



## INFORME DE INGENIERIA DE RIESGOS



**OCUPACION:** Generación Hidroeléctrica

**UBICACIÓN:** Varias en departamento de Cochabamba, Bolivia.

**FECHA DE INSPECCION:** 22 de julio de 2017

**FECHA DEL INFORME:** julio 2017

**REALIZADO POR:** Ing. Emilio Mariano Martioia (Leza, Escriña y Asociados S.A)

**SOLICITADO POR:** Ing. Rene Exalto Mamani (ENDE CORPORACION S.A.)

## CONTENIDO DEL INFORME

1 - INTRODUCCIÓN	3
1.1 Motivo del informe	3
2 – INFORMACIÓN GENERAL	4
2.1 Historia – Generalidades	4
2.2 Inversiones – Proyectos en curso y proyectos futuros	4
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES E INSTALACIONES	5
3.1 Complejo hidroeléctrico CORANI – SANTA ISABEL	5
3.1.1 Presa, embalses y sistemas de conducción de aguas	5
3.1.2 Accesos	7
3.1.3 Características operativas	7
3.1.4 Construcciones	15
3.1.5 Lay out - Separaciones	16
3.1.6 Protecciones contra incendio	17
3.1.7 Salud, Seguridad y Medio Ambiente.	19
3.1.8 Protecciones físicas	19
3.1.9 Gestión del Mantenimiento	19
3.1.9.1 Mantenimiento turbinas, generadores y equipamiento en general	21
4 - ANALISIS DE RIESGOS	22
4.1.1 Rotura y otros daños mecánicos	22
4.1.2 Incendio	23
4.1.3 Daños por fenómenos de la naturaleza	23
4.1.4 Riesgos Políticos (terrorismo, sabotaje, vandalismo o similares)	26
4.1.5 Interrupción de negocio – Pérdida de beneficios	28
4.1.6 Rotura de presa	28
5 - VALORES ASEGURABLES	31
5.1 Daños directos	31
5.1 Daños indirectos – Interrupción de negocio	31
6 - PERDIDAS MÁXIMAS ESTIMADAS (Daños directos e interrupción)	32
6.1 Definiciones	32
6.2 Estimación de Pérdidas Máximas	32
7 - EXPERIENCIA SINIESTRAL	34
8 - RECOMENDACIONES	35
8.1 Definición de los criterios	35

## 1 - INTRODUCCIÓN

### 1.1 Motivo del informe

El objetivo del estudio es realizar una inspección de riesgos de las diferentes áreas de la empresa ENDE CORPORACION S.A. ( de aquí en adelante ENDE), para una primera pérdida catastrófica, junto con una valorización “in situ” de las mismas, con el propósito de determinar razonablemente su valor asegurable.

A tal fin, el pasado 21 de Julio se realizaron las tareas de relevamiento de campo, juntamente con reuniones de las distintas áreas, tanto operativas como administrativas y proyectos. Los activos evaluados corresponden a lo siguiente,

- Hidroeléctrica **Misicuni**, con su correspondiente conducción de aguas.

Al momento de la visita la central se encontraba en construcción en múltiples partes de la misma, aun no se había probado ninguna parte, el presente informe queda referido a este estado del sistema en su totalidad.

Según lo informado quien llevará a cabo las operaciones de la central una vez concluida será CORANI

Agradecemos la asistencia brindada de parte del personal de ENDE en sus distintas áreas, lo cual permitió cumplimentar con los objetivos propuestos.

## 2 – INFORMACIÓN GENERAL

### 2.1 Historia – Generalidades

El inicio de las operaciones se estima para el segundo semestre del año 2017, con la puesta en servicio de la central hidroeléctrica Misicuni. Actualmente, **ENDE CORPORACIÓN S.A.** propietaria y **CORANI** como empresa operadora generadora.

El objetivo del Proyecto Múltiple Misicuni (PMM) es abastecer de agua potable y agua para riego al valle de Cochabamba, y al mismo tiempo generar energía eléctrica para el Sistema Interconectado Nacional (SIN) mediante el aprovechamiento de las aguas de la cuenca del río Misicuni. El objetivo específico del Proyecto Hidroeléctrico Misicuni (PHM), que forma parte del PMM, es agregar una capacidad instalada de generación de 120-MW al SIN.

Las central hidroeléctricas se ubican a menos de 20 Km. de la ciudad de Cochabamba, cuentan con un lago artificial conformada por una presa (Misicuni)

La fuente principal de agua para el proyecto la constituye el río Misicuni, el cual será aprovechado por medio de una presa que debe construirse en el sitio donde el río entra en un cañón estrecho. El caudal proporcionado por el embalse Misicuni se estima en cerca de 3,2 m<sup>3</sup>/s. Este caudal se incrementará en cerca de 2,9 m<sup>3</sup>/s por las desviaciones al embalse de los ríos Viscachas y Putucuní, este proyecto constara de una inversión futura en diferentes abducciones.

El caudal del sistema es conducido por túnel al valle de Cochabamba. El caudal garantizado proporcionado por el embalse Misicuni, proveerá las necesidades de agua potable y de riego a la parte central de la ciudad de Cochabamba y sus alrededores. La diferencia de 1000 m en cota entre el túnel y el valle, será aprovechada para generar electricidad.

Componentes esenciales del proyecto Misicuni son la presa y el embalse Misicuni, los cuales constituyen el almacenamiento del sistema. El embalse, tendrá una capacidad útil de almacenamiento de más de 150 hm<sup>3</sup> en el nivel máximo de aguas, en la cota 3774 msnm.

Según se informó el embalse/presa es propiedad de MISICUNI, no de ENDE.

La empresa está dedicada a la generación y venta de energía eléctrica, de acuerdo con la Ley de Electricidad y normas legales aplicables, y sirve a las necesidades del mercado de energía eléctrica de Bolivia.

Actualmente, la potencia instalada es de 120 MW para la central hidroeléctrica, aun no activadas.

### 2.2 Inversiones – Proyectos en curso y proyectos futuros

El sistema en si tiene proyectado la captación mediante dos túneles en el embalse de Misicuni, pero según lo informado esta es una proyección a largo plazo. Ampliación de las abducciones. Putucuni y vizcachas. Dos túneles anteriormente mencionados.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES E INSTALACIONES

#### 3.1 Complejo hidroeléctrico CORANI – SANTA ISABEL

##### 3.1.1 Presa, embalses y sistemas de conducción de aguas

*NOTA: tanto la presa como el sistema de conexión hasta la tubería de presión (tubería de transición) no son objeto del presente informe, sin embargo, se realizan comentarios y se brinda información de potenciales riesgos asociados al mismo.*

El sistema Misicuni está conformado por un embalse artificial ubicado en el río Misicuni, que alimentará la central de alta caída, Misicuni. Estos sistemas están interconectados hidráulicamente por una secuencia de conductos y un compensador intermedio, para la conducción de caudales regulados. Los aportes de agua vienen dados por los siguientes sistemas, ríos, y acueductos, con los siguientes caudales medios:

- Misicuni 3,2 m<sup>3</sup>/s
- Viscachas y Putucuní 2,9 m<sup>3</sup>/s (*futura ampliación del sistema*)

