

V. ANALISIS DE LA RESPUESTA DEL SECTOR ANTE LOS EVENTOS NATURALES DE GRAN MAGNITUD

Para enfrentar los posibles efectos al sector energía de un fenómeno natural pueden definirse dos niveles de acción:

1. Reforzando los diversos componentes de los sistemas para garantizar su resistencia a una magnitud previamente establecida del fenómeno en cuestión. Esto puede obtenerse realizando modificaciones estructurales, cambios en la ubicación de algunas partes del sistema hacia sitios menos vulnerables, etc.
2. Definiendo acciones a seguir que minimicen las pérdidas y garanticen un suministro oportuno de energía.

Con respecto al primer punto, debe recordarse que no es posible reforzar un sistema hasta su invulnerabilidad total, tanto por razones técnicas como económicas. El grado de resistencia que se dará a sus diversos componentes debe establecerse atendiendo razones económicas, sociales, necesidad de suministro, etc.

En el segundo punto recae propiamente la labor de planificación para enfrentar un evento natural. Pueden considerarse dos aspectos:

- a. definir esquemas generales que aumenten la confiabilidad del sistema y disminuyan los efectos del fenómeno sobre la población y la economía, tales como: trazado de rutas alternas, nuevas estaciones de almacenamiento de energéticos, localización de equipos de emergencia en el exterior que puedan alquilarse en caso necesario conocimiento permanente de las posibilidades de importación de energía de países vecinos, zonas prioritarias para el abastecimiento de energía, ya sea por la existencia de ciertos grupos de población (hospitales, centros de refugio, etc.), para restablecer algunos servicios básicos (bombeo de agua, comunicaciones, etc.) o para reactivar la producción en una o varias áreas.
- b. la atención de la emergencia propiamente dicha. Para este fin deberán elaborarse planes de contingencia, entrenar al personal técnico, coordinar acciones, interinstitucional, etc.

Según se mencionó con anterioridad, se construyó una matriz de vulnerabilidad para cada uno de los sistemas estudiados, la información en ellas incluida se obtuvo en sesiones de trabajo con los técnicos de las instituciones involucradas, con visitas al campo y con sobreposición de los mapas de amenazas y de cada uno de los sistemas. A partir de dicha información se elaboraron los mapas de vulnerabilidad; para el sistema eléctrico se muestran en las Figuras No. V.1, No. V.2, No. V.3, No. V.4, No. V.5 y No. V.6; éstos corresponden a los posibles efectos provocados por inundaciones, deslizamientos, actividad volcánica, sismo o terremoto, deslizamiento por lluvias y vientos fuertes, respectivamente.

Los mapas de vulnerabilidad para el sistema de hidrocarburos se presentan en las Figuras No. V.7, No. V.8, No. V.9, No. V.10, No. V.11 y No. V.12, los cuales corresponden a impactos por inundaciones, deslizamientos, actividad volcánica, sismo o terremoto, deslizamiento por lluvias y vientos fuertes, respectivamente.

Para realizar un primer esbozo de la respuesta actual del sector energía ante los efectos de un fenómeno natural, se consideraron por separado los sistemas hasta ahora estudiados.

- ////// RIESGO POTENCIAL
- RIESGO CONFIRMADO
- NO HAY RIESGO

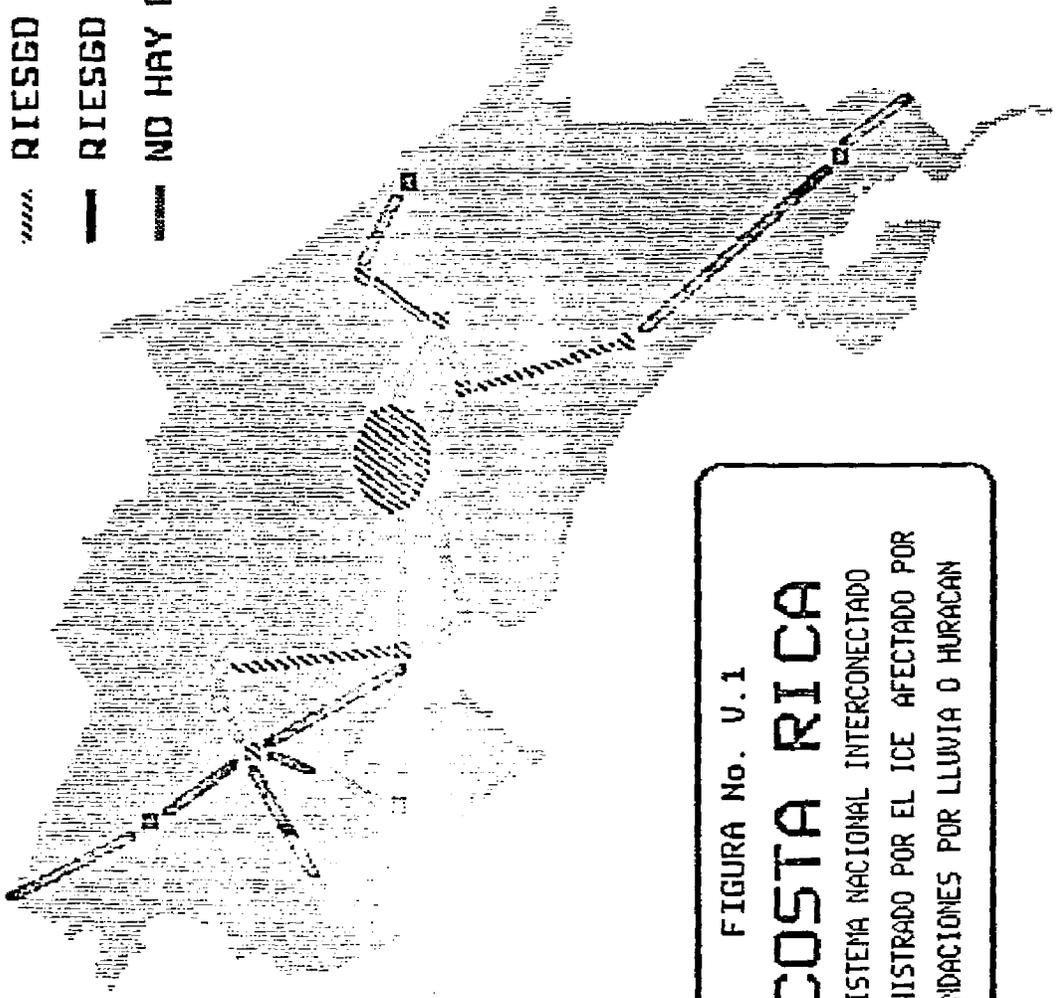


FIGURA No. U.1
COSTA RICA
 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
 ADMINISTRADO POR EL ICE AFECTADO POR
 INUNDACIONES POR LLUVIA O HURACAN

