



**SHOUGANG GENERACION ELECTRICA S.A.A.**

**PLAN DE CONTINGENCIA  
OPERATIVO DEL SISTEMA  
DE GENERACIÓN**

**PERIODO 2011-2012**

## **INDICE**

1. Objetivos
2. Alcances
3. Diagnostico del Sistema de Generación  
Descripción general del Sistema de Generación
4. Diagnostico de la Infraestructura y su Entorno
  - 4.1. Diagnostico de la Infraestructura
    - 4.1.1. Caminos de Acceso
    - 4.1.2. Central térmica San Nicolás
  - 4.2. Marco geológico Regional
    - 4.2.1. Estratigrafía
    - 4.2.2. Geología estructural
    - 4.2.3. Aspectos geomorfológicos locales
  - 4.3. Condiciones Ambientales
    - 4.3.1. Clima y Meteorología
5. Metodología para la Identificación, Evaluación y Control
  - 5.1. Métodos de Identificación de Peligros y Riesgos
  - 5.2. Metodología utilizada para la identificación de peligros y riesgos
  - 5.3. Metodología para Evaluación de Riesgos
    - 5.3.1. Probabilidades
    - 5.3.2. Consecuencias
    - 5.3.3. Estimación del Riesgo
6. Efectos Climatológicos y Desastres de Origen natural
  - 6.1. Reseña histórica de desastres naturales en el Perú
  - 6.2. Escenario de riesgo por amenaza sísmica
    - 6.2.1. Generalidades
    - 6.2.2. Determinación de riesgo sísmico para el área de Distrito de San Juan de Marcona
      - 6.2.2.1. Introducción
      - 6.2.2.2. Características de la sismicidad
      - 6.2.2.3. Principales fuentes sísmicas
      - 6.2.2.4. Resultados de Riesgo Sísmico
      - 6.2.2.5. Conclusión del Riesgo Sísmico
    - 6.2.3. Zonificación Sísmica
  - 6.3. Escenario de Riesgo por Tsunami
  - 6.4. Escenario de Riesgo por Vientos Fuertes
  - 6.5. Escenario de Riesgo por Amenazas Geodinámicos
    - 6.5.1. Generalidades
    - 6.5.2. Geodinámica externa en la Costa peruana
      - 6.5.2.1. Los factores mas relevantes entre las amenazas geodinámicas en la zona del litoral peruano
    - 6.5.3. Factores detonantes
7. Estadística de Fallas producidas en la C.T. San Nicolás
8. Identificación de los peligros y Riesgos en la C.T. San Nicolás
9. Estimación de riesgos en la Central térmica San Nicolás
  - 9.1. Riesgos de Origen natural
    - 9.1.1. Sistema de Suministro y almacenamiento de Combustible

- 9.1.2. Calderas
- 9.1.3. Casa de Maquinas
- 9.1.4. Sistema de enfriamiento
- 9.1.5. Subestación, transformadores y líneas de transmisión
- 9.1.6. Trabajadores
- 9.2. Riesgos de Origen Antropogenico
  - 9.2.1. Sistema de enfriamiento de la Central
  - 9.2.2. Suministro y Almacenamiento de Combustible
  - 9.2.3. Calderas
  - 9.2.4. Motores Diesel
  - 9.2.5. Casa de Maquinas (edificios , turbinas y generadores)
  - 9.2.6. Líneas, Subestación (Transformadores de Potencia) y Sistemas de Protección y Control
- 10. Medidas preventivas, Acciones de Mitigación
  - 10.1. Determinación de los Riesgos Críticos
  - 10.2. Medidas de Mitigación y Control
  - 10.3. Protección de tanques y estructuras de los efectos del fuego
    - 10.3.1. Requerimiento de agua contra incendio
  - 10.4. Acciones Planeadas en Caso de Emergencias
    - 10.4.1. Instrucciones y entrenamiento de personal
    - 10.4.2. Incendios
      - 10.4.2.1. Durante el Incendio
      - 10.4.2.2. Después del Incendio
      - 10.4.2.3. Incendio en Calderas y Precalentadores
      - 10.4.2.4. Incendio en Sistemas Eléctricos
      - 10.4.2.5. Incendio en almacenamiento de aceites y lubricantes
      - 10.4.2.6. Incendios del Diesel No. 2
    - 10.4.3. Lluvias intensas
    - 10.4.4. Sismos
      - 10.4.4.1. Recomendaciones generales para casos de Sismos
      - 10.4.4.2. Señales de alarma
      - 10.4.4.3. Salidas de emergencia
      - 10.4.4.4. Zona de seguridad
      - 10.4.4.5. Zona de Reunión de Personal
      - 10.4.4.6. Instrucciones a los miembros de la brigada de evacuación
      - 10.4.4.7. Instrucciones a los trabajadores de la Central
      - 10.4.4.8. Instrucciones para la Evacuación de la Central
    - 10.4.5. Inundaciones
    - 10.4.6. Vientos Fuertes
    - 10.4.7. Tsunamis
    - 10.4.8. Explosiones
    - 10.4.9. Interrupción Intempestiva en Operación por fallas en el Grupo generador
      - 10.4.9.1. Procedimiento para la recuperación definitiva del grupo generador
      - 10.4.9.2. Maquinaria, herramienta, repuestos y equipos de reserva
- 11. Infraestructura para atender Contingencias

- 11.1. Equipamiento de reserva y repuestos
- 11.2. Recursos Humanos
- 11.3. Logística
- 11.4. Generación auxiliar alternativa
- 11.5. Medios de Comunicación
- 12. Administración y Supervisión del Plan de Contingencias
  - 12.1. Organización para afrontar Contingencias
  - 12.2. Declaración de Situación de Contingencia y Puesta en ejecución del Plan de Contingencia operativo

## **1. OBJETIVOS**

El objetivo es Identificar, describir analizar y evaluar los riesgos de la infraestructura (material y procesos) así como el personal que conforma la C.T. San Nicolás, para de esta manera garantizar la continuidad del servicio eléctrico.

Teniendo como objetivos específicos lo siguiente:

- Limitar al máximo la necesidad de tomar decisiones durante el periodo de recuperación del Sistema.
- Posibilitar el suministro eléctrico a un nivel aceptable de calidad en el menor tiempo posible.
- Minimizar los tiempos de reposición del servicio normal, y
- Evitar la repetición de contingencias similares.

## **2. ALCANCES**

El alcance del presente plan esta referido a la C.T. San Nicolás con sus instalaciones de generación contenidas en ella, las salidas hasta los transformadores, entre otros incluyendo las instalaciones de recepción y almacenamiento de combustible.

## **3. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN**

### **DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA DE GENERACIÓN**

La Central Térmica San Nicolás de propiedad de Shougang Generación Eléctrica está constituida por 3 Turbinas a vapor, que utilizan vapor sobrecalentado a 850 PSIG y 900 °F provenientes de sus respectivas calderas que usan como combustible petróleo Residual R-500, cuenta también con un grupo Generador CUMMINS que usa petróleo Diesel como combustible.

Las potencias efectivas de las unidades son:

TV-1	:	18.71 MW
TV-2	:	17.08 MW
TV-3	:	25.92 MW
Grupo CUMMINS	:	1.24 MW

El Sistema de Generación a vapor está conformado por los siguientes equipos principales:

- 3 Calderas Acuotubulares
- 3 Turbinas de Vapor
- 3 Generadores

Las características electromecánicas de los equipos principales son:

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

	<b>UNIDAD No. 1</b>	<b>UNIDAD No. 2</b>	<b>UNIDAD No. 3</b>
<b>Potencia Efectiva</b>	<b>18.71 MW</b>	<b>17.08 MW</b>	<b>25.92 MW</b>
<b>TURBINA A VAPOR</b>			
Fabricante	General Electric	General Electric	Mitsubishi
Serie	133556	133556	T-416
Potencia Nominal	20180 Kw	20180 Kw	26860 Kw
Velocidad	3600 RPM	3600 RPM	3600 RPM
No. Etapas	15	15	17
Presión de vapor vivo	850 psig	850 psig	850 psig
Temperatura del vapor vivo	900 F	900 F	900 F
Presión de escape	1.5 "Hg abs.	1.5 "Hg abs.	1.5 "Hg abs.
Velocidad Nominal	3600 RPM	3600 RPM	
Altitud de instalación	40 m.s.n.m	40 m.s.n.m	40 m.s.n.m
Número de extracciones	4	4	4
Año de instalación	1962	1962	1970
<b>GENERADOR</b>			
Fabricante	General Electric	General Electric	Mitsubishi
Potencia Nominal	22059 KVA	22059 KVA	29412 KVA
Factor de potencia	0.85	0.85	0.85
tensión Nominal	13.8 Kv	13.8 Kv	13.8 Kv
Frecuencia	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Velocidad	3600 RPM	3600 RPM	3600 RPM
No. De fases	3	3	3
No. Polos	2	2	2
Año de fabricación	1961	1964	1970
Año de puesta en servicio	1963	1967	1972
Refrigeración	Hidrógeno	Hidrógeno	Aire

	<b>CALDERA DE UNIDAD 1</b>	<b>CALDERA DE UNIDAD 2</b>	<b>CALDERA DE UNIDAD 3</b>
Fabricante	Mecánica de la Peña	Mecánica de la Peña	Misubishi
Tipo	VU-60	VU-60	VU-60
Capacidad (Kg/h)	86000	86000	116000
Presión (Kg/Cm <sup>2</sup> )	60	60	60
Temperatura (°C)	485	485	485
Temperatura agua de alimentación (°C)	185	185	185
Eficiencia (%)	87	87	87
Exceso de aire (%)	10	10	10
Tiro	Forzado	Forzado	Forzado
Combustible	PIAV-500	PIAV-500	PIAV-500
Atomización	Vapor	Vapor	Mecánica
Fecha Adquisición o fabricación	Diciembre-94	Diciembre-94	1970
Año puesta en servicio	Septiembre-95	Septiembre-95	1972

Los equipos auxiliares están conformados por 3 Transformadores que permiten el accionamiento de todo el equipamiento eléctrico que permite la continuidad del proceso de generación.

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

Las características de los Transformadores auxiliares son:

	Trafo 364-115	Tranfo 364-245	Trafo 364-246	Trafo 364-290	Trafo 364-474
Fabricante	General electric	General electric	General electric	Industrial Canepa Tabini	General electric
Tipo	OA	OA/FA	OA/FA		OA
No.	E687289B	G856410B	G856410A	A7155	E-95613
Frecuencia Hz	60	60	60	60	60
Voltaje Volts.	13800 - 480Y/277	13800 - 4160Y/240	13800 - 4160Y/240	4160/480	13800 - 480Y/277
KVA nominal	1500	5000	5000	500	1500
Fecha adquisición		Jul-72	Jul-72		
Año fabricación				Oct-71	

La Central Térmica San Nicolás cuenta entre sus grupos de Generación con el grupo CUMMINS que opera con petróleo Diesel 2 y que a la vez le permite tener la capacidad de efectuar arranques autónomos (Black Start) de cualquiera de los grupos Turbo vapor.

Los grupos Turbo Vapor tienen las siguientes características operativas:

CENTRAL		C.T. SAN NICOLAS				
GRUPO		TV1	TV2	TV3	CUMMINS	
<b>1.- DISPONIBILIDAD</b>						
POTENCIA EFECTIVA	MW	18.71	17.08	25.92	1.24	
POTENCIA NOMINAL	MW				1.25	
POTENCIA NOMINAL	MVA	22.06	22.06	29.4	1.563	
POTENCIA MÁXIMA	MW	20.18	20.18	26.8	1.25	
POTENCIA MÍNIMA	MW	10	10	11	0.375	
<b>2.- TIEMPOS</b>						
VELOCIDAD TOMA DE CARGA	MW/min.	0.15	0.15	0.4	1.241	
VELOCIDAD REDUCCION DE CARGA	MW/min.	0.5	0.5	0.5	1.241	
TIEMPO SINCRONIZACIÓN	h.	9	9	9	2 min.	
TIEMPO MÍN. ENTRE ARRANQ. SUCEIVOS	h.	24	24	24	10 min.	
TIEMPO MÍNIMO OPERACIÓN	h.	4	4	4	10 min.	
<b>3.- TENSIÓN</b>						
TENSIÓN MÍNIMA GENERACIÓN	KV.	13.11	13.11	13.1	3.952	
TENSIÓN MÁXIMA GENERACIÓN	KV.	14.49	14.49	14.4	4.368	
TENSIÓN MÍN. DE EXCITACIÓN	KV.	10.212	10.212	11.0		
TENSIÓN MÁX. DE EXCITACIÓN	KV.	17.94	17.94	15.1		
<b>4.- CAPACIDAD GENERACIÓN REACTIVA</b>						
CAPACITIVA	en mínimo técnico	MVAR	12.3	10.8	17	
	al 50 %	MVAR	15	10.7	16.8	
	al 100 %	MVAR	10.5	7.2	10.5	
INDUCTIVA	en mínimo técnico	MVAR	15.6	15.6	22.8	0.1816
	al 50 %	MVAR	11.8	15	22	0.302
	al 100 %	MVAR	9	8.9	13	0.605
<b>5.- RESTRICCIONES</b>						
CARGA MÍNIMA	MW	10	10	11	0.375	
TIEMPO DE CARGA MÍNIMA	min.					
<b>6.- COMBUSTIBLE</b>						

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN TOMA DE CARGA	Galones	1512	1512	1512	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN REDUCCION DE CARGA	Galones	0	0	0	
<b>7.- ESTADISTMO</b>					
VALOR ACTUAL	%	5	5	5	
RANGO DE VARIACIÓN	%				
<b>8.- CURVA DE CAPABILIDAD</b>					
		<a href="#">TV1 Shougesa</a>	<a href="#">TV2 Shougesa</a>	<a href="#">TV3 Shougesa</a>	<a href="#">Cummins</a>
<b>9.- ARRANQUE EN BLACK START (SI / NO)</b>					
SERVICIOS AUXILIARES	MW	0.73	0.84	1.00	
		1	1	2	0
RENDIMIENTO	Kwh/Galón	12	11.8	12.8	15.4
<b>10.- RESTRICCIONES OPERATIVAS</b>					
* El arranque de las unidades TV1, TV2 y TV3 no se puede realizar en simultaneo, debido a que el sistema de calentamiento de las calderas con petroleo Diesel - 2 esta implementado para hacerlo una unidad a la vez.					
* La unidad Cummins esta programada para trabajar a un factor de potencia de 0,9					

SHOUGANG GENERACION ELECTRICA S.A.A. suministra energía para servicio público mediante un contrato de suministro con la Municipalidad Distrital de Marcona siendo el punto de entrega en la S.E. CD2 en 4160 volts. y la potencia de 0.391 MW

El abastecimiento de combustible para la Central Térmica San Nicolás se realiza a través de tuberías desde un tanque de 250 000 BB que la Firma Petro Perú tiene en concesión.

El reporte de las horas de operación y Producción de la Central en los 2 últimos años se muestran en los siguientes cuadros.

**Año 2008**

Energía Activa (kWh)									
	TV1	TV2	TV3	GD Cummins	Total Gen	Aux1	Aux2	Aux3	Tot Auxi
Ene	5,059,766	2,740,330	5,700,216	75,809	13,576,121	329,742	206,419	452,683	988,844
Feb	85,131	0	7,327,406	12,232	7,424,769	63,798	20,482	625,067	709,347
Mar	337,446	1,329,097	6,089,395	2,340	7,758,277	147,396	119,721	523,050	790,168
Abr	0	7,398,176	0	23,134	7,421,310	183,767	425,439	127,941	737,146
May	0	5,099,662	7,561,293	138,489	12,799,444	111,843	358,898	436,938	907,680
Jun	2,989,651	4,504,401	11,899,969	224,281	19,618,302	230,704	402,146	449,307	1,082,157
Jul	10,614,895	2,440,847	14,623,729	141,781	27,821,253	543,969	234,435	593,031	1,371,435
Ago	10,007,209	9,250,413	15,896,208	24	35,153,855	582,734	507,306	784,699	1,874,739
Set	10,439,356	8,978,592	15,834,813	0	35,252,761	483,716	483,716	765,020	1,732,453
Oct	7,044,001	5,191,214	12,618,385	99,456	24,953,055	445,848	305,738	657,317	1,408,904
Nov	3,421,153	2,445,596	10,869,731	104,255	16,840,736	278,549	169,994	606,097	1,054,641
Dic	4,462,914	3,261,974	8,916,930	0	16,641,817	313,634	232,436	556,736	1,102,806
Anual	54,461,522	52,640,302	117,338,075	821,801	225,261,699	3,715,701	3,466,731	6,577,887	13,760,319

**Año 2009**

Energía Activa (kWh)									
Mes	TV1	TV2	TV3	GD Cummins	Total Gen	Aux1	Aux2	Aux3	Tot Aux
Ene	376,795	0	1,479,049	0	1,855,844	92,345	31,263	241,482	365,090
Feb	5,886,287	0	6,479,785	0	12,366,071	424,703	25,302	487,064	937,069
Mar	3,225,241	0	0	0	3,225,241	252,425	15,382	151,999	419,807
Abr	11,799	11,805	2,919,512	47,858	2,990,974	124,024	17,590	284,541	426,155
May	0	313,070	959,322	49,197	1,321,589	54,998	50,237	198,118	303,354
Jun	440,522	3,574,336	10,340,240	108,733	14,463,831	99,374	204,789	653,011	957,173
Jul	332,188	86,874	5,102,769	70,983	5,592,813	103,977	32,273	395,300	531,551
Ago	8,281,951	2,925,807	14,251,617	230,563	25,689,938	487,519	168,850	762,441	1,418,809
Set	2,344,321	9,162,948	13,169,659	306,439	24,983,368	220,742	440,229	830,129	1,491,100
Oct	331,621	4,497,766	9,996,749	168,767	14,994,903	102,470	252,991	690,044	1,045,505
Nov	6,677,899	5,555,314	10,652,408	214,543	23,100,164	445,217	335,948	729,340	1,510,505
Dic	0	0	2,290,055	240	2,290,295	64,365	20,477	285,796	370,638
<b>Anual</b>	<b>27,908,623</b>	<b>26,127,921</b>	<b>77,641,164</b>	<b>1,197,323</b>	<b>132,875,032</b>	<b>2,472,158</b>	<b>1,595,332</b>	<b>5,709,264</b>	<b>9,776,754</b>

**4. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU ENTORNO****4.1. Diagnóstico de la Infraestructura****4.1.1. Caminos de acceso**

La principal vía de acceso es la Carretera Panamericana Sur. A la altura del Km 483 se encuentra la derivación del cual parte una carretera afirmada que conduce a la ciudad de San Juan de Marcona. Desde esta ciudad el transporte hacia la Central Térmica San Nicolás es a través de otra carretera afirmada que es de propiedad de la empresa Shougang.

Por vía marítima el transporte puede ser a través de los Puertos Marítimos San Juan y San Nicolás. También existe un Aeropuerto.

**4.1.2. Central Térmica San Nicolás**

La Central Térmica San Nicolás en su conjunto es antigua (la primera unidad empezó a operar el año 1964, la segunda unidad empezó a operar el año 1967 y la tercera unidad empezó a operar el año 1971), aunque las calderas N° 1 y 2 son relativamente nuevas, fueron instaladas en el año 1995 (reemplazaron a otras antiguas).

Durante muchos años esta central operó en base cubriendo los requerimientos de la mina y la población de Marcona. Desde el año 1997, se separa de la minera y pasa a ser una empresa de generación de energía con el nombre de Shougang Generación Eléctrica S.A.A. y a partir del cual obedece a un despacho económico.

**4.2. Marco Geológico Regional**

Para efectos de la presente evaluación de riesgos se ha considerado como información geológica base los cuadrángulos de la hoja geológica de San Juan 31-m del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET 1978). (Ver Figura 4-1)

La morfoestructura de los dominios costeros esta constituida por: Las pampas costeras, Depresión de Nazca (Ver fotografía N° 01, 02 RG).

La secuencia estratigráfica esta constituida por unidades metamórficas sedimentarias y volcánicas en el área de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás de SHOUGESA predominan las secuencias del paleozoico sobresaliendo nítidamente el intrusivo que sirve como fundamento de la central, que es una monzodiorita, se debe resaltar que las unidades mas antiguas se distribuyen en el borde costero donde se impone el complejo Basal de la Costa del Precámbrico cubiertos por metasedimentos de la Formación San Juan del Precámbrico – Paleozoico.

Las rocas ígneas intrusivas aflorantes en el área son de dimensiones de batolito cuya composición varía desde gabrodioritas hasta granitos.

La expresión estructural fue definida por la superdeposición de numerosas fases de tectónicas desde el Precámbrico hasta el cuaternario las que afectan el zócalo de la Cordillera de la Costa (Tectónicas Precambrianas y Caledonianas ) y la Tectónica Andina que deforma la cobertura meso-cenozoica y que es responsable de un intenso plegamiento y levantamiento de los andes.

#### **4.2.1. Estratigrafía**

Las unidades lito-estratigráficas localizadas en el área de estudio van desde el Precámbrico al Cuaternario reciente; la descripción de las unidades que afloran en el área se presenta a continuación.

##### **Formación Pisco (Nmp-pi)**

Esta formación yace en discordancia sobre las rocas del preterciario y sobre la formación Caballas (J. Macharé 1978).

Tiene amplia distribución en el área de estudio, en el muelle de embarque de mineral y sobre el basamento del pre- terciario.

La morfología y su avanzado estado de disección de la Fm. Pisco se deben esencialmente a la erosión marina y eólica durante periodos actuales y subactuales.

La Fm Pisco esta constituido en su base por secuencias rítmica y monótona de secuencias de areniscas beige amarillentas o blanquecinas en parte tobácea en estratos medianos a gruesos (0.3-1.5 m) de grano

medio que gradúa progresivamente a limolitas y lutitas verdes hacia el tope en la parte superior se observa predominio de facies pelíticas constituidas por lutitas diatomíticas y bentoníticas con algunas intercalaciones de areniscas amarillentas con contenidos de moluscos y ocasionalmente areniscas blancas tobáceas.