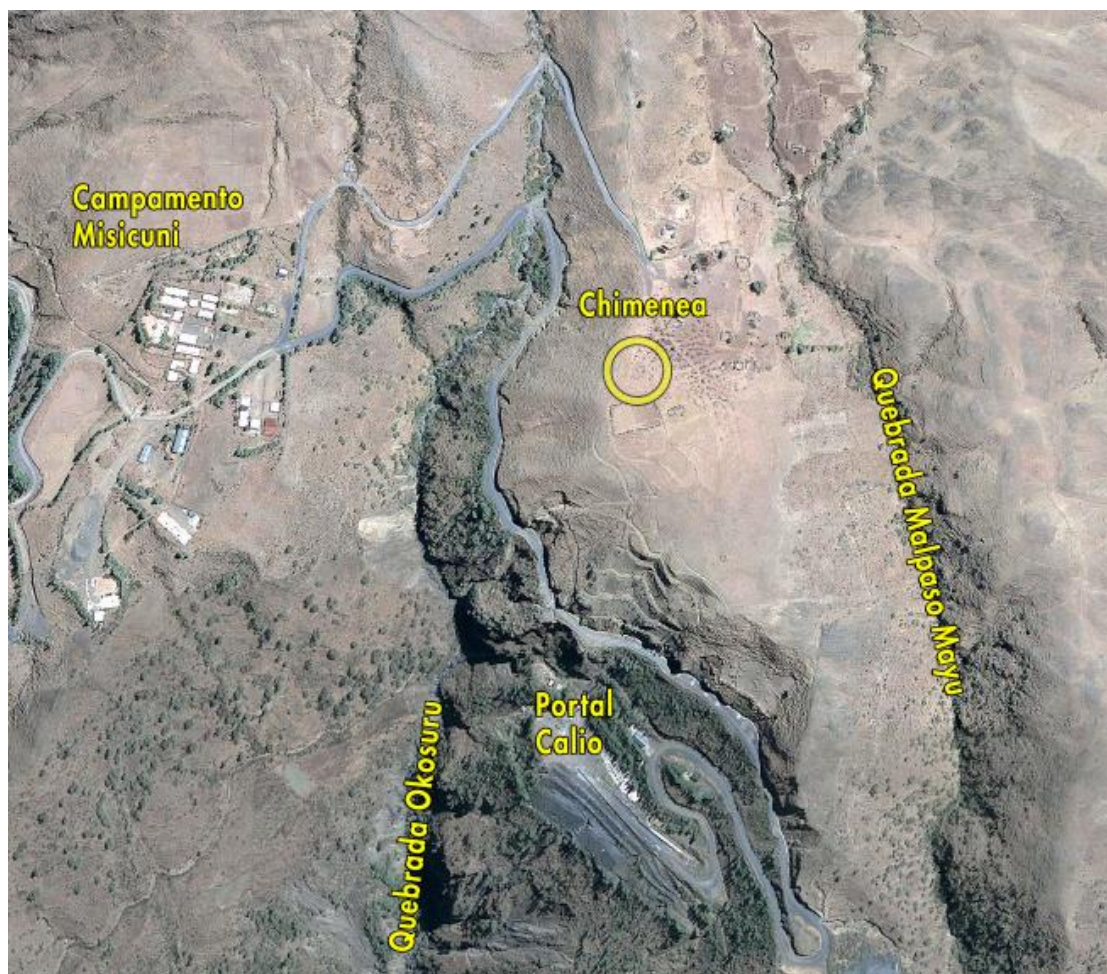
Componentes esenciales del proyecto Misicuni son la presa y el embalse Misicuni, los cuales constituyen el almacenamiento del sistema. El embalse, tendrá una capacidad útil de almacenamiento de más de 150 hm<sup>3</sup> en el nivel máximo de aguas, en la cota 3774 msnm.

La construcción del túnel Misicuni comenzó en 1997 y se terminó en el año 2004. Paralelamente a ella, se otorgó una concesión para el desarrollo del resto del proyecto Misicuni, a Aguas del Tunari en 1999. La concesión incluyó un canon anual como arriendo del túnel, de manera que el Gobierno pudiese eventualmente recuperar su inversión en el túnel. La concesión igualmente incluyó el sistema SEMAPA de tal forma que el concesionario pudiese vender agua directamente a los consumidores. El concesionario también se aseguró de una fuente de ingreso permanente a partir del componente de generación del proyecto, a través del mercado de oportunidad privado, disponible en el sector eléctrico.

La **Central hidroeléctrica Misicuni** se encuentra ubicada a 2.737 m.s.n.m. y a menos de 20 Km de la ciudad de Cochabamba, entre la latitud 17°12'30" y longitud 65°52'24".

La central utiliza un caudal que recibe del lago mediante una tubería de unos 18 kms, pasando por la transición entre Misicuni represa y Misicuni generación dada por una tubería de hormigón, una vez atravesada esta etapa comienza una tubería de acero de alta presión subterránea, posteriormente en su trayecto se encuentra a no más de 2 kilómetros una chimenea de equilibrio. Posteriormente una válvula de seguridad sometida a 12 bar de presión del tipo mariposa ubicada en sala de válvulas. La tubería forzada sale del túnel por el denominado portal de ingreso recorriendo más de una docena de filometros en forma de tubería superficial. Arribando a la central de generación la tubería se trifurca en la alimentación a cada una de las turbinas cada una de las cuales tiene válvulas esféricas de seguridad.





*Puntos visitados subterrneos*



*Tubo de transicion*

En los mismos predios de la Central, se dispone de un **embalse de compensación** capacidad de unos 280.000 m<sup>3</sup> de agua, para abastecer áreas de riego y potabilización de agua. Esta capacidad es utilizada en el caso de ser interrumpido el flujo de agua desde el embalse principal, podría abastecer aguas abajo el suministro de agua.



*Embalse de compensación*

Las aguas turbinadas de la Central Misicuni son conducidas por canal hacia el embalse de compensación anteriormente nombrado.

### **3.1.2 Accesos**

La Central Misicuni presenta un ingreso desde el camino asfaltado de unos 14 kms desde las oficinas en la ciudad y a través de un camino empedrado de aproximadamente 2 Km de longitud, hasta llegar al sector de la sala de máquinas. Internamente existe un buen acceso hacia las demás ubicaciones de la Central. Cabe mencionar las elevadas pendientes que se destacan en los accesos internos.

### **3.1.3 Características operativas**

#### **Central Hidroeléctrica Misicuni**

Se informa que el agua que empleará la central es de buena calidad no contiene arrastre de arenas. El agua llega a la casa de máquinas, conducida por una cañería de alta presión superficial, metálicas de 1,6 metros de diámetro, que terminan en la casa de máquinas, provista de válvulas esféricas, de donde se trifurca.



*Vista detalle cañería de alta presión*





. Vista playa trafos, casa de máquinas y tuberías de presión

La central dispone de tres turbinas tipo Pelton, de eje horizontal, 600 rpm y caudal 4,91m<sup>3</sup>/s, instaladas en 2017. El sistema de apertura de válvulas es por presión de agua.

A continuación, se destacan las características principales de estos equipos, a saber:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS	
		REQUERIDO	OFRECIDO
<b>Turbina</b>			
Fabricante			Rainpower
País de fabricación			
Velocidad nominal	rpm	600	600
Nivel del eje de la turbina	m.s.n.m.	2738,50	2738,5
Rodete:			
• diámetro círculo del chorro (D2)	mm		2169
• diámetro total (D3)	mm		2652
• ancho total de paletas (Hi)	mm		491
• número de paletas			22
Distancia entre eje del rodete y el nivel máximo del agua en foso, para el funcionamiento de las tres unidades.	mm	max. 4000	3540
Características con 1019 m caída neta:			
• eficiencia a 100 % de carga	%		91.58
• eficiencia a 85 % de carga	%		91.76
• eficiencia a 70 % de carga	%		91.50
• eficiencia a 50 % de carga	%		91.08
• eficiencia a 30 % de carga	%		90.20
• eficiencia promedio aritmética ponderada	%		91.43
• potencia a plena carga	MW		42.77
• descarga a plena carga	m <sup>3</sup> /s		4.68

Características de las turbinas



Rodetes			G-X4CrNi134 o ASTM A182 F6NM (forjado)	EN 10250-4, X3CrNiMo13-4 + QT650
• designación (DIN)				
• límite de fluencia	N/mm <sup>2</sup>			Min. 520
• resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>			Min. 650
• elongación (L = 5 * d)	%			12
• resistencia al impacto (ISO V-notch a 0°C)	J/cm <sup>2</sup>	min. 60		50
Bifurcación de entrada				GB713, Q345R (t≤60 mm)
* designación				
* límite de fluencia	N/mm <sup>2</sup>			315
* resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>			490
* elongación (L = 5 * d)	%			21
* resistencia al impacto (ISOV-notch a 0°C)	J/cm <sup>2</sup>	min. 60		34
Curvas de entrada:				GB713, Q345R (t≤36 mm)
* designación				
* límite de fluencia	N/mm <sup>2</sup>			325
* resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>			500
* elongación (L = 5 * d)	%			21
* resistencia al impacto (ISO V-notch a 0°C)	J/cm <sup>2</sup>	min. 60		34
Agujas de tobera y asientos				EN 10088-2, X3CrNiMo13-4
• designación				
• dureza de la superficie	HRC	min. 55		~HB 300
Torque de transmisión			por fricción	by friction

*Características del rodete*

Máq	MARCA	Año	Caida	Turbina	Potencia	Potencia	Horas
			Neta (m)	Tipo	Instalada (MW)	efectiva (MVA)	Totales Al 2017
01	España	2016	947	PELTON	42,77	49,5	0
02	España	2016	947	PELTON	42,77	49,5	0
03	España	2016	947	PELTON	42,77	49,5	0

La central se utilizará primeramente de punta, entrará en servicios entre 3 y 4 horas días, con 8.000.000. de m3 de consumo de agua a turbinar. La actividad estará definida por el comité CNDC

Cada turbina lleva acoplado un **generador asincrónico trifásico**, de 50 Hz, de 15 MVA. Las dos primeras marca General Electric y las restantes, Siemens.

