

Ministerio de Energía y Minas DIREC. GRAL. DE ELECTRICIDAD	NORMAS PARA EL CONTROL EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN CENTRALES ELÉCTRICAS Y PROTOCOLOS DE PRUEBA PARA SU RECEPCIÓN
Norma Aprobada R.D. N° 138-76-EM/DGE 19.10.1976	
Norma N° DGE 010-CC-1	

1. OBJETO

El objeto de la presente norma es establecer disposiciones en los siguientes aspectos :

- 1.1 Pautas para efectuar el informe sobre inspección a obras
- 1.2 Coordinación de las Inspecciones para cada tipo de obra
- 1.3 Protocolo de pruebas y recepción de las obras para cada tipo de central eléctrica.

2. ALCANCE

Las presentes normas abarcan el control en la ejecución de obras en centrales eléctricas, mayores de 500 Kw., que se construyen y/o amplían dentro del territorio nacional cuando correspondan a :

- Centrales Hidroeléctricas.
- Centrales Termoeléctricas a turbinas de vapor.
- Centrales Termoeléctricas a turbinas de gas.
- Centrales Termoeléctricas Diesel.

3. DURACIÓN DE LA NORMA

La presente norma tiene en principio duración indefinida, pudiendo ser modificada y/o ampliada por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

4. PAUTAS PARA EFECTUAR EL INFORME SOBRE INSPECCION A OBRAS

4.1 Pautas Específicas

El informante describirá las características técnicas de la obra ejecutada y las observaciones a que hubiere lugar con indicación expresa, entre otras, de :

- 4.1.1 La determinación del porcentaje de avance de la obra en relación al cronograma aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.
- 4.1.2 Los factores retrasantes en el cumplimiento del cronograma de obras, en caso, de proceder.
- 4.1.3 Los procedimientos de construcción empleados por el contratista.
- 4.1.4 Una valorización del avance de obras y su control de acuerdo al presupuesto previsto.
- 4.1.5 Una estimación de los gastos generales correspondientes a la Empresa Concesionaria.

4.2 Pautas Generales

El informante deberá verificar si el contratista:

- 4.2.1 Está implementado de la maquinaria apropiada que le permita cumplir con el cronograma propuesto.
- 4.2.2 Cumple con el avance de obras según los cronogramas previstos y aprobados por el Ministerio de Energía y Minas.
- 4.2.3 Hace cumplir con las normas de seguridad industrial implementado a su personal de los respectivos equipos de protección.
- 4.2.4 Ejecuta las obras de acuerdo al proyecto aprobado, informando oportunamente al Ministerio de Energía y Minas de las modificaciones a que hubiere lugar.

5. COORDINACIÓN DE LAS INSPECCIONES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE OBRAS.

5.1 Centrales Hidroeléctricas

El número de inspección a efectuarse será programado de acuerdo a la magnitud de la obra, recomendándose hacerlo:

- 5.1.1 Durante la construcción de las obras hidráulicas de Ingeniería Civil y durante el montaje del equipo electromecánico del sistema hidráulico.

5.1.2 Durante el montaje del equipo electromecánico de la casa de máquinas.

5.1.3 Durante el montaje del patio de llaves y estación de transformación.

5.1.4 Para el protocolo de pruebas y recepción de la central.

5.2 Centrales Termoeléctricas Diesel y de Turbinas a Gas

Las inspecciones a efectuarse serán:

5.2.1 Durante la construcción de la cimentación.

5.2.2 Durante el montaje del equipo electromecánico.

5.2.3 Para el protocolo de pruebas y recepción de la Central.

5.3 Centrales Termoeléctricas a Vapor

El número de las inspecciones a efectuarse será programado de acuerdo a la magnitud de la obra, recomendándose hacerlas:

5.3.1 Durante el montaje estructural de las naves, correspondientes a los generadores de vapor, condensadores de vapor, casa de fuerza y anexos.

5.3.2 Durante el montaje del equipo electromecánico de la Central comprendiendo éste.

- Generación, conducción y condensación del vapor
- Equipo auxiliar de los fluidos de trabajo (aire, vapor, agua, combustible)
- Generación, control y medición de la energía eléctrica
- Estación de transformación y/o patio de llaves

5.3.3 Para efectuar el protocolo de pruebas y recepción consiguiente, por etapas o globalmente según la magnitud a la obra.

6. PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas debe ser efectuado por la entidad ejecutora o el contratista correspondiente, debiendo cumplir con los requisitos del fabricante y estipulaciones contractuales, teniendo en cuenta además lo indicado en el presente numeral.

Las pruebas serán realizadas en presencia de un Ingeniero Inspector de la Dirección General de Electricidad, quien certificará el resultado de éstas.

6.1 Protocolo de Pruebas para Recepción de Obras en Centrales Hidroeléctricas

6.1.1 En obras civiles

Deberá verificarse que las principales obras de Ingeniería Civil como:

- Presa
- Aliviadero
- Bocatoma
- Desarenador
- Canales
- Túneles
- Cámara de carga y/o pozo piezométrico

Cumplan con los requisitos de diseño del proyecto aprobado, para lo cual se solicitará a la Empresa Supervisora de las obras, un informe sobre la ejecución de los trabajos y cumplimiento de las especificaciones técnicas.

6.1.2 En el sistema de regulación y control hidráulico.

6.1.2.1 Deberá verificarse que el sistema de regulación y control hidráulicos, neumáticos, etc. Actúe dentro de los períodos de seguridad previstos por los protocolos de prueba en fábrica, de modo que garanticen la seguridad y eficiencia a la instalación hidráulica.

6.1.2.2 Específicamente deberá verificarse la operación de válvulas de compuerta en la toma y cámara de carga y válvulas tipo mariposa y esférica en la tubería forzada.

6.1.3 En la tubería forzada y regulador de la velocidad de la turbina.

6.1.3.1 Deberá verificarse la estanqueidad de las juntas en los tramos de tubería forzada y a lo largo de la misma.

6.1.3.2 Deberá verificarse que el tiempo de cierre del distribuidor de la turbina y la velocidad del agua en la tubería forzada sean los indicados en las especificaciones técnicas, de modo que no se produzcan sobre presiones indebidas por golpe de ariete.

6.1.3.3 Deberá verificarse la presión y velocidad de agua en el tubo difusor.

6.1.4 En la Turbina

Deberá verificarse que las velocidades de embalamiento o fuga de la turbina estén enmarcados dentro de las especificaciones técnicas del protocolo de fábrica debiendo tomarse como valores referenciales los siguientes :

Para turbinas Pelton de 1.8 – 1.9 de la Velocidad Nominal.

Para turbinas Francis de 3 a 2.2. de la Velocidad Nominal.

Para turbinas Kaplan de 2.5 a 2.8 de la Velocidad Nominal.

El objeto de esta prueba será verificar las especificaciones técnicas del regulador de velocidad.

6.1.5 En el equipamiento electromecánico

6.1.5.1 Verificar que las características del equipamiento eléctrico del sistema de generación, control, medición y protección sea el mismo que el indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.

6.1.5.2 Verificar que el equipo electromecánico instalado tenga el nivel de aislamiento previsto en las especificaciones técnicas del proyecto.

6.1.5.3 Verificar la operación de los relés de la protección principal y secundaria contra perturbaciones en la terna o ternas de salida y perturbaciones internas.

6.1.6 Comprobación de la idoneidad del Personal Técnico que administrará la Central Hidroeléctrica.

6.2 **Protocolo de Pruebas y Recepción de Obras de una Central Termoeléctrica a Turbinas de Vapor.**

6.2.1 En el Sistema de Generación y Utilización de vapor, verificar y constrar con las especificaciones técnicas del proyecto:

6.2.1.1 La temperatura del vapor a la entrada de la turbina en °C.

6.2.1.2 La presión del vapor a la entrada de la turbina kg/cm².

- 6.2.1.3 La presión del vapor en el condensador en kg/cm^2 .
- 6.2.1.4 El consumo de vapor por grupo en t/hora.
- 6.2.1.5 El consumo de calor en la turbina en K cal/kWh ó en BTU/kWh.
- 6.2.1.6 El consumo total de combustible a plena carga kg/hora.
La elevación de temperatura del agua en $^{\circ}\text{C}$ para :
 - $\frac{1}{4}$ de carga
 - $\frac{1}{2}$ de carga
 - $\frac{3}{4}$ de carga
 - Plena carga (de ser posible)
- 6.2.1.7 Calcular la eficiencia total de la planta a plena carga.

