

CAPÍTULO 5

MATRICES DE VULNERABILIDAD

Matriz 1: Vulnerabilidad operativa

Esta matriz presenta la vulnerabilidad operativa del sistema en su conjunto, comprendiendo el componente de agua potable como de alcantarillado, antes del evento sísmico.

Matriz 2: Vulnerabilidad física e impacto en el servicio

Para el análisis del sismo esta matriz presenta los componentes expuestos, los daños esperados en cada uno de ellos, su tiempo de reparación total y su efecto en el servicio.

Matriz 3: Vulnerabilidad administrativa de la empresa y capacidad de respuesta

Presenta una visión general del estado de preparación de la empresa para enfrentar situaciones de emergencia.

Matriz 4: Medidas de mitigación y emergencia

Esta matriz presenta medidas de mitigación y emergencia como respuesta a la diferente vulnerabilidad identificada en las matrices 1, 2 y 3. El costo de estas medidas, una vez descontadas las medidas redundantes en las diferentes matrices (por ejemplo, escoger entre la sustitución total o parcial de una línea de conducción o la reparación de los daños del evento sísmico, tomándose el mayor valor estimado) se estima en US\$ 5,2 millones.

Matriz 1: Vulnerabilidad operativa, agua potable

(1) COMPONENTE	(2 A)	(2 B)	(2 C)	(3)	(4)
SUBSISTEMA RÍO BANANO					
CUENCA	3.800 l/s	252 l/s	3.548 l/s		
TOMA DEL RÍO BANANO	350 l/s	252 l/s	98 l/s		
LÍNEA DE IMPULSIÓN	350 l/s	252 l/s	98 l/s		
PLANTA DE TRATAMIENTO	350 l/s	252 l/s	98 l/s		
POZOS RÍO BANANO	51 l/s	51 l/s	0 l/s		
LÍNEA DE COND 300 mm	68 l/s	83 l/s	-15 l/s		
LÍNEA DE COND 500 mm	240 l/s	218 l/s	22 l/s		
TANQUE METALICO	3.275 m³	1.334 m³	1.941 m³		
TANQUE LA COLINA(1)	150 m³	2.147 m³	-1.997 m³		
ESTACIÓN REBOMBEO LAS	4.200 m³	2.374 m³	1.826 m³		
TANQUE DE CORALES	1.377 m³	2.027 m³	-650 m³		
REDES	374 l/s	453 l/s	-79 l/s	94	(3)
SUBSISTEMA MOÍN					
FUENTES	89 l/s	100 l/s	-11 l/s		
ESTACIÓN DE BOMBEO	100 l/s	100 l/s	0 l/s		
LÍNEA DE IMPULSIÓN	100 l/s	100 l/s	0 l/s		
ZONA DE MOÍN Y	0 m³	1.060 m³	-1.060 m³		
TANQUE VILLA DEL MAR	150 m³	180 m³	-30 m³		
TANQUE DE PUEBLO NUEVO	1.064 m³	1092 m³	-28 m³		
REDES	123 l/s	150 l/s	-27 l/s	97	(3)

NOTAS:

- (1) Sólo sirve a un pequeño sector. El requerimiento es de la zona servida por la tubería de 300 mm HF.
- (2) No cuenta con almacenamiento operativo.
- (3) 94 % positividad de cloro; 88 % negatividad de coliformes fecales.

Matriz 1: Vulnerabilidad operativa, alcantarillado sanitario

(1)	(2)	(3)	(4)
COMPONENTE	COBERTURA (%)	CAPACIDAD (l/s)	CALIDAD DEL EFLUENTE
REDES COLECTORAS			AGUAS RESIDUALES CRUDAS CON DESCARGA DIRECTA AL MAR
CUENCA CENTRAL	80	72	
PIUTA	72	16	
CORALES	85	18	
CANGREJOS	45	12	
PORTETE	15	1	
ESTACION DE BOMBEO		75	
LÍNEA DE IMPULSIÓN		75	

NOTAS:

- La cobertura se refiere al área donde existe alcantarillado sanitario.
- Como capacidad se indica el caudal máximo horario para 1990, el cual era evacuado sin problemas.
- No existe tratamiento alguno para las aguas efluentes.

