

CASA DE MÁQUINAS



CONTENIDO

Introducción	4
Ubicación.....	4
Tipos de casas de máquinas	6
Elementos de la casa de máquinas	9
Unidades turbogeneradoras	9
Sala de control	10
Equipos Auxiliares.....	10
Puente Grúa	10
Organización	10
Superficie en planta de la Casa de Máquinas	11
Altura del piso de la casa de máquinas.....	12
Iluminación diurna.....	12

TABLA DE ILUSTRACIONES

Fig.: 1 Disposición 1.....	5
Fig.: 2 Disposición 2.....	5
Fig.: 3 Disposición 3.....	5
Fig.: 4. Central de Serós	6
Fig.: 5. Central de pasada.....	7
Fig.: 6. Central a pie de presa.....	8
Fig.: 7. Central con derivación. Vista en planta y corte.....	9
Fig.: 8. Instalación rotor	9
Fig.: 9. Sala de control	10
Fig.: 10: Casa de máquinas Cacheuta	11
Fig.: 11: Iluminación.....	12

INTRODUCCIÓN

La casa de máquinas de la planta 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 confiables. También se tienen los sistemas de mando, protección, automatización, talleres, transportes, etcétera.

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, deberá ser compacto y ligero.

UBICACIÓN

Para decidir respecto a esta hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Primera.** 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 desagüe largo, porque al penetrar en él las riadas y encontrar una zona de relativa calma, depositan sedimentos que disminuyen la sección de desagüe, y, al tener que discurrir las aguas sobre dichos sedimentos, se eleva el nivel y se pierde salto. Dichos sedimentos son costosos de extraer, por quedar bajo el nivel del canal de desagüe.
Por otra parte, la apertura del canal de desagüe es más costosa que la del de derivación, porque la del primero se realiza, en total o en gran parte, bajo el nivel de agua abajo.
- **Segunda.** Se debe procurar buena cimentación. Esta es la parte más importante de la construcción de la casa de máquinas. Si la roca está a moderada profundidad, se apoya en ella la cimentación. Se puede apelar al pilotaje para aumentar la resistencia de los terrenos flojos. Cuando el terreno es relativamente poco consistente, conviene cimentar formando una plataforma general de hormigón que reparta las presiones, y a suficiente profundidad para evitar las socavaciones, y dando a las aguas filtrantes, si el terreno es algo poroso, suficiente recorrido para evitar arrastres inferiores de partículas y subsiguientes asentamientos de la obra. Así se proporciona a las máquinas suficiente masa de apoyo para amortiguar las vibraciones. Ante todo, hay que calcular el peso que se va a transmitir al suelo, y repartir aquél en suficiente superficie para que la carga unitaria quede siempre dentro de los límites deseados. En el peso debe incluirse el de las máquinas, accesorios, muros, la cimentación misma, el peso del agua, etc.
- **Tercera.** Conviene prever el caso posible de una ampliación.
- **Cuarta.** La facilidad de acceso a la casa de máquinas influye también en su ubicación.
- **Quinta.** En saltos obtenidos exclusivamente con las presas de embalse, lo corriente es colocar la Casa de Máquinas cerca de la presa y hacer la toma de agua desde esta por tubería, y a nivel suficientemente inferior al máximo del embalse, con el fin de aprovechar el caudal almacenado en él para regular el consumo de energía de la Central.
- **Sexta.** La dificultad de adquirir los terrenos más convenientes para la ubicación de la casa de máquinas influye también en aquélla. Unas veces, estas dificultades nacen de

la resistencia de los propietarios a ceder los terrenos, o de la petición de cantidades exorbitantes, y otras veces son aquéllas de otro orden. Por ejemplo, en el salto de Niágara, en la primitiva casa de máquinas se adoptó la ubicación de ésta junto a la toma con canal de desagüe largo, por la imposibilidad de atravesar con el canal de derivación la ciudad de Niágara. Hay otras razones que pueden aconsejar la instalación de Centrales subterráneas con tubería de aducción corta y canal de desagüe largo.

- **Séptima.** En los ríos canalizados, para aprovechar los saltos entre dos tramos contiguos, o en caso de saltos formados con la elevación de nivel determinado por una presa de derivación, colocar la casa de máquinas en una de las disposiciones que representan las Fig.: 1, Fig.: 2 y Fig.: 3. La mejor disposición es la que representa la primer figura. Pero si el río no proporciona suficiente anchura y hay que elegir entre las dos últimas, debe preferirse la de la Fig.: 3, porque la cimentación probablemente será mejor; hay más facilidad de acceso y de construcción, y el coste de las ataguías será menor.

