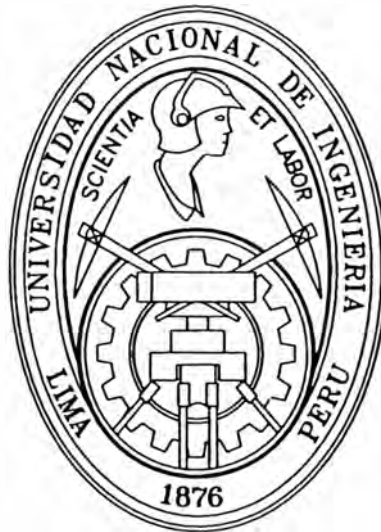


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PLANEAMIENTO DEL MONTAJE
ELECTROMECAÁNICO DE LA AMPLIACIÓN DE UNA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE 100MW**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

MÁXIMO AUGUSTO JO ITURRIZAGA

PROMOCIÓN 2005-II

LIMA-PERU

2010

CONTENIDO

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcances	4
CAPÍTULO 2: PREMISAS DEL MONTAJE	5
2.1 Definiciones	5
2.2 Información y Alcance del Proyecto	9
2.3 Características del Grupo Turbina – Generador	13
CAPÍTULO 3: OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS	18
3.1 Organización del Proyecto	18
3.2 Equipos para el Montaje	21
3.3 Mano de Obra	24
CAPÍTULO 4: EJECUCIÓN DEL PROYECTO	27
4.1 Estructura Detallada de Trabajo (EDT)	27
4.2 Cronograma del Proyecto	29
4.3 Descripción de la Ejecución del Proyecto	35

CAPÍTULO 5: COSTOS Y PRESUPUESTOS	60
5.1 Suministro de Equipamiento	60
5.2 Mano de Obra	61
5.3 Equipos Mayores	61
5.4 Equipos Menores	62
5.5 Supervisión	63
5.6 Resumen	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	70

PRÓLOGO

El presente informe consta de cinco capítulos que a continuación se detallan:

En el primer capítulo se brinda una introducción al presente informe, se da una pequeña reseña de lo que pasó anteriormente en el proyecto así como se explican las razones por las cuales y para las cuales se está ejecutando el proyecto así como sus alcances y limitaciones.

El segundo capítulo brinda la base de la comprensión del informe, se dan algunas definiciones básicas propias del lenguaje utilizado en la Gestión del Proyecto, así como el alcance del proyecto en toda su magnitud, además de las acotaciones necesarias del alcance del presente informe.

En el tercer capítulo se encuentran definidos los recursos que se requieren para poder desarrollar el proyecto de la mejor forma, tanto de actuar directo como indirecto y apoyo. Se define la estructura necesaria de gestión, así como de equipamiento y recursos humanos.

El cuarto capítulo se limita a explicar en sí el planeamiento de la proyecto: el cómo de debe hacer, qué se necesita y cuándo se necesita. Se define la Estructura

Detallada de Trabajo que nos permite dimensionar el alcance de trabajo, se define el plazo, así como, la forma como debemos desarrollar el proyecto.

Y el quinto capítulo, muestra de forma referencial el costo del equipamiento a instalar, así como, el costo que va a conllevar todo el desarrollo del montaje del Grupo Turbina – Generador.

Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones que han surgido del desarrollo del presente informe.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La Central Hidroeléctrica Machu Picchu fue construida para una potencia instalada de 115 MW a través de dos etapas construidas en diferentes fechas:

- *La primera etapa*, albergaba dos unidades Francis de 20 MW cada una y fueron instaladas en los años 1961 y 1962.
- *La segunda etapa*, contaba con 3 unidades tipo Pelton de 25 MW cada una y empezó a operar desde 1985.

Debido a restricciones en el túnel de aducción, solo era permitido conducir 37 m³/s en lugar de los 39.5 m³/s correspondiente al caudal de diseño total de las turbinas, por lo que la central sólo podía producir 107 MW.

Como resultado del alud del 27 de Febrero de 1998, el río Vilcanota fue represado por el volumen estimado de 28 millones de metros cúbicos de material aluvial, dando como resultado la sobre elevación del nivel del agua en 50 metros y la inundación de las dos cavernas que albergaban las unidades y las obras de superficie en esta zona (compuestas por el patio de llaves y el edificio de montaje y mando de la central); quedando fuera de servicio por 3 años.

Desde el año 2001 la central cuenta con 3 unidades Pelton repotenciadas de aproximadamente 33 MW cada una. Dicho proyecto fue llamado “Rehabilitación de la C.H. Machu Picchu - Fase I”.

1.2 OBJETIVO

Determinar el planeamiento del montaje electromecánico de la ampliación de una central hidroeléctrica de 100 MW, definiendo su alcance, la utilización de los recursos y estableciendo el plazo de ejecución.

1.3 ALCANCES

Planeamiento de la Ejecución del Montaje Electromecánico del Grupo Turbina – Generador del Proyecto de Rehabilitación de la C.H. Machu Picchu en su segunda fase.

CAPÍTULO 2

PREMISAS DEL MONTAJE

2.1 DEFINICIONES

A continuación, se muestran las principales definiciones, relacionadas a la gestión de proyectos, que permitirán un mejor entendimiento del presente informe:

2.1.1 Proyecto

Es un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y de finalización, con un objetivo y requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de plazo, costo y recursos.

2.1.2 PMI (Project Management Institute)

Asociación profesional para la Gestión de Proyectos sin fines de lucro más grande del mundo, con más de 260.000 miembros en 171 países. Entre sus principales objetivos se encuentran formular estándares profesionales, generar conocimiento a través de la investigación, y promover la Gestión de Proyectos como profesión a través de sus programas de certificación.

2.1.3 PMBOK (Project Management Body of Knowledge)

Estándar en la Gestión de Proyectos desarrollado por el PMI. Es un intento por documentar y estandarizar información y prácticas generalmente aceptadas en la Gestión de Proyectos.

2.1.4 Planeamiento

Es el análisis a través del cual se determinan de manera integral las estrategias de gestión y ejecución del Proyecto. El planeamiento incluye el diseño del sistema de producción (estrategias de ejecución) y el análisis de los aspectos organizativos.

2.1.5 Alcance

Está definido por el Contrato y sus documentos relacionados (condiciones generales, condiciones específicas, condiciones comerciales, descripción de partidas, especificaciones técnicas, planos, calificaciones aceptadas y/o asumidas, etc.), y está conformado por todas las necesidades, requerimientos y obligaciones bajo las cuales fue adjudicado, debiendo incluir todos los trabajos requeridos y sólo los trabajos requeridos para completar el Proyecto.

2.1.6 Especificaciones Técnicas

Conjunto de requisitos técnicos establecidos por el Cliente y plasmados en el Contrato para la ejecución del Proyecto.

2.1.7 Programación

Es el desarrollo del plan de trabajo en mayor detalle, considerando los lineamientos del planeamiento, y tomando acciones que permitan que éste pueda ser ejecutado. Es el ejercicio a través del cual se asegura y protege el plan.

2.1.8 Estructura Detallada de Trabajo (EDT)

Es la estructura con la que se ordena el Proyecto para elaborar el Cronograma General.

2.1.9 Cronograma General

Representación gráfica de la secuencia y la duración de las actividades de un Proyecto.

2.1.10 Plazo

Período de tiempo acordado contractualmente para la terminación y entrega del proyecto. Término o tiempo señalado para alguna actividad.

2.1.11 Ruta Crítica

Conjunto y secuencia de actividades del cronograma general, cuya variación en la secuencia o duración puede alterar la duración total del proyecto, puesto que no poseen holgura.

2.1.12 Presupuesto

Previsión de gastos (costo) e ingresos (venta) generados por el proyecto. Permite a la organización del proyecto establecer prioridades y evaluar la consecución de sus objetivos.

2.1.13 Recurso

Elementos necesarios con que contará el proyecto para poder ejecutar las actividades que lo componen: mano de obra, materiales, equipos, etc.

2.1.14 Costo Directo

Es el costo de los recursos que se consumen directa e íntegramente en la producción y/o ejecución del Proyecto. Estos pueden ser materiales, mano de obra, equipos y subcontratas.

2.1.15 Costo Indirecto

Es el costo de los recursos y servicios necesarios para producir, pero no asociados a una tarea de producción específica, sino que sirven de soporte a la producción. Los Costos Indirectos también son conocidos como Gastos Generales.

2.1.16 Calidad

Grado en el que un conjunto de características de un producto o servicio cumple con los requisitos y/o necesidades técnicas del Cliente.

2.1.17 Aseguramiento de la Calidad (QA)

Conjunto de actividades orientadas a prevenir y anticipar el incumplimiento de los requisitos técnicos del Cliente antes que estos se produzcan.

2.2 INFORMACIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto está ubicado en el distrito de Machu Picchu, provincia de Urubamba, departamento del Cusco.

La Bocatoma (km 107 del ferrocarril Cusco – Central Hidroeléctrica) y la Casa de Máquinas (km 122 del ferrocarril Cusco – Central Hidroeléctrica) se encuentran en el valle del Río Urubamba, en la parte baja del complejo arqueológico Machu Picchu.

El proyecto de construcción se centra en áreas geográficas bien definidas (km. 107 y km 122 de la línea férrea), y que se ha dividido en frentes necesarios para administrar la totalidad de la obra:

2.2.1 Obras de Cabecera (km 107)

2.2.1.1 Bocatoma

- Comprende la ejecución de las Obras Civiles del Muro de Encauzamiento, Nueva Estructura de Toma; Modificación de la Toma Existente así como de los Desgravadores Existentes;

Construcción del Canal de Limpia, por delante de la Presa de Derivación existente la misma que no sufre variación alguna.

- Suministro y Montaje del equipamiento hidromecánico correspondiente según el pliego, compuertas y rejas de toma, así como embebidos en los desgravadores.

2.2.1.2 Desarenador

- Ejecución de Obras Civiles dos canales aductores en superficie, dos desarenadores en caverna con 2 naves cada uno, sistema de canales de purga y conexión al sistema existente del desarenador existente.
- Suministro y Montaje del equipamiento hidromecánico correspondiente, rejas finas, rejas tranquilizadoras y sistema de compuertas tipo Bieri o similar.

2.2.1.3 Túnel de Aducción

- Ejecución de las Obras Civiles de la Galería de Conexión de los desarenadores nuevos con el túnel aductor existente.
- Mejoramiento de las superficies del túnel aductor tanto en la zona de roca expuesta mediante revestimiento parcial de concreto

como en la zona revestida con concreto mediante revestimiento con acero. El trabajo implicará asimismo la paralización de la planta.

2.2.2 Casa de Máquinas (km 122)

2.2.2.1 Cámara de Carga Existente

- Ejecución de Obras Civiles de Modificación de la Cámara de Carga Existente, Modificación de la Galería de Demasías y las obras exteriores de la descarga de demasías, Ejecución de la Nueva Cámara de Carga, nueva Galería de demasías y empalme con la existente.

2.2.2.2 Tubería Forzada

- Ejecución de las Obras Civiles de la Nueva tubería forzada tramo en superficie y tramo en pique vertical subterráneo.
- Suministro y montaje de la tubería forzada tramo en superficie y en subterráneo. Hasta empalme con la Casa de Maquinas.

2.2.2.3 Casa de Máquinas

- Ejecución de las Obras Civiles de la Galería de Acceso horizontal y Pique Vertical; Nueva Casa de Máquinas, Galería de Conexión

con Caverna Existente que se convertirá en la Caverna de Transformadores, Galería de emergencia de conexión a la Casa de Máquinas existente en funcionamiento.

- Suministro y montaje de los equipos de generación eléctrica: Turbina, Generador Síncrono y Puentes Grúa (El presente informe se enfoca en los dos primeros).

2.2.2.4 Caverna de Transformadores

- Ejecución de las Obras Civiles de Conversión de la Casa de Máquinas antigua en Caverna de Transformadores.
- Subestación GIS, que albergará a 3 transformadores monofásicos 13.8/138 KV con potencia total de 3 x 40MVA.

2.2.2.5 Sistema de Descarga

- Ejecución de las Obras Civiles de la Galería de Descarga de la nueva casa de máquinas, conexión a la cámara de oleaje existente a través de un pique vertical corto, y trabajos de blindaje de las galerías de descarga existentes 1 y 2.

2.2.2.6 Obras Exteriores

- Comprende las obras exteriores de interconexión de la caverna de transformadores hacia el patio de llaves existente en operación, así como las obras de captación de obras subterráneas y misceláneas exteriores.

2.2.2.7 Conexión con la Subestación existente

- Comprende la conexión de la Subestación GIS con la Subestación 138 KV existente y con la Subestación 138/220 KV.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO TURBINA - GENERADOR

A continuación se detallan las características básicas requeridas del equipamiento electromecánico principal para garantizar la potencia en barras GIS 138kV de 98.33MW a un factor de potencia de 0.85.

2.3.1 Turbina

Se instalará una turbina tipo "Francis" de eje vertical directamente acoplada a su respectivo generador, con las siguientes características (Ver Tabla 2.1):

Concepto	Valores
Altura Neta Nominal	356.18 m
Caudal Nominal	31.0 m ³ /s
Caudal Mínimo de Operación	12.4 m ³ /s
Velocidad Nominal de Rotación	450 RPM
Potencia al Eje	101.35 MW
Recubrimiento	Carburo de Tungsteno SXH70 ≥ 0.4mm

Tabla 2.1: Datos Básicos de la Turbina

Aguas arriba, la turbina se acoplará a la tubería forzada de 2800mm de diámetro nominal a través de una válvula de cierre tipo esférica, de 1900mm de diámetro nominal, de accionamiento hidráulico (y una reducción de 2800mm a 1900mm entre ellos). Entre la turbina y la válvula de cierre se ha previsto una junta de desmontaje y una reducción.

En la Tabla 2.2 se detallan los componentes principales de la Turbina que resultan críticos para su montaje debido a sus grandes dimensiones y pesos:

Item	Descripción	Peso (ton)	Dimensiones (mm)
1	Anillo Fijo y Caja Espiral (1/2)	15.0	LxWxH = 6470x3840x1780
2	Anillo Fijo y Caja Espiral (2/2)	14.8	LxWxH = 6470x3290x1700
3	Eje Principal	11	$\varnothing \times L = 1230 \times 3540$
4	Anillo Inferior	8.5	$\varnothing \times L = 3200 \times 780$
5	Cubierta Superior	19	$\varnothing \times L = 3420 \times 1180$

Tabla 2.2: Dimensiones y Pesos de los componentes principales de la turbina

2.3.2 Generador

El generador eléctrico será del tipo síncrono, polos salientes, tipo cerrado, eje vertical y accionado por una Turbina Francis; con el neutro puesto a tierra a través de un transformador de distribución.

Las características principales se muestran en la tabla 2.3:

Concepto	Valores
Potencia Nominal Aparente	120 MVA
Factor de Potencia	0.85
Tensión Nominal	13.8 kV
Variación de Tensión	±5%
Frecuencia Nominal	60 Hz
Velocidad de Rotación	450 RPM
Clase de Aislamiento	F (Estator y Rotor)
Tipo de Refrigeración	Sistema cerrado de aire, enfriado en los intercambiadores de calor tipo agua – aire.

Tabla 2.3: Datos Básicos del Generador

En la Tabla 2.4 se detallan los componentes principales del Generador que resultan críticos para su montaje debido a sus grandes dimensiones y pesos:

Item	Descripción	Peso (ton)	Dimensiones (mm)
1	Bastidor del Rotor (3/3)	13.5	LxWxH = 5805x3150x2165
2	Araña de Rotor	15	\varnothing xL = 2550x2500
3	Eje Principal	12	\varnothing xL = 1150x2500
4	Eje Superior	14	\varnothing xL = 1100x4000
5	Cruceta Superior (con 4 brazos)	22	LxWxH = 6220x4140x1350
6	Cruceta Inferior	8	LxWxH = 3700x3700x715

Tabla 2.4: Dimensiones y Pesos de los componentes principales del Generador.

CAPÍTULO 3

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

3.1 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1.1 Gerente de Obra

Es responsable de la administración de la Construcción y coordinación del proyecto. Dentro de sus principales responsabilidades está:

- Representar a la empresa ante el cliente.
- Administrar las actividades de construcción del proyecto con calidad, seriedad, cumplimiento, seguridad y respeto al medio ambiente estipulados en el contrato.
- Coordinar los servicios de construcción tanto con la supervisión como con el cliente.
- Coordinar la interface de las obras civiles con las obras electromecánicas.
- Organización del Contratista en el sitio de las Obras.
- Coordinación de la Ingeniería de diseño, fabricación y montaje de los equipos hidromecánicos y electromecánicos necesarios para el proyecto.

- Organizar y suministrar los recursos necesarios para el correcto desarrollo de la construcción del proyecto.

El Gerente de Obra es asistido por las siguientes áreas: Producción, Técnica, Seguridad y Medio Ambiente, Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad, Administración y Mantenimiento; las mismas que le reportan directamente.

3.1.2 Residente de Obra

Responsable del Departamento de Producción. Reemplaza al Gerente de Obra en su ausencia y cuenta con los poderes suficientes y necesarios. Encargado de la coordinación con los diferentes departamentos del proyecto. El Residente de Obra es responsable de los dos sectores del proyecto: Bocatoma (km 107) y Casa de Máquinas (km 122). Reporta directamente al Gerente de Obra.

3.1.3 Superintendente de Obra km 107 / km 122

Responsable del Departamento de Producción en el km 107. Reemplaza al Residente de Obra en su ausencia por lo que cuenta con los poderes suficientes y necesarios. Encargado de la coordinación de los diferentes departamentos del proyecto en el km 107. Reporta directamente al Residente de Obra y Gerente de Obra.

3.1.4 Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

Es responsable del área de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente conjuntamente con el Gerente de Obra en los temas relacionados a seguridad y medio ambiente, reporta directamente al Gerente de Obra.

Lidera la preparación asesoría y evaluación de los planes específicas de seguridad y medio ambiente, tiene a su cargo todos los supervisores necesarios para el correcto desenvolvimiento del proyecto.

3.1.5 Jefe de Equipos

Será responsable de todo el plan de mantenimiento y disponibilidad de equipos. Coordinará estrecha y directamente con el Superintendente de Operaciones e informará al Gerente del Proyecto.

3.1.6 Jefe de Oficina Técnica

Estará a cargo de la Oficina de Técnica que apoyará con información necesaria para una buena ejecución del proyecto. Esta Oficina de Campo realizará conjuntamente con los Superintendentes la Programación de trabajo y posterior control, para lo que habrá un ingeniero encargado de la programación y reportes; metrados para requerimientos de material y valorizaciones, procesamiento de la topografía, valorizaciones, planos AS-BUILT, control de costos, reportes de gerencia, reportes de la Supervisión, etc. Contará con un grupo de ingenieros y técnicos encargados de las diferentes tareas. El Ingeniero Jefe de Oficina Técnica informará directamente al Gerente del Proyecto y coordinará estrechamente con el Superintendente de Obra.

3.1.7 Jefe de Administración y Finanzas

Es responsable de todo el trabajo administrativo, contabilidad, logística, recursos humanos, almacenes, etc. Informará directamente al Gerente del Proyecto.

3.1.8 Jefe de QA/QC (Aseguramiento y Control de Calidad)

Es responsable del Aseguramiento de Calidad y del Control de Calidad, encargado de liderar el programa de QA/QC del proyecto. Reporta directamente al Gerente de Obra.

3.2 EQUIPOS PARA EL MONTAJE

3.2.1 Equipos Mayores

N°	Descripción	Capacidad
1	Plataforma Extendible Goldhoffer	Variable
2	Camión Cama Baja	50 ton
3	Camión Tráiler Plataforma	30 ton
4	Camión Grúa	12 ton
5	Grúa Móvil Hidráulica	90 ton
6	Grúa Móvil Hidráulica	30 ton
7	Puente Grúa de Galería de Acceso	140 ton
8	Puente Grúa de Casa de Máquinas	200 ton
9	Máquina de Soldar Eléctrica	400 A
10	Máquina de soldar TIG	400 A

Tabla 3.1: Listado de equipos mayores principales

3.2.2 Equipos Menores

N°	Descripción	Capacidad
1	Andamios	
2	Equipos de Oxicorte X-31	
3	Esmeriles Eléctricos Angulares	
4	Gatas Hidráulicas	50 ton
5	Hornos Eléctricos para Soldadura	
6	Maletines de Herramientas	
7	Niveles Ópticos	
8	Tableros de Distribución Eléctrica	
9	Taladros Eléctricos Portátiles	1-1/4"
10	Tecles	5 ton
11	Tecles Ratchet	3 ton

Tabla 3.2: Listado de equipos menores principales

3.2.3 Herramientas Especiales para Turbina

- Tensor para el perno tensor del eje principal (2 juegos).
- Herramienta de Acoplamiento de Eje (2 juegos).
- Llaves de Momento M10-12-16-20-30 (1 juego).
- Llaves de Momento M36-42-56 (1 juego).
- Forma de Álabe (1 juego).
- Forma de Aleta Directriz (1 juego).
- Cable de elevación circular de nylon (1 juego).

- Cable de elevación plano de nylon (1 juego).
- Pernos con cabeza roscada (3 juegos).
- Gata (3 juegos).
- Herramienta de montaje y desmontaje para llave de seccionamiento de aleta directriz (1 juego).
- Herramientas para cambiar pasadores de seguridad (1 juego).
- Llave para aleta directriz (1 juego).

3.2.4 Herramientas Especiales para Generador

- Soporte para el ensamblado del bastidor del estator (1 juego).
- Medidor de redondez del núcleo apilado de estator (1 juego).
- Herramientas de apilado y conexión para el núcleo del estator (1 juego).
- Dispositivo de soldado con plata, incluyendo el generador de frecuencia intermedia (1 juego).
- Herramientas especiales para insertar la bobina del estator (1 juego).
- Soporte para ensamblar el rotor (1 juego).
- Medidor de redondez para ensamblar el rotor (1 juego).
- Herramientas de apilado y conexión del periférico del rotor (1 juego).
- Dispositivo de elevación de polos (1 juego).
- Cilindro extendido para ajustar tornillos de acoplamiento entre la pieza de centrado y el eje principal (1 juego).

- Llave de golpe, llaves inglesas especiales para cada corona, husillo y alisador (1 juego).
- Herramientas especiales para levantar el estator, el rotor y cada eje, sin incluir el balance del brazo del estator y el rotor (1 juego).
- Herramientas para desarmar e instalar cojinetes de empuje (1 juego).

3.3 MANO DE OBRA

3.3.1 Horas – Hombre de Montaje (HH)

Las Horas - Hombre totales de montaje estimadas se obtienen de la experiencia de cada empresa en el rubro, siendo así los siguientes ratios para el presente proyecto:

- ***Ratio de Montaje para Turbinas:*** 80 Horas – Hombre por Tonelada (HH/ton).
- ***Ratio de Montaje para Generadores:*** 70 Horas – Hombre por Tonelada (HH/ton).

Del Packing List (Ver Anexos), se obtienen los pesos para la Turbina y el Generador, por lo tanto:

$$\text{HH Turbina} = 80 \text{ HH/ton} \times 234.45 \text{ ton} = 18,756 \text{ HH}$$

$$\text{HH Generador} = 70 \text{ HH/ton} \times 425.10 \text{ ton} = 29,757 \text{ HH}$$

HH Totales Grupo Turbina – Generador = 48,513 HH

3.3.2 Composición de Cuadrilla Promedio

La composición de la Cuadrilla Promedio se muestra en la Tabla 3.3:

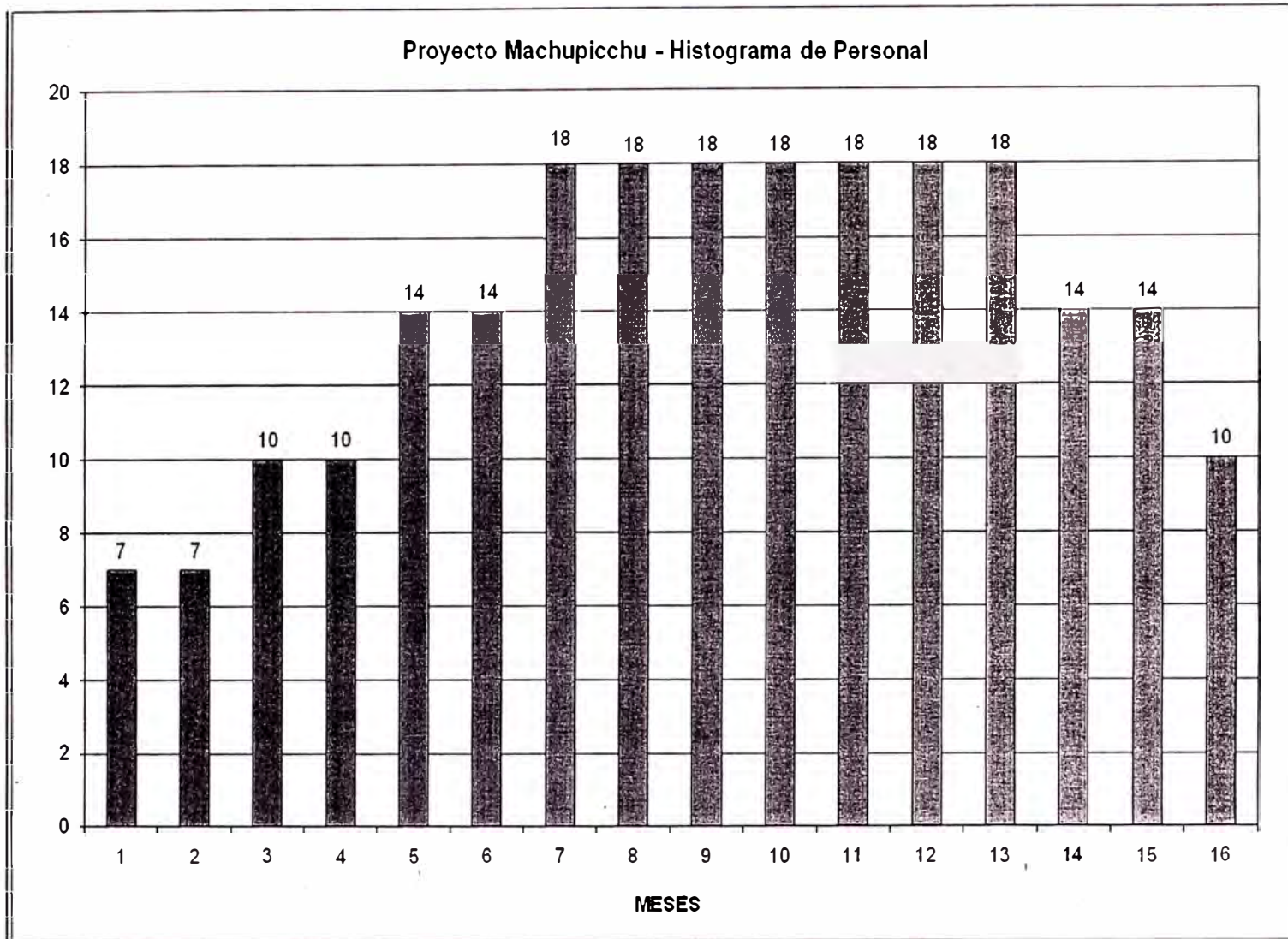
Mano de Obra	Total H-H	Total Personal
Capataz Electromecánico	3,465	1
Soldador Calificado 6-G	3,465	1
Mecánico Armador	6,930	2
Calderero	3,465	1
Maniobrista	3,465	1
Tubero	3,465	1
Oxigenista	3,465	1
Oficial Electromecánico	10,396	3
Ayudante Electromecánico	10,396	3
Totales	48,513	14

Tabla 3.3: Composición de Cuadrilla Promedio

3.3.3 Histograma de Personal

A continuación se muestra el Histograma de Personal correspondiente al montaje del grupo Turbina – Generador:

Ilustración 3.1: Histograma de Personal para Montaje de Grupo Turbina – Generador.



CAPÍTULO 4

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1 ESTRUCTURA DETALLADA DE TRABAJO (EDT)

Para la ejecución del Montaje del Grupo Turbina – Generador se ha definido la siguiente Estructura Detallada de Trabajo (EDT):

1	0	0	0	0	MACHUPICCHU PROJECT: TURBINE - GENERATOR GROUP INSTALLATION
1	1	0	0	0	INSTALLATION SCHEDULE FOR TURBINE
1	1	1	0	0	DRAFT TUBE ERECTION AND WELDING
1	1	1	1	0	DRAFT TUBE ELBOW ERECTION
1	1	1	2	0	POURING CONCRETE
1	1	1	3	0	DRAFT TUBE CONE ERECTION
1	1	1	4	0	POURING CONCRETE
1	1	1	5	0	CLEARING AND INSPECTION
1	1	2	0	0	STAYRING/SPIRAL CASE/PIT LINER ASSEMBLY
1	1	2	1	0	INSTALL STAYRING IN THE PIT
1	1	2	2	0	INSTALL SPIRAL CASE IN THE PIT
1	1	2	3	0	INSTALL PIT LINER
1	1	2	4	0	POURING CONCRETE
1	1	2	5	0	CLEARING AND INSPECTION
1	1	3	0	0	PREASSEMBLY DISTRIBUTOR
1	1	3	1	0	WICKET GATE ASSEMBLY
1	1	3	2	0	PREASSEMBLY GUIDE VANES AND ADJUST GAP
1	1	3	3	0	HEAD COVER ERECTION AND INSPECTION
1	1	3	4	0	INSPECTION AND CLEARING
1	1	4	0	0	DISTRIBUTOR FINAL ASSEMBLY
1	1	4	1	0	COUPLING MAIN SHAFT AND RUNNER
1	1	4	2	0	SERVOMOTOR ERECTION AND INSPECTION
1	1	4	3	0	COUPLING GENERATOR AND TURBINE
1	1	4	4	0	CHECK AND ADJUST THE GAP BETWEEN MAIN AND BEARINGS
1	1	4	5	0	CLEARING AND TEST(PRESSURE,TRIP)
1	1	5	0	0	GENERAL ASSEMBLY FOR TURBINE
1	1	5	1	0	INSTALL OIL-GAS-WATER PIPES SYS
1	1	5	2	0	AUTOMATION ELEMENTS ERECTION
1	1	5	3	0	CONTROL AND POWER CABLE LAYOUT
1	1	5	4	0	OTHER AUXILIARY PARTS ERECTION
1	1	5	5	0	CLEARING AND INSPECTION

1	2	0	0	0	INSTALLATION SCHEDULE FOR GENERATOR
1	2	1	0	0	EMBEDDED PARTS ERECTION OF GENERATOR
1	2	1	1	0	STATOR FOUNDATION ERECTION
1	2	1	1	1	STATOR BASE AND BASE BOLTS ERECTION
1	2	1	1	2	POURING CONCRETE
1	2	1	2	0	UPPER BRACKET FOUNDATION
1	2	1	2	1	UPPER BASE PLATES AND BASE BOLTS
1	2	1	2	2	POURING CONCRETE
1	2	1	3	0	LOWER BRACKET FOUNDATION
1	2	1	3	1	BRACKET BASE AND BASE BOLTS
1	2	1	3	2	POURING CONCRETE
1	2	1	4	0	CLEARING AND INSPECTION
1	2	2	0	0	STATOR ASSEMBLY
1	2	2	1	0	STATOR FRAME COMBINATION AND WELDING
1	2	2	2	0	ADJUST CENTER/LEVEL/ELEVATION OF STATOR FRAME
1	2	2	3	0	STATOR CORE ASSEMBLY
1	2	2	3	1	DOVETAIL BARS ERECTION AND ADJUST
1	2	2	3	2	BOTTOM CLAMPER ERECTION AND CLAMPING FINGER WELDING
1	2	2	3	3	STATOR LAMINATION
1	2	2	3	4	STATOR CORE CLAMPING
1	2	2	4	0	CLEARING AND INSPECTION
1	2	2	5	0	STATOR COIL ASSEMBLY
1	2	2	5	1	STATOR WINDING SUPPORT RING ERECTION
1	2	2	5	2	STATOR BOTTOM COIL INSERT
1	2	2	5	3	STATOR TOP COIL INSERT
1	2	2	5	4	STATOR WEDGE ERECTION
1	2	2	6	0	INSPECTION AND TEST
1	2	3	0	0	ROTOR ASSEMBLY
1	2	3	1	0	ADJUST ROTOR SPIDER HUB LEVER
1	2	3	2	0	RIM BOTTOM PLATE ERECTION AND WELDING
1	2	3	3	0	RIM LAMINATION AND ROUNDNESS ADJUSTMENT
1	2	3	4	0	RIM TOP CLAMPING PLATE ERECTION
1	2	3	5	0	RIM CLAMPING
1	2	3	6	0	RIM KEY ERECTION AFTER CALEFACTION
1	2	3	7	0	POLE ASSEMBLY
1	2	3	8	0	ROTOR LEAD ASSEMBLY
1	2	3	9	0	BRAKE RING ERECTION
1	2	3	9	9	CLEARING /PAINTING/TEST
1	2	4	0	0	GENERAL ASSEMBLY
1	2	4	1	0	LOWER BRACKET PREASSEMBLY
1	2	4	2	0	LOWER BRACKET ASSEMBLY
1	2	4	2	1	ADJUST LEVEL/CENTER AND ELEVATION
1	2	4	2	2	LOWER BEARING COOLER ERECTION
1	2	4	2	3	LOWER BEARING PADS ERECTION
1	2	4	2	4	OIL MIST SEAL ERECTION
1	2	4	3	0	UPPER BRACKET PRE ASSEMBLY
1	2	4	4	0	UPPER BRACKET ASSEMBLY
1	2	4	4	1	UPPER BEARING COOLER ERECTION
1	2	4	4	2	UPPER BEARING PADS ERECTION
1	2	4	4	3	OIL MIST SEAL ERECTION
1	2	4	5	0	TRUST BEARING ASSEMBLY
1	2	4	5	1	TRUST BEARING COOLER ERECTION
1	2	4	5	2	TRUST BEARING PADS ERECTION AND LEVEL ADJUSTMENT
1	2	4	5	3	TRUST COLLAR AND TRUST RUNNER ERECTION
1	2	4	6	0	COLLECTOR RING ERECTION
1	2	4	7	0	BRAKE AND JACK SYS ERECTION
1	2	4	8	0	CLEARING/INSPECTION/TEST

1	2	5	0	0	AUX SYS ASSEMBLY
1	2	5	1	0	OIL-WATER PIPE SYS FOR UPPER AND LOWER BRACKET
1	2	5	2	0	OIL-WATER PIPE SYS FOR TRUST BEARING
1	2	5	3	0	OIL-GAS SYS FOR BRAKE AND JACK SYS
1	2	5	4	0	HIGH PRESSURE OIL SYS ERECTION
1	2	5	5	0	TERMINAL CONTROL TANK
1	2	5	6	0	HEATER IN THE PIT
1	2	5	7	0	AUTOMATION ELEMENTS ERECTION
1	2	5	8	0	OTHER AUXILIARIES ERECTION

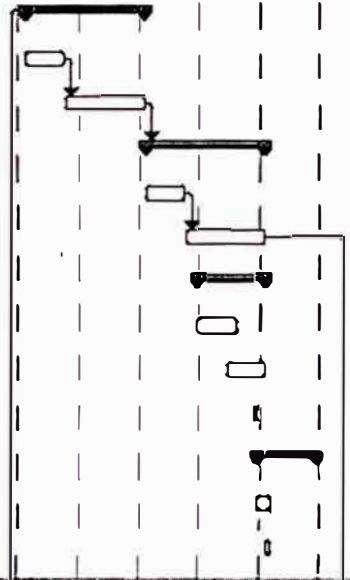
Ilustración 4.1: Estructura Detallada de Trabajo

4.2 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

A continuación, se muestra el cronograma de actividades para el montaje del Grupo Turbina – Generador. Cabe resaltar que las duraciones de cada actividad se encuentran en días laborables (de Lunes a Viernes).

Project - Machu Picchu

Id	C	Codigo	Task Name	Duration	Comienzo	Fin	Calendar																		
							ar	23 may	25 jun '11	26 sep	28 nov	30 ene	03 abr	05 jun	07 ago	09 oct									
							S	M	V	L	J	D	X	S	M	V	L	J	D	X	S	M	V	L	J
24	H	11440	CHECK AND ADJUST THE GAP BETWEEN MAIN AND BEARINGS	7 dias	lun 19/09/11	mar 27/09/11																			
25	H	11450	CLEARING AND TEST(PRESSURE,TRIP)	5 dias	lun 26/09/11	vie 30/09/11																			
26		11500	GENERAL ASSEMBLY FOR TURBINE	14 dias	vie 30/09/11	jue 20/10/11																			
27	H	11510	INSTALL OIL-GAS-WATER PIPES SYS	5 dias	vie 30/09/11	vie 07/10/11																			
28	H	11520	AUTOMATION ELEMENTS ERECTION	5 dias	mie 05/10/11	mie 12/10/11																			
29	H	11530	CONTROL AND POWER CABLE LAYOUT	4 dias	lun 10/10/11	vie 14/10/11																			
30	H	11540	OTHER AUXILIARY PARTS ERECTION	4 dias	vie 14/10/11	jue 20/10/11																			
31	H	11550	CLEARING AND INSPECTION	2 dias	mar 18/10/11	jue 20/10/11																			
32		12000	INSTALLATION SCHEDULE FOR GENERATOR	318.97 dias	lun 02/08/10	jue 20/10/11																			
33		12100	EMBEDDED PARTS ERECTION OF GENERATOR	180 dias	lun 02/08/10	vie 08/04/11																			
34		12110	STATOR FOUNDATION ERECTION	90 dias	lun 02/08/10	vie 03/12/10																			
35	H	12111	STATOR BASE AND BASE BOLTS ERECTION	30 dias	lun 02/08/10	vie 10/09/10																			
36	H	12112	POURING CONCRETE	60 dias	lun 13/09/10	vie 03/12/10																			
37		12120	UPPER BRACKET FOUNDATION	90 dias	lun 06/12/10	vie 08/04/11																			
38		12121	UPPER BASE PLATES AND BASE BOLTS	30 dias	lun 06/12/10	vie 14/01/11																			
39		12122	POURING CONCRETE	60 dias	lun 17/01/11	vie 08/04/11																			
40		12130	LOWER BRACKET FOUNDATION	51.03 dias	jue 27/01/11	vie 08/04/11																			
41	H	12131	BRACKET BASE AND BASE BOLTS	30 dias	jue 27/01/11	jue 10/03/11																			
42	H	12132	POURING CONCRETE	30 dias	lun 28/02/11	vie 08/04/11																			
43	H	12140	CLEARING AND INSPECTION	3 dias	lun 28/03/11	jue 31/03/11																			
44		12200	STATOR ASSEMBLY	44.03 dias	jue 31/03/11	mie 01/06/11																			
45	H	12210	STATOR FRAME COMBINATION AND WELDING	10 dias	jue 31/03/11	jue 14/04/11																			
46	H	12220	ADJUST CENTER/LEVEL/ELEVATION OF STATOR FRAME	5 dias	lun 11/04/11	vie 15/04/11																			



Project - Machu Picchu

Id	Codigo	Task Name	Duracion	Comienzo	Fin	ar	23 may	25 jul '1	26 sep	28 nov	30 ene	03 abr	05 jun '1	07 ago	09 oct			
						S	M	V	L	J	D	X	S	M	V	L	J	D
93	12540	HIGH PRESSURE OIL SYS ERECTION	3 dias	lun 10/10/11	mie 12/10/11													
94	12550	TERMINAL CONTROL TANK	3 dias	mie 12/10/11	lun 17/10/11													
95	12560	HEATER IN THE PIT	3 dias	lun 17/10/11	mie 19/10/11													
96	12570	AUTOMATION ELEMENTS ERECTION	1 dia	mar 18/10/11	mie 19/10/11													
97	12580	OTHER AUXILIARIES ERECTION	1 dia	mie 19/10/11	jue 20/10/11													

4.3 DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.3.1 Transporte del Grupo Turbina – Generador

En la siguiente ilustración, se muestra la ubicación del proyecto:



Ilustración 4.2: Ubicación del Proyecto.

Por lo tanto, existen 2 alternativas para poder transportar los equipos:

Alternativa A:

Acceso Puerto Callao – Cusco:

Por vía asfaltada desde el Puerto Callao (km 0.00) pasando por Ica, Nazca, Puquio, Challhuanca y Abancay hasta el Cusco; con una longitud total de 1180 km.

Acceso Cusco – C.H. de Machupicchu:

Por vía férrea desde Cusco (km 0.00) - Ollantaytambo (km 68.0) - Aguas Calientes (km 110.0) - Hidroeléctrica Machupicchu (km 122); con una longitud total de 122 km o alternativamente por carretera afirmada desde Ollantaytambo hasta la Hidroeléctrica vía Santa Teresa.

Alternativa B:

Acceso Puerto Matarani – Cusco:

Por vía asfaltada desde el Puerto Matarani (km 0.00) pasando por Arequipa (km 121.00) y Juliaca hasta el Cusco; con una longitud total de 951 km.

Acceso Cusco – C.H. de Machupicchu:

Por vía férrea desde Cusco (km 0.00) - Ollantaytambo (km 68.0) - Aguas Calientes (km 110.0) - Hidroeléctrica Machupicchu (km 122); con una longitud total de 122 km o alternativamente por carretera afirmada desde Ollantaytambo hasta la Hidroeléctrica vía Santa Teresa.

Cabe indicar que la carretera, en general, se desplaza por topografía accidentada por lo cual las características técnicas del trazo en planta y elevación, corresponden a una vía de Tercera Clase. El tipo de terreno por el cual se desplaza la vía es el típico de la zona (ceja de selva), compuesto por material rocoso, con zonas puntuales de material suelto y de roca maciza.

En el sector Sta. María – Sta. Teresa, gran parte de la vía se desplaza sobre grandes cadenas de cerros que conforman la cuenca del río Vilcanota, siguiendo una ruta en ascensos y descensos con desarrollos que han servido para evitar zonas difíciles (farallones, zonas de roca, etc.).

Casi toda la vía se desplaza por terrenos cubiertos de vegetación densa y de regular altura entre Santa María y Santa Teresa, disminuyendo de Santa Teresa a la Central Hidroeléctrica.

4.3.2 Montaje de la Turbina

4.3.2.1 Programa de Instalación de la Turbina

En la ilustración 4.3 se muestra paso a paso la instalación de la turbina en un diagrama de bloques.

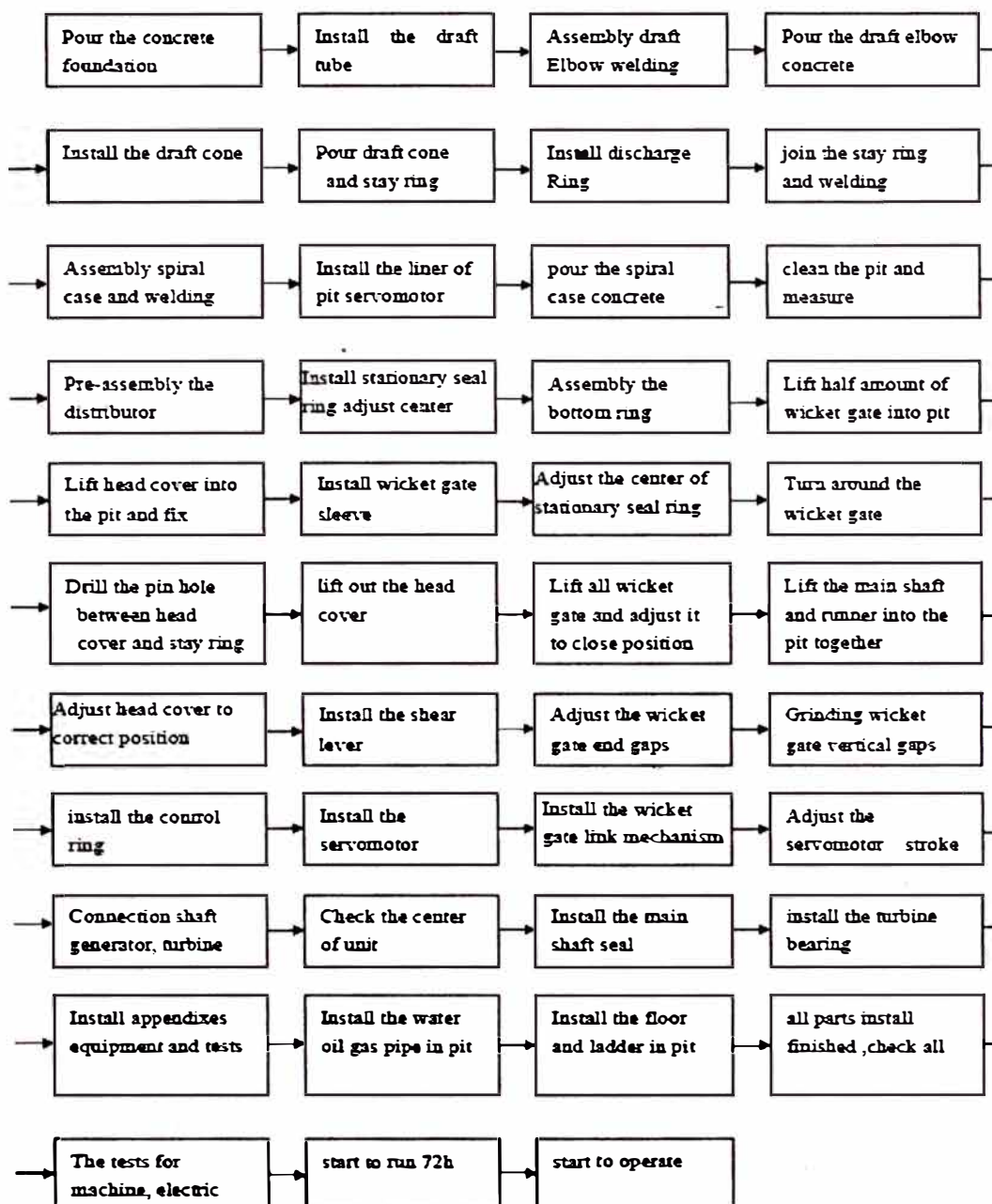


Ilustración 4.3: Programa de Instalación de la Turbina

4.3.2.2 Procedimiento Gráfico de Instalación de la Turbina

Secuencia 1: Transportar y levantar las secciones del codo del tubo de aspiración en el pozo de acuerdo con su secuencia de montaje en los planos de diseño. Ajustar su posición dentro de las tolerancias

requeridas. Luego, fijar firmemente el codo del tubo de aspiración alrededor de su superficie exterior y soldar los espacios de unión entre dos secciones adyacentes. Antes de vaciar el concreto, se debería soldar varios anclajes alrededor de la superficie exterior de manera uniforme y colocar suficientes refuerzos dentro del codo de tubo de aspiración; luego vaciar el concreto de la primera fase a una velocidad aprobada.

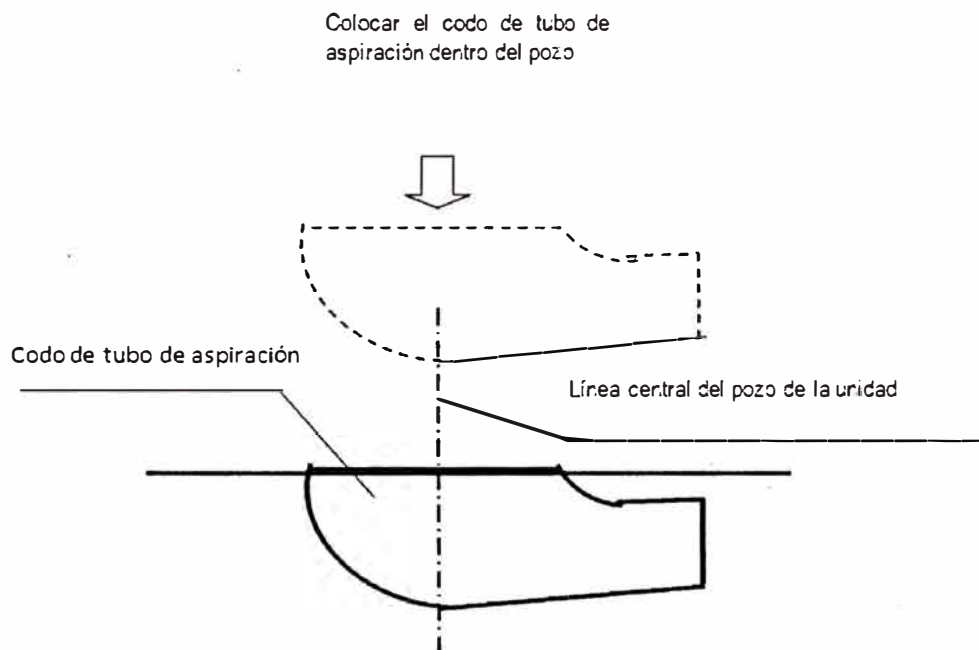


Ilustración 4.4: Secuencia 1 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 2: Montar los segmentos del tubo de aspiración en su totalidad o en algunas secciones apropiadas de acuerdo con las dimensiones de montaje de los planos de diseño fuera del pozo. Transportar y levantar sobre la entrada circular superior del codo del tubo de aspiración. Ajustar su posición(es) y el descentramiento(s) entre el cono y el codo del tubo de aspiración y dos secciones

adyacentes del cono del tubo de aspiración. Después de verificar la posición y descentramiento calificados, fijar firmemente el cono del tubo de aspiración alrededor de la superficie exterior. Ajustar el espacio(s) de unión entre el cono y el codo del tubo de aspiración y dos secciones adyacentes del cono del tubo de aspiración. Soldar varios anclajes alrededor de la superficie exterior y colocar apropiadamente suficientes refuerzos dentro. Luego, vaciar concreto alrededor de la superficie exterior del cono del tubo de aspiración y los pedestales del anillo distribuidor a una velocidad aprobada.

