

muestra un ejemplo de una presentación básicamente completa de un sistema relativamente elemental. Se decidió dejarla intacta como modelo para el futuro. Se presentan las otras secciones con una orientación regional o por categoría de componente.

4.2.1 Amenazas y el Oleoducto de RECOPE

Se presenta en el Cuadro 5 la Matriz de Vulnerabilidad del sistema de transferencia de gasolina, diesel, jet fuel y kerosene que transporta el oleoducto de RECOPE. Se continua con una descripción resumida de los riesgos del oleoducto y los planteles, empezando en la costa Atlántica y progresando hacia el Pacífico.

Antes de la construcción de la carretera entre Siquirres y Limón, el oleoducto de RECOPE sufría varios daños y rupturas en esta sección por inundaciones. Con el nuevo camino se redujo este problema por la decisión de mover porciones de los ductos para aprovechar el soporte provisto por los nuevos puentes que cruzaron las principales secciones susceptibles a inundaciones. Sin embargo, en esta región continúa el riesgo a las inundaciones, aunque se ha minimizado el problema. La línea no es encuentra enterrada en esta zona y las rupturas por caída de árboles continúan siendo problemáticas.

La topografía en la región del oleoducto entre Siquirres y Turrialba es ondulada e inestable, condiciones que resultan en deslizamientos asociados principalmente con la saturación de los suelos y por la erosión extensiva en las orillas de los ríos en las épocas de altos caudales. Esta última condición es especialmente notoria en el Río Reventazón cerca de la comunidad de Peralta, donde el ducto es soportado por un puente peatonal.

Los riesgos de derrumbes en esta región aumentarían con condiciones de inestabilidad tectónica, más se destaca que la misma está ubicada fuera de los áreas de sismicidad significativa. Un gran porcentaje del oleoducto en la parte baja de este tramo no se encuentra enterrado. A la entrada de la ciudad de Turrialba los ductos pasan sobre el río por medio de un puente de suspensión que muestra daños causados por los huracanes del año 1988. La estructura de las torres sufre las consecuencias de una fuerte erosión y se inclina en la dirección de la corriente.

La estación de bombeo de RECOPE en Turrialba se localiza a un nivel superior al de la ciudad en un área abierta y con pendientes suaves y en que no hay riesgos significativos.

El tramo del oleoducto entre Turrialba y El Alto está localizado en el área de mayor pendiente del trayecto. En la subida inicial desde Turrialba, los suelos parecen ser estables pero con riesgo

CUADRO 5

MATRIZ DE VULNERABILIDAD
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GASOLINA, DIESEL, JET Y KEROSENE

COMPONENTE	AMENAZA												AMENAZAS COMBINADAS (CON IMPACTOS GRAVES)				
	SISMO/TERREROTO	INUNDACION	ERUPCION VOLCANICA	SECURIA	DESPLAZAMIENTOS	ARRASTRES	DE LECHOS	DE RIOS	INUNDAC	DESLEZ	LLUVIA	URACANES		WIENTO	CAUDALES	EROSION	DEFORSTACION
	RUPTURA	DESLEZ	EMISIONES	SISMO	INDEPEMOJENTES	DE RIOS	INUNDAC	DESLEZ	LLUVIA	URACANES	WIENTO	CAUDALES	EROSION	DEFORSTACION			
11 MUELLE MOIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LOS DESLIZAMIENTOS	
2 REFINERIA	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SON LOS MAS SERIOS	
3 OLEOD. LIMON-SIGUIRES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	DE LOS EVENTOS; UNA	
14 OLEOD. SIGUIRES-TURRIALBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	COMBINACION DE	
5 PLANTEL TURRIALBA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LLUVIAS FUERTES	
6 OLEOD. TURRIALBA-EL ALTO	28	2A	28	28	0	0	2A	0	0	0	0	0	0	0	0	SECURIA POR UN	
17 PLANTEL EL ALTO	28	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MAYOR TERREROTO	
18 OLEOD. EL ALTO-AEROPUERTO	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CAUSANDO VARIOS DES-	
19 OLEOD. AEROPUERTO-LA GARITA	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LIZAMIENTOS CON DAÑOS	
10 PLANTEL LA GARITA	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LA VARIOS TRAMOS DEL	
11 OLEOD. LA GARITA-BARRANCA	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OLEODUCTO Y LIMITES	
12 PLANTEL BARRANCA	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AL ACCESO VIAL	
																	TENDRIAN UN GRAVE
																	IMPACTO AL SISTEMA.