- RIESGO POTENCIAL
- RIESGO CONFIRMADO
- ND HAY RIESGO

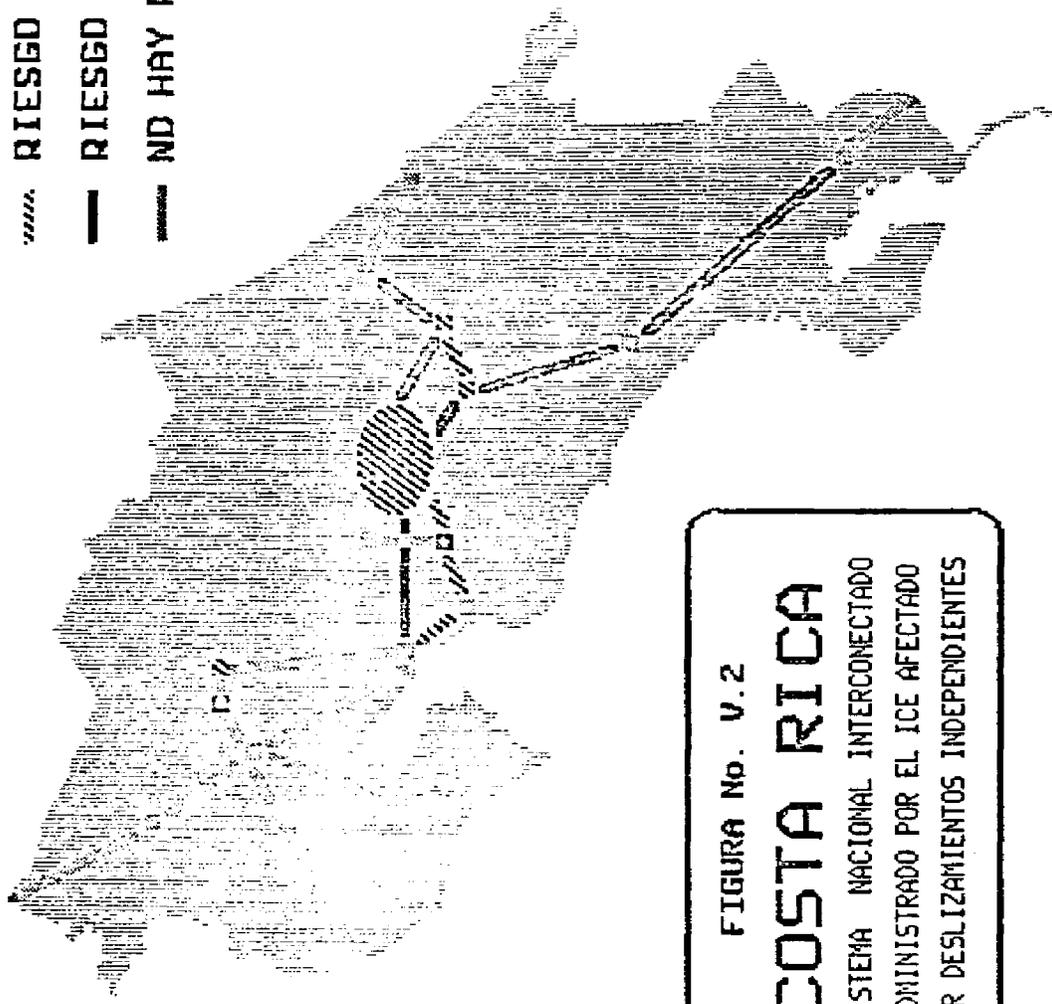
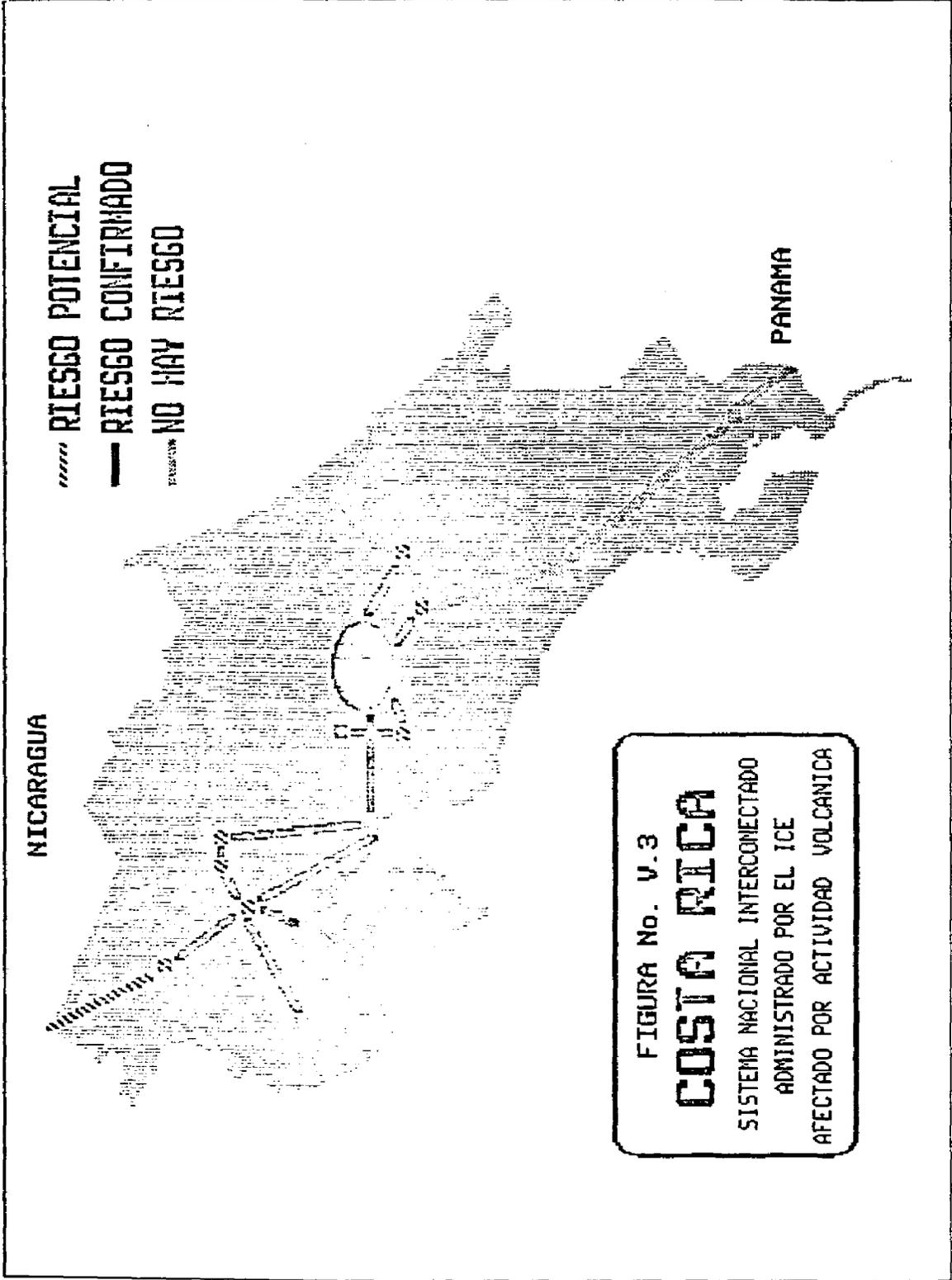


FIGURA No. V. 2

COSTA RICA

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
ADMINISTRADO POR EL ICE AFECTADO
POR DESLIZAMIENTOS INDEPENDIENTES



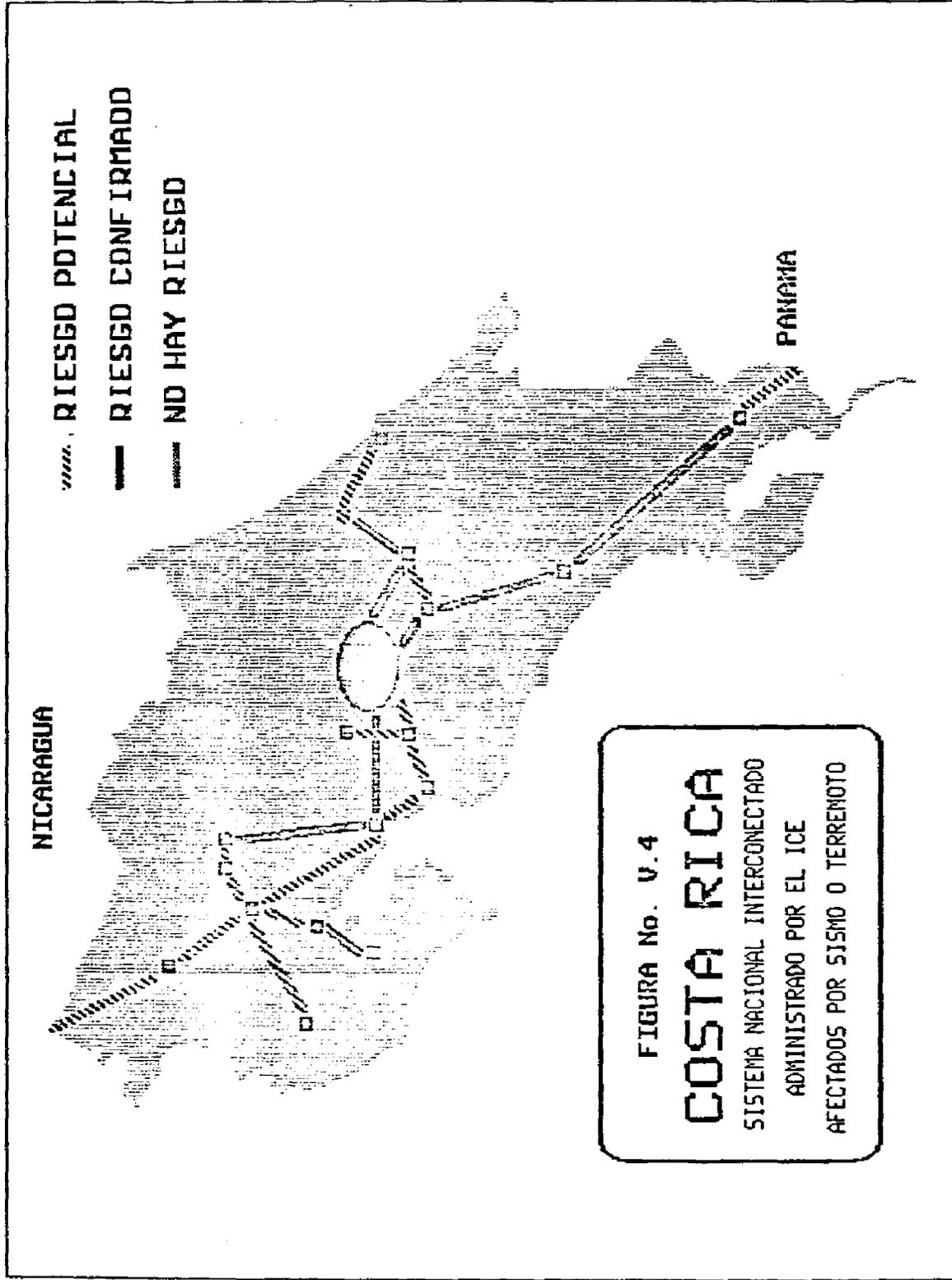


FIGURA No. V.4
COSTA RICA
 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
 ADMINISTRADO POR EL ICE
 AFECTADOS POR SISMO O TERREMOTO