### **Rocas intrusivas**

- Batolito de San Nicolás

Esta formación bordea el litoral en forma regional va desde la Bahía San Juan hasta la península de Pisco (Figura 4-1). Esta unidad está ampliamente distribuido en el área de estudio, en la Costa donde ha intruido a gneises y esquistos del Complejo Basal y subyace a los terrenos sedimentarios de la Fm. Paracas y Pisco.



- Monzogranitos.

Observado en afloramientos en la Bahía de San Nicolás es el elemento de fundamento de la C.T. San Nicolás se encuentra medianamente alterada en superficie. Es de color rosado por la ortosa a blanquecina con textura fanerítica de grano medio, hipidiomórfica con cristales de ortosa, plagioclasas, hornblendas, biotitas y piroxenos subhedrales débilmente

alterados. Por las relaciones estratigráficas y tectónicas se le puede asignar una edad Paleozoica (Siluro-Devoniana)

#### **4.2.2. Geología estructural.**

En el distrito de San Juan, la geología estructural está definida por la geometría y estilos de deformación de la Cordillera de la Costa y Pampas Costaneras que conforman un umbral relativamente levantado de naturaleza hórstica, afectado internamente por fallas normales longitudinales y paralelas al litoral que le dan un estilo de bloques fallados.

La depresión de Ica-Nazca es una cubeta tectónica de dirección noroeste –Sureste comprendida entre el pie de las estribaciones andinas y la falla- flexura que limita el borde oriental del macizo costanero ubicadas al oeste de la Cordillera –Pampas costaneras.

##### ○ Fracturamiento

El fracturamiento en el área de San Nicolás es el resultado de las fuerzas compresivas e intrusivas que dieron lugar a la formación de los sistemas de fallamiento y fracturamiento.

La combinación de las fuerzas de compresión y la penetración del intrusivo monzodiorítico produjeron un levantamiento y arqueamiento de las formaciones sedimentarias lo que produjo fracturas de tensión perpendiculares al alineamiento del litoral costero; estas fracturas de tensión posible estén relacionadas a la ocurrencia de las principales estructuras mineralizadas en el área de Marcona.

#### **4.2.3. Aspectos Geomorfológicos Locales**

El área en estudio de C.T. San Nicolás se encuentra esencialmente en la zona morfológica denominada Dominio Costero.

##### ○ Cordillera de la Costa

Es una unidad morfológica de extensión regional adyacente al litoral peruano.

En el área de estudio está representada por una franja de elevaciones discontinuas de relieve moderado paralelas al litoral con un ancho variable entre 17 y 23 Km. y altitudes que alcanzan hasta los 900 msnm.

La Cordillera de la Costa es un paleo elemento estructural probablemente individualizado en el Cretáceo Superior y con actividad periódica hasta el cuaternario.

##### ○ Pampas Costeras.

Esta unidad se emplaza al oeste del Cordillera de la Costa y al oeste de la depresión de Ica-Nazca.

Geológicamente es una plataforma estructural de relieve plano a ligeramente ondulado de 250 a 700 msnm, esta unidad se halla relativamente levantada con respecto a la depresión de Ica-Nazca. (Ver fotografías N° 13,14 y 16 RG).

Sobre la unidad de pampas se observa también grandes acumulaciones de materiales eólicos en la forma de mantos de arena, barjanes, dunas coalescentes (Ver fotografía N° 10-RG).

o Depresión de Nazca.

Esta denominación fue utilizada por J. Macharé y otros (1978) para referirse a la depresión estructural comprendida entre las pampas costeras y las estribaciones andinas extendida a lo largo de los valles del ríos Nazca e Ica.

En el área de estudio dicha depresión preserva los mayores espesores de las facies marginales de las secuencias terciarias y probablemente mesozoicas y fue una artesa sedimentaria que recepcionó las acumulaciones aluviales del pie de monte pacífico del cuaternario Antiguo y del Reciente

### **4.3. Condiciones Ambientales**

La Central que está emplazada en la península de San Nicolás, ocupa un área de 1649 m<sup>2</sup>, dentro de la concesión de 6,76 Has perteneciente a Shougang Hierro Perú S.A.A., condición que determina que no exista población en el entorno inmediato.

La población más cercana a la central es la localidad de San Juan de Marcona, a 14,5 kilómetros de distancia.

De acuerdo al sistema establecido por Holdridge, sistema empleado por el Instituto de Recursos Naturales INRENA, la central se ubica en la zona de vida denominada Desierto Desecado subtropical (dd-S); esta zona de vida se extiende desde el litoral aproximadamente hasta los 500 msnm, presenta una precipitación promedio anual de 2,2 mm, una temperatura máxima de 22,2 °C y una mínima de 17,9 °C.

El clima de la zona es árido con precipitaciones anuales casi nulas. La escasa presencia y diversidad de flora y fauna son también características propias de este ecosistema.

#### **4.3.1. Clima y Meteorología**

La caracterización climática considera la información meteorológica de los años 2006 y 2007 registrados en una estación ubicada dentro del área de emplazamiento de la central.

### **Temperatura**

Los registros mensuales de los años 2008 y 2009 se presentan en el cuadro siguiente:

#### **Registro de Temperaturas (°C)**

Meses	Año 2008			Año 2009		
	Máxima Media	Mínima Media	Media	Máxima Media	Mínima Media	Media
Enero	24,9	20,8	22,7	S/D	S/D	S/D
Febrero	24,4	20,8	23,2	S/D	S/D	S/D
Marzo	24,0	21,5	23,0	S/D	S/D	S/D
Abril	23,1	19,9	21,3	S/D	S/D	S/D
Mayo	20,3	16,1	17,9	S/D	S/D	S/D
Junio	17,7	15,8	16,7	21,4	15	17,6
Julio	17,1	15,7	16,4	20,5	15,1	17,1
Agosto	17,0	14,9	16,1	19,9	14,2	16,5
Septiembre	17,9	15,4	16,6	20,7	15	17,1
Octubre	18,4	16,4	17,5	20,6	15,1	17,3
Noviembre	20,8	17,7	19,4	22,6	17,1	19,2
Diciembre	21,6	19,7	21,2	23,9	18,5	20,7

### **Vientos**

Las velocidades de viento máximas se registran comúnmente en el día y en horas de la tarde, alcanzando velocidades máximas medias de 56,3 km/h en el 2008 y 69,2 km/h en el 2009, valores que corresponden a vientos fuertes.

Los registros mensuales de los años 2008 y 2009 se presentan en el cuadro siguiente:

#### **Registro de Velocidades de Viento (Km/h)**

Meses	Año 2008		Año 2009	
	Máxima Media	Promedio	Máxima Media	Promedio
Enero	46,7	7,9	S/D	S/D
Febrero	40,2	8,2	S/D	S/D
Marzo	46,7	9,6	S/D	S/D
Abril	45,1	11,4	S/D	S/D

Mayo	56,3	10,8	S/D	S/D
Junio	46,7	9,6	61,2	21,9
Julio	45,1	9,1	66,0	27,2
Agosto	49,9	9,9	69,2	24,4
Septiembre	51,5	11,1	64,4	12,9
Octubre	46,7	11,6	61,2	14,8
Noviembre	48,3	9,7	61,2	17,1
Diciembre	45,1	4,6	53,1	13,4

Debemos señalar que en algunas horas del día se presentan variaciones en la dirección del viento, principalmente debido a la presencia de los vientos denominados brisas marinas o brisas térmicas.

Estas brisas térmicas, son vientos costeros debidos a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra. Su intensidad depende de muchos factores locales tanto sinópticos como climáticos. La ausencia de nubes es un factor importante que favorece el calentamiento de la tierra durante el día y su pérdida de calor durante la noche, por lo que se favorece el gradiente térmico diurno y nocturno.

En meteorología se denominan brisas térmicas a los vientos que soplan en las zonas de la costa del mar hacia tierra durante el día y de la tierra al mar durante la noche.

### ***Humedad Relativa***

La humedad promedio en el año 2008 varió entre 69% registrado en febrero y 77% registrado en julio y noviembre, por tanto existe un rango pequeño de oscilación (8% de H.R.), lo que indica que la humedad es muy persistente y estable.

La época del año con mayor humedad es el invierno, los registros se presentan en el cuadro siguiente:

#### **Registro de Humedad Relativa (%)**

<b>Meses</b>	<b>Año 2008</b>	<b>Año 2009</b>
Enero	76,0	S/D
Febrero	69,0	S/D
Marzo	75,0	S/D
Abril	74,0	S/D
Mayo	72,0	S/D
Junio	75,0	78,0
Julio	77,0	77,0
Agosto	76,0	77,0
Septiembre	75,0	78,0

Octubre	76,0	79,0
Noviembre	77,0	80,0
Diciembre	71,0	81,1

## **5. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL**

### **5.1. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS**

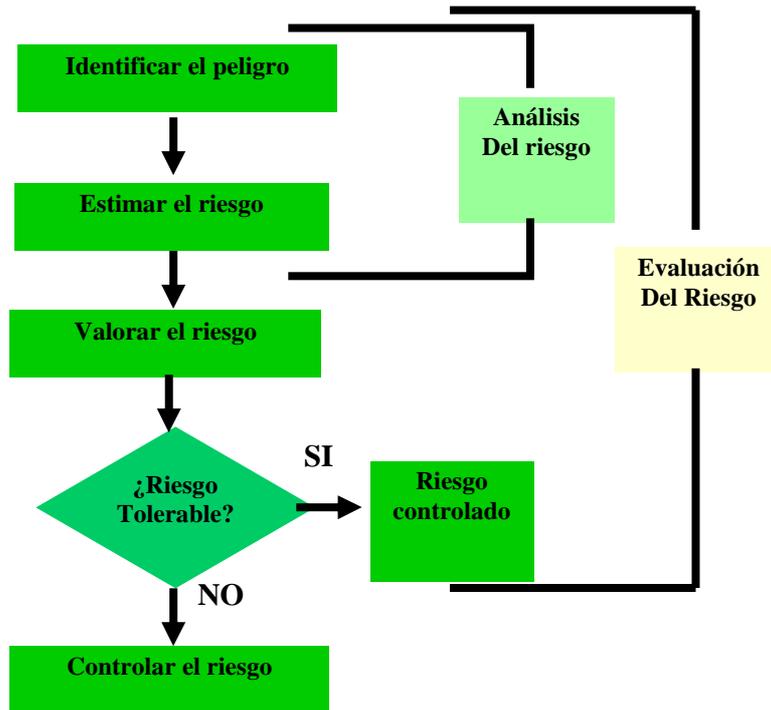
El primer paso en cualquier análisis de riesgos consiste en la identificación de los posibles sucesos no deseados que pueden ocurrir en la instalación. Este primer paso es fundamental, y de él depende el éxito posterior de todo el estudio. Una buena identificación, rigurosa y detallada, de todos los posibles peligros que pueden suceder en la actividad en estudio, es un requisito indispensable y básico para llegar a buen fin en el análisis de riesgos.

Existe una amplia gama de métodos cualitativos así como semi cuantitativos para la identificación de riesgos; sin embargo no existe una metodología específica para la identificación, evaluación y control de riesgos, lo que si existe es mucha literatura sobre riesgos aplicados a los aspectos ambientales y de seguridad, por lo que se ha tomado alguna de esta literatura como referencia y se ha adaptado a los fines de este estudio.

El esquema siguiente nos indica el proceso que sigue una gestión de riesgos, allí se muestra que la primera acción debe ser identificar el riesgo, para luego evaluar el riesgo; el cual es un proceso que pasa por estimar el riesgo, valorar dicho riesgo, para luego determinar aquellos riesgos que no son tolerables y para los cuales se plantea finalmente un programa de mitigación y control.

Mas adelante se describe las metodologías que se han diseñado, tanto para la identificación, como para la evaluación de los riesgos operativos correspondientes al sistema de generación de la Central Térmica San Nicolás.

En todos los procesos de la gestión de riesgos que ha sido descrita y que se ilustra en el siguiente gráfico, se ha tenido la participación de todos los especialistas quienes de acuerdo a su propia experiencia, la información suministrada por la empresa, así como los trabajos de campo efectuados han desarrollado esta gestión de riesgos, de acuerdo a la metodología que se describe a continuación. Debe aclararse que la metodología responde a la disponibilidad actual de la información lo cual no nos ha permitido recurrir a métodos cuantitativos sino sólo a nivel cualitativo.



### LA GESTION DEL RIESGO

## 5.2. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS.

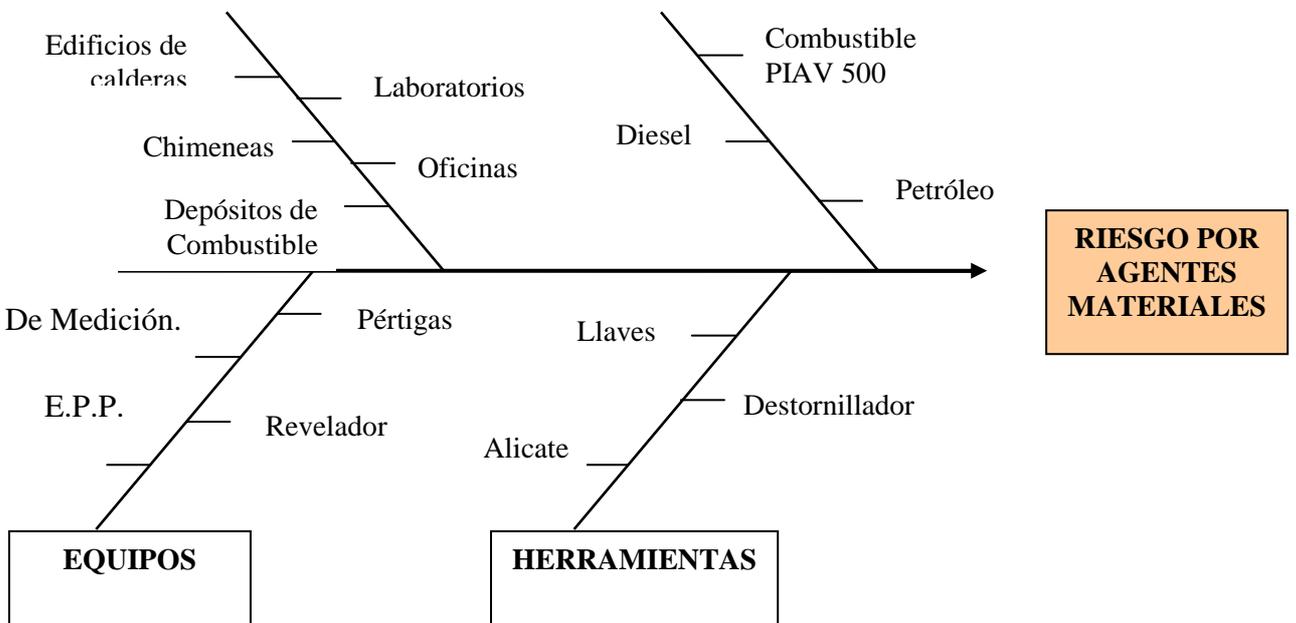
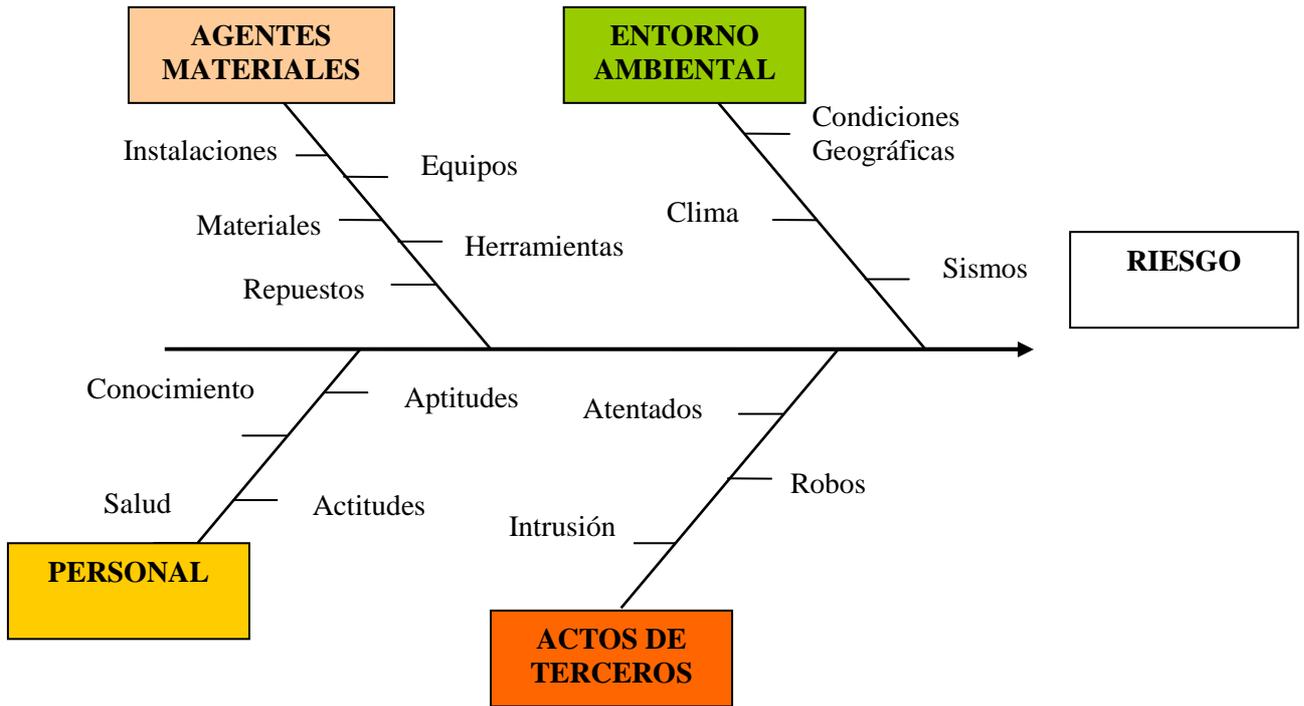
Para la identificación de riesgos se ha utilizado el método de “Causa – Efecto” (también conocido como Espina de Pescado), el cual considera una serie de factores (causas) que pueden originar los riesgos. En nuestro caso se han considerado los siguientes factores.

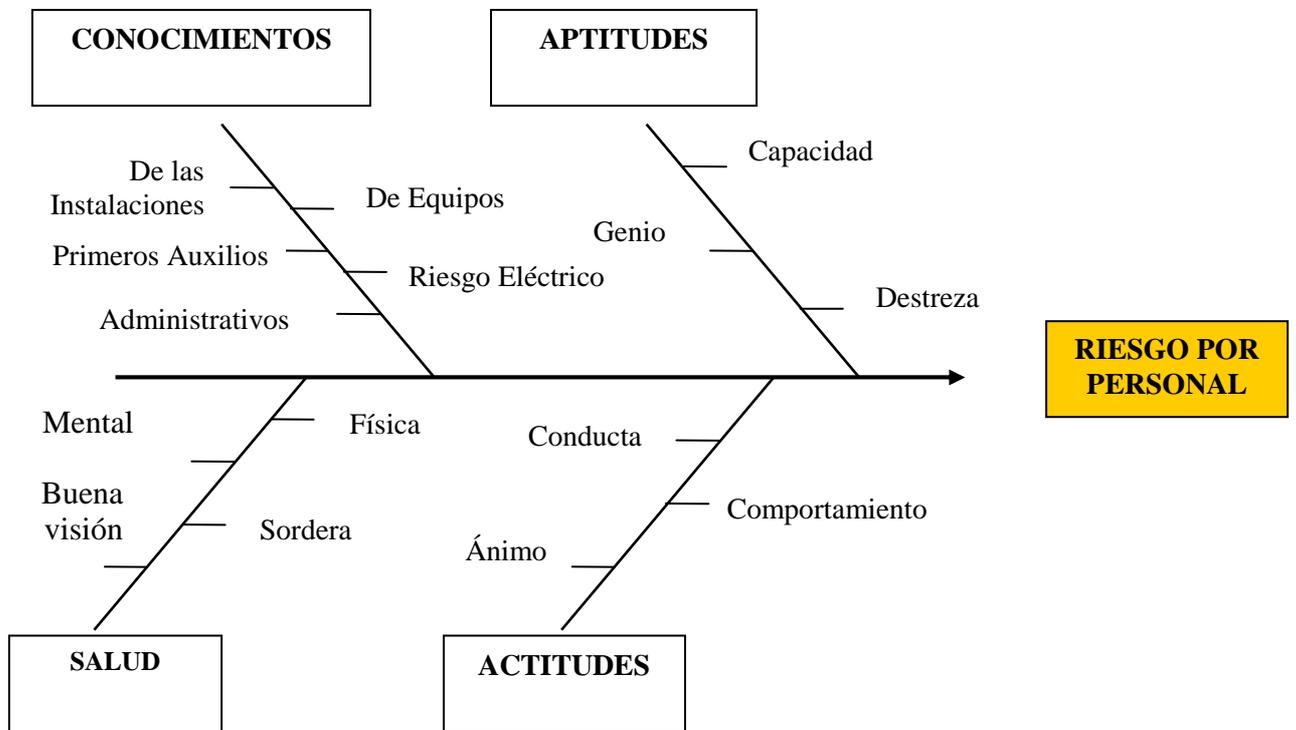
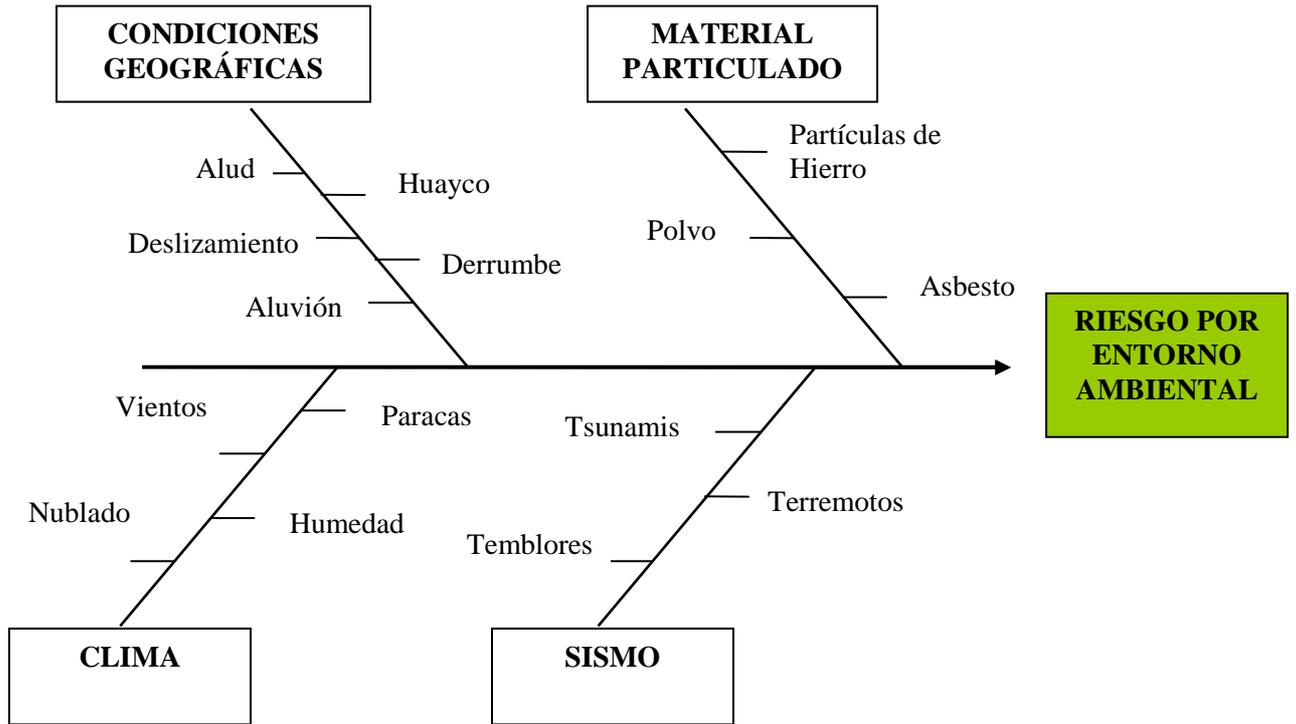
**Agentes materiales.-** comprende los equipos e instalaciones que conforma la Central Térmica San Nicolás; incluido las herramientas, materiales y repuestos.