(1) Tipo de amenaza	(2) Características de la amenaza	(3) Prioridad relativa	(4A) Sistemas de información y alerta (instituciones a la empresa)	(4B) Sistemas de información y alerta (dentro de la empresa)	(5) Áreas de impacto	(6) Componentes expuestos (riesgos relativos)	(7A) Daños estimados	(7B) TR 100	(7C) Capacidad remanente inmediata	(8) Impacto en el servicio
(1)	(2)	(3)	(4A)	(4B)	(5)	(6)	(7A)	(7B)	(7C)	(8)
Sismo	Magnitud=7,4 Ms	1 Sismo	Comisión nacional de emergencias	1 Centro de control con las diferentes unidades operativas y con las autoridades superiores vía radio y teléfono	Toda la zona del sistema desde la parte alta de la cuenca del río Banano hasta la ciudad de Limón	Agua potable Subsistema río Banano	Daños serios en 10% del área	365	0	7148
Evento de gran magnitud e intensidad con epicentro muy cercano a la zona en estudio con generación de efectos de licuefacción, deslizamientos y laterales del terreno	Intensidades=VIII a IX Período de retorno = 250 años Fuente sísmica=fallamiento intraplaca Dist. epicentral 25 a 40 km Aceleración máxima 450 gal velocidad máx 60 cm/s	2 Inundación 3 Huracán	Comités regionales de emergencia con las unidades operativas regionales	2 Centro de control con las diferentes unidades operativas regionales vía teléfono 3 Vía teléfono y radio entre las unidades operativas de la zona afectada	Zonas de alto riesgo: parte alta de la cuenca y zona pantanosos en New castle y Santa Rosa	Cuenca (3)	Desprendimientos superficiales de los suelos, desplazamientos de masas de suelos, obstrucción de cauces y represamientos de agua moderados en un 25% de la cuenca. Deslizamientos moderados.		0	0
							Resultado: altas turbulencias mayores a 600 UNT por un período mayor a 12 meses	4	0	0
							Volcamiento de los paneles de control y falla en el suministro eléctrico			7148
							No se esperan daños (MSD)	0	350	100
							Fallas múltiples en las pantallas de asbesto cemento y en las subestructuras de madera. Falla en el suministro de energía.	60	0	0
							Volcamiento de cilindros de cloro			7148
							Fallas en el suministro eléctrico	4	0	0
							Se esperan 54 fallas especialmente en las uniones y en los lugares donde el terreno es pantanoso	19	0	0
							144 fallas, especialmente en las uniones localizadas en las zonas de relleno y de pantano	56	0	0
									0	6008
							No se esperan daños	0	3275 m³	679
							Agrietamiento moderado de las paredes	6	0	0
							Agrietamiento del fondo falla en el fluido eléctrico	10	0	0
							MSD	0	1377 m³	100

Matriz 3 (Vulnerabilidad administrativa de la empresa y capacidad de respuesta)

