

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 m ³	1.334 m ³	1.941 m ³		
TANQUE LA COLINA(1)	150 m ³	2.147 m ³	-1.997 m ³		
ESTACIÓN REBOMBEO LAS	4.200 m ³	2.374 m ³	1.826 m ³		
TANQUE DE CORALES	1.377 m ³	2.027 m ³	-650 m ³		
REDES	374 l/s	453 l/s	-79 l/s	94	(3)
SUBSISTEMA MOÍN					
FUENTES	89 l/s	100 l/s	-11 l/s		
ESTACION 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 m ³	1.060 m ³	-1.060 m ³		
TANQUE VILLA DEL MAR	150 m ³	180 m ³	-30 m ³		
TANQUE DE PUEBLO NUEVO	1.064 m ³	1092 m ³	-28 m ³		
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) COMPONENTE	(2) COBERTURA (%)	(3) CAPACIDAD (l/s)	(4) 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.

Matriz 2
(Vulnerabilidad física e impacto en el servicio)

(1) Tipo de amenaza	(2) Características de la amenaza	(3) Prioridad relativa	(4) Sistemas de información y alerta (instituciones a 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	
							Días	L/S	%CT	Conexión
Sismo	Magnitud=7,4 Ms 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	1 Sismo 2 Inundación 3 Huracán	Comisión nacional de emergencias Comités regionales de emergencia con las unidades operativas regionales	1 Centro de control con las diferentes unidades con las autoridades superiores vía radio y teléfono 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	Toda la zona del sistema desde la cuenca alta de Banano hasta la ciudad de Limón Zonas de alto riesgo: parte alta de la cuenca y zona pantanosa en New Castle y Santa Rosa	Agua potable Subsistema río Banano Cuenca (3)	365	0	0	7148
						Daños serios en 10% del área Desprendimientos superficiales de los suelos, desplazamientos de masas de suelos, obstrucción de cauces y represamientos de moderados en un 25% de la cuenca. Deslizamientos menores. Resultado: altas turbulencias mayores a 600 UNT por un período mayor a 12 meses	4	0	0	7148
					Toma del río Banano (1)	Volcamiento de los paneles de control y falla en el suministro eléctrico	0	350	100	0
					Línea de impulsión (1) Planta de tratamiento (1)	No se esperan daños (MSED) Fallas múltiples en las pantallas de asbesto cemento y en las subestructuras de madera. Falla en el suministro de energía. Volcamiento de cilindros de cloro	60	0	0	7148
					Pozos La Bomba (1) Línea de Cond 300 mm (2)	Fallas en el suministro eléctrico Se esperan 5% fallas especialmente en las uniones y en los lugares donde el terreno es pantanoso	4	0	0	1140
					Línea de Cond 500 mm (3)	144 fallas, especialmente en las uniones localizadas en las zonas de relleno y de pantano	19	0	0	2280
					Tanque metálico (1) Tanque La Colina (1)	No se esperan daños Agrietamiento moderado de las paredes	56	0	0	6008
					Estación de bombeo Las Pilas (1) Tanque Corales	Agrietamiento del fondo falla en el fluido eléctrico MSED	0	3275 m ³	100	679
							6	0	0	3683
							10	0	0	0
							0	1377 m ³	100	0

Matriz 2 (Cont.)

(1) Tipo de amenaza	(2) Características de la amenaza	(3) Prioridad relativa	(4A) Sist. de información y de las instituciones a la empresa	(4B) Alerta dentro de la empresa	(5) Áreas de impacto	(6) Componentes expuestos (riesgo relativo)	(7A) Daños estimados	(7B) TR 100	(7C) Capacidad inmediata	(8) Impacto en el servicio
							Días	L/S	%	Conexión
	Agua potable									
	Redes (2)									
	Subsistema Moín									
	Fuentes (1)						8	75	84	2476
	Est. Bombeo (1)						4	0	0	2476
	Línea de impulsión (2)						2	27	27	1807
	Tanque Viña del Mar (1)						6	0	0	191
	Tanque Pueblo Nuevo (1)						0	150 m ³	100	---
	Tanque Cangrejos (1)						0	150 m ³	100	---
	Redes (2)						32	0	0	2476
	Subtotal						32			
	Alcantarillado sanitario									
	Colectores cuenca central (2)						21	58,0	80	270
	Piuita (1)						6	13,5	85	45
	Corales (1)						3	15,8	89	37
	Cangrejos (1)						5	9,4	80	44
	Portete (1)						2	0,6	75	4
	Estación de bombeo (1)						4	0	0	1183
	Línea de impulsión (1)						--	75	100	--
	Subtotal						21			