0: BAJA SUSCEPTIBILIDAD O NO APLICABLE

1A: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE

1B: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE

2A: RIESGO CONFIRMADO - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE

2B: RIESGO CONFIRMADO - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE

S: IMPACTO AL SISTEMA

de deslizamientos profundos asociados con estratos de cenizas volcánicas evidentes en esta región. Esta condición se acentúa con su aproximación a las laderas del volcán Irazú. La condición de inestabilidad se manifiesta actualmente donde los ductos cruzan el río Reventado cerca de la ciudad de Cartago y directamente bajo el volcán Irazú. En el año 1963, ocurrió aquí una avalancha de enorme escala que causó numerosos muertos río abajo y que actualmente muestra movimientos e inestabilidades. Un terremoto asociado con períodos de lluvias fuertes podría tener un impacto severo en esta región, incluyendo el oleoducto y varios otros tramos de infraestructura. Los ductos están enterrados en muchas partes de esta zona, saliendo principalmente en los cruces de ríos y quebradas.

El plantel en El Alto está ubicado en un área de suaves pendientes. Los grandes tanques de almacenaje de combustibles de RECOPE son del tipo flotante que minimiza el riesgo de ruptura asociada con terremotos. Es evidente que la infraestructura de tubería, bombas, etc. de este plantel puede sufrir daños con eventos severos de esta naturaleza.

En base a información prevista por los técnicos de RECOPE, el oleoducto al oeste de El Alto está bien construido y casi totalmente enterrado; los riesgos identificados en este tramo son la ruptura en caso de terremotos. Daños potenciales causados por deslizamientos menores se dan en el último tramo entre La Garita y Barranca. Los otros planteles de La Garita y Barranca se localizan en áreas sin riesgos de inundaciones o de deslizamientos.

Para el mantenimiento del oleoducto, RECOPE emplea cuatro equipos de reparación a los cuales se asignan las responsabilidades de arreglos normales y de emergencias. En el caso de emergencia, estos grupos trabajan 24 horas por día. RECOPE asignaría otros técnicos, soldadores, etc., en caso de una emergencia severa.

RECOPE almacena en inventario, para propósitos de emergencias, 2 km de tubería de 6 pulgadas y 1 km de 4 pulgadas.

4.2.2 Amenazas y el Sistema Ferroviario

Se presenta en el Cuadro 6 la Matriz de Vulnerabilidad del Ferrocarril Nacional. Como en los otros casos, se aumenta la intensidad de los eventos sísmicos viajando del este al oeste del país. Los terremotos pueden tener un impacto de ruptura en los tramos hacia el Pacífico pero los daños directos se consideran de bajo impacto debido a la estimación del corto plazo requerido para completar los arreglos necesarios.

En las llanuras del Atlántico existen riesgos altos de daños a la infraestructura, especialmente a los puentes, causados por inundaciones de los ríos. Esta región tiene un riesgo importante

