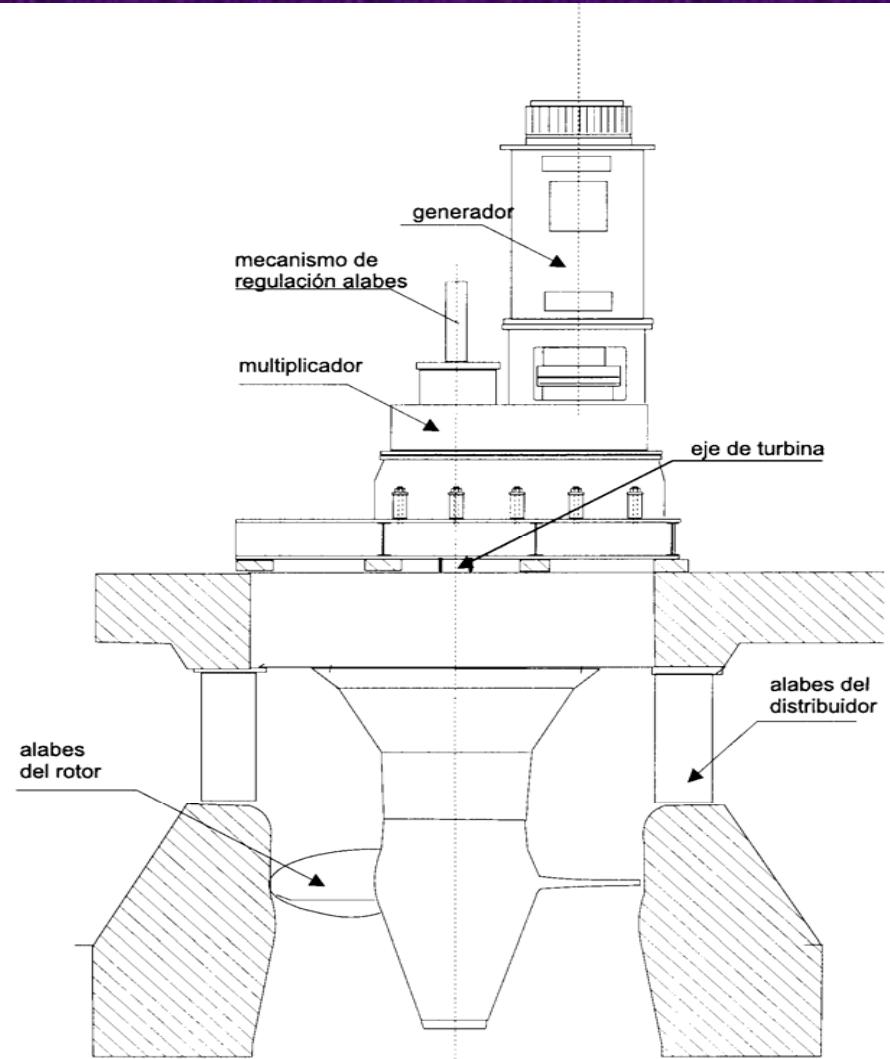


De
accionamiento

De rastrillo



MULTIPLICADOR



La velocidad de giro de las turbinas suele ser muy baja. Además de adecuar la velocidad, el multiplicador deberá absorber las cargas y choques que puedan aparecer en los momentos de puesta en marcha, así como los pequeños desplazamientos que se puedan producir en el eje.

GENERADOR ELÉCTRICO

Convierte la energía mecánica de rotación en
energía eléctrica

Tipos

ASÍNCRONOS

SÍNCRONOS

GENERADOR ELÉCTRICO

Asíncronos:

Ventajas:

Sencillez

Precio

Robustez

Control

Conexión

Inconvenientes:

No generan Q

Necesitan baterías de condensadores



USO LIMITADO

GENERADOR ELÉCTRICO

Síncronos:

Ventajas:

Generan P Y Q

Funcionamiento en isla

Rendimiento muy elevados

Inconvenientes:

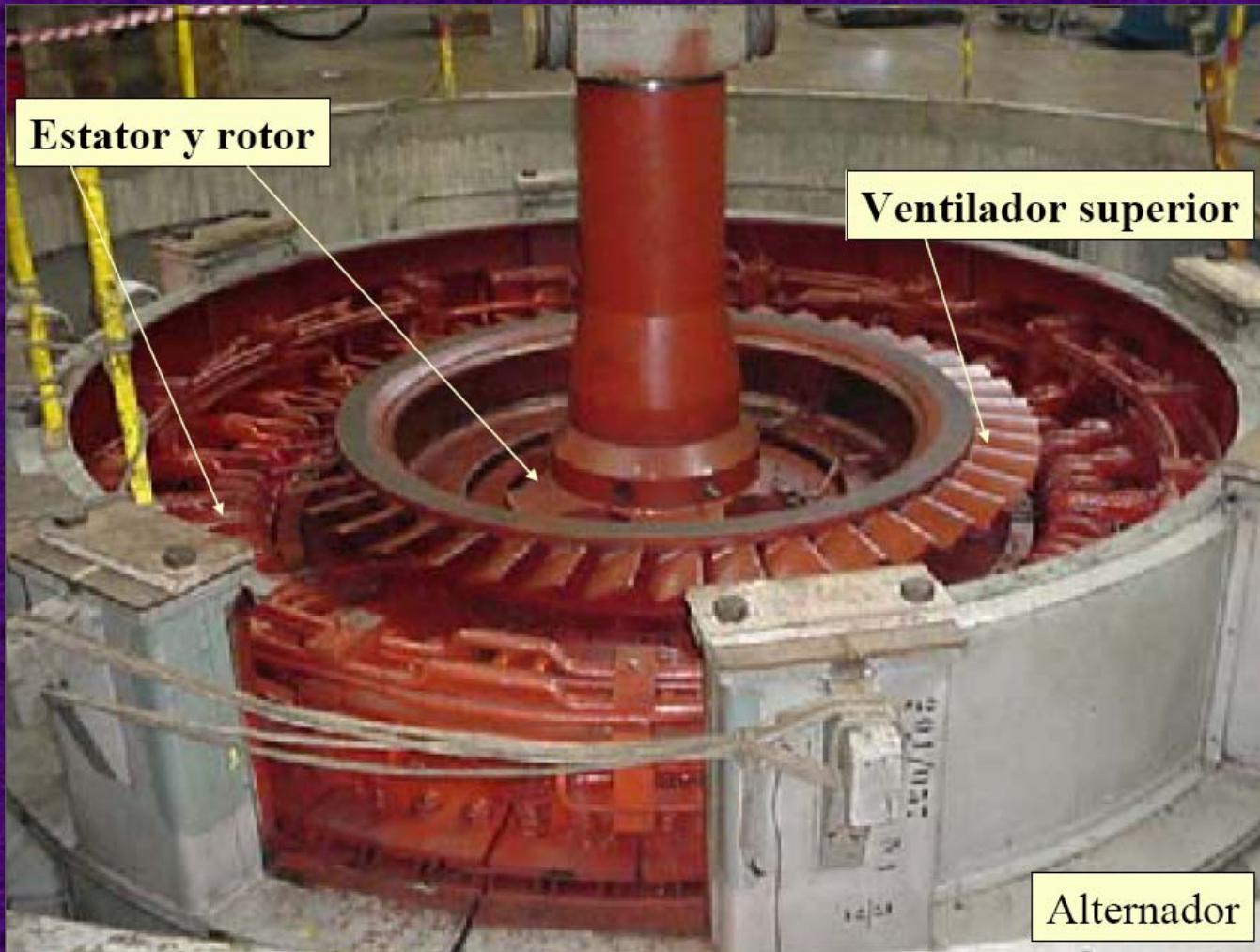
Complejas

Precio

Mantenimiento

Control

GENERADOR ELÉCTRICO

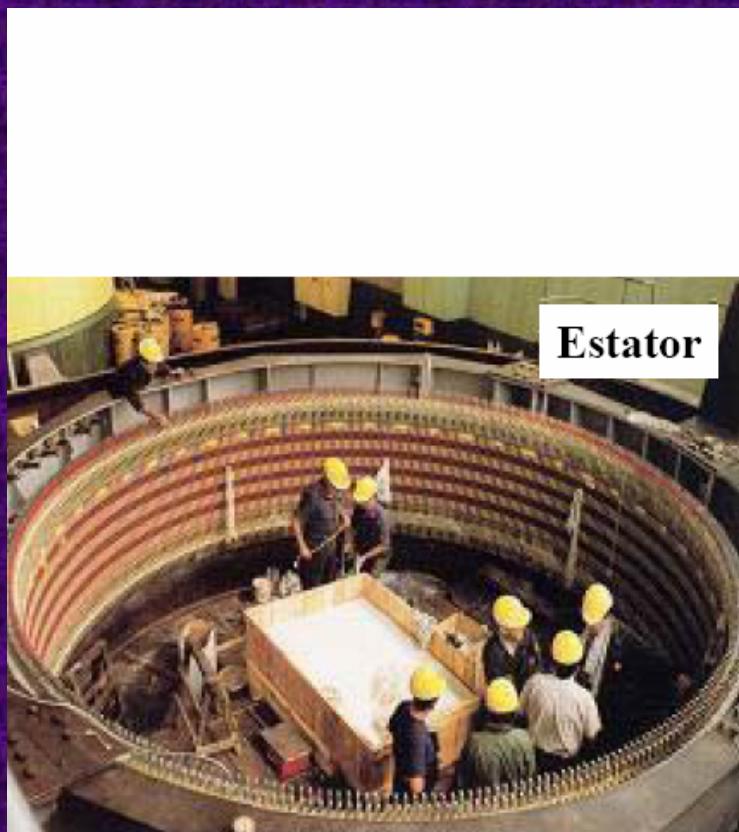


Alternador

99

ELECTROMECÁNICO

GENERADOR ELÉCTRICO



Estator



Rotor

ELECTROMECÁNICO

GENERADOR ELÉCTRICO



Turbina-alternador

EQUIPO ELÉCTRICO DE POTENCIA

Elementos necesarios para entregar la
energía eléctrica de bornes del generador al
punto de conexión exigido

Transformador de tensión

Interruptores

Seccionadores

Línea eléctrica

SERVICIOS AUXILIARES



Equipo oleohidráulico de control de válvula de guardia y órganos de regulación de la turbina