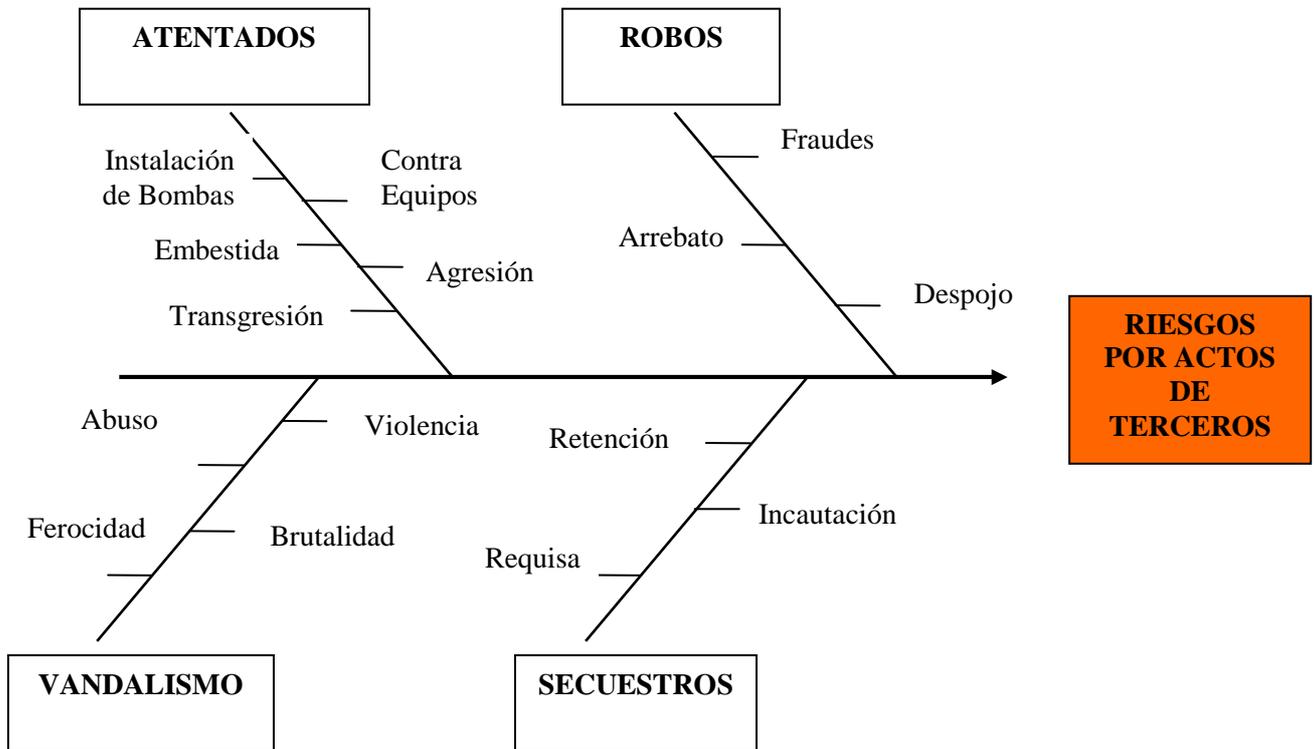
**Entorno ambiental.-** considera las condiciones geográficas, climatológicas, geológicas, sísmicas, etc.

**Personal.-** considera las aptitudes, actitudes, salud y conocimientos del personal que está destacado a la operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones que conforman las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas.

**Actos de terceros.-** considera los atentados terroristas y los robos sobre las instalaciones.







### 5.3. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE RIESGOS.

En esta sección se establece la metodología que se ha diseñado para llevar a cabo la evaluación de riesgos en la Central Térmica San Nicolás de propiedad de SHOUGESA. Para el diseño de esta metodología se ha tomado en cuenta el criterio de evaluación general, aplicados a los temas de seguridad, salud y medio ambiente que han servido de referencia. Este criterio de evaluación considera la probabilidad de que se materialice el riesgo y las consecuencias derivadas si se materializa el riesgo.

Evaluación Del Riesgo	=	Probabilidad que se materialice el riesgo	x	Consecuencias derivadas del riesgo
-----------------------------	---	---	---	--

Aplicándose a continuación la siguiente tabla para evaluar el riesgo detectado:

**PROBABILIDAD, CONSECUENCIA Y ESTIMACION DEL RIESGO**

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
PROBABILIDAD	Baja	TRIVIAL	TOLERABLE	MODERADO
	Media	TOLERABLE	MODERADO	IMPORTANTE
	Alta	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE

El criterio de valoración de la probabilidad y sus consecuencias en la evaluación general de riesgos que se propone, está basado en los riesgos por amenaza natural que podrían presentarse de acuerdo a la evaluación efectuada ; así como los riesgos de origen antropogénico . También se ha tomado el diagnóstico de la infraestructura y su entorno; así como la experiencia de los especialistas que participaron en la elaboración de este estudio.

### 5.3.1. Probabilidad.

**BAJA:** Cuando es inusual o imposible; es decir que no es probable o es muy poco probable que ocurra durante la vida útil de la central, para el caso de riesgos naturales y para el caso de riesgos antropogénicos cuando ocurre una vez al año.

**MEDIA:** Cuando es ocasional; es decir cuando es probable que ocurra ocasionalmente (p.e. una vez cada 5 años a 10 años) durante la vida útil de la central para el caso de riesgos naturales y cuando ocurre una vez al mes para los riesgos antropogénicos.

**ALTA:** Cuando es común; es decir cuando es muy probable que ocurra con frecuencia (p.e. 1 vez por semana).

### 5.3.2. Consecuencias (Severidad de los peligros)

**LIGERAMENTE DAÑINOS:** Cuando el daño es marginal que puede resultar en una lesión leve por corto tiempo o una interrupción que se puede controlar rápidamente con medidas correctivas. También en esta categoría se incluye los daños que apenas son perceptibles que no resulta en lesiones personales o el daño es insignificante a la propiedad que implica montos menores a US\$ 0,01 millones de dólares.

**DAÑINO:** Cuando implica daños de cierta seriedad. Resulta de lesiones personales que no se recupera o daños al sistema o requiere de una medida correctiva inmediata para la supervivencia del personal o del equipo que signifiquen montos del orden de US\$ 0,010 a US\$ 0,10 millones de dólares.

**EXTREMADAMENTE DAÑINO:** Cuando implica un desastre. Resulta en fatalidades o lesiones de gravedad o pérdida del sistema con implicaciones de gravedad para la organización, que en términos económicos implica pérdidas del orden de US\$ 0,10 a 1,0 millón de dólares o más.

### 5.3.3. Estimación del riesgo

Para la estimación del riesgo se ha considerado la siguiente tabla de estimación del riesgo.

#### NIVELES DE RIESGO EN FUNCION A SU PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA

<b>NIVEL 1</b>	<b>TRIVIAL</b>	Cuando la probabilidad de ocurrencia es baja y su impacto o consecuencia es ligeramente dañino, en este caso no se requiere de acción específica.
<b>NIVEL 2</b>	<b>TOLERABLE</b>	Cuando la probabilidad es media y la consecuencia ligeramente dañino o cuando la probabilidad es baja y la consecuencia es dañino. En este caso se debe mejorar las acciones preventivas.
<b>NIVEL 3</b>	<b>MODERADO</b>	Cuando la probabilidad es baja y sin embargo las consecuencias son extremadamente dañinos, o cuando la probabilidad es media y la consecuencia es dañino o cuando siendo la probabilidad alta, la consecuencia es ligeramente dañino. En este caso hay que hacer esfuerzos para reducir el riesgo.
<b>NIVEL 4</b>	<b>IMPORTANTE</b>	Cuando la probabilidad es media y la consecuencia extremadamente dañino o cuando la probabilidad es alta y la consecuencia es dañino. En este caso se exige no comenzar la actividad (trabajo u operación) hasta que se haya reducido el riesgo detectado.
<b>NIVEL 5</b>	<b>INTOLERABLE</b>	Cuando la probabilidad es alta y las consecuencias son extremadamente dañinas. En este caso se exige no comenzar ni continuar el trabajo o la operación hasta que se haya reducido el riesgo detectado. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse la operación o la habilitación del personal que ha sido afectado.

## 6. EFECTOS CLIMATOLÓGICOS Y DE DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

## 6.1. RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES NATURALES EN EL PERÚ

En el Perú se han presentado desastres ocasionados por diferentes amenazas (sismos, avalanchas, inundaciones, etc), que han dejado numerosas víctimas y cuantiosas pérdidas económicas, retrasando o deteniendo el desarrollo de la región donde se presentan y en algunos casos hasta el desarrollo a nivel nacional.

En la Tabla N° 6.1, se presentan algunos desastres reseñados desde el siglo XVIII hasta el actual para el Perú

**TABLA N° 6.1  
RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES EN EL PERÚ**

FECHA	LUGAR	EVENTO	DESCRIPCIÓN
28/10/1746	Lima	Terremoto	El terremoto ocurrió en la noche y murieron más de 1100 personas. De 3000 casas solo quedaron en pie 25. Media hora después del terremoto se generó un tsunami. La ola alcanzó 21 m de altitud en las costas del Callao, arrasó con el puerto y cobró la vida de muchas personas
	Costas del Callao	Tsunami	
13/01/1960	Arequipa	Terremoto	Afecto a Chuquibamba, 63 muertos en todo el Departamento de Arequipa, redujo a escombros a Chuquibamba, Caravelí, Cotahuasi, Omate, Puquina. Radio de susceptibilidad 750 Km. extendiéndose a Cusco, Apurímac, Ica Ayacucho. Fue percibido en Lima, en La Paz (grado III-IV) magnitud 6.2. Replicas el 09 de marzo.
01/08/1963	San Pedro departamento de Ayacucho	Deslizamiento	Los deslizamientos fueron consecuencias del fuerte diaclasamiento de las rocas y la excesiva humedad. Quedaron interrumpidas las comunicaciones, se inutilizaron varias hectáreas de campo de cultivo, se originaron represamientos del río San Pedro y se interrumpió el abastecimiento de agua al pueblo de Santa Ana
26/01/1964	Arequipa	Terremoto	Afecto a las viviendas, con heridos la intensidad fue de VI (MM) en Mollendo y Ubinas Ilego a V.
Febrero y Marzo de 1967	Valle de Colcabamba	Huayco	Las fuertes precipitaciones ocurridas durante el verano de 1966, originaron una serie de huaycos en el tramo superior del valle de Colcabamba. El de mayores consecuencias se produjo en el tramo medio de las quebradas Suni y Anima tributarios de la quebrada Colcabamba. Las quebradas Suni y Anima se unen en el paraje denominado Hornoyaco, y tienen cauces de fuertes pendientes labradas sobre rocas calcáreas. El poder erosivo de los huaycos se vio incrementado por el arrastre de grandes bloques pétreos, que avanzó hasta la localidad de Sillpopampa en donde se detuvo por disminución de la pendiente de terreno. En esta primera parte el aluvión destruyó los

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

---

			sembradíos y terrenos de cultivo a lo largo de su curso; luego la masa líquida se encauzó por los canales de irrigación produciendo el arenamiento de los mismos y el desborde hacia los terrenos bajos con los consiguientes daños. Los torrentes originados por los desbordes corrieron valle abajo ingresando al pueblo de Colcabamba por una de sus calles, con la consiguiente inundación de algunas viviendas
31/05/1970	Departamento de Ancash y sur de la Libertad	Terremoto	A consecuencia del terremoto, la cornisa norte del nevado Huascarán se desprendió arrastrando piedras, hielo y lodo. Se reportaron 30000 personas muertas. El volumen del aluvión se estimó en más de 250 millones de metros cúbicos y una altura de más de 6 metros. El deslizamiento de forma rotacional represó el río.
	Población de Yungay y callejón de Huaylas	Aluvión	
	Margen derecha del río Santa	Deslizamiento	
05/05/1971	Provincia de Sihuas (Ancash)	Sismo	Se produjeron desplomes y deslizamientos en el caserío de San Miguel de Chingalpo y pueblo de Quiches.
14/10/1971	Provincia de Aimaraes, Apurímac	Sismo	Se observaron agrietamientos y deslizamientos en la Localidad.
20/03/1972	Saposo, Tarapoto	Sismo	Como consecuencia del sismo se produjo diversos derrumbes y en Moyobamba se produjo un aluvión
	Moyabamba	Aluvión	
14/05/1973	Cañón del Infiernillo, Yauyos, Departamento de Lima	Derrumbe	El derrumbe fue producto de la construcción de un túnel. Como consecuencia de los trabajos de corte en "medio túnel", hubo pérdida de soporte basal de numerosos bloques colgados.
03/10/1974	Lima	Terremoto	Derrumbes de material aluvial en lo acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos
25/05/1974	Huancavelica- Río Mantaro	Deslizamiento	El derrumbe de Mayunmarca ocurrió sobre el río Mantaro. Sobre el río se formó una presa de 150m de altura y un embalse de 38 Km. de largo
16/02/1979	Arequipa	Terremoto	Terremoto en Arequipa afecto a Chuquibamba y el valle de Majes con algunas muertes y muchos daños materiales. Intensidad máxima de VII escala de M.K.S. Afecto en Arequipa a las edificaciones antiguas como le campus de la UNSA Hospital Regional N° 2 la magnitud fue de 6.2; en Mollendo y Ubinas llegó a V (MM).
10/11/1980	Ayacucho, Ocola	Sismo	Ocurrieron fenómenos geológicos de asentamientos y deslizamientos de grandes porciones de tierra.

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

07/04/1985	Colcabamba	Huayco	<p>Se presentó un huayco de grandes proporciones a las 3:50 p.m., en la zona de Hornoyaco (4 Km. aguas arriba del pueblo de Colcabamba). La ruptura de un represamiento de suelo sobresaturado y aguas torrenciales, dieron origen a un flujo de gran magnitud que se precipitó hacia la parte baja en que se halla el centro del poblado.</p> <p>El huayco por su gran volumen rebasó ampliamente el pequeño cauce del río Colcabamba, abarcando un ancho promedio de 80 metros. Al llegar a la zona de Pacchapata (1,7 Km. antes del pueblo), abrió un antiguo cauce central en el valle, ya borrado por la acción del hombre debido a las labores agrícolas o las viviendas construidas en la zona.</p> <p>Al ingresar al centro del poblado se encausó por una de las calles del barrio Maras (Lado izquierdo del pueblo), luego destruyendo las viviendas que ocupaban la zona del cauce, continuó hacia la parte baja de la subcuenca recorriendo un total de 15 km.</p> <p>El flujo líquido no paró durante toda la noche, aumentando y disminuyendo su volumen alternadamente.</p> <p>La parte de mayor densidad del Huayco llegó al centro del poblado a las 2:00 a.m., tanto en su acopio como en su recorrido demoró unas 5 horas.</p> <p>Entre los materiales arrastrados predominan la arena y limo encontrándose en proporciones menores (aproximadamente 20% del material sólido) bloques cuyos diámetros máximos son de 1,50 m, llegando a depositarse gran parte de los materiales gruesos en las terrazas del lecho de subcuenca, terrenos de mayor amplitud y poca pendiente que actuaron como disipadores de energía torrencial, permitiendo mayor depósito de materiales gruesos y menor velocidad del flujo.</p>
12/11/1996	Marcona Camaná	Sismo Tsunami	<p>Ocurrió después de un fuerte sismo que tuvo lugar en las costas de Nazca, Marcona. Fue un terremoto causa estragos en Nazca, Acarí, Vista Alegre. Intensidad máxima de VII MM epicentro a 60 Km. de Marcona, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III en Lima. Viviendas de dos pisos afectadas revestimiento fracturado y destrucción total de viviendas de adobe y de mala calidad.</p>
28/01/1998	Aricota 2, Tacna	Huayco	<p>Después de una furiosa lluvia por más de 06 horas se producen tres huaycos que cubrió con desmontes la CH de Aricota 2 se movieron aproximadamente 300 000 m<sup>3</sup></p>
27/02/1998	CH Macchu-Picchu , Cusco	Huayco	<p>Después de una lluvia intensa y que dio lugar a un desprendimiento de hielo en las cabeceras de los ríos y produce el huayco cubriría la CH – Macchu Picchu</p>
23/06/2001	Atico, Arequipa	Terremoto	<p>Sismo causó estragos en Ocoña, Camaná, Arequipa, magnitud VI-VII (MM) epicentro 82 Km. de Ocoña, replicas por 35 días y</p>

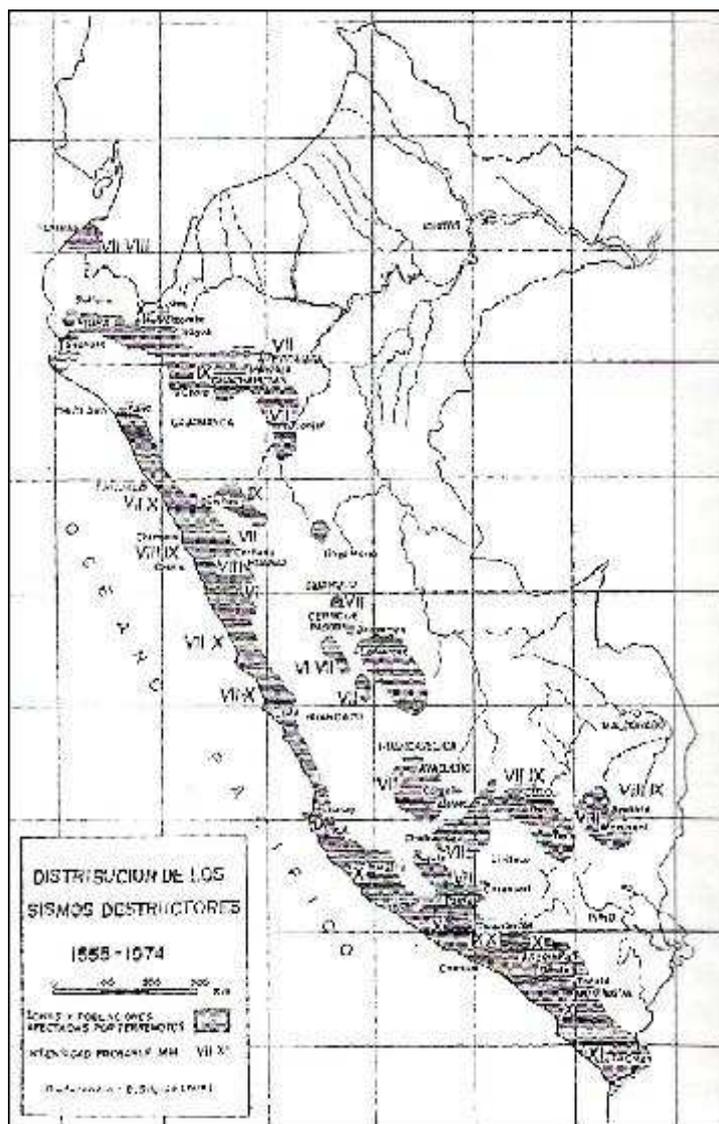
			magnitudes de 6-7 Mw, los efectos llegaron a un radio de 500 Km. en Arica Iquique (Chile) y Lima.
23/06/2001	Camaná	Tsunami	Ocurrió después de un fuerte sismo que tuvo lugar en las costas de Arequipa, Moquegua y Tacna. La ola midió más de 7 m.
01/03/2003	Junín, Huancayo	Inundación	El río Shulcas se desbordó ocasionando pérdidas de viviendas, animales y cultivos en Palián, Chorrillos, San Antonio y Vilcacoto, al este de Huancayo
01/03/2003	Satipo	Huayco	Aumentó el caudal del río San Francisco y causó la inundación de la ciudad de Satipo causando interrupción de los servicios de agua y energía por varios días, 250 familias damnificadas por la pérdida de sus viviendas y sus pertenencias.
	Junín	Inundación	Desborde del río Ene
	Cajamarca	Inundación	Se produjeron fuertes lluvias que ocasionaron la activación de la quebrada Cunio, cuyas aguas afectaron 60 ha de cultivos
02/03/2003	Distrito de Sucre, provincia de Celendín	Inundación	Se desbordó el río Quintilla e inundó viviendas y 20 ha de cultivos
	Puno, distrito de Pilcuyo	Inundación	El aumento en el nivel del lago Titicaca ha causado la inundación de 3 000 viviendas.
04/03/2003	Cuzco, distrito de Santa Teresa, provincia de Quillabamba	Alud	El alud fue ocasionado por fuertes lluvias en el sector.
01/10/2005	Calacoa , Moquegua	Sismo	Sismo causó pánico entre los pobladores del entorno del volcán Calacoa que fue el epicentro donde la magnitud llegó a IV (MM) replicas por 39 días los efectos llegaron Arequipa, Moquegua y Tacna en el Sur.
15/08/2007	Provincia de Pisco, Ica	Terremoto	Terremoto de 7.9 MM causando estragos en el área de Pisco, Ica, Cañete ; las edificaciones de adobe colpsan, víctimas finales superan el medio millar las replicas siguieron por mas de 2 meses

## 6.2. ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA SÍSMICA

### 6.2.1. Generalidades

En el Perú hay y habrá sismos porque estamos cerca de la confluencia de las placas convergentes de Nazca y Sudamérica, en plena zona de subducción.