CUADRO 6

MATRIZ DE VULNERABILIDAD FERROCARRIL

COMPONENTE	AMENAZA										AMENAZAS COMBINADAS		
	SISMO/TERREMOTO	INUNDACION	ERUPTION VOLCANICA	SECQUIA	DESGLZIAMIENTOS	ARRASTRES	LLUVIA	MURACAMES	VIENTO	CAUDALES EXCESIVOS	EROSION	DEFORES-TACION	CON IMPACTOS GRAVES
	RUPTURA	DESGLZ	EMISIONES	SISMO	INDEPENDIEMTES	DE RIOS	IMUNDAC	DESGLZ					
1 LIMON-PANORAMA (1)	0	0	2A	0	0	0	2A	0	2B	0	0	0	
2 LIMON-SIGUIJRES	0	0	2A	0	0	2B	2A	2B	2A(6)	2A	0	0	
3 SIGUIJRES-TURRIALBA	0	0	2A	0	0	2A	2A	2A	2B	2A	2A	0	
4 SIGUIJRES-GUACIMO (2)	0	0	2B	0	0	0	2B	0	2A(6)	0	0	0	
5 TURRIALBA-CARTAGO	0	1A	0	0	0	2A(4)	0	2A(4)	0	2A(7)	2A	0	
6 CARTAGO-SAN JOSE	2B	2B	0	0	0	2A(5)	0	2A(5)	0	0	0	0	
7 SAN JOSE-OROTINA	2B	2B	0	0	0	2B	0	2B	2A(6)	0	0	0	
8 OROTINA-PUNTARENAS	2B	0	2A(3)	0	0	0	2A(3)	0	2A(6)	0	0	0	
9 SISTEMA CORTES-GRUFILO-													
PUERTO GONZALEZ (8)													

0: BAJA SUSCEPTIBILIDAD O NO APLICABLE

1A: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE

1B: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE

2A: RIESGO CONFIRMADO - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE

2B: RIESGO CONFIRMADO - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE

5: IMPACTO AL SISTEMA

(1) LIMITADO AL USO BANANERO

(2) PASAJEROS Y USO BANANERO

(3) INUNDACIONES ASOCIADAS CON RIOS LOCALES Y MAREAS EN PUNTARENAS.

(4) PROBLEMA SEVERO. DESLIZAMIENTO A CHIZ QUE EMPEZO EN NOVIEMBRE DE 1986

QUE CAYO ABAJO DEL FERROCARRIL CAUSA MOVIMIENTOS de

LA VIA. SE CERRO LA LINEA A PASAJEROS EN ESTE TRAMO POR LOS PELIGROS.

(5) EL DESLIZAMIENTO EMORNE DE SAN BLAS ARRIBA DE CARTAGO DONDE PASA EL FERROCARRIL.

(6) RIESGO ASOCIADO PRINCIPALMENTE CON LA CAIDA DE LAS LINEAS ELECTRICAS EN ESTE TRAMO.

(7) PUEBTE EN ESTE TRAMO EN RIESGO POR MOVIMIENTO de SUB FUNDACIONES

(8) INCOTER ESTA BACANDO de servicio esta linea

pero de baja probabilidad de huracanes directos que podrían exacerbar condiciones de altos caudales normales que ocurren durante la época lluviosa.

Se nota el alto riesgo asignado a algunos tramos con condiciones de altas velocidades de viento. Se aplica esto en los casos de las líneas electrificadas que tienen un diseño de resistencia eólica máxima de 90 km/h. El costo de inversión de las líneas eléctricas es alto y, con un daño extensivo, su reemplazo sería lento.

La más seria de las amenazas que afronta el sistema ferroviario en toda la región hoy en día es el deslizamiento. Se afectan principalmente los tramos entre Siquirres y Cartago donde los pendientes son fuertes y los suelos inestables. Existe hoy un deslizamiento al suroeste de Turrialba en el sitio llamado Chiz en que el terreno ha caído desde abajo del terraplén dejándolo sin apoyo adecuado y con un asentamiento gradual y continuo. El INCOFER reconstruye el terraplén regularmente por medio de un relleno de tierra superficial del mismo lo que permite una operación normal pero precaria del sistema en este tramo. Existen fuertes posibilidades de una pérdida total del terraplén en Chiz, la cual causaría una cesación completa del transporte por tren entre San Jose y Limón.

4.2.3 Amenazas y las Carreteras

Se presenta en el Cuadro 7 la Matriz de Vulnerabilidad de las Carreteras Principales del país.