A continuación, se destacan las características principales de estos equipos, a saber:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS	
		REQUERIDO	OFRECIDO
<b>Datos principales del Generador</b>	Nº	2	2
Fabricante	-	-	INDAR ELECTRIC SL
País de fabricación	-	-	ESPAÑA
IEC-tipo	-	IM-7325	IM-7325
Ubicación terminales	-	Parte inferior	Parte inferior
Voltaje nominal	kV	11,5	11,5
Rango de voltaje garantizado	%	± 5	± 5
Frecuencia nominal	Hz	50	50
Velocidad nominal	rpm	600	600
Velocidad de embalamiento	rpm	1020	1091
Potencia aparente nominal	MVA	49,5	49,5
Factor de potencia nominal en retraso	-	0,85	0,85
Dirección de rotación desde lado turbina	-	Contra agujas reloj	Contra agujas reloj
Momento de inercia (GD2)	tm <sup>2</sup>	≥ 230	≥ 230
Factor de seguridad mecánico	-	1,5	1,5
Velocidad periférica en embalamiento	m/s	-	157-
Primera velocidad crítica	rpm	-	-
Corriente max. de operación (10% sobrecarga)	A	-	2610 (52 MVA)-
Sistema de refrigeración		aire	aire
Potencia aparente máxima continua	MVA	50	50
Potencia aparente máxima para operación 4 horas diarias	MVA	51	52

*Características del generador*

- Los sistemas hidráulicos con cierre automático, por acción de aceite y cierre por contrapeso.
- Válvula de freno de contra chorro, cierre por presión de aceite y apertura por resorte
- Inyectores idem anterior

Gobernador: controlado por plc replica las tres anteriores. A continuación, se destacan las características principales de estos equipos, a saber:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DATOS	
		REQUERIDO	OFRECIDO
<b>Gobernadores</b>			
Fabricante			Rainpower
País de fabricación			Norway
Tipo de actuador		PID	
Banda muerta (en porcentaje de velocidad nominal)	%	0,02	0.02
Tiempo muerto	s	0,2	0.2
Max. presión de operación del aceite (referencial)	bar	60 - 70	105
min. presión de operación del aceite	bar		95
Rango de ajuste del estatismo	%	0 - 8	0 - 10
Tiempo de reacción del deflector	s	1,0 - 1,2	1.2
Max. incremento de la presión al rechazar repentinamente 3 unidades en paralelo bajo max. carga (en % de max. caída estática)	%	10	20
Max. presión a la entrada de la turbina al rechazar 3 unidades en paralelo bajo max. carga	bar	121	121
Max. aumento velocidad (en % de velocidad nominal)		18	22
Tiempo de apertura de tobera	s	30-50	70
Tiempo de cierre de tobera	s	30-50	70

*Características del gobernador*

Sistema de protección por sobre velocidad, primero sensor óptico y luego una válvula hidromecánica que corta todo el suministro de aceite.

Válvula de seguridad cierra por sobre velocidad en el flujo de agua, con una aleta o dispositivo mecánico. También se acción por diferencial de flujo, flujómetros aguas arriba y abajo



*Valvula de seguridad*

- **Protección y control de la turbina**, mediante gobernadores digitales en todas las unidades. Se regula la velocidad de la unidad mediante el control del ingreso de agua al inyector y la variación de la posición de los inyectores, mandando subir o bajar carga. La protección por sobrevelocidad es tanto electrónica como mecánica desconectando la unidad cuando se exceden los límites de ajustes. Todas las unidades disponen de dos bombas de aceite para la lubricación de cojinetes, que trabajan con corriente alterna, y una bomba de respaldo para emergencia, en corriente continua.
- **Protecciones eléctricas del generador y transformador**, dado por relés electrónicos digitales de última generación, microprocesadores.  
Relé principal y de respaldo, en cada uno de los generadores.
- **Reguladores de tensión y velocidad**, disponen de reguladores digitales programables
- **Paneles de alarma**, todas las alarmas disponen de entrada digital a PLC, con registro e información a un sistema tipo SCADA la cual permite visualizar funciones y llevar registros de parámetros tales como:
  - Falla regulador principal y regulador de respaldo
  - Falla medición de corriente de campo
  - Fusible quemado puente de regulación
  - Falla total medición de frecuencia
  - Alta temperatura puente de rectificación
  - Alta temperatura trafo excitación
  - Tiempos excesivos de excitación/desexcitación
  - Pérdida de tensión de sincronismos
  - Fusibles quemado trafo excitación
  - Parada emergencia mecánica
  - Sobrevelocidad
  - Tiempo sobreapertura excedido
  - Idem arranque
  - Idem parada
  - Falla mando arranque
  - Falla mando parada
  - Pérdida medición posición aguja.

Todas las unidades disponen de la capacidad para efectuar “**arranques en negro**”, mediante sistema centralizado de presión de aceite, accionado por un motor de corriente continua, que abre el paso de agua para acelerar turbina y generador hasta su velocidad de auto sostenimiento. Aun así, el mismo no se había probado, estaban aguardado a este test para definir si el arranque de la totalidad de la planta se podía llevar a cabo.





*Vista sala de máquinas*



*Interior de sala de máquinas Rodete, Generador*



*Vista gobernador hidráulico*

Disponen de tres **transformadores** trifásicos de 50 MVA c/u, (uno por generador) que elevan a la tensión de despacho, de 11,5 kv a 115 kv, ubicados en el exterior del edificio de generación, con su correspondiente batea de contención de derrame y conducción a cámara de recolección de aceites.

Todos los **transformadores** son en baño de aceite y cuentan con las siguientes protecciones:

- Relé Bucholz

- Rele diferencial
- Temperatura bobinado y aceite
- Nivel aceite
- Electrónicas por diferencial de corriente a tierra, diferencial de fase y sobrecorriente del neutro del transformador,
- Muros cortafuegos



Vista trafo 1



Trafo 2

Cada transformador se encuentra separado del equipo contiguo por muro de mampostería con estructura de hormigón armado que actuará como deflector en caso de incendio. Transformadores marca SIEMES

*NOTA: LEA considera que la distancia entre el trafo 2 y 3, no es suficiente como para que no exista un muro cortafuegos entre ellas. Ver recomendaciones.*

Poseen cámaras de contención a las que van el desagüe de los tres trafos.

Este es el trafo auxiliar el cual está conectado a la barra de 24,9 como respaldo de la misma la barra está conectada a una red de ELFEC Empresa de luz y fuerza Cochabamaba.



Transformador auxiliar

Para servicios auxiliares locales, disponen de dos transformador de 1 MVA, con su correspondiente cuba de contención de derrames.



*Transformadores auxiliares locales*

Cada par de máquinas dispone de un banco de baterías de 125 VC, con capacidad para un arranque en negro, ubicadas en salas con su correspondiente detector de humos.



*Banco de baterías*

### **Control de operación**

La operación de la central se monitorea las 24 hs tanto desde la propia sala de control en MISICUNI, como desde la sala de control remota de ENDE CORPORACION, situación que se da en los dos sentidos, mediante fibra óptica. La central centraliza información en tiempo real, y trasmite al comité de despacho de carga (CDC).

Según se informó a partir del 1 de agosto CORANI se encargará de ejecutar las tareas de las operaciones.

### **3.1.4 Construcciones**

La central se desarrolla en edificio realizado con estructura portante de hormigón armado complementado con paredes de mampostería de ladrillo, revocadas, techo en calamina galvanizada y piso de cemento alisado. Las paredes y puertas del edificio de las planta, que separan la sala de máquinas de las salas de control y oficinas, poseen un revestimiento metálico especial para la atenuación acústica.



MISICUNI ocupa una superficie cubierta de unos 4500 m<sup>2</sup>, 53,9 + 18,40 ancho por 31,75 con dos niveles sótano y planta baja. Sala de máquinas y oficinas:



*Vista edificio casa de máquinas Misicuni*

Caseta de SEMAPA de características constructivas similares de 600 m<sup>2</sup>, 32 m por 18,85 m.



*Edificio casa de agua de SEMAPA*

El predio se encuentra cercado totalmente por un alambrado de seguridad.