Somos testigos de terremotos con grandes destrozos ocurridos en el Perú: Como aquellos de 1942 (Lima) 1970 (Ancash-Yungay), 1997 (Ica), 2001 (Tacna), 15/Agosto/2007 (Ica), con replicas de mas de un mes y pérdidas materiales y humanas.



Los sismos son peligrosos desde la escala VII de Mercalli.

Por los sismos se han producido aludes (Ancash 1970) aluviones (Ancash 1970) deslizamientos, agrietamientos, asentamientos, represamientos de ríos e inundaciones, afloramientos de agua subterránea (Ancash 1970), licuación de arena.

La tectónica del Perú está gobernada por la interacción de la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana (Escudo Brasileño). Esta interacción ha resultado en más de 3 500 sismos históricos desde 1513 hasta el 2007.

La subducción de la placa de Nazca produce esfuerzos de compresión en dirección noreste en la placa sudamericana. Como resultado se desarrollaron las cadenas de montañas de los Andes orientadas al norte noroeste y los valles. La corteza superficial presenta fallas inversas o normales orientadas norte noroeste.

Los sistemas de fallas en el Perú son resultado del proceso de deformación de la corteza como consecuencia del levantamiento de la Cordillera Andina. Estas fallas son más frecuentes en la zona Subandina, debiendo su origen a fuerzas de compresión (fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios, etc.). Sobre la Alta Cordillera y en el Altiplano se encuentra un número menor de fallas debidas a: procesos extensivos. La estructura mas importante es la Falla de Nazca, Incapuquio longitudinal a la Costa en el Sur medio de Perú cercana a la zona de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás.

## **6.2.2. Determinación del riesgo sísmico para el área de Distrito de San Juan de Marcona – Ica (C.T. San Nicolás).**

### **6.2.2.1. Introducción.**

En países sísmicos como el Perú es indispensable realizar estudios para estimar el Peligro Sísmico a fin de prevenir y mitigar los daños que pueden ser causados por los sismos, ya que en el diseño de obras importantes debe considerarse el balance entre el costo de la obra y la seguridad de las construcciones. El estado del conocimiento en este campo muestra que a pesar del incremento en las investigaciones para el análisis del peligro sísmico, los modelos probabilísticas ayudan a la toma de las decisiones en ingeniería y a la vez estimulan a la búsqueda de nuevos caminos que permitan brindar a los problemas soluciones determinísticas. La incertidumbre en estimar el número, tamaño y ubicación de los futuros sismos hace que el Peligro Sísmico se exprese en términos de probabilidad.

La severidad sísmica con la cual podría ser probabilísticamente sacudido un determinado sitio fue descrita por Cornell (1968) y modificada por Cornell y Vanmarcke (1969). Siguiendo la metodología desarrollada por estos autores, en el presente estudio se procede a tomar en cuenta los estudios de riesgo sísmico efectuado para la Central Térmica San Nicolás por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L., cuyas conclusiones se aborda la Tectonica y sismotectónica del área así como el estudio del peligro sísmico para el área de ubicación de la Central Térmica San Nicolás, ubicado en el Distrito de San Juan de Marcona, departamento de Ica.

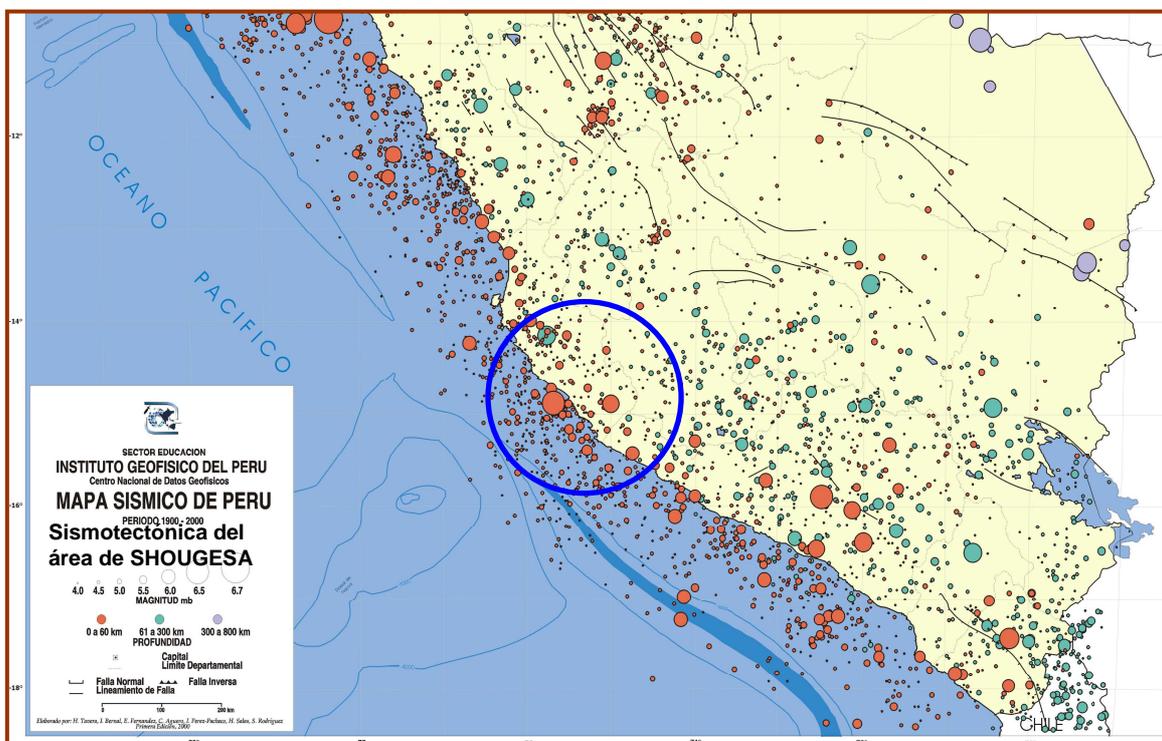
### **6.2.2.2. Características de la Sismicidad**

#### **Sismicidad Histórica**

El mejor compendio de información sobre sismicidad histórica existente para el Perú y por ende, para el área de estudio es el elaborado por Silgado (1978) y Dorbath et al. (1990). Adicionalmente, se ha consultado la base de datos históricos de CERESIS (Centro Regional de Sismología

para América del Sur) y otras de carácter mundial obtenidos vía INTERNET, como la del National Earthquake Information Center (NEIC). En general, se considera como información sísmica histórica a la catalogada para el periodo pre-instrumental y en este estudio, se le considera a la sismicidad ocurrida antes del año 1920 en razón que a partir de esta década se empieza a nivel mundial a instalarse estaciones sísmicas. La importancia de revisar y evaluar la información histórica radica en que es determinante al momento de definir las fuentes sísmicas y estimar los parámetros sísmicos de futuros terremotos. Asimismo, los sismos históricos por su tamaño es importante poder contrastarlos con los instrumentales para lograr un cálculo adecuado de las ecuaciones de atenuación de la energía liberada por los sismos.

Para el área de estudio, la distribución epicentral de los sismos históricos se muestra en el Gráfico N° 6.1 y en ella se puede ver que en su mayoría, dichos epicentros se ubican frente a la línea de costa y mas específicamente, en el mar frente a la ciudad de Lima. Estos sismos habrían estado asociados al proceso de convergencia de placas o de subducción de la placa de Nazca bajo la Continental y en conjunto, todos estarían comprendidos entre la dinámica del área y de la tectónica local. En estas condiciones, resulta importante evaluar la relativa severidad con que algún sismo afectaría el área de estudio y esta puede ser inferida desde los valores de intensidad que se han registrado a la ocurrencia de los sismos históricos en zonas aledañas o cercanas al área. La relación de sismos históricos con referencia al área de estudio o alrededores, se muestra en la Tabla 6.2.



**Gráfico N° 6.1**

**Sismotectónica del Área de Shougesa**

De estos sismos, se puede inferir cuantos de ellos pudieron causar un daño fuerte en el área de estudio ya que en principio todos fueron catalogados por diversos investigadores como sismos con origen en el proceso de subducción y otros en deformaciones corticales asociados a grandes fallas.

<b>Tabla N° 6.2</b>			
<b>RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES EN EL AREA DE ESTUDIO</b>			
<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>EVENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
22 Enero ,1582/11:30	Arequipa	Sismo	Sismo dejo en ruinas a Arequipa, 300 casas derrumbadas, 35 víctimas. Intensidades X MM y IX MM (Arequipa- Characato)
9, Julio 1586/19:00	Lima	Sismo	Destruyo Lima con Tsunami en el Callao.14 a 22 víctimas. Intensidades IX MM Lima, III MM (Cusco) y V MM Trujillo.
19, 28 Febrero,1600/ 5:00	Arequipa	Sismo	Sismo causado por el volcán Huaynaputina, intensidad XI MM en el área del volcán y VIII MM en Arequipa.
12 Mayo,1664/ 4:15	Ica	Sismo	Sismo dejo en ruinas a Ica, 300 víctimas. Intensidades X MM en Ica, Pisco VIII MM y Lima IV MM.
13 Noviembre ,1665/14:38	Lima	Sismo	Sismo derribo muchas casas y edificios en Lima. Daños en isla San Lorenzo y Callao Intensidades IX MM y en Lima IV MM.
13 Agosto ,1686/16:45	Arica	Terremoto	Movimiento se sintió de Samanco a Valdivia (Chile) por 2800 Km. y hasta Cochabamba, afectó a ciudades: Moquegua, Torata, Tacna y Arica; con mas de 180 víctimas. Tsunami salida del mar afecto al litoral, Intensidades X MM en Arica, IX MM en Arequipa, Ilo, Torata. Ilo. Hubo 330 muertos en el litoral de Perú.
13 Octubre ,1687/14:15	Lima	Sismo	Sismo daño a Lima, grandes estragos en el Callao. Grietas entre Ica y Cañete, más de 100 víctimas. Tsunami en el Callao Intensidades IX MM en Cañete, VIII – IX MM en Lima.
10 Febrero ,1716/20:00	Pisco - Ica	Terremoto	Terremoto derrumbo toda la ciudad, la tierra se agrietó en algunos lugares. Intensidades IX MM en Pisco, V MM en Lima.
28 Octubre,1746/22:30	Lima- Callao	Terremoto	Derrumbo casi toda la ciudad de Lima y Callao, 1100 victimas, se sintió en Cusco y Tacna. Intensidades IX MM en Lima, VII MM en Lucanas y Pisco.
13 Mayo,1784/07:36	Arequipa	Terremoto	Derrumbo muchas viviendas, 54 victimas. Intensidades VIII MM.
30 Marzo,1813/04:30	Ica	Terremoto	Derrumbo casas y hubo 32 victimas, se formaron grietas en el río con emergencia de lodos. Intensidad VIII MM en Ica.
10 Julio,1821/08:00	Arequipa	Sismo	Sismo causando estragos en Camaná, Caravelí, Ocoña, con 162 víctimas, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III MM en Lima.
21 Noviembre,1901/14:19	Ica	Terremoto	Fuerte temblor se sintió entre Chala y Huacho. Intensidad VI MM en Ica y VI MM en Lima.
06 Agosto,1913/17:13	Arequipa	Terremoto	Sismo causando estragos en Arequipa Caravelí y Ocoña, ocasiona varios muertos, intensidades VI MM en Caravelí, Condesuyos y Camaná, VII MM, en Chuquibamba VIII MM y III MM en Lima.

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

11 Septiembre,1914/06:48	Arequipa	Terremoto	Fuerte temblor se Afecto Caravelí, en Nazca hubo daños y víctimas Intensidad VII MM en Caravelí, Arequipa y IV MM en Ica.
07 Octubre,1920/06:48	Arequipa	Terremoto	Fuerte temblor que afecto Caravelí, en Nazca hubo daños y víctimas Intensidad VII MM en Caravelí, Arequipa y IV MM en Ica.
11 Octubre 1922/09:50	Arequipa	Terremoto	Daños importantes en Arequipa, Caravelí: Intensidades VII MM en Caravelí, VII MM en Arequipa y Coracora.
24 Agosto,1942/ 17:51	Arequipa-Ica	Terremoto	Daños con derrumbe de casas, murieron 30 personas. Intensidades IX MM en Nazca, Acarí y VII MM en Chala, Atiquipa, V MM en Ayacucho, Arequipa Caravelí, VII MM en Arequipa y Coracora.
28 Mayo,1948/ 00:37	Lima –Cañete	Sismo	Daños derrumbe de casas de adobe en Cañete. Intensidad VII MM en Cañete.
20 Julio ,1948/06:30	Arequipa	Sismo	Fuerte sismo afecto Caravelí y Chuquibamba. Intensidad VII MM en Caravelí y Chuquibamba, Arequipa y Moquegua II MM en Lima, Arequipa y Moquegua.
10 Diciembre,1950/21:50	Ica	Terremoto	Fuerte sismo afecto Ica y ocasiono 4 muertes. Intensidad VII MM en Ica, Pisco y Nazca V MM.
04 Marzo,1951/06:18	Arequipa, Chala	Sismo	Sismo ligeramente destructor. Intensidades VII MM en Chala y Caravelí, Pisco V MM e Ica IV MM.
15 Enero,1958/14:14	Arequipa	Terremoto	Fuerte sismo afecto Arequipa, perecieron 63 personas y 133 heridos. Intensidad VIII MM en Arequipa, Moquegua VI MM Ica, Puno y Tacna III MM.
13 Enero,1960/10:40	Arequipa	Terremoto	Fuerte sismo afecto Arequipa, perecieron 63 personas y hubo muchos heridos. Chuquibamba en escombros, se destruyeron Arequipa, Caravelí, Omate, Puquina. Intensidad VIII MM en Arequipa, Caravelí, Cotahuasi Moquegua VI MM Ica, Puno y Cusco IV MM.
15 Enero,1960/04.30	Lima	Terremoto	Fuerte sismo afecto Casas en Nazca, Ica y Huancavelica. Intensidad VII MM en Palpa y Nazca VI MM Ica, Puno y Tacna IV MM.
03 Octubre,1974/19:01	Lima, Mala	Sismo	Fuerte sismo afecto Lima, Mala, Cañete, Chíncha y Pisco duro 2 minutos afecto casas antiguas, se intento evitar los derrumbes. Su Intensidad es aquí, En terrenos suaves se originan derrumbes y con ello se produjeron 78 muertos y 2 550 heridos entre Mala y Nazca 13 muertos y numerosos heridos.
16 Febrero ,1979	Arequipa	Sismo	Sismo causó estragos en Camaná, Corire, y Huancarqui. Intensidad VII MM en Camaná, VI en Huancarqui, Arequipa, Caravelí, Ocoña, Chivas, Chala y V MM en La Joya.
12 Noviembre,1996	Ica, Chíncha, Nazca	Terremoto	Sismo causando estragos en Nazca, Acarí Vista Alegre. Intensidad máxima de VII MM epicentro a 60 Km. de Marcona, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III en Lima. Viviendas de dos pisos afectadas revestimiento fracturado y destrucción total de viviendas de adobe y de mala calidad

23 Junio, 2001	Atico, Arequipa	Terremoto	Sismo causó estragos en Ocoña, Camaná, Arequipa, magnitud VI-VII (MM) epicentro 82 Km. de Ocoña, replicas por 35 días y magnitudes de 6-7 Mw, los efectos llegaron a un radio de 500 Km. en Arica Iquique (Chile) y Lima.
1° Octubre , 2005	Calacoa , Moquegua	Sismo	Sismo causó pánico entre los pobladores del entorno del volcán Calacoa que fue el epicentro donde la magnitud llego a IV (MM) replicas por 39 días los efectos llegaron Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna en el Sur.
15 Agosto, 2007	Ica, Pisco	Terremoto	Terremoto de 7.9 MM causando estragos en el área de Pisco, Ica, Cañete ; las edificaciones de adobe colapsan, victimas finales superan el medio millar, las replicas siguieron por mas de 2 meses

En primer lugar, los sismos grandes ocurridos en el proceso de subducción de placas con magnitudes mayores a 7.0 en la escala de Richter, han producido en la provincia de Nazca intensidades del orden de IV a IX en la escala Mercalli Modificada (MM).

### **6.2.2.3. Principales Fuentes Sísmicas.**

La distribución espacial de la sismicidad en el Perú, ha permitido a muchos autores (por ejemplo: Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 2001) definir la existencia de tres fuentes principales para el origen de los sismos. La primera fuente considera a todos los sismos con origen en el proceso de fricción de placas frente a la línea de costa y que ha dado origen con regular frecuencia a los sismos mas grandes en cuanto a magnitud e intensidad ( $M > 7.0$  y  $max > VIII$ , MM). En muchos casos, estos sismos han sido sentidos en todo el territorio peruano, aunque el nivel de los daños que han producido siempre ha decrecido con la distancia. La segunda fuente considera a los sismos que tienen su origen en los principales sistemas de fallas geológicas distribuidas en el interior del continente, principalmente a lo largo de la zona subandina y Alta Cordillera. Estas fuentes han generados sismos con menor frecuencia y magnitudes del orden de  $M < 6.5$ , pero al presentar focos superficiales sus área de máxima intensidad es muy reducida a comparación de los sismos de la primera fuente.

La tercera fuente sísmica se caracteriza por producir sismos con magnitudes no mayores a 7.0 y tienen su origen en la deformación interna que experimenta la placa oceánica a profundidades mayores a 60 km. Estos sismos se distribuyen por debajo de todo el continente, desde la costa hasta el margen oriental de la Cordillera Andina.

Asimismo, es mayor el número de sismos debidos a la deformación cortical presente en el borde oriental de la Cordillera de los Andes o zona Subandina, estando en este caso asociada al sistema de fallas de Satipo. La deformación en la Alta Cordillera produce un número menor de sismos, estando todos distribuidos de manera dispersa en toda la zona. En los alrededores del área de estudio, el numero de sismos es mínimo,

lo cual evidencia que solo podría ser afectada por sismos de gran magnitud que tuvieran su origen en las fuentes sismogénicas descritas anteriormente; zona de fricción de placas (frente a la línea de costa).

#### **6.2.2.4. Resultados del riesgo sísmico.**

En el anexo del estudio de peligro sísmico efectuado por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L se ha calculado valores específicos de aceleración para periodos de retorno de 25, 50, 100, 150, 200, 500 y 1000 mostrados en su Tabla 4.

En el mismo se concluye también que para el diseño pseudo-estático se recomienda utilizar un coeficiente de  $1/3$  a  $1/2$  de la aceleración máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño. El valor recomendado del coeficiente sísmico para 500 años de periodo de retorno es 0.2.

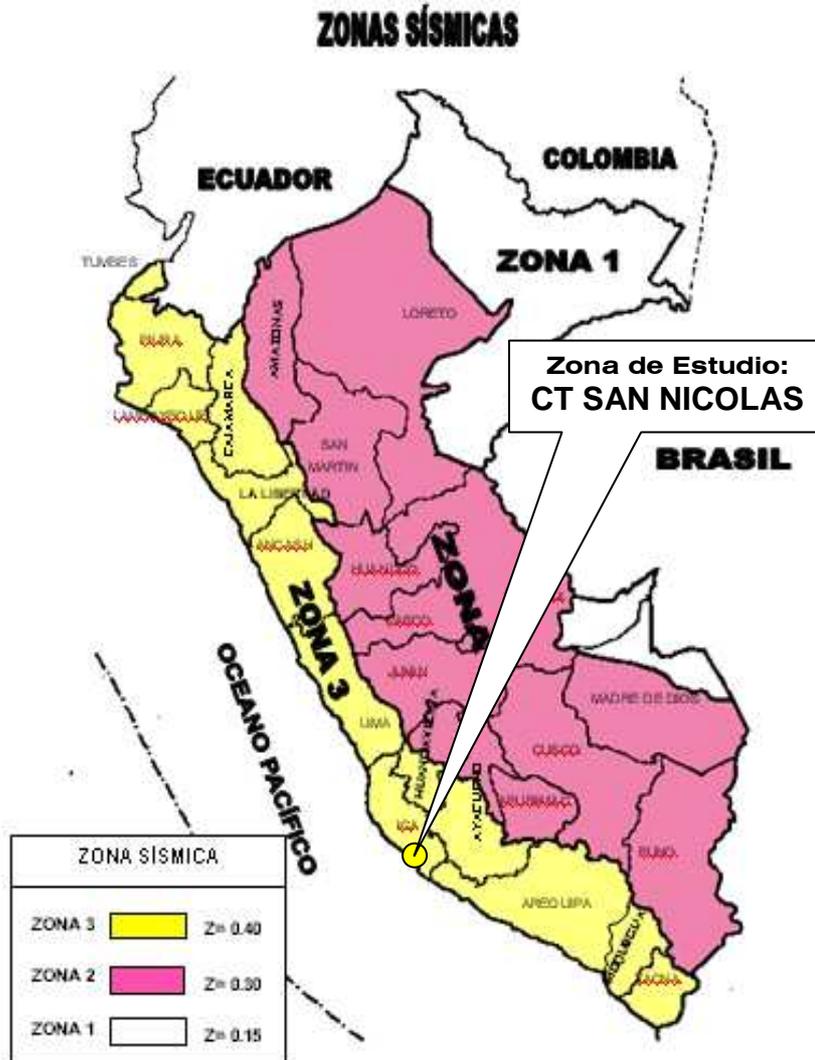
#### **6.2.2.5. Conclusiones del Riesgo Sísmico**

En el presente estudio se ha recopilado la evaluación del Peligro Sísmico en la zona que considera la C.T. San Nicolás ubicado en el Distrito de **San Juan de Marcona**, departamento de Ica, realizado por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R. para la C.T. San Nicolás, siendo las principales conclusiones las siguientes:

- La sismicidad histórica que en el área del proyecto se han producido intensidades de hasta IX en la escala de Mercalli Modificada.
- La distribución espacial de los sismos instrumentales indica mayor actividad sísmica en la zona de subducción de la costa. Hacia el continente las profundidades focales de los sismos de subducción aumentan. Hacia el continente existen sismos superficiales.
- En la determinación del peligro sísmico del área en estudio se ha considerado los sismos de subducción y los sismos continentales superficiales con sus respectivas leyes de atenuación.
- El estudio probabilístico de peligro sísmico se ha considerado las fuentes sismogénicas como áreas. Se presentan valores de aceleración máxima para distintos periodos de retorno, en base al método probabilístico.
- Para el método de diseño pseudo-estático de taludes y muros de contención se recomienda un valor de coeficiente lateral sísmico, que es una fracción del valor de la aceleración máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño. En el caso en estudio por periodo de retorno de 500 años se recomienda un coeficiente sísmico de 0.2.