Las limitaciones de tiempo no permitieron la preparación de esta matriz con una precisión paralela a las otras. Eventualmente se requiere completar esta tarea. A la vez, como se discutió anteriormente, se destaca que en cuanto a la energía, el sistema de carreteras ofrezca una flexibilidad adecuada entre los puntos críticos de comunicación vial donde existen los altos riesgos de cortes, principalmente entre Siquirres y San José. Se debe mencionar nuevamente el bajo pero importante riesgo de inundación entre Limón y Siquirres, donde no existen rutas alternas.

Finalmente, el acceso al sur del país desde el valle Central está básicamente limitado a la carretera Panamericana que pasa por San Isidro y las áreas de riesgo de terremotos y deslizamientos. La vía alterna es la carretera costanera que pasa por Puerto Quepos que se reporta ya está abierta pero con varios segmentos todavía bajo construcción. En condiciones normales, se transfieren todos los productos de petróleo al sur por el sistema de caminos. En caso de un daño mayor a la carretera Panamericana que requiera más de una semana de reparación, se pondría a la región sur en peligro de una escasez de combustibles líquidos. Sin embargo, en

CUADRO 7

MATRIZ DE VULNERABILIDAD

CARRETERAS

CARRERA	AMENAZA										AMENAZAS COMBINADAS					
	SISMO/TERREMOTO	INUNDACION	ERUCCION VOLCANICA	SEQUIA	DESPLAZAMIENTOS	ARRASTRES	DE ECENOS	INUNDAC	DESLIZ	VIENTO	CAUDALES	EROSION	VEGETACION	COM	IMPACTOS	GRAVES
	RUPTURA	DESLIZ	EMISIONES	SISMO	INDEPENDIENTES	DE RIOS	TRUENDOS	TRUENDOS	DESLIZ		EXCESIVOS					
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

0: BAJA SUSCEPTIBILIDAD O NO APLICABLE
 1A: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE
 1B: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE
 2A: RIESGO CONFIRMADO - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE
 2B: RIESGO CONFIRMADO - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE
 S: IMPACTO AL SISTEMA