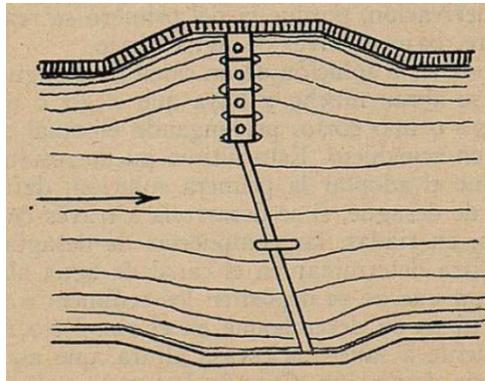


Fig.: 1 Disposición 1

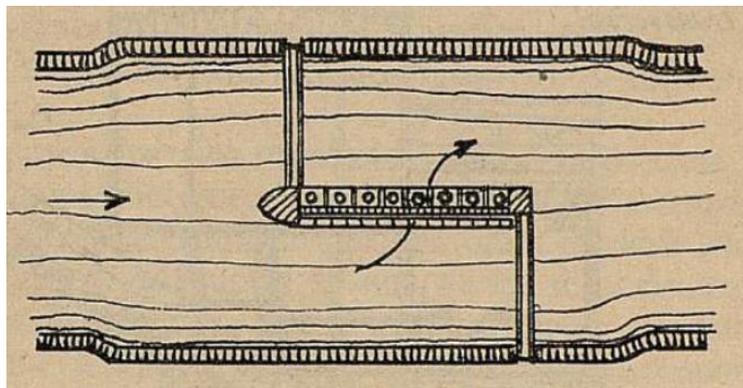


Fig.: 2 Disposición 2

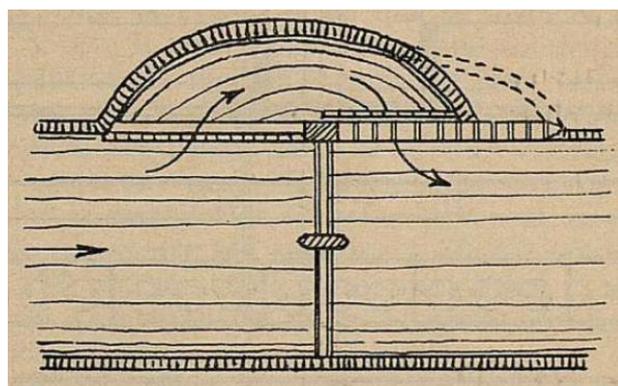


Fig.: 3 Disposición 3

- **Octava.** La disposición de la maquinaria y aparatos ha de ser factor principal en el proyecto de la casa de máquinas, pero no debe despreciarse el aspecto arquitectónico. Sin ser una construcción monumental, sino, al contrario, con sencillez en el aspecto debe estar en cierta armonía con el panorama exterior.

La casa de máquinas, generalmente, se divide en dos o más naves o crujías: una, la principal, en que se instalan las turbinas y generadores, y otra u otras posteriores, que contienen los transformadores, aparatos de medida, seguridad, etc. Las naves, quedan separadas por muros, y las destinadas a los aparatos de transformación, medida, seguridad, etc., se dividen corrientemente en varios pisos y éstos en varios departamentos. Ahora es solución corriente instalar la estación de transformación al aire libre cuando el voltaje de transporte sea superior a 70 000 voltios. La Fig.: 4 representa el corte transversal y planta de la Central de Serós (España). Se ve en el corte que las diferentes se colocan escalonadas en la ladera.