- ////// RIESGO POTENCIAL
- RIESGO CONFIRMADO
- ND HAY RIESGO

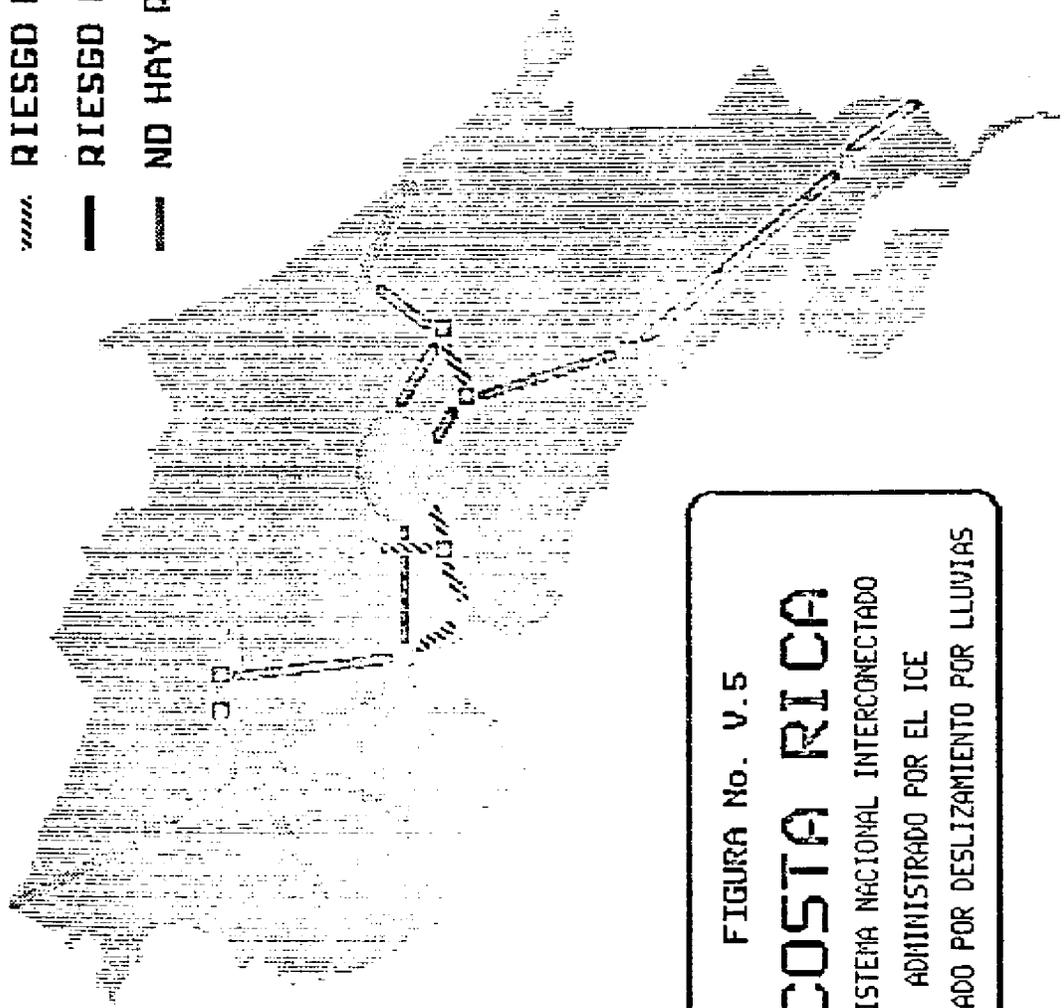


FIGURA No. V.5
COSTA RICA
 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
 ADMINISTRADO POR EL ICE
 AFECTADO POR DESLIZAMIENTO POR LLUVIAS

- ////// RIESGO POTENCIAL
- RIESGO CONFIRMADO
- ND HAY RIESGO

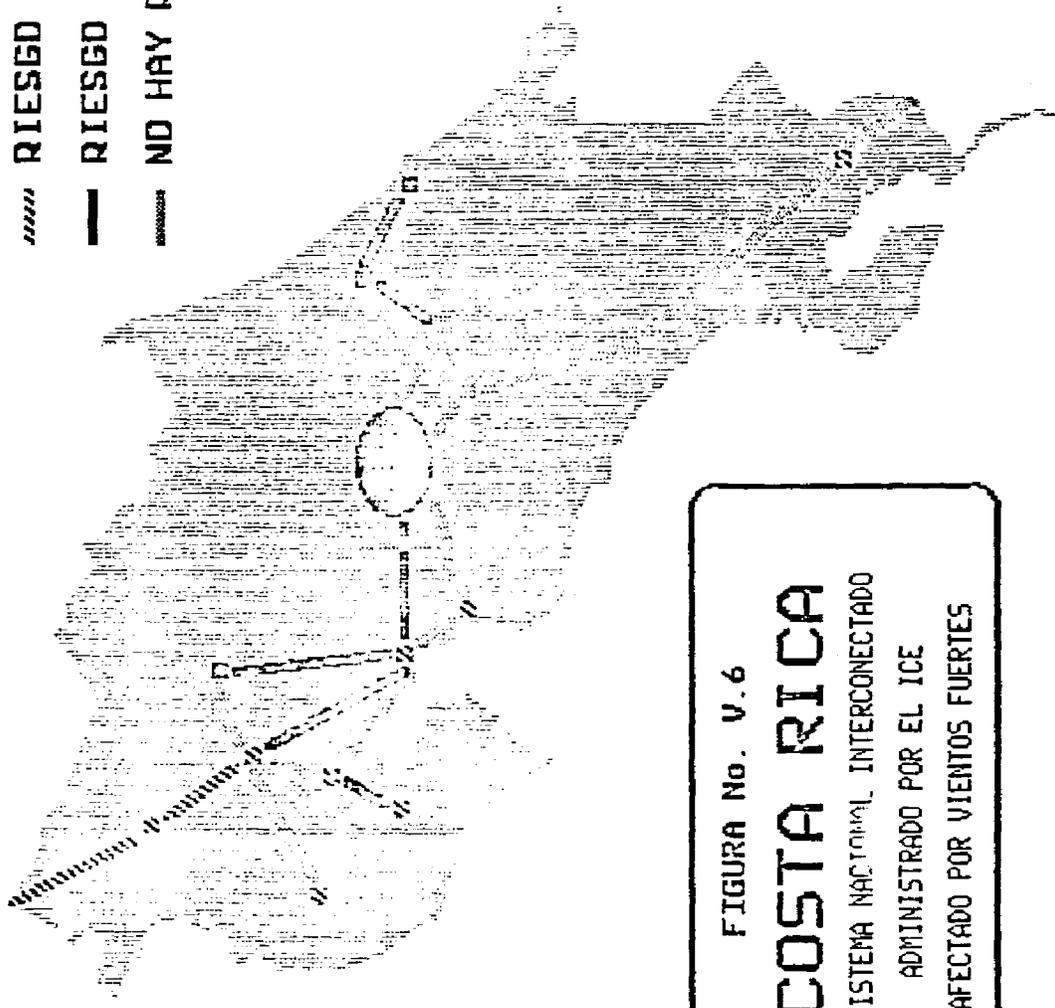


FIGURA No. V.6

COSTA RICA
 SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO
 ADMINISTRADO POR EL ICE
 AFECTADO POR VIENTOS FUERTES