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SISTEMA ELECTRICO

COMPONENTE	AMENAZA														AMENAZAS COMBINADAS CON IMPACTOS GRAVES
	SISMO/TERREMOTO		INUNDACION	ERUCCION VOLCANICA	REJILLA	DES/IZARIENTOS	ARRASTRES	HUBACAMES		DEFORESTACION		CON IMPACTOS GRAVES			
	RUPTURA	DESTRUCCION	EXISTENCIAS	SISMO	INDEPENDIENTES	DE LECHOS DE RION	LLUVIA	DESTRUCCION	VIENTO	CAUDALES EXCESIVOS	EROSION		TACION		
EMBALSES HIDROELECTRICOS															
E1 ARENAL	0	2A	0	2A(17)	0	0	2A	0	0	2A	1B	0	2B	2A	
E2 GARITA/VENTANAS-S	0	2B	0	0	0	0	2B	2B	0	2B	0	1A	2A	2A	
E3 RIO NACHO	0	2B	0	0	0	0	2B	2B	0	2A	0	1A	0	0(1)	
E4 CACHI	0	2B	0	1B(16)	0	0	2B	2B	0	2A	0	0	2A	2A	
PLANTAS HIDROELECTRICAS															
P1 ARENAL	2B	2B	0	1B(19)	0	0	2B(4)	0	0	2A	2B	0	2B	2A	
P2 SANTA ROSA	2B	2B	0	0	0	0	2B	0	0	2B	0	0	0	0	
P3 SANDELLAL (EN CONSTR)							0	0	0	2B	2B	0	2B	0	
P4 GARITA	1B	0	0	0	0	0	2B	2B	0	2B	0	1B	0	0	
P5 RIO NACHO	0	0	0	0	0	0	2B	2B	0	2B	0	1B	1B	0(1)	
P6 CACHI	2B	2B	0	0	0	0	2A	2A	0	2A	0	0	2B	2A	
PLANTAS TERMICAS															
T6 BARRANCA	2B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T7 SAN ANTONIO	1B	1B	0	0	0	0	1B	0	0	1B	0	0	0	0	
T8 COLTRA	1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T9 NOIB	0	0	2A	0	0	0	0	0	2A	0	2A	0	0	0	
LINEAS DE TRANSMISION															
L1 ANILLO DEL AREA CENTRAL	1B	0	0	2B(8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L2 CACHI-RIO NACHO	1B	1B	0	0	0	0	1B	0	0	1B	0	0	0	1B(6)	
L3 RIO NACHO-ANILLO CENTRAL	1B	2A(7)	0	2B(8)	0	0	2A	0	0	2A	0	0	0	0	
L4 CACHI-ANILLO CENTRAL	1B	2A(7)	0	2B(8)	0	0	2A	0	0	2A	0	0	0	0	
L5 CACHI-SIGUIRRRES	1B	1B	0	0	0	0	2A	0	0	2A	2A	0	0	2B(6)	
L6 SIGUIRRRES-NOIB	0	0	2A	0	0	0	0	0	2A	0	2A	0	0	0	
L7 RIO NACHO-SAN ISIDRO	1B	2A	0	0	0	0	2A	0	0	2A	0	0	0	2A(6)	
L8 SAN ISIDRO-RIO CLARO	1B	2B	2A	0	0	0	2B	0	2A	2A	0	0	0	2A(6)	
L9 RIO CLARO-PANAMA	1B	0	2A	0	0	0	0	0	2A	2B	0	0	0	0	
L10 AREA CENTRAL-GARITA	1B	1B	0	2B(8)	0	0	1B	0	0	1B	0	0	0	0	
L11 GARITA-JUANILAMA (73)	1B	1B	0	0	0	0	1B	0	0	1B	0	0	0	0	
L12 JUANILAMA-BARRANCA	1B	1B	0	0	0	0	1B	0	0	1B	0	0	0	0	
L13 GARITA-BARRANCO	1B	0	0	2B(8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L14 BARRANCA-ANILLO CENTRAL	1B	2B	0	2B(8)	0	0	2B	0	0	2B	2B(9)	0	0	1B	
L15 BARRANCA-ARENAL	1B	2A	0	2B(8, 11)	0	0	2A	0	0	2A	2A(10)	0	0	0	
L16 BARRANCA-CAMAS	1B	0	2B	2B(8, 11)	0	0	0	0	2B	0	2B	0	0	0	
L17 ARENAL-COROBICI	1B	0	0	2B(8, 11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L18 COROBICI-CAMAS	1B	0	0	2B(8, 11)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L19 CAMAS-LIBERIA	1B	0	2B	2B(11)	0	0	0	0	2B	0	1B	0	0	0	
L20 LIBERIA-RICARAGUA	1B	0	2B	2B(11)	0	0	0	0	3	2B	0	1B	0	0	
L21 CAMAS-QUATRAL	1B	0	2A	2B(11)	0	0	0	0	0	2A	0	0	0	0	
L22 CAMAS-COLORADO	1B	0	2B	2B(11)	0	0	0	0	0	2B	0	0	0	0	
L23 COLORADO-SANTA RITA	1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2A(12)	0	0	0	
SUBESTACIONES															
S1 SISTEMAS DEL AREA CENTRAL	2A	0(16)	0	2B	0	0	0(16)	0	0	0(16)	2B(15)	0	0	0	
S2 RIO NACHO	2A	2A	1A	1B	0	0	1A	1A	1A	2A	0	0	0	0	
S3 CACHI	2A	2A	2A	1B	0	0	2A	0	2A	2A	0	0	0	0	
S4 SIGUIRRRES	1B	0	1A(14)	0	0	0	0	0	1A(14)	0	2A	0	0	0	
S5 NOIB	0	0	2A	0	0	0	0	0	2A	0	2A	0	0	0	
S6 SAN ISIDRO	2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S7 RIO CLARO	2A	0	1B	0	0	0	0	0	0	0	1B	0	0	0	
S8 GARITA	2A	0	0	1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S9 JUANILAMA	2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1B	0	0	0	
S10 BARRANCA	2A	0	1B	0	0	0	0	0	1B	0	1B	0	0	0	
S11 BARRANCO	1A	0	0	2B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S12 ARENAL	2A	2B	0	1B	0	0	1B	0	0	2B	2B	0	0	0	
S13 COROBICI	2A	2A	0	1B	0	0	2A	0	0	2A	0	0	0	0	
S14 CAMAS	2A	0	1B	1B	0	0	0	0	1B	0	1B	0	0	0	
S15 LIBERIA	2A	0	2B	1B	0	0	0	0	2A	0	1B	0	0	0	
S16 QUATRAL	2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1B	0	0	0	
S17 COLORADO	2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1B	0	0	0	
S18 SANTA RITA	2A	0	2B	0	0	0	0	0	2A	0	1B	0	0	0	