#### **6.2.3. Zonificación sísmica.**

La evidencia de las manifestaciones sísmicas del área esta asociada a dos fuentes sismogénicas principales: La provincia sismo tectónica continental relacionada con la reactivación de fallas antiguas regionales en el área de evaluación (Gráfico N° 6.2).



**Gráfico N° 6.2 Zonas Sísmicas del Perú**

Según la Zonificación sísmica del Perú del IGP el área de estudio se encuentra en la zona 1, donde se esperan sismos de magnitudes entre los grados 4 y 8 de la escala modificada de Mercalli (MM).

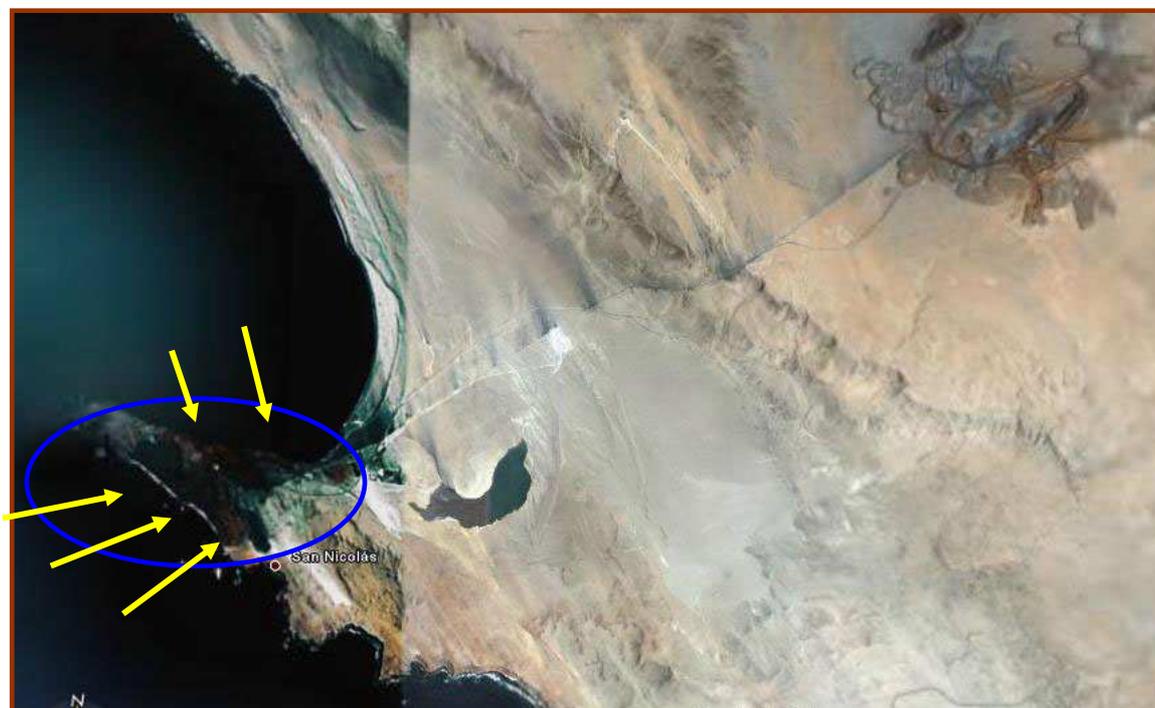
### **6.3. ESCENARIO DE RIESGO POR TSUNAMIS (Maremotos)**

Por concepto son olas gigantes originadas por sismos de origen marino y que son transmitidas por el medio acuático generando olas gigantescas a veces de decenas de metros de altura y con gran poder devastador que

podrían afectar la Central Térmica San Nicolás que se encuentra ubicada muy cerca al mar.

En el estudio de riesgos efectuado para la Central Térmica San Nicolás en lo que se refiere a seguros se ha considerado el tsunami como un evento de ocurrencia posible, lo que se corrobora con la ubicación sismotectónica del área y la cercanía a la zona de subducción de las placas, adicional a ello debemos considerar la dirección de los vientos que ayudan negativamente a que este evento natural pueda afectar a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás como se puede apreciar en el Gráfico N° 6.3 la dirección de desplazamiento de las olas gigantes serían en esas direcciones preferenciales afectando a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás.

**Gráfico N° 6.3**



Se debe considerar que la longitud de onda de dichas olas suele ser muy grande de ahí que en alta mar pueden pasar desapercibidas a los navíos; su velocidad de desplazamiento es del orden de varios centenares de kilómetros por hora. A medida que se aproxima a las zonas costeras, las olas de un maremoto aumentan de altura, debido a la disminución de la profundidad y pueden alcanzar hasta 30 m que no es el caso del puerto de embarque de Mina Shougang que es el tercero en profundidad en el mundo es un factor favorable para la no ocurrencia de estas olas gigantescas.

En las costas la llegada de las olas de un maremoto va precedida de una amplia retirada del mar que puede durar varios minutos. Los maremotos son frecuentes en el Océano Pacífico pero se conocen igualmente en el Océano Atlántico y en el mar Mediterráneo.

#### **6.4. ESCENARIO DE RIESGOS POR VIENTOS FUERTES.**

El área de estudio está sujeta a la ocurrencia continua de vientos fuertes con velocidades normales para la zona de 30 a 40 Km/hora en época de otoño, invierno llegando a 40 a más de 60 Km/hora con los denominados “paracas” (lluvia de arena) típicas de la zona.

Estos vientos cargados de material fino provenientes de las pilas de pellets de mineral descargado por las fajas provenientes de la planta así como del mineral proveniente de mina afectan a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás, constituyéndose en uno de los principales factores de afectación tanto a la planta física como al componente humano.

#### **6.5. ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA GEODINÁMICAS.**

##### **6.5.1. Generalidades.**

Un terreno inestable se define como aquel que puede tener un movimiento hacia abajo de la pendiente afectado esencialmente por la fuerza de gravedad terrestre.

La caracterización de una amenaza por deslizamiento tiene en cuenta el peligro que puede existir en términos del tipo de deslizamiento, tamaño (volumen), velocidad del movimiento, localización, distancia de viaje, etc.

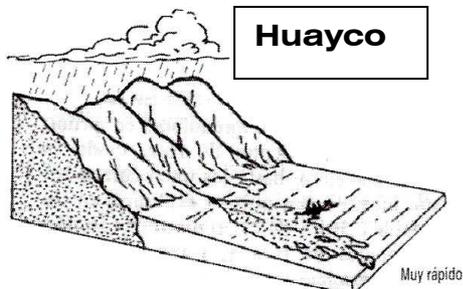
##### **6.5.2. Geodinámica externa en la Costa Peruana**

En el Perú los valles entre las altitudes 500 a 1500 msnm sufren grandes fenómenos de geodinámica externa. Entre estos fenómenos tenemos: Huaycos, agrietamientos.

○ **Huaycos**

Eventos típicos de la zona costera de Perú que consiste en desplazamientos de lodos de aluvión cargados de enormes rocas a gran velocidad con un gran poder destructor de toda obra de ingeniería civil (viviendas, carreteras, puentes, zonas de sombrío). (Fig. 1).

En todo río que baja de la Sierra de 6000 a 2500 msnm es un trecho de recolección de rocas y material suelto que bajan a gran velocidad; de los 2500 a los 1800 msnm depositan todo el material transportado y arrasa con todo; de los 1800 a 0 msnm, el río solo va turbio sin rocas que fueron depositadas a una altitud mayor.



○ **Agrietamientos**

Por lo fenómenos de deslizamientos, desprendimientos, asentamientos se observa fracturas o grietas que indican inestabilidad del terreno que debe remediarse muchas veces antes de que ocurran estos fenómenos.

**6.5.2.1. Los factores más relevantes entre las amenazas geodinámicas en la zona del litoral peruano.**

- La pendiente promedio general de la ladera o de la zona es estable la geomorfología es favorable para ayudar a una relativa estabilidad del área de emplazamiento de la C.T. San Nicolás.
- Finalmente, el último aspecto evaluado dentro de la matriz de criticidad fue la posible afectación a las obras de infraestructura del proyecto.
- De acuerdo con los resultados anteriores, en la zona de la C.T. San Nicolás, se tienen los siguientes aspectos desde el punto de vista de zonas potenciales inestables:
  - Históricamente no se han reportado deslizamientos y en estos casos al igual que en los reportados en la zona aguas arriba de la CT San Nicolás, pueden producirse remotamente desprendimientos de las masas inestables de roca, afectando las instalaciones de la CT San Nicolás.
  - Hacia aguas abajo de la zona de la CT San Nicolás se identificaron pocas zonas inestables, algunas de ellas son: el área de recarga de aguas del océano por corrosión y colapso del sistema de bombeo de agua desde el mar.

### **6.5.3. Factores detonantes.**

Existen diferentes factores que contribuyen a producir y a disparar un movimiento en masa que tienen características probabilísticas como los sismos. También hay otros factores con características diferentes que contribuyen a producir una situación de inestabilidad en una masa de terreno como puede ser la topografía con sus pendientes naturales, la geometría propia de talud o superficie natural, la naturaleza del material (roca y/o suelo), la presencia de discontinuidades en una masa rocosa, las características mecánicas de los materiales, el estado de esfuerzos que actúa en el interior de la masa de material, el grado de alteración y meteorización de la roca, entre otros.

Como factores determinantes están la acción humana produciendo cortes de taludes, los asentamientos humanos en las laderas y otros fenómenos naturales como pueden ser los sismos, erupciones volcánicas e inundaciones.

Los factores pueden ser permanentes o variables. Los permanentes se refieren a las características del terreno como son la pendiente y la geología entre otros.

Los factores variables son las características del terreno que cambian como resultado de algún evento detonante. Éstos pueden ser la humedad del suelo debido a la elevación del nivel de aguas subterráneas, las vibraciones del suelo, etc.

En la zona de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás, se puede concluir, basado en información histórica y confirmada con la visita de campo, con motivo del presente estudio; que los efectos que arriban a riesgos por estos factores serían considerados **triviales**.

## **7. ESTADÍSTICA DE FALLAS PRODUCIDOS EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS.**

- 1991 hubo una inundación producida por un forado en el Tanque N° 3 de agua de condensados que está ubicado detrás de la Central en el nivel superior del Cerro, lo que produjo que toda la Central se inundara y se metiera el agua por todas las canaletas. Se utilizaron bombas para drenar el agua y finalmente se construyó un muro perimétrico alrededor de la central en la parte trasera y se pusieron tapas en las canaletas.
- Diciembre 1995 se produjo una rotura en la línea de 30" de agua salada en la Central la cual ocasionó que el talud frente al tanque diario 3 se deslizara como un huayco y cayera sobre la tapa de concreto del tanque el cual se rompió y dejó que todo el huayco de lodo y piedras entrara al tanque y desplazara todo el petróleo que en ese momento se encontraba depositado y por la cercanía al mar este fue a parar al mar. Las acciones que se tomaron fueron fabricar un tanque metálico en el interior del de concreto, y hacer una obra de reforzamiento y estabilización del talud contiguo al tanque.
- 2001 se produjo un incendio en el Precalentador N° 3 debido a una parada no esperada del mismo, lo que produjo que los elementos del precalentador se fundieran y se inflamaran. Se colocó una alarma para detectar las paradas no controladas a fin de que se inyecte automáticamente aire y continúe rotando.
- 2004 se produjo la explosión del Interruptor de Relaves por el corto circuito producido por el ingreso de un roedor al equipo. Se colocaron trampas y veneno para ratas y se sellaron más los paneles de interruptores.
- 2005 se produjo la explosión de un Brecker de 13,8 KV debido al corto circuito producido por el ingreso y acumulación de fino de mineral que llega a la Central por acción del viento y de las canchas de concentrado y pelets de la Zona de Transferencia y Embarque de SHPS.A.A. Se tiene un programa de limpieza manual de paneles de breckers con la mejora de su sellado. Esto ocasionó que todo la Central dejara de operar y el precalentador N° 2 no soportó el poco movimiento (en forma manual con manivela) y se fundieron sus elementos y se inflamaron también. Se compraron motores eléctricos para que en caso de caída de energía se pudieran accionar automáticamente con un grupo auxiliar y no dejen de girar los precalentadores.

- En Julio del 2005 se produjo un Accidente Fatal, El accidentado llegó a las 8.20 horas con el grupo de Mantenimiento Mecánico para prestar apoyo al grupo de Mantenimiento Eléctrico, que estaba limpiando las barras del Tablero. El trabajo se había iniciado a las 7.00 horas. Verificando previamente la desconexión de las Barras 1 y 2 el jefe de Operaciones de la Central y el Ingeniero de Shougang Hierro Perú. El accidentado recibe órdenes de sacar la tapa posterior y limpiar las Celdas TL-1, Sep y C2 de la Barra 1, que estaba sin tensión, conjuntamente con el otro trabajador. Dichas celdas se encuentran cerca de la Celda TL-2 que pertenece a la Barra 3 que se encontraba con tensión. El accidentado se equivoca y destapa la parte posterior de la celda TL-2 de la Barra 3 (con tensión), comienza a limpiarla y recibe la descarga aproximadamente a las 9.47 horas. Quedó inconsciente y fue conducido a la enfermería de San Nicolás donde comprobaron su fallecimiento.
  
- El 28 de Abril del 2007, a las 15:02 se produce un cortocircuito en los potenciales de la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás con el Sistema, ocasionando la salida de servicio de la Celda No. 1 de Interconexión, la reducción de carga en la celda No. 3 de interconexión y la apertura del interruptor de 60 Kv de la S.E. Mina Shougang interrumpiéndose el suministro en este circuito. Queda fuera de servicio la Celda No. 1 de Interconexión.  
La causa que originó el cortocircuito fue por falla de contacto en la barra de desconexión del potencial de la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás
  
- El Martes 8 de Julio del 2008 a las 20:43 horas se produce una explosión de un Interruptor de potencia de 13.8 Kv. de la Línea 9 del cliente Shougang Hierro Perú, como consecuencia salieron de servicio la barra No. 3 de la C.T. San Nicolás, la unidad TV3, la unidad Cummins, la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás con el Sistema, las cargas del cliente Shougang Hierro Perú de aproximadamente 50 MW, y se apagaron los quemadores de la caldera 1 por oscilación de tensión, quedando en servicio la Barra 1 y 2 de la C.T. San Nicolás interconectándose al Sistema a través de la Celda No. 3 de Interconexión.  
A las 20:48 horas se saca de servicio la unidad TV1 por baja presión de vapor.  
A las 23:03 horas entra en servicio la unidad TV1. La unidad TV3 en servicio a las 01:38 horas del 9 de julio.  
La causa de la falla fue : falla del interruptor de potencia del circuito de la línea No. 9 del cliente Shougang Hierro Perú.
  
- El Miércoles 10 de Julio del 2008 a las 15:37 horas Sale de servicio la unidad Cummins con 1.1 MW por falla de cortocircuito en cable de fuerza , originando una caída de tensión en la barra de 13.8 y 4.16 Kv. de la C.T. San Nicolás, haciendo apagar la caldera y equipos

auxiliares de la unidad 3. A las 15:42 horas se saca de servicio en forma manual la unidad TV3 por baja presión de vapor.

La unidad TV3 entra en servicio a las 16:37 horas

La unidad Cummins queda indisponible.

La causa de la falla fue: falla de terminal de línea de fuerza fase W del generador.

- El Viernes 17 de Octubre a las 07:25 horas Sale de servicio la unidad Cummins con 1.2 MW por falla de cortocircuito en cable de fuerza , originando una caída de tensión en la barra de 4.16 Kv. de la C.T. San Nicolás, haciendo apagar los quemadores de la caldera y equipos auxiliares de la unidad 3. A las 07:30 horas se saca de servicio en forma manual la unidad TV3 por baja presión de vapor. La unidad TV3 entra en servicio a las 10:41 horas La unidad Cummins queda indisponible. La causa de la falla fue: Falla de terminal de línea de fuerza fase V del generador.

## **8. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y RIESGOS EN LA CT. SAN NICOLÁS**

Considerando la metodología planteada anteriormente así como los diferentes factores de riesgo que han sido mencionados; se han identificado los peligros y riesgos que podrían suscitarse en la Central Térmica San Nicolás; los mismos que se presentan en las Tablas N° 8.1 y 8.2

Los riesgos laborales están asociados tanto a la actividad que se desarrolla como a la instalación donde dicha actividad se efectúa. Se han tenido en cuenta estos dos tipos de riesgos para elaborar el listado de riesgos tipos. Por otro lado los riesgos que pueden impactar sobre las instalaciones, el personal de la planta así como de terceros y el entorno consideran también los riesgos asociados a los actos de terceros y los de origen natural.

Para obtener una mejor identificación de los peligros y riesgos en la Central Térmica San Nicolás, a continuación se mencionan los principales eventos que se han producido a lo largo de los años en la que ha venido operando.

<b>Tabla N° 8.1</b>		
<b>IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS DE ORIGEN NATURAL</b>		
<b>1. EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS</b>		
<b>N°</b>	<b>PELIGROS</b>	<b>RIESGOS</b>
<b>SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE</b>		
1	Derrame de combustible por Rotura de tuberías provocadas por Sismos.	Explosión Incendio Contaminación del agua de mar.
2	Rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina	Explosión Incendio Contaminación del agua de mar.
<b>CALDERAS</b>		
1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo	Asentamiento del terreno y colapso de las calderas
<b>CASA DE MAQUINAS (Turbinas, generadores)</b>		
1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas
2	Inundación de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis	Colapso de la casa de máquinas
<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>		
1	Colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo	Parada de la Central
<b>SUB ESTACION – TRANSFORMADORES Y LINEAS DE TRANSMISION</b>		
1	Falla en estructuras de soporte de los transformadores provocadas por sismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contaminación de suelos por derrame de aceite</li> <li>○ Contaminación del aire por gases emitidos en caso de incendio</li> <li>○ Incendio por cortocircuito</li> </ul>
<b>TRABAJADORES</b>		
1	Sismo de gran intensidad y tsunamis.	Accidentes graves y fatales en los trabajadores de la Central.
<b>ENTORNO AMBIENTAL</b>		
1	Brisas	Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central.
2	Material Particulado de la Operación Minera	Deterioro de todos los equipos e instalaciones de la central Descargas eléctricas por pérdida de aislamiento en las S.E. y L.T.