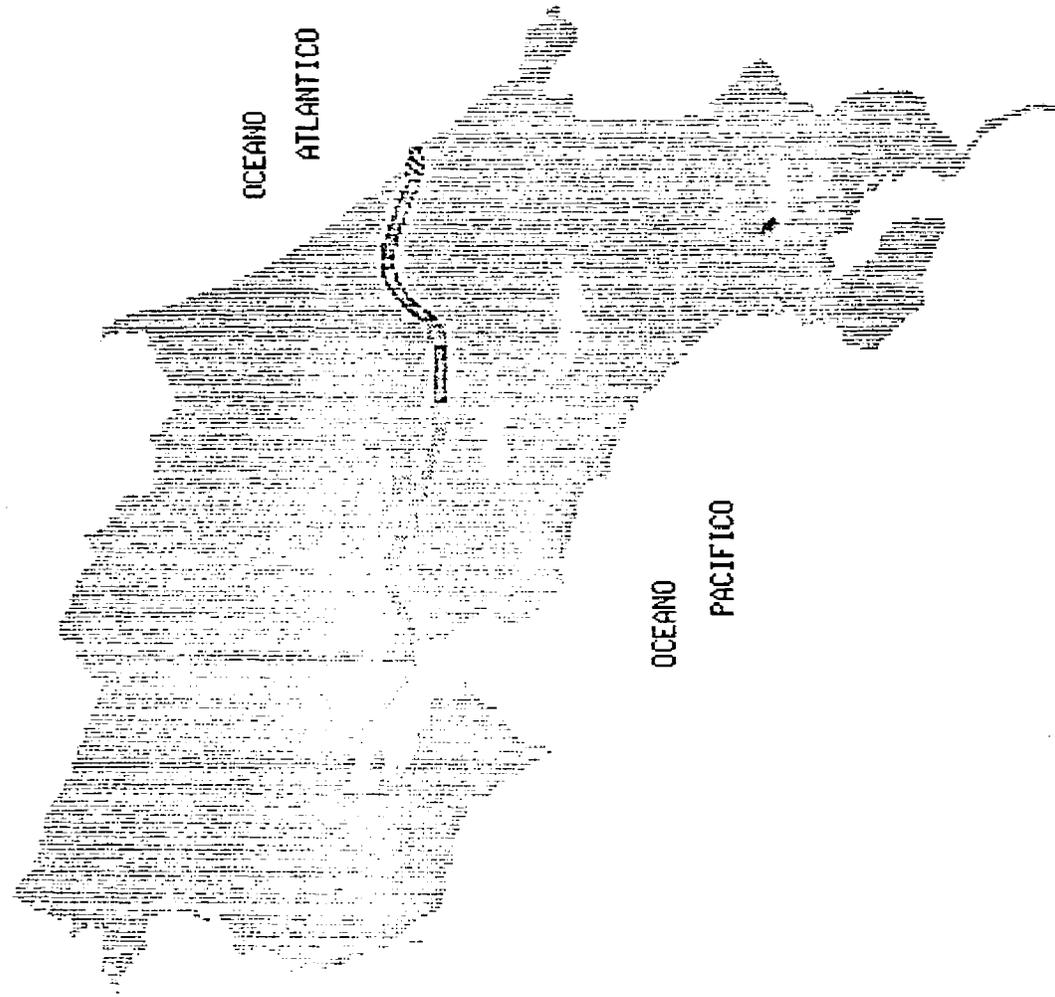
COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR INUNDACIONES

FIGURA No. V.7

NOMENCLATURA

-  NO HAY RIESGO
-  RIESGO CONFIRMADO
-  RIESGO POTENCIAL



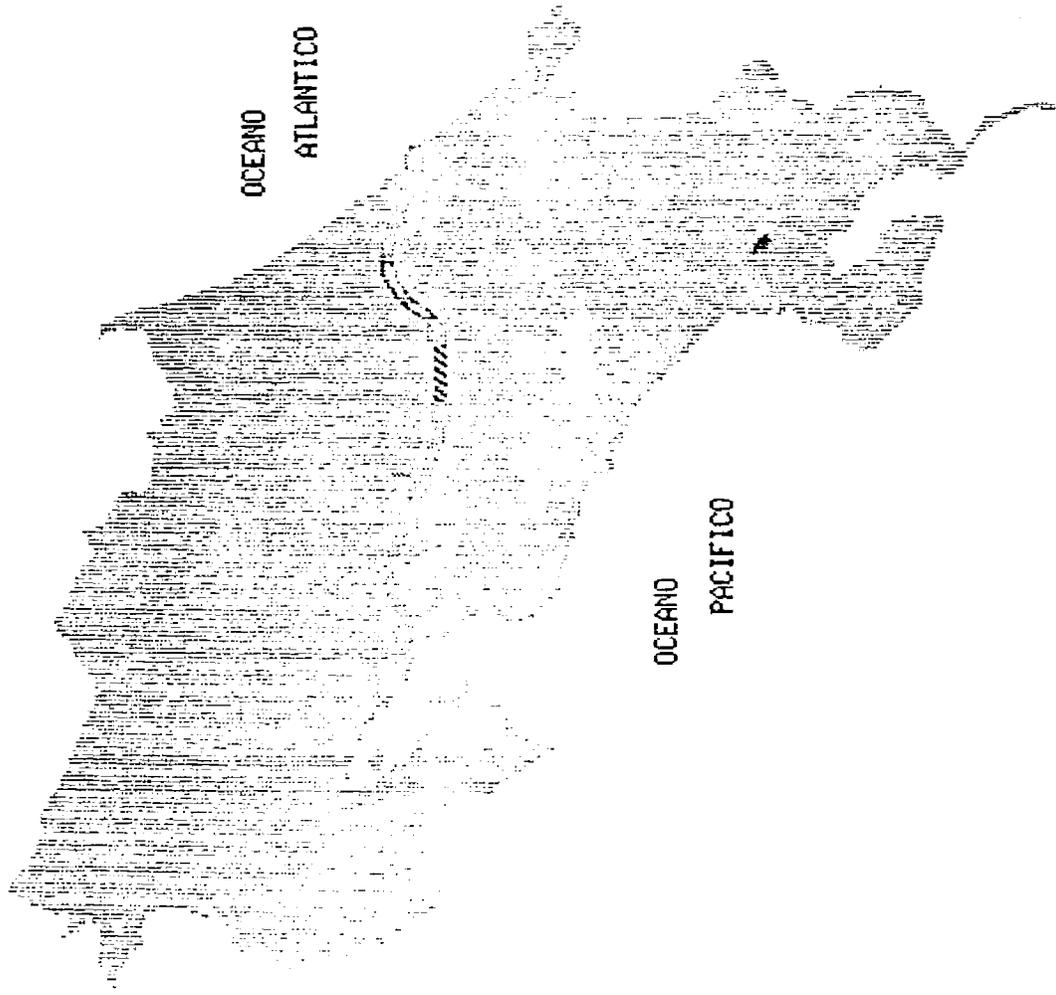
COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR DESLIZAMIENTOS

FIGURA No. V.8

NOMENCLATURA

-  NO HAY RIESGO
-  RIESGO CONFIRMADO
-  RIESGO POTENCIAL



COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR ACTIVIDAD VOLCANICA

FIGURA No. V.9

NOMENCLATURA

-  NO HAY RIESGO
-  RIESGO CONFIRMADO
-  RIESGO POTENCIAL



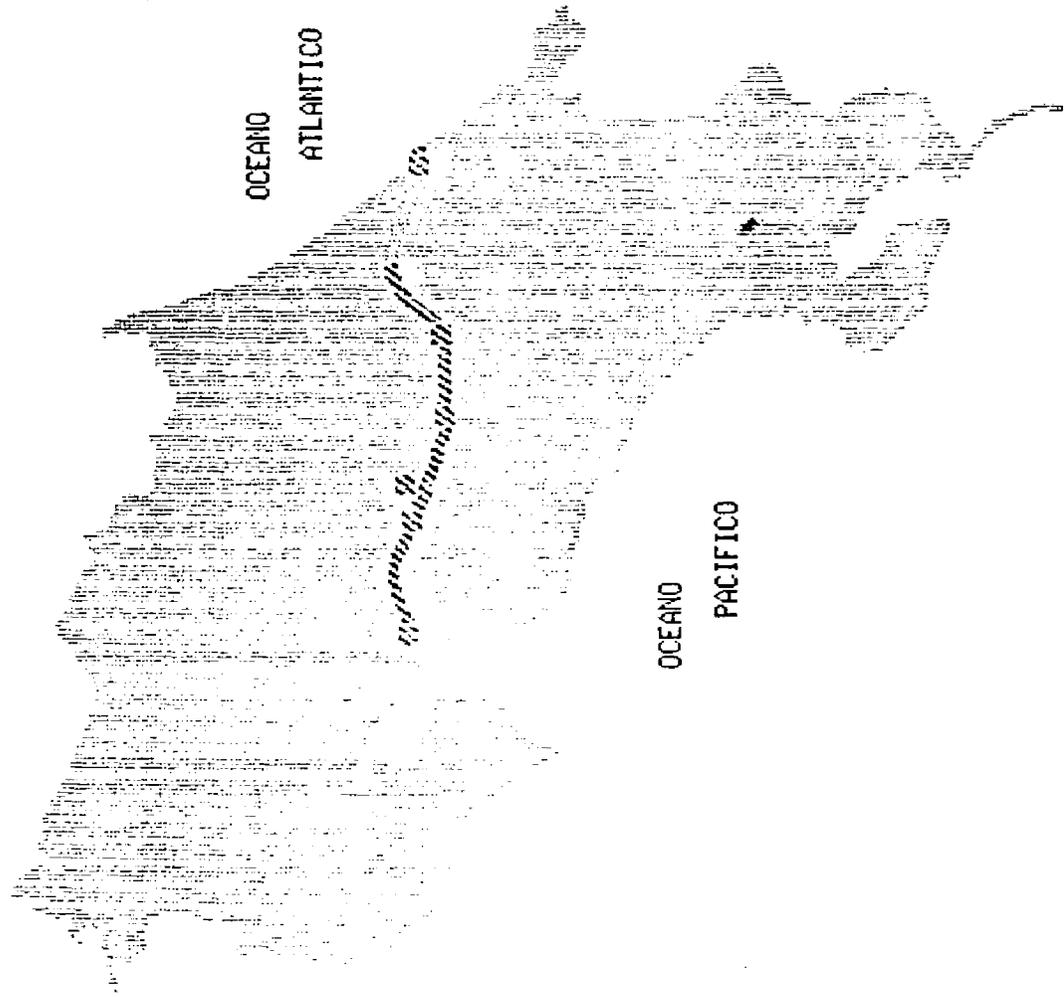
COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR SISMO O TERREMOTO