(1) Organización institucional	(2) Operación y mantenimiento	(3) Apoyo administrativo	(4) Capacidad de respuesta
A. Planes de emergencia No existe un plan nacional de emergencias. Sólo se cuenta con un plan preliminar de emergencia para el área metropolitana de San José. Se cuenta con experiencia en el manejo de emergencias. B. Comité de emergencias: No se encuentra formalmente constituido, pero ante las emergencias se integra para coordinar las acciones. A nivel central se conforma por los responsables de las áreas de operación, mantenimiento, construcción e ingeniería coordinados por la gerencia. Similarmente a nivel regional se conforma por los responsables de operación y mantenimiento civil y electrónico, coordinados por el jefe de región. C. Comisión de formulación de los planes de mitigación y emergencia No existe formalmente. Sin embargo las áreas de ingeniería y operaciones formulan algunos planes de mitigación y emergencia. Se cuenta con pocos estudios de vulnerabilidad sísmica para el área metropolitana de San José. D. Centro de emergencias En el área metropolitana de San José se cuenta con un centro de operación bien equipado que en situaciones de emergencia cumple el rol de centro nacional de atención de emergencias. A nivel regional el plantel de las pilas en Limón con algunas limitaciones cumple este papel. E. Coordinación interinstitucional Existen canales establecidos con la CNE, Cruz Roja, bomberos ICE y poder ejecutivo, tanto a nivel central como regional. F. Sistema de información y alerta Existe un sistema de información y alerta con serias limitaciones debido a la baja cobertura de la red radial institucional y a que la red telefónica existente no es confiable en casos de emergencia.	A. Programas de operación Se cuenta con programas de operación de los sistemas limitados por la escasez de recursos tecnológicos. B. Programas de mantenimiento preventivo Existían para los equipos electrónicos y plantas de tratamiento C. Mantenimiento correctivo Existe un nivel aceptable de mantenimiento correctivo. No existe experiencia en como reparar la tubería de concreto de 500 mm. D. Coordinación interinstitucional Existe una buena coordinación con la empresa de energía eléctrica, JAPDEVA, RETCOPE y la empresa privada, entre otros. E. Personal capacitado En términos generales la capacitación y experiencia del personal tanto de operación como de mantenimiento es adecuada F. Materiales y accesorios Para los equipos electrónicos existe un stock suficiente de repuestos para el mantenimiento preventivo y correctivo. En líneas de conducción existen serias deficiencias de material de reparación. Para las redes de distribución de agua y recolección de aguas residuales existe material en el sitio para mantenimiento normal y a nivel central y en el mercado nacional hay buena disponibilidad. G. Disponibilidad de equipo y maquinaria Con relación a la maquinaria institucional y de la empresa privada existe una alta disponibilidad de equipo, aun para una emergencia de mediana magnitud.	A. Disponibilidad y manejo de dinero Existe una reserva de alrededor de \$500.000,00 para atención de contingencias. El manejo está sujeto a las mismas regulaciones que priman en tiempos normales. B. Apoyo logístico de personal, materiales y equipo Existe posibilidad de movilización de personal de otras zonas al área de desastre para laborar conjuntamente con el personal propio de la zona afectada. No hay flexibilidad legal para la contratación de personal externo. Existe disponibilidad, siguiendo los procedimientos normales, de los materiales de las bodegas contables del AYA, salvo aquellos adquiridos con recursos no provenientes de fondos corrientes. En cuanto a vehículos la situación es similar, se dispone de la flota institucional no así la asignada a proyectos específicos con financiamiento no institucional. C. Contratación de empresa privada en el mercado Existe disponibilidad de empresas privadas que pueden apoyar medidas de mitigación y rehabilitación. En el caso de medidas de mitigación se debe seguir el procedimiento normal. En el caso de emergencia declarada existe la posibilidad, a través de la CNE, de una contratación más expedita.	A. Organización institucional El aporte de la organización institucional no es apropiado por no apoyarse en una planificación formal y continua para la atención de emergencias y depender en demasía de la actitud individual de los funcionarios agraciados por ausencia de seriedad, responsabilidad y limitaciones en la infraestructura física y en los medios de comunicación. Esto es especialmente crítico en la fase de formulación de planes de mitigación. B. Operación y mantenimiento La capacidad de respuesta de operación y mantenimiento es adecuada salvo en el mantenimiento correctivo de la línea de conducción de concreto. C. Apoyo administrativo La capacidad de respuesta del área administrativa es muy buena para la implementación de medidas de mitigación, siendo su principal limitante los recursos financieros disponibles. En el caso de emergencias su respuesta es buena y siendo su principal limitante la reglamentación legal vigente. D. Institucional Con base en los puntos anteriores se concluye que la capacidad de respuesta institucional para implementar medidas de mitigación es inadecuada, mientras que su capacidad para atender el impacto de un sismo en un sistema como el de Limón apenas se puede calificar como aceptable.

Matriz 4

(Medidas de Mitigación y Emergencia)

Vulnerabilidad operativa (1)

	Mitigación (1A)	Costo US\$	Emergencia (1B)	Costo US\$
Agua Potable				
- Sistema río Banano				
Conducción	Sustitución de tramos más dañados línea D=300 mm HF (APROX. 3.5 km)	332.500,00	Adquirir tubería y accesorios y reparar fugas existentes D=300 mm HF (12 daños)	20.000,00
Almacenamiento y distribución	- Construcción de un tanque de 2000 m³ asentado en La Colina y líneas de interconexión - Construcción de un tanque asentado en Corales (650 m³) - Realizar estudio de optimización de las redes de distribución - Realizar mejoras en las redes de distribución de Cienegueta y Limoncito (3 km D=8"; 2 km D=6"; 4 km D=4").	300.000,00 75.000,00 10.000,00 350.000,00	- Adquirir dos camiones sistema de 5 m³ c/u - Adquirir 10 tanques portátiles estacionarios (2, 5, 10 m³) (volumen total 50 m³)	30.000,00 25.000,00
Sistema Molin				
Producción	- Pasar la zona de Pueblo Nuevo al sistema de río Banano (0.6 km, D=8")	40.000,00	- Reforzar el abastecimiento de Pueblo Nuevo con agua del sistema río Banano a través del Bombeo de Las Pilas.	
Almacenamiento y distribución	- Construcción de un tanque asentado para Molin y Cangrejos (1000 m³) - Realizar mejoras en la red de Pueblo Nuevo (1 km D=6", 0.6 km D=4")	105.000,00 61.500,00	- Ver medidas para Sistema Río Banano arriba indicados.	
Alcantarillado Sanitario				
Calidad del efluente	- Construcción de estación de preacondicionamiento - Construcción de emisario submarino	415.300,00 781.660,00 TOTAL 2.470.960,00	- Clorar efluentes	TOTAL 75.000,00