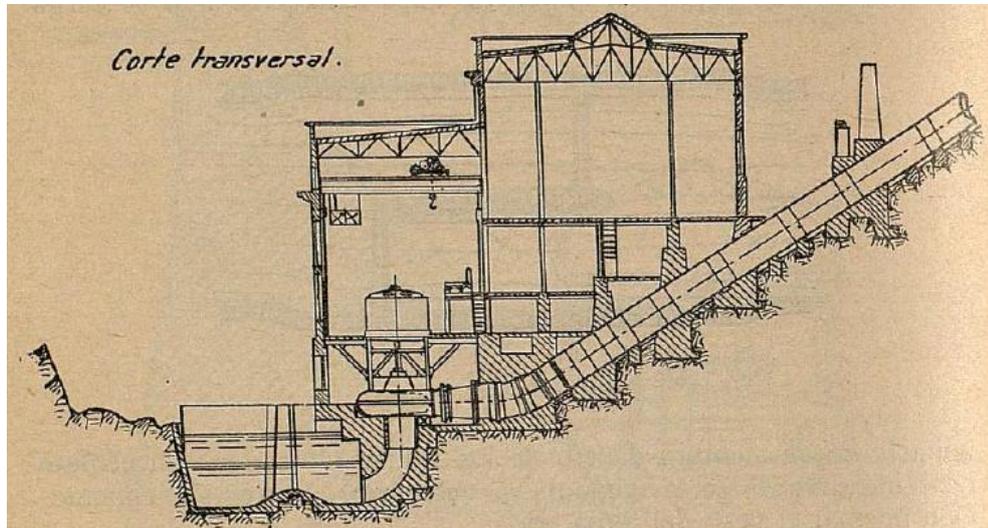


Fig.: 4. Central de Serós

TIPOS DE CASAS DE MÁQUINAS

- Según la disposición altimétrica de la casa de máquinas estas pueden clasificarse en:
 - **Centrales en superficie:** constan, esencialmente de una nave donde se instalan los grupos generadores y de uno o varios edificios adosados o adyacentes para la instalación de los transformadores, maquinaria auxiliar y aparatos de manejo, protección y seguridad. Los edificios correspondientes se construyen, casi siempre, de hormigón en masa o armado, y a veces, de mampostería, piedra y ladrillo. Conviene que estas centrales estén lo más cerca posible del punto en que las aguas derivadas tengan que reingresar en el río aunque algunas veces, debido a las condiciones del terreno, y a otras circunstancias, no sea siempre posible. En los saltos obtenidos exclusivamente con las presas del embalse, lo más corriente es situar la casa de máquinas cerca de la presa y hacer la toma de agua desde ésta por tubería y a nivel suficientemente inferior al máximo del embalse, con objeto aprovechar el caudal almacenado en él para regular el consumo de energía de la central. Muchas veces, el edificio de la central forma conjunto con la presa.

- **Centrales en caverna:** En este caso la casa de máquinas se aloja en una caverna excavada en roca. Sus losas, muros y bóveda son de concreto 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.

El objetivo de un aprovechamiento hidroeléctrico es convertir la energía potencial de una masa de agua situada en un punto - el más alto del aprovechamiento - en energía eléctrica, disponible en el punto más bajo, donde está ubicada la casa de máquinas. La potencia eléctrica que se obtiene en un aprovechamiento es proporcional al caudal utilizado y a la altura del salto.

- Según la disposición planimétrica se clasifican en:
 - **Centrales a pie de presa:** son aquellas que se ubican en la misma presa, o detrás de ella. Se ubican allí, ya que por la topografía del lugar no hace falta alejarla, es decir cuando el desnivel es bajo. Ej: Centrales de pasada.