FIGURA No. V. 10

NOMENCLATURA

-  NO HAY RIESGO
-  RIESGO CONFIRMADO
-  RIESGO POTENCIAL



COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR DESLIZAMIENTOS
CON LLUVIAS FUERTES

FIGURA No. V.11

NOMENCLATURA

- NO HAY RIESGO
- ▬ RIESGO CONFIRMADO
- //// RIESGO POTENCIAL



COSTA RICA

OLEODUCTO Y PLANTELES
ASOCIADOS AFECTADOS
POR VIENTOS FUERTES

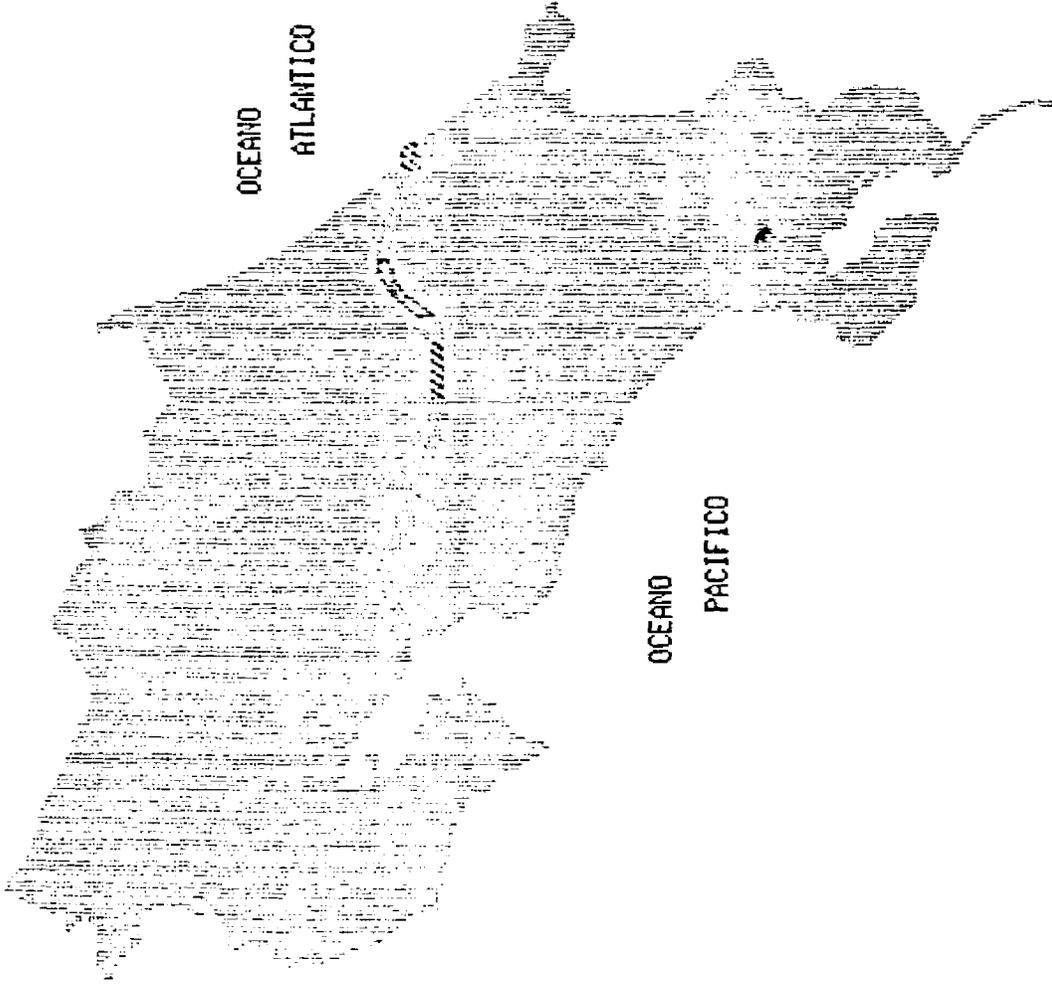


FIGURA No. V.12

NOMENCLATURA

----- NO HAY RIESGO

———— RIESGO CONFIRMADO

/////// RIESGO POTENCIAL

V.1 Sistema eléctrico

Para efectos del análisis se tratarán los siguientes componentes del sistema:

- Cuencas hidrográficas
- Plantas de generación
 - * hidroeléctricas: se considerará el embalse, la presa, la casa de máquinas y la subestación asociada.
 - * térmicas
- Líneas de transmisión (230 y 138 kv)
- Subestaciones

Cuencas hidrográficas: la mayor amenaza sobre las mismas la constituye la deforestación y los fenómenos asociados como erosión, inundaciones, deslizamientos, sedimentación acelerada en los embalses y caudales excesivos en los ríos en la estación lluviosa así como disminución del caudal en la época seca. Aunque las consecuencias de la deforestación aún no alcanzan grandes magnitudes, un aumento sustancial en sus impactos sería grave para el sistema. Para evitar dichos impactos, las cuencas deben protegerse o manejarse en forma adecuada; sin embargo, este tipo de acciones por lo general se realiza cuando se evidencian las consecuencias de la deforestación.

Las cuencas hidrográficas en las cuales se encuentran ubicadas plantas hidroeléctricas importantes y que sufren los efectos de la deforestación son:

- Río Arenal; de él se toman las aguas para la Laguna Arenal, las cuales son utilizadas en la planta del mismo nombre y luego, en la planta Corobicí.
- Río Grande de Tárcoles; en él están ubicadas las plantas Garita y Ventanas-Garita.
- Río Macho; las aguas de este río se utilizan en la planta del mismo nombre.
- Río Reventazón; sus aguas son usadas en la planta Cachí.

Plantas de generación hidroeléctrica: están amenazadas por:

- sismo o terremoto; por estos fenómenos ya ha sido afectado, principalmente por ruptura, al menos un componente de todas las plantas de generación hidroeléctrica. No obstante, en la mayoría de los casos los daños han sido menores.
- inundaciones; los únicos componentes afectados, y en forma severa, por este evento serían las subestaciones de las plantas Cachí y Río Macho.
- actividad volcánica; existe amenaza potencial de menor impacto por emisiones para todas las subestaciones asociadas a las plantas hidroeléctricas.
- sequía; afecta los embalses de las plantas Ventanas-Garita, Arenal y Cachí, siendo el de esta última particularmente susceptible a cambios climáticos asociados al fenómeno del Niño. Debido a la interconexión del sistema eléctrico, la sequía tiene impacto sobre todo el sistema.

- deslizamientos independientes; ya han sufrido daños los embalses de todas las plantas, la subestación Corobicí y otros componentes de la planta Ventanas-Garita. Con la excepción del caso del embalse Cachí y la subestación Corobicí, donde los daños fueron importantes, los impactos han sido de menor magnitud. El resto de los componentes de las plantas hidroeléctricas podrían ser afectados por deslizamientos, aunque pueden preverse trastornos serios sólo en Cachí y Río Macho, amenazados por el deslizamiento de San Blas, uno de los mayores del país.
- arrastre del lecho de los ríos; se han afectado por este fenómeno las plantas Río Macho, Ventanas-Garita y Cachí, éstas dos últimas en forma importante.
- deslizamientos por lluvias fuertes; presentan registros históricos del evento todas las plantas, con daños de consideración, a excepción de Ventanas-Garita. Este fenómeno también puede producirse asociado a huracanes.
- vientos fuertes, especialmente asociados a huracanes; sólo se ha afectado la planta Arenal, aunque en menor escala. Está amenazado también el embalse Sandillal (proyecto en construcción).
- caudales excesivos en los ríos; Ventanas-Garita ha tenido impactos severos y está amenazado el embalse de Río Macho.
- erosión; los embalses Arenal y Cachí han sufrido los efectos de este fenómeno, aunque de poca magnitud. Existe amenaza en Río Macho y Sandillal (aún en construcción).
- deforestación; se presenta en Cachí y Arenal, aunque para ésta última se creó recientemente una zona de protección.

La respuesta del sector si alguno de los eventos antes mencionados se presentara, dependería de la planta afectada y de la magnitud de los daños. Con respecto al primer aspecto, el mayor impacto sería sobre el complejo Arenal-Corobicí, proveedor de un 49% de la energía eléctrica que se consume en el país. Sin embargo, es poco probable que éste sea afectado por el refuerzo en las obras de infraestructura y su ubicación. En caso de que saliera de operación este complejo, sería necesaria la importación de energía eléctrica de países vecinos, la utilización de equipos de emergencia, la generación térmica y probablemente el racionamiento.