Matriz 4 (Medidas de Mitigación y Emergencia)

Vulnerabilidad física (2)

	Mitigación (2A)	Costo US\$	Emergencia (2B)	Costo US\$
- Sistema Río Banano				
Cuenca Río Banano (APA)	- Realizar estudio de vulnerabilidad sísmica de segundo nivel. - Realizar estudio de fuentes sustitutivas (superficiales cercanas: Río Bananito, Río Viscaya; aguas subterráneas cercanas: Pozos en la Bomba y New Castle, subterráneas lejanas: Campo de Pozos y Río Blanco) - Mejorar condición de los 2 pozos operativos en la Bomba	80.000,00 10.000,00	- Establecer plan de racionamiento para tres meses con agua de Sistema Molín (realizar interconexiones, reparto de agua en camiones y con tanques portátiles) - Perforar pozos adicionales en la Bomba (2 aproximadamente)	161.900,00 70.900,00
Toma Río Banano (MPA)	- Arrioste de paneles de control - Instalación de un equipo a diesel (250 HP) - Establecer convenio AYA-ICE para atención prioritaria de suministro eléctrico	100,00 75.000,00	- Enviar cuadrilla electromecánica para reparación. - Instalar equipo alterno provisional (alquilado)	3.600,00
Planta de tratamiento (MPA)	- Construcción de un sistema de pretratamiento. - Arriostar cilindros de cloro - Sustituir subestructura de madera y pantallas de AC de floculadores y sedimentadores por un material menos frágil (aluminio, fibra de vidrio, plástico, etc.) - Incluir en Convenio AYA-ICE de atención prioritaria de suministro eléctrico - Instalación de dos equipos a diesel (100 y 30 HP)	300.000,00 100,00 200.000,00	- Reparar subestructura de madera y sustituir pantallas con materiales disponibles en la zona (madera, por ejemplo)	20.000,00
Pozos La Bomba (BPA)	- Sustitución total de la línea (11,5 km, D=300 mm)	40.000,00	- Ver medidas para toma Río Banano arriba indicada	3.600,00
Línea de conducción (D=300 mm, HF) (MPA)	- Realizar estudio de vulnerabilidad sísmica de segundo nivel	1.092.500,00	- Adquirir tubería y accesorios y proceder a la reparación de los 54 daños esperados	90.000,00
Línea de conducción (D=500 mm, TCCR) (APA)	- Consultar al fabricante sobre proceso de reparación - Instalar juntas antisísmicas (según estudio de primer nivel: 1 @ 300 m, es decir 52 juntas antisísmicas)	40.000,00 390.000,00	- Adquirir tubería y accesorios y proceder a la reparación de las 144 fallas esperadas - Contratación de personal y maquinaria privada - Reparar con personal local y contratado	360.000,00
Tanque La Colina (BPA)	- Identificar personal de soldadura y equipo de reparación de la zona (Instituciones y empresa privada) - Ver medidas en columna (1A) para almacenamiento y distribución		- Ver medidas en columna (1B) para almacenamiento y distribución. - Tener en stock material para reparación de grietas (materiales epóxicos) - Reparar grietas con personal local	2

Matriz 4 (Medidas de Mitigación y Emergencia)

Vulnerabilidad administrativa (3)

	Mitigación (3A)	Costo US\$	Emergencia (3B)	Costo US\$
Organización Institucional	• Elaboración del Programa para la atención de emergencias y desastres de acuerdo con las guías de la OPS/OMS - Institucionalización y organización del programa. - Elaboración del análisis de vulnerabilidad (Nivel 1) - Elaboración del plan de mitigación - Elaboración del plan de emergencias - Capacitación y divulgación	20.000,00	- Seguir las rutinas de emergencia conocidas. - Improvisar Centro de Emergencia en el plantel de operación y mantenimiento. - A través de los comités regionales de emergencia coordinar con otras instituciones y lograr las primeras comunicaciones. Sede-Región e integración.	5.000,00 5.000,00
Operación y mantenimiento	• Dentro de este programa especialmente: girar directrices para elaboración de planes de emergencia, creación del Comité de Emergencias, de la Comisión de formulación de planes de mitigación y emergencia, implementación del centro regional de emergencia, formalizar convenios de coordinación interinstitucional	25.000,00		
	• Completar la red radial (AyA-Limón) • Recopilar y documentar los programas de operación y mantenimiento. • Via el fabricante obtener información sobre reparación de tubería TIGR • Contar a nivel local con listados de personal clave de la empresa y de otras instituciones • Detallar y especificar el listado de materiales y accesorios mencionados en la columna (2B) • Detallar y especificar los equipos indicados en columna (2B); además de 2 compresores, 1 retroexcavador, 1 planta eléctrica, 2 bombas para instalar en tanques cisterna, equipo para limpieza y desobstrucción del alcantarillado sanitario, para tener a nivel local	100.840,00 (Global)	• Realizar diagnóstico de daños • Solicitar a la sede movilizar el personal de operación y mantenimiento con experiencia en el manejo de emergencias de las zonas no afectadas hacia el área de desastre. • Priorizar reparación de daños • Programar, dirigir y controlar las labores de rehabilitación • Proceder a la contratación de personal y maquinaria local • Solicitar a la sede el apoyo de equipo y materiales de otras áreas operativa (vehículos, radios, bombas de achique, retroexcavadores, tuberías, accesorios de reparación, cortadores, etc.) • Establecer horarios de racionamiento y reparto de agua • Mantener bitácora de acciones efectuadas y registro de las intervenciones • Trasladar de inmediato dinero a la zona afectada e incrementar los fondos de las cajas chicas de dicha zona, así como de las áreas de compras y transportes. • Girar instrucciones para atender de inmediato los requerimientos del área afectada (dinero, personal, materiales y equipo) durante las 24 horas del día, inclusive fines de semana	15.000,00 (Global)
Apoyo administrativo	• Establecer normas y reglamentos para asegurar la disponibilidad de recursos financieros para emergencias, con procedimientos ágiles para su uso • Establecer procedimientos que faciliten el traslado de personal de zonas no afectadas al área de desastre y sobre todo flexibilizar la contratación de personal de la zona • Establecer mecanismos para trasladar a las regiones regularmente, listados actualizados del stock de materiales repuestos y del equipo y vehículos de la institución • Levantar, vía departamento de adquisiciones listado de empresas constructoras privadas con su disponibilidad de equipo	25.000,00 (Global)		5.000,00 (Global)
TOTAL		198.290,00	TOTAL	30.000,00

Matriz 4
(Medidas de Mitigación y Emergencia)

	Mitigación (2A)	Costo US\$	Emergencia (2B)	Costo US\$
Rebombeo Las Pilas (MPA)	- Incluir en convenio AYA-ICE para atención prioritaria - Instalación de un equipo alternativo a diesel (150 HP)	40.000,00	- Instalar equipo alternativo provisional (alquilado) - Mismas medidas que para Tanque La Colina (ver arriba)	3.600,00
Redes de distribución	- Actualizar catastro de redes - Realizar análisis de la capacidad y flexibilidad de transporte ante fallas en ciertos tramos claves	5.000,00 10.000,00	- Adquirir materiales y accesorios y reparar daños esperados. Iniciar reparaciones en las líneas matrices que abastecen sitios estratégicos y continuar en orden de prioridad	60.000,00
Sistema Molín				
Fuentes (MPA)	- Ver medidas en columna (1A) para producción		- Adquirir materiales y proceder a reparar	
Estación de bombeo Molín (MPA)	- Arristrar cilindros de cloro - Incluir en Convenio AYA-ICE para atención prioritaria - Instalar equipo alternativo a diesel (100 HP)	100,00 25.000,00		
Línea de impulsión (BPA)	- Ver medida en columna (1A) para producción		- Reparar daños	
Tanque Vifia del Mar (BPA)			- Mismas medidas que para Tanque La Colina (ver arriba)	
Redes de distribución Alcantarillado sanitario	- Ver medidas para redes de Sistema río Banano arriba		- Idem Redes Sistema río Banano - Iniciar reparaciones en zonas donde se estima se rehabilitará primero la red de agua potable, y en los tramos con servicios claves	12.500,00 7.500,00
Redes recolectoras (BPA)	- Actualizar catastro de redes - Estudio por cuenca de la capacidad de transporte y flexibilidad ante fallas de tramos claves - Contar con los planos de alcantarillado pluvial	10.000,00	- Continuar reparaciones en orden prioritario	
Estudio de bombeo (BPA)	- Incluir en Convenio AYA-ICE de atención prioritaria - Instalar equipo alternativo a diesel (25 HP)	15.000,00	- Instalar equipo alternativo provisional (alquilado)	3.600,00
	TOTAL	2.337.800,00	TOTAL	930.800,00

Notas: APA: Alta prioridad de atención, MPA: Media prioridad de atención, BPA: Baja prioridad de atención