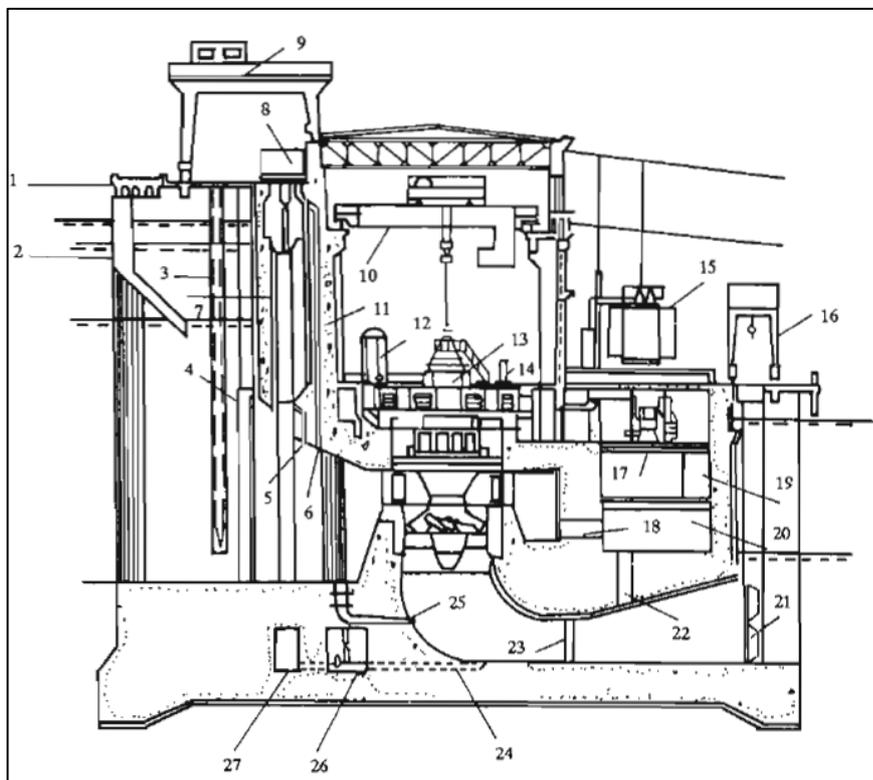


Fig.: 5. Central de pasada

1. Puente carretero. 2. Viga de toma. 3. Mecanismo de limpieza. 4. Rejas. 5. Tubería paralela. 6. Tubo de ventilación. 7. Compuerta. 8. Mando de la compuerta. 9. Pódico para la zona de compuertas. 10. Puente-grúa de la sala de máquinas. 11. Pared de presión. 12. Acumulador hidroneumático. 13. Cojinete. 14. Tablero de control. 15. Transformador elevador. 16. Pódico de aguas abajo. 17. Barras colectoras. 18. Pasadizo a la cámara espiral. 19. Cables. 20. Cuarto de bombas. 21. Compuertas del tubo de succión. 22. Pasadizo al tubo de succión. 23. Columna central del tubo de aspiración. 24. Tubo de salida de agua del tubo de aspiración. 25. Tubo de salida de agua de la cámara espiral. 26. Galería seca. 27. Galería a la estación de bombas.

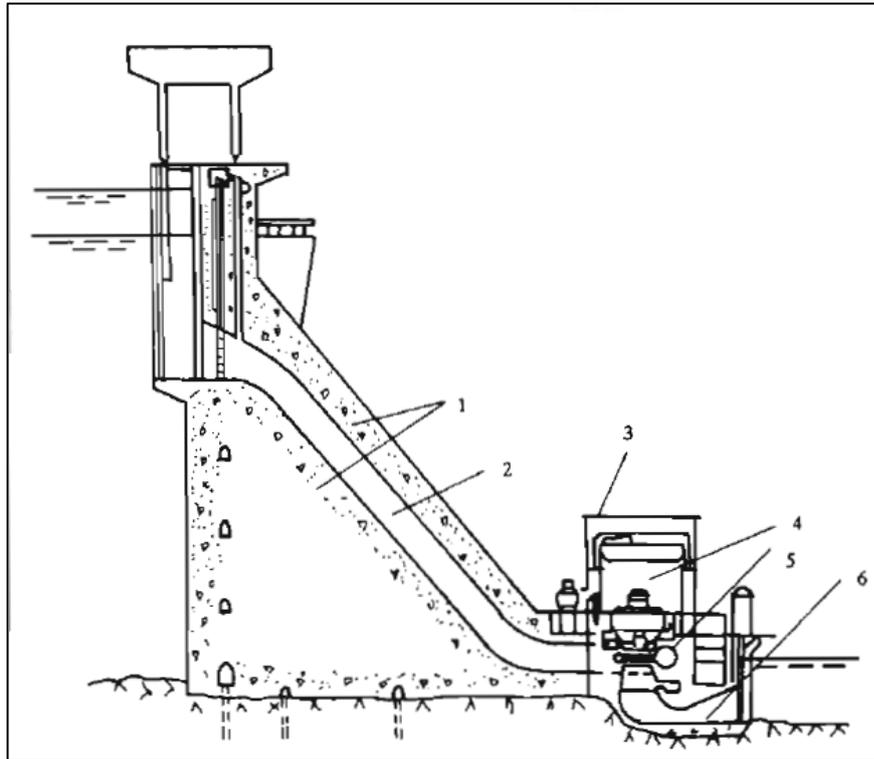


Fig.: 6. Central a pie de presa.

1. Presa. 2. Galería a presión. 3. Casa de máquinas. 4. Sala de máquinas. 5. Cámara espiral. 6. Tubo de aspiración.

- **Centrales alejadas del cuerpo de la presa:** por presentarse la presa en un terreno con una topografía de montaña o de gran pendiente se ubican alejadas de la presa.