Si alguna de las otras plantas fuera afectada, la generación térmica y probablemente el racionamiento serían las respuestas inmediatas, dependiendo de los daños producidos y por lo tanto, del tiempo recuperación de dichos daños.

En lo referente a la magnitud del evento sobre las obras de infraestructura, si ésta es baja, se utilizaría la generación térmica mientras se llevan a cabo las labores de reparación, así como la importación de electricidad de países vecinos, ya que los sistemas térmicos disponibles son de poca capacidad (70 MW) y con elevados costos de operación. Si se tuviera un fenómeno de gran magnitud, sería necesaria la importación de electricidad, la utilización de equipos de emergencia, la generación térmica y probablemente el racionamiento, mientras se sustituye la o las plantas dañadas. Esto se debe a que la capacidad de generación eléctrica instalada en el país no es muy superior a la demanda máxima actual.

Plantas de generación térmicas: existen cuatro instalaciones de este tipo en el país: Barranca, Moín, San Antonio y Colima; las dos últimas pertenecen al Anillo Central.

Los fenómenos que podrían ocasionarles daños son:

- sismo o terremoto; existe amenaza potencial para todas las plantas menos Moín.

- inundaciones; sólo la planta Moín es afectada.
- deslizamientos; existe amenaza potencial de menor magnitud para San Antonio.
- vientos fuertes; afectan únicamente la planta Moín.

Hasta la fecha sólo las plantas Barranca y Moín han sufrido daños; Moín en forma severa por inundaciones y en menor escala, por vientos fuertes. En Barranca se presentaron rupturas causadas por actividad sísmica, pero no muy graves.

Debido a la poca capacidad de las plantas térmicas (70 MW), y a que su utilización se restringe a los períodos secos y a las "horas pico", no se preve mayor impacto al sector en caso de ser afectadas.

Líneas de transmisión; están bajo la amenaza de los siguientes fenómenos naturales:

- sismo o terremoto; pueden presentarse rupturas en todas las líneas, aunque no se esperan averías mayores. También pueden ocurrir deslizamientos como consecuencia de un evento de este tipo; ya se han afectado los tramos de Río Macho a Río Claro y Barranca-Arenal, así como los que conectan el Anillo Central con Río Macho, Cachí y Barranca. También existe amenaza potencial por deslizamientos ocasionados por sismos en otras secciones de las líneas de transmisión, pero no se prevén mayores consecuencias por sus efectos.
- inundaciones; se tiene amenaza potencial para las secciones Cachí-Siquirres, Río Macho San Isidro, Barranca-Arenal y para el Anillo Central. Se han presentado daños en los tramos Siquirres-Moín, de San Isidro a Panamá, de Barranca a Nicaragua, Cañas-Guayabal y Cañas-Colorado. En la mayoría de los casos el impacto ha sido considerable.
- actividad volcánica; las emisiones de gases y cenizas afectan los aislantes y producen corrosión y producen corrosión en las torres y líneas de transmisión. Esta situación se presenta en las secciones de Barranca a Nicaragua, Arenal-Barranca, Garita-Naranjo, de Cañas a Guayabal, Colorado y Arenal, en el Anillo Central y en los tramos que conectan al Anillo Central con Río Macho, Cachí, Garita y Barranca.
- deslizamientos; ya sean independientes o provocados por lluvias fuertes y/o asociados a deforestación; están amenazados los tramos Cachí-Río Macho, Anillo Central-Garita, Garita-Juanilama, Juanilama-Barranca, Garita-Naranjo y el Anillo Central. Ya se han presentado daños, generalmente considerables, en las secciones Cachí-Siquirres, de Río Macho a Río Claro, Barranca-Arenal y las conexiones del Anillo Central con Río Macho, Cachí y Barranca.
- vientos fuertes; existen registros de averías en las líneas de Cachi a Moín, Colorado Santa Rita, de Barranca al Anillo Central, a Cañas y Arenal. También pueden afectarse el Anillo Central y los tramos Corobicí-Cañas y de Cañas a Nicaragua.

Además, en la línea Garita-Juanilama se presentan fallas periódicas como consecuencia de tormentas eléctricas.

Debido a la interconexión de la red y a la existencia de anillos, se dispone de algunas opciones para el transporte de electricidad, lo cual hace que el sistema sea bastante seguro. Sin embargo, según la descripción anterior, se tiene tramos y puntos vulnerables cuyo daño podría afectar el abastecimiento de energía. En caso de salida de operación de una o varias de las líneas de transmisión, se requeriría del funcionamiento a plena capacidad de algunas plantas y, en caso severo, de importación de electricidad. No obstante, se preve una recuperación rápida de estos componentes.

Subestaciones: sólo se considerarán las que no están asociadas a una planta de generación hidroeléctrica, debido a que éstas ya fueron contempladas. Los eventos que pueden afectarlas son:

- sismo o terremoto; a excepción de Moín, Siquirres y Naranjo, todas las subestaciones han sufrido impactos severos, especialmente por ruptura.
- inundaciones; las subestaciones que se han averiado por sus efectos son: Liberia, Santa Rita, Moín y Río Claro, la última en menor grado. Existe amenaza potencial para Siquirres, San Isidro, Barranca y Cañas.
- actividad volcánica; las emisiones de ceniza y gases ya han afectado las subestaciones del Anillo Central y la de Naranjo. También pueden sufrir consecuencias Cañas y Liberia.
- deslizamientos independientes o causados por lluvias fuertes o huracanes; podrían afectar la subestación San Antonio del Anillo Central, aunque con daños de poca magnitud.
- vientos fuertes; se han visto afectadas subestaciones del Anillo Central, especialmente por tornados. También han sufrido daños considerables Siquirres y Moín. Existe amenaza potencial de menor magnitud para Río Claro, Juanilama, Barranca, Cañas, Liberia, Guayabal, Colorado y Santa Rita.

Al igual que en el caso de las líneas de transmisión, la interconexión del sistema brinda varias posibilidades en caso de producirse un fenómeno que dejara fuera de servicio alguna de las subestaciones. No obstante, se tienen algunos puntos críticos cuya salida de operación ocasionaría graves trastornos a casi todo el sistema.

Si se afectara una o varias de las subestaciones por un evento natural, las acciones a tomar dependerían de la magnitud de los daños; si éstos no fueran muy severos, se espera una pronta recuperación y la prestación del servicio a través de otra parte del sistema. En caso de averías graves que imposibilitaran la interconexión o impidieran una reparación rápida del daño, tendría que importarse electricidad y/o racionar su consumo.

V.2 Sistema de Hidrocarburos

Se considerarán los siguientes componentes del sistema de refinación, transporte y almacenamiento de hidrocarburos:

- Muelle petrolero en Moín, Limón
- Refinería
- Oleoducto interoceánico
- Planteles de almacenamiento y distribución

Muelle petrolero de Moín: hasta la fecha no ha sido afectado por ningún evento natural. Las amenazas potenciales que podrían perjudicarlo las constituyen:

- vientos fuertes e inundaciones asociadas a huracanes. Aunque la probabilidad de ocurrencia de un huracán es baja, un 6% aproximadamente, su efecto sería de gran impacto sobre el sistema, debido principalmente a la destrucción que ocasionaría el embate de las olas y a la deposición de sedimentos. Por la ubicación geográfica de este muelle, se tiene cierta protección contra los vientos, razón por la que no se esperan daños excesivos por sus efectos. Si un fenómeno de este tipo se presente podría importarse crudo o producto terminado por el Atlántico, hasta tanto no se rehabilitara el muelle, quedando también fuera de operación la refinería, ya que Costa

Rica no produce petróleo. Una situación como la señalada anteriormente, haría necesaria la importación de productos terminados y de crudo (en caso de estar habilitada la refinería) por el Pacífico, para lo que no existe infraestructura en la actualidad. Además, podrían importarse productos terminados por carretera, desde Panamá y racionar el consumo.

Un evento como el mencionado sería, probablemente, el más grave que puede afectar al sistema hidrocarburos y dentro del sector energía sólo podría compararse con la pérdida del complejo Arenal.

Refinería: las amenazas que pesan sobre este componente son de tipo potencial y están constituidas por sismo o terremoto, inundaciones y vientos fuertes; éstas dos últimas ocasionadas principalmente por huracanes o lluvias excepcionalmente fuertes.

Si existiera la amenaza de un huracán, lo cual es poco probable según se mencionó anteriormente, las medidas a tomar para minimizar las pérdidas serían las siguientes:

- disminuir el nivel de los tanques de almacenamiento, sustituyendo el producto que contengan por agua.
- sujetar las torres con cables y llenarlas parcialmente con agua.

Si la refinería quedara fuera de servicio por efecto de un fenómeno natural, se haría necesaria la importación de productos terminados, siempre y cuando esto sea factible a través del muelle petrolero ubicado en Moín.