Notas:
 Columna (6): Riesgo relativo: (3)=Alto, (2)=Medio, (1)=Bajo, Columna (7A): Para la cuenca ver capítulo 3 y para las tuberías ver capítulo 7, Columna (7B): Personal para reparaciones
 AGUA: Planta La Bomba: 2 cuadrillas de albanilería (cada una: maestro de obras, carpinteros, 2 peones), Toma Banano: 1 cuadrilla electromecánica (electricista y ayudante). Pozos La Bomba: 1 cuadrilla electromecánica (electricista y ayudante), Redes Banano: 2 cuadrillas de fontanería, Línea 300 HF: 2 cuadrillas de fontanería (cada una: capataz, 2 fontaneros, 2 ayudantes), Línea 500 concreto: Tres frentes cada uno con tres cuadrillas (2 fontanería y una de soldadura), Tanques: 1 cuadrilla de albanilería pequeña (1 albanil, 2 peones)
 ALCANTARILLADO: Una cuadrilla para la cuenca central y otra para el resto de las cuencas.

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
<p>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.</p> <p>Se cuenta con experiencia en el manejo de emergencias.</p> <p>B. Comité de emergencias: No se encuentra formalmente constituido, pero ante las emergencias se integra para coordinar las acciones.</p> <p>A nivel central se conforma por los responsables de las áreas de operación, mantenimiento, construcción e ingeniería coordinados por la gerencia.</p> <p>Similarmente a nivel regional se conforma por los responsables de operación y mantenimiento. Civil y electromecánico, coordinados por el jefe de región.</p> <p>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.</p> <p>Se cuenta con pocos estudios de vulnerabilidad sísmica para el área metropolitana de San José.</p> <p>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.</p> <p>A nivel regional el plantel de las pilas en Limón con algunas limitaciones cumple este papel.</p> <p>E. Coordinación interinstitucional Existen canales establecidos con la CNE, Cruz Roja, bomberos ICE y poder ejecutivo, tanto a nivel central como regional.</p> <p>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.</p>	<p>A. Programas de operación Se cuenta con programas de operación de los sistemas limitados por la escasez de recursos tecnológicos.</p> <p>B. Programas de mantenimiento preventivo Existían para los equipos electromecánicos y plantas de tratamiento</p> <p>C. Mantenimiento correctivo Existe un nivel aceptable de mantenimiento correctivo. No existe experiencia en como reparar la tubería de concreto de 500 mm.</p> <p>D. Coordinación interinstitucional Existe una buena coordinación con la empresa de energía eléctrica, JAPDEV, RECOPE y la empresa privada, entre otras.</p> <p>E. Personal capacitado En términos generales la capacitación y experiencia del personal tanto de operación como de mantenimiento es adecuada</p> <p>F. Materiales y accesorios Para los equipos electromecánicos existe un stock suficientes repuestos para el mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>En líneas de conducción existen serias deficiencias de material de reparación.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	<p>A. Disponibilidad y manejo de dinero Existe una reserva de alrededor de \$500.000,00 para atención de contingencias.</p> <p>El manejo está sujeto a las mismas regulaciones que priman en tiempos normales.</p> <p>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.</p> <p>No hay flexibilidad legal para la contratación de personal externo.</p> <p>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.</p> <p>En cuanto a vehículos la situación es similar, se dispone de la flota institucional no así la financiamiento no institucional.</p> <p>C. Contratación de empresa privada en el mercado Existe disponibilidad de empresas privadas que pueden apoyar medidas de mitigación y rehabilitación.</p> <p>En el caso de medidas de mitigación se debe seguir el procedimiento normal.</p> <p>En el caso de emergencia declarada existe la posibilidad, a través de la CNE, de una contratación más expedita.</p>	<p>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 procedimientos establecidos y limitados en la infraestructura física y en los medios de comunicación.</p> <p>Esto es especialmente crítico en la fase de formulación de planes de mitigación.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>En el caso de emergencias su respuesta es buena y siendo su principal limitante la reglamentación legal vigente.</p> <p>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.</p>