6.2.2 En el equipamiento electromecánico

- 6.2.2.1 Verificar que las características del equipamiento eléctrico del sistema de generación, control, medición y protección sea el mismo que el indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- 6.2.2.2 Verificar la operación de los relés de la protección principal y secundaria contra perturbaciones en la terna o ternas de salida y perturbaciones internas.
- 6.2.2.3 Comprobación de la idoneidad del Personal Técnico que administrará la Central Termoeléctrica a turbina a Vapor.

6.3 Protocolo de Pruebas y recepción de Obras de una Central termoeléctrica a Turbina de Gas.

El protocolo de pruebas necesario para la recepción de obras en una central termoeléctrica a turbina de gas, consistirá en las verificaciones y contrastaciones a efectuarse en las siguientes etapas del grupo turbocompresor:

- 6.3.1 Antes del arranque de la unidad.- Antes del arranque de la unidad contrastar con los protocolos de fábrica y especificaciones técnicas del proyecto.
 - 6.3.1.1 Que los ductos de gas y aire y sus respectivas conexiones estén listas para su operación.

- 6.3.1.2 Que el sistema de lubricación constituido por bombas, filtros de aceite, tanque lubricante hayan sido inspeccionados.
 - 6.3.1.3 Que el flujo de aceite para los drenajes de los rodajes sea visible mediante los respectivos indicadores de aceite. Si en los indicadores los flujos de aceite lubricantes no son visibles, la turbina no debe ser arrancada.
 - 6.3.1.4 Que el estado de todos los termocuplas en el registrador o indicador de temperaturas esté apto para su operación.
- 6.3.2 Durante el giro inicial contrastar con los protocolos de fábrica y especificaciones técnicas del proyecto
- 6.3.2.1 Si hay ruidos extraños por rozamiento deberá pararse inmediatamente la unidad si éstos persisten.
 - 6.3.2.2 La temperatura del lubricante en las salidas de los rodajes, se puede permitir incrementos de temperatura de hasta 15° C, a falta de especificación técnica
 - 6.3.2.3 Los niveles de vibración, mediante el empleo de un estroboscopio en cm/seg.
- 6.3.3 Durante el encendido contrastar con los protocolos de fábrica y especificaciones técnicas del proyecto:
- 6.3.4.1 La ausencia de fuga de combustible en las toberas y en las líneas de combustibles.
 - 6.3.4.2 El encendido óptimo en las cámaras de combustión.
- 6.3.4 Durante la velocidad de régimen contrastar con los protocolos de fábrica y especificaciones técnicas del proyecto :
- 6.3.4.1 Los niveles de vibración en cm/sg que no deberán ser superiores a 1.27 cm/sg (0.5 pulg. Por sg.) a falta de especificación técnica.

6.3.4.2 Las indicaciones de los termocuplas dentro de los rangos del respectivo instrumento.

6.3.4.3 El disparo por sobre velocidad antes de cargar la unidad, lo que se hace acelerando la unidad hasta la velocidad de disparo.

6.3.4.4 Temperatura de los gases de entrada a la turbina en °C.

6.3.4.5 Temperatura de los gases de escape en °C

6.3.4.6 Eficiencia isentrópica del compresor

6.3.4.7 Consumo específico de combustible en Kg/kWh.

6.3.4.8 Flujo de aire requerido en t/hora.

6.3.4.9 El nivel de ruido de los gases de escape en decibeles.

6.3.4.10 Los dispositivos de control de humo que reduzcan la polución ambiental.

6.3.5 Parada y período de enfriamiento.- Después de la marcha inicial, parar la unidad de acuerdo al procedimiento normal de parada y haciéndola girar por algún tiempo para permitir un enfriamiento uniforme en el rotor de la turbina que impedirá su desbalanceo por flexionamiento.

6.3.6 En el equipamiento electromecánico.-

6.3.6.1 Verificar que las características del equipamiento eléctrico del sistema de generación, control, medición y protección sea el mismo que el indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.

6.3.6.2 Verificar que el equipo electromecánico instalado tenga el nivel de aislamiento previsto en las especificaciones técnicas del proyecto

6.3.6.3 Verificar la operación de los relés de la protección principal y secundaria contra perturbaciones en la terna o ternas de salida y perturbaciones internas.