Oleoducto interoceánico: puede ser afectado por diferentes fenómenos, dependiendo de la zona geográfica en la que estén ubicados los diferentes tramos, a saber:

- sismo o terremoto; está potencialmente amenazado todo el oleoducto, a excepción del tramo Limón-Siquirres. Los posibles daños podrían ser tanto rupturas como deslizamientos, y los mayores impactos pueden esperarse en los tramos Turrialba-El Alto y El Alto-Aeropuerto.
- inundaciones; la tubería ya ha sufrido daños a causa de este fenómeno, aunque de poco impacto. Los tramos afectados son: Limón-Siquirres, Siquirres-Turrialba y Turrialba-El Alto.
- actividad volcánica; la amenaza es potencial y de poca magnitud para la sección Turrialba-El Alto, estando fuera de peligro el resto del oleoducto.
- deslizamientos independientes; ha sido afectado en forma importante el tramo Siquirres-Turrialba y existe amenaza potencial severa para el tramo Turrialba-El Alto.
- lluvias fuertes con inundaciones y deslizamientos asociados; ya han sido afectados por este fenómeno los tramos Limón-Siquirres, Siquirres-Turrialba y La Garita-Barranca, existiendo amenaza potencial de menor impacto al componente en la sección Turrialba-El Alto.
- vientos fuertes; este fenómeno no afecta al oleoducto en forma directa, sin embargo, los árboles derribados por el viento caen sobre la tubería y la dañan. Esta situación se ha presentado en el tramo Siquirres-Turrialba y podría afectar la tubería entre Turrialba y El Alto.

Las acciones a tomar en caso de que un evento natural dañara el oleoducto dependerían de la índole del daño y de su magnitud. Si se produjera una ruptura en la tubería, sería necesario interrumpir la operación del oleoducto, aunque no se espera que una situación de este tipo se

prolongue por mucho tiempo debido a la experiencia que han desarrollado los técnicos de RECOPE en este campo. Durante la emergencia, el transporte de combustibles se llevaría a cabo por carreteras en camiones cisterna, siempre y cuando la condición de las mismas lo permita.

Planteles de almacenamiento y distribución: las amenazas que pesan sobre estos componentes son de tipo potencial y están constituidas por:

- sismo o terremoto; por su ubicación, éstos fenómenos podrían afectar todos los planteles, pudiendo prever daños mayores sólo en los planteles El Alto y La Garita.
- actividad volcánica; podría afectar los planteles Turrialba y El Alto.

Debido a que la mayor parte del equipo e infraestructura están protegidos, no se esperan daños muy graves causados por los fenómenos mencionados. De ocurrir alguno de ellos, se utilizarían otros planteles para almacenar el combustible y se recurriría a la importación de productos terminados y al racionamiento. La última medida sólo sería necesaria si se tubieran grandes impactos al componente, lo cual, según se mencionó, es poco probable.

V.3 Sistema Ferroviario

Las amenazas sobre este sistema son: sismo o terremoto, inundaciones, deslizamientos, arrastres de lechos de ríos y caudales excesivos, lluvias y vientos fuertes, y erosión.

Con respecto al sector energía, la sección de interés se restringe al trayecto Limón-Cartago, ya que por éste se transportan los productos pesados desde la refinería hasta el plantel El Alto.

En el tramo mencionado, los fenómenos naturales que ~~se~~ se presentan con mayor frecuencia son los deslizamientos y los vientos fuertes que amenazan una sección electrificada de la vía. Con respecto a los deslizamientos, la situación actual es crítica, ya que en algunos puntos existe grave peligro para la utilización de la vía y las posibilidades de un desvío implican un desembolso que la institución administradora del ferrocarril no puede afrontar.

Ante la inutilización de la vía férrea, el transporte por carretera a través de camiones cisterna sería la solución del problema y no implicaría mayores trastornos al sector, siempre y cuando la red vial pueda utilizarse.

Para el acueducto metropolitano y para la red vial, la información necesaria así como el análisis correspondiente están en proceso de elaboración.

V.4 Estudio de caso: Deslizamiento de San Blas

Para analizar en forma rápida los posibles efectos en el sector energía de un fenómeno natural y las acciones a tomar en el caso real; se considera lo que ocurriría si se activará el deslizamiento de San Blas, uno de los más importantes del país (cerca 50 millones de m³ con una alta tasa de desplazamiento anual).

Este caso es de interés ya que podrían afectarse tanto el sub-sector hidrocarburos como el sub-sector eléctrico.

En cuanto a los posibles efectos para la parte de hidrocarburos, se encuentra la destrucción total o parcial de un segmento del oleoducto que atraviesa el cauce del Río Reventado. Lo

anterior causaría algunos problemas asociados con el suministro de gasolina, diesel oil, kerosene y jet fuel en el Valle Central, en las regiones Norte, y Pacífico Central y Norte del país.

En lo que se refiere al sub-sector eléctrico se encontrarían en peligro principalmente en los tramos de líneas de transmisión de alta tensión que atraviesan el cauce del río Reventado, ellos son: Cachi-El Este y Río Macho-El Este. Los posibles efectos que podrían esperarse son: la destrucción de las líneas y una suspensión del servicio en el Valle Central.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización de este estudio ha sido evidente la falta de interés institucional de considerar las amenazas naturales dentro de la planificación de los programas de expansión y en la ejecución de los proyectos mismos. No obstante, muchos de los técnicos involucrados poseen una clara percepción de la vulnerabilidad de los sistemas, aunque esto suceda en forma aislada, sin que medie una sistematización de los conocimientos o de los procedimientos requeridos o empleados.

Además de que no se cuenta con una planificación de conjunto adecuada, tampoco existen planes de contingencia o mitigación, ni personal debidamente capacitado, para enfrentar las consecuencias de un evento natural en el momento en que éste se presente.

Se debe crear conciencia a alto nivel dentro de las instituciones del sector, de la necesidad de incluir los posibles efectos de las amenazas naturales en sus planes de desarrollo y en los proyectos que ejecuten, definiendo acciones en dos sentidos:

1. Reforzando el sector como un todo para garantizar el suministro oportuno de energía
2. Planificando las acciones a seguir antes y después de la ocurrencia de un fenómeno natural.

En cuanto al segundo punto se hace necesario trabajar en dos niveles:

- a. Definir esquemas generales, ya sea creando rutas alternas de suministro de energía, contando con posibles proveedores de equipos de emergencia, definiendo puntos estratégicos de almacenamiento, etc.
- b. Atención del evento. En este sentido pueden formularse planes de mitigación, entrenamiento al personal técnico, propiciar la coordinación interinstitucional, etc.

Se debe contar con mapas más detallados de las amenazas naturales que afectan el país y su información básica, así como la vulnerabilidad del sector ante los fenómenos naturales y periodos de recurrencia, para luego elaborar los mapas de riesgos. Para tal efecto debe propiciarse la acción conjunta de los técnicos de las áreas de desarrollo y de los encargados de las labores de planificación en las diferentes instituciones, promoviendo su capacitación en este campo.

Es importante conocer y analizar la experiencia de otros países ante la ocurrencia de un evento natural, con el fin de determinar su aplicabilidad a nuestro sistema. Debe promoverse este tipo de actividades a nivel internacional para obtener el mayor provecho para todas aquellas naciones que, por su ubicación geográfica o características particulares, se ven afectadas por fenómenos naturales.

La participación de la Comisión Nacional de Emergencia en los estudios posteriores es de vital importancia para que, en el momento en que se presente un evento, la coordinación interinstitucional responda de la mejor forma, garantizando el suministro oportuno de energía a zonas prioritarias tales como aquellas en las que se ubican hospitales, plantas de bombeo de agua, refugios, etc..

BIBLIOGRAFIA

1. Mora, S., Alvarado, G., Morales, L. Mapa preliminar sintético de amenazas geológicas de Costa Rica: su importancia en el desarrollo de la infraestructura
2. Informe de Labores 1988, Oficina de Estadística, Instituto Costarricense de Electricidad.

A N E X O

A. MAPA DE DENSIDAD DE POBLACION

El mapa de densidad de población por cantones se obtuvo a partir de la información suministrada por el Censo de Población de 1984 de la Dirección General de Estadística y Censos. No se utilizaron proyecciones al año 1989 debido a que no se dispone de este tipo de información por cantones.

Se han definido cinco estratos de densidad de población de igual número de cantones cada uno, a saber:

- muy alta, más de 351 habitantes/km²
- alta, de 91 a 350 habitantes/km²
- media, de 36 a 90 habitantes/km²
- baja, de 20 a 35 habitantes/km²
- muy baja, de 0 a 19 habitantes/km²

El Cuadro No. A.1 muestra la división cantonal de nuestro país y la densidad de población de cada uno de ellos.

B. MAPA DE CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR CANTONES

Para la elaboración de este mapa, se han considerado las ventas de hidrocarburos realizadas por RECOPE y el consumo de electricidad por cantones. Se pretende dar de esta forma una visión geográfica del consumo de las principales fuentes de energía por cantones.

Una vez totalizados los consumos, se clasificaron de acuerdo a los siguientes estratos:

- muy alto, de 501 a 13 364 TJ
- alto, de 246 a 500 TJ
- medio, de 141 a 245 TJ
- bajo, de 66 a 140 TJ
- muy bajo, de 0 a 65 TJ

El Cuadro No. B.1 muestra la división cantonal y su respectivo consumo de energía.