<b>Tabla N° 8.2</b>		
<b>IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS ANTROPOGENICOS (humanos y tecnológicos)</b>		
<b>EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS</b>		
<b>N°</b>	<b>PELIGROS</b>	<b>RIESGOS</b>
<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL</b>		
1	✓ Rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.	Aluvión y erosión del terreno

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

<b>SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES</b>		
1	✓ Derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.	Incendio Explosión Caídas por suelos resbaladizos
2	✓ Derrame de combustible por rebose total del petróleo del tanque diario N° 3	Incendio Explosión
3	✓ Derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel 2	Incendio Explosión Caídas por suelos resbaladizos
4	✓ Colapso mayor del tanque de almacenamiento de petróleo Diesel 2.	Explosión Incendio
5	✓ Rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.	Explosión Incendio
<b>CALDERAS</b>		
1	✓ Fallas en las estructuras de soporte de las calderas	Inestabilidad y colapso de las calderas.
2	✓ Falla en los dispositivos de seguridad y control.	Explosión en el hogar de la caldera
3	✓ Bajo nivel del agua del Drum ✓ Recalentamiento de tubos de caldera ✓ Corrosión de tubos de caldera.	Rotura del Drum y/o tubos de calderas
<b>MOTORES DIESEL</b>		
1	✓ Ignición de los gases y neblina del aceite en el carter.	Explosión del carter
2	✓ Impulso axial del bulón con motor en marcha ✓ Falla en la sincronización	Rotura de pistones y Cigüeñales
3	✓	
<b>CASA DE MAQUINAS (EDIFICIO, TURBINAS, GENERADORES ELECTRICOS)</b>		
1	✓ Falla en el aislamiento de bobinas de rotor, estator o excitatriz de los generadores	Explosión e incendio del generador
2	✓ Falla en dispositivos de control y protección de presión, temperatura y caudal de las turbinas. ✓ Fugas de vapor, combustible, agua caliente, aceite ✓ Negligencia del personal	Incendio y explosión de la turbina
<b>LINEAS, SUB ESTACIONES (TRANSFORMADORES DE POTENCIA) Y SISTEMAS DE MEDICION, PROTECCION Y CONTROL</b>		
1	✓ Falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.	Explosión e incendio del interruptor
2	✓ Cortocircuito, falla en el aislamiento de los elementos de los tableros	Cortocircuito e incendio de los tableros
3	✓ Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos	Salida de servicio de las líneas de transmisión por descarga a tierra o destrucción del aislamiento.
<b>TODA LA CENTRAL</b>		
1	✓ Deficiencias en el suelo ✓ Objetos en el suelo ✓ Existencia de vertidos o líquidos ✓ Superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, lluvia, agua, etc.)	Caídas de personas al mismo nivel.-

**SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.**

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No utilizar puentes y saltar canal</li> </ul>	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mal uso de escaleras (fijas o portátiles)</li> <li>✓ Mal uso de andamios o plataformas temporales</li> <li>✓ Desniveles, zanjas, taludes, etc.</li> </ul>	Caídas de personas a distinto nivel
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caída por manipulación manual de objetos y herramientas</li> <li>✓ Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores (grúa)</li> <li>✓ Caída de elementos apilados (almacén)</li> </ul>	Caída de objetos
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desprendimientos de elementos de montaje fijos.</li> <li>✓ Desprendimientos de muros.</li> <li>✓ Desplome de muros.</li> <li>✓ Hundimiento de zanjas o galerías.</li> </ul>	Desprendimientos, desplomes y derrumbes
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choques contra objetos fijos.</li> <li>✓ Choques contra objetos móviles</li> <li>✓ Golpes por herramientas manuales.</li> <li>✓ Golpes por herramientas portátiles eléctricas.</li> <li>✓ Golpes por otros objetos vigas o conductos a baja altura</li> </ul>	Choques y golpes
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atropello de peatones.</li> <li>✓ Choques y golpes entre vehículos.</li> <li>✓ Choques y golpes contra elementos fijos.</li> <li>✓ Vuelco de vehículos (caída)-</li> <li>✓ Caída de cargas</li> </ul>	Maquinaria automotriz y vehículo (dentro del centro de trabajo)
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atrapamiento por herramientas manuales.</li> <li>✓ Atrapamiento por herramientas portátiles eléctricas.</li> <li>✓ Atrapamiento por máquinas fijas.</li> <li>✓ Atrapamiento por objetos.</li> <li>✓ Atrapamiento por mecanismos en movimiento.</li> </ul>	Atrapamiento
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cortes por herramientas portátiles eléctricas.</li> <li>✓ Cortes por herramientas manuales.</li> <li>✓ Cortes por máquinas fijas.</li> <li>✓ Cortes por objetos o superficies.</li> <li>✓ Objetos punzantes.</li> </ul>	Cortes
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proyecciones de fragmentos o partículas sólidas.</li> <li>✓ Proyecciones líquidas. (Se excluyen las proyecciones provocadas por arcos eléctricos)</li> </ul>	Proyecciones
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fluidos o sustancias calientes / frías.</li> <li>✓ Focos de calor / frío.</li> <li>✓ Proyecciones calientes / frías.</li> </ul>	Contactos térmicos
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabajar sin guantes de seguridad con:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustancias corrosivas.</li> <li>- Sustancias irritantes / alergizantes.</li> <li>- Otras sustancias químicas</li> </ul> </li> </ul>	Contactos químicos
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Trabajar sin guantes dieléctricos cerca de circuitos energizados o con tensión                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contactos directos</li> </ul> </li> </ul>	Contactos eléctricos

**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.**

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contactos indirectos.</li> <li>- Descargas eléctricas (inductiva / capacitiva)</li> </ul>	
13	✓ No respetar distancias de seguridad	Arco eléctrico
14	(Pueden provocar accidente de trabajo) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Esfuerzos al empujar o tirar objetos.</li> <li>✓ Esfuerzos por el uso de herramientas.</li> <li>✓ Movimientos bruscos.</li> <li>✓ Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.</li> </ul>	Sobre esfuerzos (Carga física dinámica)
15	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atmósferas explosivas.</li> <li>✓ Máquinas, equipos o botellas.</li> <li>✓ Voladuras o material explosivo.</li> <li>✓ Deflagraciones.</li> </ul>	Explosiones
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acumulación de material combustible.</li> <li>✓ Almacenamiento y trasvase de productos inflamables.</li> <li>✓ Foco de ignición</li> <li>✓ Atmósfera inflamable.</li> <li>✓ Proyecciones de chispas.</li> <li>✓ Proyecciones de partículas calientes (soldadura).</li> <li>✓ Llamas abiertas.</li> <li>✓ Descarga de electricidad estática.</li> <li>✓ Sobrecarga de la red eléctrica.</li> </ul>	Incendios
17	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recintos cerrados con atmósferas bajas en oxígeno.</li> <li>✓ Recinto cerrado con riesgo de puesta en marcha accidental de elementos móviles o fluidos.</li> </ul>	Confinamiento
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choques entre vehículos en vías urbanas o interurbanas.</li> <li>✓ Atropellos de peatones.</li> <li>✓ Atropellos en situaciones de trabajo.</li> <li>✓ vuelco de vehículos por accidente de tráfico y/o falla del terreno.</li> <li>✓ Fallos mecánicos de vehículos.</li> <li>✓ Choques de vehículos contra objetos fijos.</li> </ul>	Tráfico (fuera del centro de trabajo)
19	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposición prolongada al calor.</li> <li>✓ Exposición prolongada al frío.</li> <li>✓ Cambios bruscos de temperatura.</li> <li>✓ Estrés térmico.</li> </ul>	Sobre carga térmica
20	✓ Exposición a ruidos (maquinas, radiales, etc.)	Ruido
21	✓ Exposición a vibraciones (martillos neumáticos, vibradores de hormigón, etc.)	Vibraciones
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposición a radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, etc.)</li> <li>✓ Contacto con productos radiactivos.</li> </ul>	Radiaciones ionizantes
23	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposición a radiación no ionizante ultravioleta (soldadura, etc.)</li> <li>✓ Exposición a radiación no ionizante infrarroja.</li> <li>✓ Exposición a radiación visible o luminosa.</li> </ul>	Radiaciones no ionizantes
24	✓ Ventilación ambiental insuficiente.	Ventilación

	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Ventilación excesiva (zonas de ventilación forzada, etc.)</li><li>✓ Condiciones de ventilación especiales.</li><li>✓ Atmosferas bajas en oxígeno.</li></ul>	
25	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Iluminación ambiental insuficiente.</li><li>✓ Deslumbramientos y reflejos.</li></ul>	Iluminación
26	(Pueden producir enfermedad profesional) <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Exposición a sustancias asfixiantes.</li><li>✓ Exposición a otras sustancias tóxicas.</li><li>✓ Exposición a atmosferas contaminadas.</li></ul>	Agentes químicos
27	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Exposición a agentes biológicos.</li><li>✓ Calidad del aire y agua.</li></ul>	Agentes biológicos
28	<b>(Pueden producir enfermedad profesional)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Movimientos repetitivos.</li><li>✓ Espacios de trabajo.</li><li>✓ Condiciones climáticas exteriores.</li><li>✓ Carga estática.</li><li>✓ Carga dinámica.</li></ul>	Carga física (Carga estática postural)
29	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Disminución del esfuerzo muscular</li><li>✓ Aumento de la información que se maneja.</li><li>✓ Apremio del tiempo</li><li>✓ Complejidad – rapidez</li><li>✓ Atención</li><li>✓ Minuciosidad</li></ul>	Carga mental (Fatiga nerviosa, Trastornos emocionales y alteraciones psicósomática)
30	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Iluminación del puesto.</li><li>✓ Ventilación / Calidad del aire.</li><li>✓ Humedad.</li><li>✓ Temperatura.</li><li>✓ Ruido molesto.</li></ul>	Condiciones ambientales del puesto de trabajo
31	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Espacios de trabajo.</li><li>✓ Distribución de equipos.</li><li>✓ Características de equipos (PDV's, pantallas, iluminación, reflejos, etc.).</li></ul>	Configuración del puesto de trabajo
32	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Atentados</li></ul>	Parada de la central

## **9. ESTIMACIÓN DE RIESGOS EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS**

### **9.1. RIESGOS DE ORIGEN NATURAL.**

#### **9.1.1. Sistema de Suministro y Almacenamiento de Combustible.**

##### **1. Riesgos de explosión, incendio y contaminación del agua de mar por derrame de combustible debido a rotura de tuberías provocados por sismo de gran intensidad.**

En el caso de presentarse sismos de gran magnitud, de 9 a más en la escala de Richter, en la zona de emplazamiento de la central, es posible que haya un desplazamiento crítico de bases de anclaje de

las tuberías que puedan ocasionar una rotura de ellas con lo cual se produciría un derrame que puede ocasionar explosión, incendio y contaminación del agua de mar.

De acuerdo a los antecedentes históricos de eventos ocurridos (Ver Cuadro N° 6.2), la Central Térmica San Nicolás se encuentra en una zona de alta sismicidad y en las que en varias ocasiones se ha llegado a los límites anteriores; por otro lado las instalaciones que corresponden al sistema de almacenamiento y abastecimiento de combustible así como la central es antigua por lo que podemos decir que este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, pero de producirse sus consecuencias pueden ser dañinas; con lo cual se estima que el riesgo es moderado.

**2. Riesgo de explosión, incendio y contaminación del agua de mar por rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina.**

Como se ha señalado anteriormente, la cercanía de la central con respecto al mar hace que la corrosión sea un problema para la conservación de los tanques y tuberías que en su integridad son metálicas, en consecuencia la probabilidad de ocurrencia es media y sus consecuencias dañinas con lo cual se estima que el riesgo es también moderado.

**9.1.2. Calderas.**

**1. Riesgo de asentamiento del terreno y colapso de las calderas por falla en estructuras de soporte provocados por sismo.**

Con un sismo mayor a grado 9 en la escala de Richter es posible que se asiente el terreno de emplazamiento de las calderas. Siendo el área de emplazamiento catalogada como de alta sismicidad con algunos registros de niveles de sismos mayores a grado nueve lo cual hace que la probabilidad de ocurrencia sea media, pero de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede estimarse como importante.

**9.1.3. Casa de Máquinas.**

**1. Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por falla en estructuras de soporte provocadas por sismo.**

Al igual que en el caso de las calderas, con un sismo mayor a grado 9 en la escala de Richter es posible que se asiente las bases de la casa de máquinas provocando que se asiente el terreno y colapse el edificio (la casa de máquinas). Siendo el área de emplazamiento catalogada como de alta sismicidad y considerando la antigüedad de

esta instalación, la probabilidad de ocurrencia puede ser calificada como media, pero de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede estimarse como importante.

## **2. Colapso de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis.**

Un Tsunami puede también causar un colapso de la central ya que la central está ubicada muy cerca al mar; sin embargo no se tienen registros históricos de este tipo de eventos para la zona de emplazamiento de la central por lo que su probabilidad de ocurrencia es baja, pero de producirse sus consecuencias sería extremadamente dañinas con lo cual el riesgo que se estima es moderado.

### **9.1.4. Sistema de Enfriamiento**

#### **1. Parada de la central por colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo.**

Con un sismo de gran intensidad también es posible que colapse el sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o se rompan las tuberías que llevan el agua de mar al condensador y/o el que evacúa dicha agua del condensador hacia el mar; lo cual implicaría una parada de la central, su probabilidad de ocurrencia puede ser calificado como baja, su consecuencia ligeramente dañino y su riesgo trivial.

### **9.1.5. Subestación, transformadores y líneas de transmisión**

#### **1. Contaminación e incendio por fallas en estructuras de soporte de los transformadores provocados por sismo.**

Las estructuras de soporte de transformadores pueden fallar en caso de un sismo de gran magnitud provocando la caída del transformador, con posible daño de la carcasa y pérdida del aceite dieléctrico. En el caso de que los instrumentos de protección no actúen debido a la gravedad del sismo o por mantenimiento inadecuado, podría presentarse un cortocircuito, una explosión y el consiguiente incendio del transformador.

La ocurrencia de una falla de este tipo se daría básicamente por un sismo de gran magnitud y sus consecuencias serían de suma gravedad.

Dada la ubicación de la central térmica que está dentro de una zona sísmica, se estima que la probabilidad de ocurrencia es media, sus consecuencias serían dañinas, estimándose un riesgo moderado.

## **2. Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central provocadas por las brisas.**

La ubicación de la CT. San Nicolás es muy próxima al mar, por lo que está sometida a los efectos de la brisa marina que por su salinidad origina la corrosión de la parte metálica de los equipos e instalaciones.

Considerando que la brisa marina se da permanentemente, su efecto también es permanente produciéndose una intensa corrosión con los consecuentes daños sobre la integridad de las partes metálicas de los equipos y las estructuras de la central.

Este hecho hace que la probabilidad de ocurrencia sea alta con consecuencias dañinas y con un riesgo importante.

## **3. Deterioro de todos los equipos e instalaciones de la central y descargas eléctricas por pérdida de aislamiento por presencia de material particulado de la operación minera.**

La zona en la que se encuentra instalada la Central Térmica San Nicolás es extremadamente árida, arenosa y de fuerte y continuos vientos los que levantan polvo fino que se depositan e impregnan en las superficies fijas y móviles de los equipos e instalaciones provocando su deterioro.

Este hecho natural se incrementa por las actividades mineras especialmente por el polvo que se genera durante la descarga del mineral transportado por la faja y la proveniente de los depósitos del mineral en proceso y terminado.

Dado que los vientos y las condiciones de la zona son permanentes y se han incrementado con las actividades mineras, los daños que ocasionan a los equipos e instalaciones son también permanentes, lo que obliga a intensificar el mantenimiento con la finalidad de mitigar sus efectos tales como las interrupciones del servicio por contaminación del aislamiento de las subestaciones y líneas de transmisión.

Por esta razón la probabilidad de ocurrencia es alta, sus consecuencias son dañinas y el riesgo es importante.

### **9.1.6. Trabajadores**

Con un sismo de gran intensidad o un tsunami se puede causar accidentes graves y fatales en los trabajadores de la central; considerando que existen antecedentes históricos de grandes sismos en la zona, su probabilidad de ocurrencia es media; sin embargo

considerando que existe una continua capacitación del personal en cuanto a medidas preventivas ante un evento de esta naturaleza, sobretodo para el caso de sismos; sus consecuencias pueden ser controlables (sólo dañinos) con lo cual se estima que el riesgo sea moderado.

## **9.2. RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO.**

### **9.2.1. Sistema de enfriamiento de la central.**

#### **1. Aluvión y erosión del terreno por rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.**

Estando expuesta las tuberías que conducen el agua de mar a los condensadores así como las que evacuan el agua de los condensadores hacia el mar, cuyo flujo es alto (1300 m<sup>3</sup>/hora) siempre es probable que exista un riesgo por atentados; sin embargo considerando que la central está normalmente bien resguardada su probabilidad de ocurrencia es baja; sin embargo de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede ser considerado moderado.

### **9.2.2. Suministro y almacenamiento de combustibles**

#### **1. Incendio, explosión y caídas por suelo resbaladizo por derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.**

Por deficiencias operativas, tuberías corroídas y costuras de soldaduras fatigadas es posible que se tenga rotura de las tuberías por sobrepresiones (golpe de ariete) y desgaste.

Tomando en cuenta la antigüedad de las instalaciones pero la buena experiencia que tiene el personal operativo, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media; sin embargo de producirse sus consecuencias serían dañinas, por lo que se estima que este riesgo es moderado.

#### **2. Incendio y explosión por rebose total del petróleo en el tanque diario Nº 3.**

En el caso que se tenga fugas considerables en la tubería de 30" que está enterrada en el relleno es posible que se produzca un aluvión de material de relleno sobre el tanque que rompa la tapa y desplace el petróleo al exterior lo cual podría originar un incendio y explosión de este tanque; sin embargo tomando en cuenta que siempre se está efectuando inspecciones de estas tuberías su probabilidad de

ocurrencia es baja, pero de producirse sus consecuencias serían dañinas con lo cual el riesgo se estima como tolerable.

**3. Incendio y explosión por derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel N° 2.**

Este riesgo es posible de producirse una volcadura del camión cisterna, por colapso mayor del tanque cisterna o rebose del petróleo Diesel N° 2 al momento del despacho; sin embargo considerando que existe a pesar de que existe un buen control de las maniobras, por la antigüedad de los equipos la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media y de producirse sus consecuencias pueden ser calificados como dañinos, por lo que se estima que el riesgo es moderado.

**4. Explosión e incendio por rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.**

Al igual que en el caso de la rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media; sin embargo de producirse sus consecuencias serían dañinas, por lo que se estima que este riesgo es moderado.

**9.2.3. Calderas**

**1. Inestabilidad y colapso de las calderas por fallas en las estructuras de soporte de las calderas**

Cuando las estructuras están corroídas, los pernos de anclaje oxidados o se tiene las costuras de las soldaduras fatigadas, es posible que fallen las estructuras metálicas que soportan el peso de las calderas. Dada la antigüedad de los equipos (sobre todo la caldera N° 3 que es la más antigua) y el ambiente corrosivo en la que está inmerso la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media, su consecuencia extremadamente dañino, su riesgo importante.

**2. Explosión en el hogar de las calderas por falla en los dispositivos de seguridad y control.**

Como se sabe existen ciertos parámetros que se deben controlar permanentemente para garantizar una operación segura y eficiente de las calderas; básicamente estos están referidos a un buen control de las temperaturas, presiones y flujos de los diferentes fluidos que intervienen en el proceso, es decir el agua, el vapor, los gases y el aire. Asimismo existen dispositivos de seguridad (03 válvulas de seguridad y un switch de apagado por alta presión en el hogar). Un descuido en el mantenimiento de estos dispositivos o errores humanos en la operación de ellas puede ocasionar una explosión del hogar de la caldera. Dado que estos dispositivos están siendo

permanentemente inspeccionados y el personal operativo continuamente capacitado, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es medio, sus consecuencias sí serían dañinas por lo que se estima que el riesgo es moderado.

### **3. Rotura del Drum y/o tubos de las calderas por deficiencias de operación y mantenimiento**

El drum y/o los tubos de las calderas pueden tener una rotura si se tiene un bajo nivel de agua o si existe un recalentamiento y/o corrosión de los tubos de la caldera. El bajo nivel de agua puede tenerse si hay fallas en el sistema de control de nivel de agua, en el transmisor de nivel inferior de agua, fallas en las bombas de agua de alimentación; también pueden haber errores humanos. Por otra parte si los tubos quedan sin agua de refrigeración o tienen sarro interno, puede producirse recalentamiento de los tubos de la caldera. También puede corroerse los tubos de la caldera por mala calidad del agua así como antigüedad o deficiencias en el mantenimiento.

Todas estas fallas pueden darse en esta central considerando su antigüedad; sin embargo esta posibilidad disminuye si se toma en cuenta que existe una política de mantenimiento que prioriza las medidas preventivas que reducen esta probabilidad, de tal manera podemos decir que la probabilidad de que ocurra este riesgo es media, aunque sus consecuencias sí serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede ser considerado como importante.

#### **9.2.4. Motores Diesel**

##### **1. Explosión del carter por ignición de los gases y neblina del aceite.**

El carter puede explotar debido la ignición de los gases y neblina del aceite en el carter debido a dos condiciones:

1. Las altas temperaturas de la explosión en la cámara de combustión alcanza a ingresar al carter. Debido a que el sellado del cilindro es deficiente.
2. O la temperatura en puntos de fricción alcanzan niveles de ignición de la neblina de gases del carter, por falta de una adecuada lubricación en las paredes del cilindro.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

##### **2. Rotura de pistones y cigüeñales por impulso axial del bulón con motor en marcha y falla en la sincronización.**

Un deficiente mantenimiento de los cilindros, anillos y biela así como una rotura o deformación de la faja de sincronización por desgaste puede ocasionar una rotura de los pistones y cigüeñales.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

#### **9.2.5. Casa de Máquinas (edificio, turbinas y generadores eléctricos)**

##### **1. Explosión e incendio del generador por falla en el aislamiento de bobinas, rotor o excitatriz.**

El aislamiento de las bobinas del generador, tanto del rotor como del estator, así como de la excitatriz pueden fallar por envejecimiento o por sobretensiones originadas por descargas atmosféricas o maniobras en el sistema eléctrico, causando la puesta fuera de servicio del equipo.

Con el objeto de evitar las consecuencias de estas fallas es necesario que se efectúen controles y pruebas permanentes así como un mantenimiento anual integral que permita restituir las propiedades aislantes de las partes fijas y móviles de los generadores con objeto de darles mayor confiabilidad a las operaciones.

Por lo señalado la probabilidad de ocurrencia es media, sus consecuencias dañinas, estimándose un riesgo moderado.

##### **2. Incendio y explosión de la turbina**

Por fallas en los dispositivos de control y protección, por fugas de vapor, combustible, agua caliente, aceite y por negligencia en el personal pueden originarse incendio y explosión.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia es extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

#### **9.2.6. Líneas, subestaciones (transformadores de potencia) y sistemas de protección y control**

##### **1. Explosión e incendio del interruptor por falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.**

Una falla en el aislamiento de terminales, cámaras de extinción y contactos del interruptor originaran un grave daño al equipo y provocarán una salida intempestiva del mismo al que están protegiendo. Estas pueden ocurrir por falta de mantenimiento o por falla del material, por lo que deben establecerse controles frecuentes que permitan conocer programar y realizar su mantenimiento preventivo.

Por estas razones la probabilidad de ocurrencia de este tipo de fallas es media, su consecuencia dañina con un riesgo moderado.

## **2. Cortocircuito e incendio de los tableros por falla en el aislamiento de los tableros**

Las fallas de aislamiento de los diversos componentes y del cableado de los tableros, pueden ocasionar un cortocircuito, con el consiguiente incendio y destrucción del tablero y la puesta fuera de servicio del equipo que controla.

Para evitar este tipo de fallas deben programarse inspecciones frecuentes y realizar mantenimientos preventivos programados.