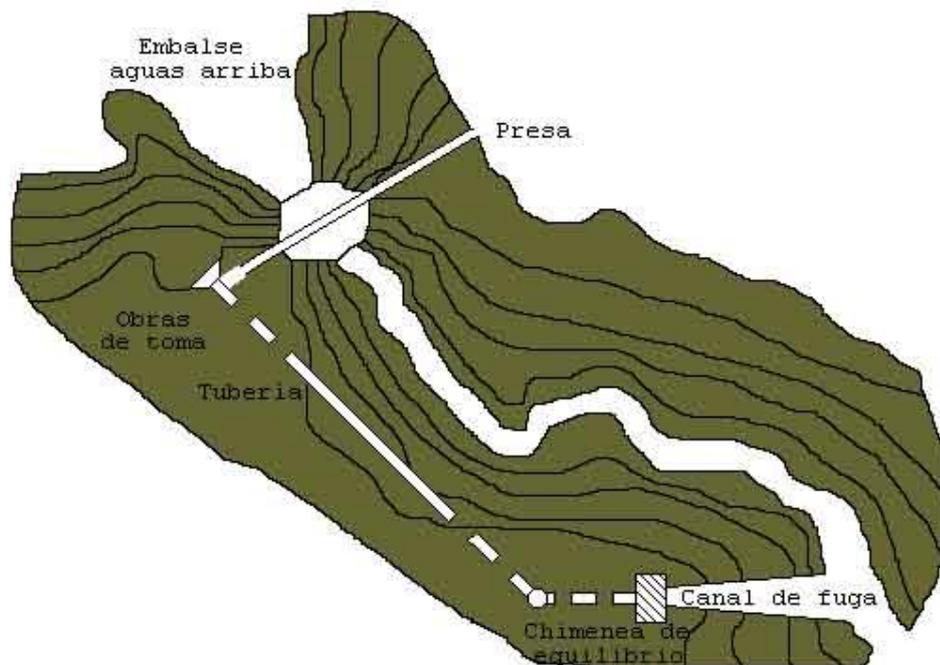




Fig.: 7. Central con derivación. Vista en planta y corte

ELEMENTOS DE LA CASA DE MÁQUINAS

Entre los elementos más importantes de la casa de máquinas se encuentran:

- Equipo electromecánico
- Equipo eléctrico y electrónico
- Equipos e instalaciones auxiliares

UNIDADES TURBOGENERADORAS

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.
- **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** y otro que gira concéntricamente en este, llamado **Rotor**.



Fig.: 8. Instalación rotor

Uno de ellos debe crear un campo magnético, alimentado con corriente directa. Este elemento es el inductor y está formado por un conjunto de bobinas. (Rotor). El segundo elemento actúa como receptor de corrientes inducidas, por lo que se llama inducido. A él están unidas las barras de salida de la corriente. El que ocupa el lugar del inducido es el Estator. El fenómeno físico mediante el cual se obtiene la energía eléctrica se denomina inducción electromagnética.

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 reductores cuyos transformadores reducen el voltaje para distribuir la corriente en la zona.

SALA DE CONTROL

La sala de control es el sitio donde un personal sumamente 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.



Fig.: 9. Sala de control

EQUIPOS AUXILIARES

Tales como bombas de agua para el enfriamiento de las unidades, bombas lubricantes, extinguidores de fuego, equipos para la auto-alimentación eléctrica, banco de baterías, puente-grúa o grúa viajera, oficinas y salas varias, taller y bodega, etc.

PUENTE GRÚA

Hay que instalarlo en toda Central de grande o mediana importancia, y su potencia ha de ser, al menos, igual al peso de la máquina o parte de ella que haya de moverse.

Por debajo del puente grúa ha de quedar espacio suficiente para que, estando suspendida la mayor pieza de una de las máquinas o toda entera, si no conviene dividirla, pueda pasar por encima de las otras máquinas montadas.

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



Fig.: 10: Casa de máquinas Cacheuta

SUPERFICIE EN PLANTA DE LA CASA DE MÁQUINAS

La superficie en planta ha de depender de la clase de turbinas que se adopte y de la agrupación de éstas con los alternadores que muevan.