6.3.7 Comprobación de la idoneidad del Personal Técnico que administrará la Central Termoeléctrica a Turbina de Gas.

6.4 Protocolo de Pruebas y Recepción de Obras en una Central Termoeléctrica Diesel

6.4.1 Deberá verificarse que el equipo electromecánico de la Central haya sido instalado según los planos y especificaciones técnicas aprobadas.

6.4.2 grupo : Motor primo – Generador

Deberá verificarse y contrastarse con lo indicado en el protocolo de pruebas de fábrica.

6.4.2.1 Que la nivelación del grupo: motor – primo generador esté encuadrado dentro de los límites de tolerancia respectivos.

6.4.2.2 La magnitud de la flecha del eje motor primo – generador, debiendo determinarse ésta, mediante un flexímetro.

6.4.2.3 La calibración de las válvulas y la compresión por cilindro.

6.4.2.4 La temperatura del agua de refrigeración al ingreso y salida de la máquina no debiendo ser mayor a 11 °C, a falta de especificaciones técnicas.

6.4.2.5 El calor de los gases de los escape para la determinación de la calidad de la combustión

6.4.2.6 La operación del regulador de “velocidad – combustible - carga” para $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ de carga.

6.4.2.7 El consumo específico de combustible en gr/HP/hora ó gr/kWh.

6.4.2.8 El consumo específico del lubricante en gr/kWh.

6.4.2.9 La temperatura de los gases de escape (que para los cilindros individuales no debe tener una diferencia mayor a 25°C a falta de especificaciones técnicas).

6.4.2.10 La temperatura del aceite a la salida del motor no deberá sobrepasar a 65° C, a falta de especificaciones técnicas.

6.4.2.11 La presión del aceite del motor

6.4.2.12 Las lecturas de los manómetros de presión ubicados en los sitios indicados de las bombas de agua.

6.4.2.13 El estado de los niveles, botellas de aire de arranque, filtros, tubo soplador observando la estanqueidad de los sistemas de combustible, aceite, agua, aire a los cilindros y aire de arranque.

El decrecimiento anormal del nivel es una prueba del hecho de que el lubricante se escapa del sistema.

- 6.4.2.14 La prueba de dureza del agua, la prueba de PH averiguando si el agua tiene suficiente cantidad protectora contra la corrosión.
- 6.4.2.15 La amplitud de oscilación del bloque de fundamento del grupo no debiendo pasar los siguientes valores:
hasta 500 rpm.: amplitud vertical de la oscilación del bloque de 0.1-0.15 mm y la amplitud horizontal es de 0.15 – 0.2 mm.
- 6.4.2.16 La potencia efectiva del motor Diesel para una ubicación geográfica específica, considerando los siguientes parámetros:
 - altura sobre el nivel del mar
 - temperatura del aire (°C)
 - humedad del aire

6.4.3 instalaciones electromecánicas

- a. Verificar que las características del equipamiento eléctrico del sistema de generación, control, medición y protección sea el mismo que el indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- b. Verificar que el equipo electromecánico instalado tenga el nivel de aislamiento previsto en las especificaciones técnicas del proyecto.
- c. Verificar la operación de los relés de la protección principal y secundaria contra perturbaciones en la terna o ternas de salida y perturbaciones internas.

6.4.4 Comprobación de la idoneidad del personal técnico que administrará la Central Diesel.



"Año de la Producción"

Resolución *Directoral* 138-F6-EH-DGE 19 Octubre 1976

CONSIDERANDO :

Que es necesario establecer normas para el control en la ejecución de obras en centrales eléctricas y protocolos de prueba para su recepción ;

Con la opinión favorable del Director de Servicios Eléctricos;

SE RESUELVE :

ARTICULO UNICO .- Aprobar la Norma No. 010-CC-1 para el control en la ejecución de obras en centrales eléctricas y protocolo de pruebas para su recepción, que conste de seis (6) títulos y diez (10) páginas.

Regístrese y comuníquese.

Mario Gallego Aguirre
ING. MARIO GALLEGU AGUIRRE
Presidencia



[Signature]
Director General de Electricidad

JOE/mdelc/ngf-

A-e-b 21-10-76