CUADRO A.1
COSTA RICA: Densidad de población. 1984

CATEGORIA	PROVINCIA	NOMBRE DEL CANTON	DENSIDAD Hab./km»
MUY ALTA	SAN JOSE	TIBAS	7079
	SAN JOSE	CANTON CENTRAL	5412
	SAN JOSE	MONTES DE OCA	2577
	SAN JOSE	GOICOECHEA	2538
	SAN JOSE	CURRIDABAT	2003
	HEREDIA	SAN PABLO	1567
	SAN JOSE	ALAJUELITA	1483
	HEREDIA	FLORES	1295
	SAN JOSE	MORAVIA	1154
	HEREDIA	BELEN	1016
	SAN JOSE	ESCAZU	960
	SAN JOSE	DESAMPARADOS	927
	CARTAGO	LA UNION	915
	HEREDIA	SANTO DOMINGO	902
	HEREDIA	SAN RAFAEL	476
	ALAJUELA	PALMARES	468
	ALTA	HEREDIA	BARBA
HEREDIA		SAN ISIDRO	334
ALAJUELA		CANTON CENTRAL	328
SAN JOSE		SANTA ANA	319
HEREDIA		SANTA BARBARA	313
CARTAGO		CANTON CENTRAL	306
HEREDIA		CANTON CENTRAL	194
ALAJUELA		POAS	189
ALAJUELA		NARANJO	186
SAN JOSE		ASERRI	182
CARTAGO		EL GUARCO	124
ALAJUELA		ATENAS	118
CARTAGO		OREAMUNO	118
SAN JOSE		VAZQUES DE CORONADO	110
CARTAGO		ALVARADO	103
ALAJUELA		GRECIA	97
MEDIA	ALAJUELA	VALVERDE VEGA	89
	SAN JOSE	MORA	78
	ALAJUELA	OROTINA	74
	GUANACASTE	ESPARZA	68
	CARTAGO	PARAISO	68
	SAN JOSE	LEON CORTES	67
	GUANACASTE	CORREDORES	46
	ALAJUELA	ALFARO RUIZ	45
	SAN JOSE	ACOSTA	43
	SAN JOSE	PEREZ ZELEDON	43
	SAN JOSE	PURISCAL	42

COSTA RICA: Densidad de población. 1984
Continuación...

CATEGORIA	PROVINCIA	NOMBRE DEL CANTON	DENSIDAD Hab./km»
MEDIA	CARTAGO	JIMENEZ	42
	ALAJUELA	SAN RAMON	40
	GUANACASTE	CANTON CENTRAL	40
	SAN JOSE	TARRAZU	37
BAJA	GUANACASTE	COTO BRUS	34
	LIMON	SIQUIRRES	34
	GUANACASTE	CARRILLO	33
	CARTAGO	TURRIALBA	31
	GUANACASTE	MONTES DE ORO	30
	ALAJUELA	SAN MATEO	30
	LIMON	CENTRAL	30
	LIMON	GUACIMO	29
	GUANACASTE	NICOYA	28
	GUANACASTE	CAÑAS	25
	GUANACASTE	AGUIRRE	24
	GUANACASTE	SANTA CRUZ	24
	GUANACASTE	TILARAN	23
	GUANACASTE	HOJANCHA	23
	ALAJUELA	SAN CARLOS	22
	GUANACASTE	PARRITA	20
GUANACASTE	LIBERIA	20	
MUY BAJA	LIMON	MATINA	19
	GUANACASTE	ABANGARES	19
	LIMON	POCOCI	18
	GUANACASTE	NANDAYURE	17
	GUANACASTE	GOLFITO	17
	ALAJUELA	UPALA	16
	GUANACASTE	OSA	14
	GUANACASTE	BUENOS AIRES	12
	SAN JOSE	DOTA	11
	SAN JOSE	TURRUBARES	11
	GUANACASTE	GARABITO	10
	ALAJUELA	GUATUSO	9
	HEREDIA	SARAPIQUI	9
	ALAJUELA	LOS CHILES	8
	GUANACASTE	BAGACES	8
	GUANACASTE	LA CRUZ	8
LIMON	TALAMANCA	4	

Fuente: Censo de Población 1984. Dirección General de Estadística y
División Territorial Administrativa de la República de Cost
Decreto No. 15772-8. Gaceta No. 210 del 5 de noviembre de 1984

CUADRO B.1
COSTA RICA: Ventas totales de energía por cantones. 1988

VOLUMEN DE VENTAS	PROVINCIA	NOMBRE DEL CANTON, No	VENTAS TJ
MUY ALTO	SAN JOSE	CANTON CENTRAL 1	13364
	CARTAGO	CANTON CENTRAL 36	3142
	ALAJUELA	CANTON CENTRAL 21	2736
	SAN JOSE	GOICOECHEA 8	1870
	PUNTARENAS	CANTON CENTRAL 65	1520
	SAN JOSE	TIBAS 13	1365
	GUANACASTE	ABANGARES 60	1112
	HEREDIA	CANTON CENTRAL 44	1088
	LIMON	CANTON CENTRAL 76	1033
	HEREDIA	BELEN 50	1022
	ALAJUELA	SAN CARLOS 30	892
	SAN JOSE	MONTES DE OCA 15	820
	LIMON	POCOCI 77	746
	SAN JOSE	DESAMPARADOS 3	729
	SAN JOSE	PEREZ ZELEDON 19	708
	GUANACASTE	LIBERIA 54	631
	SAN JOSE	CURRIDABAT 18	609
	ALTO	PUNTARENAS	ESPARZA 66
ALAJUELA		GRECIA 23	478
CARTAGO		TURRIALBA 40	469
SAN JOSE		ESCAZU 2	458
CARTAGO		LA UNION 38	400
ALAJUELA		SAN RAMON 22	385
GUANACASTE		CAÑAS 59	355
SAN JOSE		MORAVIA 14	340
CARTAGO		PARAISO 37	307
ALAJUELA		NARANJO 26	284
PUNTARENAS		CORREDORES 74	279
PUNTARENAS		GOLFITO 71	275
LIMON		GUACIMO 81	273
GUANACASTE		CARRILLO 58	270
PUNTARENAS		BUENOS AIRES 67	251
SAN JOSE	VAZQUES DE CORONADO 11	246	
MEDIO	GUANACASTE	NICOYA 55	243
	SAN JOSE	SANTA ANA 9	227
	HEREDIA	SANTO DOMINGO 46	224
	ALAJUELA	PALMARES 27	210
	LIMON	SIQUIRRES 78	210
	PUNTARENAS	COTO BRUS 72	208
	SAN JOSE	ASERRI 6	194
	GUANACASTE	SANTA CRUZ 56	187
	SAN JOSE	PURISCAL 4	175
	HEREDIA	SARAPIQUI 53	162

COSTA RICA: Ventas totales de energía por cantones. 1988
Continuación...

VOLUMEN DE VENTAS	PROVINCIA	NOMBRE DEL CANTON, No	VENTAS TJ
MEDIO	SAN JOSE	DOTA 17	157
	CARTAGO	OREAMUNO 42	155
	HEREDIA	SAN ISIDRO 49	154
	CARTAGO	EL GUARCO 43	149
	GUANACASTE	TILARAN 61	143
	PUNTARENAS	AGUIRRE 70	142
BAJO	PUNTARENAS	OSA 69	140
	HEREDIA	SANTA BARBARA 47	138
	ALAJUELA	ATENAS 25	136
	HEREDIA	SAN PABLO 52	136
	ALAJUELA	POAS 28	125
	SAN JOSE	MORA 7	123
	PUNTARENAS	PARRITA 73	114
	SAN JOSE	ALAJUELITA 10	90
	GUANACASTE	LA CRUZ 63	89
	ALAJUELA	ALFARO RUIZ 31	88
	ALAJUELA	VALVERDE VEGA 32	88
	GUANACASTE	BAGACES 57	81
	ALAJUELA	UPALA 33	75
	ALAJUELA	OROTINA 29	70
	ALAJUELA	GUATUSO 35	69
	HEREDIA	SAN RAFAEL 48	66
	MUY BAJO	HEREDIA	BARBA 45
ALAJUELA		SAN MATEO 24	60
GUANACASTE		NANDAYURE 62	54
PUNTAREANS		GARABITO 75	54
HEREDIA		FLORES 51	51
SAN JOSE		LEON CORTES 20	49
CARTAGO		ALVARADO 41	47
CARTAGO		JIMENEZ 39	34
SAN JOSE		ACOSTA 12	32
LIMON		MATINA 80	31
LIMON		TALAMANCA 79	20
PUNTARENAS		MONTES DE ORO 68	16
SAN JOSE		TARRAZU 5	15
ALAJUELA		LOS CHILES 34	8
GUANACASTE		HOJANCHA 64	7
SAN JOSE		TURRUBARES 16	4

Fuente: Elaboración propia a partir de la información contenida en el Informe de Operaciones 1988 del ICE.