### **3.1.5 Lay out - Separaciones**

Respecto de los distintos activos a riesgo, se distinguen tres sectores totalmente independientes, a saber:

- Central Misicuni
- Edificio de subestación y subestación propiamente
- Edificio SEMAPA

La separación entre ellos es mayor a los 30 metros, conformando un área de riesgo aislada de las demás edificaciones (viviendas, oficinas, talleres, centro recreativo, etc)



### **3.1.6 Protecciones contra incendio**

#### **Cuerpo de bomberos de la zona**

Se trata de un riesgo rural sin posibilidad de apoyo externo con bomberos públicos.

Tiempo estimado para llega 20 min desde Quillacollo, sino entre 30 y 40 minutos desde la ciudad de Cochabamba.

#### **Red de agua contra incendio**

No poseen

#### **Brigada de incendios de la planta**

No hay actualmente, en un futuro es factible

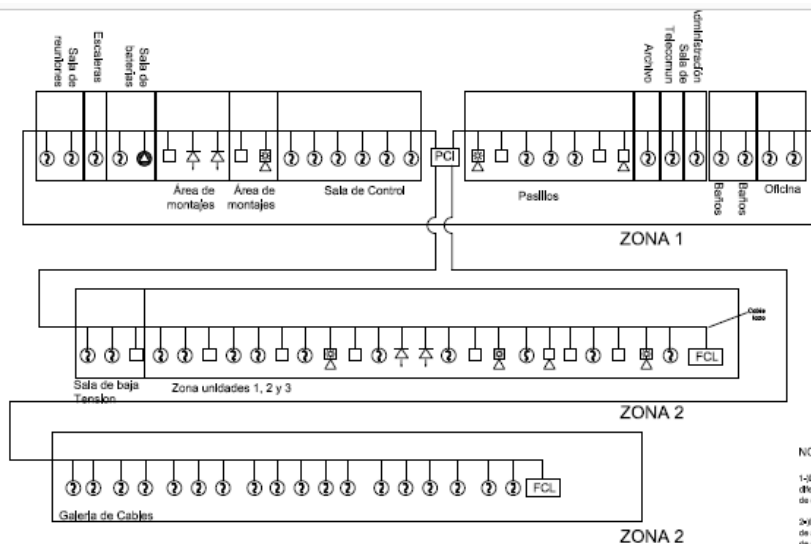
Todas las personas que trabajan en la central, recibe adiestramiento periódico en el uso de los elementos contra incendio disponibles, básicamente extintores portátiles. De todos modos, no existe una brigada formalizada como tal, con roles específicos de actuación para cada situación.

#### **Extintores portátiles (equipos móviles)**

Extintores portátiles Hay múltiples extintores ABC uno de 40 y varios de 6 kg, también de CO<sub>2</sub>.

## Detectores de humo

Existe un sistema de detección dividida en diferentes sectores o zonas, aun no instalado. A continuación, se expone el sistema, sus zonas y los tipos de detectores:



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
②	Sensor de humo fotoeléctrico
⬆	Sensor de gases
⏏	Barrera infrarroja de detección de humo
⏏	Sirena con luz estroboscópica
⏏	Pulsador manual de activación de alarmas
⏏	Sirena sin luz estroboscópica
⏏	Panel de control de incendio
—	Tubería
⏏	Resistencia de final de línea 47 Kohms

### NOTAS GENERALES:

- 1-Deberán instalarse detectores en los diferentes recintos del edificio de casa de máquinas, Sótano o superior al modelo NGB-12 de Honeywell.
- 2-Deberán instalarse Pulsadores de activación de alarmas en los diferentes recintos del edificio de casa de máquinas, Sótano o superior al modelo NGB-12 de Honeywell.
- 3-El sistema de alarmas contra incendios deberá cumplir con las normas de la NFPA (National Fire Protection Association) y las dadas en el NEC (National Electrical Code).
- 4-En las empalmes se realizarán sin cortar los cables que lleven la señal hasta el panel. Estos se harán luego hasta cada dispositivo y allí se se pedirá la longitud necesaria para efectuar cada empalme.
- 5-Los sensores utilizados en los esquinas no se deben colocar a menos de 12 cm de ambas paredes.
- 6-El cableado deberá ser canalizado por tuberías separadas del cableado eléctrico 15 cm mínimo.
- 7-El sistema de alarma contra incendios debe estar capacitado para operar al menos 24 horas después de suspendido el suministro eléctrico en condición normal y 5 minutos en condición de alarma.
- 8-Todo el cableado deberá ser canalizado por tuberías separadas del cableado eléctrico 15 cm mínimo.
- 9-El cableado a utilizar en los lazos de control deberá ser TFF o SP7 No.18 AWG.
- 10-En el edificio se propone la instalación de los siguientes equipos: Extinguidor CO2 de 50kg Raptor y el extinguidor de Polvo químico. Etiqueta SNA 2008 C, de la marca SORADE. Además se propone un extinguidor de polvo químico seco, superior a 40kg con manguera mayor a los 10 metros el modelo 400 Amoxic, C/Introducción UL 30424003C.
- 11-El panel de control del sistema de detección y alarmas es el modelo CSM 70 deNotifier de Honeywell.
- 12-La sirena 1000 de detección de humos igual o superior al modelo BEAM 1224 de deNotifier.
- 13-La sirena sin luz estroboscópica igual o superior al modelo CSM 70 deNotifier de Honeywell.
- 14-Sensor de gases igual o superior al modelo CO1204T / CO1204A deNotifier.

### Clasificación de las zonas de detección

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
②	Sensor de humo fotoeléctrico
⬆	Sensor de gases
⏏	Barrera infrarroja de detección de humo
⏏	Sirena con luz estroboscópica
⏏	Pulsador manual de activación de alarmas
⏏	Sirena sin luz estroboscópica
⏏	Panel de control de incendio
—	Tubería
⏏	Resistencia de final de línea 47 Kohms

### Tipos de detectores y alarmas según la zona

### **Alarma contra incendio**

Existe un sistema o central de detección proyectada aun no instalada.

### **Plan de emergencias**

Aun no se tiene nada definido, será parte de la operación de CORANI.

## **3.1.7 Salud, Seguridad y Medio Ambiente.**

### **Organización de Salud, Seguridad y Medio Ambiente.**

No se encuentra definido, quedará definido por CORANI.

## **3.1.8 Protecciones físicas**

### **Servicio de serenos/vigilancia**

La vigilancia en la Central, está a cargo del servicio de custodia privado. Con 4 guardias cubriendo turnos de 24 horas. El acceso a los predios, está protegido por cerco y alambrado perimetral, con un único portón de acceso vehicular, donde se asiente una garita de guardia.

### **Circuito cerrado de televisión.**

Poseen un circuito proyectado, al momento de la visita aún no se había instalado.

## **3.1.9 Gestión del Mantenimiento**

La gestión de ingeniería de mantenimiento se realizará principalmente con personal propio, complementado con trabajos de consultorías o pruebas o ensayos específicos contratados de empresas especializadas. Se dispone la siguiente nómina de personal, afectadas a las siguientes áreas:

- Jefe de planta
- Ing asistentes 3, Eléctrico, Mecánico y Electrónico.
- Ing Civil con dos asistentes
- 8 operarios para mantenimientos y operación de planta
- Administrativos 3
- Servicio personal de servicios guardias limpieza etc

### **Mantenimiento obras civiles en centrales hidráulicas**

**Predictivo;** Se sigue un programa de control geotécnico. Observaciones y mensura de desplazamientos en bloques de anclaje, verificación dimensional de desplazamientos repentinos presentados en asientos y traslape de juntas de dilatación en la tubería de alta presión, incluye registro de temperaturas, humedad ambiental para control de corrimientos en anclas. Inspección de plataformas, tuberías, anclas y juntas de dilatación.



*Vista anclaje*

**Preventivo:** mantenimiento periódico y limpieza y sellado de cubiertas, muros y pisos de casa de máquinas Misicuni. Desbroce de plataformas, limpieza de anclas, asientos y cunetas.



*Vista conducción de drenajes artificiales*



*Salida de la tubería de presión Subterránea-Superficial*



**Correctivo:** generalmente los mantenimientos correctivos son menores, comprenden reconstrucción de pisos, pintado y revoques de paredes y mantenimiento general de áreas verdes del campamento.

### **3.1.9.1 Mantenimiento turbinas, generadores y equipamiento en general**

Todos los equipos son nuevos del año 2015/2016.

**Turbinas:** Se prevén mantenimientos preventivos de tipo diario, semanal, quincenal, mensual y cuatrimestral. Los mantenimientos mayores a estas unidades, se realizarán aproximadamente cada 2 años. Una vez realizada la transición quedará definido por CORANI.

**Generadores** de igual forma sucederá con los generadores.

**Transformadores** se realizarán análisis anuales de aceites, medición del factor de potencia, sílica gel, prueba de operación de relés: Bucholdz, alta temperatura de aceite y arrollamientos. En forma anual, mantenimientos mayores a los interruptores de potencia y a los transformadores de corriente.

Los mantenimientos **predictivos** comprenden termografías, análisis de vibraciones (lado excitatriz y lado turbina), análisis de la condición del aceite de cojinetes y gobernadores de las turbinas.

#### **Repuestos**

Aún no definido, sin embargo existe un pañol de repuestos, con un total de 4/5 millones de bolivianos con un rodete de repuesto.

#### **Permiso de trabajo en caliente**

Se informó que CORANI implementará los siguientes tipos de procedimientos:

La empresa ha elaborado un Procedimiento para “Trabajos de Soldadura y Corte” (Procedimiento MASSI – P -10), el cual incluye un formulario de permiso de trabajos en caliente. Este procedimiento está respaldado por la Norma NFPA 51B y, es aplicado para todo trabajo en caliente de todos los trabajadores y contratistas de la Empresa CORANI..

## 4 - ANALISIS DE RIESGOS

La central se encuentra en ubicaciones de zonas rurales, con campos libres con media vegetación en sus alrededores, definiéndose como riesgos de características rurales.

### 4.1 CENTRALES HIDRÁULICAS

#### 4.1.1 Rotura y otros daños mecánicos

Analizamos a continuación los mayores riesgos a los cuales están expuestos los sistemas de generación de este tipo (hidráulicos) y su probabilidad de ocurrencia en la plantas/ubicaciones de MISICUNI.

**Daños a las turbinas:** en general de tipo mecánico producidos (según las estadísticas de la Factory Mutual de los EE.UU) por objetos extraños en las vías de agua, rotura de compuertas, rotura de rodets y ejes, estos últimos por fatiga, sobre todo en equipos de más de 30 años, y especialmente si han estado sometidos al fenómeno de cavitación que se traduce, generalmente, en un incremento de las vibraciones por verse afectado el material de los rodets, situación que no se registra en MISICUNI (dado que aún no se encontraba operativa).

El fenómeno de **fatiga** no se da, debido a la condición robusta del diseño, las condiciones de trabajo por debajo de los límites y la edad del equipamiento (rodets) por debajo de la vida útil. Solo existe cierto riesgo en las turbinas más antiguas, por disponer de ejes que han superado los 50 años de antigüedad.

El buen mantenimiento de los equipos e instalaciones disminuye el riesgo de rotura de compuertas, rodets y ejes.

Respecto de la **cavitación** no se informó aún

**Daños por falta de lubricación:** el mantenimiento preventivo de los servicios auxiliares y los sistemas de protecciones disponibles evita este tipo de daños, incluyendo incendios por derrames de los aceites utilizados. Todos los equipos de lubricación se encuentran respaldados, a la vez que disponen de su correspondiente batea de contención de derrame.

**Daños a cojinetes y sellos** por arena arrastrada por el agua. Dado que aún no entro en funcionamiento no se han producido daños que obliguen a la detención y costosa reparación de equipos; desde luego este tipo de daños, y de existir, se repararan en las paradas programadas.

**Daños por rotura por sobre velocidad** en caso de fallar los elementos de desenganche para estos casos. Los equipos disponen de protección electrónica y de protección mecánica con sensores calibrados en forma anual. El buen mantenimiento preventivo y las protecciones disponibles reducen significativamente este riesgo en la central de MISICUNI.

*LEA entiende que los riesgos de rotura se hallan comprendidos dentro de la media de la actividad, y en parte atenuados por las buenas condiciones de mantenimiento que se informaron se llevarán a cabo a futuro y la última tecnología que todo el sistema posee.*

#### 4.1.2 Incendio

De acuerdo a las estadísticas de Factory Mutual este tipo de centrales se encuentran dentro del tipo de más bajo riesgo.

La probabilidad de daños está dada principalmente en los equipos **generadores, tableros de control y transformadores**. De todos modos, se trata de una actividad con baja exposición a daños por incendio, comparado con otras instalaciones de generación de energía eléctrica.

Entre otros aspectos atenuantes se indica: La construcción incombustible, ausencia de inflamables y excelentes condiciones de orden y limpieza (Pese a encontrarse aun en obra).

El daño más grave viene dado por un incendio en un transformador, que por demoras en su extinción y vinculación con planta generadora a través de cableados eléctricos, afecte parcialmente a la misma. Esta situación adquiere particular riesgo debido a la proximidad con la casa de máquinas.

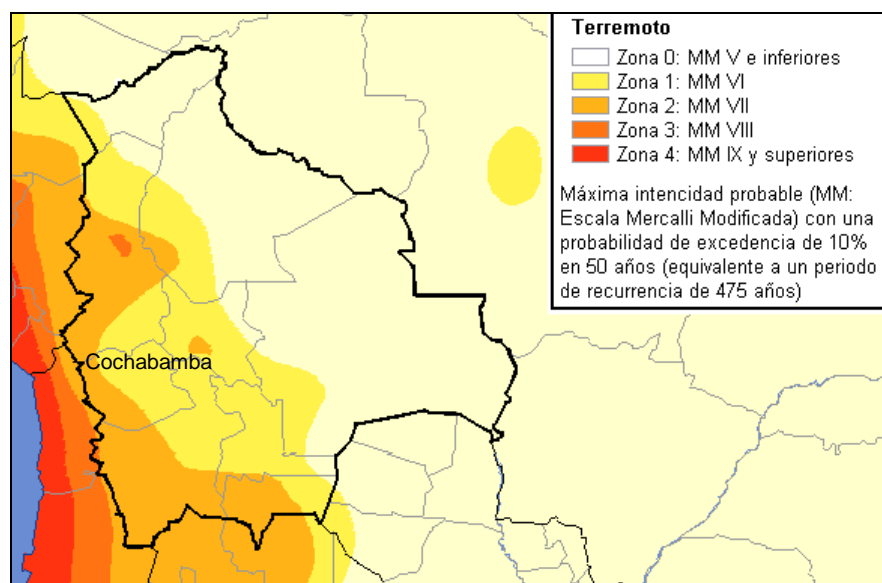
*LEA entiende que, si bien para las plantas hidroeléctricas los riesgos de incendio se hallan comprendidos dentro de la media de la actividad, la subestación de Misicuni se ubica un nivel por encima de la media, en tanto un incendio en transformadores puede dar lugar a derrames no contenidos, no existen sistema de extinción fijos que permitan limitar su extensión, a la vez que debe descartarse la posibilidad de contar con ayuda externa inmediata en el sitio.*

#### 4.1.3 Daños por fenómenos de la naturaleza

##### Riesgo sísmico

En el departamento de **Cochabamba** los sismos más graves registrados son de grados VI y VII en la escala MM. La zona es de grado 2 según el mapa de la Münchener Ruck.

Dicha clasificación es función de la **intensidad máxima probable** para un período de recurrencia de 50 años, que pueden alcanzar movimientos sísmicos según la escala MM (Mercalli Modificada), correspondiendo a la zona 2 un grado VII o inferior (Riesgo medio).



Fuente: Münchener Rück – Mapa mundial de los peligros de la naturaleza - 1998

Cochabamba está en una zona con una estructura geológica con fallas interiores, con temblores frecuentes y en general de baja magnitud. En marzo de 1998, un terremoto afectó las zonas de Mizque, Totora y Aiquile, en el departamento de Cochabamba, con más de 100 muertos y la destrucción de una cantidad de construcciones y servicios que abastecen a éstos poblados; prácticamente la totalidad de las construcciones seriamente afectadas eran de adobe; En épocas más recientes, en abril del 2012 un sismo de 4,3 grados en la escala Richter se produjo a 25 kms de la ciudad de Cochabamba, sin generar víctimas o daños de consideración. Con anterioridad a estos eventos, se registra:

### Sismos ocurridos en el Departamento de Cochabamba

ANO	LUGAR	INTENSIDAD
1902	Sipe Sipe	5,2
1942	C. de Cochabamba	5,2
1943	C. de Cochabamba	5,2
1958	Aiquile	5,8
1976	Aiquile	5,0
1994	Corani y Ciudad de Cochabamba.	4,0

Fuente: Servicio Nacional de Defensa Civil- Min. de Defensa Nacional, Bolivia

El Observatorio de San Calixto indica que frecuentemente en el departamento de Cochabamba se presentan sismos de baja intensidad menores a 3,5, los cuales no son percibidos fácilmente por la ciudadanía. El mismo observatorio considera que en la ciudad de Cochabamba y cercanías existe una falla geológica potencialmente activa, denominada justamente Falla Cochabamba, anteriormente conocida como Falla Tunari, de 31 km de extensión; esta falla, en caso de activarse, podría producir un terremoto de 6.8 de intensidad como máximo.



*LEA entiende qué, si bien a consecuencia de un sismo de magnitud no puede descartarse el riesgo de agrietamiento y posterior colapso ya sea de complicaciones estructurales en los túneles o tuberías de alta presión, debería tratarse de un evento extraordinario, que supere con creces las intensidades máximas de los sismos registrados en los últimos 100 años.*

### **Caída de rayos**

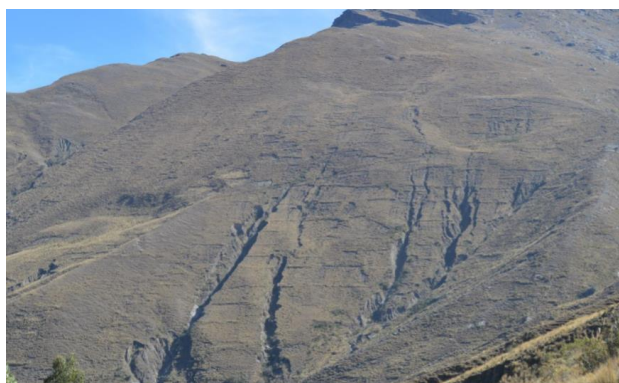
Las áreas isoceránicas para Sudamérica, clasifican a La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, dentro de una zona de alta densidad de impacto de rayo (20 a 30 impactos por milla cuadrada). La planta dispone de pararrayos ubicados en forma estratégica.

Cada equipo generador dispone de protección ante descargas eléctricas, tanto en la pala como en la góndola, con un cableado directo a tierra.

*LEA entiende que la mayor probabilidad de daños asociados a este fenómeno está dada por fluctuaciones en la tensión del suministro eléctrico, dañando al equipamiento electrónico.*

### **Aludes, deslaves e inundaciones**

Se observaron ciertos deslaves en las laderas de las montañas próximas a las ubicaciones en estudio. En la construcción del proyecto se dio una situación de estas características lo que trajo aparejado una nueva ingeniería denominada anclaje 11, donde la tubería de alta presión se tuvo que sostener en el punto de actividad por medio de estribos, trabajando al ducto de forma similar a la de un puente para sortear esta falla del terreno.



*Vista deslizamientos ladera en la zona*



*Deslave en la alimentación a riego*



ANCLA 11



ANCLA 11

En las fotografías anteriores se puede apreciar la obra de ingeniería de ANCLA 11, con los gaviones y demás métodos de disipación y tratamiento para este tipo de problemas. Se realizó un estudio de toda la zona respecto a este tipo de potenciales siniestros en el cual se definieron las áreas más críticas, y a partir de esta se informó que se encuentran realizando trabajos de contención tipo de mallas, encadenados entre otros.

*De todos modos, consideramos que el incremento en los niveles de las precipitaciones pluviales de la zona, constituyen un factor agravante en el caso particular de la estabilidad del talud donde se encuentran instaladas las tuberías.*

#### **4.1.4 Riesgos Políticos (terrorismo, sabotaje, vandalismo o similares)**

Las centrales hidroeléctricas están expuestas a este tipo de daños, en tanto el manejo de la energía eléctrica puede ser utilizado como factor de presión por parte de activistas políticos con influencia en sectores marginales de la población.

Si bien en la actualidad política del país, son comunes los cortes de rutas y situaciones de agitación popular, MISICUNI no registra antecedentes de daños materiales por riesgo



político a la vez que mantiene en general una cordial relación con los pobladores de las zonas donde se encuentran las plantas.

En relación al riesgo de **terrorismo**, el mismo se considera como excepcional, y poco probable, en función de la prácticamente nula existencia de este tipo de amenazas.

*LEA concluye que si bien existen algunos factores de riesgo por encima de una planta localizada en países con bajos índices de daños por sabotajes, el riesgo de verse afectado por este tipo de incidentes es muy bajo.*

#### 4.1.5 Interrupción de negocio – Perdida de beneficios

La central suministrará energía al Sistema Interconectado Nacional (SIN), a través de las subestaciones de alta tensión que operará la Empresa ENDE CORANI. La operación es coordinada por el Comité Nacional de Despacho de Cargas (CNDC), que establece el momento y la duración del despacho de cada máquina en particular en función de las necesidades del SIN.

La única hipótesis de interrupción del servicio a consecuencia de un daño ajeno a ENDE/CORANI, viene dado por un incendio en subestación de propiedad de la transportadora, o daños en la línea de transmisión de 115 kV.

#### Repuestos y política de repuestos

Sera llevado a cabo por parte de la empresa CORANI, una vez realizada la transición.

Aun así se informó que la **planta hidroeléctrica** cuenta con un stock de repuestos, ya en la propia planta, que incluye:

#### **Turbina**

- Rodete pelton.
- Kit de inyector (eje, retenes, aguja, pitón).
- Electro válvulas del sistema hidráulico del gobernador,
- Elementos electrónicos del gobernador (CPU, módulos de I/O, fuente DC, transductores de posición, etc.).
- Filtros.
- Diferentes componentes electromecánicos de la turbina (bombas del HPU, motores del HPU, válvulas, o'rings, sellos de la válvula esférica, etc.).

#### **Generador**

- Cojinetes.
- Carbones.
- Tarjetas de control del AVR (regulador automático de voltaje).
- Diferentes componentes del sistema de control (relés de control y protección, transductores, fusibles de MT, etc.)

*Se concluye que MISICUNI dispone de un razonable número de repuestos para atender tanto mantenimientos preventivos como la mayor parte de las roturas, sin embargo no cuenta aún con un sistema organizado de gestión de los repuestos y de un plan de acciones frente a una falla. Solo es dable esperar una interrupción por falta de los mismos, caso de una rotura mayor, tal como la fisura de un eje de una turbina.*

#### 4.1.6 Rotura de presa

**PROVEEDORES:** *el agua a ser turbinada proviene de la presa MISICUNI, la cual es perteneciente a otra sociedad no objeto del presente informe, en la presente visita no se fue a ver la misma. Pero existe la probabilidad que frente a un evento catastrófico, o un evento en la compuertas, las central se vea si agua para poder llevar a cabo su accionamiento. Recomendamos una vez que la central se encuentre operativa realizar*

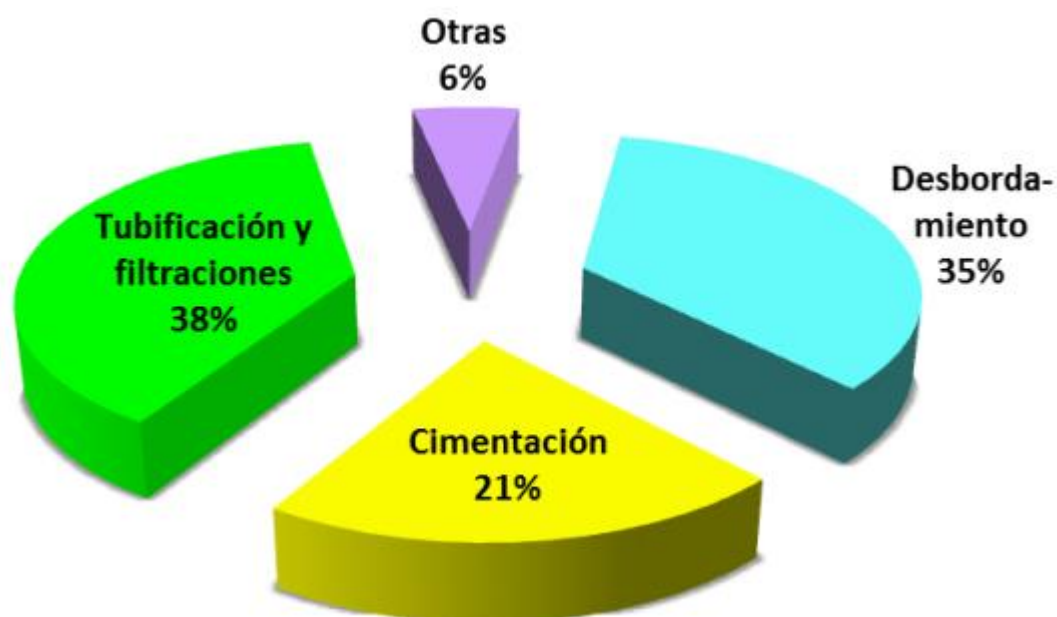


*una visita a la misma para determinar el estado actual y las hipótesis potenciales que pueden surgir.*

A continuación, exponemos un análisis de las posibilidades de fallas y riesgos potenciales en este tipo de obras de infraestructura:

Los principales mecanismos y modos de falla identificables en una presa están generalmente interrelacionados, por ejemplo, puede ocurrir rebosamiento debido a una capacidad inadecuada del vertedero o por una carencia de un borde libre lo que, a su vez, puede resultar de una deformación y sedimentación de largo plazo. La erosión interna y los mecanismos de rebosamiento son de interés particular, cada uno de ellos es responsable entre 30 y 35 % de los incidentes y fallas serias.

- 1. Rebosamiento y borde libre:** El vertedero de excesos y la capacidad del desagüe deben ser suficientes para prevenir rebosamientos, con riesgo de erosión severa y posible lavado del relleno. El borde libre, es decir, la diferencia entre el nivel máximo del embalse y el nivel mínimo de la cresta de la presa, debe ser suficiente para prevenir rebosamiento por la acción de las olas. También debe incluir un margen para la sedimentación de largo plazo de la presa previsible en una cimentación compresible.
- 2. Estabilidad:** El relleno, incluida su cimentación, debe ser estable bajo la construcción y en todas las condiciones de operación del embalse. Las pendientes de los parámetros deben ser, por tanto, suficientemente planas para asegurar los esfuerzos internos y la cimentación permanezcan dentro de límites aceptables.
- 3. Control de infiltración:** La infiltración dentro y debajo del relleno debe controlarse para prevenir la erosión interna oculta y la migración de materiales finos, por ejemplo, del núcleo, o la erosión externa y los desprendimientos. Los gradientes hidráulicos, la presión de infiltración y las velocidades de infiltración dentro y bajo la presa, deben, por tanto, restringirse a niveles aceptables para los materiales del caso.
- 4. Producción del paramento aguas arriba:** El paramento aguas arriba debe protegerse contra la erosión local que resulta de la acción de las olas, movimiento del hielo, etc.
- 5. Obras de desagüe y auxiliares:** se debe ser muy cuidadoso para garantizar que el desagüe u otras estructuras construidas dentro de la presa, no permitan el paso sin obstrucción de agua infiltrada a lo largo de su perímetro con el riesgo de una migración de suelos y canalización.



*Cuadro porcentaje de causas habituales en presas de tierra.*

#### **Bibliografía consultada**

[https://es.wikipedia.org/wiki/Rotura\\_de\\_presa#Lista\\_de\\_fallos\\_de\\_presas](https://es.wikipedia.org/wiki/Rotura_de_presa#Lista_de_fallos_de_presas)  
[http://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/1\\_Reunion\\_Cancun/2\\_XXVI\\_Reunion\\_Nacional/11\\_Presas/11\\_0MUFR\\_1.pdf](http://www.smig.org.mx/admArticulos/eventos/1_Reunion_Cancun/2_XXVI_Reunion_Nacional/11_Presas/11_0MUFR_1.pdf)  
[Estructuras Hidráulicas P Novak https://es.scribd.com/doc/306087458/Estructuras-Hidraulicas-P-Novak](https://es.scribd.com/doc/306087458/Estructuras-Hidraulicas-P-Novak)  
[http://www.spancold.es/Archivos/JEIP-02\\_Presas\\_de\\_mat\\_sueltos\\_y\\_sus\\_patologias.pdf](http://www.spancold.es/Archivos/JEIP-02_Presas_de_mat_sueltos_y_sus_patologias.pdf)

## 5 - VALORES ASEGURABLES

El cuadro siguiente, destaca los valores de reposición a nuevo, al 30.07.2017, que resultan de la valuación realizada recientemente por MISICUNI, a saber:

	DESGLOSE	Valuación LEA USD
1	EDIFICIO – CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES DE SUPERFICIE	48.006.000
2	TUBERÍA – TRIFURCADOR, BLINDAJE Y PIEZAS ESPECIALES	42.678.000
3	EQUIPAMIENTO PRINCIPAL	39.450.000
4	TUNEL – CHIMENEA DE EQUILIBRIO Y CAMARA DE VALVULA	13.460.000
5	SUBESTACION	4.935.000
6	TRANSMISION – LINEA DE TRANSMISION MISICUNI-COLCAPIRHUA 115 DEL PROYECTO HIDROELECTRICO MISICUNI	4.971.000
	<b>TOTAL</b>	<b>153.500.000</b>

### 5.1 Daños directos

La reconstrucción a partir de un siniestro de tipo catastrófico se estima cuantioso, para un activo de las características de MISICUNI, por lo que el valor sugerido a adoptar como suma asegurada, asociada a daños directos es de **USD 90.000.000.-** (*Ver capítulo de pérdidas máximas esperadas*)

### 5.2 Daños indirectos – Interrupción de negocio

En función de que la planta aún no se encuentra operativa, por el momento, sugerimos adoptar un valor que contemple el beneficio bruto de la generación proyectada para el año 2018, Estimado en función de los valores proyectados por ENDE en **USD 12.000.000.-**

La reconstrucción a partir de un siniestro de tipo catastrófico, para un activo de las características de CORANI, difícilmente ocurra en un plazo inferior a los 24 meses, por lo que el valor sugerido a adoptar como suma asegurada, para el período 2017 es de **USD 24.000.000.-** (*Ver capítulo de pérdidas máximas esperadas*)

Estos valores deberán ser objeto de revisión, en el año 2018 una vez que ingrese en funcionamiento la central.

## 6 - PERDIDAS MÁXIMAS ESTIMADAS (Daños directos e interrupción)

### 6.1 Definiciones

#### Rotura de maquinaria

**Pérdida máxima probable (PML):** *Es la máxima pérdida esperada, tomando en cuenta las características del o los equipos analizados, posibilidades de reparación, stock de repuestos, mano de obra especializada para las reparaciones, tiempo de reemplazo de los repuestos y /o del equipo(s) completos, considerando en todos los casos una condición pesimista dentro de la gama de posibilidades en cada caso, incluyendo la interrupción de accesos.*

**Pérdida máxima posible (EML):** *Es la máxima pérdida posible, de menor probabilidad, considerando las situaciones más adversas, incluido la falta total de repuestos, inconvenientes serios en el suministros de los mismos, la no disponibilidad de equipos sustitutos y demoras significativas del curso dado por el proveedor en las ordenes de compras por falta de materiales, falta de capacidad de producción, interrupción de accesos, etc*

#### Incendio y otros daños por fenómenos naturales

**Definición PML:** *Es la máxima pérdida esperada tomando en cuenta las características de localización, construcción, ocupación, protección y ayuda externa del establecimiento a la fecha de la inspección, considerando una falla en la condición de la protección más importante que disponga el establecimiento, que la deje fuera de servicio y/o exista una demora significativa en su activación. La ayuda externa actúa, pero en forma algo demorada y/o deficiente.*

**Definición EML:** *Es la máxima pérdida posible considerando las situaciones más adversas, incluido el mal funcionamiento de los sistemas de seguridad y de emergencias, contando con la acción de los bomberos, pero en forma muy tardía y deficiente. Se considera que prácticamente el evento cesa por si mismo.*

### 6.2 Estimación de Pérdidas Máximas

#### CENTRALES HIDROELECTRICAS

##### Rotura de maquinaria

Una de las hipótesis más probables es la de daños a los cojinetes por falla en el sistema de lubricación, oportunidad en que debería detenerse la máquina por indicación de las alarmas, la pérdida directa podría ser del orden de los **USD 450.000.-** y la interrupción de un conjunto generador durante 30 días.

Otro posible escenario de pérdidas es la rotura del rodete o del sistema de regulación debido a la falla de los mecanismos fusibles, ambos con daños de menor cuantía e interrupciones no superiores a los 30 días, en función de repuestos disponibles.

Entre los daños más graves y de menor probabilidad se indica la rotura del eje, daño directo que si es afectado el generador y el rodete puede estimarse en el orden de **USD 9.000.000.-** con interrupción parcial de una máquina durante 12/18 meses



## Incendio y daños amparados en la póliza de TRO

No es dable esperar una frecuencia elevada de daños por incendio en este tipo de plantas. Las estadísticas indican probabilidades de daños debido a cortocircuitos en sala de tableros o en los generadores, así como incendios por inflamación de aceite de lubricación, incendio en transformadores, etc.

En principio se plantean 3 escenarios de riesgo, con sus consecuencias tanto en daño directo como daños por interrupción del negocio, a saber:

Hipótesis	Daños Materiales (DD)	Interrupción (BI)	Totales (DD+BI)
Daños totales en Central Misicuni, a consecuencia de avalancha e ingreso de lodo, con un período de interrupción de 18/24 meses.	60.000.000	24.000.000 18/24 meses	84.000.000
Idem a consecuencia de incendio o similar en Misicuni, con un período de interrupción de 18/24 meses.	60.000.000	24.000.000 18/24 meses	84.000.000
Sismo que genere rotura de ducto de presión o en la trifurcación del mismo y daños en equipamiento principal y transformadores, con una interrupción no inferior a 18/24 meses	90.000.000	24.000.000 18/24 meses	114.000.000

BI se estima en un periodo de 24 meses de interrupción y un valor anual de USD12.000.000.- de Beneficio Bruto anual.

Estimación de BI: **USD 24.000.000.-**

A raíz de lo expuesto, consideramos razonable adoptar un límite máximo combinado (DD+BI) es del orden de los **USD 114.000.000.-**

## 7 - EXPERIENCIA SINIESTRAL

No se informaron siniestros que hayan derivado en indemnizaciones superando los deducibles actuales.

La central al momento de la visita aún no se encontraba en funcionamiento.

- Existió un punto de deslave en el denominado ANCLA 11, las acciones tomadas debido a este evento.



ANCLA 11

- Existió un derrumbe en el túnel realizado por la TBM

## 8 - RECOMENDACIONES

El limitado tiempo disponible para la inspección de las instalaciones, no permite encarar un exhaustivo detalle de mejoras, que por otra parte excede los alcances de este tipo de informes. No obstante, entendemos podemos acercar una serie de recomendaciones, algunas de las cuales ya han sido contempladas por personal de MISICUNI, que pueden ser tomadas como base de un plan de mejoras más amplio. Dichas recomendaciones son:

### 8.1 Definición de los criterios

Consideramos los siguientes criterios para la aplicación de las prioridades a las mejoras de riesgo sugeridas en este informe.

**Categoría A:** Mejoras a realizar en forma inmediata. LEA considera que pueden resultar exigibles por parte de la aseguradora, en un plazo más o menos inmediato.

**Categoría B:** Deben recibir la atención inmediata de la Dirección de la Empresa con la finalidad de ponerlas en práctica durante la vigencia del seguro (dentro del año).

**Categoría C:** Deben recibir la atención de la Dirección de la Empresa quien elaborará un plan para incluirlas en el próximo presupuesto.

**Categoría D:** Mejoras que nuestra experiencia indica que son adecuadas para controlar las pérdidas. Se pueden implementar a criterio de la Empresa.

#### Categoría A

**2017.01 Prohibición de fumar:** se deberá señalar la prohibición de fumar y cumplir la misma en forma estricta. *Plazo sugerido de ejecución inmediato.*

**2017.02 Extintores – Cantidad y Señalización:** la cantidad de extintores al igual que la distribución es inadecuada, se recomienda realizar un estudio generalizado de carga de fuego y redefinir el número y la ubicación de los extintores. *Plazo de ejecución sugerido 45 días.*

**2017.03 Trabajos en caliente:** instrumentar autorizaciones por escrito, donde figurará el horario de realización del trabajo y su control posterior a 30 minutos de su finalización, además de las personas autorizadas para ello. Todo trabajo en caliente deberá ser ejecutado de acuerdo a normas de seguridad, las cuales deberán ser conocidas e implementadas por el personal de mantenimiento. Toda actividad de este tipo deberá contar con la autorización del responsable del sector, del jefe de mantenimiento, y deberá notificarse al jefe de la brigada de incendio, quien procederá de la manera adecuada a los efectos de tomar las medidas de prevención oportunas. La empresa CORANI ha elaborado un Procedimiento para “Trabajos de Soldadura y Corte” (Procedimiento MASSI – P -10), el cual incluye un formulario de permiso de trabajos en caliente. Este procedimiento está respaldado por la Norma NFPA 51B y, puede ser aplicado a todo trabajo en

caliente de todos los trabajadores y contratistas de la empresa *Plazo sugerido de ejecución 30 días.*

**2017.04 Control de subcontratistas:** Considerando las continuas obras de refacción/montaje/mantenimiento de edificios e instalaciones (ej.: montaje de escenarios para eventos), así como las futuras, introducen un factor de agravamiento del riesgo, deberá disponerse de una norma escrita que regule las acciones de los subcontratistas, de manera que los mismos ejecuten los trabajos siguiendo pautas de seguridad prefijadas. Asimismo, se deberá asegurar que todo personal contratado en forma temporaria (para la realización de algún evento) cuente con capacitación respecto a planes de evacuación, medidas de seguridad y uso de elementos de protección activa contra incendio. *Plazo sugerido de ejecución 30 días.*

**2017.05 Muro cortafuego:** estudiar en base a normativa NFPA la segregación existente entre los transformadores 2 y 3. Debido a que la distancia de más de 14 metros LEA considera que no es suficiente frente a un incendio o explosión de un trafo de estas características. *Plazo sugerido de ejecución 60 días.*

### **Categoría B**

**2017.06 Instalaciones eléctricas:** recorrer las mismas a los efectos de adecuarla a normas: eliminar cableados sueltos, colocar tapas en cajas de empalme y derivación abiertas, reemplazar cables que se conducen sueltos por cables embutidos o cables reforzados sobre bandejas portacables. *Plazo sugerido de ejecución 60 días.*

**2017.07 Sellado de pasaje de conductores en salas eléctricas y CCM:** Durante la recorrida efectuada por planta se observaron huecos de pasajes de cables en salas eléctricas sin su correspondiente sello que evite la propagación de llamas y humos. Recomendamos, en vistas de minimizar las pérdidas en caso de principios de incendio, la incorporación de sellados en pasajes de cables de estas zonas. Para ejecutar sellados, tener en cuenta que las aberturas existentes en paredes o losas para el pasaje de conductores eléctricos deberán sellarse mediante selladores resistentes al fuego (Ej. productos de Hilti o sistema modular Roxtec). Dichos productos poseen Fire Ratings 60-120 m y cuentan con aprobaciones de FM.

**2017.08 Instalaciones Sistema de detección:** se informó un plan de detección de toda la planta dividido en diferente zonas de acuerdo al tipo de riesgo que en cada una de ellas se encontrase. El mismo al momento no se encontraba instalado, recomendamos que el mismo se encuentre operativo al mismo tiempo que cuando entre en funcionamiento la central. *Plazo sugerido de ejecución 30 días.*

### **Categoría C**

**2017.09 Protecciones contra incendio,** recomendamos realizar un estudio integral y conceptual de las necesidades en materia de detección y extinción de la



central, considerando las siguientes normativas: NFPA 850/851 – NFPA 12 - 2001-72-70 (Última versión) - NFPA 11-13-14-20-22-24-70 (Última versión publicada), las cuales consideran sistemas de detección, extinción por agentes limpios y extinción por agua y espuma entre otras. A partir de disponer de dicho estudio, ENDE podrá establecer un plan de inversión para dotar a sus activos de una protección contra incendios que le confiera una confiabilidad aún mayor a la disponible actualmente.

- 2017.010 Preplanificación de emergencias,** recomendamos incorporar al plan de emergencia actual, una serie de hipótesis específicas que analice el cuadro de situación planteado, los elementos disponibles a la fecha para su control, el modo de actuación por parte del personal involucrado, y por último, caso de no disponer de suficientes recursos, una propuesta para dotar de éstos en un plazo determinado. Recomendamos establecer un mínimo de 4 escenarios en la central, redactando los planes específicos de actuación los que deberán ser ensayados y actualizados en forma periódica.
- 2017.011 Información del estado de la presa Misicuni,** se recomienda realizar/solicitar un análisis de riesgos de la presa Misicuni a modo de informar el estado de los activos y operaciones del principal proveedor de la central hidroeléctrica.