Para un anteproyecto, conociendo una Central que tenga instaladas turbinas del mismo número de revoluciones específicas que las adoptadas, por la relación:

$$\frac{D}{D'} \cdot \frac{n}{n'} = \sqrt{\frac{H}{H'}}$$

podemos encontrar el diámetro de la que nos interesa. La relación entre D y D' nos da la que han de guardar las dimensiones de la Central conocida y la que se proyectó.

Los espacios entre máquinas han de ser amplios, dejando un pasillo que las rodee de 1,8 a 2,40 m de anchura.

A la entrada de la Casa de Máquinas debe quedar área suficiente para poder descargar la maquinaria o poder retirar allí la que necesite reparación. De las puertas de acceso a la sala, una de ellas ha de ser suficiente para dar paso a la caja más voluminosa que contenga la maquinaria, y, mejor, que pueda entrar en la sala el camión, para que de él pueda coger aquélla el puente-grúa.

En esta área, o en la que se habilite para taller, debe haber posibilidad de desmontar los elementos de la maquinaria sirviéndose del puente-grúa. De modo, por ejemplo, que si se ha de 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 la operación indicada.

ALTURA DEL PISO DE LA CASA DE MÁQUINAS

El piso debe colocarse a una altura tal, que no sea alcanzado por las máximas riadas.

En caso de turbinas de eje vertical, esto se consigue prolongando suficientemente el eje. Cuando se instalan turbinas de eje horizontal, el límite de altura sobre el mínimo nivel de desagüe lo da la altura máxima estática que puede consentirse al tubo de aspiración, menos aproximadamente un metro, que quedará entre el eje y el piso. En turbinas modernas, de elevado número de revoluciones específicas, como la altura estática del tubo no suele exceder de 4,50 m, quedará el piso sólo a 3,50 m sobre el nivel mínimo de desagüe cifra corrientemente escasa para que quede libre del acceso de riadas. Y ésta es una de las causas de adoptarse hoy para los grandes grupos la disposición de turbinas de eje vertical con alternadores acoplados directamente a su eje.

Cuando, por circunstancias especiales, por economía principalmente, se decide colocar el piso bajo el nivel de riadas máximas, hay que hacer muros y pisos impermeables y disponer cierres herméticos para los vanos, o colocar encima de aquel nivel y tener a mano bombas con el fin de eliminar el agua que, a pesar de estas precauciones, pueda filtrarse.

ILUMINACIÓN DIURNA

La sala debe estar muy iluminada para que las máquinas se inspeccionen bien. Así, pues, los ventanales deben proyectarse con gran amplitud.

La iluminación ha de ser, en lo posible, lateral, según los esquemas 1 y 3 de la Fig.: 11. La iluminación cenital (esquema 2) debe desecharse ante el peligro de formación de goteras por la condensación interior del vapor de agua, en tiempo frío, y radiación del calor, en el caluroso, análogamente a lo antes indicado para cubiertas de chapa metálica.

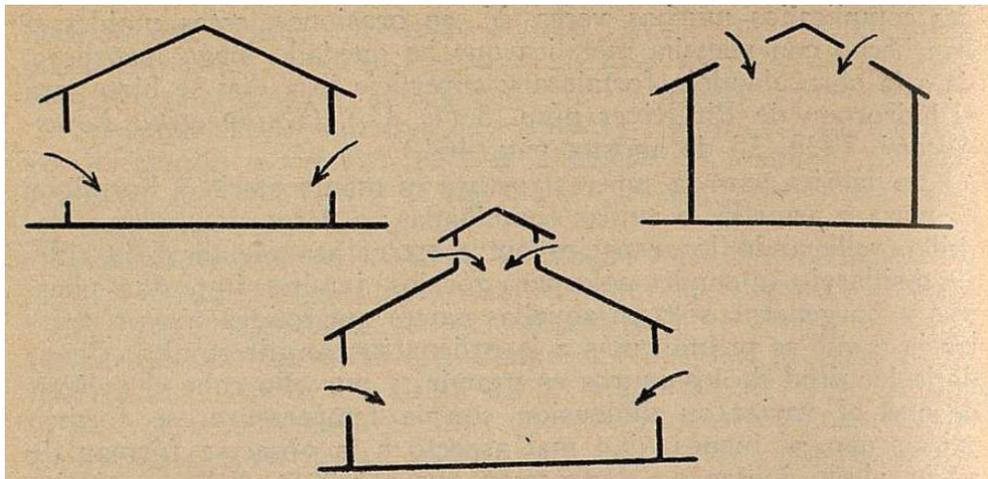


Fig.: 11: Iluminación