- 0: BAJA SUSCEPTIBILIDAD O NO APLICABLE
- 1A: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE
- 1B: RIESGO POTENCIAL (IDENTIFICADO PERO NO CONFIRMADO) - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE
- 2A: RIESGO CONFIRMADO - MAYOR IMPACTO AL COMPONENTE
- 2B: RIESGO CONFIRMADO - MENOR IMPACTO AL COMPONENTE
- B: IMPACTO AL SISTEMA
- (1) POR RAZONES DE SU PROTECCION LEGAL NO HAY DEFORESTACION SIGNIFICATIVA. PARA LA MANTENCION DE LOS BOSQUES ES ESENCIAL PARA EVITAR DAMNOS FUTUROS.
- (2) HAY PROBLEMAS DE INUNDACIONES ANTES DE LA CONSTRUCCION DE UN MUNDO.
- (3) RIESGO CONOCIDO DE LA ESTABILIDAD DE TERRENO DIRECTAMENTE ENCIMA DE LA PLANTA.
- (4) DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS CON INTERACCION DIRECTA CON LAS AGUAS DEL EMBALSE.
- (5) INUNDACION DE LA PLANTA EN CASO DE VERTIDOS DE LA PRESA EN EXCESO DE 4000 M3/S.
- (6) ASOCIADA CON DESLIZAMIENTOS EN ESTA ZONA.
- (7) ASOCIADO CON EL RIO REVENTANO.
- (8) SI FALLAN LOS AISLADORES DE LAS LINEAS POR LAS CIZALLAS VOLCANICAS.

- (9) PROBLEMAS HISTORICOS ASOCIADOS CON TORNADOS PEQUEÑOS EN ESTA ZONA.
- (10) DAMNOS EN OPERACION Y EQUIPO.
- (11) PROBLEMA EXISTENTE DE CORROSION DE LINEAS, AISLADORES Y TORRES CAUSADA POR LOS GASES ACIDOS DE LOS VOLCANES VECINOS.
- (12) DAMNOS POR VIENTO ASOCIADOS CON LO LARGO DE LA LINEA EN SUSPENSIÓN A LA CRUCE DEL GOLFO.
- (13) SE DESTACAN FALLAS REGULARES DE ESTA LINEA POR RELAMPAGOS.
- (14) EVENTO POTENCIAL PERO NO HA OCURRIDO HASTA LA FECHA.
- (15) DAMNOS HISTORICOS ASOCIADOS CON TORNADOS.
- (16) LA PLANTA Y SUBESTACION A SAN ANTONIO SE UBICAN ADYACENTES AL RIO VASILLA. SE DEBE ASIGNAR 1B EN ESTE LUGAR.
- (17) LA PéRDIDA EXTENSIVA DE LA CAPA VEGETAL ASOCIADA CON LOS GASES VOLCANICOS.
- (18) ASOCIADO CON UNA AVALANCHA LAMARICA EN UNO DE LOS TRIBUTARIOS DEL EMBALSE RUE PROSENGAN DEL VOLCAN TRAZU.
- (19) AVALANCHAS SON CONFIRMADAS. EXISTEN DUDAS SOBRE LA POSIBILIDAD QUE SE RE ALCANZAR AL EMBALSE.

tal caso, existirían alternativas de transferencia por barco desde Puntarenas o Caldera hasta Golfito o una importación de emergencia desde la República de Panamá.