Por estas razones la probabilidad de ocurrencia de estas fallas son medias, sus consecuencias dañinas con un riesgo tolerable.

## **3. Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos**

Las líneas de transmisión y los terminales de los cables de potencia del sistema eléctrico de Shougesa están permanentemente contaminados por el polvo que levantan y arrastran los fuertes y continuos vientos existentes en la zona, los que se impregnan en los aisladores provocando descargas eléctricas y puestas a tierra que originan las interrupciones del suministro eléctrico a las operaciones y al servicio público de electricidad. El contenido de este polvo se incrementa con los que se producen por las operaciones mineras creándose un polvo con contenido metálico que acelera el proceso de contaminación del aislamiento de las líneas y terminales de los cables.

Esta situación obliga a incrementar la frecuencia y la calidad de los mantenimientos preventivos con la finalidad de minimizar sus efectos negativos.

Por lo mencionado la probabilidad de ocurrencia de este hecho es alto, su efecto es dañino y el riesgo importante.

En el cuadro No. 8.1. se muestra la estimación de todos los riesgos identificados en la Central Térmica San Nicolás

# SHOUGANG GENERACIÓN ELECTRICA S.A.A.

TABLA 8.1  
ESTIMACION DE LOS RIESGOS EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS

ITEM	RIESGO	BABILIDAD		CONSECUENCIA ESTIMACION DEL RIESGO							Nivel		
		A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M		I	IN
<b>RIESGOS DE ORIGEN NATURAL</b>													
<b>1 SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE</b>													
1.1	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por derrame de combustible por Rotura de tuberías provocadas por Sismos.												3
1.2	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina												3
<b>2 CALDERAS</b>													
2.1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo												4
<b>3 CASA DE MAQUINAS</b>													
3.1	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por falla en estructuras de soporte provocadas por sismo												4
2.4	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por Inundación de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis												3
<b>3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>													
3.1	Colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo												1
<b>4 SUBESTACIONES Y LINEAS DE TRANSMISION</b>													
4.1	Falla en estructuras de soporte de los transformadores provocadas por sismo												3
<b>5 TRABAJADORES</b>													
5.1	Accidentes por sismo de gran intensidad y tsunamis.												3
<b>6 ENTORNO AMBIENTAL</b>													
6.1	Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central por Brisa marina.												4
6.2	Deterioro de LL, TI y SS, EE por descargas eléctricas provocados por polvo												4
<b>RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO</b>													
<b>1 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL</b>													
1.1.	Aluvión y erosión por rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atenuado.												3
<b>2 SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE</b>													
	Incendio, explosión y caídas por derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.												3
	Incendio, explosión por derrame de combustible por reboso total del petróleo del tanque diario N° 3												2
	Incendio, explosión y caídas por derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel 2												3
	Incendio y explosión por colapso mayor del tanque de almacenamiento de petróleo Diesel 2.												3
	Incendio y explosión por rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.												3
<b>3 CALDERAS</b>													
3.1	Inestabilidad y colapso por fallas en las estructuras de soporte de las calderas												4
3.2	Explosión en el hogar por fallas en los dispositivos de seguridad y control												4
3.3	Rotura del Drum y tubos por Bajo nivel del agua del Drum, recalentamiento y corrosión de los tubos												4
<b>4 MOTOR DIESEL</b>													
4.1	Explosión del carter por ignición de los gases y neblina del aceite en el carter.												3
4.2	Rotura de pistones y cigueñales por impulso axial del bulón con motor en marcha y falla en la sincronización												3
<b>5 CASA DE MAQUINAS</b>													
5.1	Explosión e incendio del generador por falla en el aislamiento de bobinas de rotor, estator o excitatriz de los generadores												3
5.2	Explosión e incendio de la turbina por falla en dispositivos de control y protección de presión, temperatura y caudal de las turbinas, fugas de vapor, agua caliente, aceite y; por negligencia del personal												3
<b>6 LINEAS Y SUBESTACIONES</b>													
	Explosión e incendio por falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.												3
	Incendio por cortocircuito debido a falla en el aislamiento de los elementos de los tableros												3
	Salida de servicio por puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos												4
<b>RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO - POR CONDICIONES SUBESTANDARES</b>													
<b>1 UNIDADES DE GENERACION, SIST. MEDICION, PROTECCION Y CONTROL</b>													
1.1	Caídas de personas al mismo nivel												1
1.2	Caídas de personas a distinto nivel												2
1.3	Caída de objetos												2
1.3	Desprendimientos, desplomes y derrumbes												2
1.4	Choques y golpes												2
1.5	Maquinaria automotriz y vehiculo (dentro del trabajo)												2
1.6	Atrapamiento												2
1.7	Cortes												1
1.8	Proyecciones												1
1.9	Contactos térmicos												3
1.10	Contactos químicos (contacto con asbesto y otros productos)												4
1.11	Contactos eléctricos												4
1.12	Arco eléctrico												4
1.13	Sobre esfuerzos (carga física dinámica)												1
1.16	Confinamiento												3
1.17	Tráfico (fuera del centro de trabajo)												1
1.18	Sobre carga térmica												3
1.19	Ruido												3
1.20	Vibraciones												2
1.21	Radiaciones ionizantes												2
1.22	Radiaciones no ionizantes												1
1.23	Ventilación												2
1.24	Iluminación												1
1.25	Agentes químicos												3
1.27	Carga física (carga estática postural)												1
1.28	Carga mental												1
1.29	Condiciones ambientales del puesto de trabajo												3
1.30	Configuración del puesto de trabajo												1

A	Alto	ED	Extrem	T	Trivial	1
M	Medio	D	Dañino	TO	Tolera	2
B	Bajo	LD	Ligera	M	Moder	3
				I	Import	4
				IN	Intoler	5

## **10. MEDIDAS PREVENTIVAS, ACCIONES DE MITIGACIÓN**

### **10.1. DETERMINACION DE LOS RIESGOS CRITICOS**

De acuerdo a la estimación de riesgos efectuada en el capítulo anterior se puede concluir que; el nivel de la mayoría de los riesgos evaluados son tolerables o moderados; pero también existen varios riesgos considerados importantes. Podemos considerar que los siguientes riesgos merecen una especial atención por las razones que se indican:

1. Los elementos más sensibles serían, las calderas, la casa de máquinas seguido de las líneas y subestaciones ya que existe una conjugación de factores naturales (sismo y entorno ambiental) y antropogénicos (personal) que sumados a la antigüedad de los equipos la hacen vulnerables a dichos factores y se corre el riesgo de incendios, explosiones, inestabilidad y colapso de ellas.
2. El sistema de suministro y almacenamiento de combustible puede también representar un riesgo de incendio, explosión y contaminación del agua de mar por derrames provocados por sismos o razones antropogénicas; sin embargo sus efectos no alcanzarían los niveles mencionados anteriormente.
3. Otros elementos sensibles son las turbinas, generadores eléctricos y las líneas y subestaciones por razones de mantenimiento y operativas los que pueden originar igualmente incendios, explosiones y salidas de servicio de ellas.
4. También resultan de cierta importancia los riesgos por contactos eléctricos y arco eléctrico.

Los otros riesgos de menor nivel se considera que son controlados sólo mediante el cumplimiento de los estándares y procedimientos.

### **10.2. MEDIDAS DE MITIGACION Y CONTROL**

En el siguiente Cuadro N° 10.1 se ha planteado para cada uno de los riesgos descritos anteriormente las respectivas medidas de mitigación y control.

**Tabla N° 10.1  
PROGRAMA DE MITIGACION Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CENTRAL  
TERMICA SAN NICOLAS**

RIESGO	ESTIMACION DEL RIESGO	CAUSAS	ANALISIS	MEDIDAS DE MITIGACION Y CONTROL DE RIESGOS
Explosión, incendio y contaminación del mar por derrames de combustible debido a rotura de tanques y tuberías del sistema de suministro y almacenamiento de combustible.	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sismos de gran intensidad</li> <li>▪ Brisa marina</li> <li>▪ Deficiencias en el mantenimiento</li> <li>▪ Negligencia del personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La zona de emplazamiento de la central es de alta sismicidad.</li> <li>▪ La central está muy cerca al mar</li> <li>▪ No cumplimiento de Programa de inspecciones</li> <li>▪ Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de sismos.</li> <li>▪ Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.</li> </ul>
Colapso de las caderas por falla de sus estructuras de soporte	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sismos</li> <li>▪ Corrosión de estructuras</li> <li>▪ Oxidación de pernos de anclaje</li> <li>▪ Costuras de las soldaduras fatigadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La zona de emplazamiento de la central es de alta sismicidad.</li> <li>▪ La central está muy cerca al mar</li> <li>▪ No cumplimiento de Programa de inspecciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de sismos.</li> <li>▪ Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.</li> </ul>
Incendio y explosión en el Hogar de las Calderas	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falla de dispositivos de seguridad</li> <li>▪ Sobre presiones en los tubos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No cumplimiento de Programa de inspecciones</li> <li>▪ Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de incendios.</li> <li>▪ Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.</li> </ul>
Rotura del Drum y/o tubos de las Calderas	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bajo nivel del agua del Drum</li> <li>▪ Recalentamiento de tubos</li> <li>▪ Corrosión de tubos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fallas en el sistema de control de nivel de agua</li> <li>▪ Errores humanos en la verificación</li> <li>▪ Falla de las bombas de agua de alimentación</li> <li>▪ Tubos sin agua de refrigeración</li> <li>▪ Tubos con sarro interno</li> <li>▪ Mala calidad del agua</li> <li>▪ Falta de un programa periódico de recambio de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.</li> </ul>

**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.**

			tubos	
Explosión e Incendio del turbo generador a vapor	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cortocircuito en los generadores eléctricos</li> <li>▪ Fuga de vapor, combustible, agua caliente, aceite.</li> <li>▪ Falla en los dispositivos de control y protección</li> <li>▪ Negligencia del personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fallas en el aislamiento de bobinas del rotor, estator o excitatriz</li> <li>▪ Falta de verificación periódica del estado de operatividad de los dispositivos de control y protección</li> <li>▪ Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificación periódica del nivel de aislamiento de los bobinados del generador y excitatriz</li> <li>▪ Verificación periódica de las líneas de vapor, agua caliente y circuito de combustible</li> <li>▪ Realizar la contrastación y pruebas de los dispositivos de control y protección</li> <li>▪ Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.</li> <li>▪ Capacitación a los trabajadores sobre los riesgos en circuitos eléctricos.</li> </ul>
Incendio por Cortocircuito en los transformadores	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de verificación periódica del aislamiento de equipos cableado</li> <li>▪ Sobrecarga o sobretensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verificación periódica del aislamiento de equipos y cableado</li> <li>▪ Mantenimiento de equipos de protección</li> </ul>
Salida de servicio por puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Polvos del ambiente</li> <li>▪ Material particulado de las operaciones mineras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificación periódica del aislamiento de equipos y cableado</li> </ul>
Contactos eléctricos	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contacto directo o indirecto con equipos o instalaciones energizadas o con electricidad inducida o estática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo</li> <li>▪ Por no cumplir con la señalización del Código Nacional de Electricidad e INDECI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo</li> <li>▪ Capacitación adecuada al personal en la observancia del Reglamento Interno de Seguridad, Planes de Contingencia, estándares y procedimientos de trabajo.</li> <li>▪ Cumplir con la señalización del Código Nacional de Electricidad e INDECI</li> </ul>
Inhalación de asbesto	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 30% de Tuberías cubiertas con aislamiento térmico de asbesto Polvos del ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de conocimiento acerca del manejo y retiro de asbesto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tener un procedimiento de Trabajo para retiro de Asbesto</li> </ul>

**10.3. PROTECCIÓN DE TANQUES Y ESTRUCTURAS DE LOS EFECTOS DEL FUEGO**

Los Tanques de la Central Térmica San Nicolás son de material de concreto y empotrados en la ropa de basamento de la Central.

Para mantener frías las paredes (básicamente el techo) de los tanques se dispone de un sistema contraincendio, con sus mangueras, con una de las cuales se rociará intermitentemente a fin de mantener la temperatura adecuada en los tanques.

Las paredes de concreto no son muy buenas conductoras del calor y además lo que se almacena es petróleo Residual 500 el cual tiene un punto de inflamación bien alto.

De la misma manera se procederá para el tanque de almacenamiento de petróleo Diesel -2, este tanque si es aéreo y metálico por lo que la frecuencia de rociado con el agua debe ser mayor, siendo en el peor de los casos constante.



### **10.3.1. REQUERIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO**

En el Estudio de Riesgos realizado para este Patio de Tanques, el riesgo principal es la infraestructura faltante para el uso del agua de enfriamiento y de extinción. Asimismo la requerida para la formación de espuma. Considerando

la normatividad nacional el D.S. N° 052-93-EM, y la norma NFPA , las cantidades requeridas se muestran a continuación:

**Cantidad del Agua para Enfriamiento y Espuma**

<b>Tanque</b>	<b>Espuma GPM</b>	<b>Espuma, Galones para 30 minutos</b>	<b>Tk-Radiante GPM</b>	<b>Tk-Radiado, Galones para 30 minutos.</b>
363-475	63	1890	Muy distante	No existe
363-256 / 704	58 / 58	1740 / 1740	59 / 59	30 / 30

**(\*) No es necesario aplicar agua de enfriamiento, por estar a Sotavento del Tanque encendido (D.S. 052-93-EM Art. 86°)**

**Cantidad de Concentrado de Espuma**

<b>Tanque</b>	<b>GPM</b>	<b>Galones en 30 minutos</b>
363-475	2	60
363-256 / 704	2 / 2	60 / 60

**10.4. ACCIONES PLANEADAS EN CASO DE EMERGENCIAS**

**10.4.1. INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL**

***Entrenamiento de Brigadas de Emergencia***

- Al personal de las Brigadas se les capacitará en el procedimiento de los distintos tipos de incendios (incendios eléctricos, por hidrocarburos, en material sólido, etc.) con el fin de aplicar el elemento extintor correcto (agua, CO2, polvo químico seco, etc.).
- Capacitar y entrenar al personal en el uso adecuado de los extintores y a reconocer su ubicación en forma inmediata.
- Capacitar y entrenar al personal en la Movilización y Evacuación del personal en caso de desastre.
- Adicionalmente capacitarlo para el manejo de gente en situaciones de pánico para poderlas evacuar apropiadamente.

- Capacitar al personal en la evacuación del equipo extintor ubicado en la Central a fin de no tener sorpresas en el momento de la emergencia.
- Capacitar a la brigadista en el Plan de Comunicaciones internas o para ayuda externa según el caso amerite.
- Capacitar al brigadista en el reconocimiento y uso de alarmas.
- Capacitar al personal en Primeros Auxilios y atención heridos.
- Entrenar en la localización rápida de Botiquines, Camillas y uso de vehículos para el transporte de pacientes.

Todo el personal involucrado deberá conocer los puntos de control y observación establecidos para eventos esperados dentro del Plan de Contingencias, asimismo deben tener claro conocimientos de las Hojas de Seguridad de las sustancias tóxicas o peligrosas.

Conocer la ubicación de los equipos y herramientas de respuestas para accidentes con sustancias peligrosas, así como los implementos de seguridad adecuados para manipular cada tipo de sustancias peligrosas (botas, cascos, guantes especiales, gafas, respiradores y otros).

El personal encargado del almacenamiento deberá conocer las características ambientales para mantener en buenas condiciones las sustancias peligrosas (lugares secos y ventilados).

El personal de mantenimiento debe tener en claro conocimiento respecto a los equipos y/o herramientas, que debe utilizar para afrontar y mitigar todo tipo de derrames de sustancias peligrosas.

#### **10.4.2. INCENDIOS**

##### **10.4.2.1. Durante el Incendio (medidas generales)**

En caso de que el incendio se produzca se debe evitar que el fuego se extienda rápidamente y libremente, es decir solamente deberá causar el menor daño posible.

En el caso de incendios, estas son las indicaciones mínimas que se deben considerar:

- En caso de detectar humo o llama, se comunicará al COE de acuerdo al procedimiento de notificación interno, a fin de coordinar las acciones a seguir en la extinción del fuego.
- Mantener la calma, controlando posibles casos de pánico.
- Sólo si está capacitado para usar un extintor, dirigirse rápidamente al sitio del amago, de lo contrario evacue el área a las Zonas de Seguridad que se encuentran demarcadas. Recuerde que los extintores portátiles

sólo deben ser utilizados para controlar amagos y no incendios declarados.

- Personal capacitado intentará extinguir el fuego, o contener las llamas para que no se expandan, con los medios disponibles (extintores, arena, agua, etc). Hasta que la Brigada Contra Incendios entre en acción.
- Se solicitará la presencia del Camión de Contra Incendio de Shougang Hierro Perú S.A.A. y de los Bomberos de San Juan de Marcona, para ello se dispondrá en un lugar visible de la Sala de Control los números telefónicos de emergencias, a efectos de obtener una pronta respuesta al acontecimiento.
- La Supervisión del área deberá iniciar la evacuación del personal ajeno a la emergencia, hasta que la Brigada de Evacuación entre en acción y los destine a los lugares seguros preestablecidos en el Plan (Zonas de Seguridad).
- Las Brigadas de Contingencias, una vez organizadas, realizarán instruirán e implementarán el plan de respuesta ante las emergencias de fuego acorde a las características del área comprometida y todo el personal ajeno deberá de ser debidamente evacuado.

#### **10.4.2.2. Después del Incendio (medidas generales)**

- Mantener la calma y cerciorarse que se haya sofocado todo tipo de llamas asegurándose que no existan focos de reinicio del fuego.
- Realizar labores de rescate de personas si las hubiese brindándoles los primeros auxilios de ser el caso o transportándolas a la Enfermería de Shougang Hierro Perú S.A.A. o Essalud de San Juan, dependiendo de la gravedad de la lesión.
- Acordonar o restringir el acceso de personas no autorizadas a la central.
- Realizar los trabajos de remoción o retiro de escombros y limpieza.
- Evaluar los daños ocasionados el entorno, vecindad y medio ambiente así como evaluar las pérdidas sufridas a nivel humano, de infraestructuras, y patrimonial.
- La disposición final de materiales contaminados o impregnados de combustibles deberá de seguir los procedimientos establecidos en el Plan de Manejo de residuos industriales de la Central.
- Elaborar un Informe preliminar del Incendio y remitirlo al OSINERGMIN dentro de las 24 horas de producido de acuerdo a los procedimientos antes mencionados en el punto 5.3.1 del presente Plan de Contingencias.
- Informar a otras autoridades locales o Centrales según corresponda.

#### **10.4.2.3. Incendio en Calderas y Precalentadores**

- Para afrontar un incendio en las Calderas y/o Precalentadores se seguirá el procedimiento general pero el agua será el elemento extintor

del fuego, para ello se utilizarán las mangas contra incendios instaladas en cada uno de las tomas de agua cercana a cada caldera y que son alimentadas por la bomba Búster 2.

- Se abrirán los ojos de buey de los precalentadores, y otras ventanas que sean necesarias para que se pueda atacar el fuego con la presión del agua del Sistema Contra Incendio de la Central.
- Se apoyará la labor de los Bomberos cuando lleguen.

#### **10.4.2.4. Incendio en Sistemas Eléctricos**

- Para afrontar un Incendio en los diferentes equipos eléctricos de la Central (Paneles de Control, Barras, MCC's, etc.) se seguirá el procedimiento general, el CO<sub>2</sub> y el Polvo Químico Seco serán los elementos extintores del fuego, para ello se utilizarán todos los extintores disponibles en la Central (portátiles y rodante), nunca agua, a menos que esté completamente comprobado que el equipo involucrado en el incendio está totalmente desenergizado y aislado y los otros equipos del entorno también lo están, para así evitar mayores desastres.
- Por lo tanto una de las primeras acciones que se deben tomar cuando un equipo eléctrico está incendiándose es el de desenergizar totalmente todos los equipos eléctricos del sector involucrado y colocar los candados o tarjetas de seguridad correspondientes hasta que el incendio haya sido controlado.

#### **10.4.2.5. Incendio en Almacenamiento de Aceites y Lubricantes**

- El incendio en el almacén de aceites y lubricantes puede ocurrir como consecuencia de un derrame de los recipientes que contienen el aceite o lubricante, ya sea por la ignición de la piscina formado por el derrame o bien por la ignición de la nube de vapor formada por la evaporación del hidrocarburo derramado. En este caso la fuente de ignición podría ser una chispa eléctrica producida por un cortocircuito.
- En este caso se procederá a desenergizar el almacén y atacar el incendio con polvo químico seco y espuma química y utilizando los extintores portátiles y rodantes y el agua del Sistema Contra Incendios para la mezcla del "Foam" y agua sola para enfriar otros depósitos cercanos aun no involucrados en el incendio.

#### **10.4.2.6. Incendio del Diesel N° 2**

- Un incendio en el tanque de almacenamiento de Diesel N° 2 sería solo posible por medio de una chispa externa (algún trabajo en caliente

cercano) o una chispa de corriente estática. Para ellos se procederá a atacar el incendio con polvo químico seco y espuma química y utilizando los extintores portátiles y rodantes y el agua del Sistema Contra Incendios para la mezcla del “Foam” y agua sola para enfriar otros equipos cercanos aun no involucrados en el incendio.

#### **10.4.3. LLUVIAS INTENSAS**

Para el caso de la Central Térmica de San Nicolás este no es un Riesgo Potencial debido a su posición geográfica, su clima de desierto árido – seco hace que no se presenten precipitaciones fluviales en todo el año, a excepción den temporadas de la ocurrencia del Fenómeno del Niño en la cual se producen algunas “garúas” un poco persistentes, pero que en el historial no han registrado más de 03 días continuos y nunca llegando a tener la intensidad de una lluvia. Por lo tanto tomaremos en cuenta esta contingencia en el presente Plan.

#### **10.4.4. SISMOS**

La probabilidad de ocurrencia de este evento adverso significa un riesgo para la vida y la integridad de las personas, su patrimonio y el medio ambiente; además generaría la interrupción de los servicios públicos esenciales y de las actividades normales de la población.