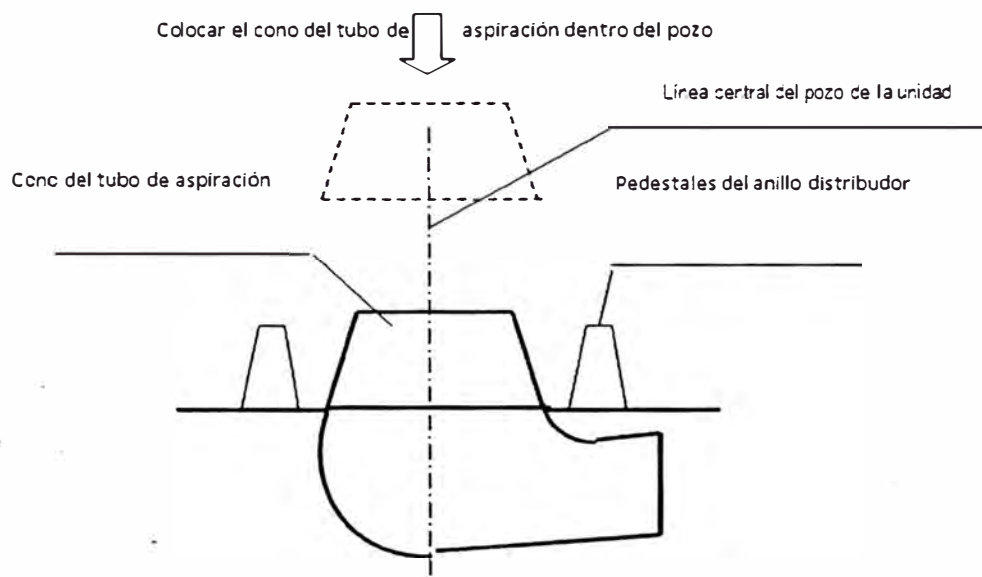


Ilustración 4.5: Secuencia 2 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 3: Establecer una plataforma de montaje con un área suficiente en una nave de montaje. Montar los segmentos del anillo distribuidor de acuerdo con los valores de todas las dimensiones de montaje sobre la plataforma. Colocar algunos refuerzos apropiados dentro y proceder con la soldadura cumpliendo con las instrucciones

específicas para soldadura. Transportar y bajar el anillo distribuidor a los pedestales del anillo distribuidor y ajustar su centro, dirección, elevación y nivel dentro de las holguras de montaje. Finalmente, fijar con firmeza todo el anillo distribuidor.

Además del método antes mencionado, se puede utilizar el siguiente: transportar directamente y bajar los segmentos del anillo distribuidor por separado a los pedestales del mismo en vez de utilizar la plataforma de montaje.

Si el anillo de descarga está separado con el anillo distribuidor, montar los segmentos del anillo de descarga en su totalidad fuera del pozo de la unidad. Transportar y colocar dentro del pozo después de cortar correctivamente la parte compensatoria de la entrada del cono del tubo de aspiración y ajustar su posición antes de colocar el anillo distribuidor dentro del pozo de la unidad. Después de concluir el montaje del anillo distribuidor, unir el anillo de descarga con el anillo distribuidor con pernos o soldadura.

Secuencia 4: Montar los segmentos de una misma sección de la caja espiral en su totalidad y soldar los espacios de unión entre dos segmentos adyacentes de acuerdo con el manual de instalación y las instrucciones específicas para soldadura sobre una plataforma de montaje adecuada fuera del pozo de la unidad. Transportar y bajar las secciones de la caja espiral al pozo. Instalarlas con el anillo distribuidor desde la sección localizada y la sección terminal hasta la

sección compensatoria. Ajustar las dimensiones de montaje de cada sección y los descentramientos entre las secciones y las placas de transición del anillo distribuidor y cada par de secciones adyacentes de la caja espiral calificada.

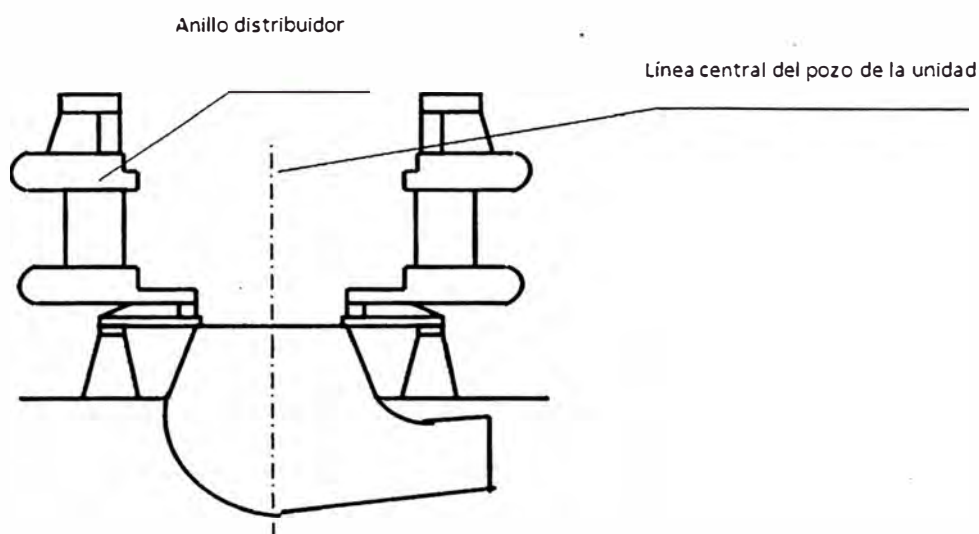


Ilustración 4.6: Secuencia 3 de Instalación de la Turbina.

Luego, fijar las secciones bien ajustadas y soldar los espacios de unión entre las secciones y las placas de transición de acuerdo con las instrucciones específicas para soldadura. Después de la soldadura, es necesario proceder con NDI para todas las costuras de soldadura.

Instalar especialmente todos los equipos y elementos del ensayo de presión hidrostática de manera temporal. De acuerdo con el manual de instrucciones específico para el ensayo de presión hidrostática en el lugar, realizar con precisión las secuencias de dicho ensayo hasta concluirlo totalmente. Manteniendo una cierta

presión aprobada en la caja espiral, vaciar concreto para la caja espiral y el anillo distribuidor.

Montar y ajustar el revestimiento del pozo. Después de verificar el alineamiento del montaje del revestimiento calificado, fijarlo a la brida superior del anillo distribuidor con pernos o soldadura.

Inspeccionar y certificar todas las tuberías pre-empotradas sin que falte ninguna y presentan alguna deformidad, y luego completar toda la segunda etapa de concreto.

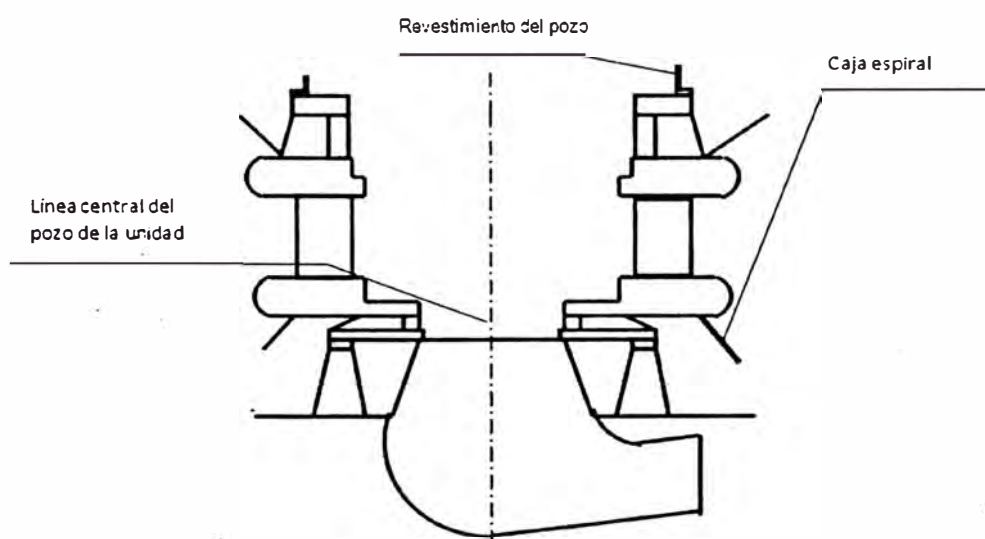


Ilustración 4.7: Secuencia 4 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 5: Pre-montaje del Distribuidor

A: Montar los segmentos del anillo cortante en su totalidad de acuerdo con las holguras para sus dimensiones totalmente

montadas, sobre una plataforma adecuada en una nave de montaje. Transportar y bajar el anillo cortante completo hasta que esté en contacto con el anillo distribuidor y el anillo de descarga. Alinear su centro, dirección, elevación y nivel de acuerdo con las holguras de montaje.

B: Insertar por lo menos la mitad de álabes giratorios en sus correspondientes agujeros de cojinete en el anillo cortante por separado y de manera uniforme.

C: Montar los segmentos de la cubierta superior en su totalidad de acuerdo con las holguras para sus dimensiones totalmente montadas, sobre una plataforma adecuada en una nave de montaje. Transportar y colocar la cubierta superior sobre el anillo distribuidor, pasando por los vástagos superiores de los álabes giratorios insertados en la cubierta inferior. Alinear su centro, dirección, elevación y nivel de acuerdo con las holguras de montaje.

D: Verificar si se puede hacer girar fácilmente los álabes giratorios insertados en la cubierta inferior con un pequeño momento de torsión. Tampoco se puede permitir una tendencia regular a la inclinación de estos álabes giratorios. Si es necesario, deben realizarse algunos realineamientos correctivos hasta eliminar completamente estos defectos.

E: Después de concluir el pre-montaje del distribuidor, fijar la cubierta inferior al anillo de descarga con pernos y hacer los agujeros para los pasadores posicionadores entre el anillo cortante y en anillo distribuidor y el anillo distribuidor y la cubierta superior, poner estos pasadores. Finalmente, sacarla cubierta superior del pozo.

AVISO: DESDE ESTE MOMENTO, LA LÍNEA CENTRAL DE LA CUBIERTA INFERIOR FUNCIONARÁ COMO LÍNEA CENTRAL DE TODA LA UNIDAD Y NO COMO LÍNEA CENTRAL DEL POZO DE LA UNIDAD.

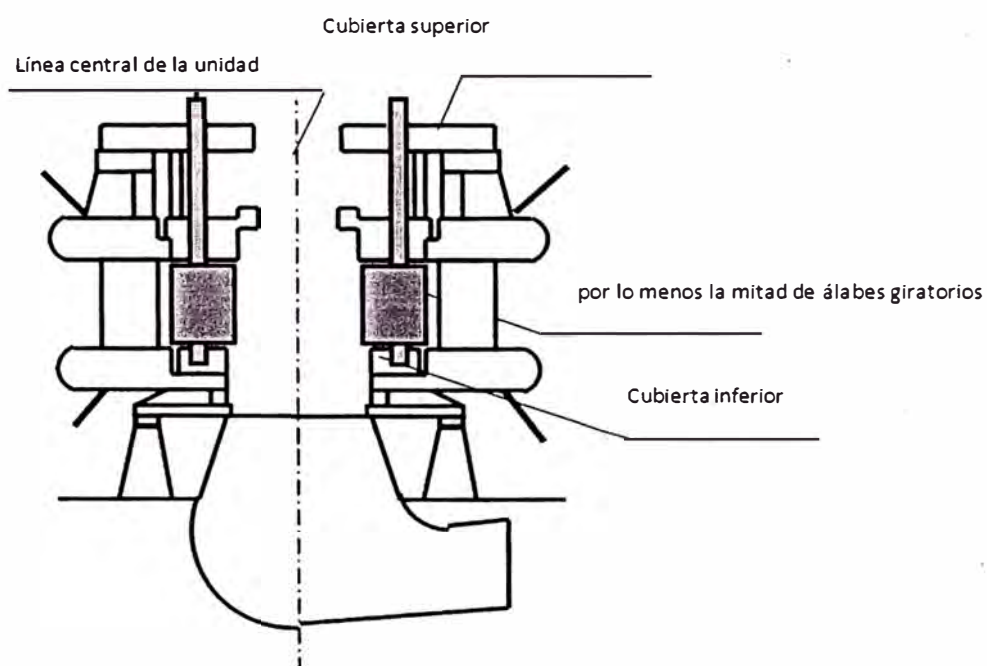


Ilustración 4.8: Secuencia 5 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 6: Conectar el eje principal y el rodete con pernos y reforzando los pernos de acoplamiento especiales hasta alcanzar

cierto valor de elongación de diseño, sobre una plataforma de montaje particular en una nave de servicio. Utilizando una herramienta de elevación especial, transportar y colocar la totalidad del eje principal y el rotor dentro del pozo colocándolos sobre la placa circular inferior del anillo de descarga. Alinear su centro y elevación en un grado permitido apropiado de desviaciones para su colocación temporal.

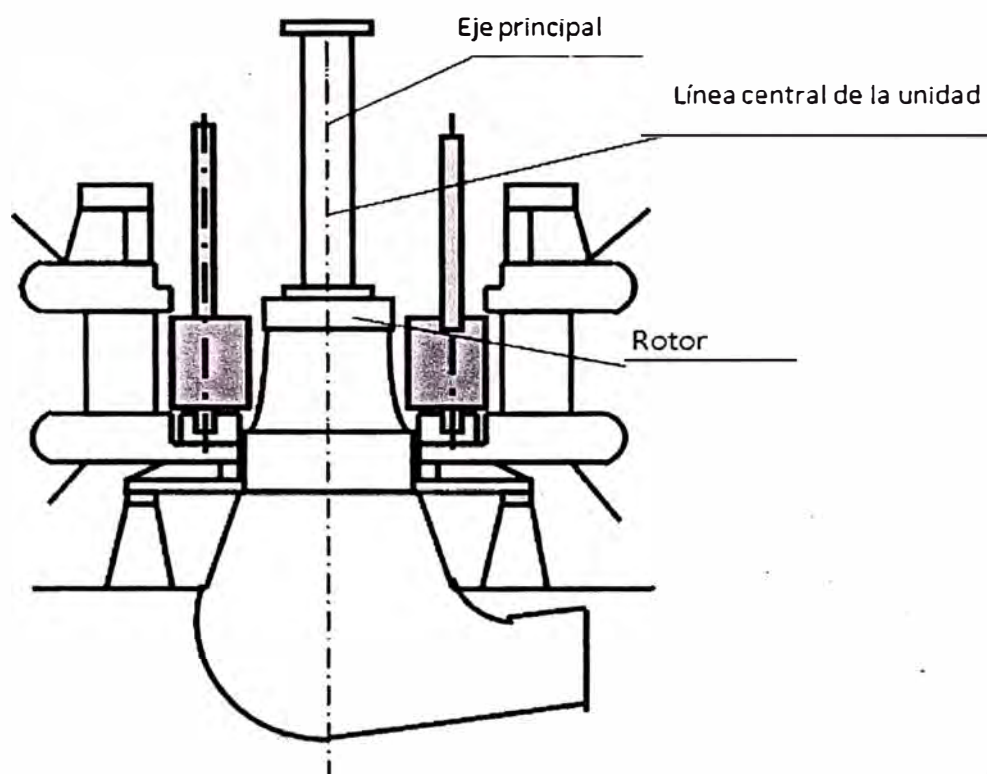


Ilustración 4.9: Secuencia 6 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 7: Insertar el resto de álabes giratorios que no fueron utilizados en el pre-montaje del distribuidor, en sus correspondientes agujeros de cojinete en la cubierta inferior. Volver a transportar y colocar la cubierta superior dentro del pozo a lo largo de los

pasadores, ubicándola precisamente en la posición alineada en el pre-montaje del distribuidor. Montar los demás componentes del distribuidor.

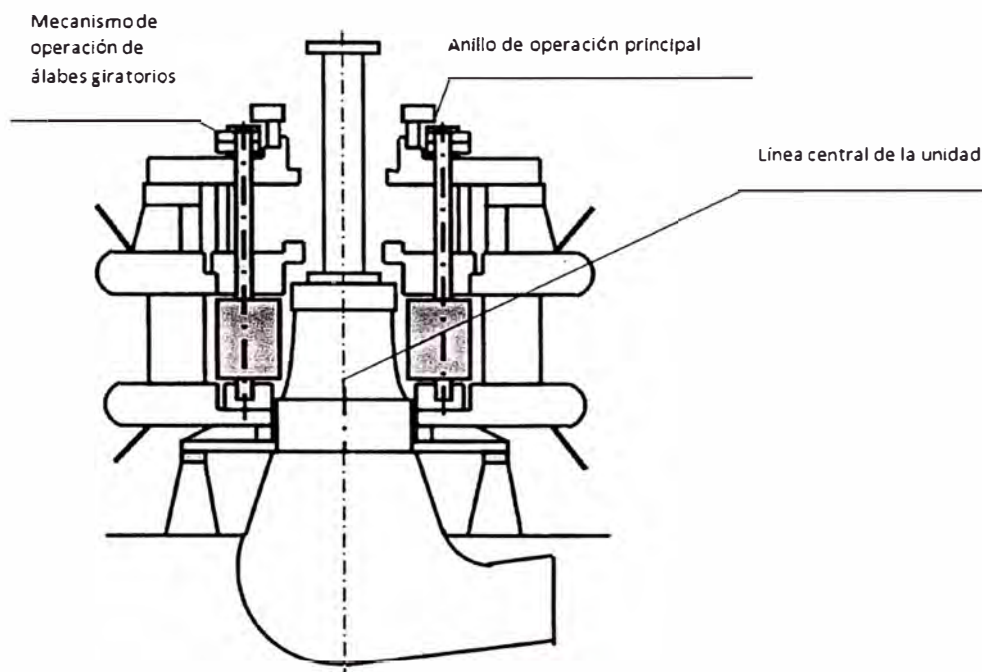


Ilustración 4.10: Secuencia 7 de Instalación de la Turbina.

Secuencia 8: Se debería esperar que se realice un ensayo de descentrado para el rodete individualmente. Después de verificar si los resultados son satisfactorios, unir el eje principal con el rodete o el eje del generador con pernos o reforzando los pernos de acoplamiento especiales hasta alcanzar cierto valor de elongación de diseño. Luego, realizar un ensayo de descentrado para toda la porción giratoria, incluyendo el rotor, el eje principal, el rodete, etc., inspeccionando si el valor de descentrado de todo el sistema del eje cumple con los requisitos de operación. De acuerdo con las

conclusiones, montar y ajustar el cojinete guía de la turbina y el sello del eje principal.

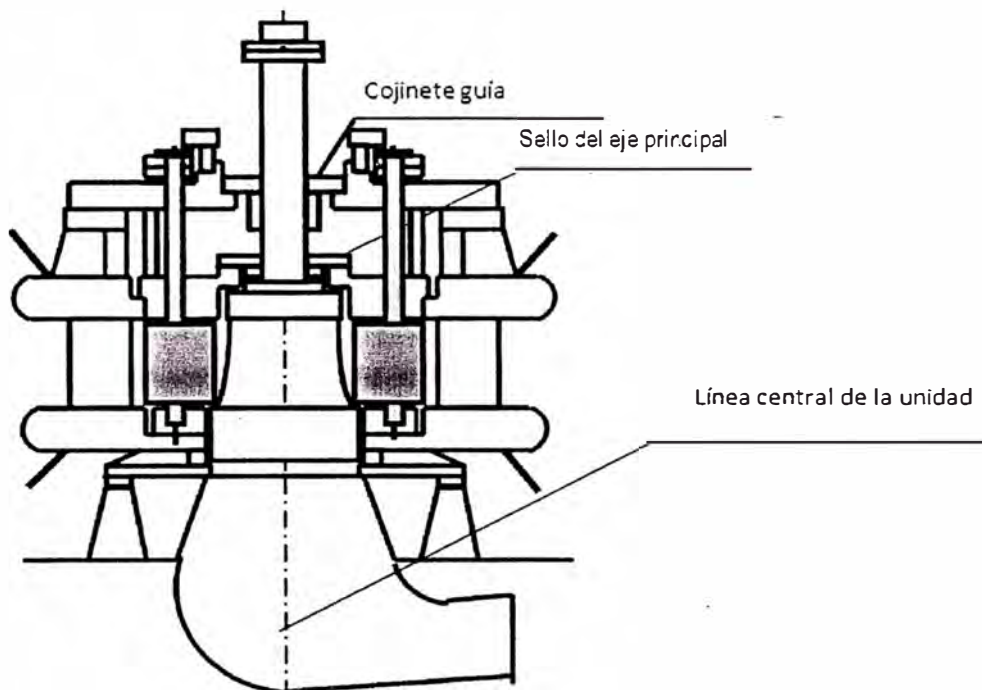


Ilustración 4.11: Secuencia 8 de Instalación de la Turbina.

Especificaciones 9: Montar los sistemas de aceite, agua y gas, y el equipo auxiliar y partes automáticas. Todos los recipientes y tuberías de presión requieren un ensayo de presión y todas las partes automáticas tienen que ser calibradas.

Después de concluir todo el trabajo de montaje de la unidad, realizar la puesta en servicio de esta unidad de acuerdo con las instrucciones particulares hasta que hayan transcurrido 72 horas sucesivas de operación satisfactoria. Si se presentan defectos y

accidentes durante el período de puesta en servicio, detener esta prueba y verificarlos y repararlos.

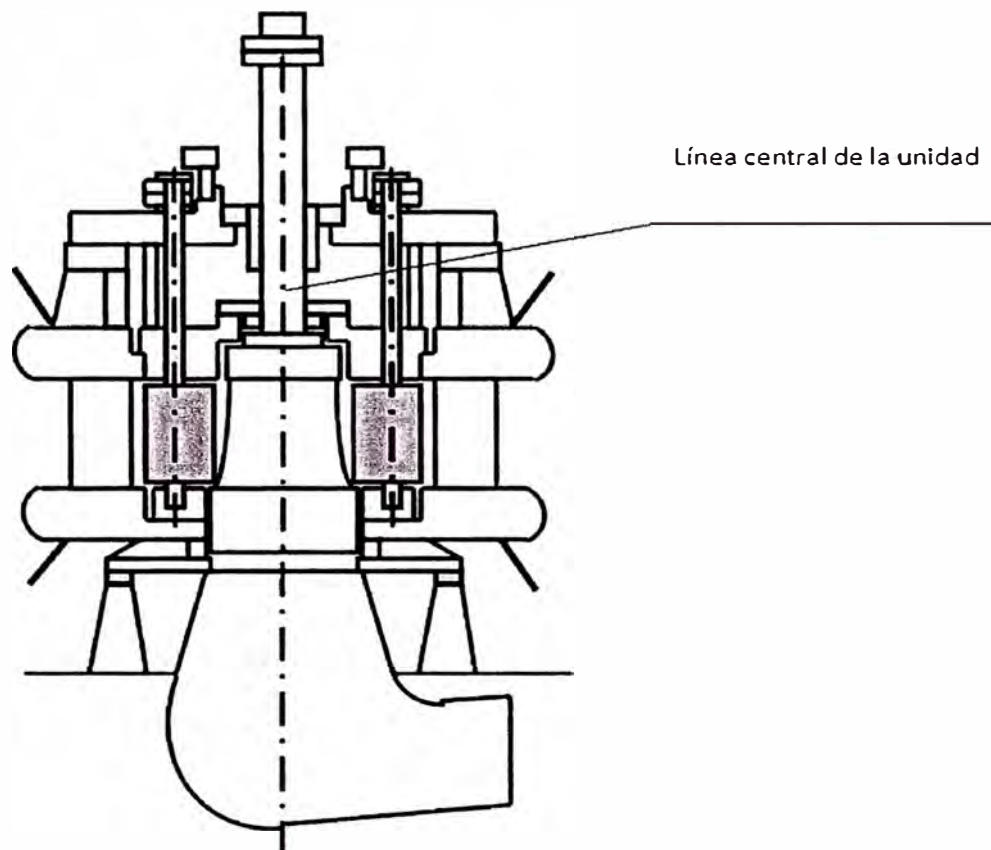


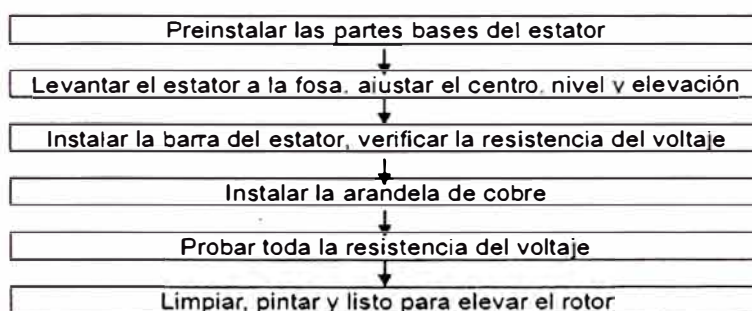
Ilustración 4.12: Secuencia 9 de Instalación de la Turbina.

4.3.3 Montaje del Generador

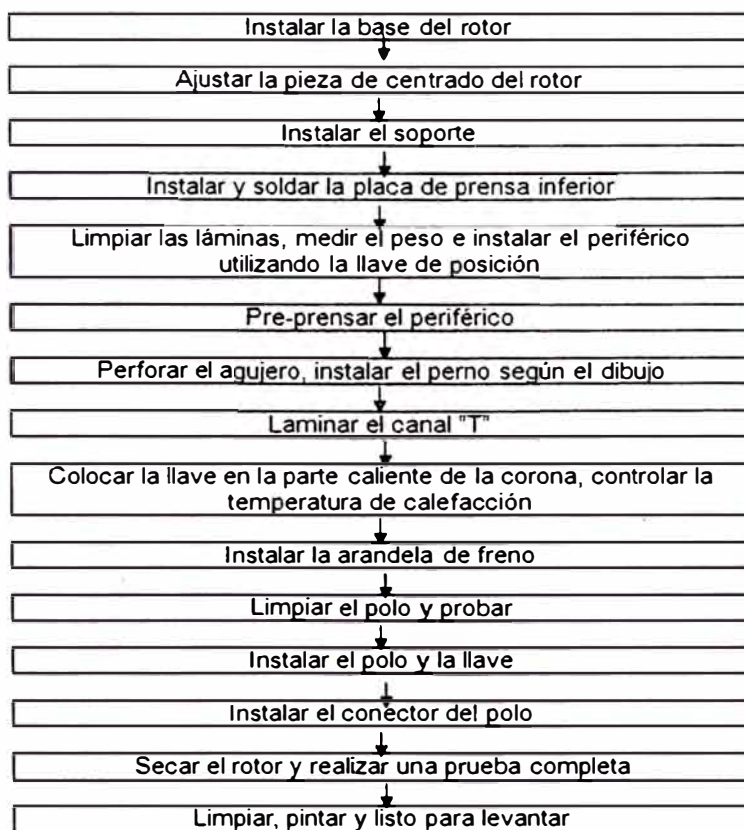
4.3.3.1 Programa de Instalación de la Generador

Paso 1: Procedimiento de Pre-instalación del Generador

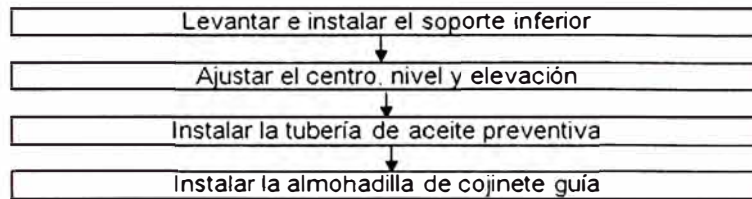
Paso 1.1: Procedimiento de Pre-instalación del estator



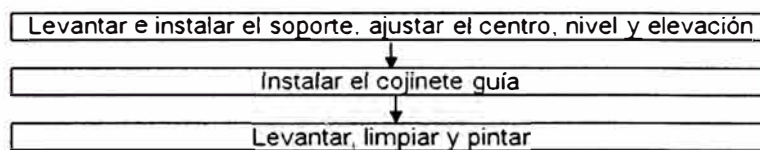
Paso 1.2: Procedimiento de Ensamblaje del estator



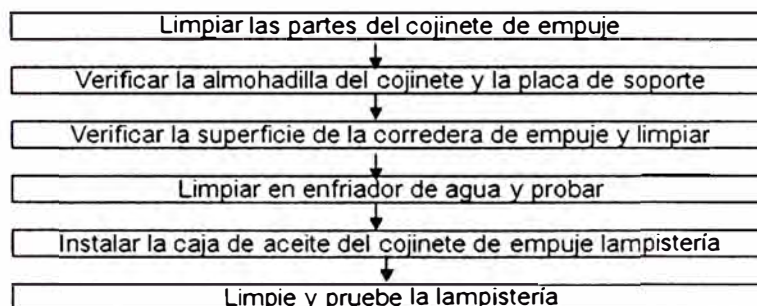
Paso 1.3: Procedimiento de Pre-ensamblado del Soporte Inferior



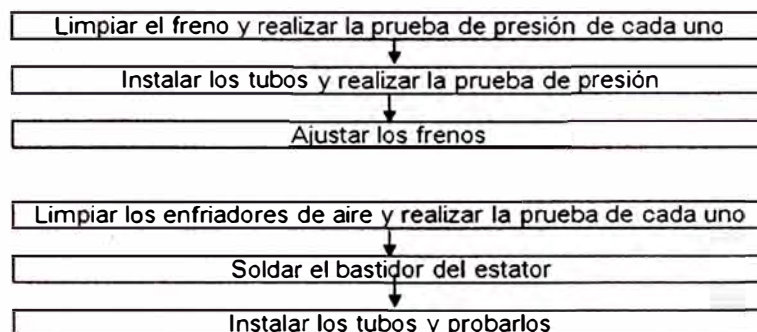
Paso 1.4: Procedimiento de Pre-ensamblado del Soporte Superior



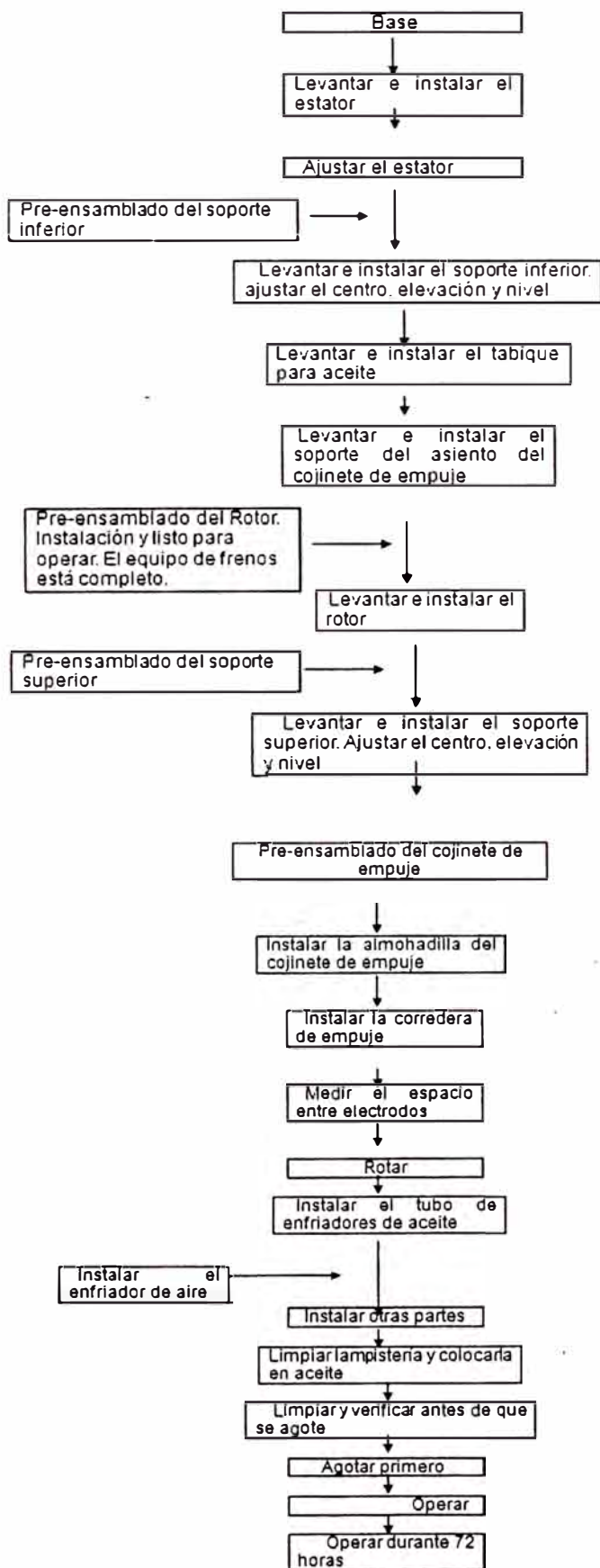
Paso 1.5: Pre-instalación de Cojinete de Empuje



Paso 1.6: Instalación de Partes restantes



Paso 2: Procedimiento de Ensamblado del Generador



4.3.3.2 Procedimiento Gráfico de Instalación del Generador

Secuencia 1: Montaje de la Base

1. Ver los dibujos de la base, inspeccionar la limpieza y elevación de la base.
2. En base a los registros antes mencionados, registrar todas las desviaciones en la tarjeta de inspección. Verificar los datos con el contratista de la Obra Civil.
3. Ajustar el nivel de la placa base del soporte inferior, y la placa base del estator.

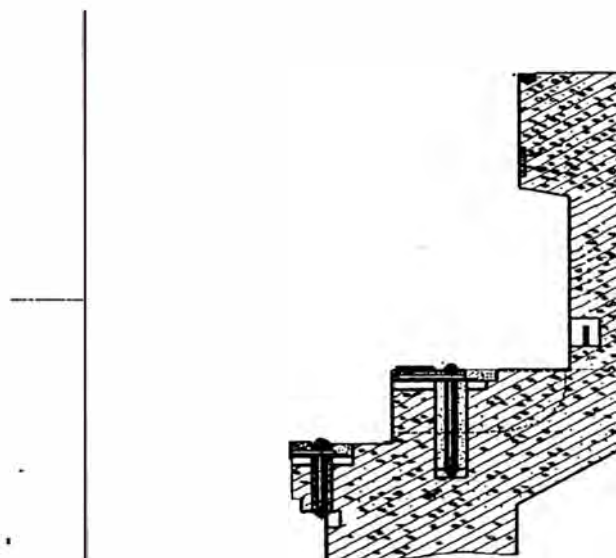


Ilustración 4.13: Secuencia 1 de Instalación de Generador.

Secuencia 2: Levantamiento, colocación y ajuste del estator.

4. La turbina le ha dado al generador el centro de datos del montaje y los datos de montaje de elevación.

5. Los componentes grandes de la turbina han sido instalados por completo.
6. Utilizar herramientas especiales, levantar el núcleo del estator, ensamble y colóquelo en la máquina de fosas.
7. Ajustar la elevación central del estator y el nivel para cumplir los requisitos. Luego, llevar a cabo la segunda etapa. Verter el concreto y construir la base del estator.

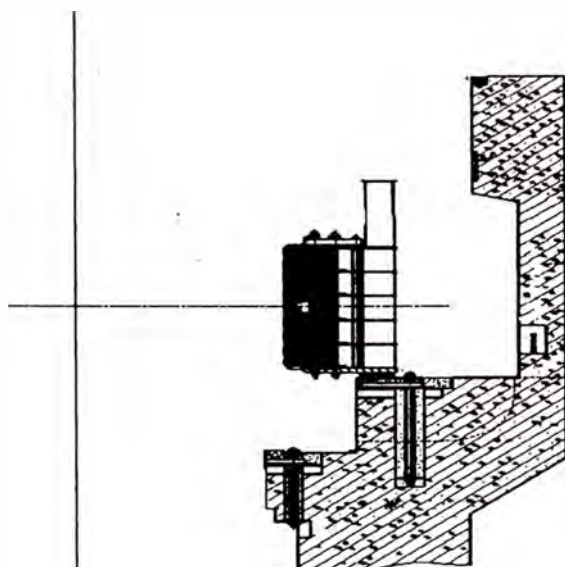


Ilustración 4.14: Secuencia 2 de Instalación de Generador.

Secuencia 3: Insertar las barras de bobinas del estator.

8. Instalar las abrazaderas.
9. Colocar las barras del estator.
10. Soldar las juntas de conexión de las barras.
11. Instalar la barra conductora.
12. Probar y pintar.

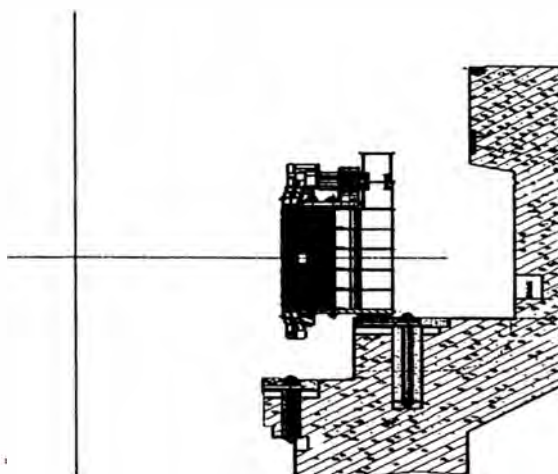


Ilustración 4.15: Secuencia 3 de Instalación de Generador.

Secuencia 4: Montaje del freno y soporte inferior

13. Antes de montar el soporte inferior, instalar la retenedora de aceite del reservorio de aceite del cojinete de empuje
14. Levantar el soporte inferior y colocarlo en la fosa, ajustar el centro, elevación y nivel.
15. Después de cumplir con los requisitos de centrado, elevación y nivelación, verter y construir la segunda etapa de concreto para el soporte inferior.
16. Instalar el tanque de aceite elástico en el pedestal del cojinete guía.
17. Instalar el freno y el conducto.
18. Producir la presión de aceite del freno.

Secuencia 5: Montaje del rotor

19. Antes de levantar y colocar el rotor, ajustar la elevación del recubrimiento más alto del freno al valor apropiado, y se genere la presión de aceite en el freno.

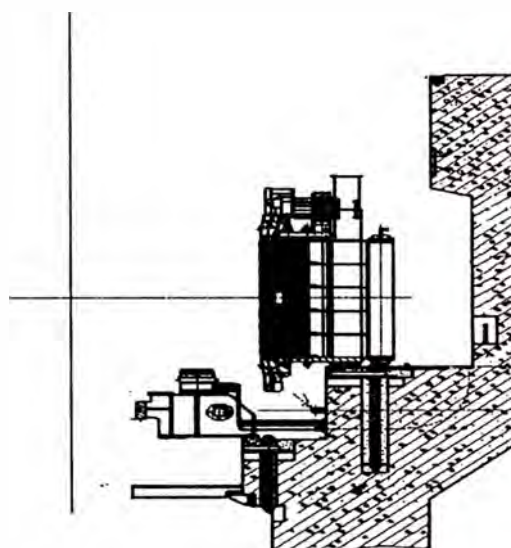


Ilustración 4.16: Secuencia 4 de Instalación de Generador.

20. Por medio de herramientas para levantar especiales, levantar el rotor y colocarlo en la fosa.
21. Conectar el cojinete de empuje al rotor.
22. Conectar el eje del generador al rotor.
23. Conversión de la fuerza de empuje.

Secuencia 6: Pre-ensamblado del cojinete guía inferior

24. Instalar el reservorio de aceite del cojinete guía inferior.
25. Pre-ensamblar el cojinete guía inferior.

Secuencia 7: Montaje del Soporte Superior

26. Levantar e instalar el soporte superior.

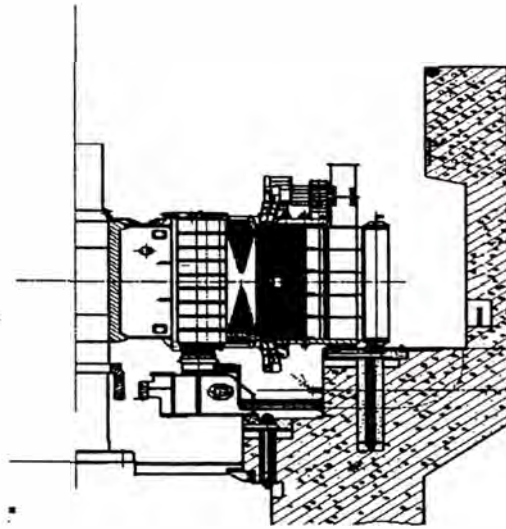


Ilustración 4.17: Secuencia 5 de Instalación de Generador.

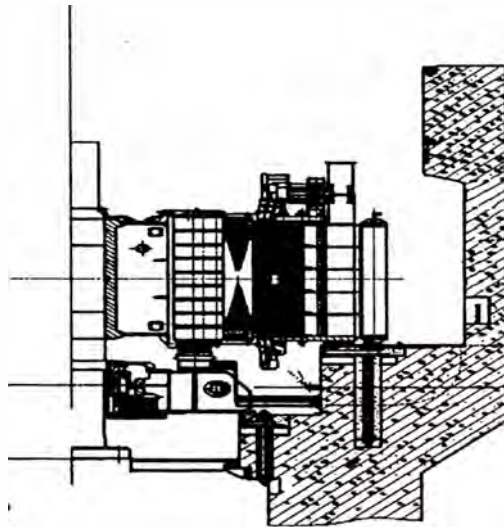


Ilustración 4.18: Secuencia 6 de Instalación de Generador.

27. Ajustar el centro, elevación y nivel para cumplir los requisitos.
28. Verter el concreto para la base del soporte superior.
29. Pre-ensamblar el cojinete guía superior.
30. Instalar el porta-escobillas.

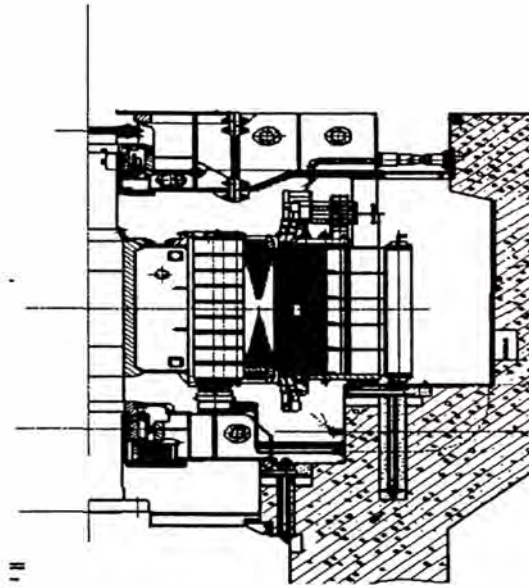


Ilustración 4.19: Secuencia 7 de Instalación de Generador.

Secuencia 8: Montaje del cojinete de empuje, Montaje y ajuste de la máquina.

31. Instalar las almohadillas del cojinete de empuje.
32. Instalar la corredera de empuje y el cojinete de empuje.
33. Instalar el reservorio de aceite del cojinete de empuje.
34. Pre-ensamblar el enfriador de aceite del cojinete de empuje.
35. Realizar una prueba de rotación de la máquina.
36. Alinear el centro de la máquina y ajustar el espacio entre electrodos.
37. Determinar el espacio libre de la almohadilla del cojinete guía.
38. Montar los acoplamientos.
39. Llenar el reservorio de aceite con aceite.
40. Prender la máquina y realizar una prueba.

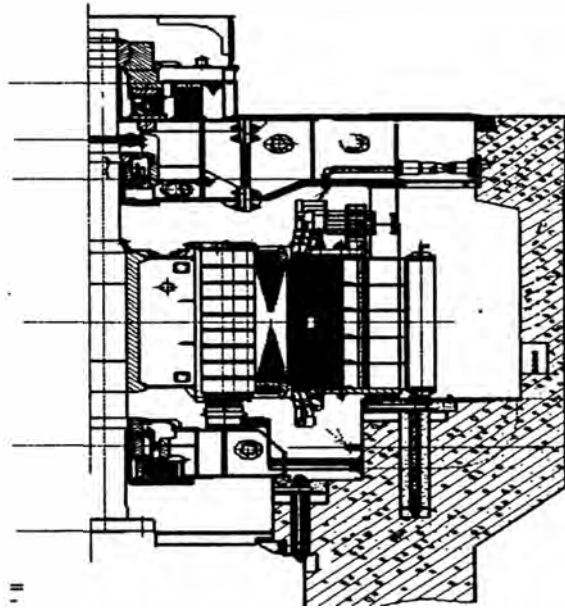


Ilustración 4.20: Secuencia 8 de Instalación de Generador.

CAPÍTULO 5
COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1 SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO

Todo equipamiento electromecánico correspondiente al grupo Turbina – Generador es suministrado por el Fabricante Chino HEC (Harbin Electrical Machinery Company Ltd.), cuyo costo total asciende a los **USD 10´769,525.61** y se compone de la siguiente forma:

Descripción	Monto USD
Turbina Francis (Tubo de Aspiración, Anillo Fijo, Caja Espiral, Liner del Pozo, Distribuidor, Eje de Turbina, Rodete, Cojinete Guía, Tuberías diversas, Elementos de Automatización, Cables, etc.)	4´559,163.89
Generador (Soporte Superior e Inferior, Bastidor del Estator, Núcleo del Estator, Bobinados del Estator, Polos del Rotor, Anillo de Freno, Cojinete de Empuje, Cojinete Guía, Eje del Generador, Tuberías diversas, etc.)	6´219,361.72

Tabla 5.1: Composición del Costo del Suministro del Equipamiento**5.2 MANO DE OBRA**

La composición del costo de Mano de Obra se muestra en la tabla 5.2, en donde se ha disgregado por especialidades:

Mano de Obra	Total HH	Tarifa USD/HH	Parcial USD
Capataz Electromecánico	3,465	8.06	27,927.90
Soldador Calificado 6-G	3,465	8.54	29,591.10
Mecánico Armador	6,930	6.77	46,916.10
Calderero	3,465	6.77	23,458.05
Maniobrista	3,465	6.77	23,458.05
Tubero	3,465	7.17	24,844.05
Oxigenista	3,465	6.77	23,458.05
Oficial Electromecánico	10,396	5.37	55,826.52
Ayudante Electromecánico	10,396	4.92	51,148.32
Totales	48,513	6.32	306,628.14

Tabla 5.2: Composición del Costo de Mano de Obra**5.3 EQUIPOS MAYORES**

La composición del costo correspondiente a los equipos mayores a utilizar en el montaje del Grupo Turbina – Generador es el siguiente:

Descripción	Cantidad	Tarifa Mensual USD	Parcial USD
Plataforma Extendible Goldhoffer	2	45,456.00	90,912.00
Camión Cama Baja 50 ton	2	11,828.00	23,656.00
Camión Tráiler Plataforma 30 ton	4	10,828.00	43,312.00
Camión Grúa 12 ton	7	11,228.00	78,596.00
Grúa Móvil Hidráulica 90 ton	3	20,972.00	62,916.00
Grúa Móvil Hidráulica 30 ton	7	12,900.00	90,300.00
Grupo Electrónico 100kW	7	8,728.00	61,096.00
Máquina de Soldar Eléctrica 400 A	14	2,615.00	36,610.00
Máquina de soldar TIG 400 A	14	2,615.00	36,610.00
Totales			524,008.00

Tabla 5.3: Composición del Costo de Equipos Mayores

5.4 EQUIPOS MENORES

El costo de alquiler de los equipos menores asciende a **USD 15,000.00**. En la Tabla 5.4 se detallan los equipos menores principales. Cabe indicar que el costo de las herramientas especiales para la turbina como para el generador se encuentra incluido en el costo del suministro del equipamiento.

N°	Descripción	Capacidad
1	Andamios	
2	Equipos de Oxicorte X-31	
3	Esmeriles Eléctricos Angulares	
4	Gatas Hidráulicas	50 ton
5	Hornos Eléctricos para Soldadura	
6	Maletines de Herramientas	
7	Niveles Ópticos	
8	Tableros de Distribución Eléctrica	
9	Taladros Eléctricos Portátiles	1-1/4"
10	Tecles	5 ton
11	Tecles Ratchet	3 ton

Tabla 5.4: Listado de Equipos Menores Principales

5.5 SUPERVISION

EL ratio utilizado para determinar la cantidad de supervisores es: 1 Supervisor por cada 30 – 40 personas. Dado el espacio de trabajo se eligió 1 Supervisor por cada 40 personas.

Supervisión	Cantidad	Tarifa USD/Mes	Parcial USD
Supervisor Electromecánico	6	3,600.00	21,600.00

5.6 RESUMEN

Consolidando los resultados anteriores obtenemos el siguiente cuadro resumen:

Descripción	Cantidad
Horas – Hombre Totales	48,513
Mano de Obra (USD)	306,628.14
Equipos Mayores (USD)	524,008.00
Equipos Menores (USD)	15,000.00
Herramientas 8% M.O. (USD)	24,530.25
Consumibles 8% M.O. (USD)	24,530.25
Supervisión	21,600.00
Total	916,296.64
USD/HH	18.89

CONCLUSIONES

1. Dado el espacio y el acceso restringido a la casa de máquinas los equipos mayores más importantes en el montaje del Grupo Turbina – Generador son los Puentes Grúa del la Galería de Acceso (140 ton) y de la Casa de Máquinas (200 ton). Por lo que éstos deberán ser instalados antes que todos los componentes del Grupo Turbina – Generador.
2. La ruta más adecuada para transportar los equipos del Puerto a la Obra es desde Matarani vía carretera hasta la C.H. Machupicchu. Esto es debido a la menor distancia del tramo así como por las menores limitaciones para las dimensiones de los equipos.
3. El peso de los componentes mayores del Grupo Turbina – Generador no deberán superar las 30 toneladas debido a la capacidad de los puentes de la carretera Ollantaytambo – C.H. Machupicchu. Estos serán ensamblados antes de su montaje en la Obra.
4. El plazo definido para el montaje del Grupo Turbina – Generador es de 331 días útiles. Este plazo se ha definido teniendo en consideración los plazos de la Ingeniería, Fabricación y Transporte de los equipos desde fábrica.

5. El rotor del Generador se deberá ensamblar en la bahía de mantenimiento mientras que el estator se armará en el pozo para poder realizar ambas actividades en simultáneo. Así se ganará tiempo para cumplir los 331 días de plazo total de montaje.

6. Dada la complejidad del proyecto, el costo total de montaje por HH (USD 18.89) resulta ser un poco más elevado del promedio en el mercado para montaje (Normalmente está entre los USD 12.00 y USD 15.00 por HH).

7. El monto correspondiente a Equipos Mayores resulta elevado con respecto a la Mano de Obra, debido a que la mayoría de los componentes del Grupo Turbina – Generador son de grandes dimensiones y por lo tanto, se requiere varios de equipos de izaje en simultáneo para el manipuleo durante su instalación.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el transporte terrestre en la época de estiaje, para evitar contratiempos por derrumbes que las lluvias puedan ocasionar en la Carretera de Ollantaytambo a la Central Hidroeléctrica y así asegurar la llegada de los equipos a tiempo.
2. Evaluar una ruta alterna para el transporte de los equipos, dado que las condiciones climáticas de nuestro territorio suelen ser muy variables.
3. Realizar un Análisis de Riesgos y sus correspondientes Planes de Contingencia en las Etapas de Diseño, Fabricación y Pruebas en Fábrica; para evitar retrasos.
4. En la medida de lo posible, solicitar al fabricante que envíe el equipamiento pre ensamblado, para así, optimizar tiempos de montaje.
5. Coordinar de manera previa, a la llegada de las partes embebidas de la Turbina, con el personal ejecutor de las Obras Civiles, para evitar re trabajos.
6. Verificar el diseño de los puentes grúa para asegurar que las alturas de izaje, así como las capacidades de carga estén conforme a las necesidades del

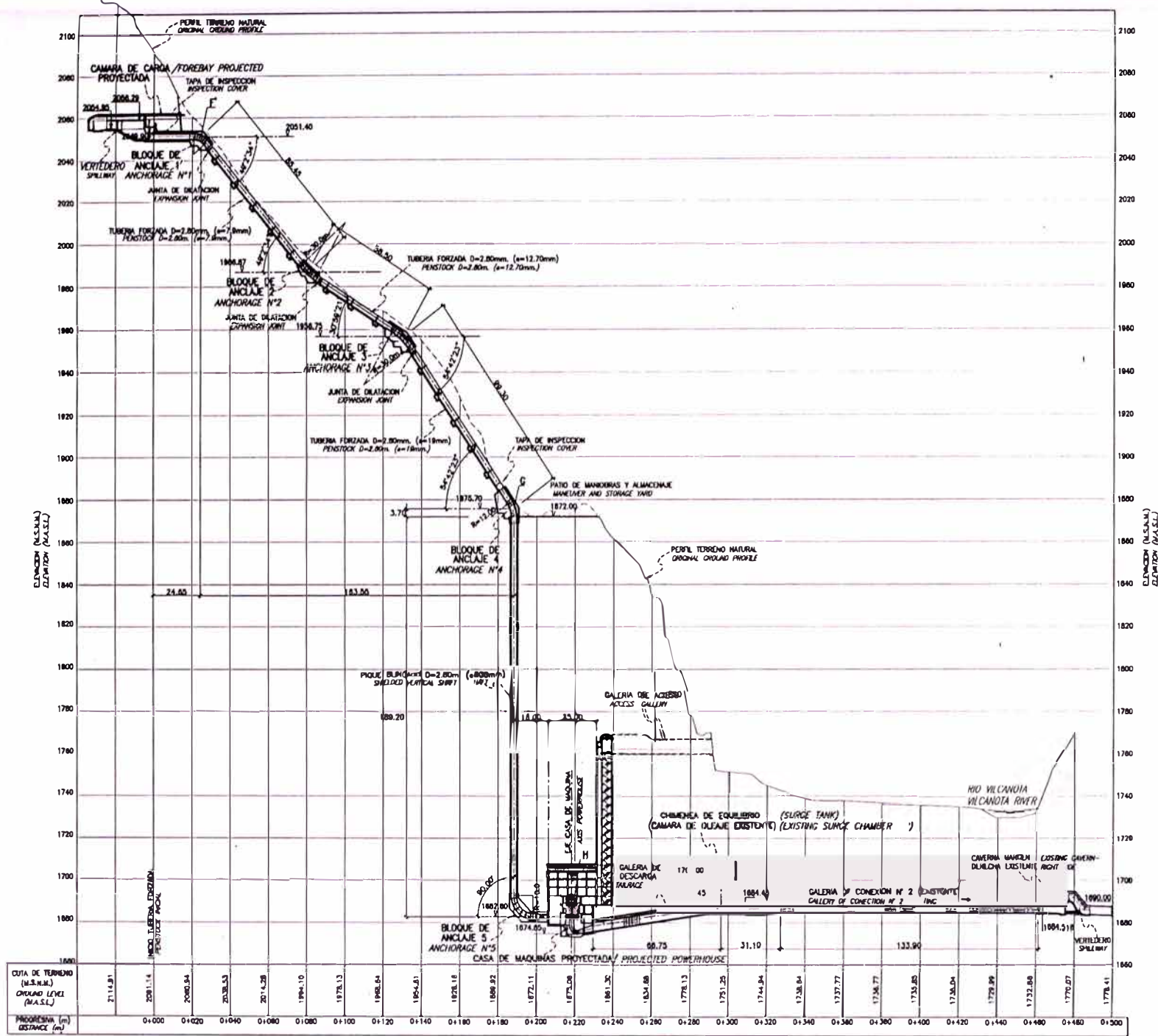
montaje (el componente más pesado y el componente más alejado del grupo Turbina – Generador, respecto a la ubicación de los puentes grúa), dado que no necesariamente se repetirán estas maniobras durante los periodos de mantenimiento cuando el grupo entre en operación.

7. Identificar los accesorios de izaje necesarios para las maniobras dada las restricciones en el espacio en la casa de máquinas y las dimensiones de los componentes del grupo.
8. Realizar una exhaustiva y exigente selección de personal directo calificado para el montaje del grupo.

BIBLIOGRAFÍA

1. PMBOK (Project Management Body of Knowledge) – Versión 2008.
2. Manual de Gestión Presupuestal – Empresa GyM - 2004
3. Manual de Gestión de Proyectos – Empresa GyM - 2008

ANEXOS

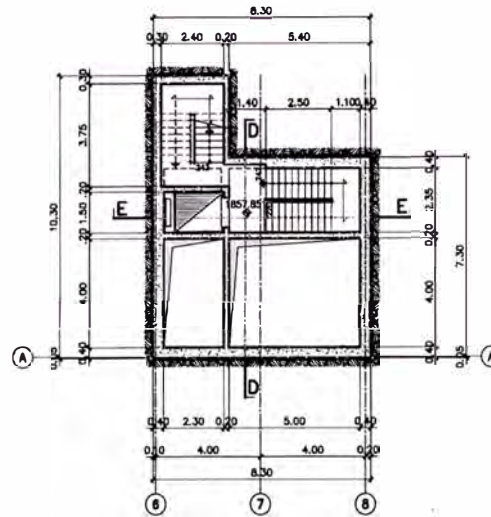
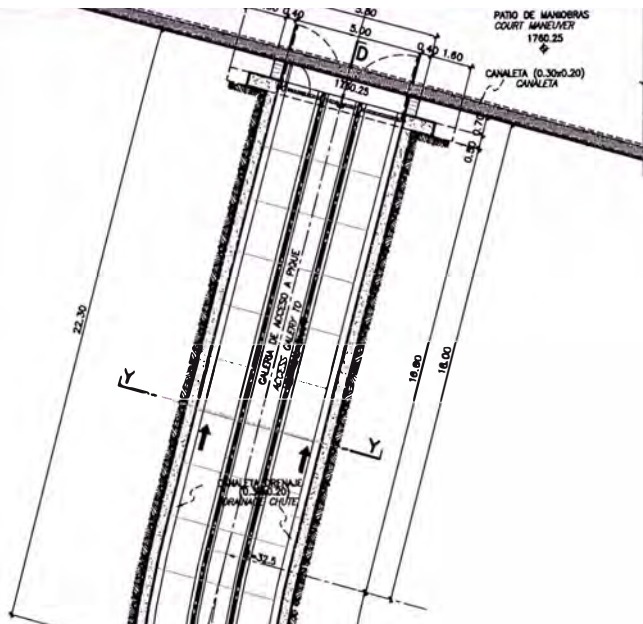


PERFIL LONGITUDINAL / LONGITUDINAL PROFILE
ESCALA 1/2000 SCALE 1/2000

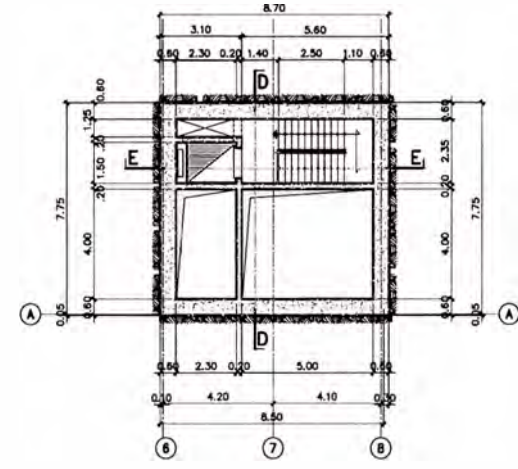
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
Dr. Ing. Karl Heinz Nagel
Jefe de Proyecto

1/1000 0 20 40 80 100 m

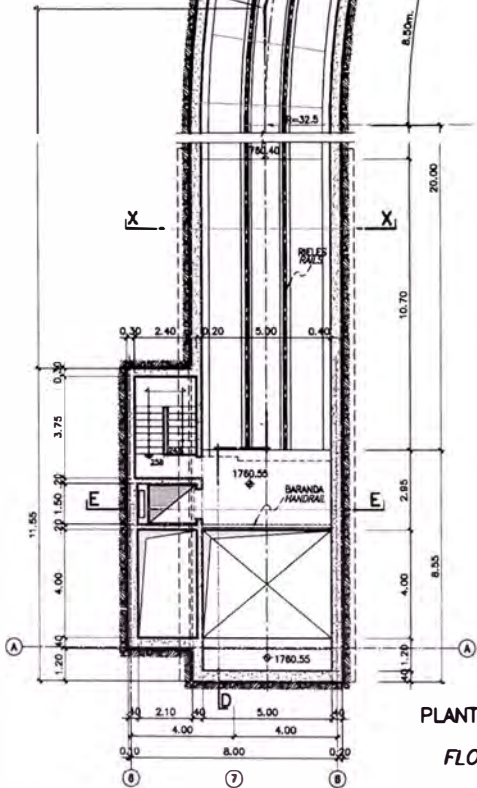
EDICION 1998	P13	30-04-98
INSTRUMENTACION	ANEXO	REG. 4
agema		
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		
TUBERIA FORZADA P(QUE Y CASA DE MAQUINA PERFIL LONGITUDINAL PENSTOCK, VERTICAL SHAFT, POWERHOUSE-LONGITUDINAL PROFILE		
LAE LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.		
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE LAHMEYER Y NO PUEDE SER REPRODUCCION O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.		
AN UNTERNEHMEN DER TUROSTATIK UND BERATUNGSGESAMTSCHAFT		
REVISADO: CMB	APROBADO: K.H.N.	CONDICION: 119 A/E



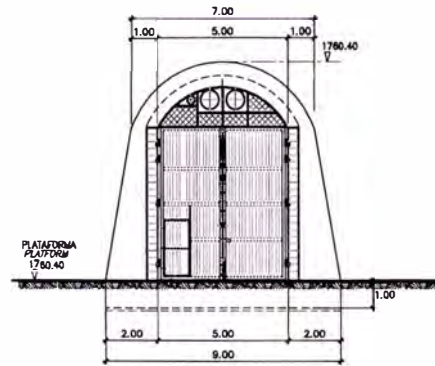
PLANTA NIVEL 1757.85 (SECCION B-B)
 ESC. 1/200
 FLOOR PLAN 1757.85 (SECTION B-B)
 ESC. 1/200



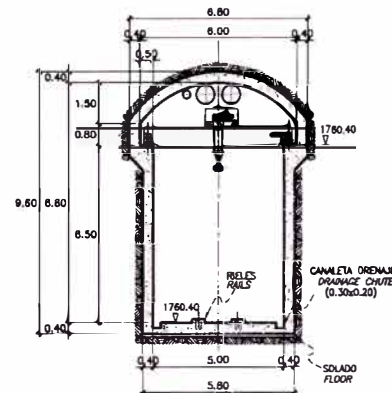
PLANTA (SECCION C-C)
 ESC. 1/200
 PLAN (SECTION C-C)
 ESC. 1/200



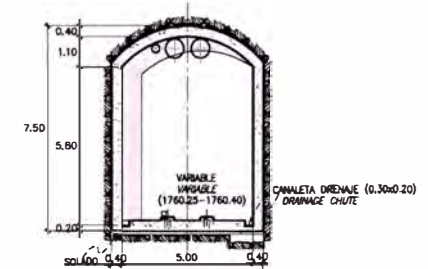
PLANTA PIQUE NIVEL 1760.40 (SECTION A-A)
 ESC. 1/200
 FLOOR PLAN AT LEVEL 1760.40 (SECTION A-A)
 SCALE 1/200



ELEVACION FRONTAL
 ESC. 1/200
 FRONT ELEVATION
 SCALE 1/200



SECCION X-X / SECTION X-X
 ESC. 1/200
 SCALE 1/200



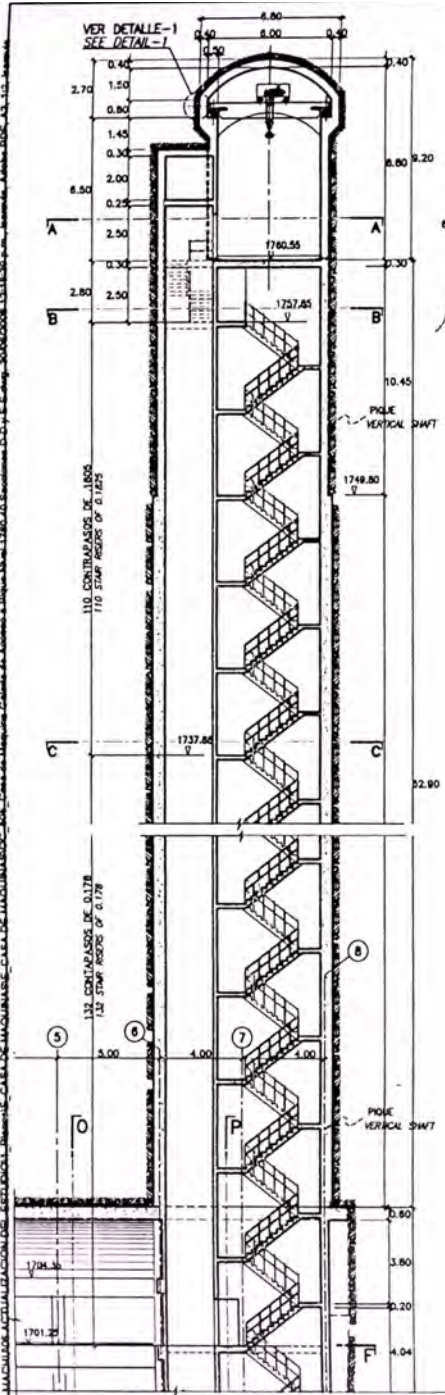
SECCION Y-Y / SECTION Y-Y
 ESC. 1/200
 SCALE 1/200

PLANOS DE REFERENCIA / REFERENCE DRAWINGS

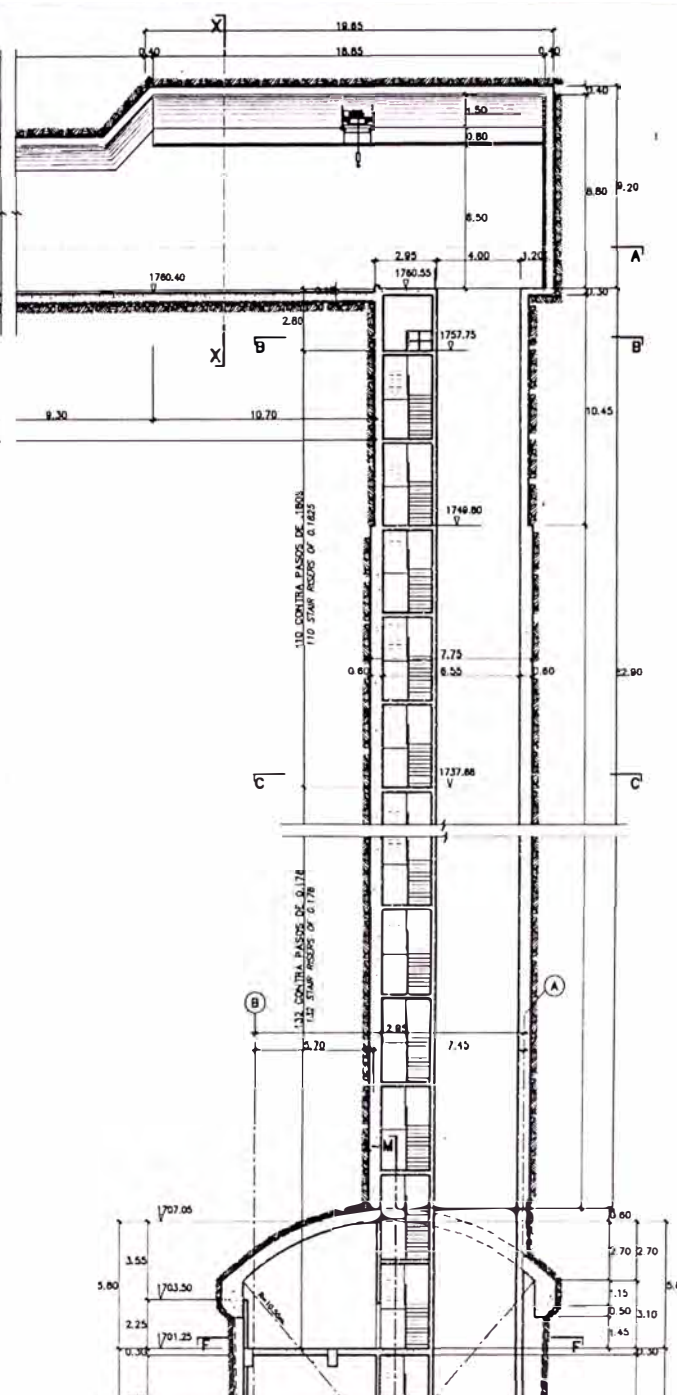
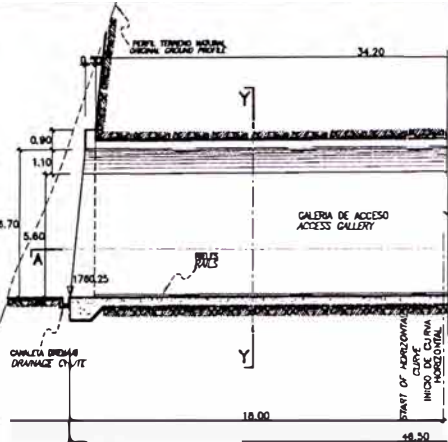
VER SECCIONES D-D Y E-E EN PLANO OC-505
 SEE SECTIONS D-D AND E-E IN Dwg OC-505

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Dr. Ing. Karl-Heinz Nagel
 ESC. 1/100 0.00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.0m.

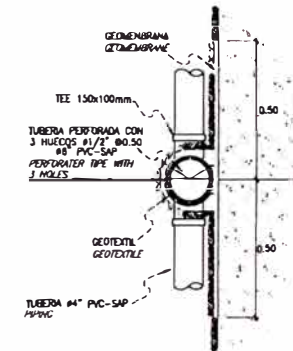
REV. N°	EDICION FINAL	DESCRIPCION	APROB.	FECHA
				ESCALA: INDICADA DISEÑADO: BACHA DIBUJADO: P.V.V. REVISADO: DRB APROBADO: K.H.N. CÓDIGO: 119 A/E
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU CASA DE MAQUINA PLANTA: GALERIA DE ACCESO A PIQUE NIVEL: 1760.40 Y SECCIONES POWER HOUSE PLAN: GALLERY OF ACCESS TO VERTICAL SHAFT LEVEL 1760.40 AND SECTIONS				
				
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGESA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. MODIFICACIONES DERECHAS NO SON RECOMENDADAS				OC-504



SECCION E-E / SECTION E-E
 ESC 1/250 SCALE 1/250



SECCION D-D / SECTION D-D
 ESC 1/250 SCALE 1/250



DETALLE 1 / DETAIL 1
 ESC 1/20 SCALE 1/20

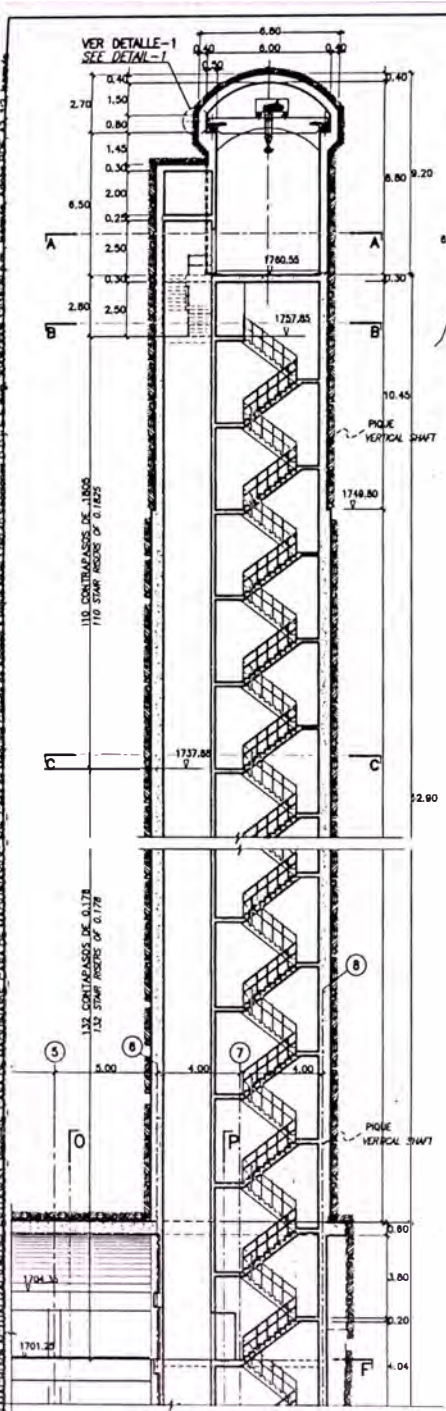
PLANOS DE REFERENCIA / REFERENCE DRAWING
 - VER UBICACION DE SECCIONES EN PLANTA EN PLANO OC-504
 - SEE LOCATION OF SECTIONS IN PLAN VIEW IN DRAWING OC-504

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

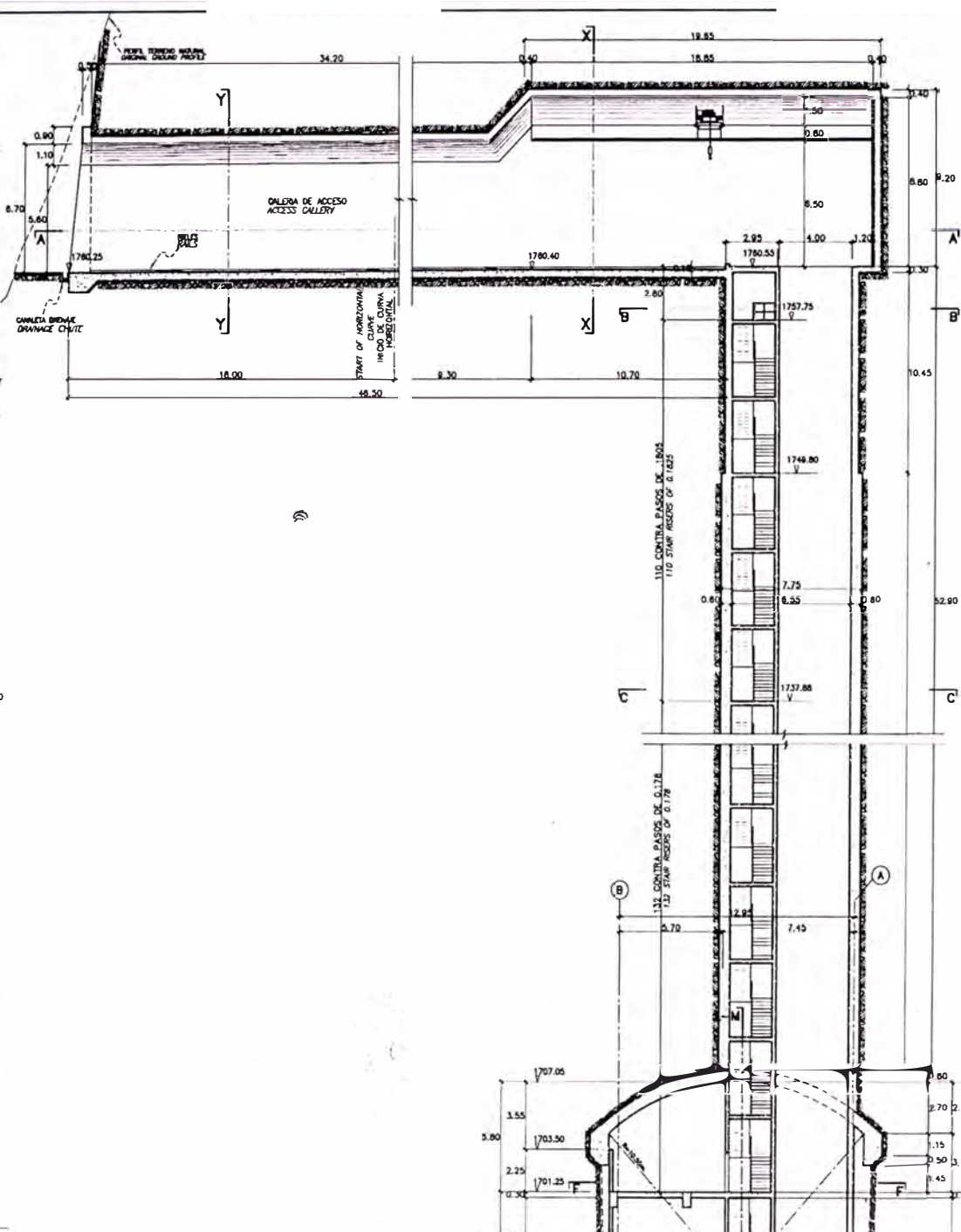
Dr. Ing. Karl Heinz Nayer
 Ing. de Proyectos



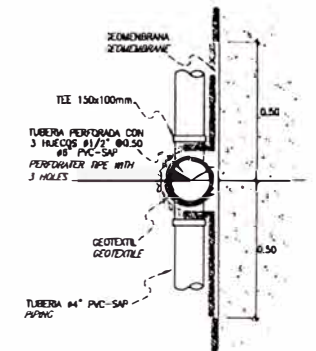
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		ESCALA
CASA DE MAQUINA GALERIA DE ACCESO A PIQUE NIVEL 1760.40 SECCIONES D-D Y E-E POWER HOUSE ACCESS GALLERY TO VERTICAL SHFT LEVEL 1760.40 SECTIONS D-D AND E-E		PROYECTO
REVISADO: CHB	APROBADO: K.H.N.	ESCALA
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.		PROYECTO
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGENSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.		PROYECTO
MEDICIONES UNICAS: 100.00 M. CON RANGOS		PROYECTO
OC-505		PROYECTO



SECCION E-E / SECTION E-E
ESC. 1/250 SCALE 1/250



SECCION D-D / SECTION D-D
ESC. 1/250 SCALE 1/250

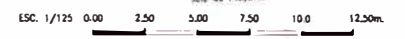


DETALLE 1 / DETAIL 1
ESC. 1/20 SCALE 1/20

PLANOS DE REFERENCIA / REFERENCE DRAWING
 - VER UBICACION DE SECCIONES EN PLANTA EN PLANO OC-504
 - SEE LOCATION OF SECTIONS IN PLAN VIEW IN DRAWING OC-504

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

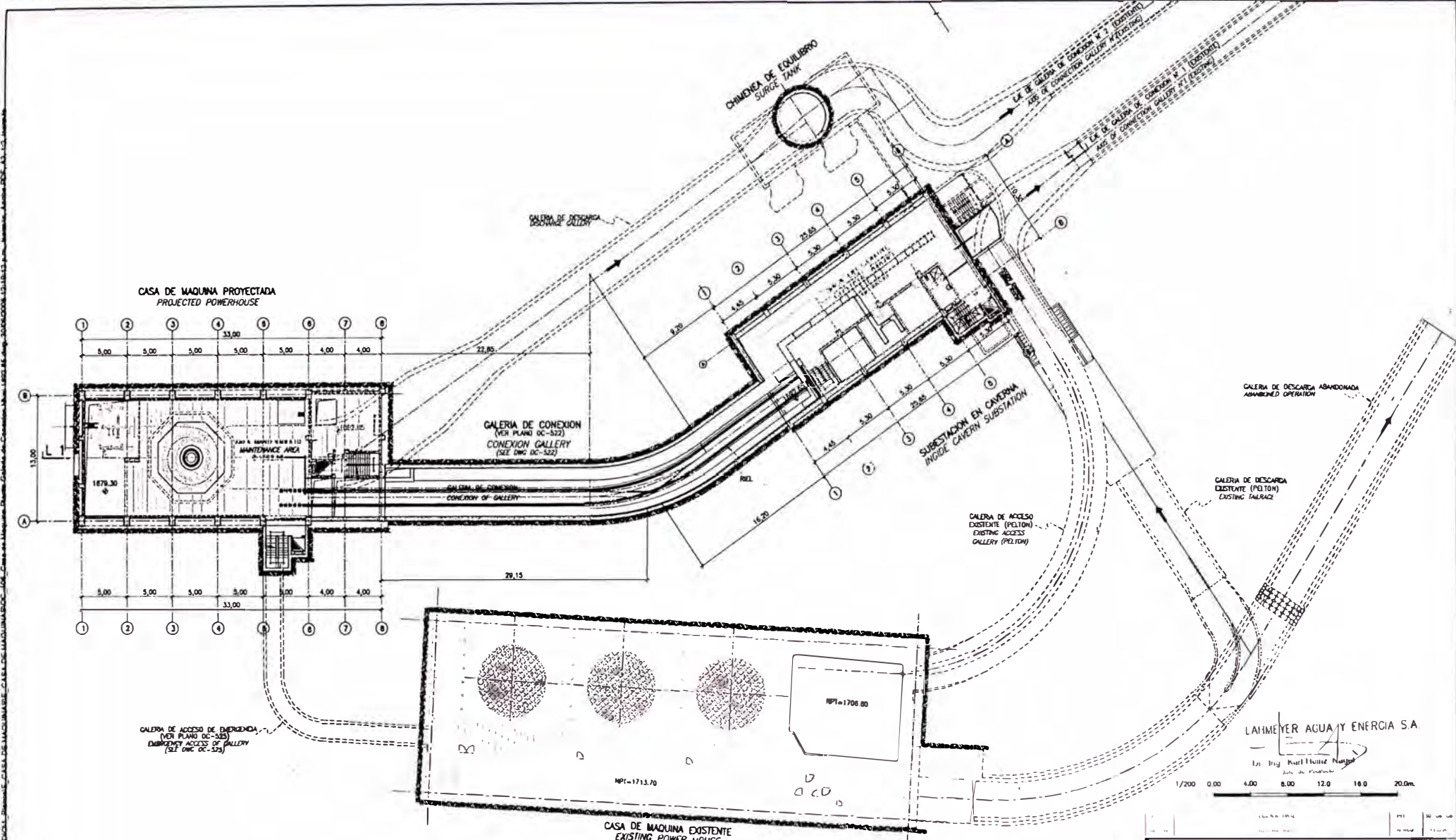
Dr. Ing. Raúl Hertz Nájera
 Jefe de Proyecto



		ESCALA:
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		INDICADA
CASA DE MAQUINA GALERIA DE ACCESO A POLE NIVEL 1760.40 SECCIONES D-D Y E-E POWER HOUSE ACCESS GALLERY TO VERTICAL SHaft LEVEL 1760.40 SECTIONS D-D AND E-E		DISEÑADO:
		BACHA
		DIBUJADO:
		P.V.V.
		REVISADO:
		CHB
		APROBADO:
		K.H.H.
		DISEÑO:
		119 A/E

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGAMSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO SIN TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.
 MODIFICACIONES DIRECTAS NO SON RECOMENDADAS.

OC-505

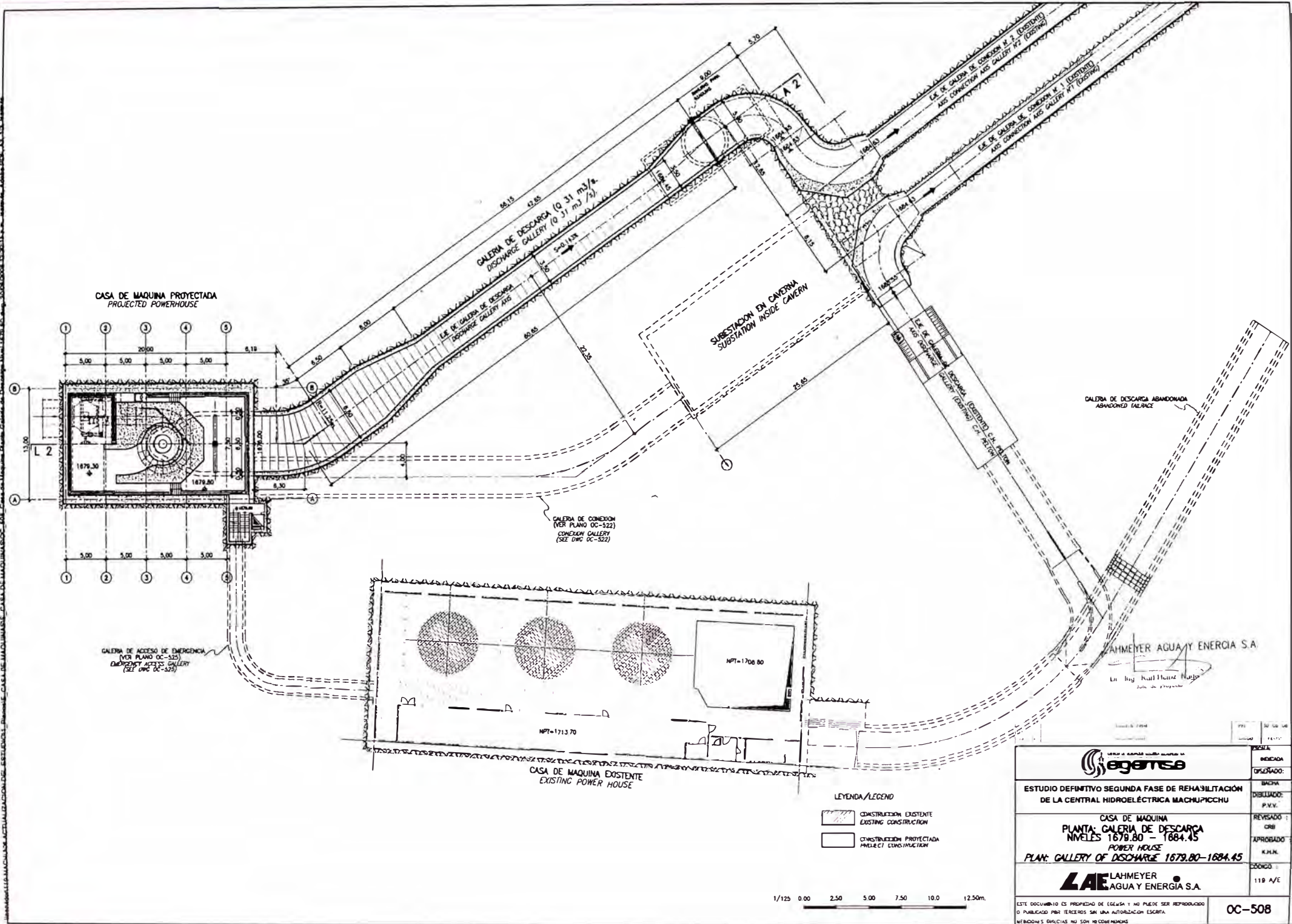


PLANTA GALERIA DE CONEXION / PLAN CONEXION GALLERY
 ESC 1/400 SCALE 1/400

- LEYENDA / LEGEND
- CONSTRUCCION EXISTENTE
EXISTING CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION PROYECTADA
PROJECTED CONSTRUCTION

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Ing. Karl Heinz Nages
 Jefe de Proyecto
 1/200 0.00 4.00 8.00 12.0 16.0 20.0m

egerts		PROY. 30 UN. US
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		INDICADA
CASA DE MAQUINA PLANTA: GALERIA DE CONEXION NIVEL 1692.65 POWER HOUSE PLAN: CONEXION GALLERY NIVEL 1692.65		DISEÑADO: MACHU
LAE LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.		DIBUJADO: P.V.V.
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGERSA Y NO PUEDE SER REPRODUCCION O PUBLICADO POR TERCIEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. VERSIONES OFICIALES PUEDEN SER REPRODUCIDAS.		REVISADO: CRB
		APROBADO: H.F.M.
		CODIGO: 119 A/E



CASA DE MAQUINA PROYECTADA
PROJECTED POWERHOUSE

GALERIA DE DESCARGA (0.31 m³/s)
DISCHARGE GALLERY (0.31 m³/s)

SUBSTACION EN CAVERNA
SUBSTATION INSIDE CAVERN

GALERIA DE CONEXION
(VER PLANO OC-522)
CONNECTION GALLERY
(SEE DWG OC-522)

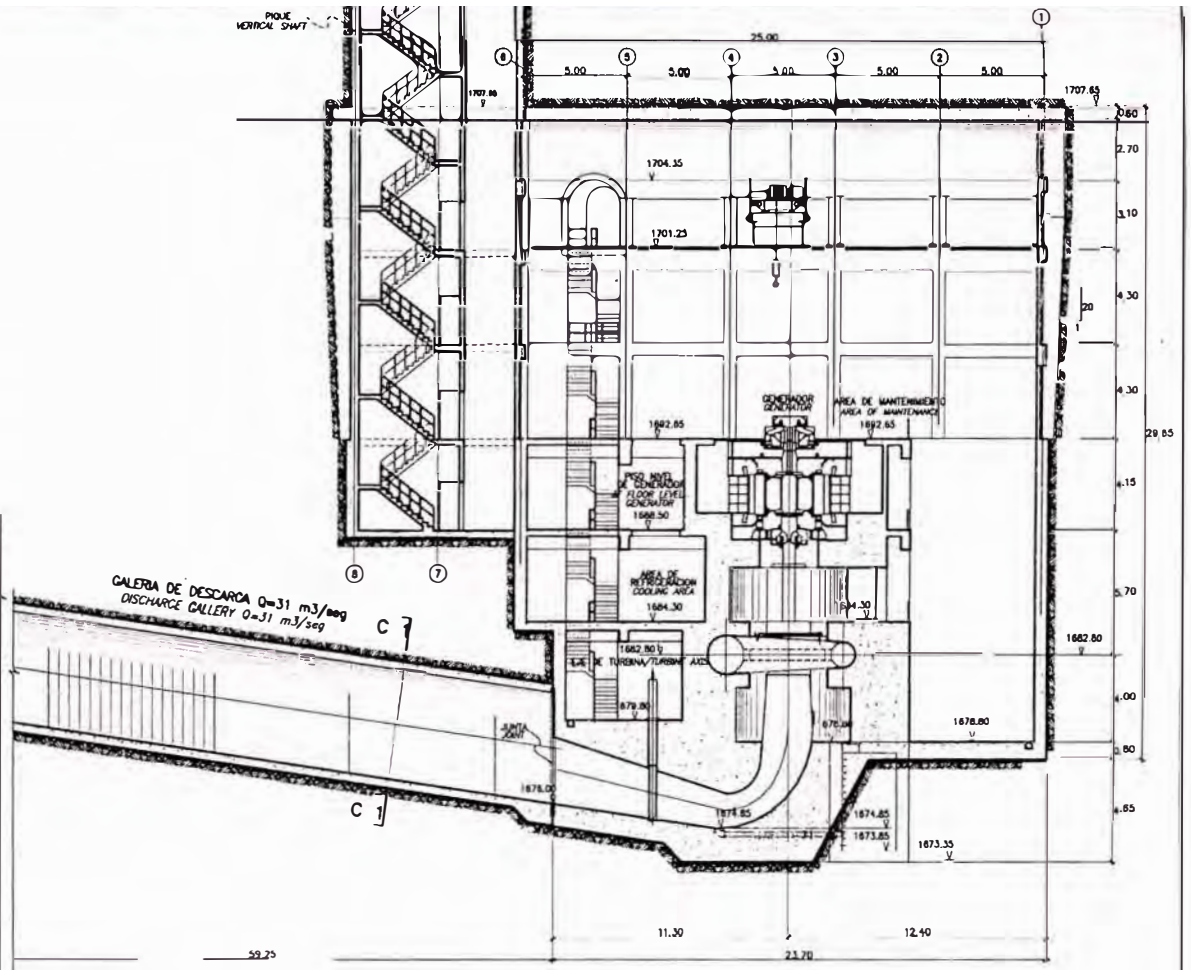
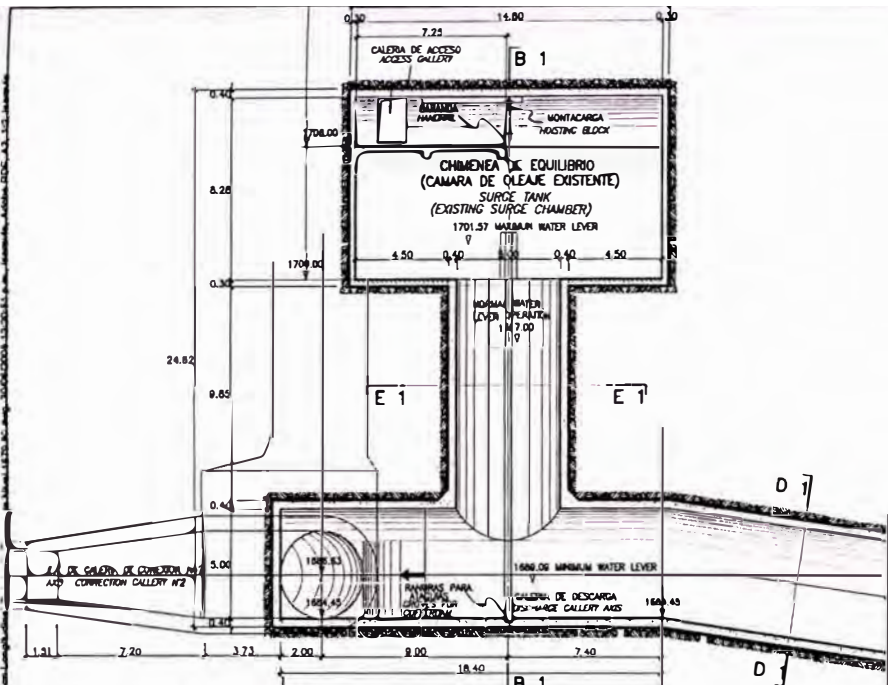
GALERIA DE ACCESO DE EMERGENCIA
(VER PLANO OC-525)
EMERGENCY ACCESS GALLERY
(SEE DWG OC-525)

CASA DE MAQUINA EXISTENTE
EXISTING POWER HOUSE

- LEYENDA/LEGEND
- CONSTRUCCION EXISTENTE
EXISTING CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION PROYECTADA
PROJECTED CONSTRUCTION

1/125 0.00 2.50 5.00 7.50 10.0 12.50m.

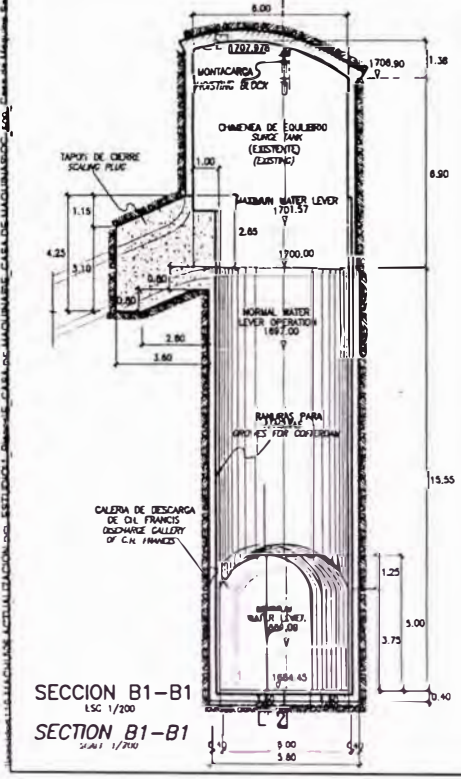
		ESCALA
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		INDICADA
CASA DE MAQUINA PLANTA: GALERIA DE DESCARGA NIVELES 1679.80 - 1684.45 POWER HOUSE PLAN: GALLERY OF DISCHARGE 1679.80-1684.45		DESIGNADO:
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.		INDICADA
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGENSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. REVISIONES EMITIDAS NO SON RECONOMIDAS		INDICADA
OC-508		INDICADA



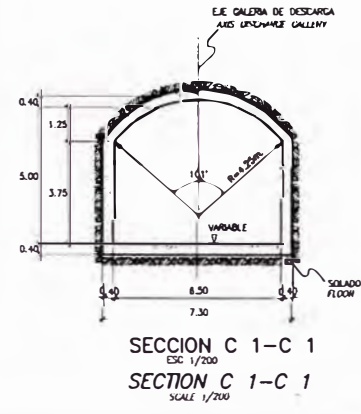
SECCION L 2-L 2 / SECTION L 2-L 2
ESC 1/250 SCALE 1/250

CASA DE MAQUINA PROYECTADA
PROJECTED POWERHOUSE

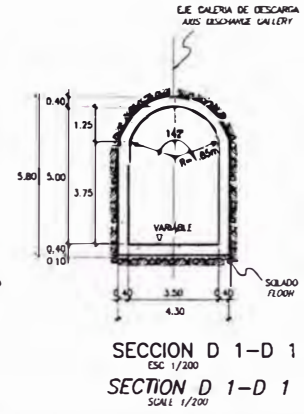
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Ing. Raúl Hualde Nájera
 Julio de Figueroa
 1/125 0.00 2.50 5.00 7.50 10.0 12.50m.
 1/100 0.00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.00m.



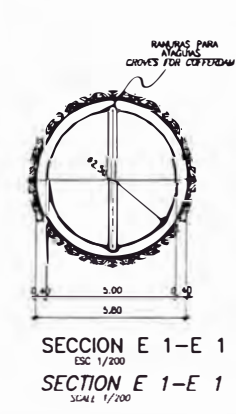
SECCION B1-B1
ESC 1/200
SECTION B1-B1
SCALE 1/200



SECCION C 1-C 1
ESC 1/200
SECTION C 1-C 1
SCALE 1/200



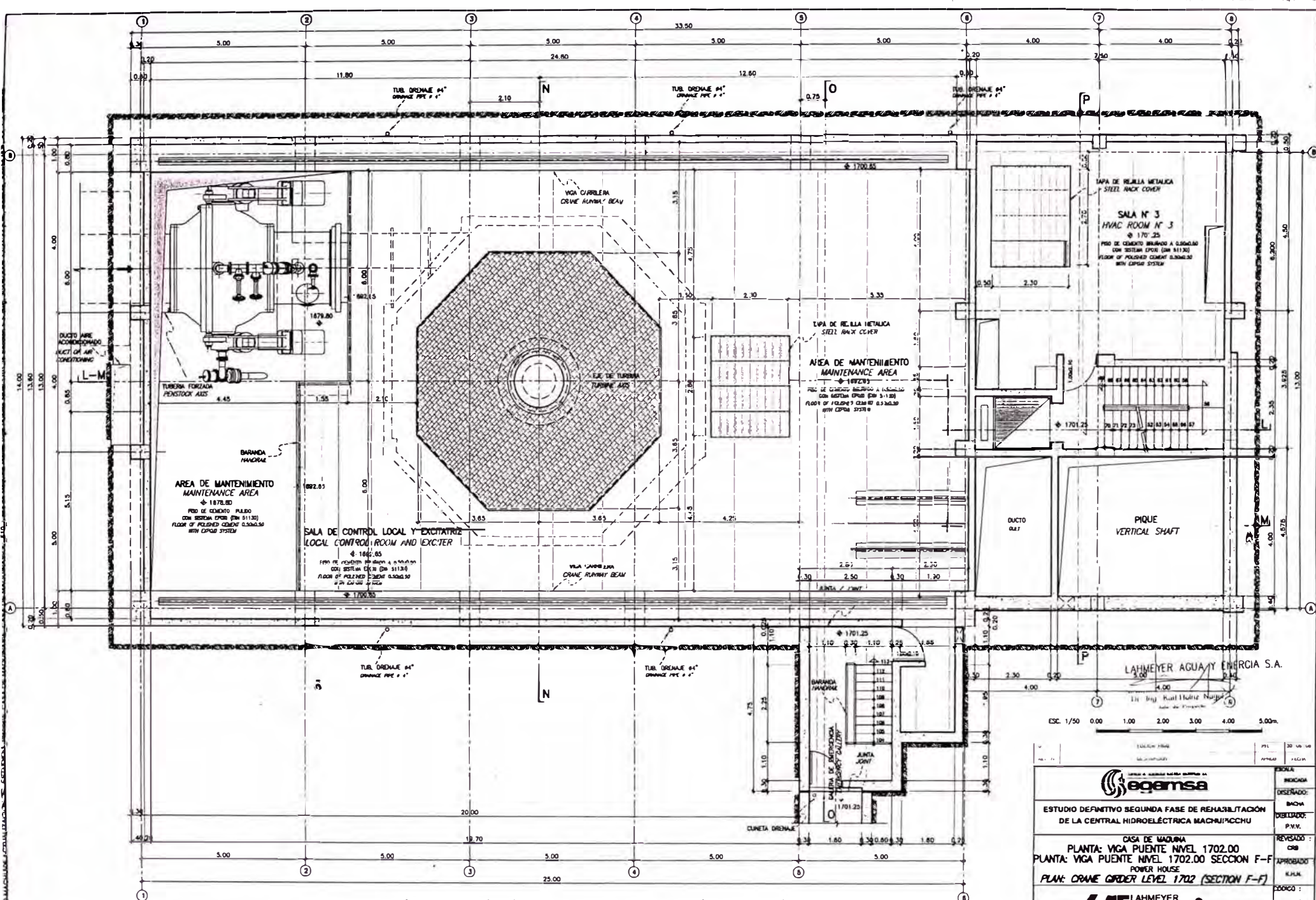
SECCION D 1-D 1
ESC 1/200
SECTION D 1-D 1
SCALE 1/200



SECCION E 1-E 1
ESC 1/200
SECTION E 1-E 1
SCALE 1/200


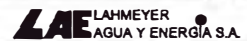
- LEYENDA / LEGEND
- CONSTRUCCION EXISTENTE
EXISTING CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION PROYECTADA
PROJECT CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION A DEMOLIR
CONSTRUCTION TO BE DEMOLISHED

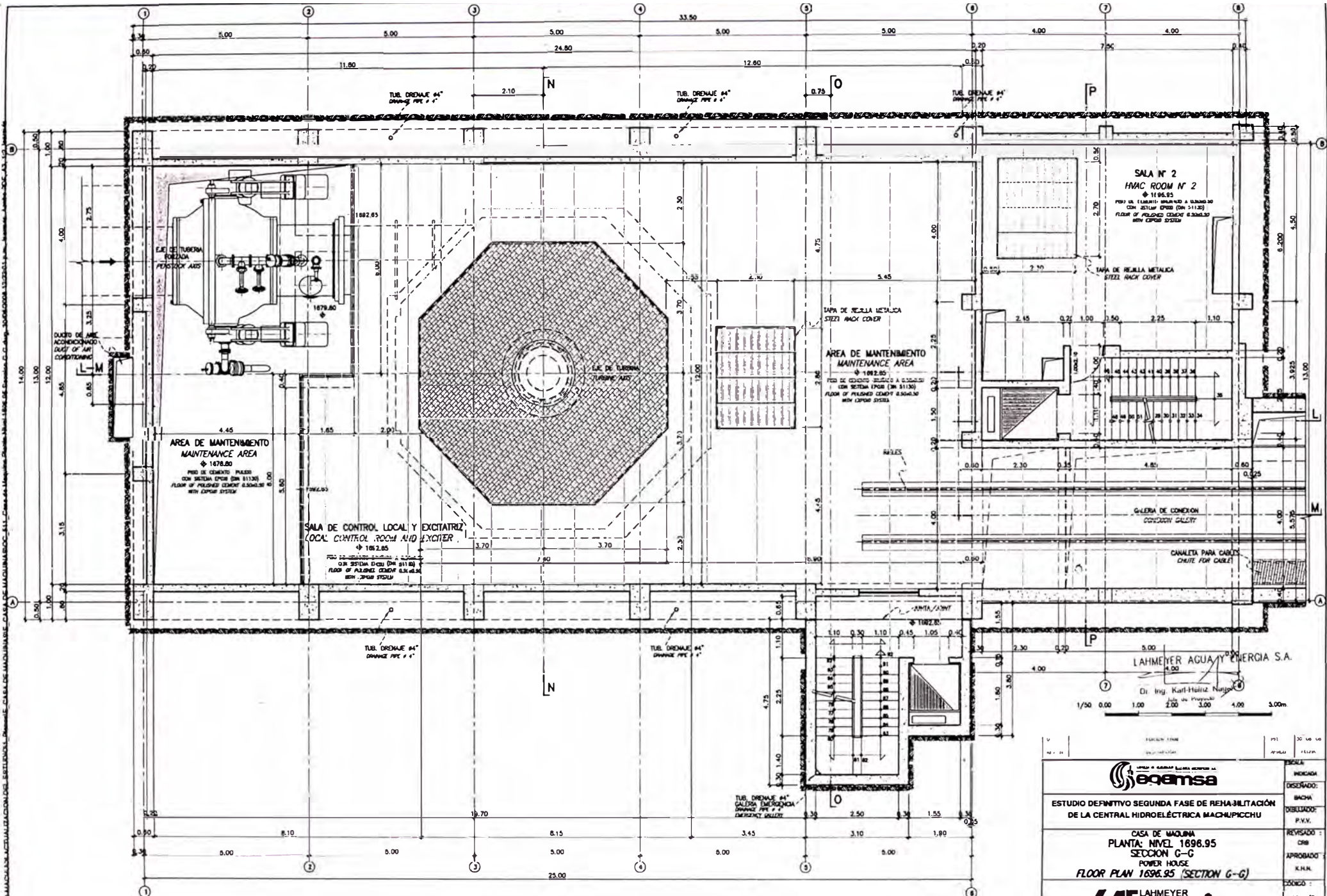
agencia		ESCALA	FECHA
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		PROYECTA	FECHA
CASA DE MAQUINA GALERIA DE DESCARGA NIVELES 1679.80-1684.45 SECCIONES: A-A, B-B, C-C, D-D y E-E POWER HOUSE GALLERY OF DISCHARGE LEVEL 1679.80-1684.45 SECTIONS: A-A, B-B, C-C, D-D y E-E		DISEÑADO	FECHA
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.		REVISADO	FECHA
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE LA EMPRESA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.		APROBADO	FECHA
OC-509		COPIADO	FECHA



PLANTA NIVEL 1701.25 (SECCION: F-F) / FLOOR PLAN LEVEL 1701.25 (SECTION: F-F)
 ESC 1/100 SCALE 1/100

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 La Ing. Karl Heinz Nagel
 Jefe de Proyecto
 ESC. 1/50 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00m.

		PPL: 30 UN. US APROB: REGA
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		AREA: INDICADA DISEÑADO: INOVA DEBIDADO: P.V.V. REVISADO: CRB APROBADO: REGA
CASA DE MAQUINA PLANTA: VIGA PUENTE NIVEL 1702.00 PLANTA: VIGA PUENTE NIVEL 1702.00 SECCION F-F POWER HOUSE PLAN: CRANE GIRDER LEVEL 1702 (SECTION F-F)		COORDO: 119 A/E
		

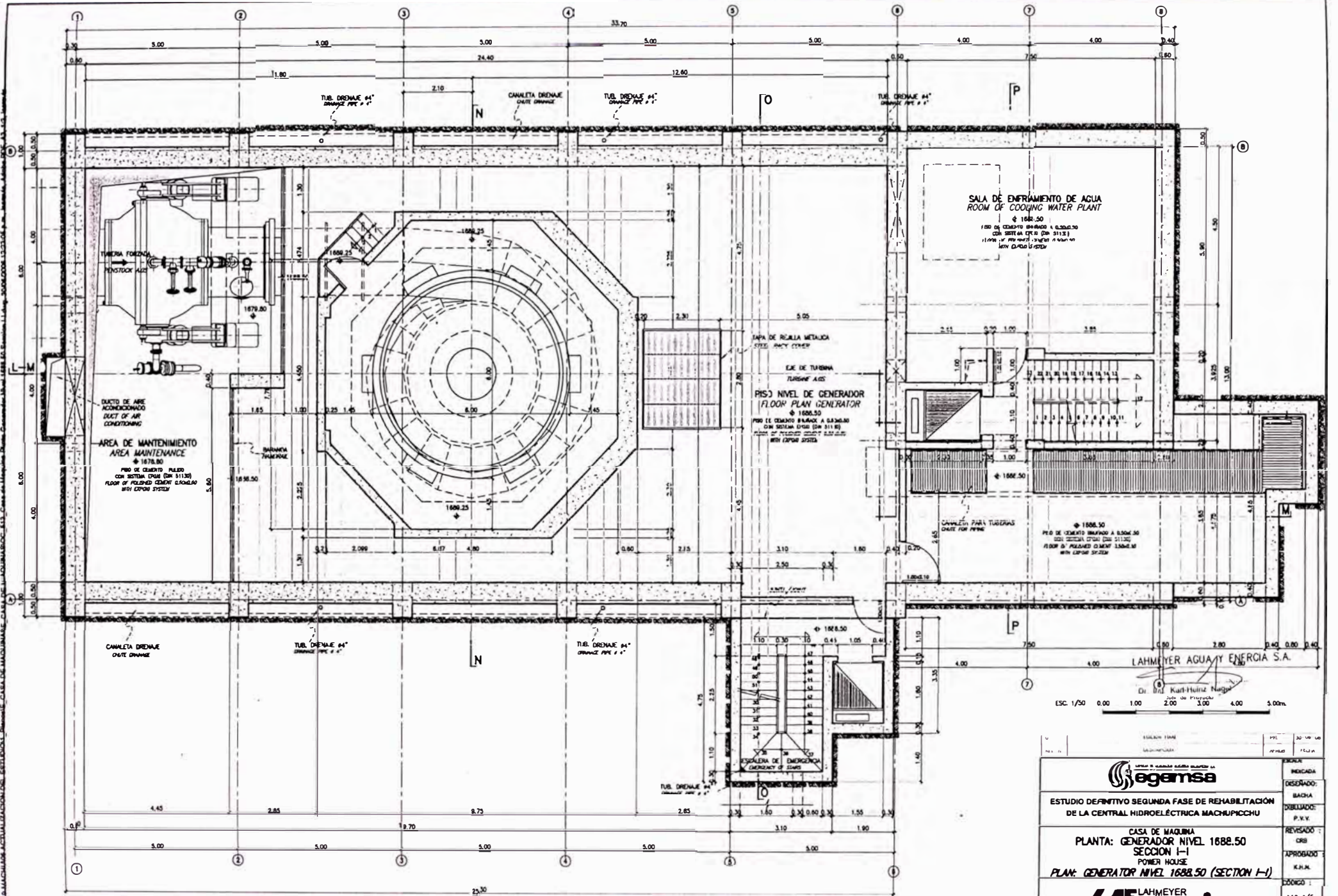


PLANTA NIVEL 1696.95 (SECCION: G-G) / FLOOR PLAN 1696.95 (SECTION: G-G)
 ESC 1/100 SCALE 1/100

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Di. Ing. Karl-Helmut Napp
 1/50 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00m

		ESCALA: INDICADA: DISEÑADO: BACHA: DIBUJADO: P.V.V.
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		REVISADO: CHB APROBADO: K.H.M.
CASA DE MAQUINA PLANTA: NIVEL 1696.95 SECCION G-G POWER HOUSE FLOOR PLAN 1696.95 (SECTION G-G)		CÓDIGO: 118 A/E
		OC-511

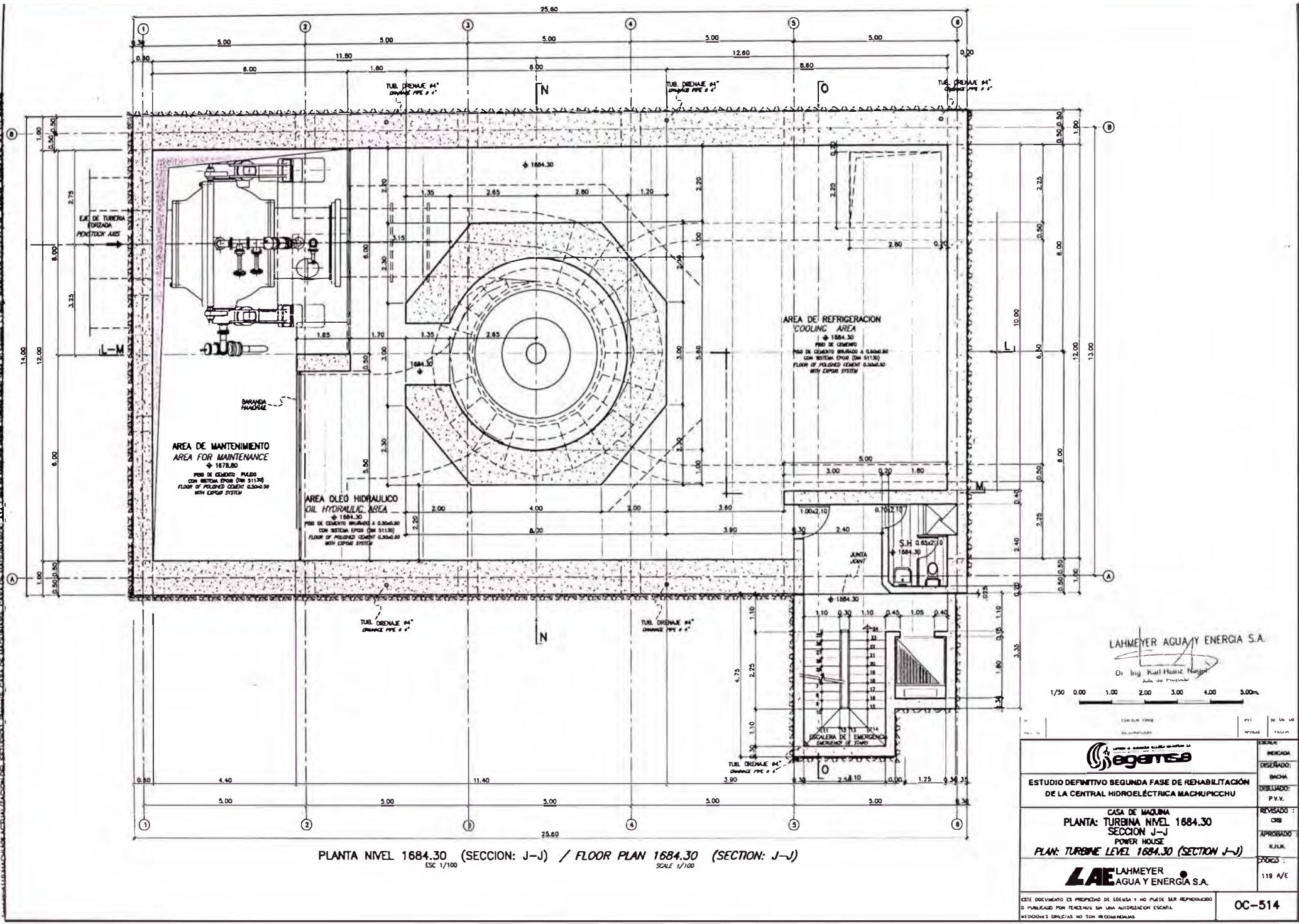
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EQAMSA Y NO PUEDE SER REPRODUCCION O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.
 EQAMSA'S DIRECTIVE AND SIGN REQUIREMENTS



PLANTA NIVEL 1688.50 (SECCION: I-I) / FLOOR PLAN 1688.50 (SECTION: I-I)
 ESCALA 1/100 / SCALE 1/100

LAHMEYER AGUA Y ENERGÍA S.A.
 Dr. Dr. Karl-Helmut Nagel
 Ing. de Proyectos
 ESC. 1/50 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00m

		SERIE: INDICADA: DISEÑADO: BACHA: DIBUJADO: P.V.V. REVISADO: CRB APROBADO: K.H.M. CÓDIGO: 119 A/E
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MACHUPICCHU		
CASA DE MÁQUINA PLANTA: GENERADOR NIVEL 1688.50 SECCION I-I POWER HOUSE PLAN: GENERATOR NIVEL 1688.50 (SECTION I-I)		
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE ESCHEVA Y NO PUEDE SER REPRODUcido O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACIÓN ESCRITA. REGULACIONES DIRECTAS NO SON DE RESPONSABILIDAD		





PLANTA NIVEL 1684.30 (SECCION: J-J) / FLOOR PLAN 1684.30 (SECTION: J-J)
 ESC. 1/100 SCALE 1/100

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

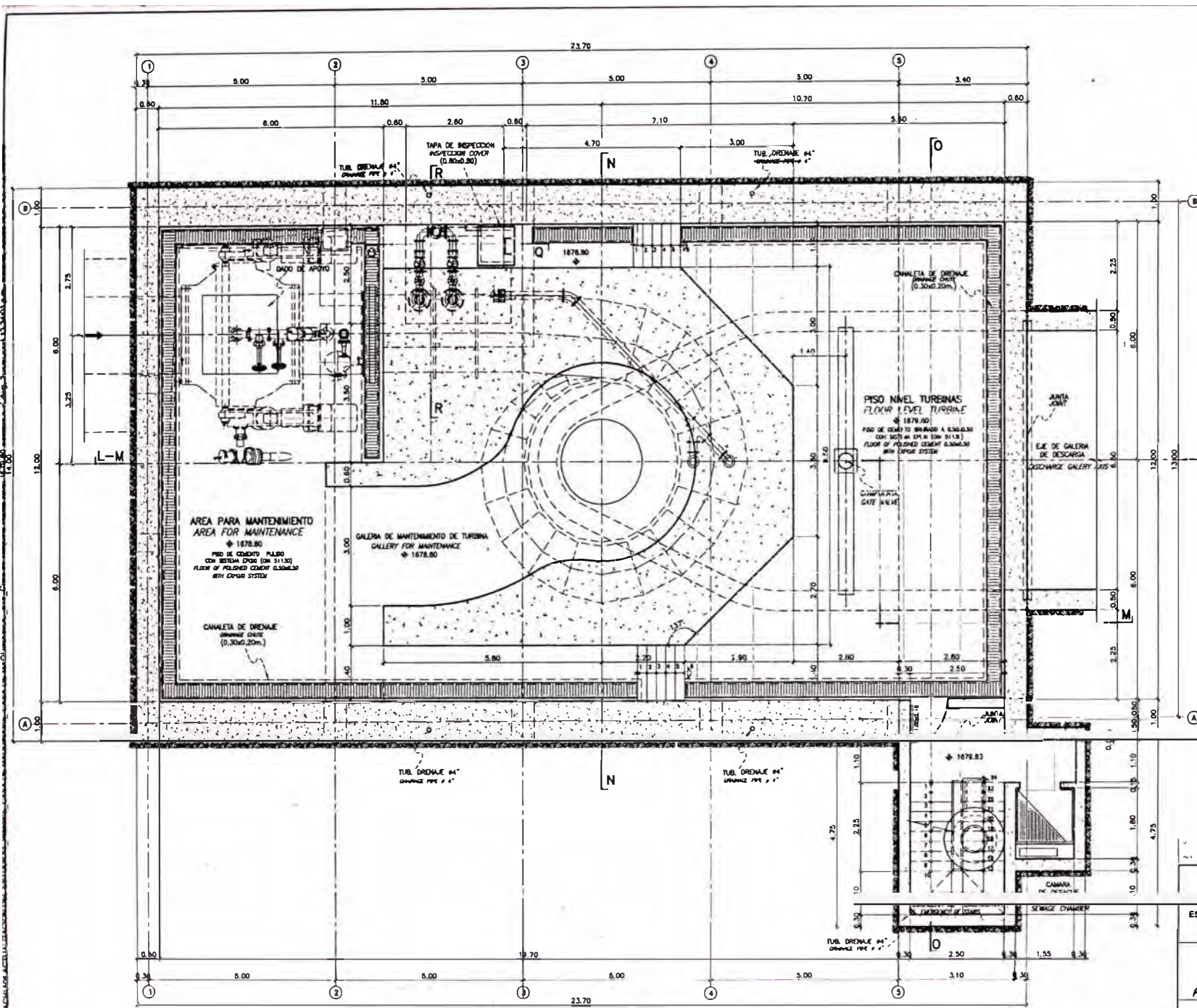
Dr. Ing. Karl Hubert Nagel
 Jefe de Proyecto

1/50 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00m

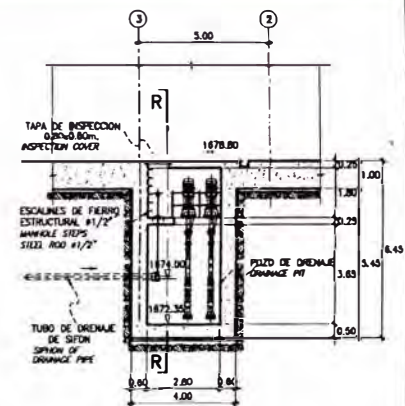
	FECHA: 30.04.10 PROYECTO: 1833/10
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU	TIPO DE OBRA: RECONSTRUCCION
CASA DE MAQUINA PLANTA: TURBINA NIVEL 1684.30 SECCION J-J POWER HOUSE PLAN: TURBINE LEVEL 1684.30 (SECTION J-J)	REVISADO: CRB APROBADO: KJLJK
	PROYECTO: 118 A/E

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE LA EMPRESA Y NO PUEDE SER REPRODUCCION O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.
 MODIFICACIONES HECHAS NO SON RECOMENDADAS

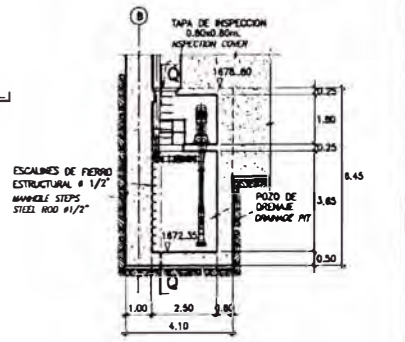
OC-514



PLANTA NIVEL 1679.80 (SECCION: K-K) / FLOOR PLAN 1679.80 (SECTION: K-K)
 ESC 1/100 SCALE 1/100



SECCION Q-Q / SECTION Q-Q
 ESC 1/200 SCALE 1/200



SECCION R-R / SECTION R-R
 ESC 1/200 SCALE 1/200

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

Dr. Ing. Karl Heinz Napp
 Jefe de Proyecto

1/100	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
1/50	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00

EDICION FINAL	PPL	30-08-08
INDICADA	INDICADA	INDICADA
DESIGNADO:	INDICADA	INDICADA
DISEÑADO:	INDICADA	INDICADA
REVISADO:	INDICADA	INDICADA
APROBADO:	INDICADA	INDICADA
CODIGO:	119 A/C	

egansa

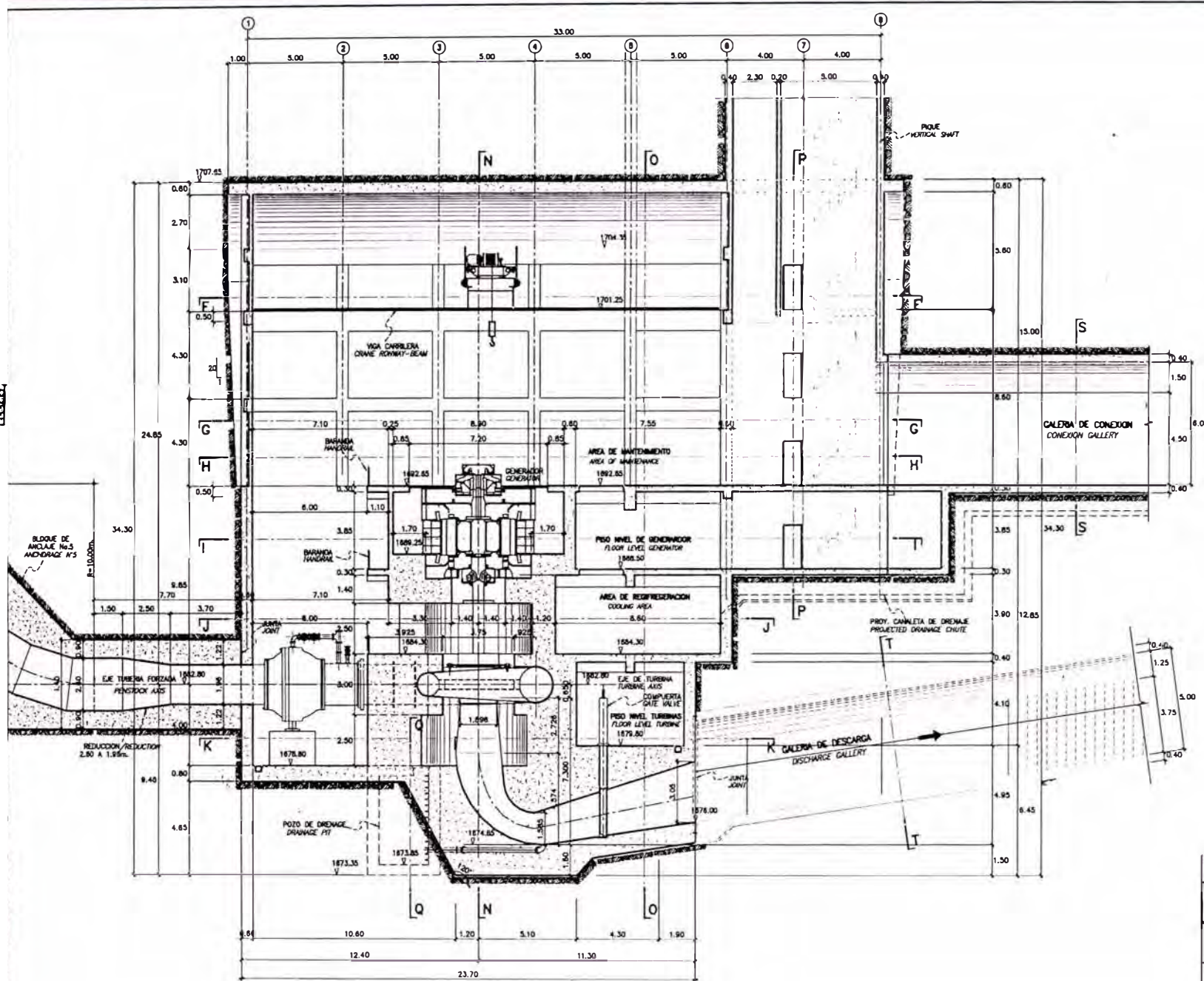
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU

CASA DE MAQUINA
 PLANTA: NIVEL DE TURBINAS 1679.80
 SECCION K-K
 POWER HOUSE
 PLAN: TURBINE LEVEL 1679.80 (SECTION K-K)

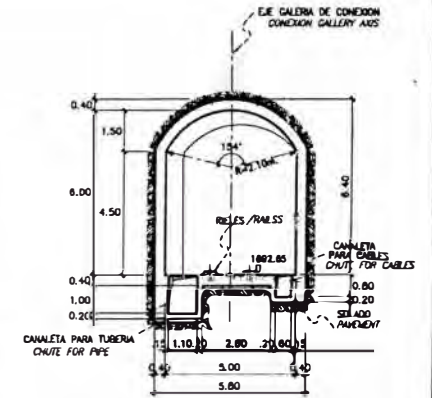
LAE LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGUSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.
 REVISIONES DISEÑOS DEL SOH NO CONFORMES

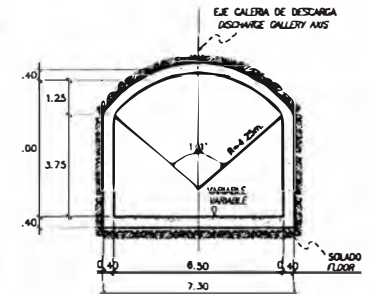
OC-515



SECCION M-M / SECTION M-M
ESC 1/200 SCALE 1/200



SECCION S-S / SECTION S-S
ESC 1/200 SCALE 1/200



SECCION T-T / SECTION T-T
ESC 1/200 SCALE 1/200

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.

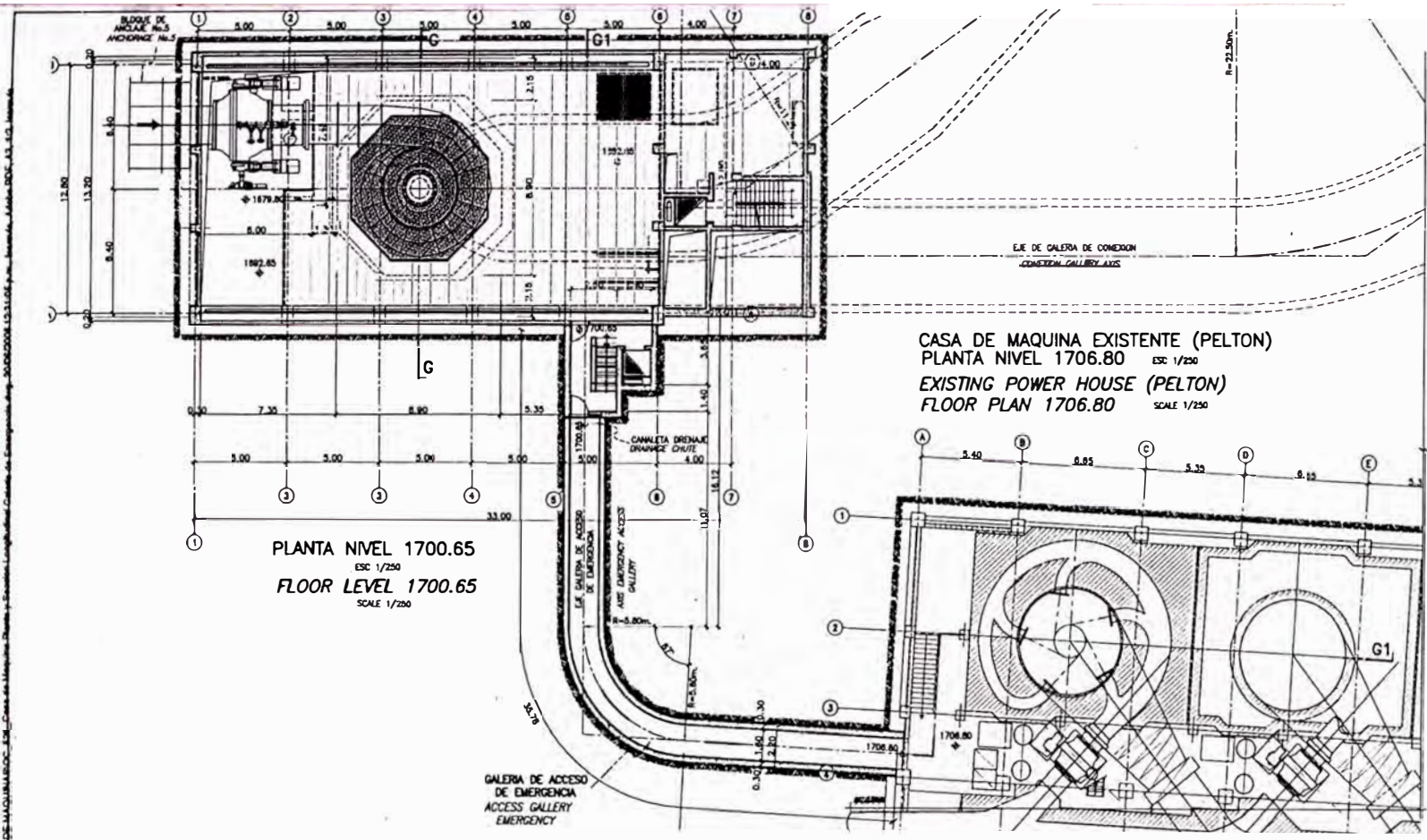
Dr. Ing. Kurt Helmut Nagel

Jefe de Proyecto

1/100 0.00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.0m

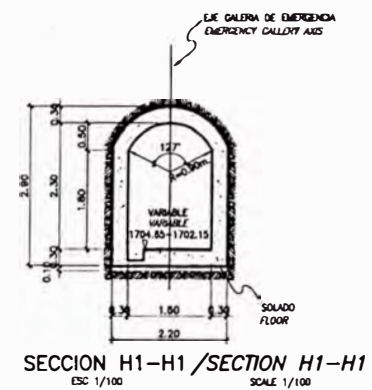
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU	ENCARGADO	30/10/10
CASA DE MAQUINA SECCIONES: L-L, S-S y T-T POWER HOUSE SECTIONS: L-L, S-S AND T-T	REVISADO	11/11/10
LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.	CHUB	
	APROBADO	
	ELABORADO	
	COORDINADO	
	11/11/10	

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGESA Y NO PUEDE SER REPRODUCCION O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. REVISIONES DIRECTAS NO SON RECONOCIDAS

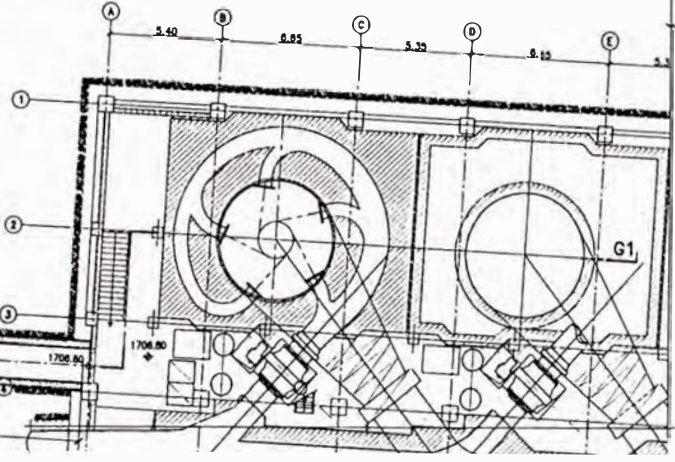


PLANTA NIVEL 1700.65
ESC 1/250
FLOOR LEVEL 1700.65
SCALE 1/250

CASA DE MAQUINA EXISTENTE (PELTON)
PLANTA NIVEL 1706.80 ESC 1/250
EXISTING POWER HOUSE (PELTON)
FLOOR PLAN 1706.80 SCALE 1/250



SECCION H1-H1 / SECTION H1-H1
ESC 1/100 SCALE 1/100

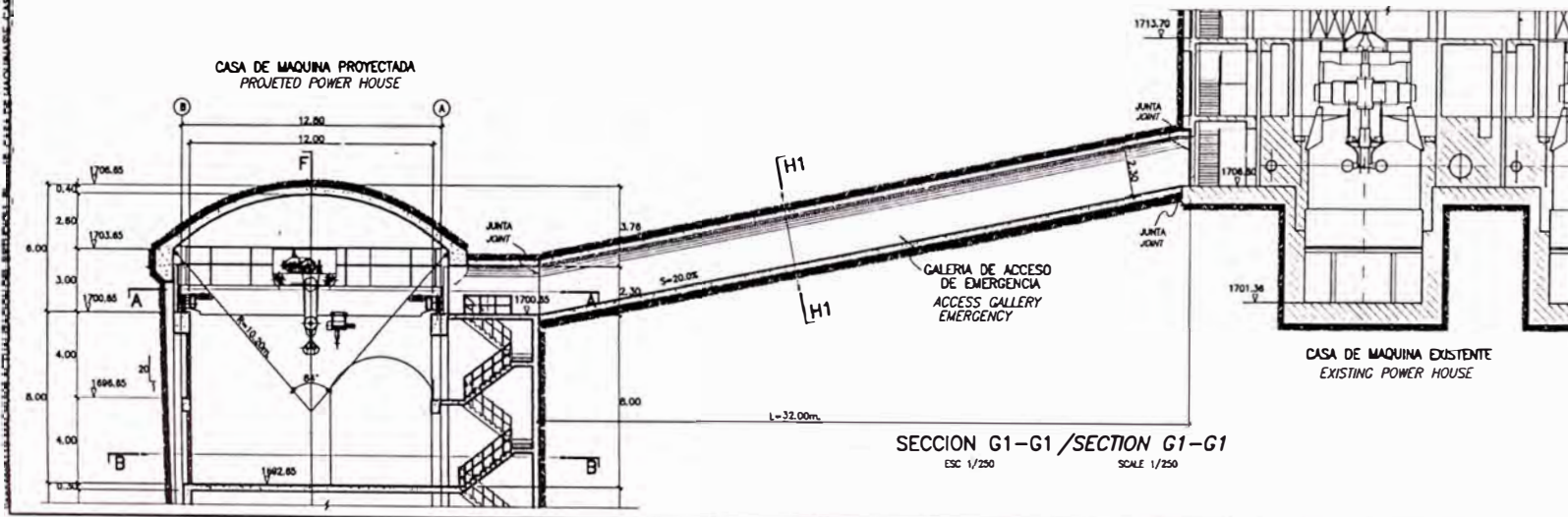


SECCION G1-G1 / SECTION G1-G1
ESC 1/250 SCALE 1/250

- LEYENDA: LEGEND
- CONSTRUCCION EXISTENTE
EXISTING CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION PROYECTADA
PROJECTED CONSTRUCTION
 - CONSTRUCCION A REALIZAR
CONSTRUCTION TO BE DEVELOPED

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
Dr. Ing. Karl Heinz Natter
Jefe de Proyecto

1/125	0.00	2.50	5.00	7.50	10.0	12.50m
1/50	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00m



CASA DE MAQUINA PROYECTADA
PROJECTED POWER HOUSE

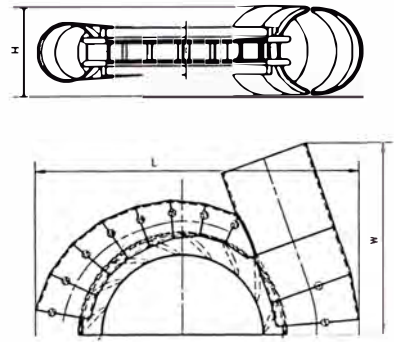
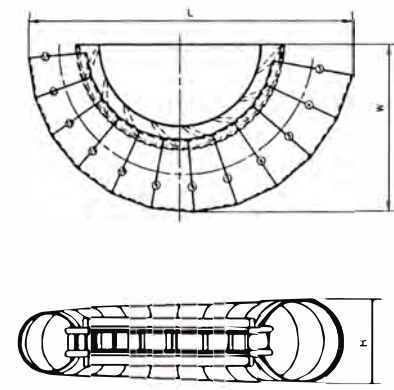
SECCION G1-G1 / SECTION G1-G1
ESC 1/250 SCALE 1/250

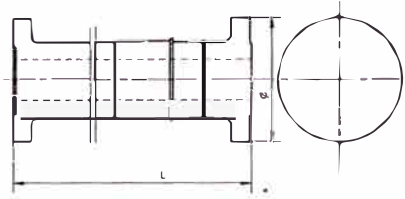
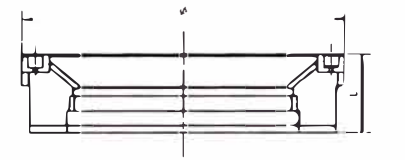
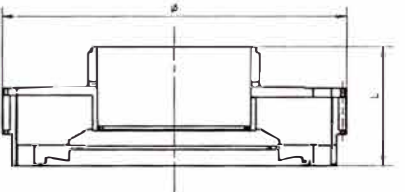
ESTUDIOS	PROYECTO	FECHA	30-08-94
PROYECTO	REVISADO	FECHA	
		INDICADA	
		DESIGNADA	
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHU PICCHU		BACHA	
		DISEÑADO	P.V.V.
CASA DE MAQUINA PLANTA Y SECCION LONGITUDINAL GALERIA DE EMERGENCIA NIVEL: 1700.65/1706.80 POWER HOUSE EMERGENCY GALLERY LEVEL: 1700.65/1706.80 PLAN AND LONGITUDINAL SECTION		REVISADO	CHE
		APROBADO	J.H.N.
		CONSEJO	
			118 A/E

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGEMSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCERAS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA.
MAYOR INFORMACION EN: 051 070 411 111

A
B
C
D
E
F


B
C
D
E
F

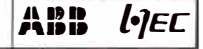
Item	Name	Big parts drawing	Parts weight	Big parts dimension
1	Stay ring and spiral casing assembly(1/2)		15t	LxWxH=6470x3840x1780
2	Stay ring and spiral casing assembly(2/2)		14.8t	LxWxH=6470x3290x1700

Item	Name	Big parts drawing	Parts weight	Big parts dimension
3	Main Shaft		11t	φxL=1230x3540
4	Bottom ring		8.5t	φxL=3200x780
5	Head Cover		19t	φxL=3420x1180

会签
标准化管理
归底图总号
底图总号
日期签字



GyM			
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA MACHUPICCHU S. A.			
REHABILITACION DE LA II FASE CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU			
CUSTOMER: OMC No./PLANO NO. CLIENTE		图号 No.	REV
		Z1001868	A
设计 DESIGN	校核 CHECK	审核 APPV	材料 MATERIAL
DESCRIPTION / DESCRIPCION: BIG PARTS DIMENSION AND WEIGHT OF TURBINE			
数量 QTY(L&R)	比例 SCALE	共张 TOTAL	第张 PAGE
修改区域 REV AREA		文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE
版次 REV		日期 DATE	日期 DATE
8		9	10
11		12	



Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

1 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

SCOPE OF SUPPLY

1. BILL OF MATERIALS GENERATOR EQUIPMENT

Bill of Material 1.1 <u>Synchronous Generator</u>			
Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
1.1.1	1	155	Stator Heaviest Package: Stator Frame(1/3) Dimension (W × D × H): 5.805×2.155×3.22 m Weight: 13.5 ton x3
1.1.2	1	190	Rotor Largest Package: Rotor Spider (with shaft) Dimension (W × D × H) : Φ2.4×8.275 m Weight : 40 ton
1.1.3	1	9.5	Lower Bracket Largest Package: Lower Bracket Welding Dimension (W × D × H): 4.21×4.21×0.835 m Weight: 7 ton
1.1.4	1	26.5	Upper Bracket Largest Package: Upper Bracket Center body Dimension (W × D × H): Φ3.65×1.34 m Weight: 16 ton
1.1.5	1	13	Assembly of Thrust Bearing
1.1.6	1	3	Braking System
1.1.7	6	4.8	Air Cooler
1.1.8	1	7	Covers of Each Type
1.1.9	1	0.2	Collecting Ring And Carbon Brush Holder
1.1.10	1	0.5	Fire Extinguishing System
1.1.11	1	1	Oil, Water Supply Piping
1.1.12	1	3	Foundation Embedded Parts
1.1.13	6	2.5	Electric Heater
1.1.14	1	2	High Pressure Oil Lifting Device
1.1.15	1		Special Tools
1.1.16	1	5.1	Spare Parts
1.1.17	1	2	Others
Total Weight:		> 425.1	

Customer: Grãña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine

Your Ref.:

Our Ref.: 7720 9133_0



Section : Bill of Materials

2 (11)

2. BILL OF MATERIALS TURBINE EQUIPMENT

Bill of Material 2.1 Hydraulic Turbine

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.1.1	1	32.94	Rotating Part
2.1.2	1	55.295	Distributor
2.1.3	1	93. 2	Embedded Part
2.1.4	1	11.9	Arrangement Part
2.1.5	1		Special Tools
2.1.6	1	> 30	Spare Parts
Total Weight:		> 224	

Bill of Material 2.2 Main Inlet Valve

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.2.1	1	71.95	Assembly of Spherical Valve
2.2.2	1	4.545	Servomotor Assembly
2.2.3	1	4.3	Upstream Connecting Pipe
2.2.4	1	8.05	Extension Node
2.2.5	1	0.93	By-Pass Piping
2.2.6	1	0.2	Aeration Valve
2.2.7	1	3.675	Valve Foundation
2.2.8	1	0.4	Oil Piping
2.2.9	1	1	Water Piping
2.2.10	1	0.33	Special Tools
2.2.11	1	1.5	Spare Parts
Total Weight:		> 96.88	

Bill of Material 2.3 Turbine Controls

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.3.1	1	1.7	Governor mechanical part
2.3.2	1	7.9	Pressure oil supply unit
2.3.3	1	0.9	Control cabinet of pressure oil supply unit
Total Weight:		> 10.5	

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

3 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

3. BILL OF MATERIALS BALANCE OF PLANT (BOP) MECHANICAL SYSTEMS

Bill of Material 3.1
Overhead Bridge Crane and Auxiliary Equipment

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.1.1	1	160	Overhead Traveling Crane of the powerhouse 200t/25t/10t L×W×H=13.2m×2.0m×2.2mm (Max. Piece)(1/2)(20.7 ton)
3.1.2	1	80	Overhead Traveling Crane of Cavern GIS 140t/25t L×W×H=11.3m×1.1m×1.6mm (Max. Piece)(1/2)(11.5 ton)
3.1.3	1	50	Overhead Traveling Crane Gallery of Entrance 140t L×W×H=5.3m×1.0m×1.5mm (Max. Piece)(1/2)(6.9 ton)
Total Weight:		> 290	

Bill of Material 3.2
Unit Cooling Water System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.2.1	3	1.3×3	Water Pumps: Q=800m ³ /h H=30m G=1300kg L×W×H=1630×900×950mm P=75 KW
3.2.2	2	1×2	Self-flushing filter: Q=800m ³ /h PN=1.0MPa G=1000kg L×W×H=1000×1090×2580mm
3.2.3	2	4.371×2	Plate heat exchangers: Q=800m ³ /h PN=1.0MPa G=4371kg L×W×H=2053×996×2831mm
3.2.4	2		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.2.5	1	0.8	Water tank : V=4m ³ L×W×H=2000×2000×1000mm G=800kg
3.2.6		40	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>55.442	

Bill of Material 3.3
High Pressure Compressed Air System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.3.1	2	1.064x2	Air compressors complete: H15T2XB20/80-FF PN=8.0MPa N=15kW Q=0.94m ³ /min G=1064kg L×B×H=1400×1030×860mm
3.3.2	2	5kg x2	Air filters: Dust removal Q=1m ³ /min,PN=8.0MPa G=5kg D×H=260×100mm

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine

Section : Bill of Materials

Your Ref.:

4 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

3.3.3	2	5kg x2	Air filters: Oil removal Q=1m ³ /min,PN=8.0MPa G=5kg D×H=260×100mm
3.3.4	2	0.2 x2	Air dryers: Q=1m ³ /min,PN=8.0MPa G=200kg L×B×H=900×600×900mm
3.3.5	1		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.3.6		8	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>10.6	

Bill of Material 3.4
Low Pressure Compressed Air System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.4.1	2	0.643x2	Air compressors complete: Up5-18-7 PN=0.85MPa N=18.5kW Q=3.54m ³ /min G=643kg L×B×H=1712×920×1050mm
3.4.2	2	0.5 x2	Air Receivers for Air Compressors: V=1m ³ ,PN=0.8MPa,G=500kg D×H=φ800×2500mm
3.4.3	2	5kg x2	Air filters: Dust removal Q=3m ³ /min,PN=0.8Mpa G=5kg L×B×H=900×800×2200mm
3.4.4	2	5kg x2	Air filters: Oil removal Q=3m ³ /min,PN=0.8MPa G=5kg D×H=260×100mm
3.4.5	2	0.25 x2	Air dryers: V=3m ³ ,PN=0.8Mpa,G=250kg D×H=φ800×2500mm
3.4.6	1		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.4.7		8	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>10.8	

Bill of Material 3.5
Lubrication Oil System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.5.1	1	2.2	Vacuum Oil Purifie: ZJCQ-6 Q=6000L/h P≤ 0.5MPa N=53.79kW L×W×H=1700×1300×1900mm G=2200Kg
3.5.2	2		Gear Oil Pump: 2CY-8/0.33 Q=8m ³ /h P≤ 0.5MPa N=2.2kW

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

5 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

3.5.3	1	85kg	Pressure Oil Filter: LY-100 Q>100L/min P=0.5Mpa N=2.2kW G=85Kg L×W×H=900×300×740mm
3.5.4	4	0.8 x4	Oil tank: V=8m3 D×H=2200×2904mm G=800kg
3.5.5		27	lubrication oil: L-TSA46
Total Weight:		>32.5	

Bill of Material 3.6
Drainage And Discharge System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.6.1	2	1 x2	Vertical Turbine Pump: Q=80m3/h H=22.5m p=11Kw D×H=159×4000mm G=1000kg
3.6.2	2	2 x2	Vertical Turbine Pump: Q=160m3/h H=34.5m p=22Kw D×H=159×4000mm G=2000kg
3.6.3	1	33kg	Submersible pump: Q=2.1m3/h H=21.8m p=2Kw L×B×H=400×300×450mmG=33kg
3.6.4	1	50kg	Submersible pump: Q=3.8m3/h H=46.1m p=5Kw L×B×H=500×300×500mmG=50kg
3.6.5	4		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.6.6		20	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>26.5	

Bill of Material 3.7
Accessories of BOP

Item	Qty	Weight (t)	Description
3.7.1	1 Set		Automatic Elements
3.7.2	239 Pcs		Valves

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0



Section : Bill of Materials

6 (11)

4. BILL OF MATERIALS EBoP EQUIPMENT

Bill of Material 4.1
GSU Transformer

Item	Qty	Description
4.1.1	4	Oil filled single phase Transformers, per IEC Standards, incl. suitable packing and routine tests 40 MVA, 1 ph, 60 Hz HV: 138 kV LV: 13,8 kV Cooling: OFWF 1 set of spare parts

Bill of Material 4.2
Generator Circuit Breaker

Item	Qty	Description
4.2.1	1	Generator Circuit Breaker HECS 80 13,8 kV, 8000 A, 80 kA, including surge capacitors, surge arresters, Disconnecter switch, Earthing Switch, CTs, PTs. 1 set of spare parts

Bill of Material 4.3
Isolated Phase Bars

Item	Qty	Description
4.3.1	1 set	Isolated Phase Bus duct System Main Bus: 17,5 kV, 6000 A, 132 kArms momentary Tee tap Bus: 17,5 kV, 1600 A, 132 kArms momentary 1 set of spare parts

Bill of Material 4.4
Excitation System

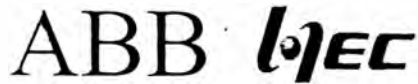
Item	Qty	Description
4.4.1	1	Excitation System UNITROL 6000, including excitation transformer System ratings: 1446.6 ADC continuous, 1978.2 ADC ceiling current for 10 seconds, 325 VDC ceiling voltage. 1 set of spare parts

Bill of Material 4.5
Generator Neutral Grounding System

Item	Qty	Description
4.5.1	1	Generator neutral grounding System Neutral Grounding Transformer with Limiting Resistor Transformer: 8kV:240V Dry Type, 20 KVA Continuous, Single phase Voltage: 240 Volts L/N on resistor Current: 84 Amps continuous

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

Our Ref.: 7720 9133_0

7 (11)

		Resistance: 2.84 ohms +/- 10% Temperature rise: 375 °C Insulation: 15 KV
Bill of Material 4.6 <u>Unit Auxiliary Transformers</u>		
Item	Qty	Description
4.6.1	1	One Unit Auxiliary Transformer 13,8/0.4 kV, 1000 kVA, 3 phases, 60 Hz, Z=5.75%, Dry type (VPI – Polyester)
4.6.2	1	One Unit Auxiliary Transformer 10,5/0.4 kV, 1000 kVA, 3 phases, 60 Hz, Z=5.75%, Dry type (VPI – Polyester)
Bill of Material 4.7 <u>AC Station Services System</u>		
Item	Qty	Description
4.7.1	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, "Main SWGR/MCC" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.2	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, "General Services" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.3	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, "Group MCC" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.4	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, "HVAC system MCC" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.5	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, "Cooling system MCC" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.6	1 set	AC distribution system, 400Vac, "General Lighting and Outlets cabinet" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.7	1 set	AC distribution system, 400Vac, "General Power cabinet" Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.8	1 set	AC distribution system, 400Vac, "CCM-BD" at the dam Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.7.9	1 set	AC distribution system, 400Vac, "Power House and Substation in Cavern distribution cabinets". Please, refer to "Technical Description document" for details.
Bill of Material 4.8 <u>DC Station Services System</u>		
4.8.1	1 set	110Vdc Supply System <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 rectifier/charger SDC 110-400-R 1 110 Vdc distribution 2 Battery protections 2 Ni-Cd battery on rack 86 x ALCAD LBE460P , nominal capacity 460 Ah/5h 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.

Customer: Graña y Montero S.A.

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

8 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

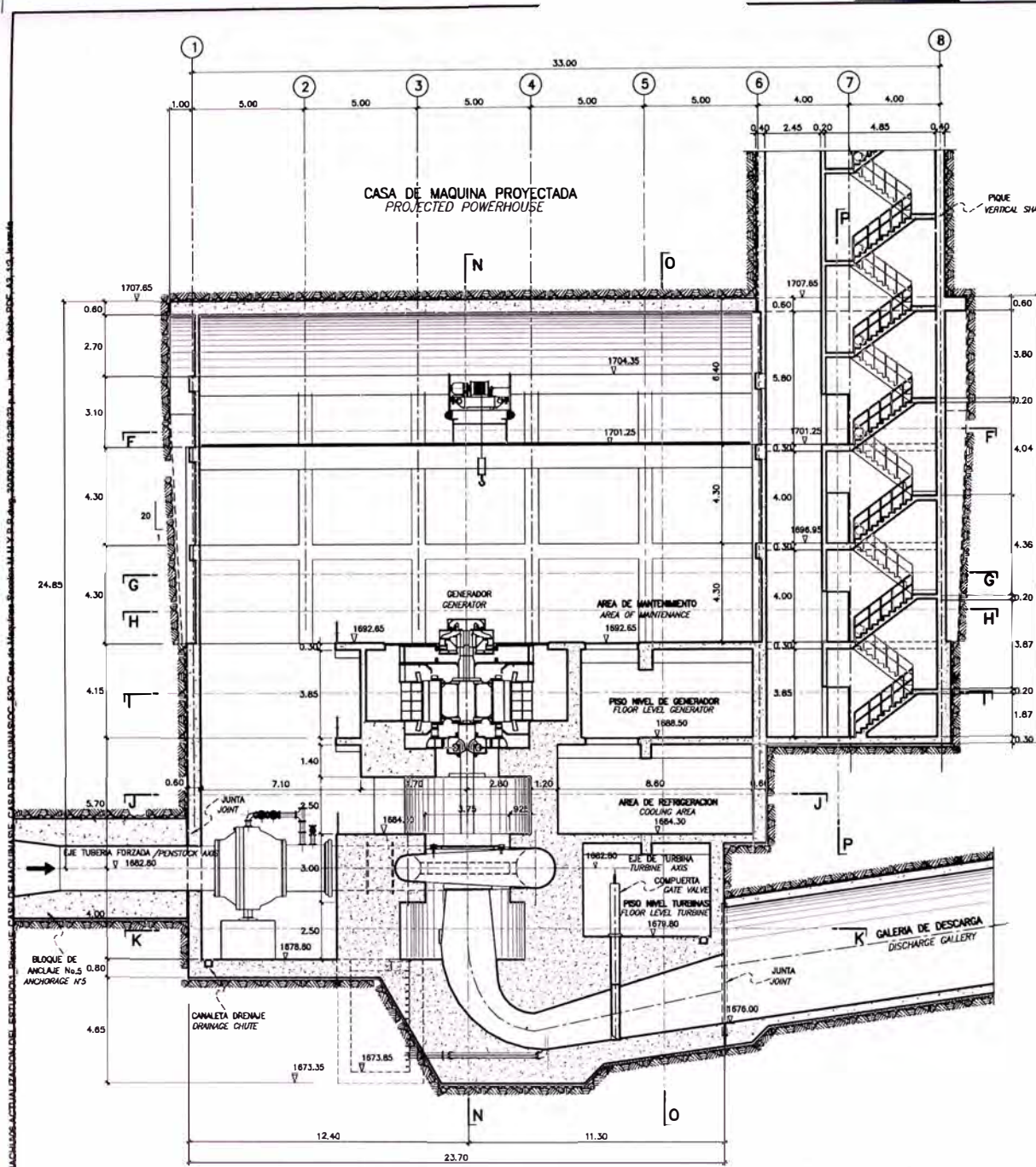
4.8.2	1 set	48Vdc Supply System <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 rectifier/charger SDC 48-100-R 1 48 Vdc distribution 2 Battery protections 2 Ni-Cd battery on rack, 37 x ALCAD LCE145P , nominal capacity 145Ah/5h 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.8.3	1 set	Inverter System 15 kVA, 1-phase, 110 Vdc/220 Vac <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 inverter WEW 1015-110/220-EA-R 1 distribution 220 Vac 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.8.4	1 set	110VDC security lighting cabinets (Tag No. TE-1, TE-2)

Bill of Material 4.9
Protection System

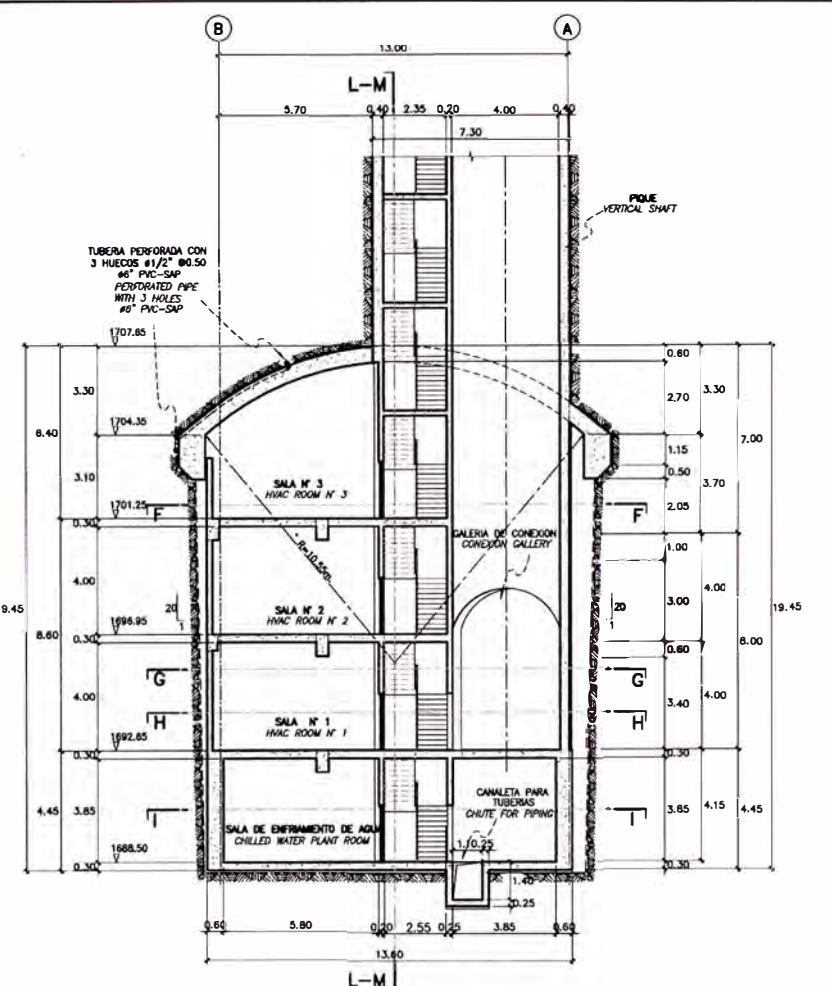
Item	Qty	Description
4.9.1	1 set	Complete Protection system for the power house consisting of: 2 Generator Protection Panels 2 Step-up Transformers Protection Panels 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.

Bill of Material 4.10
Power and Control Cables

Item	Qty	Description
4.10.1	1 set	All power (MV, LV, AC & DC) and control cables within the power house (excluding those cables which run from non-ABB to non-ABB panels) will be provided by ABB. The estimated cables quantities included in this offer are as follows: <ul style="list-style-type: none"> • eBoP-CT & PT, Control & Protection and DCS cable: 10000 m • LV power cable: 5500 m • MV Cable: 350m • Fiber Optic Network Cable: 800m



SECCION L-L / SECTION L-L
 ESC 1/200 SCALE 1/200

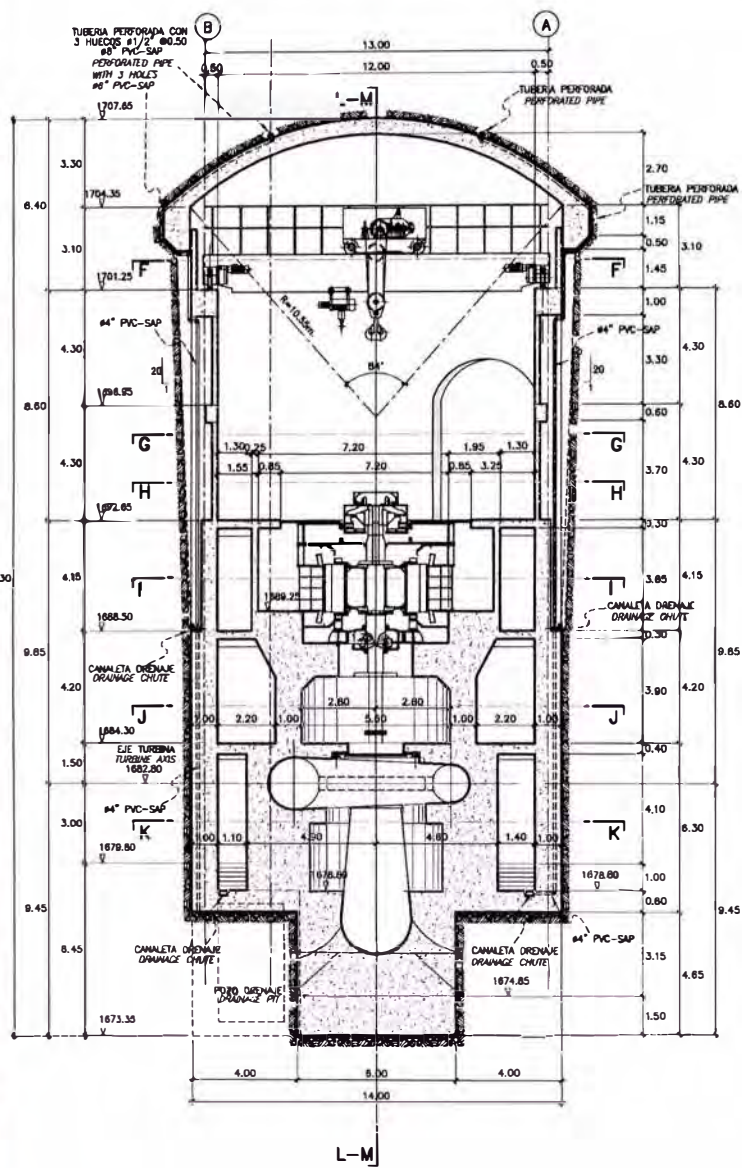


SECCION P-P / SECTION P-P
 ESC 1/200 SCALE 1/200
 LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Dr. Ing. Karl-Holzig Nagel
 Jefe de Proyecto
 1/100 0.00 2.00 4.00 6.00 8.00 10.00

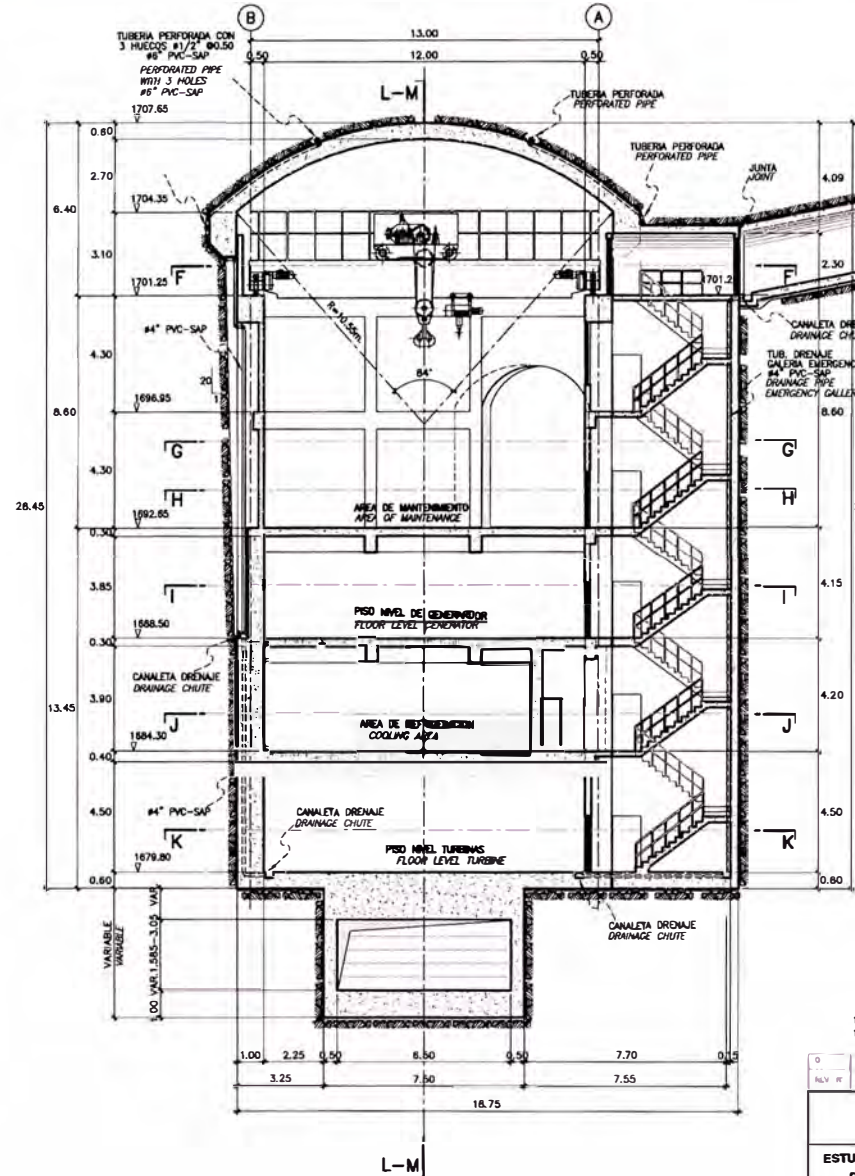
PLANO DE REFERENCIA / REFERENCE DRAWING
 - VER SISTEMA DE DRENADJE EN PLANOS OC-516 AL OC-518
 - SEE DRAINAGE SYSTEM IN DRAWING OC-516 AL OC-518

0	EDICION FINAL	PPF	30-04-08
NIV. 00	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA
		ESCALA:	
		INDICADA	
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU		DISEÑADO: BACHA	
		DIBUJADO: P.N.V.	
		REVISADO: CRB	
		APROBADO: K.H.N.	
		CODIGO: 119 A/E	

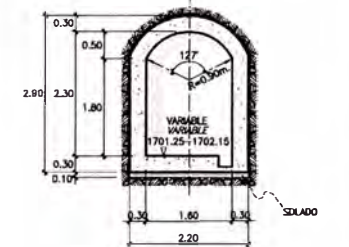
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGEMSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. MEDIDAS ORIENTAS NO SON RECOMENDADAS



SECCION N-N/ SECTION N-N-0
ESCALA 1/200 SCALE 1/200



SECCION O-O/ SECTION O-O-0
ESCALA 1/200 SCALE 1/200





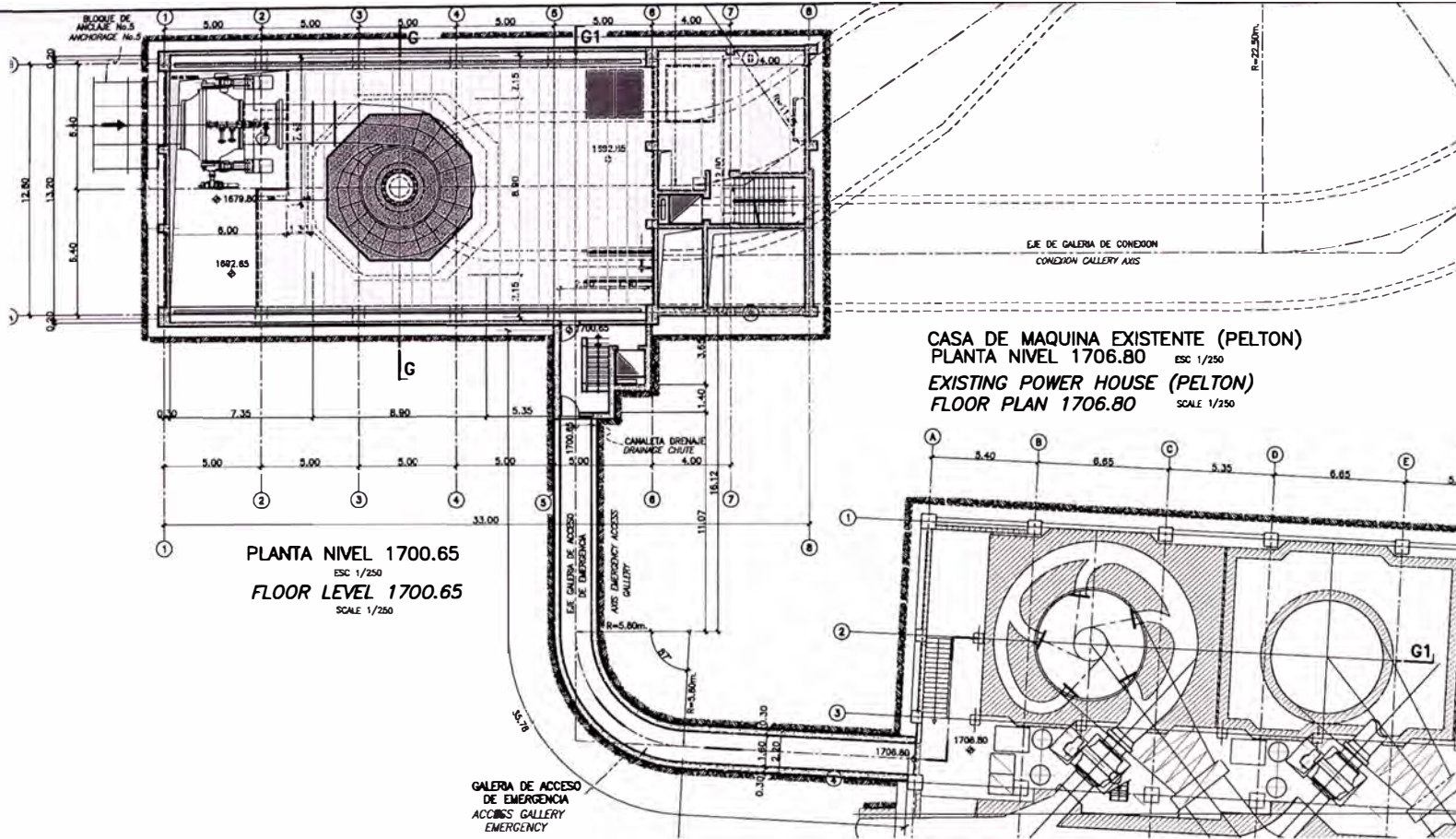
SECCION U-U/ SECTION U-U
ESCALA 1/100 SCALE 1/100

PLANO DE REFERENCIA / REFERENCE DRAWING
- VER SISTEMA DE DRENAJE EN PLANOS OC-516 AL OC-518
- SEE DRAINAGE SYSTEM IN DRAWING OC-516 AL OC-518

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
Dr. Ing. Karl-Heinz Nagel
Jefe de Proyecto

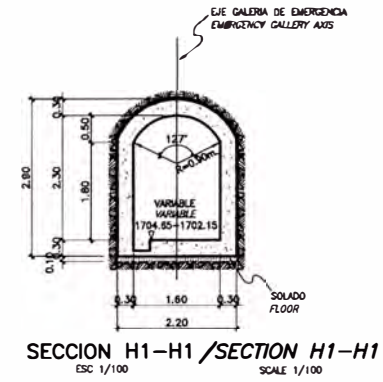
1/100	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
1/50	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00

EDICION FINAL		1987-08	
NO. #	DESCRIPCION	IMPRESO	FECHA
			
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU			
CASA DE MAQUINA SECCIONES: N-N y O-O POWER HOUSE SECTIONS: N-N AND O-O			
		ESCALA: INDICADA DISEÑADO: BACHA DIBUJADO: P.V.V. REVISADO: CRB APROBADO: K.H.N. CODIGO: 119 A/E	



CASA DE MAQUINA EXISTENTE (PELTON)
 PLANTA NIVEL 1706.80 ESC 1/250
 EXISTING POWER HOUSE (PELTON)
 FLOOR PLAN 1706.80 SCALE 1/250

PLANTA NIVEL 1700.65
 ESC 1/250
 FLOOR LEVEL 1700.65
 SCALE 1/250



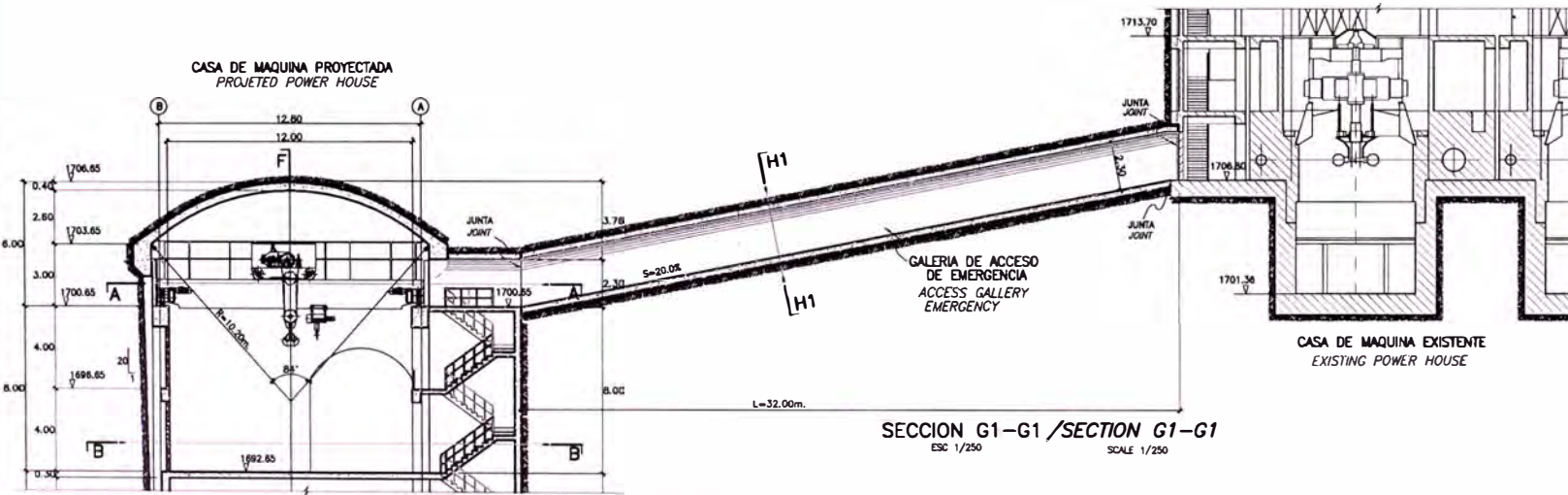
SECCION H1-H1 / SECTION H1-H1
 ESC 1/100 SCALE 1/100

LEYENDA: LEGEND

- CONSTRUCCION EXISTENTE
EXISTING CONSTRUCTION
- CONSTRUCCION PROYECTADA
PROJECTED CONSTRUCTION
- CONSTRUCCION A DEMOLER
CONSTRUCTION TO BE DEMOLISHED

LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.
 Dr. Ing. Karl-Heinz Nagel
 Jefe de Proyecto

1/125	0.00	2.50	5.00	7.50	10.0	12.50m.
1/50	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00m.



SECCION G1-G1 / SECTION G1-G1
 ESC 1/250 SCALE 1/250

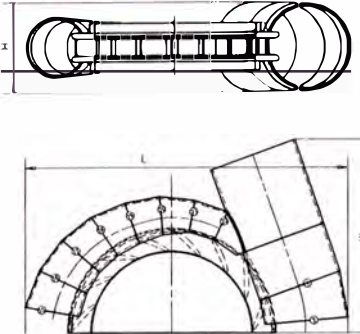
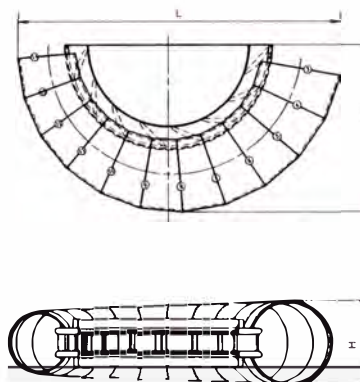
0	EDICION	PAUSE	PREC.	30-100-000
REV. N°	DESCRIPCION	FECHA	OPINION	FECHA
ESTUDIO DEFINITIVO SEGUNDA FASE DE REHABILITACION DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU				
CASA DE MAQUINA PLANTA Y SECCION LONGITUDINAL GALERIA DE EMERGENCIA NIVEL: 1700.65/1706.80 POWER HOUSE EMERGENCY GALLERY LEVEL: 1700.65/1706.80 PLAN AND LONGITUDINAL SECTION				
				ESCALA: INDICADA: DISEÑADO: BACHA DIBUJADO: P.V.V. REVISADO: CRB APROBADO: K.H.K. CODIGO: 119 A/E
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE EGAMSA Y NO PUEDE SER REPRODUCIDO O PUBLICADO POR TERCEROS SIN UNA AUTORIZACION ESCRITA. MODIFICACIONES DIRECTAS NO SON RECOMENDADAS				

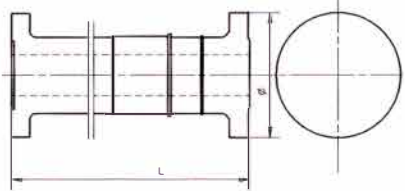

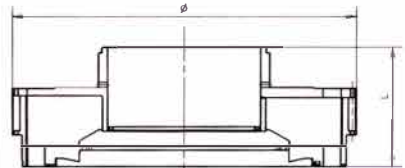
Item	Name	Big parts drawing	parts weight	Big parts dimension	Item	Name	Big parts drawing	parts weight	Big parts dimension
1	Stator frame (3/3)		13.5 t	LxWxH=5805x3150x2165	5	upper bracket (with 4 arms)		22 t	LxWxH=6220x4140x1350
2	rotor spider (1)		15 t	phi x L = 2550 x 2500	6	lower bracket (1)		8 t	LxWxH=3700x3700x715
3	main shaft (1)		12 t	phi x L = 1150 x 2500					
4	Top shaft (1)		14 t	phi x L = 1100 x 4000					

Machupicchu HEPP II Hydro-Generator						DWG No.		A2	
设计 林增斌						SF102-16/5380		重量 WT(kg)	比例 SCALE
校核 周波						BIG PARTS DIMENSION AND WIGHT			
审查 周波						共 张 第 张		TOTAL	PAGE
审批 林增斌						TOTAL			
APPD 日期						MATERIAL		HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED	
版次 REV		外数 NUMB		更改区域 REV. AREA		文件号 DOCUMENT No.		签字日期 SIGNATURE DATE	



哈尔滨电机厂有限责任公司专有信息, 未经许可, 不得以任何方式复制或披露给第三方。
 This document contains proprietary information of Harbin Electric Machinery Co., Ltd. (HEC) and it can not be used in any way or disclosed to others without the written permission of HEC.

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Item	Name	Big parts drawing	Parts weight	Big parts dimension
1	Stay ring and spiral casing assembly(1/2)		15t	LxWxH=6470x3840x1780
2	Stay ring and spiral casing assembly(2/2)		14.8t	LxWxH=6470x3290x1700



Item	Name	Big parts drawing	Parts weight	Big parts dimension
3	Main Shaft		11t	øxL=1230x3540
4	Bottom ring		8.5t	øxL=3200x780
5	Head Cover		19t	øxL=3420x1180

公 章
 标准化管理
 组织机构代码
 组织机构代码
 日期 签字

EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA
 MACHUPICCHU S. A.
 REHABILITACION DE LA II FASE
 CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU

CUSTOMER-DWG No / PLANO NO. CLIENTE		图号 DWG No.	Z1a001868	REV A
DESIGN / DISEÑO		DESCRIPTION / DESCRIPCION:		重量 WT (kg)
CHECK / REVISOR		BIG PARTS DIMENSION AND WEIGHT OF TURBINE		比例 SCALE
APP / APROBADO		MATERIAL		TOTAL 张数 PAGE
REV / NUMERO	更改区域 AREA	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE
				2019-4-23

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

1 (11)

SCOPE OF SUPPLY

1. BILL OF MATERIALS GENERATOR EQUIPMENT

Bill of Material 1.1 <u>Synchronous Generator</u>			
Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
1.1.1	1	155	Stator Heaviest Package: Stator Frame(1/3) Dimension (W × D × H): 5.805×2.155×3.22 m Weight: 13.5 ton x3
1.1.2	1	190	Rotor Largest Package: Rotor Spider (with shaft) Dimension (W × D × H) : Φ2.4×8.275 m Weight : 40 ton
1.1.3	1	9.5	Lower Bracket Largest Package: Lower Bracket Welding Dimension (W × D × H): 4.21×4.21×0.835 m Weight: 7 ton
1.1.4	1	26.5	Upper Bracket Largest Package: Upper Bracket Center body Dimension (W × D × H): Φ3.65×1.34 m Weight: 16 ton
1.1.5	1	13	Assembly of Thrust Bearing
1.1.6	1	3	Braking System
1.1.7	6	4.8	Air Cooler
1.1.8	1	7	Covers of Each Type
1.1.9	1	0.2	Collecting Ring And Carbon Brush Holder
1.1.10	1	0.5	Fire Extinguishing System
1.1.11	1	1	Oil, Water Supply Piping
1.1.12	1	3	Foundation Embedded Parts
1.1.13	6	2.5	Electric Heater
1.1.14	1	2	High Pressure Oil Lifting Device
1.1.15	1		Special Tools
1.1.16	1	5.1	Spare Parts
1.1.17	1	2	Others
Total Weight:		> 425.1	

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

2 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

2. BILL OF MATERIALS TURBINE EQUIPMENT

Bill of Material 2.1 Hydraulic Turbine

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.1.1	1	32.94	Rotating Part
2.1.2	1	55.295	Distributor
2.1.3	1	93.82	Embedded Part
2.1.4	1	11.9	Arrangement Part
2.1.5	1		Special Tools
2.1.6	1	> 30	Spare Parts
Total Weight:		> 224	

Bill of Material 2.2 Main Inlet Valve

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.2.1	1	71.95	Assembly of Spherical Valve
2.2.2	1	4.545	Servomotor Assembly
2.2.3	1	4.3	Upstream Connecting Pipe
2.2.4	1	8.05	Extension Node
2.2.5	1	0.93	By-Pass Piping
2.2.6	1	0.2	Aeration Valve
2.2.7	1	3.675	Valve Foundation
2.2.8	1	0.4	Oil Piping
2.2.9	1	1	Water Piping
2.2.10	1	0.33	Special Tools
2.2.11	1	1.5	Spare Parts
Total Weight:		> 96.88	

Bill of Material 2.3 Turbine Controls

Item	Qty (PCS)	Weight (t)	Description
2.3.1	1	1.7	Governor mechanical part
2.3.2	1	7.9	Pressure oil supply unit
2.3.3	1	0.9	Control cabinet of pressure oil supply unit
Total Weight:		> 10.5	

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

Our Ref.: 7720 9133_0

3 (11)

3. BILL OF MATERIALS BALANCE OF PLANT (BOP) MECHANICAL SYSTEMS

Bill of Material 3.1			
<u>Overhead Bridge Crane and Auxiliary Equipment</u>			
Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.1.1	1	160	Overhead Traveling Crane of the powerhouse 200t/25t/10t L×W×H=13.2m×2.0m×2.2mm (Max. Piece)(1/2)(20.7 ton)
3.1.2	1	80	Overhead Traveling Crane of Cavern GIS 140t/25t L×W×H=11.3m×1.1m×1.6mm (Max. Piece)(1/2)(11.5 ton)
3.1.3	1	50	Overhead Traveling Crane Gallery of Entrance 140t L×W×H=5.3m×1.0m×1.5mm (Max. Piece)(1/2)(6.9 ton)
Total Weight:		> 290	
Bill of Material 3.2			
<u>Unit Cooling Water System</u>			
Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.2.1	3	1.3×3	Water Pumps: Q=800m ³ /h H=30m G=1300kg L×W×H=1630×900×950mm P=75 KW
3.2.2	2	1×2	Self-flushing filter: Q=800m ³ /h PN=1.0MPa G=1000kg L×W×H=1000×1090×2580mm
3.2.3	2	4.371×2	Plate heat exchangers: Q=800m ³ /h PN=1.0MPa G=4371kg L×W×H=2053×996×2831mm
3.2.4	2		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.2.5	1	0.8	Water tank : V=4m ³ L×W×H=2000×2000×1000mm G=800kg
3.2.6		40	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>55.442	
Bill of Material 3.3			
<u>High Pressure Compressed Air System</u>			
Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.3.1	2	1.064x2	Air compressors complete: H15T2XB20/80-FF PN=8.0MPa N=15kW Q=0.94m ³ /min G=1064kg L×B×H=1400×1030×860mm
3.3.2	2	5kg x2	Air filters: Dust removal Q=1m ³ /min,PN=8.0MPa G=5kg D×H=260×100mm

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine

Section : Bill of Materials

Your Ref.:

4 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

3.3.3	2	5kg x2	Air filters: Oil removal Q=1m3/min,PN=8.0MPa G=5kg D×H=260×100mm
3.3.4	2	0.2 x2	Air dryers: Q=1m3/min,PN=8.0MPa G=200kg L×B×H=900×600×900mm
3.3.5	1		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.3.6		8	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>10.6	

Bill of Material 3.4
Low Pressure Compressed Air System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.4.1	2	0.643x2	Air compressors complete: Up5-18-7 PN=0.85MPa N=18.5kW Q=3.54m3/min G=643kg L×B×H=1712×920×1050mm
3.4.2	2	0.5 x2	Air Receivers for Air Compressors: V=1m3,PN=0.8MPa,G=500kg D×H=φ800×2500mm
3.4.3	2	5kg x2	Air filters: Dust removal Q=3m3/min,PN=0.8Mpa G=5kg L×B×H=900×800×2200mm
3.4.4	2	5kg x2	Air filters: Oil removal Q=3m3/min,PN=0.8MPa G=5kg D×H=260×100mm
3.4.5	2	0.25 x2	Air dryers: V=3m3,PN=0.8Mpa,G=250kg D×H=φ800×2500mm
3.4.6	1		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.4.7		8	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>10.8	

Bill of Material 3.5
Lubrication Oil System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.5.1	1	2.2	Vacuum Oil Purifie: ZJCQ-6 Q=6000L/h P≤ 0.5MPa N=53.79kW L×W×H=1700×1300×1900mm G=2200Kg
3.5.2	2		Gear Oil Pump: 2CY-8/0.33 Q=8m3/h P≤ 0.5MPa N=2.2kW

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

5 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

3.5.3	1	85kg	Pressure Oil Filter: LY-100 Q>100L/min P=0.5Mpa N=2.2kW G=85Kg L×W×H=900×300×740mm
3.5.4	4	0.8 x4	Oil tank: V=8m3 D×H=2200×2904mm G=800kg
3.5.5		27	lubrication oil: L-TSA46
Total Weight:		>32.5	

Bill of Material 3.6
Drainage And Discharge System

Item	Qty (Set)	Weight (t)	Description
3.6.1	2	1 x2	Vertical Turbine Pump: Q=80m3/h H=22.5m p=11Kw D×H=159×4000mm G=1000kg
3.6.2	2	2 x2	Vertical Turbine Pump: Q=160m3/h H=34.5m p=22Kw D×H=159×4000mm G=2000kg
3.6.3	1	33kg	Submersible pump: Q=2.1m3/h H=21.8m p=2Kw L×B×H=400×300×450mmG=33kg
3.6.4	1	50kg	Submersible pump: Q=3.8m3/h H=46.1m p=5Kw L×B×H=500×300×500mmG=50kg
3.6.5	4		The unit auxiliary equipment control panel: The panel's shape size (wide × thick × high) 800x600x2260mm
3.6.6		20	Seamless Steel Pipe
Total Weight:		>26.5	

Bill of Material 3.7
Accessories of BOP

Item	Qty	Weight (t)	Description
3.7.1	1 Set		Automatic Elements
3.7.2	239 Pcs		Valves

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

6 (11)

4. BILL OF MATERIALS EBoP EQUIPMENT

Bill of Material 4.1 GSU Transformer

Item	Qty	Description
4.1.1	4	Oil filled single phase Transformers, per IEC Standards, incl. suitable packing and routine tests 40 MVA, 1 ph, 60 Hz HV: 138 kV LV: 13,8 kV Cooling: OFWF 1 set of spare parts

Bill of Material 4.2 Generator Circuit Breaker

Item	Qty	Description
4.2.1	1	Generator Circuit Breaker HECS 80 13,8 kV, 8000 A, 80 kA, including surge capacitors, surge arresters, Disconnecter switch, Earthing Switch, CTs, PTs. 1 set of spare parts

Bill of Material 4.3 Isolated Phase Bars

Item	Qty	Description
4.3.1	1 set	Isolated Phase Bus duct System Main Bus: 17,5 kV, 6000 A, 132 kArms momentary Tee tap Bus: 17,5 kV, 1600 A, 132 kArms momentary 1 set of spare parts

Bill of Material 4.4 Excitation System

Item	Qty	Description
4.4.1	1	Excitation System UNITROL 6000, including excitation transformer System ratings: 1446.6 ADC continuous, 1978.2 ADC ceiling current for 10 seconds, 325 VDC ceiling voltage. 1 set of spare parts

Bill of Material 4.5 Generator Neutral Grounding System

Item	Qty	Description
4.5.1	1	Generator neutral grounding System Neutral Grounding Transformer with Limiting Resistor Transformer: 8kV:240V Dry Type, 20 KVA Continuous, Single phase Voltage: 240 Volts L/N on resistor Current: 84 Amps continuous

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

7 (11)

		Resistance: 2.84 ohms +/- 10% Temperature rise: 375 °C Insulation: 15 KV
Bill of Material 4.6 <u>Unit Auxiliary Transformers</u>		
Item	Qty	Description
4.6.1	1	One Unit Auxiliary Transformer 13,8/0.4 kV, 1000 kVA, 3 phases, 60 Hz, Z=5.75%, Dry type (VPI – Polyester)
4.6.2	1	One Unit Auxiliary Transformer 10,5/0.4 kV, 1000 kVA, 3 phases, 60 Hz, Z=5.75%, Dry type (VPI – Polyester)
Bill of Material 4.7 <u>AC Station Services System</u>		
Item	Qty	Description
4.7.1	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, “Main SWGR/MCC” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.2	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, “General Services” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.3	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, “Group MCC” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.4	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, “HVAC system MCC” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.5	1 set	AC distribution system, type MCC, 400Vac, “Cooling system MCC” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.6	1 set	AC distribution system, 400Vac, “General Lighting and Outlets cabinet” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.7	1 set	AC distribution system, 400Vac, “General Power cabinet” Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.8	1 set	AC distribution system, 400Vac, “CCM-BD” at the dam Please, refer to “Technical Description document” for details.
4.7.9	1 set	AC distribution system, 400Vac, “Power House and Substation in Cavern distribution cabinets”. Please, refer to “Technical Description document” for details.
Bill of Material 4.8 <u>DC Station Services System</u>		
4.8.1	1 set	110Vdc Supply System <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 rectifier/charger SDC 110-400-R 1 110 Vdc distribution 2 Battery protections 2 Ni-Cd battery on rack 86 x ALCAD LBE460P , nominal capacity 460 Ah/5h 1 set of spare parts Please, refer to “Technical Description document” for details.

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

8 (11)

4.8.2	1 set	48Vdc Supply System <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 rectifier/charger SDC 48-100-R 1 48 Vdc distribution 2 Battery protections 2 Ni-Cd battery on rack, 37 x ALCAD LCE145P , nominal capacity 145Ah/5h 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.8.3	1 set	Inverter System 15 kVA, 1-phase, 110 Vdc/220 Vac <i>parallel redundant configuration with active load sharing</i> including: 2 inverter WEW 1015-110/220-EA-R 1 distribution 220 Vac 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.
4.8.4	1 set	110VDC security lighting cabinets (Tag No. TE-1, TE-2)
Bill of Material 4.9 <u>Protection System</u>		
Item	Qty	Description
4.9.1	1 set	Complete Protection system for the power house consisting of: 2 Generator Protection Panels 2 Step-up Transformers Protection Panels 1 set of spare parts Please, refer to "Technical Description document" for details.
Bill of Material 4.10 <u>Power and Control Cables</u>		
Item	Qty	Description
4.10.1	1 set	All power (MV, LV, AC & DC) and control cables within the power house (excluding those cables which run from non-ABB to non-ABB panels) will be provided by ABB. The estimated cables quantities included in this offer are as follows: <ul style="list-style-type: none"> • eBoP-CT & PT, Control & Protection and DCS cable: 10000 m • LV power cable: 5500 m • MV Cable: 350m • Fiber Optic Network Cable: 800m

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

9 (11)

5. BILL OF MATERIALS CONTROL SYSTEM

Bill of Material 5.1 <u>Control System</u>		
Item	Qty	Description
5.1.1	1	Unit Control Panel with: - Unit control - Local HMI
5.1.2	1	Auxiliary Services Control Panel - Common control - Local HMI
5.1.3	1	Valve Chamber Control Panel - Common control - Local HMI
5.1.4	1	Dam Control Panel - Common control - Local HMI
<i>Sala Equipos Control Global</i>		
5.1.5	1	Set redundant computers acting as: - Real-Time Data Server - Communication Gateways
5.1.6	1	Computers acting as: - Historical Server
5.1.7	1	Server cabinet for above
5.1.8	1	GPS with SNTP and IRIG B for time synch
5.1.9	1	Slave Clock
5.1.10	1	Portable Engineering Workstation
5.1.11	0	Furniture
<i>Sala Operador Caverna</i>		
5.1.12	1	Operator Workstation with 2x21" monitors
5.1.13	1	Black and white laser printer
5.1.14	1	Furniture - Operator Desk for ABB OWS, radio and telephone - Operator Desk for existing CENTRALOG station and telephone - Operator Desk for existing MicroSCADA and telephone - Printer table for ABB printer - Meeting table - Nine chairs (radio and telephones supplied by others)
<i>Estacion de Operacion Represa</i>		
5.1.15	1	Operator Workstation with 2x21" monitors
5.1.16	1	Operator Desk with one chair

Customer: Graña y Montero S.A..

Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine



Section : Bill of Materials

Your Ref.:

10 (11)

Our Ref.: 7720 9133_0

<i>Sala de Mandos Central Hidroelectrica</i>		
5.1.17	1	Engineering Workstation with 2x21" monitors
5.1.18	1	Ethernet port for connecting to Administrative LAN
<i>Central Termica Dolores Pata</i>		
5.1.19	1	Operator Workstation with 2x21" monitors
5.1.20	1	Black and white laser printer
5.1.21	1	Operator Desk with one chair

6. BILL OF MATERIALS HV SUBSTATIONS

<p align="center">Bill of Material 6.1 <u>138 kV GIS Substation Equipment</u></p>		
--	--	--

Item	Qty	Description
6.1	1 set	<p>Complete single busbar 138 kV GIS substation consisting of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • one bays for incoming power transformers • one 138 kV HV Isolated cable line bay to existing 138 kV Substation • one 138 kV HV Isolated cable line bay to 138/220 kV Substation <p>This substation is including all the HV equipment (LA, DCB, CT, PT, ES, HV Cables etc.) that are part of the GIS equipment.</p> <p>The isolated HV cable to connect the power transformers located in the power house to the substation is also included.</p> <p>The substation will also include the control and protection system, auxiliary system and the telecom/teleprotection system.</p>

<p align="center">Bill of Material 6.2 <u>Expansion of existing 138 kV AIS Substation</u></p>		
--	--	--

Item	Qty	Description
6.1	1 set	<p>Expansion of existing 138 kV substation consisting of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • one 138 kV bay to receive incoming HV isolated cable from GIS substation <p>This substation is including all the HV equipment (LA, DCB, CT, PT, ES, HV Cables etc.) that are part of the switchyard equipment.</p> <p>The substation will also include the control and protection system, auxiliary system and the telecom/teleprotection system.</p>

<p align="center">Bill of Material 6.3 <u>138/220 kV AIS Substation</u></p>		
--	--	--

Item	Qty	Description
6.1	1 set	<p>Complete single busbar 138 kV substation consisting of:</p> <ul style="list-style-type: none"> • one 138 kV bay to receive incoming HV isolated cable from GIS substation and connection to future 138/220 kV transformer <p>This substation is including all the HV equipment (LA, DCB, CT, PT, ES, HV</p>

Customer: Graña y Montero S.A.
Project: MACHU PICCHU Stage II
1x100 MW, Francis Turbine

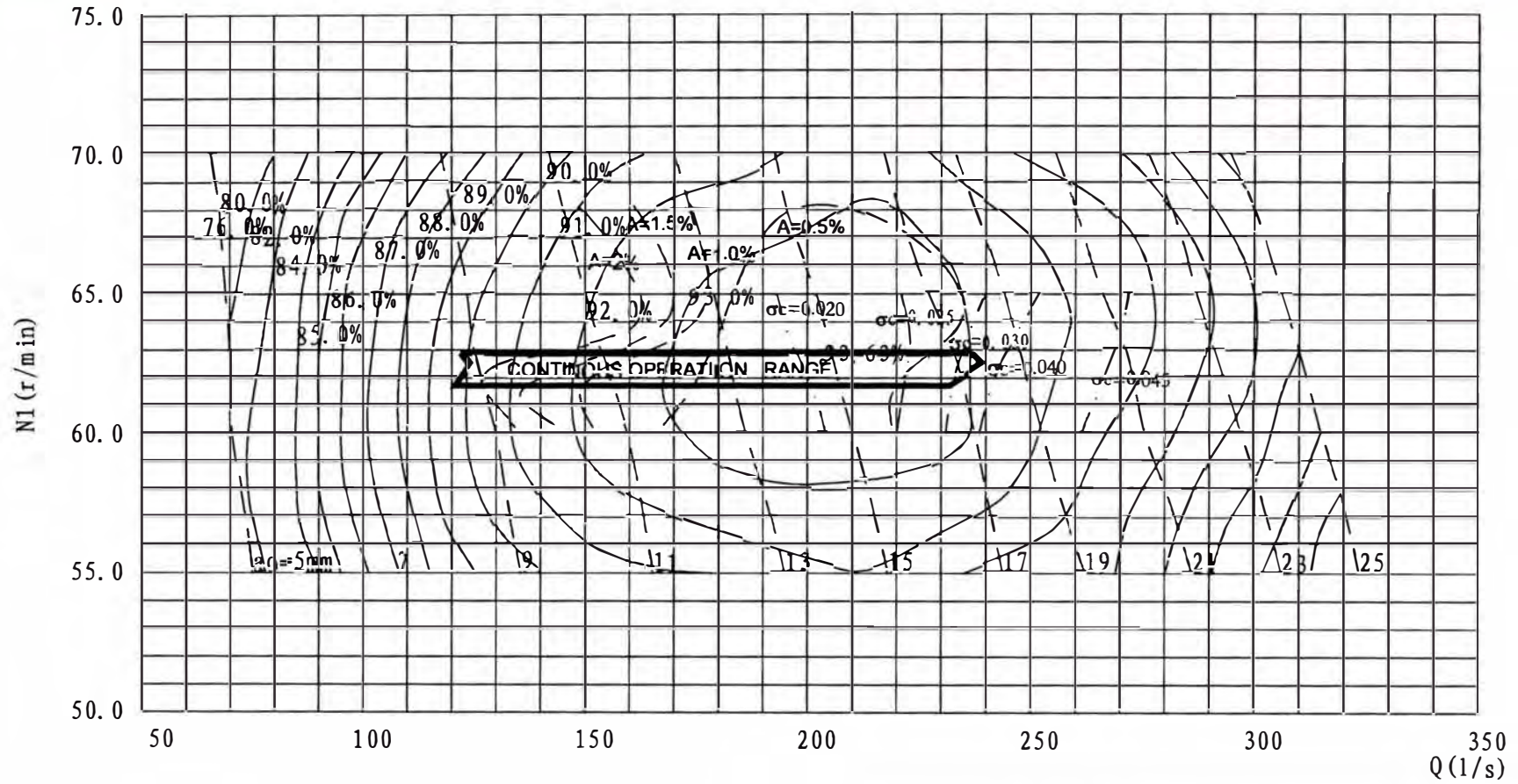


Section : Bill of Materials

Your Ref.:
Our Ref.: 7720 9133_0

11 (11)

		Cables etc.) that are part of the switchyard equipment. The substation will also include the control and protection system, auxiliary system and the telecom/teleprotection system.
--	--	--




会 签

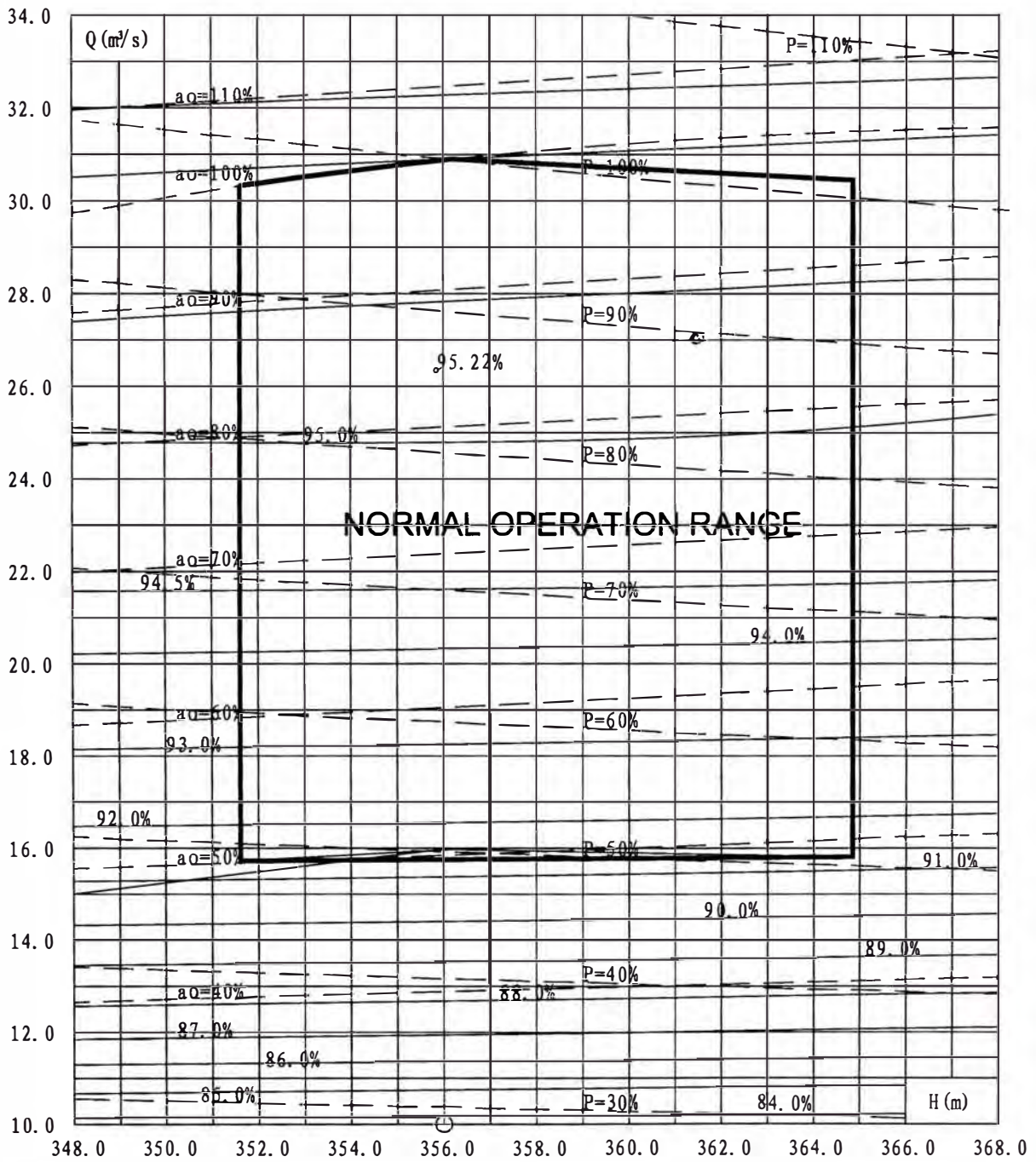
标准化检查

旧底图总号

底图总号

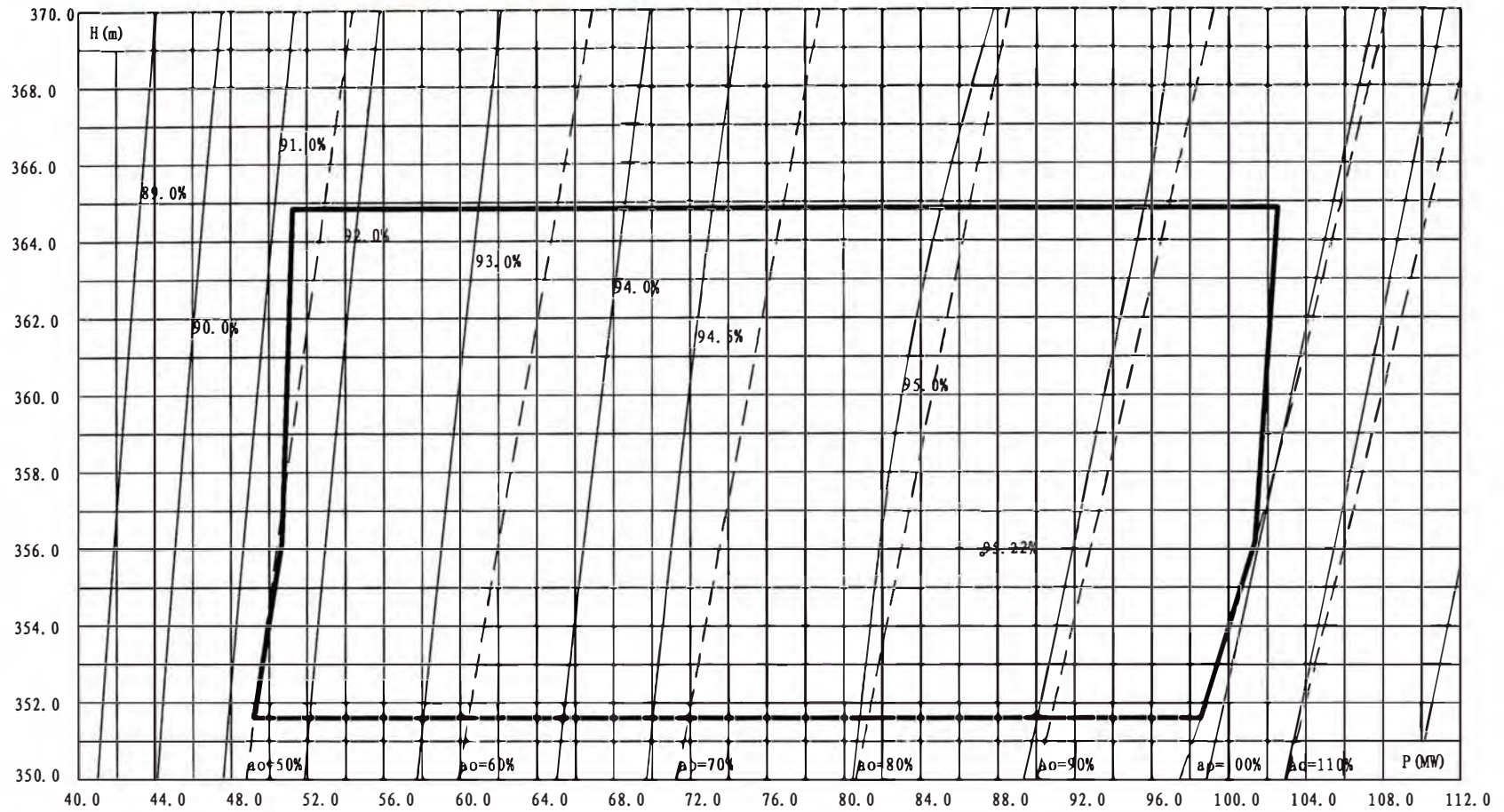
签字日期

序号 ITEM No.	代 号 CODE No.	幅面 SIZE	名 称 DESCRIPTION	数量 QTY	单重 WT (kg)	备 注 REMARKS
			MACHUPICCHU HYDROPOWER PLANT			
标记 REV.	处数 NUMB	文件号 DOCUMENT No.	签 字 SIGNATURE	日期 DATE	图号 DR No.	MA-TBW-001 A 3
设计 DESIGN				重量 WT (kg)	比例 SCALE	
校 核 CHECK				共 1 张 TOTAL	第 1 张 PAGE	
审 查 EXAMINE				材 料 MATERIAL		
日 期 DATE						
				 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		




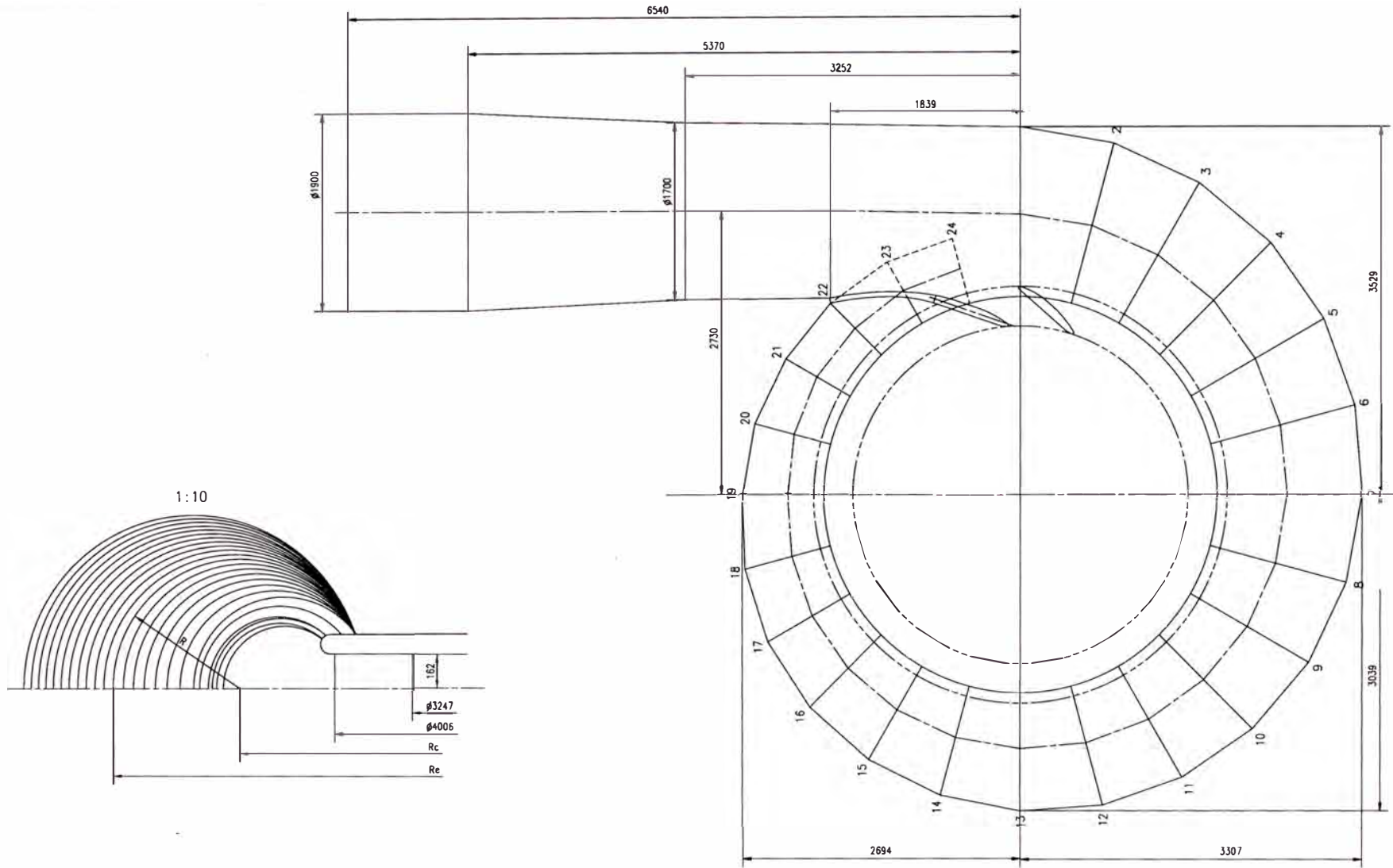
序号 ITEM No.	代号 CODB No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	单重 WT (kg)	备注 REMARKS
MACHUPICCHU HYDROPOWER PLANT						
真机运转特性曲线 PERFORMANCE CURVE				图号 DR No.	MA-TBW-002 A 3	
				重量 WT (kg)	比例 SCALE	共 2 张 TOTAL
设计 DESIGN	校核 CHECK	审查 EXAMINE	日期 DATE	材料 MATERIAL		
			哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			

签
 章
 总号
 总号
 日期



会 签
 标准化检查
 旧底图总号
 底图总号
 签字 日期

序号 ITEM No.	代 号 CODE No.	幅 面 SIZE	名 称 DESCRIPTION	数量 QTY	单重 WT (kg)	备 注 REMARKS
			MACHUPICCHU HYDROPOWER PLANT			
			真机运转特性曲线 PERFORMANCE CURVE	图号 DH No.	MA-TBW-002	A 3
标记处数 REV. NUMB				重量 WT (kg)	比例 SCALE	共 2 张 TOTAL
设计 DESIGN			 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			
校核 CHECK						
审查 EXAMINE						
日期 DATE			材 料 MATERIAL			



A
B
C
D
E
F

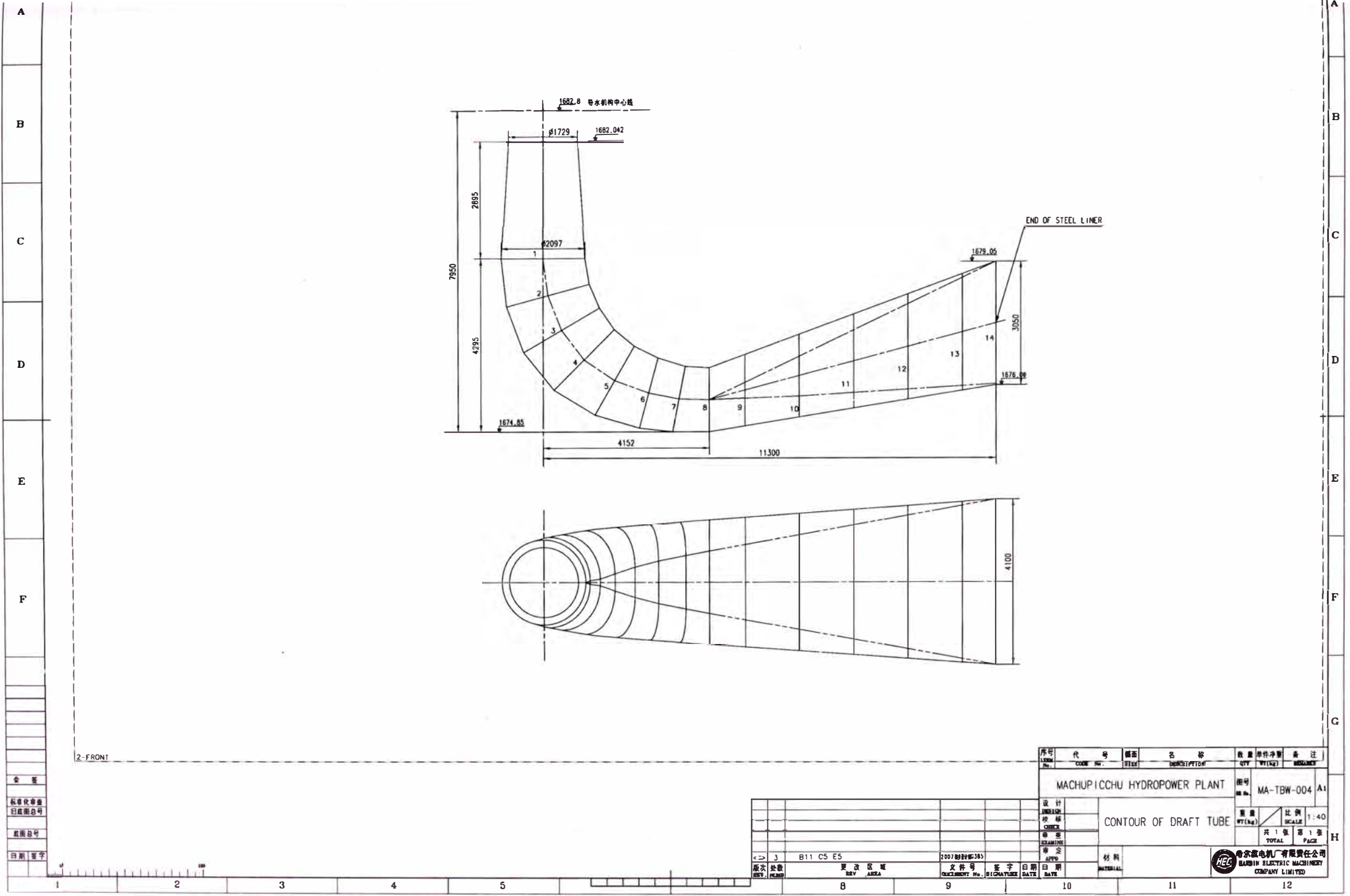
A
B
C
D
E
F
G
H

金 属
标准化管理
日期图号号
底图总号
日期 签字



序号 ITEM No.	代号 CODE No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	零件净重 WT(kg)	备注 REMARKS
MACHUICCHU HYERPOWER PLANT				图号 MA-TBW-003	A1	
CONTOUR OF SPIRAL CASE				重量 WT(kg)	比例 SCALE	1:20
				共 1 张	第 1 张	TOTAL PAGE
设计 DESIGN	校核 CHECK	审核 APPROV	材料 MATERIAL	哈尔滨电机厂有限责任公司 HAERBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		
版次 REV.	更改区域 REV. AREA	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE		

6 7 8 9 10 11 12



2-FRONT

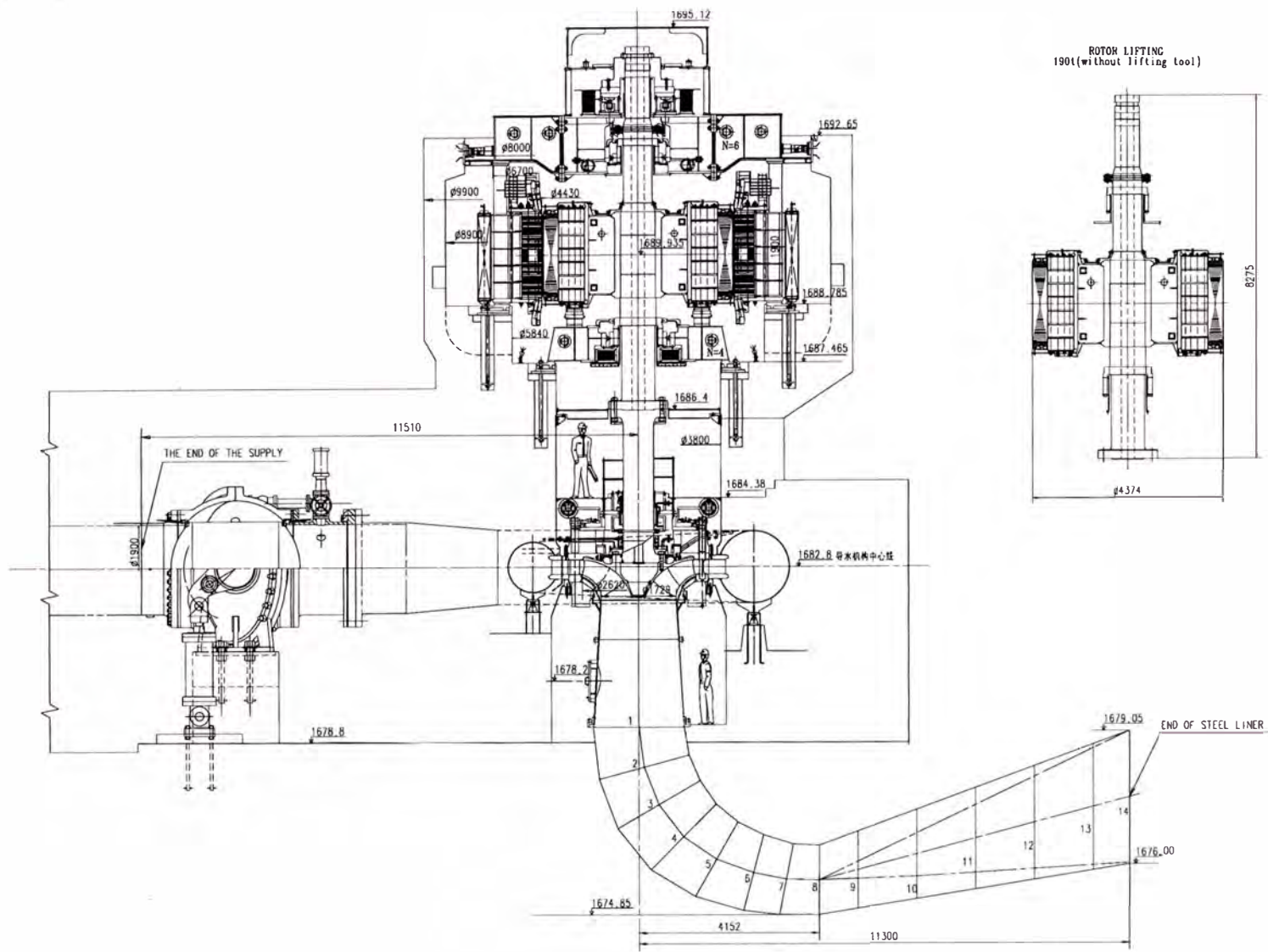
会签
标准化管理
行版图总号
版图总号
日期 签字



序号 ITEM No.	代号 CODE No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	零件净重 WT(KG)	备注 REMARKS
			MACHUPICCHU HYDROPOWER PLANT	图号 MA-TBW-004	A1	
			CONTOUR OF DRAFT TUBE	数量 共 1 张 TOTAL	比例 SCALE 1:40 第 1 页 PAGE	
设计 DESIGNED	校核 CHECKED	审核 APPROVED	材料 MATERIAL	哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		
更改 REV.	次数 COUNT	区域 AREA	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	日期 DATE
3	B11	CS E5	2007 射野 383			

3	B11	CS E5	2007 射野 383			
更改 REV.	次数 COUNT	区域 AREA	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	日期 DATE





ROTOR LIFTING
190(without lifting tool)

序号 ITEM No.	代号 CODE No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	单件重量 WT(kg)	备注 REMARKS
MACHU PICCHU HYDROPOWER PLANT						
图号 DRAWING No.				MA-TBW-005	A1	
设计 DESIGN				比例 SCALE		1:50
校核 CHECK				共 TOTAL		张 PAGE
审定 APPROVE				材料 MATERIAL		
版次 REV. (NAME)				更改区域 REV. AREA		
文件号 DOCUMENT No.				签字 SIGNATURE		
日期 DATE				日期 DATE		

机组剖面布置图
CROSS SECTION



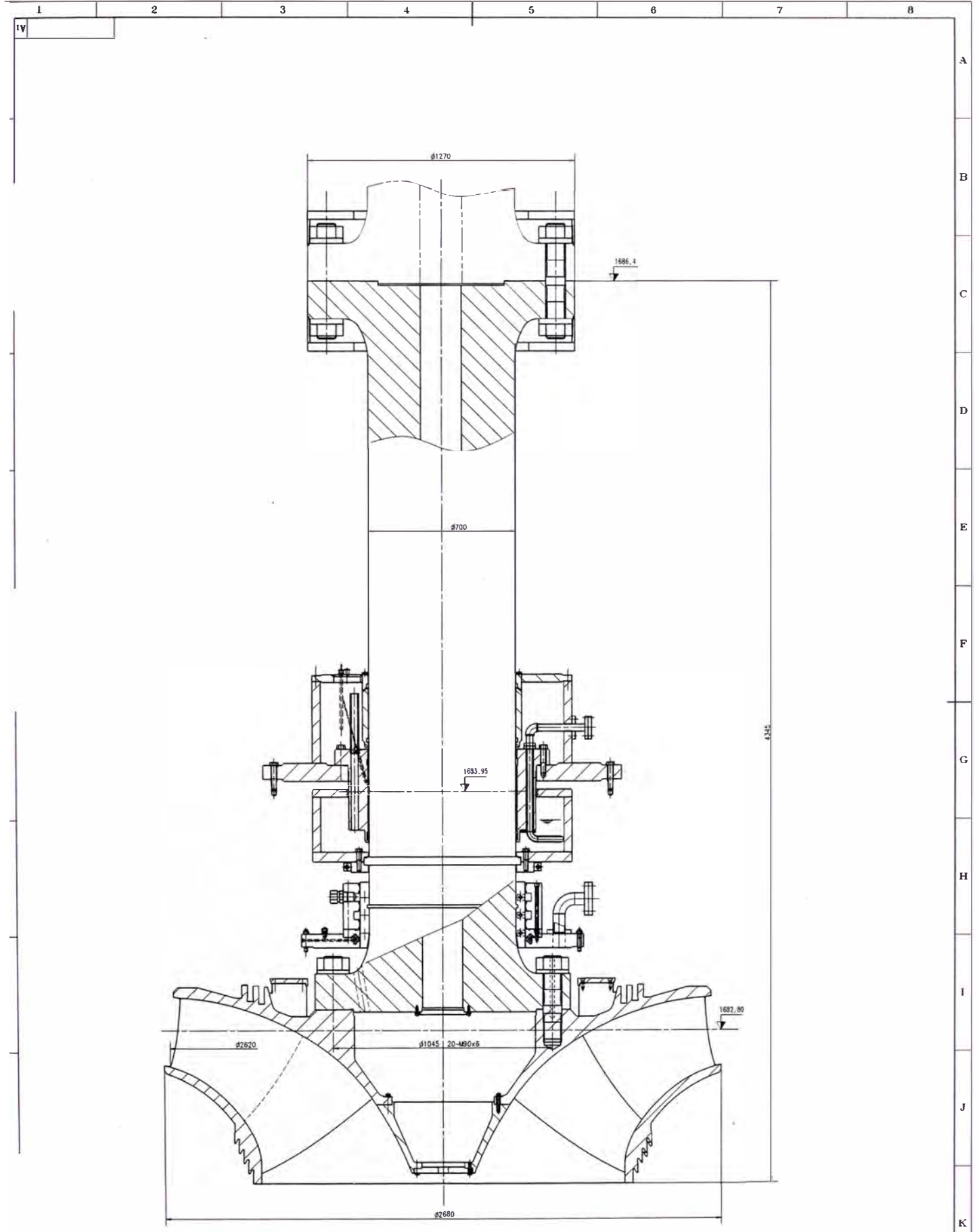
哈尔滨电机厂有限责任公司
HARBIN ELECTRIC MACHINERY
COMPANY LIMITED

A
B
C
D
E
F

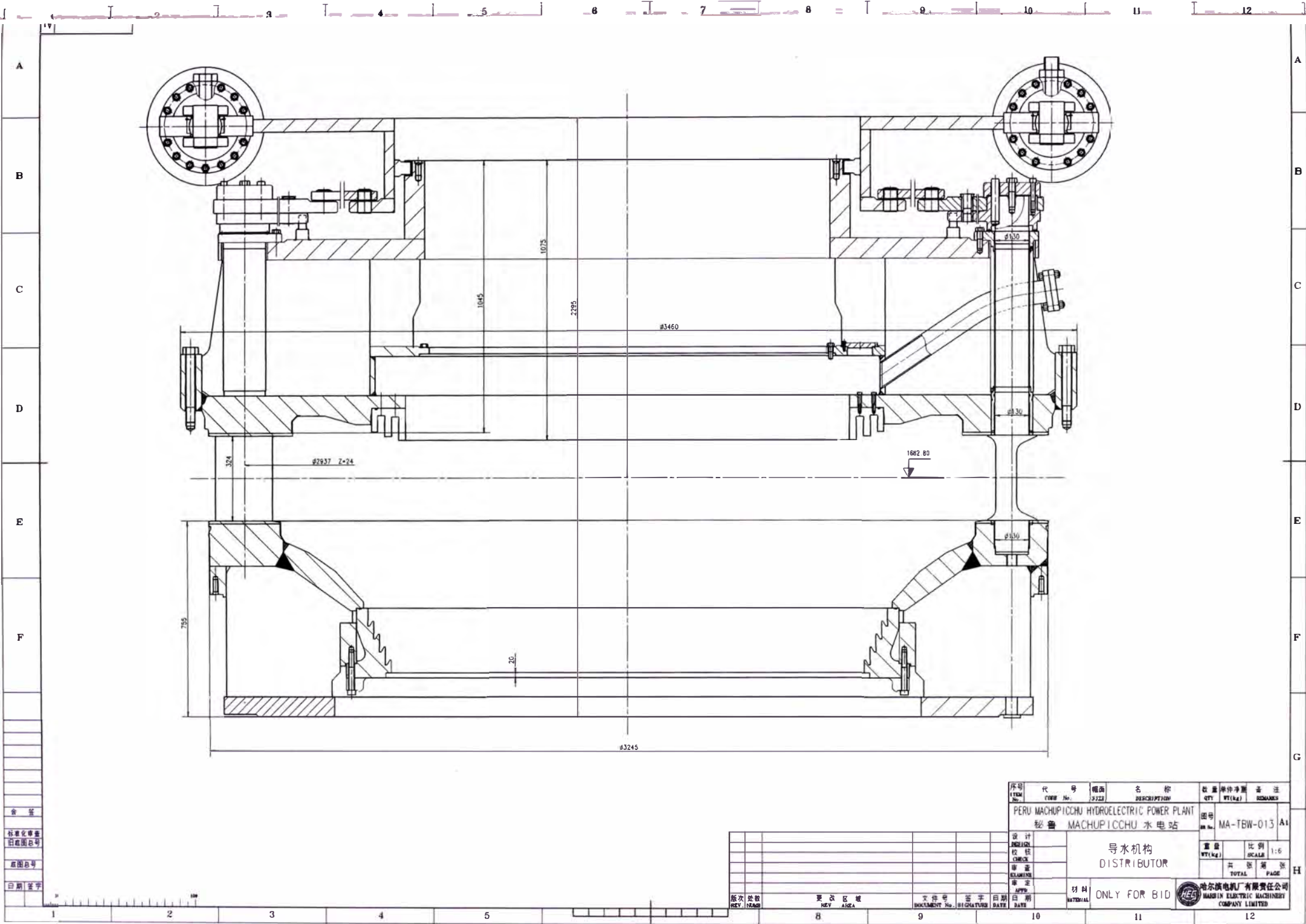
A
B
C
D
E
F
G

Z-FRONT





序号 ITEM NO.	代号 CODE No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	零件净重 WT(kg)	备注 REMARKS
PERU MACHUPICCHU HYDROELECTRIC POWER PLANT 秘鲁 MACHUPICCHU 水电站				图号 No.	MA-TBW-012 A1	
设计 DESIGN	校核 CHECK	审查 EXAMINE	审定 APPV	重量 WT(kg)	比例 SCALE	1:8
转动装配 ROTATED PARTS ASSEMBLY (INCLUDING BEARING AND SEAL)				共 TOTAL	张 PAGE	
材料 MATERIAL	ONLY FOR BID			哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		
版本/批数 REV / ITEM	更改区域	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE		

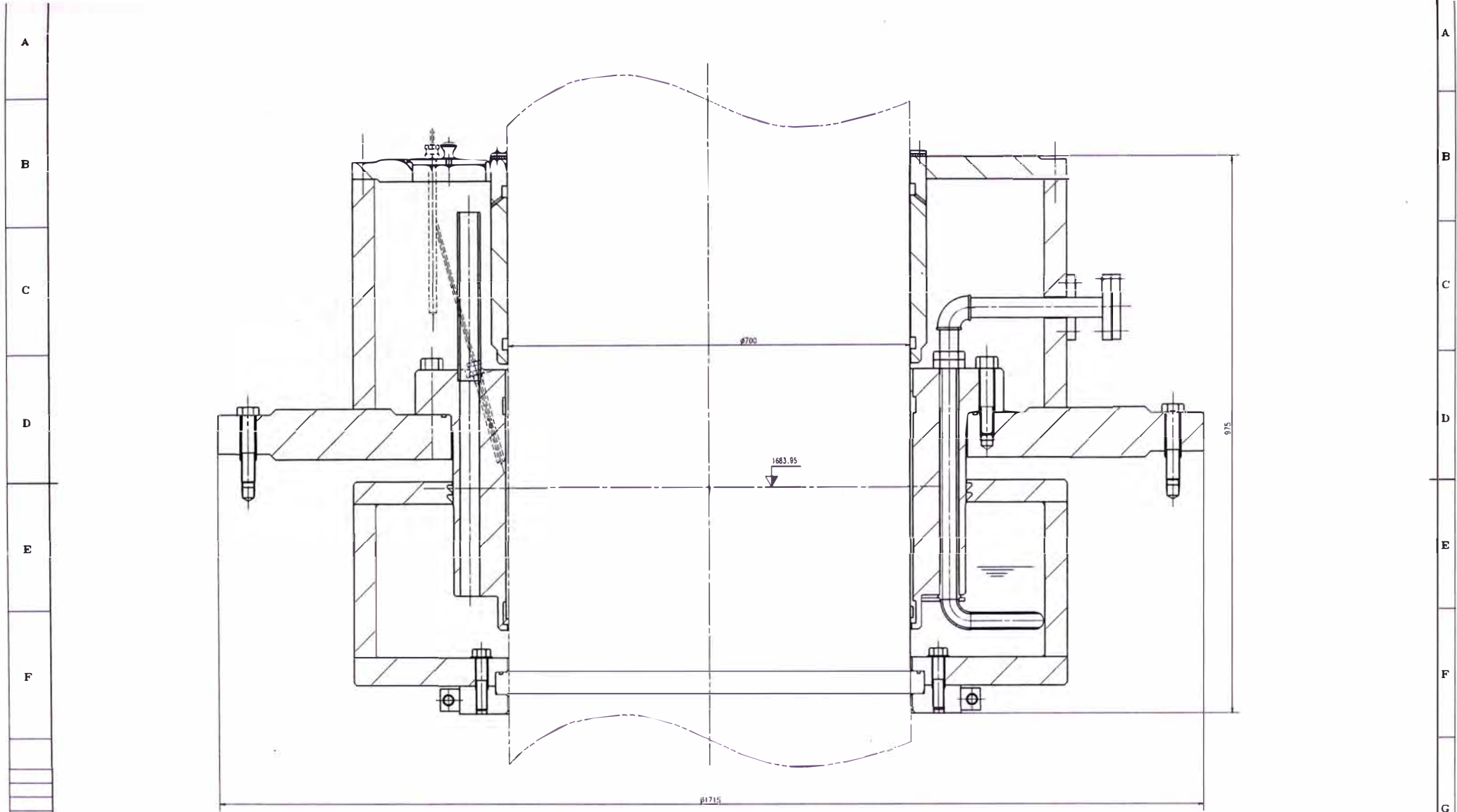


会签
 标准化管理
 图框图号
 底图图号
 日期签字

序号 (ITEM No.)	代号 (CODE No.)	幅面 (SHEET No.)	名称 (DESCRIPTION)	数量 (QTY)	材料 (MATERIAL)	重量 (WT(kg))	备注 (REMARKS)
		3/223	PERU MACHUPICCHU HYDROELECTRIC POWER PLANT 秘鲁 MACHUPICCHU 水电站				
			图号 MA-TBW-013				A1
			设计 DESIGN				
			校核 CHECK				
			审查 REVIEW				
			审定 APPROVE				
			日期 DATE				
			日期 DATE				
			材料 MATERIAL				
			重量 WT(kg)				
			比例 SCALE				1:6
			共张 TOTAL				
			第张 PAGE				
			ONLY FOR BID				
			哈尔滨电机厂有限责任公司 HAERBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED				

版本
VERSION
 更改区域
KEY AREA
 文件号
DOCUMENT No.
 签字
SIGNATURE
 日期
DATE

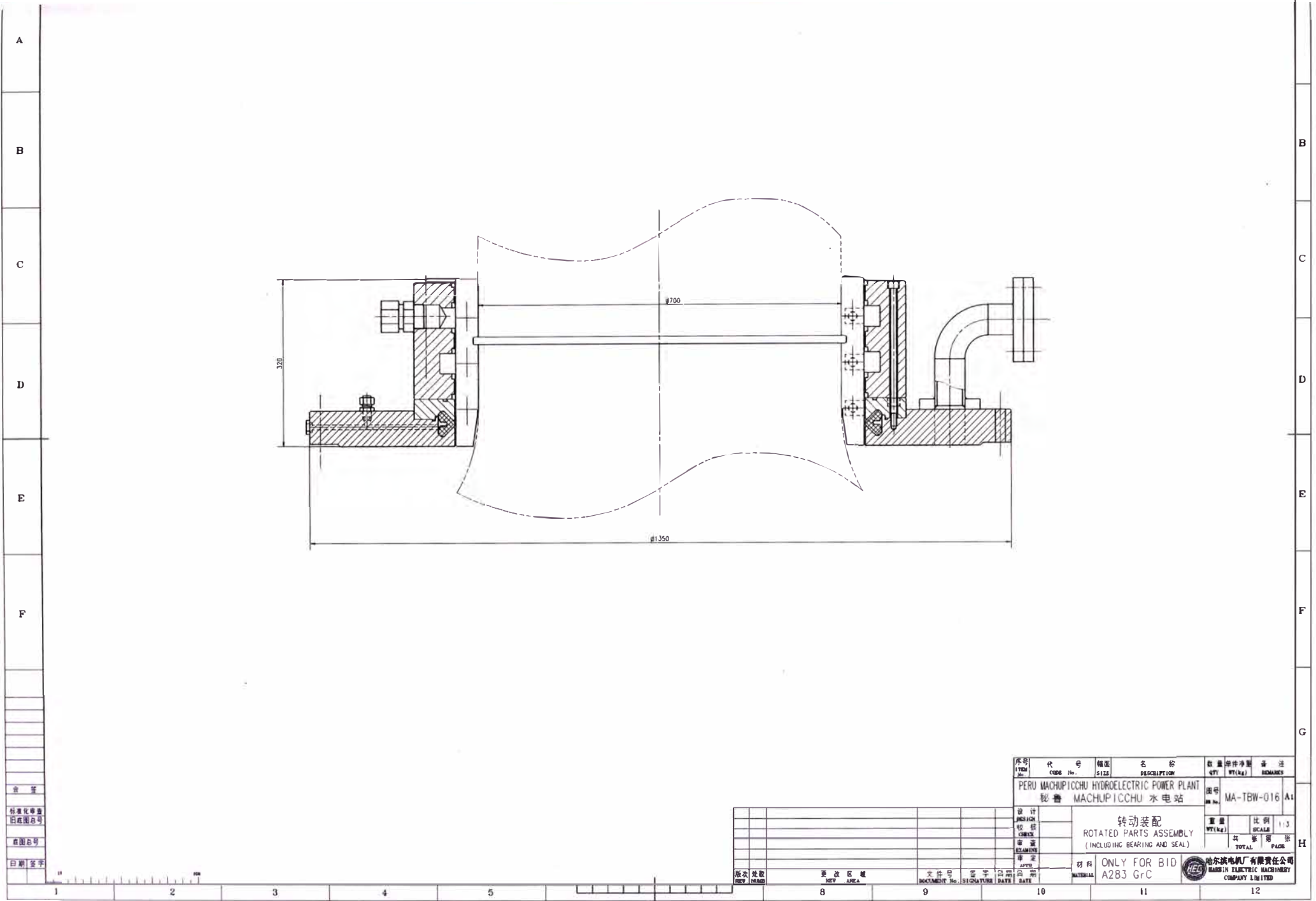
材料
MATERIAL
 ONLY FOR BID
 哈尔滨电机厂有限责任公司
HAERBIN ELECTRIC MACHINERY
COMPANY LIMITED



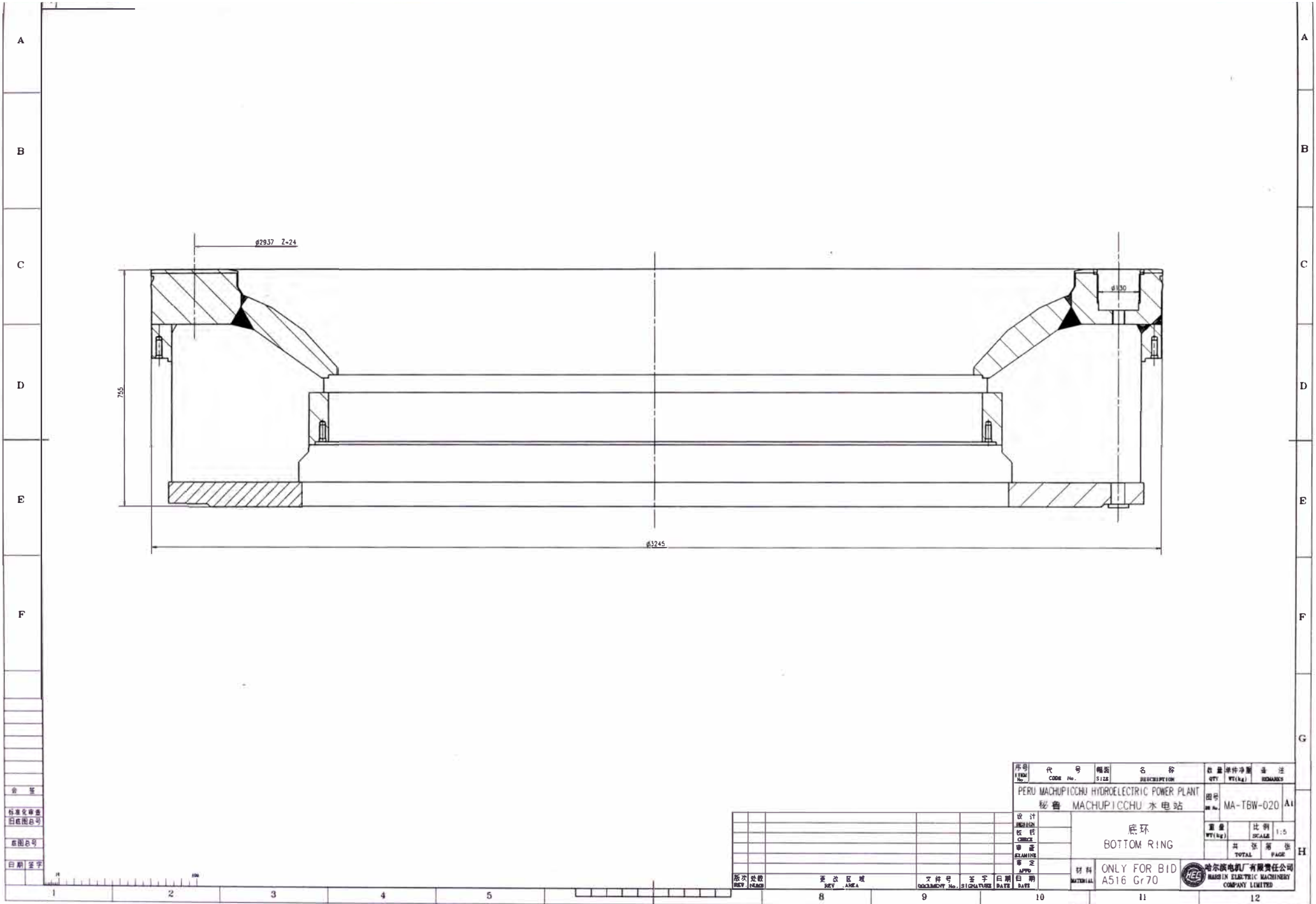
序号 ITEM No.	代号 CODE No.	规格 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	净重 WT(kg)	备注 REMARKS
PERU MACHUPICCHU HYDROELECTRIC POWER PLANT 秘鲁 MACHUPICCHU 水电站				图号 DRAWING No.	MA-TBW-014	A1
设计 DESIGN	校核 CHECK	审查 EXAMINE	审批 APPROVE	重量 WT(kg)	比例 SCALE	1:8
轴承装配 GUIDE BEARING				共 TOTAL	张 PAGE	第 PAGE
材料 MATERIAL				ONLY FOR BID G486-275		
图号 DRAWING No.		签字 SIGNATURE		日期 DATE		日期 DATE
更改 CHANGE		更改 CHANGE		文件号 DOCUMENT No.		日期 DATE

会签
标准化审查
日期图号
图号
日期签字





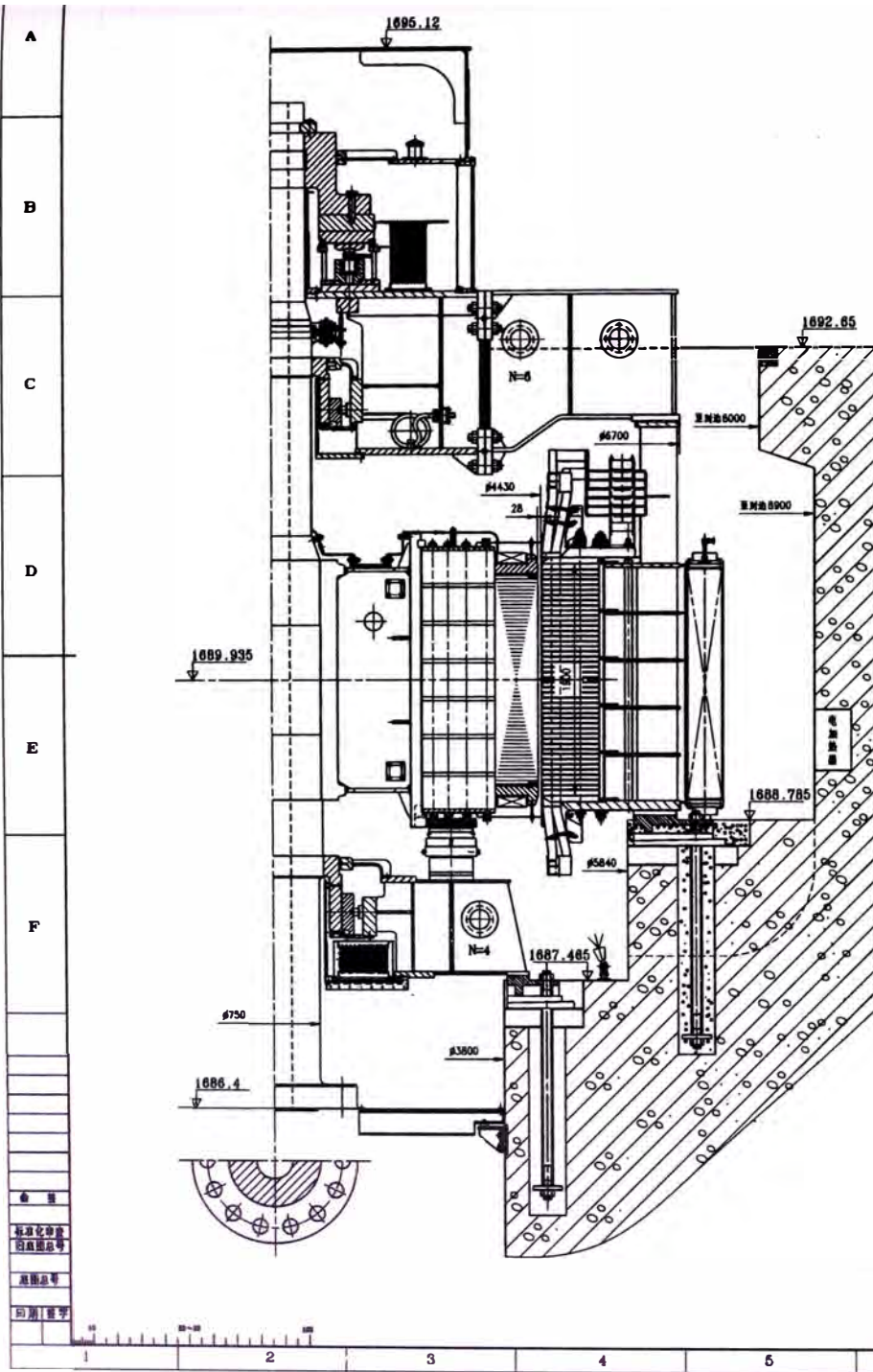
11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525
 526
 527
 528
 529
 530
 531
 532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584
 585
 586
 587
 588
 589
 590
 591
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599
 600
 601
 602
 603
 604
 605
 606
 607
 608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625
 626
 627
 628
 629
 630
 631
 632
 633
 634
 635
 636
 637
 638
 639
 640
 641
 642
 643
 644
 645
 646
 647
 648
 649
 650
 651
 652
 653
 654
 655
 656
 657
 658
 659
 660
 661
 662
 663
 664
 665
 666
 667
 668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686
 687
 688
 689
 690
 691
 692
 693
 694
 695
 696
 697
 698
 699
 700
 701
 702
 703
 704
 705
 706
 707
 708
 709
 710
 711
 712
 713
 714
 715
 716
 717
 718
 719
 720
 721
 722
 723
 724
 725
 726
 727
 728
 729
 730
 731
 732
 733
 734
 735
 736
 737
 738
 739
 740
 741
 742
 743
 744
 745
 746
 747
 748
 749
 750
 751
 752
 753
 754
 755
 756
 757
 758
 759
 760
 761
 762
 763
 764
 765
 766
 767
 768
 769
 770
 771
 772
 773
 774
 775
 776
 777
 778
 779
 780
 781
 782
 783
 784
 785
 786
 787
 788
 789
 790
 791
 792
 793
 794
 795
 796
 797
 798
 799
 800
 801
 802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814
 815
 816
 817
 818
 819
 820
 821
 822
 823
 824
 825
 826
 827
 828
 829
 830
 831
 832
 833
 834
 835
 836
 837
 838
 839
 840
 841
 842
 843
 844
 845
 846
 847
 848
 849
 850
 851
 852
 853
 854
 855
 856
 857
 858
 859
 860
 861
 862
 863
 864
 865
 866
 867
 868
 869
 870
 871
 872
 873
 874
 875
 876
 877
 878
 879
 880
 881
 882
 883
 884
 885
 886
 887
 888
 889
 890
 891
 892
 893
 894
 895
 896
 897
 898
 899
 900
 901
 902
 903
 904
 905
 906
 907
 908
 909
 910
 911
 912
 913
 914
 915
 916
 917
 918
 919
 920
 921
 922
 923
 924
 925
 926
 927
 928
 929
 930
 931
 932
 933
 934
 935
 936
 937
 938
 939
 940
 941
 942
 943
 944
 945
 946
 947
 948
 949
 950
 951
 952
 953
 954
 955
 956
 957
 958
 959
 960
 961
 962
 963
 964
 965
 966
 967
 968
 969
 970
 971
 972
 973
 974
 975
 976
 977
 978
 979
 980
 981
 982
 983
 984
 985
 986
 987
 988
 989
 990
 991
 992
 993
 994
 995
 996
 997
 998
 999
 1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020
 1021
 1022
 1023
 1024
 1025
 1026
 1027
 1028
 1029
 1030
 1031
 1032
 1033
 1034
 1035
 1036
 1037
 1038
 1039
 1040
 1041
 1042
 1043
 1044
 1045
 1046
 1047
 1048
 1049
 1050
 1051
 1052
 1053
 1054
 1055
 1056
 1057
 1058
 1059
 1060
 1061
 1062
 1063
 1064
 1065
 1066
 1067
 1068
 1069
 1070
 1071
 1072
 1073
 1074
 1075
 1076
 1077
 1078
 1079
 1080
 1081
 1082
 1083
 1084
 1085
 1086
 1087
 1088
 1089
 1090
 1091
 1092
 1093
 1094
 1095
 1096
 1097
 1098
 1099
 1100
 1101
 1102
 1103
 1104
 1105
 1106
 1107
 1108
 1109
 1110
 1111
 1112
 1113
 1114
 1115
 1116
 1117
 1118
 1119
 1120
 1121
 1122
 1123
 1124
 1125
 1126
 1127
 1128
 1129
 1130
 1131
 1132
 1133
 1134
 1135
 1136
 1137
 1138
 1139
 1140
 1141
 1142
 1143
 1144
 1145
 1146
 1147
 1148
 1149
 1150
 1151
 1152
 1153
 1154
 1155
 1156
 1157
 1158
 1159
 1160
 1161
 1162
 1163
 1164
 1165
 1166
 1167
 1168
 1169
 1170
 1171
 1172
 1173
 1174
 1175
 1176
 1177
 1178
 1179
 1180
 1181
 1182
 1183
 1184
 1185
 1186
 1187
 1188
 1189
 1190
 1191
 1192
 1193
 1194
 1195
 1196
 1197
 1198
 1199
 1200
 1201
 1202
 1203
 1204
 1205
 1206
 1207
 1208
 1209
 1210
 1211
 1212
 1213
 1214
 1215
 1216
 1217
 1218
 1219
 1220
 1221
 1222
 1223
 1224
 1225
 1226
 1227
 1228
 1229
 1230
 1231
 1232
 1233
 1234
 1235
 1236
 1237
 1238
 1239
 1240
 1241
 1242
 1243
 1244
 1245
 1246
 1247
 1248
 1249
 1250
 1251
 1252
 1253
 1254
 1255
 1256
 1257
 1258
 1259
 1260
 1261
 1262
 1263
 1264
 1265
 1266
 1267
 1268
 1269
 1270
 1271
 1272
 1273
 1274
 1275
 1276
 1277
 1278
 1279
 1280
 1281
 1282
 1283
 1284
 1285
 1286
 1287
 1288
 1289
 1290
 1291
 1292
 1293
 1294
 1295
 1296
 1297
 1298
 1299
 1300
 1301
 1302
 1303
 1304
 1305
 1306
 1307
 1308
 1309
 1310
 1311
 1312
 1313
 1314
 1315
 1316
 1317
 1318
 1319
 1320
 1321
 1322
 1323
 1324
 1325
 1326
 1327
 1328
 1329
 1330
 1331
 1332
 1333
 1334
 1335
 1336
 1337
 1338
 1339
 1340
 1341
 1342
 1343
 1344
 1345
 1346
 1347
 1348
 1349
 1350
 1351
 1352
 1353
 1354
 1355
 1356
 1357
 1358
 1359
 1360
 1361
 1362
 1363
 1364
 1365
 1366
 1367
 1368
 1369
 1370
 1371
 1372
 1373
 1374
 1375
 1376
 1377
 1378
 1379
 1380
 1381
 1382
 1383
 1384
 1385
 1386
 1387
 1388
 1389
 1390
 1391
 1392
 1393
 1394
 1395
 1396
 1397
 1398
 1399
 1400
 1401
 1402
 1403
 1404
 1405
 1406
 1407
 1408
 1409
 1410
 1411
 1412
 1413
 1414
 1415
 1416
 1417
 1418
 1419
 1420
 1421
 1422
 1423
 1424
 1425
 1426
 1427
 1428
 1429
 1430
 1431
 1432
 1433
 1434
 1435
 1436
 1437
 1438
 1439
 1440
 1441
 1442
 1443
 1444
 1445
 1446
 1447
 1448
 1449
 1450
 1451
 1452
 1453
 1454
 1455
 1456
 1457
 1458
 1459
 1460
 1461
 1462
 1463
 1464
 1465
 1466
 1467
 1468
 1469
 1470
 1471
 1472
 1473
 1474
 1475
 1476
 1477
 1478
 1479
 1480
 1481
 1482
 1483
 1484
 1485
 1486
 1487
 1488
 1489
 1490
 14



会签
 标准化审查
 审核图号
 审核总号
 日期 签字



序号 ITEM No.	代号 CODE No.	幅面 SIZE	名称 DESCRIPTION	数量 QTY	零件重量 WT(kg)	备注 REMARKS
PERU MACHUPICCHU HYDROELECTRIC POWER PLANT 秘鲁 MACHUPICCHU 水电站				图号 No.	MA-T6W-020	A1
设计 DESIGN				重量 WT(kg)	比例 SCALE	1:5
审核 CHECK				共张 TOTAL		张 PAGE
审定 APPROV.				材料 MATERIAL		
修改区域 REV. AREA				ONLY FOR BID A516 Gr70		
文件号 DOCUMENT No.				哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		
签字 SIGNATURE				9		
日期 DATE				10		
日期 DATE				11		
日期 DATE				12		



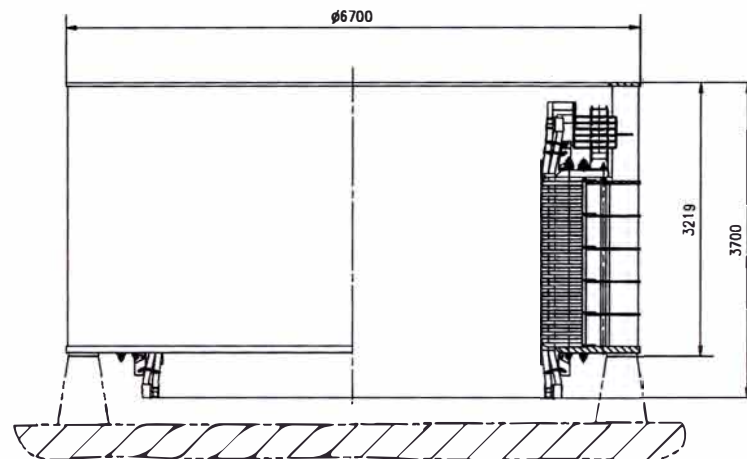
Technical data of oil and air

Flow of cooling water for air cooler	360 m³/h	Water pressure 0.2~0.6 MPa
Flow of cooling water for thrust bearing	150 m³/h	Water pressure 0.2~0.6 MPa
Flow of cooling water for upper guide bearing	25 m³/h	Water pressure 0.2~0.6 MPa
Flow of cooling water for lower guide bearing	56 m³/h	Water pressure 0.2~0.6 MPa
Compressed air consumption for braking	6.6 l/s	Air pressure 0.5~0.7 MPa
Duration of braking	2 min	

Main data of generator

1	Type	SF102-16/5380
2	Rated capacity	120 MVA
3	Rated voltage	13800 V
4	Rated frequency	60 Hz
5	Rated power factor	0.85
6	Rated speed	450 r/min
7	Runaway speed	750 r/min
8	Direction of rotation	clockwise viewed from the fan
9	GD² MOMENT OF INERTIA	1750 t·m²
10	Total load on thrust bearing	405 t
11	Number of phases	3
12	Number of phases	2Y
13	Stator insulated class	F
14	Rotor insulated class	F
15	Mode of cooling	Closed self-circulation air cooling

STATOR LIFTING
155t(without lifting tool)



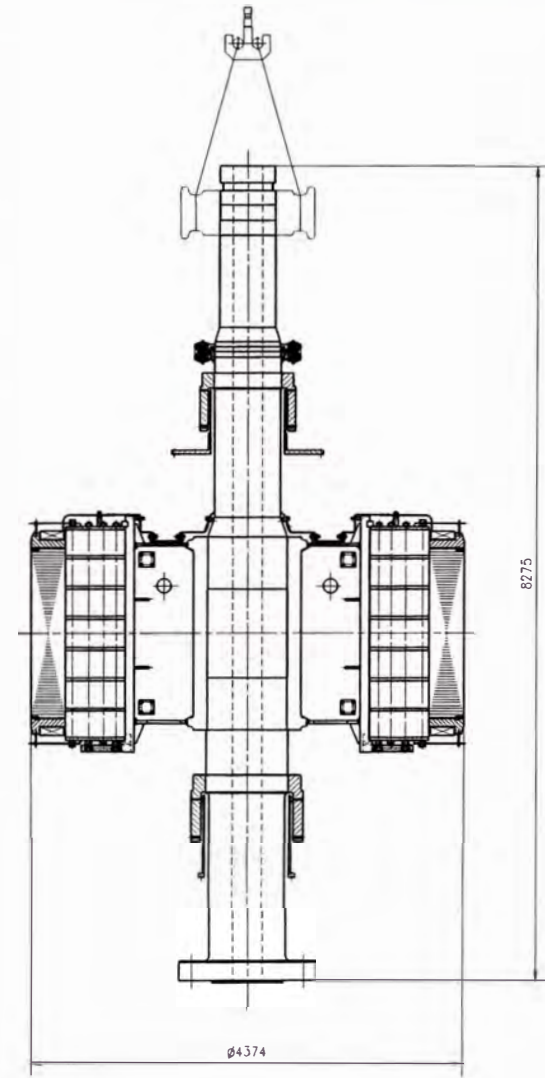
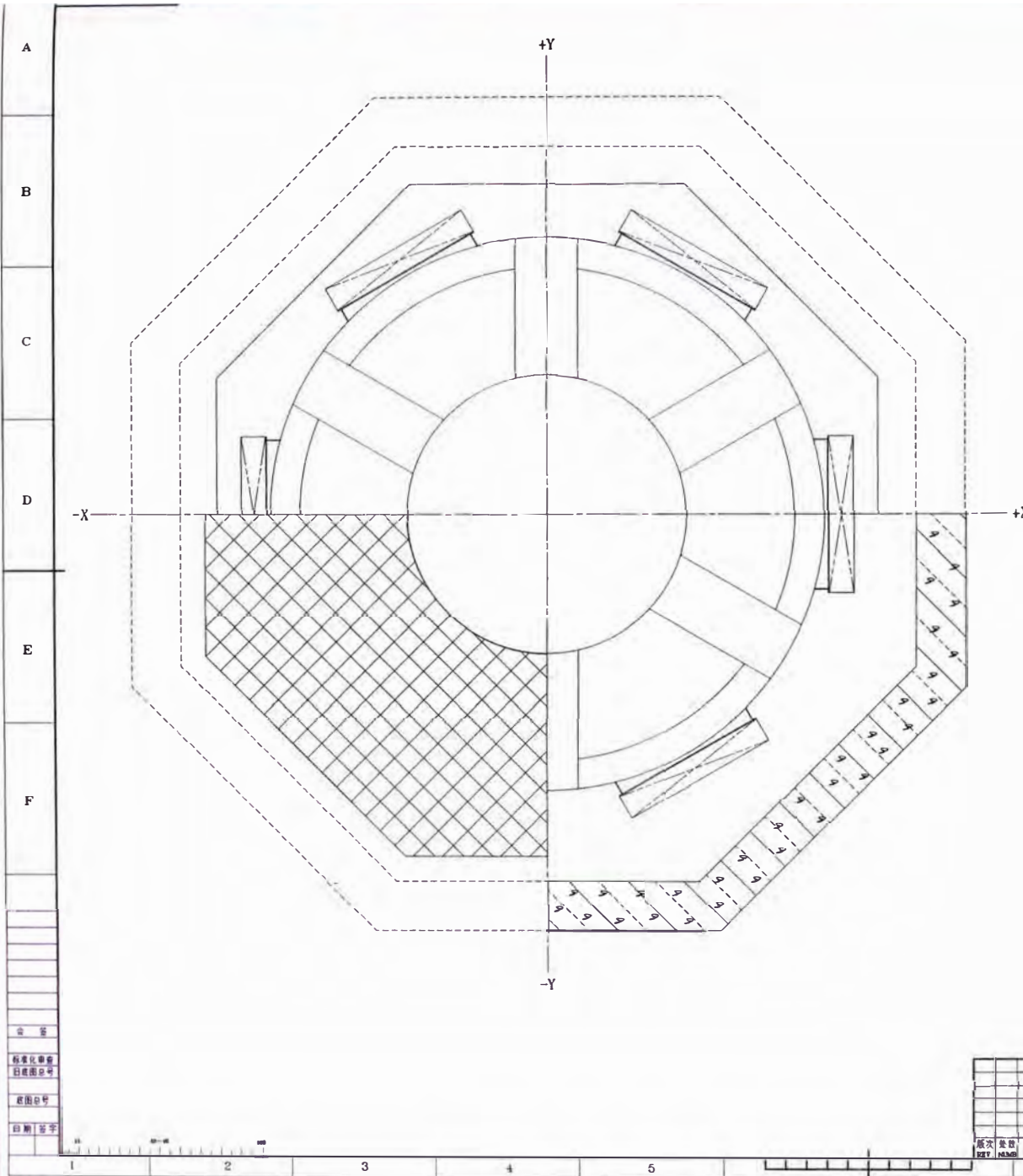
命
标准代号
日期
图号
比例



设计 DESIGN		校核 CHECK		审核 REVIEW		批准 APPROVE		材料 MATERIAL		秘密 Machupicchu 水轮发电机 SF102-16/5380 GENERAL ASSEMBLY		图号 Machupicchu-01 A1 重量 WT(Kg) 比例 SCALE 共 2 张 第 1 张 TOTAL PAGE	
版次 REV.	数量 QTY	更改原因 REV. REASON	文件号 DOCUMENT NO.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE	日期 DATE



ROTOR LIFTING
190t(without lifting tool)

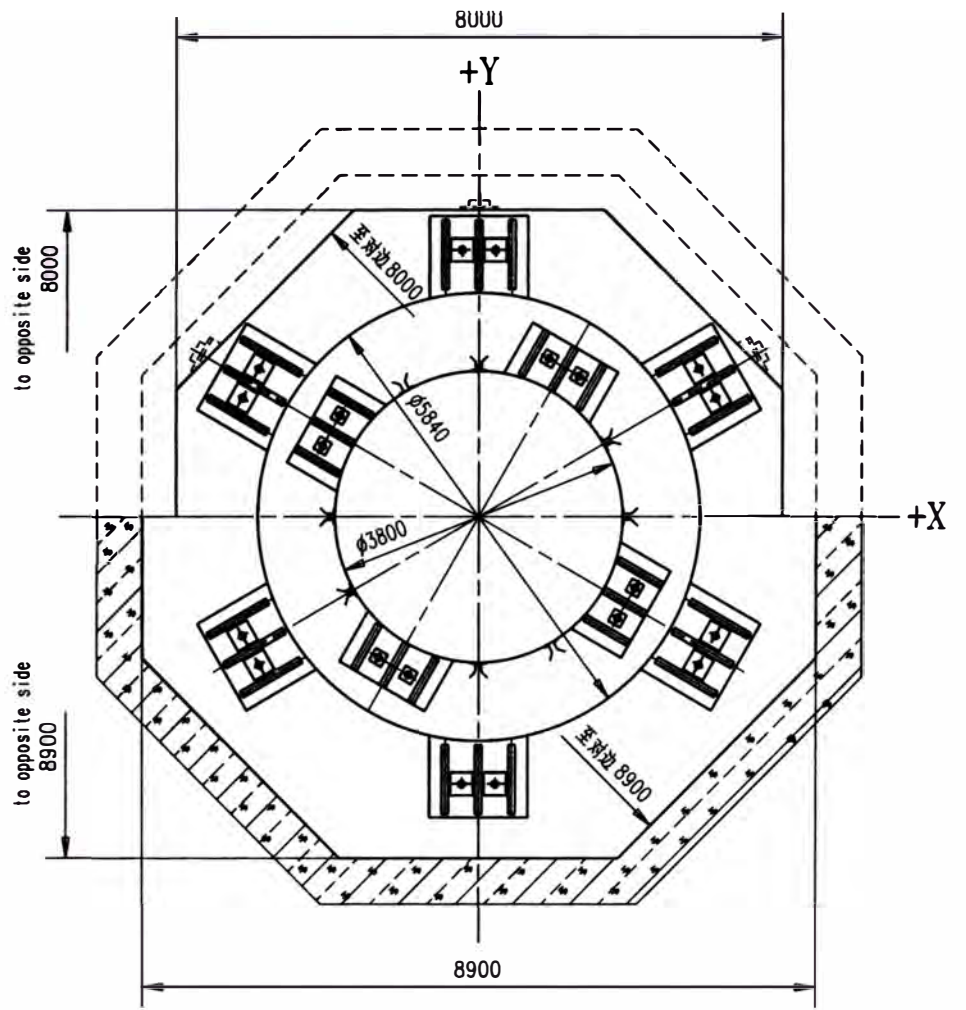
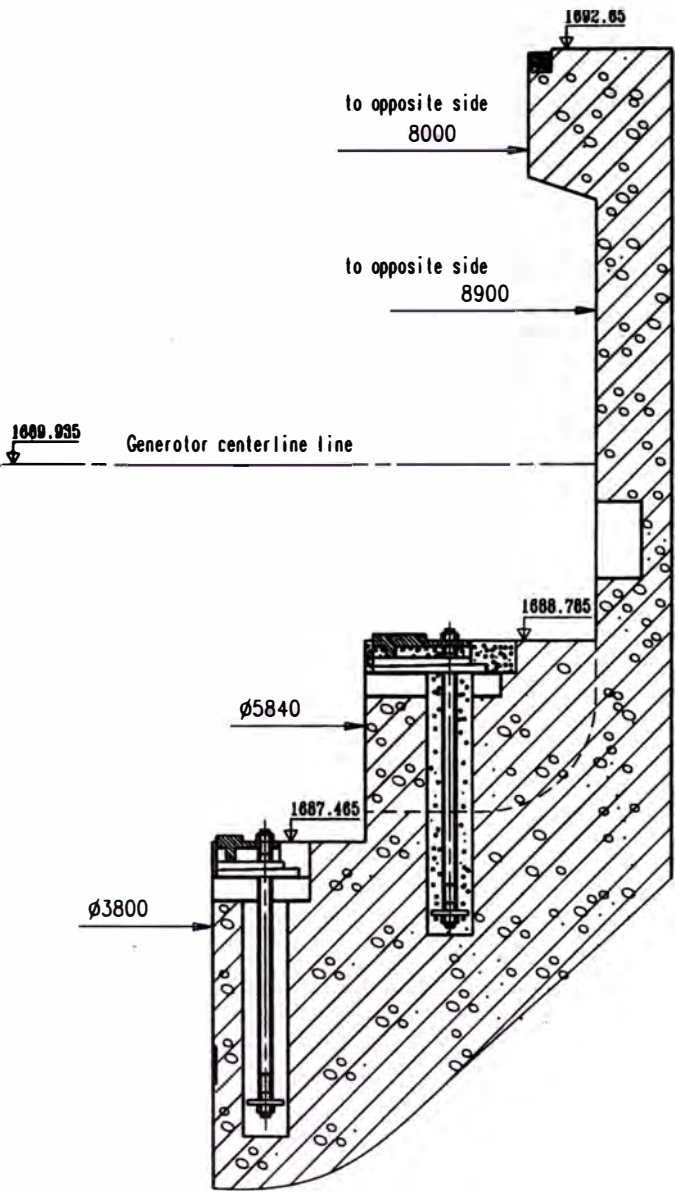


会签
标准化审查
日期图号号
底图号号
日期号号

名称 Machupicchu 水轮发电机		图号	Machupicchu-01 A1	
设计	SF102-16/5380	重量	比例	
校核	GENERAL ASSEMBLY	共 2 张	第 2 张	
审查		TOTAL	PAGE	
核定		哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		
材料		HEC		

层次	更改区域	文件号	签字	日期
NO.	REV. AREA	DOCUMENT No.	SIGNATURE	DATE
8		9		10
11				12

Generator shaft line




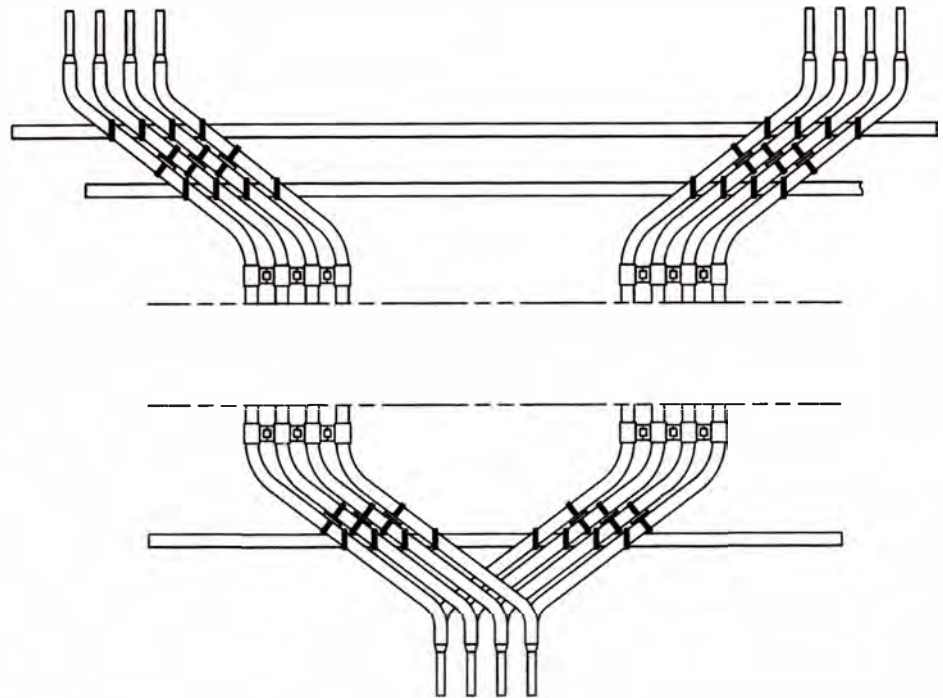
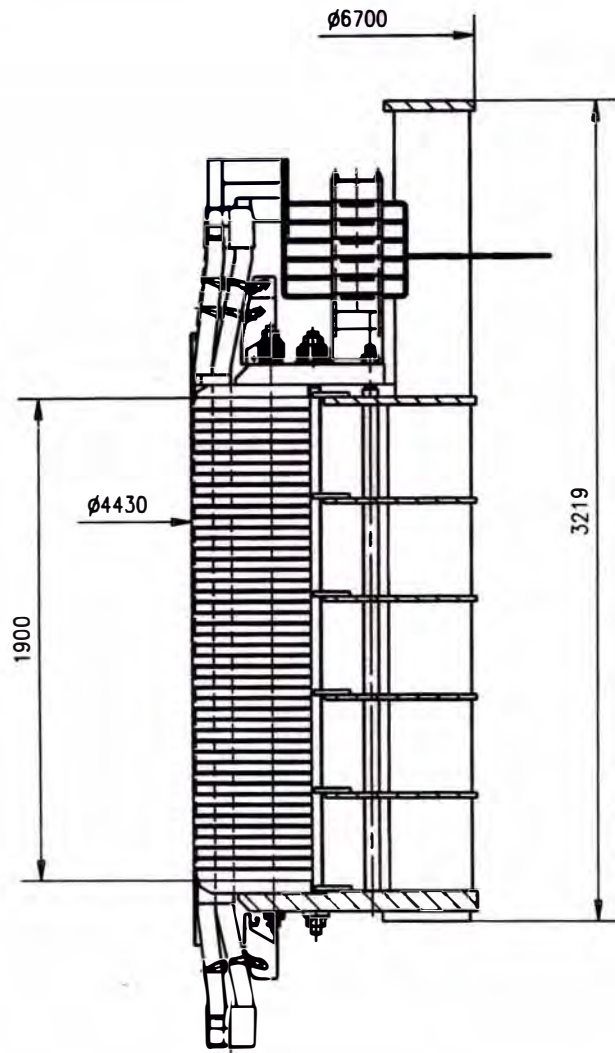
会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

				秘鲁 Machupicchu 水轮发电机	
版次 REV.	处数 NUMB	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	图号 DR No. Machupicchu-02 A3
设计 DESIGN				SF102-16/5380	
校核 CHECK				FOUNDATION	
审查 EXAMINE				重量 WT (kg)	
日期 DATE				比例 SCALE	
材料 MATERIAL				共 张 第 张 TOTAL PAGE	
				 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED	




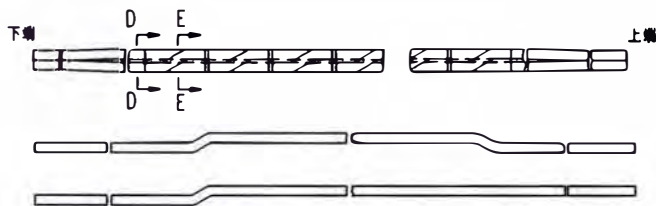
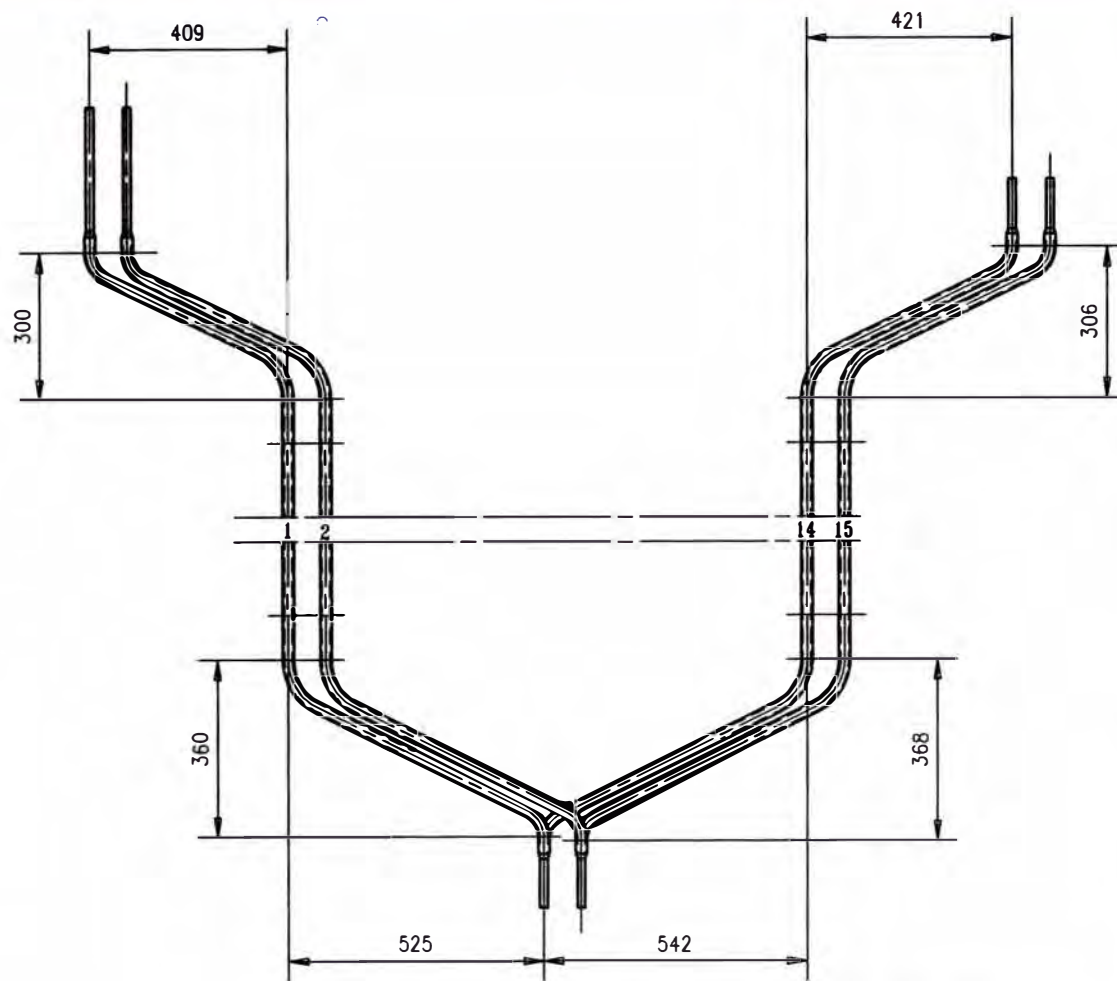
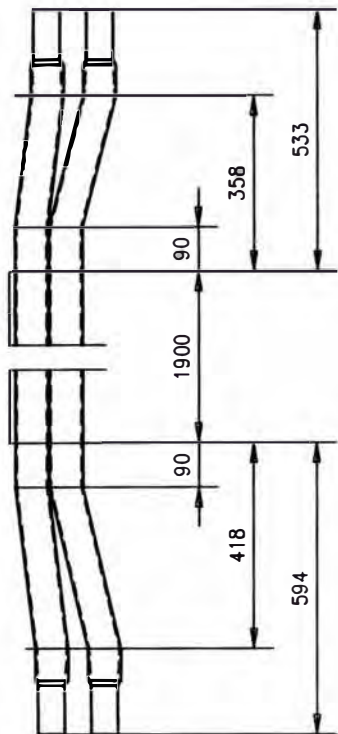
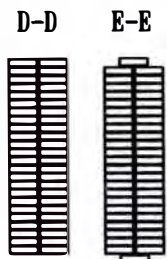
会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

					秘鲁 Machupicchu 水轮发电机			
					SF102-16/5380		图号 DR No. Machupicchu-03/A3	
版次 REV.					处数 NUMB		文件号 DOCUMENT No.	
设计 DESIGN					签字 SIGNATURE		日期 DATE	
校核 CHECK					重量 WT (kg)			
审查 EXAMINE					材料 MATERIAL		比例 SCALE	
日期 DATE							共 张 第 张 TOTAL PAGE	
					 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			



会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

秘鲁 Machupicchu 水轮发电机

版次 REV. NUMB	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE
设计 DESIGN			
校核 CHECK			
审查 EXAMINE			
日期 DATE	材料 MATERIAL		

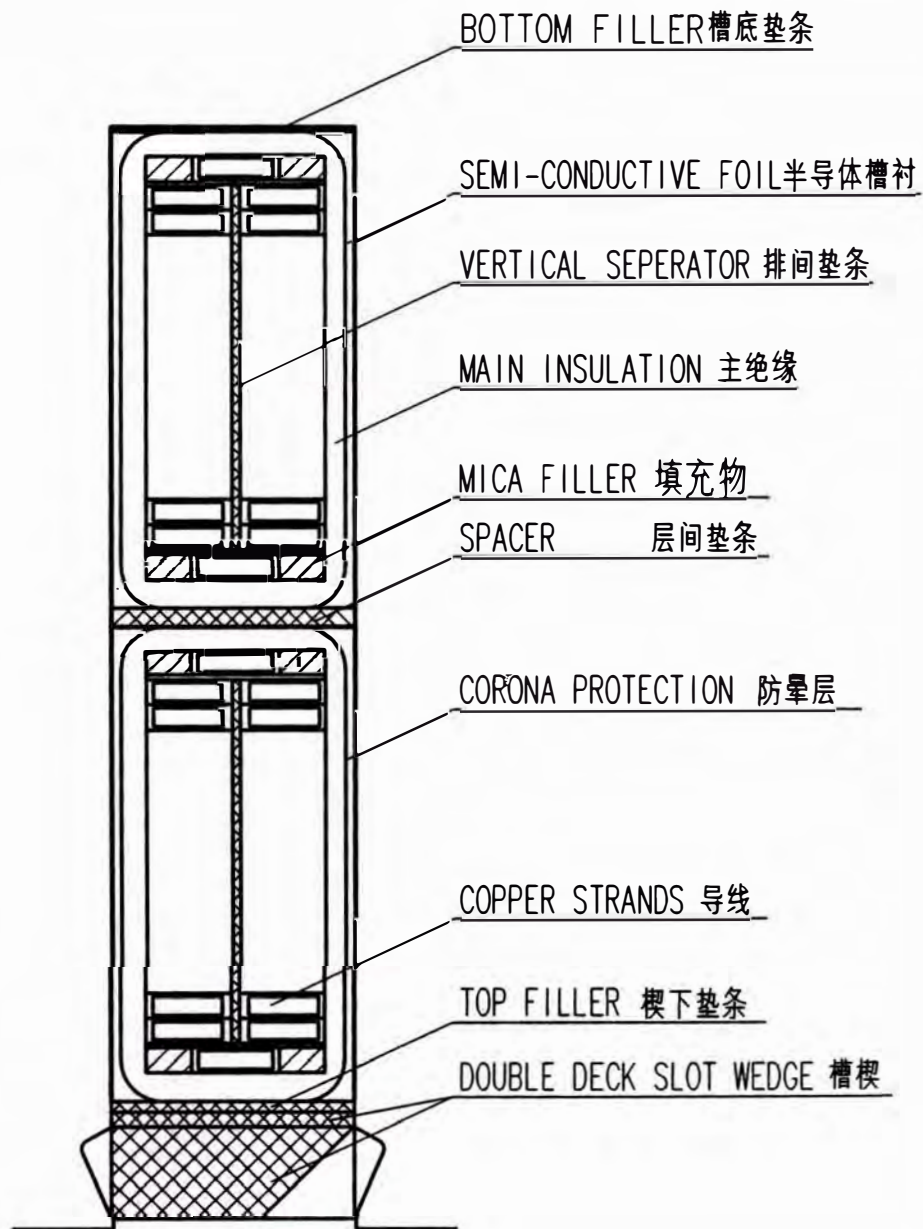
SF102-16/5380

STATOR BAR

图号 DR No.	Machupicchu-04 A3		
重量 WT(kg)	比例 SCALE	共 TOTAL	张 第 PAGE



哈尔滨电机厂有限责任公司
HARBIN ELECTRIC MACHINERY
COMPANY LIMITED



会 签

秘鲁 Machupicchu 水轮发电机

标准化审查 版次处数 文件号 签字 日期
 旧底图总号 REV. NUMB DOCUMENT No SIGNATURE DATE

SF102-16/5380

图号 DR No. Machupicchu-05 A4

STATOR SLOT STRUCTURE

重量 比例
 WT(kg) SCALE

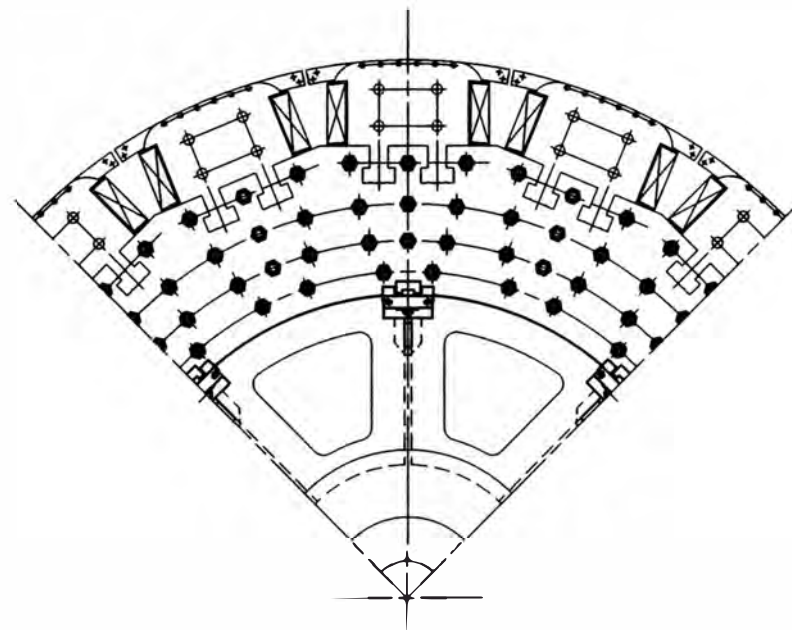
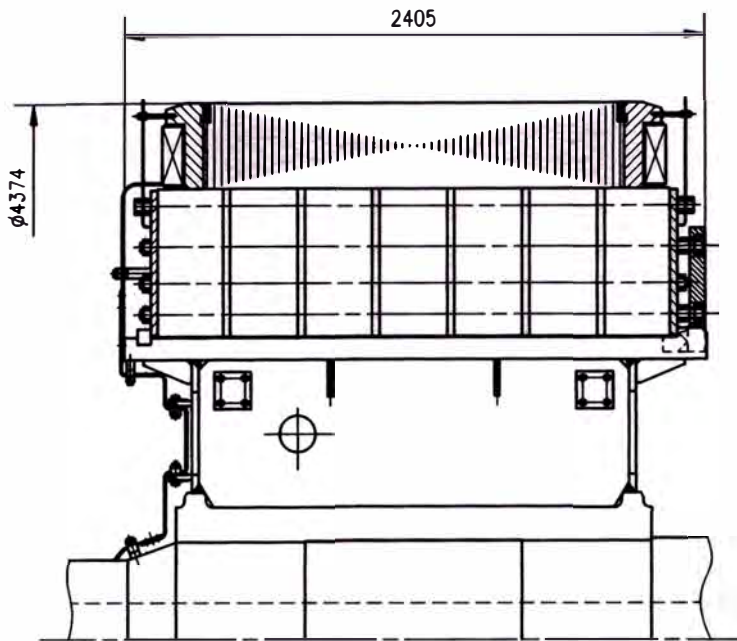
底图总号 设计
 CHECK

共 张 第 张
 TOTAL PAGE

日期 签字 审查
 日期 EXAMINE DATE
 材料 MATERIAL



哈尔滨电机厂有限责任公司
 HARBIN ELECTRIC MACHINERY
 COMPANY LIMITED




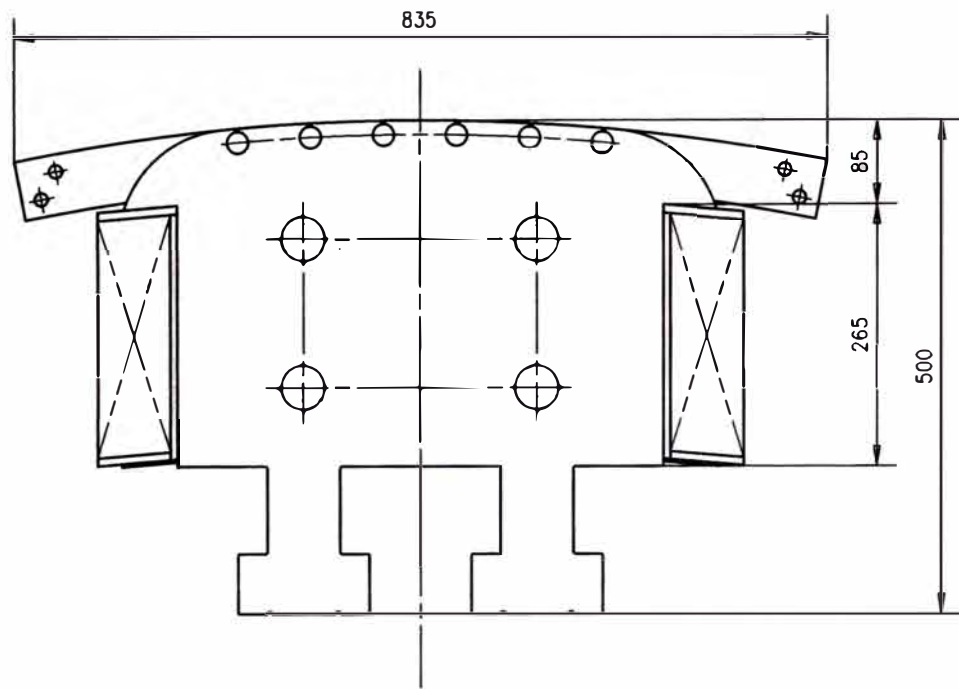
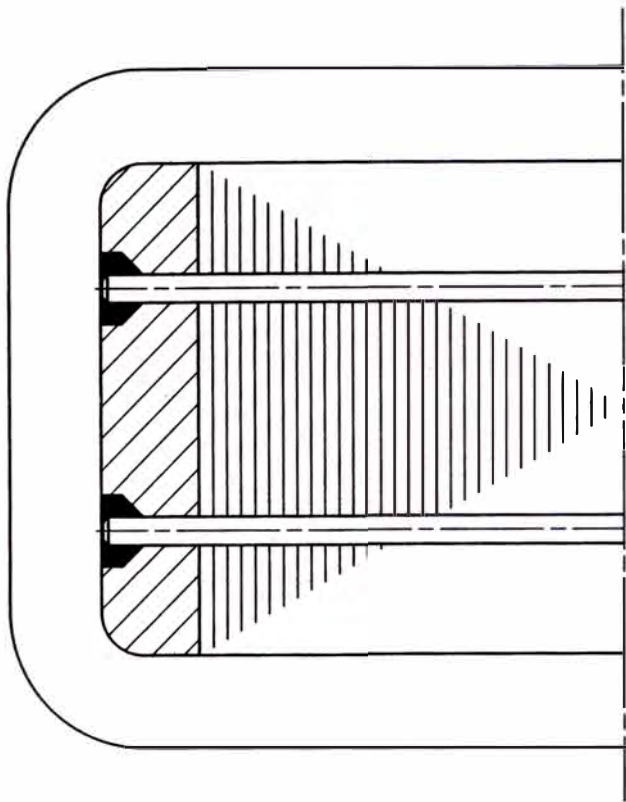
会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

				秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机			
版次处数		文件号	签字	日期	SF102-16/5380		图号
REV. NUMB	DOCUMENT No.	SIGNATURE	DATE	ROTOR ASSEMBLY		DR No. Machupicchu-06 A3	
设计						重量	比例
DESIGN						WT (kg)	SCALE
校核						共 张 第 张	
CHECK						TOTAL	PAGE
审查				材料		 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED	
EXAMINE				MATERIAL			
日期							
DATE							



会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

日期

签字

版次	处数	文件号	签字	日期
REV. NUMB	DOCUMENT No.	SIGNATURE	DATE	
设计				
DESIGN				
校核				
CHECK				
审查				材料
EXAMINE				MATERIAL
日期				
DATE				

秘鲁 Machupicchu 水轮发电机

SF102-16/5380

ROTOR POLE

图号
DR No. Machupicchu-07 A3

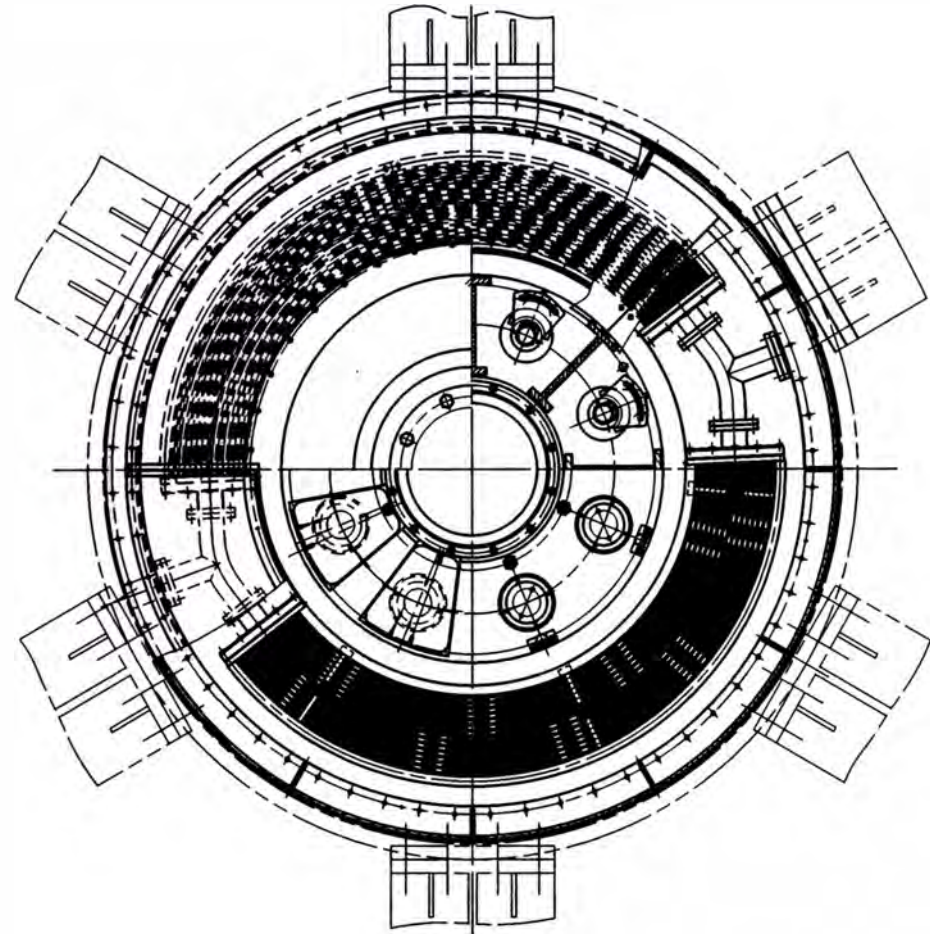
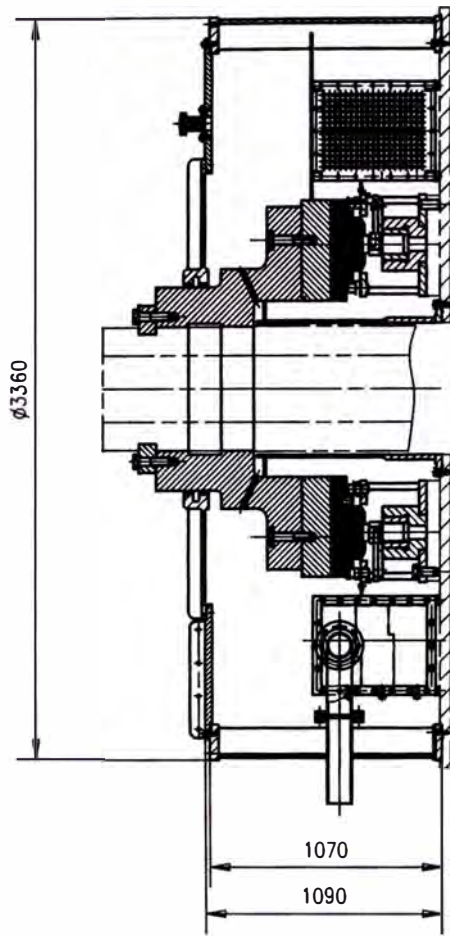
重量
WT (kg)

比例
SCALE

共 张 第 张
TOTAL PAGE

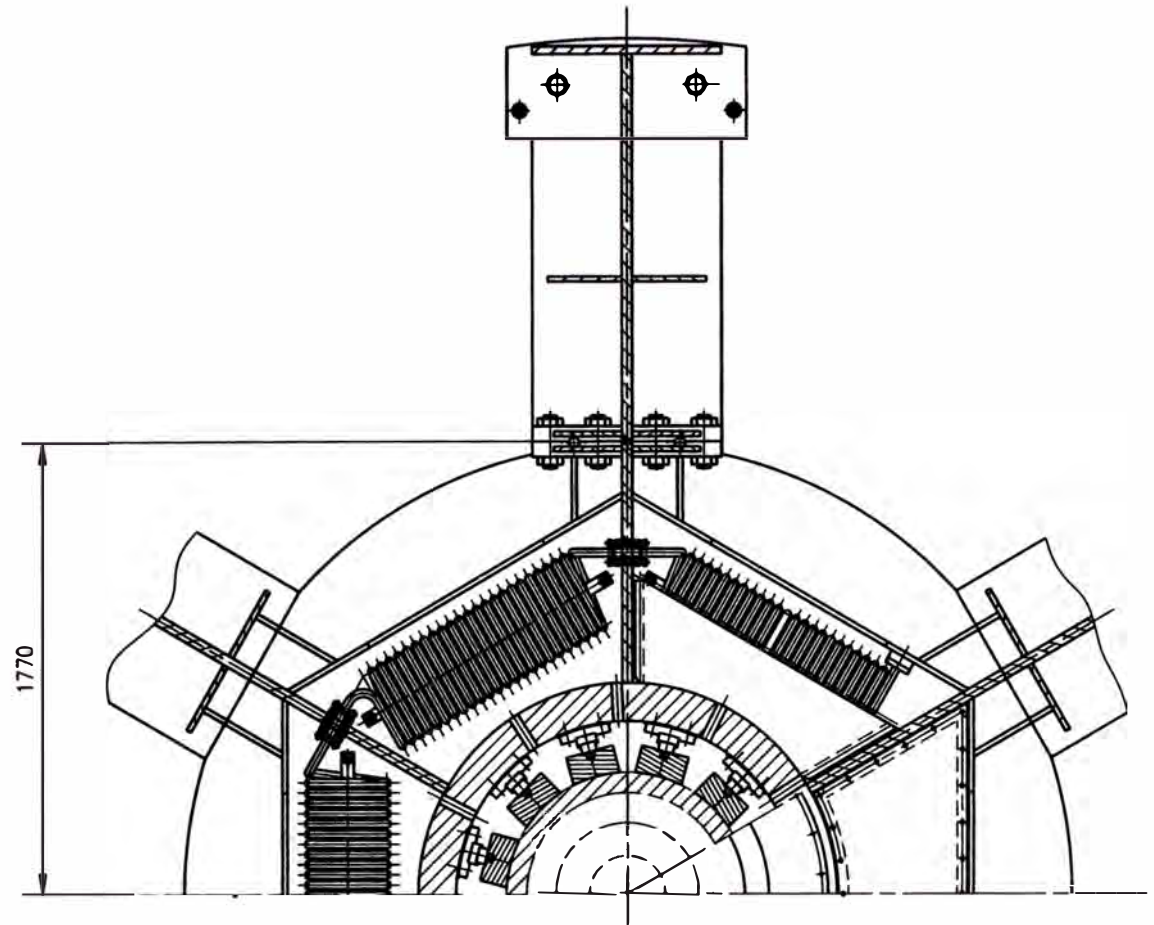
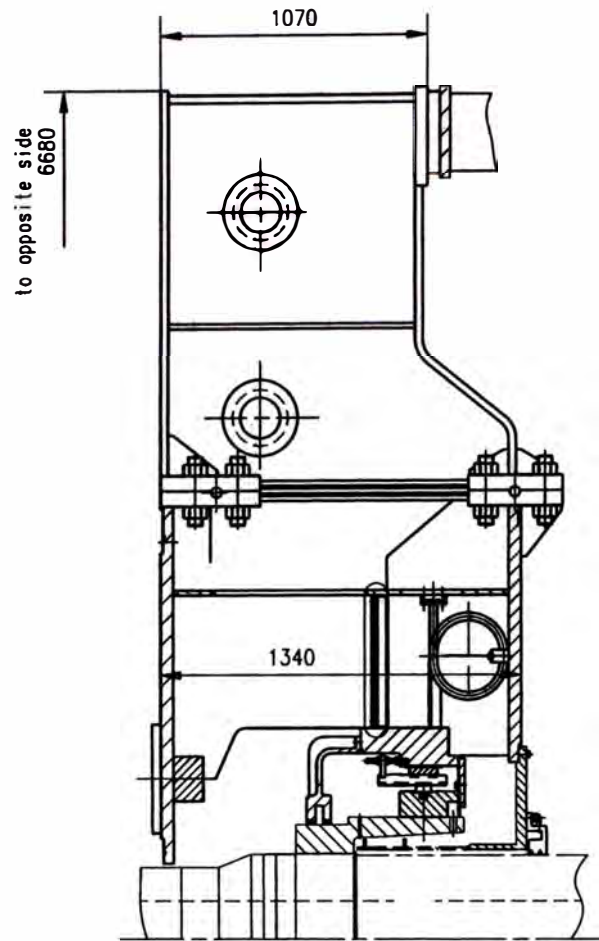


哈尔滨电机厂有限责任公司
HARBIN ELECTRIC MACHINERY
COMPANY LIMITED



会 签
标准化审查 旧底图总号
底图总号
日期 签字

					秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机				
版次 REV.	处数 PLUMB	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	SF102-16/5380		图号 DR No.	Machupicchu-09 A3	
设计 DESIGN					THRUST BEARING		重量 WT (kg)	比例 SCALE	
校核 CHECK							共 张		第 张
审查 EXAMINE					材 料		TOTAL		PAGE
日期 DATE					MATERIAL				
							 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		




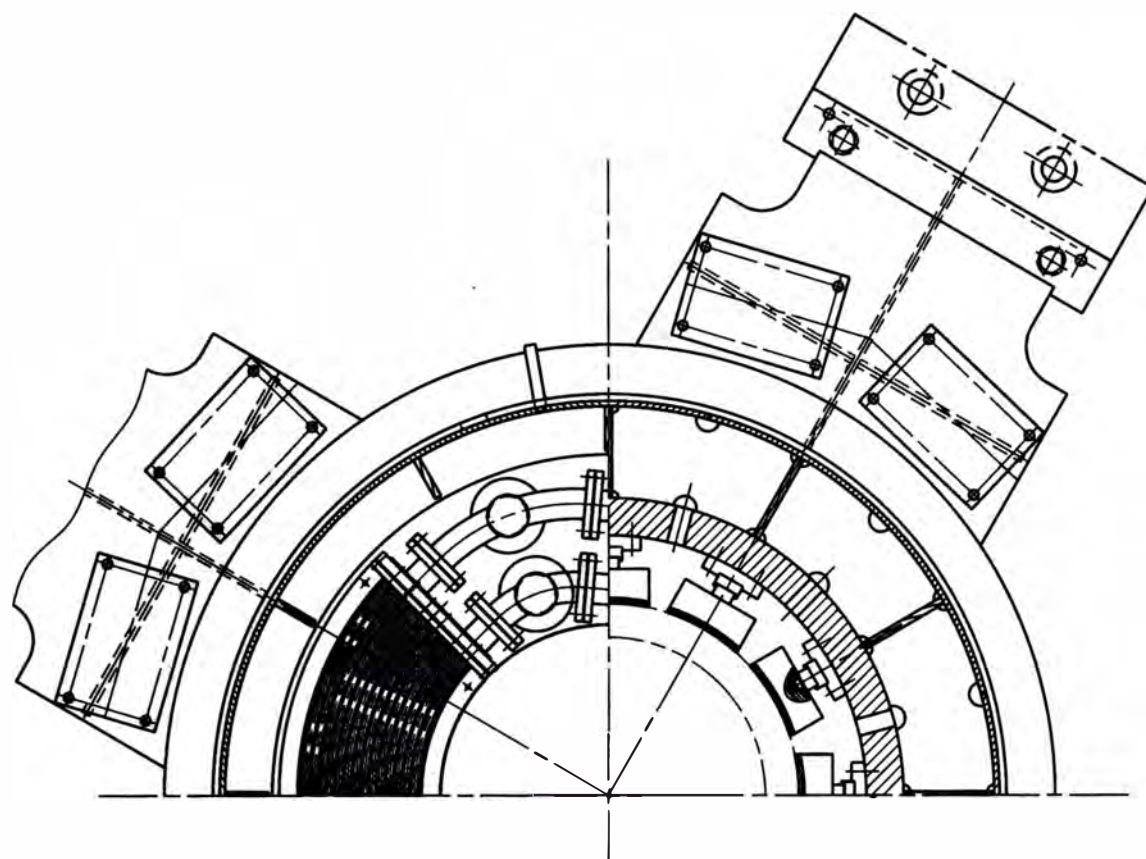
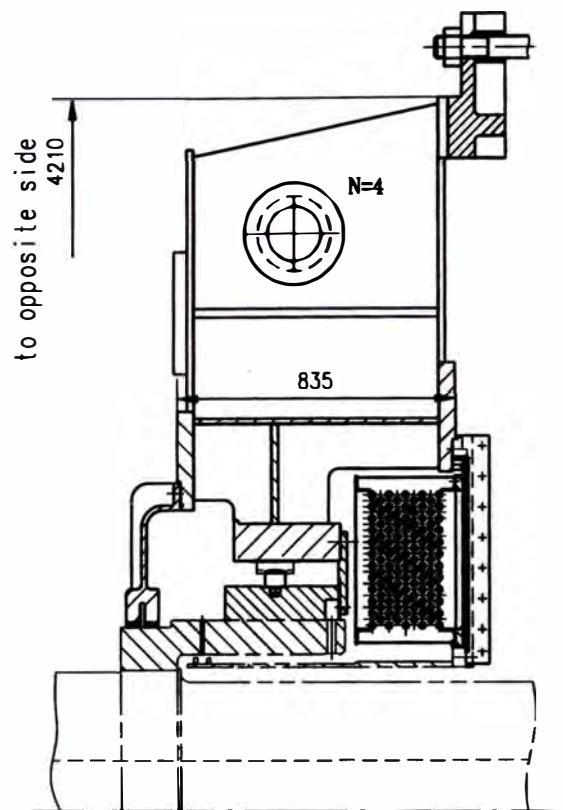
会 签

标准化审查
日期图总号

底图总号

日期 签字

						秘鲁 Machupicchu 水轮发电机					
						SF102-16/5380					
						UPPER BRACKET					
版次 处数 文件号 签字 日期						图号		DR No.		Machupicchu-10A3	
REV. NUMB DOCUMENT No. SIGNATURE DATE						重量		比例			
设计						WT(kg)		SCALE			
DESIGN											
校核								共 张		第 张	
CHECK								TOTAL		PAGE	
审查						材料		 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			
EXAMINE						MATERIAL					
日期											
DATE											




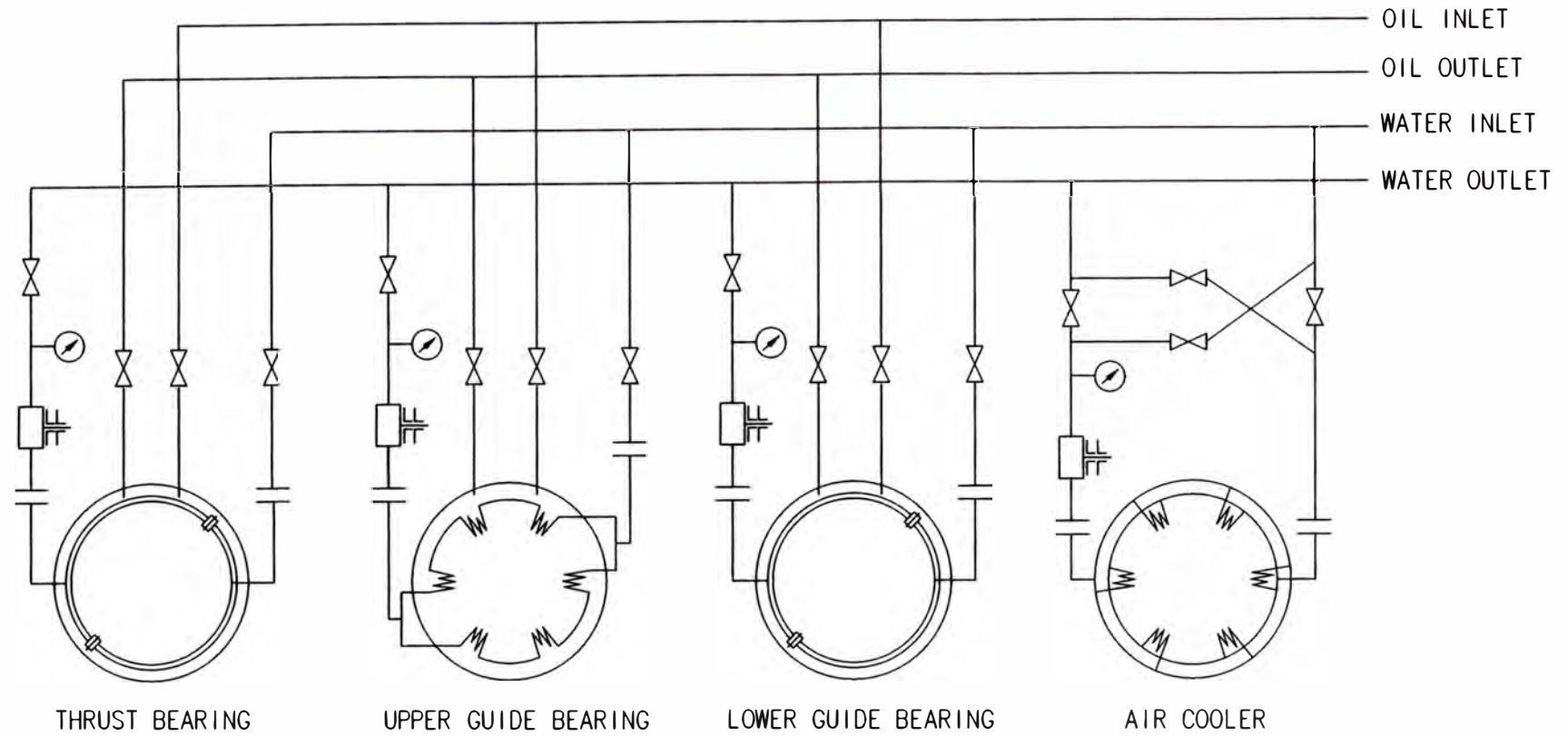
会 签

标准化审查
旧版图总号

底图总号

日期 签字

						秘 鲁 Pucara 水轮发电机			
						S85-16/5380			
						LOWER BRACKET			
						图号 DR No.		Pucara-11	A3
						重量 WT (kg)		比例 SCALE	
						共 张		第 张	
						TOTAL		PAGE	
						 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			
版次 REV.	处数 NUMB	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE					
设计 DESIGN									
校核 CHECK									
审查 EXAMINE					材 料				
日期 DATE					MATERIAL				




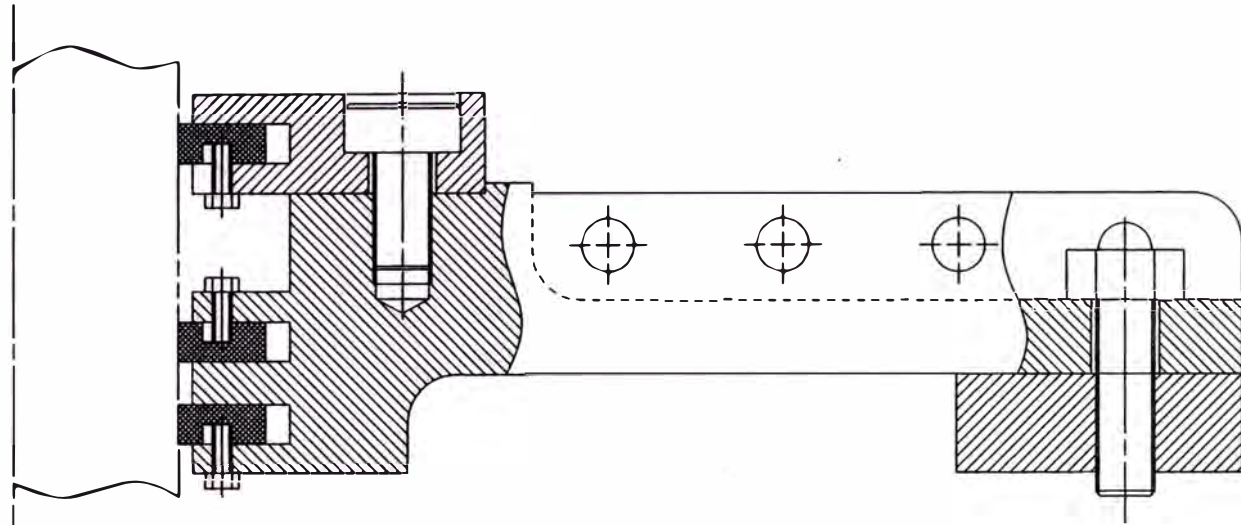
会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

日期 签字

					秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机				
版次处数		文件号	签字	日期	SF102-16/5380		图号	Machupicchu-12A3	
REV.	PLACES	DOCUMENT No.	SIGNATURE	DATE			DE No.		
设计					OIL AND WATER PIPE SYSTEM			重量	比例
校核								WT(kg)	SCALE
审查					共 张 第 张 TOTAL PAGE			 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED	
日期									



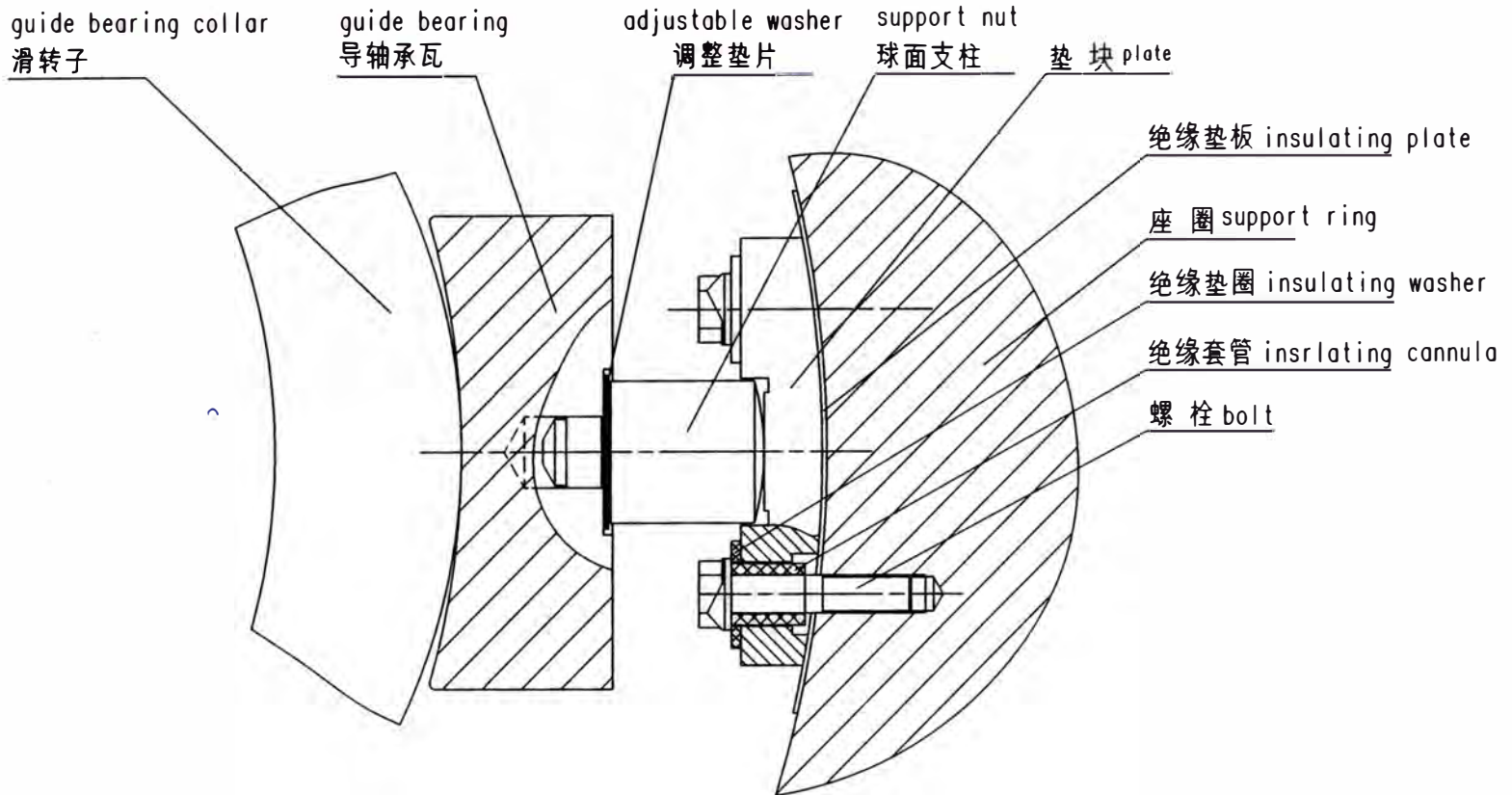
会 签

标准化审查
旧底图总号

底图总号

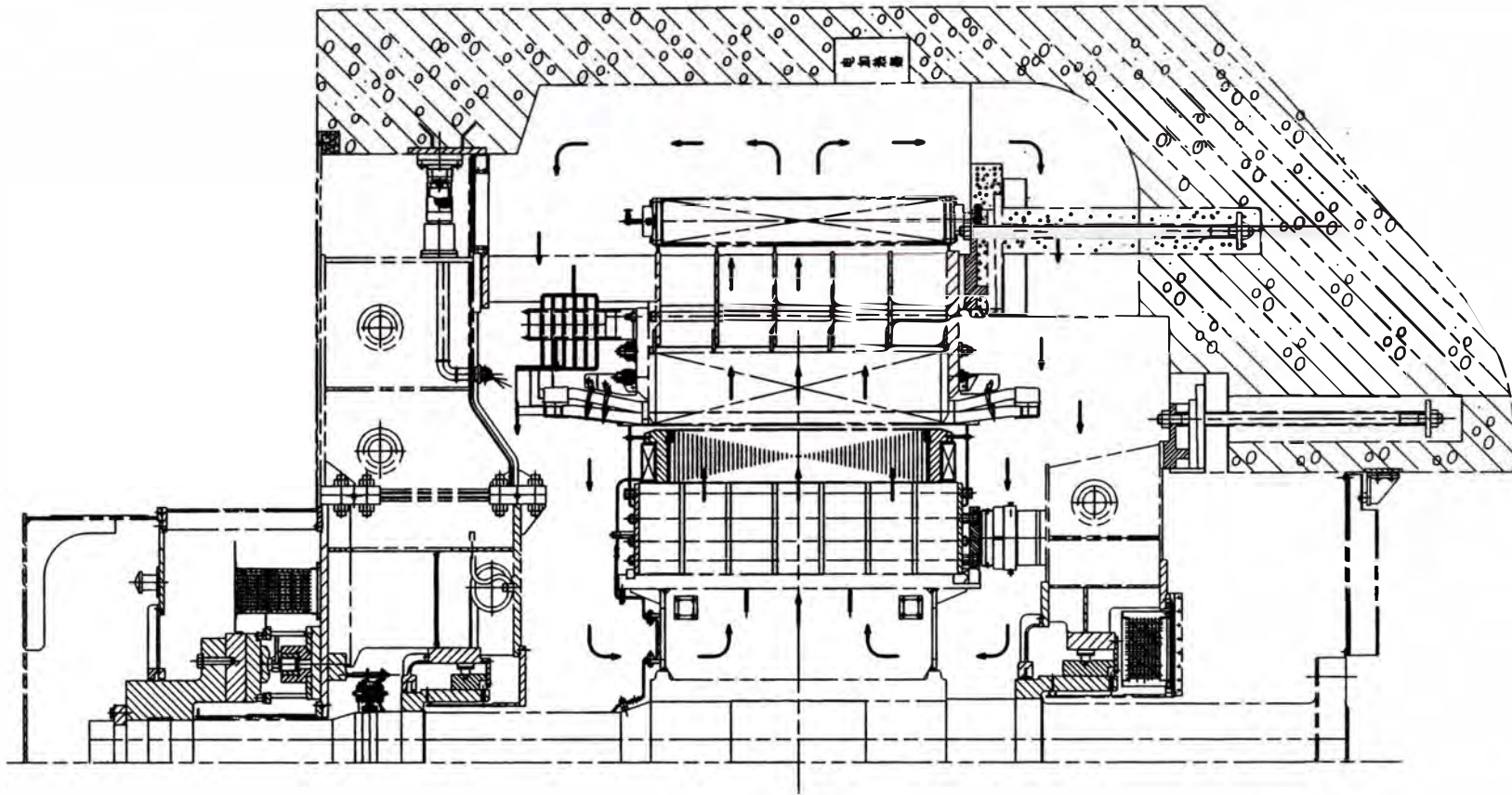
日期 签字

				秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机			
版次		处数		文件号		签 字 日 期	
REV. NUMB		DOCUMENT No.		SIGNATURE		DATE	
设 计		校 核		SF102-16/5380		图号	
DESIGN		CHECK				Machupicchu-13A3	
审 查		材 料		DEVICE OF PREVENTING OIL AND OIL VAPOR		重 量	
EXAMINE		MATERIAL				WT(kg)	
日 期						共 张 第 张	
DATE						TOTAL PAGE	
				 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED			



会 签
标准化审查 旧底图总号
底图总号
日期 签字

				秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机	
版次 REV.	处数 NUM	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	图号 DR No.
设计 DESIGN				SF102-16/5380	Machupicchu-14/A3
校核 CHECK				GUIDE BEARING	重量 WT (kg)
审查 EXAMINE					比例 SCALE
日期 DATE					共 张 第 张 TOTAL PAGE
				材料 MATERIAL	 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED



会 签


标准化审查
旧底图总号

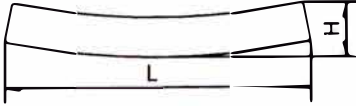
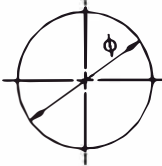

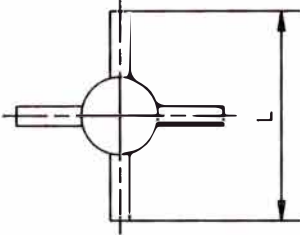
底图总号

日期 签字

日期

签字

					秘鲁 Machupicchu 水轮发电机	
版次	处数	文件号	签字	日期	SF102-16/5380	
REV.	NUM	DOCUMENT No.	SIGNATURE	DATE	图号	Machupicchu-15/A3
设计					重量	比例
DESIGN					WT(kg)	SCALE
校核					共 张 第 张	
CHECK					TOTAL	PAGE
审查					材料	 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED
EXAMINE					MATERIAL	
日期						
DATE						


序号 item	名称 name	大部件简图 big parts drawing	部件重量 parts weight	大部件外形尺寸 big parts dimension
1	定子机座 Stator frame (3瓣/每台) Divided into three sections		13.5 t	LxHxW=5805x2155x3220
2	上机架中心体 Upper bracket center body		16 t	φxH=3650x1340
3	转子支架 (带轴) rotor spider(with shaft)		40 t	φxH=2400x8275
4	下机架 Lower bracket		7 t	LxLxH=4210x4210x835

会 签

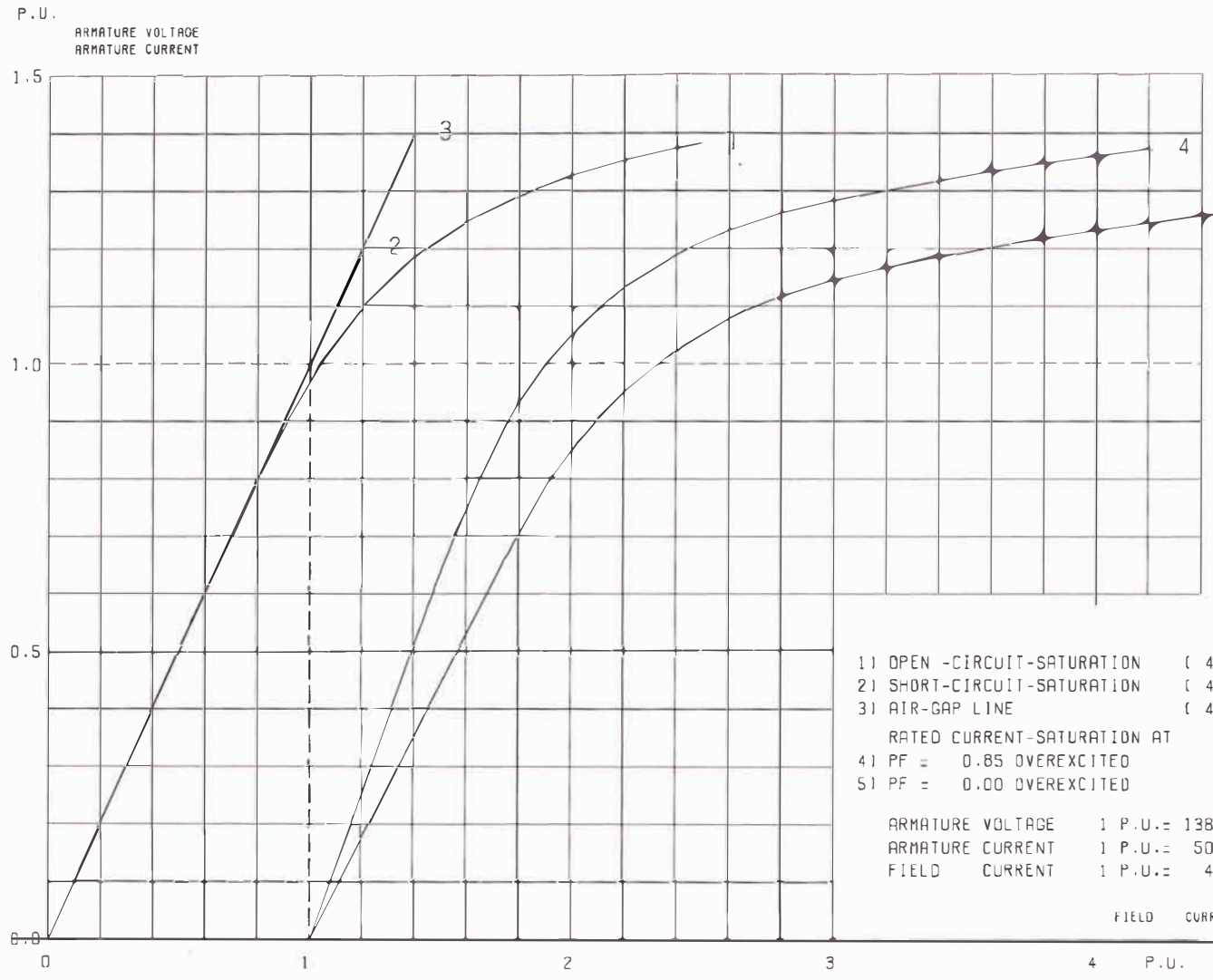
标准化审查
旧底图总号

底图总号

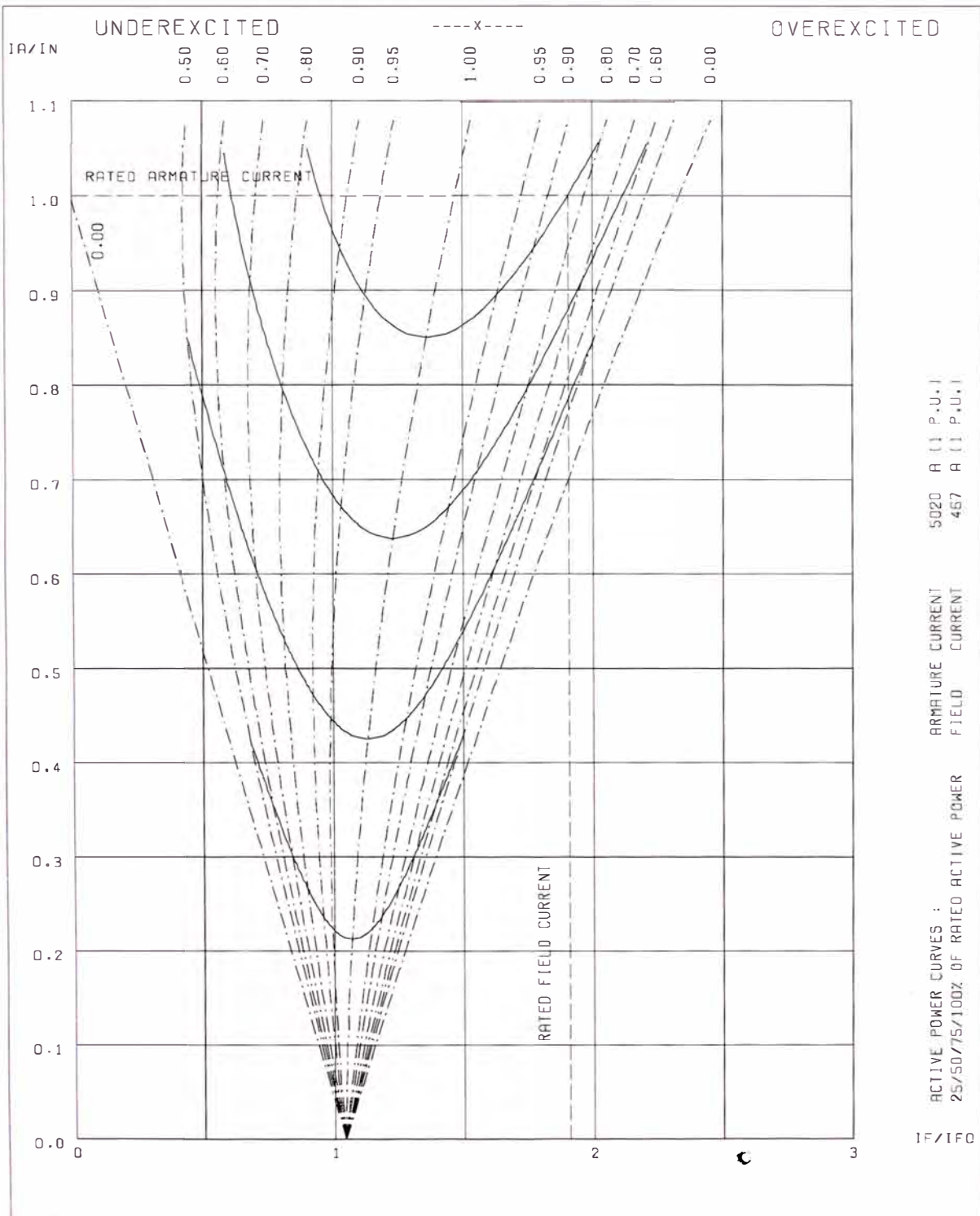
日期 签字

				秘 鲁 Machupicchu 水轮发电机					
版次 REV.	处数 NUMB	文件号 DOCUMENT No.	签字 SIGNATURE	日期 DATE	SF102-16/5380		图号 DR No.	Machupicchu-16	A3
设计 DESIGN					BIG PARTS DIMENSION AND WIGHT				
校核 CHECK					重量 WT(kg)		比例 SCALE		
审查 EXAMINE					共 张		第 张		
日期 DATE					材 料 MATERIAL		 哈尔滨电机厂有限责任公司 HARBIN ELECTRIC MACHINERY COMPANY LIMITED		

SYNCHROES	MACHUPICCHU	DATE	MACHUPICCHU
SF 102-16/S380	CHARACTERISTICS	08-09-01	
120000 KVA 13800 V	3 PH	60 HZ	
PF = 0.850		450 MIN-1	



Machupicchu-17

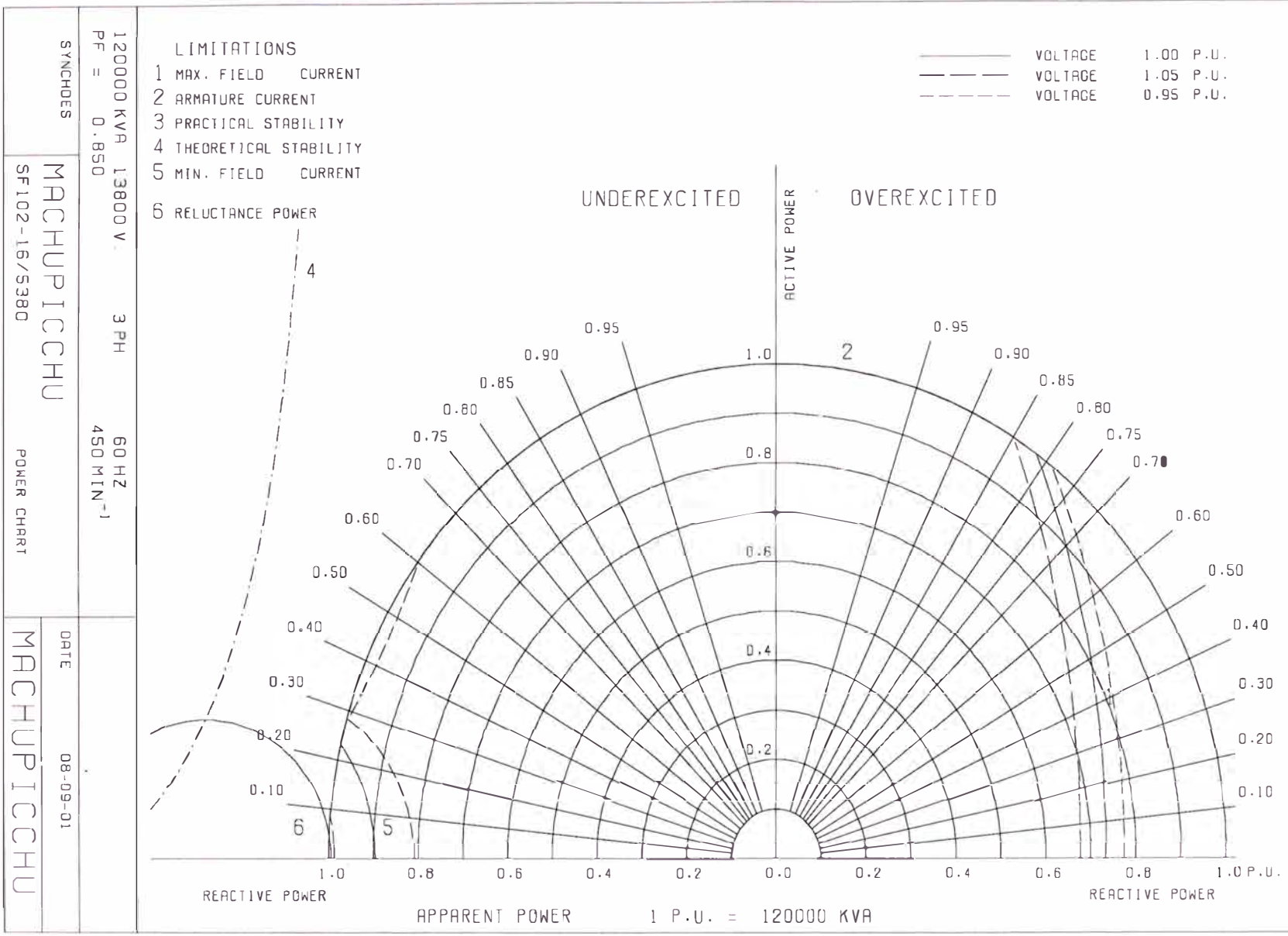


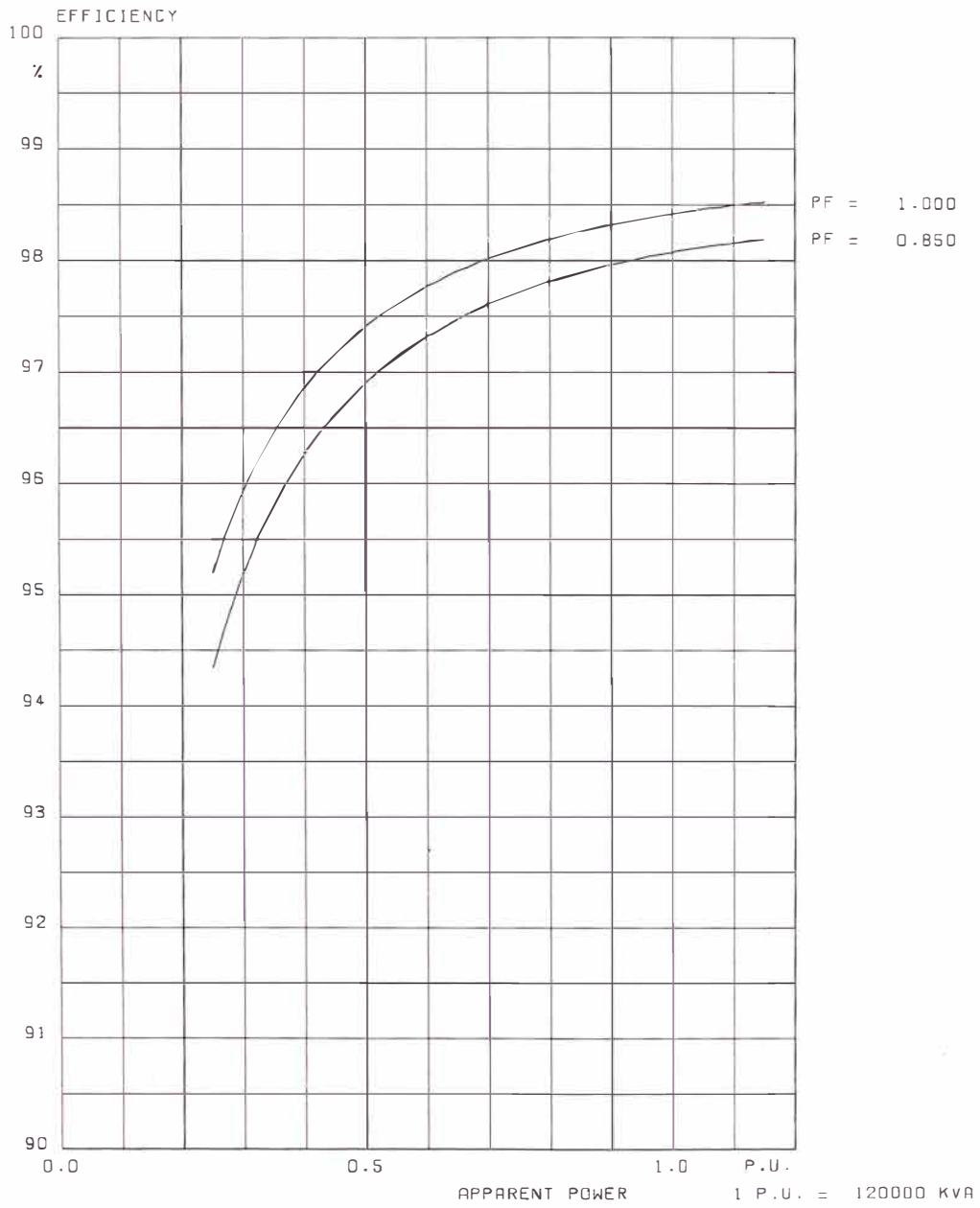
ACTIVE POWER CURVES :
 25/50/75/100% OF RATED ACTIVE POWER
 ARMATURE CURRENT 5020 A (1 P.U.)
 FIELD CURRENT 467 A (1 P.U.)
 IF/IFD

120000 KVA 13800 V 3 PH 60 HZ PF = 0.850 450 MIN ⁻¹		
SYNCHROES	MACHUPICCHU SF102-16/5380	DATE 08-09-01
	V-CURVES	MACHUPICCHU

Machupicchu-18

Machupicchu-19





120000 KVA 13800 V. 3 PH 60 HZ		DATE 08-09-01
PF = 0.850 450 MIN ⁻¹		
SYNCHDES	MACHUPICCHU	MACHUPICCHU
	SF102-16/5380 EFFICIENCY CURVES	

Machupicchu-20