4.2.4 Amenazas y el Sistema Eléctrico

En el Cuadro 8 se presenta la Matriz de Vulnerabilidad del Sistema Eléctrico de Costa Rica. Los componentes del sistema se han dividido por Cuencas, Embalses, Plantas Hidroeléctricas y Térmicas, Líneas de Transmisión y Subestaciones. La asignación de valores de riesgo/daño en el cuadro se estableció por medio de entrevistas con varios técnicos del ICE y en el caso del complejo asociado con la laguna de Arenal, con una visita directamente a la región. Al final del cuadro aparece una lista de notas de explicación de varias de las asignaciones de vulnerabilidad.

A continuación se presentan algunos comentarios generales sobre riesgos al sistema:

La ventaja de la laguna de Arenal en relación a los riesgos de erosión y deslizamientos reside en su gran tamaño. Hay amenazas importantes asociadas con la deforestación, la erosión y los deslizamientos. Las actividades de manejo de la capa forestal, protección de las subcuencas y las orillas del embalse son esenciales para proteger el sistema. No obstante, los eventos aislados de esta naturaleza tendrían un impacto relativamente bajo en el porcentaje del volumen total del reservorio. Si la deforestación y riesgos de deslizamientos llegan a ser muy extensivos, los impactos serían graves.

En general, es crítica la protección de la capa vegetal de las cuencas de la mayoría de las plantas hidroeléctricas en el país. De los embalses, presas y plantas de estos sistemas, lo más significativo es el riesgo de sedimentos asociados con la deforestación y los deslizamientos que afecten el sistema de Cachí.

La parte de la matriz relacionada con los sistemas de transmisión demuestra el conocimiento detallado de las torres y líneas en cada tramo del sistema por parte de los técnicos responsables. El deslizamiento peligroso de San Blás descrito anteriormente afecta ambas líneas que conectan las plantas de Río Macho y Cachí al anillo central. Las otras dos líneas bajo peligro significativo de deslizamientos son primero el segmento entre Río Macho y San Isidro y segundo, la línea entre Arenal y Barranca.

Los vientos fuertes normales en el país ocurren en el invierno y afectan más que todo las regiones montañosas del norte y son una razón importante de las salidas de operación de las líneas de transmisión en la región de Arenal en esa época. Los daños físicos son mínimos. Un huracán, que pasaría por la vertiente

Atlántica del país, tendría un mayor impacto en las líneas de transmisión con daños significativos.

Los técnicos del ICE consideran que los riesgos para las torres y líneas de transmisión por efectos de los terremotos no deben ser mayores. Por la incertidumbre y falta de datos de justificación en esta aseveración, aquí se ha asignado el valor de 1B a la mayoría de las líneas en áreas susceptibles a esos eventos.

En el mismo sentido, los efectos de gases corrosivos de la emisiones volcánicas en las torres, líneas y aisladores de transmisión deben ser evaluados con más detalle antes de concretar la asignación de riesgo por esta causa.

En los componentes de subestaciones se da la asignación de mayor riesgo por causa de terremotos. Igual que en el caso anterior, no se identificó información suficiente para dar una asignación segura a estos eventos. No obstante, no existe en Costa Rica un estandar de construcción de subestaciones para garantizar su protección en caso de terremotos de magnitudes asumidas. La revisión directa de alguna estructura de este tipo reveló una rigidez entre los componentes y peso a niveles relativamente altos. Se recomienda estudiar este tema con más detalle.

4.3 Representaciones Gráficas de la Distribución Espacial de los Riesgos de Amenazas Naturales a la Infraestructura Energética

En la Figura 7 se ha extraído la información de la matriz de vulnerabilidad del sistema eléctrico sobre las amenazas que afectan las líneas de transmisión y subestaciones y se ha colocado en un esquema gráfico para dar una mejor visualización de la distribución espacial de los riesgos y sus magnitudes. Se recomienda considerar el uso de esta herramienta para la presentación de resultados en trabajos futuros.