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 m ³ asentado en La Colina y líneas de interconexión - Construcción de un tanque asentado en Corales (650 m ³) - Realizar estudio de optimización de las redes de distribución - Realizar mejoras en las redes de distribución de Cieneguita 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 m ³ c/u - Adquirir 10 tanques portátiles estacionarios (2, 5, 10 m ³) (volumen total 50 m ³)	30.000,00 25.000,00
Sistema Moin				
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 Moin y Cangrejos (1000 m ³) - 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	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)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudio de vulnerabilidad sísmica de segundo nivel - Realizar estudio de fuentes sustitutivas (superficiales cercanas: Río Banano, 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 	<ul style="list-style-type: none"> 80.000,00 10.000,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer plan de racionamiento para tres meses con agua de Sistema Moín (realizar interconexiones, reparto de agua en camiones y con tanques portátiles) - Perforar pozos adicionales en La Bomba (2 aproximadamente) 	<ul style="list-style-type: none"> 161.900,00 70.900,00
Toma Río Banano (MPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Arriostre de paneles de control - Instalación de un equipo a diesel (250 HP) - Establecer convenio AYA-ICE para atención prioritaria de suministro eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> 100,00 75.000,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Enviar cuadrilla electromecánica para reparación. - Instalar equipo alterno provisional (alquilado) 	<ul style="list-style-type: none"> 3.600,00
Planta de tratamiento (MPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de un sistema de pretratamiento. - Arriostre 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 300.000,00 100,00 200.000,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar subestructura de madera y sustituir pantallas con materiales disponibles en la zona (madera, por ejemplo) 	<ul style="list-style-type: none"> 20.000,00
Pozos La Bomba (BPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución total de la línea (11,5 km, D=300 mm) 	<ul style="list-style-type: none"> 40.000,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver medidas para toma Río Banano arriba indicada 	<ul style="list-style-type: none"> 3.600,00
Línea de conducción (D=300 mm, HF) (MPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudio de vulnerabilidad sísmica de segundo nivel 	<ul style="list-style-type: none"> 1.092.500,00 	<ul style="list-style-type: none"> - Adquirir tubería y accesorios y proceder a la reparación de los 54 daños esperados 	<ul style="list-style-type: none"> 90.000,00
Línea de conducción (D=500 mm, TCCR) (APA)	<ul style="list-style-type: none"> - Consultar al fabricante sobre proceso de reparación - Instalar juntas antisísmicas (según estudio de primer nivel: 1 @ 300 m, es decir 52 juntas antisísmicas) 	<ul style="list-style-type: none"> 40.000,00 390.000,00 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> 360.000,00
Tanque La Colina (BPA)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar personal de soldadura y equipo de reparación de la zona (Instituciones y empresa privada) - Ver medidas en columna (1A) para almacenamiento y distribución 		<ul style="list-style-type: none"> - Ver medidas en columna (1B) para almacenamiento y distribución. - Tener en stock material para reparación de grietas (materiales epóxicos) 	<ul style="list-style-type: none"> 2
			<ul style="list-style-type: none"> - Reparar grietas con personal local 	

**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) Estación de bombeo Molín (MPA)	- Ver medidas en columna (1A) para producción - Arristrar cilindros de cloro - Incluir en Convenio AYA-ICE para atención prioritaria - Instalar equipo alternativo a diesel (100 HP)	100,00 25.000,00	- Adquirir materiales y proceder a reparar	
Línea de impulsión (BPA) Tanque Vifia del Mar (BPA)	- Ver medida en columna (1A) para producción		- Reparar daños	
Redes de distribución Alcantarillado sanitario	- Ver medidas para redes de Sistema río Banano arriba		- Mismas medidas que para Tanque La Colina (ver arriba)	
Redes recolectoras (BPA)	- Actualizar catastro de redes - Estudio por cuente de la capacidad de transporte y flexibilidad ante fallas de tramos claves - Contar con los planos de alcantarillado pluvial	10.000,00	- 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 - Continuar reparaciones en orden prioritario	12.500,00 7.500,00
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	950.800,00

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