No existe oficina o Central Industrial alguna ni empresa de ninguna clase que sea inmune al desastre. Las situaciones de emergencia pueden surgir en cualquier momento y originarse por causas muy diversas y siempre el peligro es el mismo: daños a las personas y a la propiedad. En caso de sismos y/o terremotos el principal peligro proviene del derrumbamiento de las edificaciones, del estallido de incendios ocasionado por la rotura de la tubería de gas o por fallas eléctricas.

Las dos escalas más difundidas para medir los sismos son:

- Escala de Richter (Mide la Magnitud)
- Escala de Mercalli (Mide la Intensidad)

El siguiente cuadro muestra los valores de estas dos escalas:

<b>ESCALA DE RICHTER</b>	<b>ESCALA DE MERCALLI</b>
2	I-II Tan solo registrado en el sismógrafo
3	III Se siente en el interior del as

	edificaciones
4	IV-V Casi todas las personas los sienten. Ligero daño material.
5	VI Todos los sienten. Corren fuera de las edificaciones. Daño menor moderado.
6	VII – VIII Todas las personas corren fuera de las edificaciones. Daño de moderado o intenso
7	IX-X Gran daño, muertes
8	XI- XII Destrucción total, cataclística.

#### **10.4.4.1. Recomendaciones generales para casos de Sismos**

- Si se hace frente a una situación de sismo o terremoto, el personal deberá ser instruido a mantener la calma en todo momento. Pensar con claridad es lo más importante en esos momentos.
- Cuando comiencen los temblores el personal dejara de operar de inmediato, apagando rápidamente las maquinas que están siendo utilizadas y se dirigirá en primer instancia al as Zonas de Seguridad.
- En caso de no lograrse tal cometido, se desplazaran para protegerse en áreas seguras (marco de puertas, debajo de mesas o escritorios fuertes si ese está dentro de oficinas, de no existir muebles con esas características, deberán desplazarse hacia una esquina del ambiente o pasillo; son válidas también zonas abiertas, libres de cables eléctricos o escombros, etc.)
- En el interior de la edificación colocarse en cuclillas o sentado, agarrado del mueble, cubriéndose la cabeza y el rostro. Protegerse de los objetos que puedan caer.
- El mobiliario de las oficinas se dispondrá de manera tal que permanezca estable durante un terremoto.
- Luego del primer temblor las personas deberán estar preparadas para recibir más sacudidas debido a las ondas de choque que siguen al primero (réplicas). La intensidad puede ser moderada, pero aún así causará daños.
- Las Brigadas de Emergencias verificarán la existencia de heridos. No se moverán las personas con heridas graves a menos que estén en peligro. Se realizarán los primeros auxilios y se dará atención a las reacciones emocionales consecuencia del hecho.
- Si las condiciones los requieren, se solicitará asistencia a los Bomberos, Policía, Ambulancias, etc.
- Se verificará si hay escapes de gas, de detectarse pérdidas se procederán a cerrar las llaves de paso correspondientes, de igual manera se hará con los servicios de agua y electricidad.

- Se tendrá precaución con la posible existencia de cristales rotos, evitándose el contacto con cables eléctricos derribados e instalaciones dañadas.
- No se generará chispas y llama en las áreas afectadas por el terremoto.
- En caso de producirse incendios como consecuencias del temblor, se implementará la respuesta mencionada en el punto 8.1.
- Se limpiarán posibles derrames de líquidos combustibles, inflamables, tóxicos, medicamentos, etc.
- Se inspeccionarán con precaución los mobiliarios, estando atentos a objetos que puedan caer súbitamente de los estantes.

#### **10.4.4.2. Señales de Alarma**

- **Sonora:** Será activada para indicar el momento de iniciar la evacuación. Será una vez que el Supervisor de la Sala de Control reciba la orden el Coordinador del plan cuando el Sismo haya terminado y antes que empiecen las réplicas.
- **Perifoneo:** Será utilizado por el Coordinador del Plan para dar las órdenes respectivas a los equipos de evacuación y rescate.

#### **10.4.4.3. Salidas de Emergencia**

Las que se indican en las instalaciones de la Central y en los planos de evacuación.

#### **10.4.4.4. Zonas de Seguridad**

Son las zonas recomendadas por el Comité de Seguridad como lugares seguros en situaciones de sismos.

#### **10.4.4.5. Zona de Reunión del Personal**

Es el área de la Central donde se reunirá el personal finalizado la evacuación

#### **10.4.4.6. Instrucciones a los Miembros de la Brigada de Evacuación**

- Culminado el movimiento telúrico se procederá a la evacuación de la Central.
- Al oír la alarma prepare al personal para la evacuación.

- Al oír la alarma general anuncie la evacuación de la Central.
- Durante la evacuación realizará las siguientes acciones:
  - ✓ Guiar a los ocupantes de la Central hacia las vías de evacuación previstas.
  - ✓ Tranquilizar a las personas durante la evacuación, pero actúe con firmeza para conseguir una evacuación rápida y ordenada.
  - ✓ Ayudar en la evacuación de personas impedidas, disminuidas o heridas.
  - ✓ No permitir la recogida de objetos personales.
  - ✓ No permitir el regreso a los locales evacuados a ninguna persona que pretenda ir a buscar algún objeto o a otra persona.
  
- Una vez finalizada la evacuación de la Central comprobará que no quede ningún rezagado en el interior del recinto evacuado.
- Coordinar acciones con la Brigada de Primeros Auxilios de la Central a fin de dar ayuda y atención inmediatamente a algún herido, resultante del Sismo.
- Cerrará las puertas que atraviere en su camino de evacuación.
- Espere instrucciones del Coordinador del Plan a través del Sistema de Perifoneo de la Central.

#### **10.4.4.7. Instrucciones a los Trabajadores de la Central**

##### **Antes**

- Conocer el fenómeno y como protegerse, verificar si las construcciones cumplen con las normas de diseño y construcción resistentes al sismo y adecuados al tipo de suelo. Los suelos de peor calidad son los de sedimentos como lodo, arena o saturados de humedad, los mejores son de roca buena.
- Identificar las áreas internas y externas de seguridad, donde figuran avisos de “lugares seguros en caso de sismos” (intersección de columnas con vigas, umbrales de puertas, escritorios, mesas, patios), zonas de peligro y rutas de evacuación.
- No colocar, sin previa seguridad, objetos pesados o frágiles en lugares altos.
- Los ambientes y rutas de evacuación deben estar libres. Las puertas y ventanas deben abrirse fácilmente.
- Tener a la mano un directorio telefónico de emergencia botiquín de primeros auxilios, un radio portátil y una linterna de mano.

##### **Durante**

- Mantener la calma, no correr desesperadamente, no gritar. Estas actividades desatan pánico.
- Dirigirse a las Zonas Seguras y esperar que pare el movimiento.
- Evacuar la Central con serenidad y en orden.
- Si hay seguridad, permanecer en las edificaciones; sino, ir a lugares abiertos y seguros. Si está en áreas cerradas y llenas de gente, salir en orden a una zona segura.
- Utilizar linternas a pilas para alumbrarse, nunca fósforos o velas.
- Si conduce vehículos, deténgase y permanezca adentro. Aléjese de postes y letreros.
- Si está cerca de las playas, aléjese podría ocurrir un Tsunami.
- Actuar con seguridad, aplicando el plan de contingencia.
- Estar preparados para las réplicas. Siga las instrucciones del Coordinador del Plan de Contingencias.

### **Después**

- Terminado el movimiento salir de la Central a la zona de seguridad y esperar las instrucciones del Coordinador del Plan.
- Apoyar con primeros auxilios si está capacitado. Llamar al personal médico.

#### **10.4.4.8. Instrucciones para la Evacuación de la Central**

Finalizado el movimiento sísmico se procederá a evacuar la Central, el plan será el siguiente:

- Sonará la alarma general.
- Prepárese para evacuar el edificio
- Siga las indicaciones de los componentes del equipo de evacuación de la Central.
- Evacue con rapidez, pero no corra. No evacue con objetos voluminosos.
- Durante la evacuación no retroceda a recoger objetos personales o a buscar a otras personas y diríjase a la zona de reunión.

#### **10.4.5. INUNDACIONES**

Para el caso de la Central Térmica de San Nicolás este no es un Riesgo Potencial desde el punto de vista Natural debido a su posición geográfica, pero el Riesgo de Inundaciones por la actividad humana (artificiales) si es Potencial debido a la presencia de tuberías de diámetros mayores (30 pulgadas) que conducen grandes cantidades de agua que se bombean

desde el mar (más de 1300 m<sup>3</sup> por hora) y que su recorrido es rodeando la Central y subiendo a niveles más altos que el nivel de la Central quedando ella en el camino del recorrido de una posible inundación. Además en la parte posterior de la Central, en un nivel más alto que ella y a solo unos 50 mts de distancia lineal, se ubican dos Tanques de Almacenamiento de agua condensada de 100,000 y 46, 000 galones de capacidad, los cuales, en caso de un accidente o colapso pueden provocar una inundación en toda la Central. A más de ello, en la Central tenemos otros dos tanques de 31,300 y 28,400 galones respectivamente que también podrían provocar una inundación al colapsar.

Además, esta inundación de agua puede venir acompañada de material aluvial, creándose un deslizamiento de lodo y piedras que puede poner en peligro la vida del personal y la propiedad.

Por ello, en caso de producirse una inundación y/o deslizamiento de material sólido que pueda provocar el colapso de tuberías de conducción de petróleo (R-500 y Diesel N° 2), inundar pozos de conducción de cables eléctricos de alta tensión, y pozos de bombas, ingresa en los tanques diarios de almacenamiento de R-500 y producir el desborde de su contenido, comprometer equipos eléctricos importantes, y etc., se deberá actuar de la siguiente manera:

- Cuando se produzca inundaciones el personal dejará de operar de inmediato, apagando rápidamente las máquinas que están siendo utilizados y se dirigirá en primera instancia a los puntos de concentración o reunión preestablecidos para estos casos.
- Se avisará por Gai Tronics del evento para conocimiento del Coordinador del Plan y para que la Sala de Control active la Alarma de emergencias.
- Se desenergizará los equipos eléctricos de la Central.
- El Coordinador del Plan activará el Plan y comenzará el proceso de comunicaciones y juntamente con el Coordinador de Brigadas iniciará la Evacuación y rescate de heridos y lesionados.
- Todo el personal que se encuentren en los pozos de bombas deben abandonarlas en forma rápida porque pueden quedar atrapados en ellas.
- En caso de producirse fugas o derrames como consecuencia de inundaciones, se implementará la respuesta mencionada en los puntos 8.2, 8.3.1 u 8.3.2 según corresponda.
- Así mismo comunicar el evento a las autoridades locales y Defensa Civil, Ambulancias, etc, según sea necesario.
- Otro equipo estará procurado detener el origen de la fuga de agua: apagando el bombeo, poniendo barreras, creando cauces para desvío del flujo de agua y lodo.

- Al ser artificial, la fuente de las aguas es limitada y más fácil de controlar que cuando es natural.

#### **10.4.6. VIENTOS FUERTES**

En esta zona, donde está ubicada la Central, la presencia de viento relativamente fuertes es continua durante todo el año, velocidades de 30 a 10 km/hora son “normales” para ciertas temporadas del año (otoño, invierno), agudizándose en tiempo de “Vientos Paracas” (40 a + 60 km/hora) y ni aún en estas temporadas la Central a sufrido daños de ninguna clases.

Por otro lado, debido a esta realidad todos los proyectos estructurales, instalaciones y anclajes, en esta zona, contemplan este dato desde la etapa de diseño para que sean resistentes a estos embates de estos vientos y a la erosión que estos producen, además de todo esto la Central esta ubicada detrás de un acantilado artificial (corte en el lecho rocoso granítico para emplazamiento del a central) que corta el viento y lo atenúa antes de golpear la Central directamente.

Por todas estas consideraciones, y tomando en cuenta que nunca en la historia de San Nicolás y San Juan se han producido vientos huracanados (de velocidades de viento que sobrepasan los 80 a 100 km/hora), no tomaremos en cuenta esta contingencia en el presente Plan ya que no representa un Riesgo Potencial.

#### **10.4.7. TSUNAMIS**

Nuestra Central, al estar emplazada a pocos metros del Océano Pacífico siempre está en riesgo de ser afectada por un Tsunami, aunque las olas del Tsunami se forman generalmente en el océano abierto y eventualmente en la Bahía de San Nicolás que está dándoles la espalda, además de ellos, a unos 200 metros de la Central hay un rompeolas y contamos con un barrera natural de acantilados de unos 30 metros de altura que están entre la Central y el océano abierto.

En caso de un Tsunami se deberá de proceder de la siguiente manera:

- Luego de ocurrido un fuerte sismo o terremoto, las personas deberán estar preparadas para recibir eventualmente un Tsunami debido a las ondas de choque que siguen a un terremoto en el mar.

- Si se hace frente a una situación de tsunami, el personal deberá ser instruido a mantener la calma en todo momento. Pensar con claridad es lo más importante en estos momentos.
- Una vez que haya alerta de Tsunami el personal dejará de operar de inmediato procurará apagar todos los equipos que está utilizando y se dirigirá rápidamente hacia los puntos más elevados con relación al nivel del piso y de ser posibles lo más alejado del mar (zonas libres de cables eléctricos o escombros, etc.) y espere allí a que termine el evento.
- Una vez concluido el desastre y estando seguro de que no habrá réplicas de más olas gigantes las Brigadas entrarán en acción para responder a cualquier otro desastre que se haya producido por causa del tsunami (incendios, derrames, accidentados, derrumbes, etc.).

#### **10.4.8. EXPLOSIONES**

Las Explosiones se pueden dar en Calderas, Turbinas, Barras, Transformadores, Banco de Batería, Paneles Eléctricos, MCC`s y otros equipos eléctricos, etc., generalmente por corto circuito, sobre presiones y falta de mantenimiento preventivo y predictivo en general, y por ser un evento rápido y de gran impacto solo se podrá responder a las consecuencias de este, es decir: Incendios, Inundaciones, Derrames de sustancias tóxicas, personal herido y hasta muertos, por lo que se procederá de acuerdo a cada evento según lo estipulado en este Plan de Contingencias y para el caso de accidentes y/o fallecimientos, según lo indica el Reglamento Interno de Seguridad y Salud de la Central, de acuerdo a la R.M. N° 161-2007-MEM/DM.

#### **10.4.9. INTERRUPCIÓN INTEMPESTIVA EN LA OPERACIÓN POR FALLAS EN EL GRUPO GENERADOR.**

##### **10.4.9.1. Procedimiento para la recuperación definitiva del grupo generador**

Como primer paso verificar in situ la magnitud de los daños ocurridos y solicitar a almacenes los repuestos disponibles y evaluar el requerimiento de repuestos y solicitar a almacén los repuestos disponibles y los no disponibles solicitar compra de proveedores o de los mismos fabricantes. Y de ser el caso coordinar asistencia técnica de los fabricantes.

Luego, autorizar al responsable de la cuadrilla para proceder al inicio de las actividades de recuperación del grupo generador.

Las posibles actividades para la recuperación del grupo generador, son:

### **DAÑOS EN LA TURBINA**

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: alabes de la turbina, servomotores del sistema de regulación de velocidad, válvulas, tubería de refrigeración, chumaceras, según sea el caso.

### **DAÑOS EN EL ALTERNADOR**

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: excitatriz principal, excitatriz piloto, anillos colectores, polos del rotor, bobinado estático, interruptor del campo, regulador de tensión, y sistema de refrigeración del alternador, según sea el caso.

### **DAÑOS EN LOS SERVICIOS AUXILIARES**

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: fusibles, baterías, sistemas de protección (relés), interruptor, seccionador, bombas de presión de aceite, sistemas de refrigeración y equipos de medición.

Concluidas estas actividades, el responsable de las cuadrillas de recuperación del Grupo Generador, deberá verificar el retiro del personal, herramientas, maquinarias y equipos utilizados en el proceso de recuperación.

Culminada las actividades de recuperación y de limpieza del área de trabajo, se informará al Coordinador del Plan de Contingencia la culminación de las actividades de recuperación del Grupo Generador.

El Coordinador informará al Director del Plan de Contingencia y al Centro de Control que el Grupo Generador se encuentra disponible.

- Esta emergencia se presenta por fallas en el sistema de abastecimiento de energía eléctrica de la empresa. En caso de producirse un corte en el suministro de energía eléctrica, de acuerdo la magnitud de la interrupción, se procederá a aislar el circuito interno de la instalación y seguir las acciones de acuerdo a las prácticas establecidas para el arranque y puesta en servicio de los equipos de emergencia.
- El Supervisor de Turno del Centro de Control es el responsable de afrontar en primera instancia la emergencia.
- Establecer procedimientos y funciones para las siguientes situaciones:

- a. Interrupción de un circuito que compromete al sistema, por falla del sistema de protección.
- b. Neutralizar la causa que origina la falla en el circuito.
- c. Comunicar el hecho a las áreas de operación y control del sistema y al área comercial.
- d. Atender los daños ocurridos, especialmente cuando están involucradas las personas.
- e. Diseñar la manera de restablecer el servicio con arreglos y configuraciones alternas o reparaciones del sistema.

#### **10.4.9.2. Maquinaria, herramientas, repuesto y equipos de reserva**

Verificado el elemento fallado en el grupo generador, se procederá a trasladar al área de atención de la contingencia los materiales, repuestos, equipos, herramientas y maquinarias apropiadas para la atención de la contingencia, tales como:

- Repuestos para turbinas, alternador, excitatriz, principal o piloto, interruptores, seccionadores y otros elementos que hayan fallado, según sea el caso.
- Herramientas y Equipos de Seguridad.
- De ser necesario bobinas de repuesto para reemplazar en el devanado del estator.

## **11. INFRAESTRUCTURA PARA ATENDER CONTINGENCIAS**

### **11.1 EQUIPAMIENTO DE RESERVA Y REPUESTOS**

La C.T. San Nicolás cuenta con repuestos básicos como trabajos de rutinas y también con un stock necesario de repuestos críticos. En caso de repuestos mayores se tiene que realizar con los mismos fabricantes de los equipos.

### **11.2. RECURSOS HUMANOS**

La C.T. San Nicolás cuenta con personal propio, teniendo las siguientes áreas: Operaciones, Mantenimiento Eléctrico, mantenimiento Instrumentación y Mantenimiento Mecánico. El personal de mantenimiento disponible es básicamente para atender trabajos menores. En caso de trabajos de mayor alcance, estos se realizan con asistencia de técnicos del fabricante de equipos. No se cuenta con contratos y convenios con otras empresas pero si se tiene comunicación permanente con los fabricantes de los equipos.

### **11.3. LOGÍSTICA**

En este tema la compra se realiza en forma directa con los proveedores y los mismos fabricantes.

El transporte para la logística se realiza con la Logística de la empresa Shougang Hierro Perú.

### **11.4. GENERACIÓN AUXILIAR ALTERNATIVA**

En el caso de que las unidades de la C.T. San Nicolás estén fuera de servicio y se presentara una contingencia en el que se tenga que arrancar desde cero y no se cuente con la energía del Sistema Interconectado, Se tiene a la unidad Cummins como una unidad de emergencia con el cual se puede arrancar una unidad y luego del cual se continuaría con las otras unidades.

### **11.5. MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

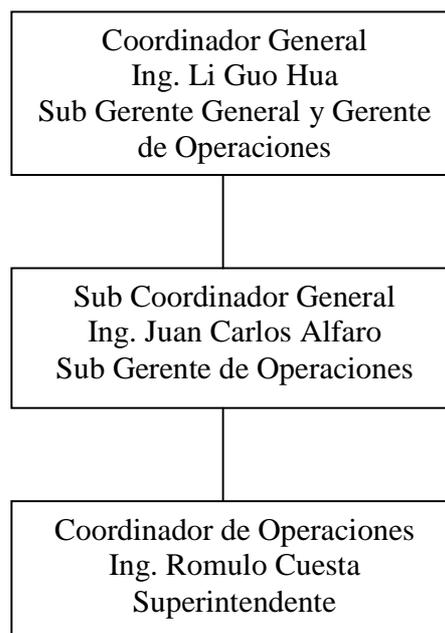
La C.T. San Nicolás cuenta con los siguientes medios de comunicación:

- Telefonía fija para comunicación interna y externa
- Teléfonos anexos para comunicación interna
- Telefonía celular para comunicación interna y externa
- Onda Portadora para comunicación externa

## **12. ADMINISTRACION Y SUPERVISION DEL PLAN DE CONTINGENCIA OPERATIVO**

### **12.1. ORGANIZACIÓN PARA AFRONTAR CONTINGENCIAS**

La organización para afrontar contingencias está conformada por personal del más alto nivel de la Empresa en el área correspondiente, como se muestra.



Los roles y funciones se describen a continuación:

**COORDINADOR GENERAL**

**IING. LI GUO HUA** : Sub Gerente General y Gerente de Operaciones

Se encargará de dirigir todas las actividades necesarias para superar la contingencia.

**SUB COORDINADOR GENERAL**

**ING. JUAN CARLOS ALFARO VALLEJO**: Sub Gerente de Operaciones

Apoya al Gerente General en las comunicaciones al interior y exterior de la Empresa representa a la Empresa ante las entidades Públicos y Privados.

Dirige el área Logística de la Empresa y canaliza las acciones necesarias para superar la contingencia.

Coordina la participación de otras Empresas y Organizaciones exteriores si la magnitud de la contingencia lo exige.

**COORDINADOR DE OPERACIONES**

**ING ROMULO CUESTA ALVARADO**: Superintendente de Planta

Ejecuta todas las acciones necesarias para superar la contingencia siguiendo las indicaciones del Plan de Acción.

Tiene a su mando toda el área de operaciones y mantenimiento que utiliza la Empresa. Supervisa el cumplimiento de las Normas de Seguridad durante la contingencia.

Coordina con Comité de Operación Económica del Sistema (COES) las operaciones relacionadas con la solución de la Contingencia.

**12.2. DECLARACIÓN DE SITUACIÓN DE CONTINGENCIA Y PUESTA EN EJECUCIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA OPERATIVO**

Para la declaración de situación de contingencia y puesta en ejecución del plan de contingencia operativo se tendrá el siguiente flujo de decisiones:

