

**I TALLER LATINOAMERICANO REDUCCION DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES
NATURALES EN LA INFRAESTRUCTURA ENERGETICA**

**REDUCCION DEL RIESGO POR DESASTRES NATURALES EN
LA INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCION ELECTRICA (el caso de la CNFL)**

**Ing. Jorge E. Blanco Mora
COMPAÑIA NACIONAL FUERZA Y LUZ, FAX (506) 221-3528**

I. INTRODUCCION

La infraestructura eléctrica está expuesta a la agresión no sólo de los eventos naturales sino también de la mano del hombre. Las previsiones que se tomen nunca serán suficientes para prevenir hasta la última posibilidad de riesgo a la que está expuesta, sin embargo existen muchos aspectos que pueden ser cubiertos para prevenir el colapso total al momento de presentarse una calamidad. Un desastre imprevisible en la infraestructura eléctrica puede provenir desde una parvada hasta eventos tan severos como deslizamientos, terremotos o erupciones. Para cada uno de estos posibles eventos y otros, existen medidas que pueden mitigar o prevenir los daños, dependiendo en gran medida de la disponibilidad y capacidad de inversión a que esten dispuestos o sujetos los entes que administran dicha infraestructura, sin olvidar desde luego la importancia que le den al asunto de la prevención, ya que puede existir mucho interés pero limitada capacidad económica para implementar medidas, o por el contrario capacidad económica pero desinterés por parte de la administración.

En Costa Rica la Compañía Nacional de Fuerza y Luz ha emprendido un proceso irreversible en la toma de medidas para mitigar el riesgo, y sobre todo el riesgo sísmico, esto debido a que las condiciones particulares del territorio costarricense son altamente probables a este fenómeno, no así al de tormentas tropicales, huracanes, nevadas y tifones, y en el Valle Central, donde se centra su actividad de distribución de energía, está expuesta a este probable fenómeno debido tanto a los fallamientos locales como al de la interacción de las placas que suceden todo el territorio nacional. La actividad de prevención de la C.N.F.L., se ha orientado a la elaboración de planes de

contingencia, y como segunda etapa la elaboración de escenarios de evento, considerando en ello las posibles vías de mitigación para la restauración pronta del servicio público, se rige por los lineamientos que al respecto le dicta el gobierno central en cuento a las previsiones que deba tomar y los requerimientos presupuestarios que debe asignar a tal efecto. Corresponderá al Instituto Costarricense de Electricidad, en caso de desastre, disponer de la cantidad requerida de potencia y energía en el sistema a fin de que las empresas distribuidoras como C.N.F.L., puedan llevar este vital servicio a los consumidores de acuerdo al proceso de restauración que valla teniendo la infraestructura de distribución.

II. PREVISIONES INICIALES

Se inició el proceso en C.N.F.L., creando un organigrama compuesto de dos organismos a saber:

- ORGANO DIRECTOR
- ORGANO EJECUTIVO

Siendo las responsabilidades y funciones de cada uno las siguientes:

- a- Autoridad ejecutora para la formulación de políticas a seguir, de acuerdo a lo planificado y programado.
- b- Establecimiento de prioridades.
- c- Recolección de información y evaluación de la misma.
- d- Coordinación de recursos humanos, materiales, financieros.

- e- *Determinar la información que se brinda al público (Prensa).*

El órgano Director encomendó inicialmente las siguientes tareas:

- 1- *Elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad de los equipos de Subestaciones.*
- 2- *Elaborar un Plan de Contingencias que contemplara los aspectos informativos necesarios para la toma de decisiones.*

Posteriormente se le han ido agregando al Plan de Contingencias, aspectos tales como:

- a- *Prioridades de restablecimiento.*
- b- *Prioridades de atención.*
- c- *Planes específicos por áreas (Depto. de Redes, por ej.)*

III. ELABORACION DE ESCENARIOS (en caso de terremoto)

Para el caso que nos ocupa, se debió consultar diferentes fuentes de información sobre las condiciones particulares del Gran Area Metropolitana, de la cual en Costa Rica la hay en gran cantidad y de fuentes muy respetables, tales como:

- *Universidad de Costa Rica*
- *Instituto Costarricense de Electricidad (Dpto.de Geología)*
- *Instituto Geográfico Nacional*
- *Literatura específica de Costa Rica:*
 - *Atlas Geológico - Gran Area Metropolitana*
 - *Revistas Geográfica de América Central*

Con la información ahí contenida se conforma el marco geográfico y geomorfológico en el cual se ubica el área servida por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Las principales fuentes de actividad sísmica que afectan al Valle Central (GAM) provienen de la Zona de Subducción, y de la Zona de Deformación del Sistema de Falla Transcurrente de

Costa Rica que divide al país en dos grandes bloques, uno al norte y otro al sur, quedando el GAM en medio de esa zona transcurrente, siendo ésta última la principal fuente de amenaza a las poblaciones del Valle Central y a su infraestructura. (ver figura No. 1).

El sistema propio de fallas en el GAM son de poca profundidad ($h < = 20$ km), que por tener su hipocentro a poca profundidad afectan un área relativamente pequeña pero con mucha intensidad (VII a IX) generalmente fuertes sacudidas de suelo con aceleraciones que pueden exeder el 50% g. y al coincidir con sitios poblados causan daños severos.(8)

Esta área de servicio de C.N.F.L. comprende 900 km², y para el caso de el servicio eléctrico que prestamos se consideró que lo más oportuno no sería dividirlo en áreas geográficas sino en áreas eléctricas, es decir por áreas de servicio de las Subestaciones. Así pues se considera:

- 1- *La localización de fallas*
- 2- *La recurrencia de eventos*
- 3- *La probabilidad de eventos*
- 4- *La magnitud probable de un del área.*
- 5- *La aceleración probable de ese evento.*
- 6- *La infraestructura eléctrica del área.*
- 7- *La vulnerabilidad de la infraestructura eléctrica evento.*

Se deduce de lo anterior que la parte de atención primaria la ocupan las Subestaciones de potencia del sistema, ubicadas geográficamente según la inercia de la carga prevista en el sistema, las condiciones particulares de adquisición de terrenos, las facilidades que presente la infraestructura existente y lo que en alguna medida se haya planificado al respecto, por tanto en esa dirección apunta la prevención inicial, las Subestaciones.

EL sistema de distribución de C.N.F.L. sin que haya sido la intención original en su concepción, ha ido adquiriendo en los últimos años las condiciones necesarias para el apoyo de carga entre Subestaciones, para el caso de una contingencia severa como el caso de un terremoto, dependiendo en gran medida de las consecuencias

finales de ese evento. La configuración de la red de distribución se concibió para atender las necesidades del crecimiento de la demanda, y en las posibilidades operativas para efectos de mantenimiento o daños propios de un sistema eléctrico, pero ha llegado a reunir características aptas para la atención de casos más severos.

IV. CONFIGURACION DE LA RED DE DISTRIBUCION

Una de las principales características que reúne la red de distribución de C.N.F.L. actualmente es la gran cantidad de puntos por control remoto para la apertura y cierre de interruptores ya sea para seccionar o para respaldo de cargas que se han incorporado.

La red es de carácter radial, sin embargo se puede anillar usando para ello los posibles enlaces entre circuitos y por ende entre Subestaciones, existiendo para ello corredores sobre todo a nivel de 34.5 Kv de norte a sur y de este a oeste entre las Subestaciones más extremas del área servida.

La colocación de interruptores se concibió para efectos de operación y trasiego de potencia por efectos de carga (administración de carga) sin embargo el plantearse la coyuntura de la prevención, mitigación y recuperación en caso de un evento severo en la red, pasan a jugar ya no un papel de operación bajo condiciones previstas sino un papel de "supervivencia".

El caso que sometió a prueba esta tesis ocurrió hace dos y medio meses con un tornado, donde derribó 9 postes de concreto 1.3 Km de línea trifásica de enlace, cerca de 8 transformadores de distribución, alumbrado público, etc., el interruptor de línea operó seccionando automáticamente el sector, el Centro de Control de energía deshabilitó y aisló el sector y respaldó el resto de la carga para que las cuadrillas de mantenimiento y construcción hicieran totalmente nuevo el tramo de línea en tan solo 8 horas.

El proceso de instalación de elementos de control es dinámico y continuo, ya no solamente persiguiendo el objetivo del manejo de carga sino con la vista puesta en la respuesta a una eventualidad sísmica o de cualquier otra amenaza, a fin de dar una respuesta pronta al

restablecimiento del servicio eléctrico que es vital.

V. CONSIDERACIONES DE MEJORAMIENTO

El proceso de prevención como se mencionó anteriormente se inició con la creación de los organismos internos que atendieran los requerimientos para reducir el riesgo. Un país como Costa Rica no puede darse el lujo de eliminar lo existente, aun funcionando para poner nuevo todo; esto se aplica en casi todos los campos, por tanto C.N.F.L., se dió a la tarea de incorporar con los recursos disponibles las mejoras necesarias a fin de asegurarse la continuidad del servicio en caso de eventos severos.

Se incorporó al proceso constructivo de la red mejoras tales como:

- Un mejor control de calidad de los herrajes, postes, cables de anclaje, etc.
- Una supervisión permanente en el proceso constructivo de obras contratadas y las ejecutadas por C.N.F.L.
- Establecimiento de normas propias de construcción a través de un manual, en el cual participaron tanto el personal de planeamiento, inspector y ejecutor.

En cuanto a las Subestaciones se refiere se introdujeron mejoras tales como:

- Eliminación de acometidas aéreas (aún en proceso)
- Eliminación de salidas aéreas (aún en proceso)
- Rediseño de las fundaciones de los transformadores.
- Anclaje y reanclaje de transformadores .
- Reconstrucción y cambio de algunas barras.
- Sustitución de interruptores **.

** Si bien se persigue un objetivo eléctrico, por las condiciones de corto circuito, también se logró que los viejos

interruptores de alto contenido de aceite de gran volumen y peso, se sustituyeran por otros de mayor capacidad interruptiva más livianos de menos volumen y con un centro de gravedad más bajo.

Algunos Departamentos operativos como el de Redes Eléctricas, tienen diseñado y provado un procedimiento interno que les permita obtener un alto grado de eficiencia en los casos en que se han visto requeridos.

Con base en el mapa #1, la información recopilada y todos los elementos adicionales de estudio se trabaja actualmente en la elaboración de escenarios, y estos corresponden a:

-sub - La Caja * (2) - Sub - El Este *

-Sub - Desamparados ** - Sub - Sabanilla *(1)

-Sub - Alajuelita ** - Sub - Colima * (2)

* En caso de salida total, puede ser totalmente respaldada para la máxima demanda.

** En caso de salida total, pueden ser respaldadas parcialmente en máxima demanda, si la salida no es simultánea.

*(1) Esta Subestación tiene voltajes de distribución de

138/34.5 Kv y 138/13.8 Kv a nivel de 34.5 Kv puede ser respaldado totalmente en máxima demanda.

A nivel 13.8 Kv no se puede respaldar.

*(2) Estas Subestaciones no pueden ser respaldadas totalmente, solo parcialmente; y en el caso de La Caja, si se dañara, prácticamente se pierde el suministro de energía al C.A.M. proveniente de las Plantas de Arenal y Corobicí.

VI. CONCLUSIONES

Debe entenderse que el riesgo que corre el país con un evento que deje fuera de servicio la C.N.F.L., no afecta a esta como empresa distribuidora de energía, sino que afecta al país como tal, por tanto es muy importante que los organismos estatales apoyen la gestión de esta empresa tanto en el recurso económico como técnico para desarrollarse y desarrollar estrategias que mitiguen los efectos de las catástrofes naturales.

Me permito finalmente enumerar una serie de recomendaciones que creo sería de aplicación sin importar que se trate de C.N.F.L. u otra empresa.

- a) Asumir con "preocupación" el riesgo por sismos.
- b) Elaborar una estrategia administrativa.
- c) Elaborar una estrategia operativa.
- d) Buscar el apoyo interinstitucional para procesar información.
- e) Conformar Empresa - Estado una relación de mutuo entendimiento para la conformación de estrategias de mitigación y preparación.
- f) Asumir por parte del Estado por medio de la C.N.E. un papel más serio en la supervisión de los avances que hagan las instituciones públicas o privadas para proteger las vidas y la infraestructura del país.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1) Blanco Jorge 1994 **Assignment for Workshop N° 2, Earthquake preparedness for Electric Utilities C.N.F.L.**
- 2) Boletín Técnico 1994, Compañía Nacional de Fuerza y Luz,
- 3) Cusec, **Earthquake Preparedness, Workshop Series 1994,**
- 4) Denyer y Kussmaul S. 1994 **Atlas Geológico**

**Gran Area Metropolitana, Editorial
Tecnológica de Costa Rica.**

- 5) *Plan de Contingencias en el Sistema de distribución, 1993 - 1994, Compañía Nacional de Fuerza y Luz.*
- 6) *PORTER F, Johnson G.S. y otros, 1193 Seismic Vulnerability of. **Equipment in Critical facilities: life safty and Operational Consecuenses. Technical report nceer-93 -0022***
- 7) *Revista Geográfica de América Central N°s 25-26
Editorial de la U.N.A.*
- 8) *MORALES, LD. & Aguilar A., 1194 Amenaza Sísmica, **Atlas Geológico de Costa Rica. Parte V. Amenazas Naturales, editorial Tecnológica de C. R. Pgs. 233 y sgts.***

**CONCEPTUALIZACION
PARA LA PREVENCION DE DESASTRES
EN C.N.F.L.**

RESPONSABLE:

PROCESO:

- DIRECTOR Y JEFES DE AREA

ESTABLECER UN ORGANISMO RECTOR

-- UNICO

- JEFES DE AREA Y JEFES OPERATIVOS

EVALUAR CONDICIONES PARTICULARES DE Riesgo

--CONTINUO

- CENTRO DE CONTROL DE ENERGIA
- JEFES DE AREA

ELABORAR UN PLAN DE CONTINGENCIAS

--CONTINUO

- CENTRO CONTROL DE ENERGIA
- JEFES DE AREA

DEFINIR OBJETIVOS DE PREVENCION

--CONTINUO

- CENTRO CONTROL ENERGIA

ELABORAR PLANES DE PPREVENCION Y ATENCION

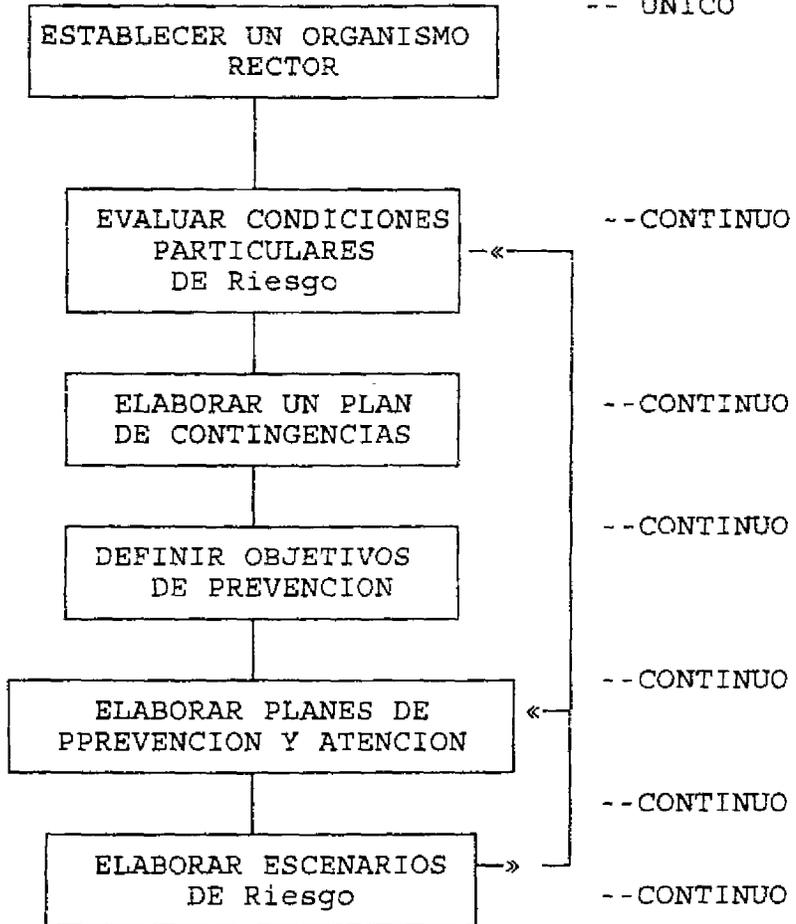
--CONTINUO

- CENTRO CONTROL ENERGIA

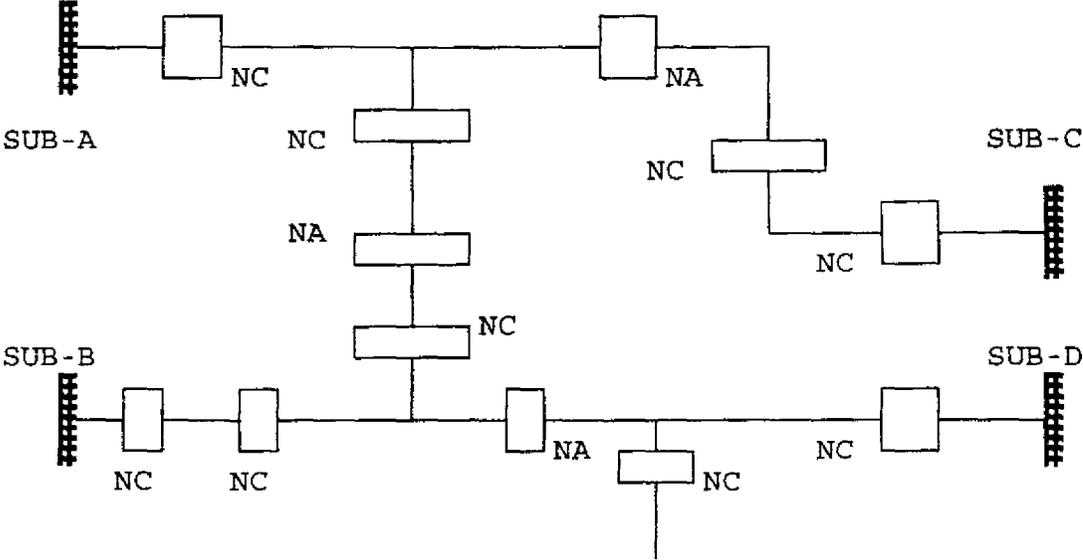
ELABORAR ESCENARIOS DE Riesgo

--CONTINUO

--CONTINUO



La configuración típica que tiene la red es la siguiente:



CARACTERISTICAS DE LAS SUBESTACIONES 1994

SUBESTACIONES	CAPACIDAD MVA	UBICACION
A 138/34.5 KV	480,0	
Sabanilla	60,0	Sabanilla
Alajuelita	105,0	Alajuelita
Desamparados	75,0	Desamparados
La Caja	90,0	Pavas
Colima	150,0	Tibás
B 138/13.8 KV	90,0	
Sabanilla	60,0	Sabanilla
Anonos	30,0	Plantel Anonos
C 34.5/13.8 KV	151,1	
Anonos	30,0	Anonos
Barva	3,0	Barva de Heredia
Sur	23,4	Paso Ancho
Guadalupe	28,0	Guadalupe
Hatillo	20,0	Barrio los Angeles, San José
Primer Amor	7,5	Frente Hospital México
Dulce Nombre	5,3	Dulce Nombre de Tres Rios
Curridabat	10,5	Curridabat
Uruca	23,4	La Uruca
D 34.5/4.16 KV	15,9	
Hatillo	14,1	Barrio los Angeles, San José
Guácima	1,8	La Guácima de Alajuela
E 13.8/4.2 KV	1,8	
Universidad	1,8	Universidad de Costa Rica

FUENTE: DEPARTAMENTO SISTEMAS DE POTENCIA

C:\MEMORIA\1994\CR0194

TOTAL DE LINEAS EN OPERACION

PERIODO 1985 - 1994

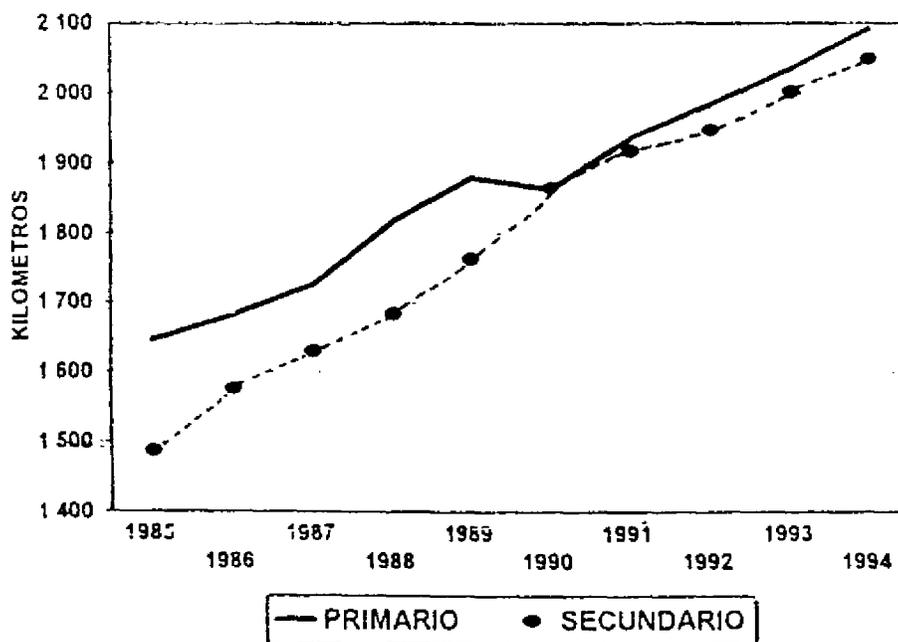
(KILOMETROS)

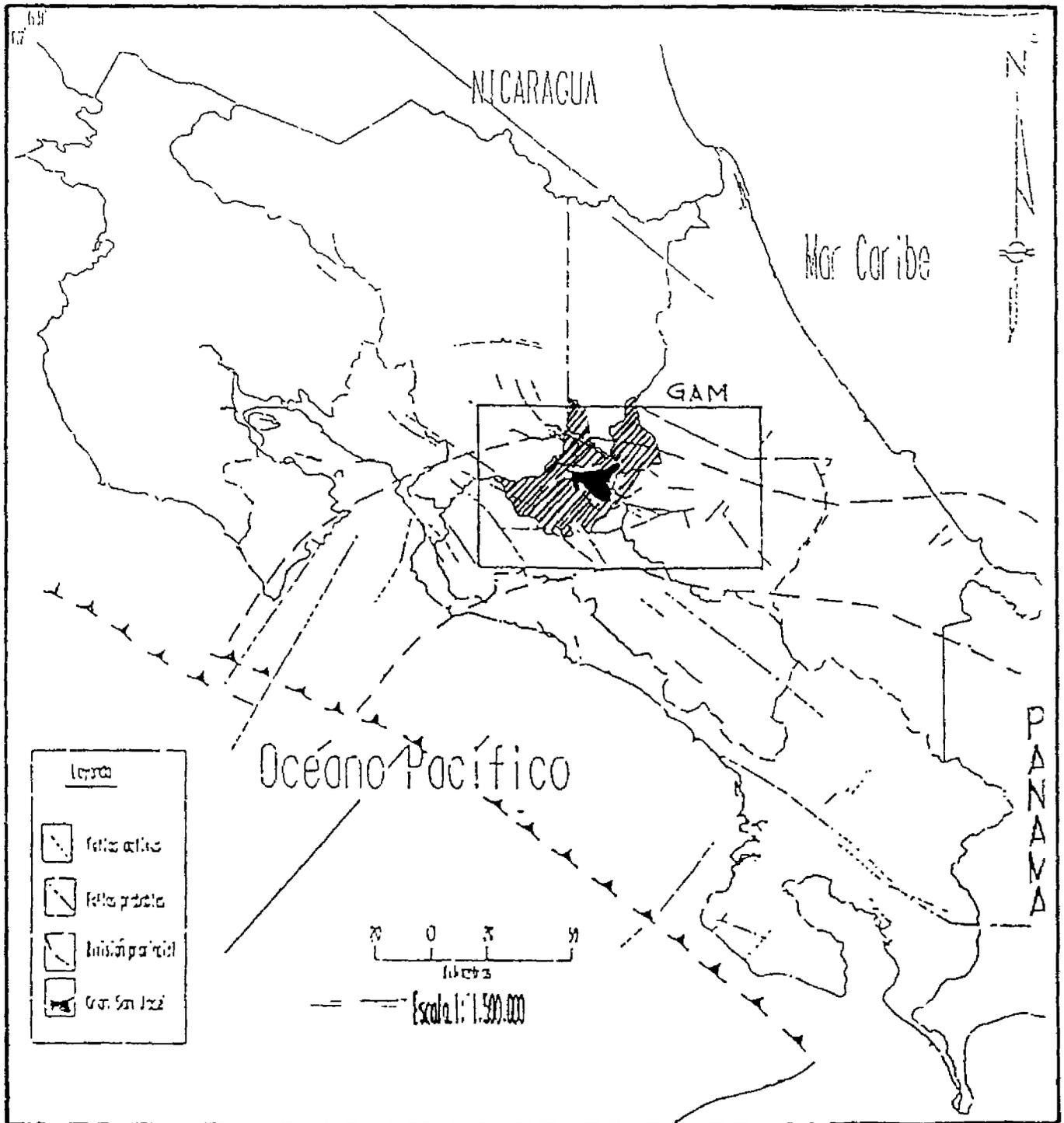
	4 16 kV	13 8 kV	34 5 kV	TOTAL	
				PRIMARIO	SECUNDARIO
1985	147,8	911,5	585,6	1 644,9	1 486,4
1986	149,2	906,7	625,7	1 681,5	1 575,5
1987	142,5	903,6	679,9	1 726,0	1 630,2
1988	143,9	933,8	740,2	1 817,9	1 684,2
1989	146,8	967,4	764,6	1 878,7	1 763,3
1990	154,4	865,0	842,5	1 862,0	1 864,4
1991	155,6	892,4	888,2	1 936,2	1 917,0
1992	168,3	914,0	900,9	1 983,2	1 946,9
1993	170,3	939,9	923,8	2 034,0	2 001,9
1994	171,0	954,8	965,2	2 091,0	2 048,8

FUENTE DEPARTAMENTO DE OPERACION, SECCION CONTROL DISTRIBUCION

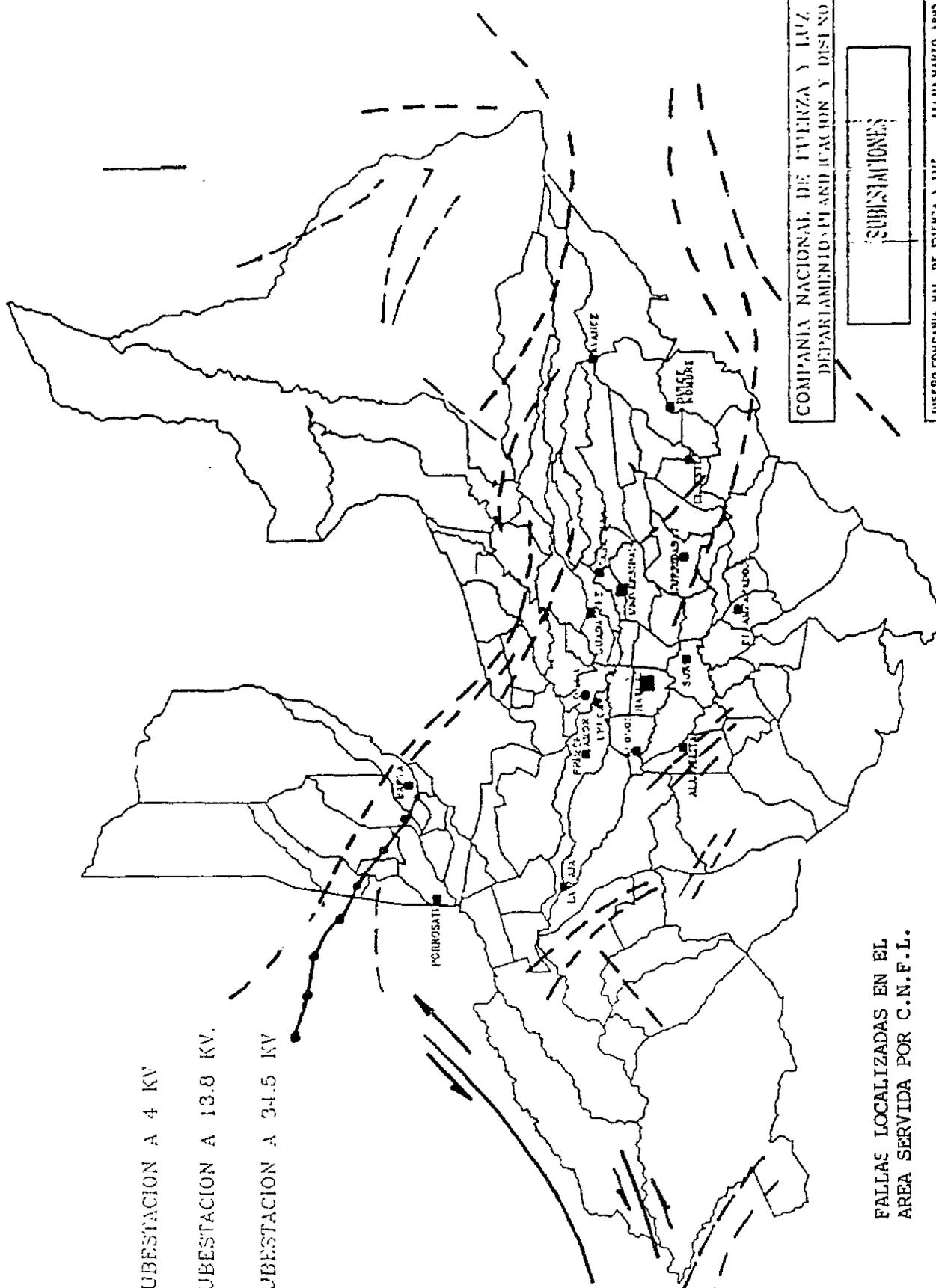
COMEMORIAMOS 1994

TOTAL LINEAS OPERACION 1985-1994





COSTA RICA
 GRAN AREA METROPOLITANA
 FALLA TRANSCURRENTE



▣ SUBESTACION A 4 KV

▣ SUBESTACION A 13.8 KV.

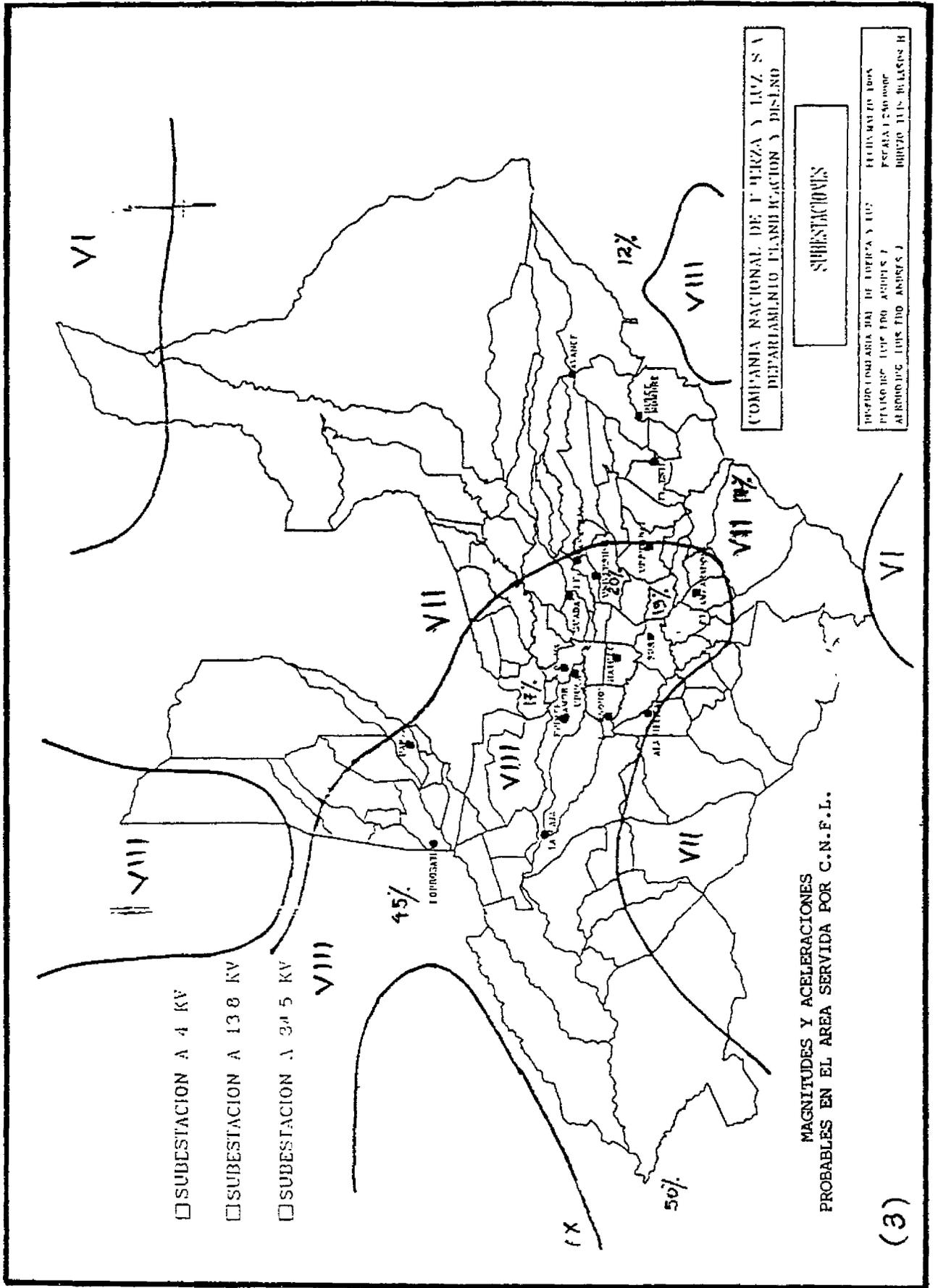
□ SUBESTACION A 34.5 KV

▣ SUBESTACIONES

COMPANIA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ S.A
 DEPARTAMENTO PANDO ILLICACION Y DISEÑO

BOGOSO COMPANIA MAL DE FUERZA Y LUZ FECHA MARZO 1994
 REVISOR ING LUIS FDO ANDRES J ESCALA 1:250 000 P
 APROBADO ING LUIS FDO ANDRES J DIBUJO LUIS D LASO II

FALLAS LOCALIZADAS EN EL
 AREA SERVIDA POR C.N.F.L.



- SUBESTACION A 4 KV
- SUBESTACION A 138 KV
- SUBESTACION A 34.5 KV

COMPAÑIA NACIONAL DE ENERGIA Y LUZ S.A.
 DEPARTAMENTO PLANIFICACION Y DISEÑO

SUBESTACIONES

INSTITUTO VENEZOLANO DE ENERGIA Y LUZ
 PLANEO DE 1976 FID. ACQUIS. 7
 ALBOREO, LUIS FID. ANDES J
 ESCALA 1:250,000
 DIBUJO: LUIS BELASCO B

MAGNITUDES Y ACELERACIONES
 PROBABLES EN EL AREA SERVIDA POR C.N.F.L.