

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
=====

INCIDENCIA DE LA ELECTRIFICACION RURAL
=====

EN EL SISTEMA REGIONAL DEL NORTE
=====


DURANTE LOS AÑOS DE 1980-1995
=====

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRICO
EN LA ESPECIALIZACION DE POTENCIA

PABLO ANIBAL ANGULO SANCHEZ

QUITO - MARZO DE 1979

CERTIFICO QUE LA PRESENTE TESIS
HA SIDO ELABORADA POR EL SEÑOR
PABLO ANIBAL ANGULO SANCHEZ



ING. ALFREDO MENA PACHANO
DIRECTOR DE TESIS

QUITO-MARZO de 1979

Agradezco al Ingeniero Alfredo Mena por su valiosa dirección.

Mi agradecimiento también para el Ingeniero Carlos Riofrío, el Señor Marcelo Proaño y la Señorita Sonia López, por su ayuda para la presentación de este trabajo.

A mis Padres y Hermanos

I N D I C E :

PAG.

CAPITULO I

VISION GENERAL DEL ESTUDIO:

-	Introducción.	1
1.1.	Situación Geográfica y Condiciones Socio-Económicas de la Región que abarca el estudio.	3
1.2.	Instalaciones y condiciones actuales de funcionamiento del sistema.	5
1.3.	Criterios e instrumentos para el estudio.	17

CAPITULO II

FLUJOS DE POTENCIA DEL SISTEMA SIN EL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL:

2.1.	Demanda para los años de estudio.	19
2.2.	Equipamiento previsto por INECEL.	20
2.3.	Estudio de Flujos de Potencia.	26
2.4.	Análisis de los resultados.	45

CAPITULO III

APLICACION DEL P.N.E.R. AL SISTEMA NORTE:

3.1.	Subproyectos a incorporarse	47
3.2.	Demanda de los Subproyectos	60
3.3.	Estudio de los Flujos de Potencia con el P.N.E.R.	65
3.4.	Evaluación de los resultados.	74

ANEXO A

Diagrama Unifilar detallado y otros datos sobre el Sistema.

ANEXO B

Breve descripción del Programa de Newton Raphson - para Flujos de Potencia.

ANEXO C

Flujos de Potencia para el Año de 1979.

ANEXO D:

Disponibilidad de Potencia para la fábrica de cemento "Selva Alegre".

CAPITULO I

CAPITULO I

VISION GENERAL DEL ESTUDIO

INTRODUCCION

OBJETIVO:

El presente trabajo pretende dar una visión general del funcionamiento del Sistema Norte en los años futuros, a medida que se incrementa la demanda en el actual sistema servido, - así como en las etapas previstas por el Plan Nacional de Electrificación Rural (P.N.E.R.). Con los datos obtenidos se sugiere un equipamiento para satisfacer adecuadamente la demanda del sistema, tratándose de evaluar la influencia de la carga del P.N.E.R. en el comportamiento del sistema, y estimar costos marginales que se generen por este concepto.

ALCANCE:

El Sistema Norte ha permanecido restringido en su desarrollo eléctrico durante algunos años, por carecer de un equipamiento adecuado tanto en generación como en transmisión y distribución de la energía. La creación de EMELNORTE para integrar a las pequeñas empresas en lo que actualmente es el Sistema Norte, ha permitido una relativa expansión y mejora en la capacidad de servicio.

El fortalecimiento económico de INECEL y su decisión de integrar a los diferentes sistemas regionales a las barras del Sistema Nacional Interconectado, va a permitir que el Sistema Norte inicie una etapa de crecimiento acelerado. Si consideramos además que existen programas de desarrollo en todas las actividades de la zona, tendremos que las tasas de crecimiento de la demanda eléctrica serán relativamente altas en los próximos años.

En el lapso de los 15 años tomados para este estudio, el crecimiento urbano de las principales ciudades es grande, lo que hace pensar que para la década de los 90, la estructura del actual Sistema Eléctrico tendrá que modificarse sustancialmente con la construcción de líneas paralelas y la elevación de voltajes de transmisión. Por estas razones, para el año de 1995, si bien se estiman las demandas en las diferentes partes del sistema, no se profundiza en los análisis como en los años anteriores.

Para el objetivo de este trabajo podemos decir que en la década de los 90, la incidencia del P.N.E.R. no va a representar una carga que obligue a gastos extras considerablemente grandes, si se toman las políticas adecuadas en el equipamiento para estar de acuerdo con el desarrollo que tendrán las zonas servidas por el Sistema Norte.

1.1. SITUACION GEOGRAFICA Y CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS DE LA REGION QUE ABARCA EL ESTUDIO.

El mapa de la FIG. N° 1.1. nos muestra la división hecha por el INECEL del país en diversos "Sistemas Eléctricos Regionales", de acuerdo a la situación geográfica, necesidades y recursos de cada zona del Ecuador. El sistema motivo del estudio es el Sistema Norte, que comprende - las provincias de Imbabura, Carchi y los Cantones Pedro Moncayo y Cayambe del norte de la Provincia de Pichincha.

PROVINCIA DEL CARCHI:

La provincia de la Sierra que limita con Colombia al norte, al sur con la provincia de Imbabura, al este la provincia del Napo y al oeste la provincia de Esmeraldas, - tiene como capital Tulcán. Abarca una superficie de 4140 km², con una población de más de 120.000 habitantes, según el censo de 1974. Se encuentra unida al resto del país - por la carretera Panamericana, que continúa al norte para atravesar después a Colombia y otros países. La ciudad de Tulcán, tiene aeropuerto diurno, se halla dividida en los siguientes cantones:

- Cantón Tulcán Cabecera Cantonal Tulcán .
- Cantón Espejo Cabecera Cantonal El Angel.
- Cantón Montufar Cabecera Cantonal San Gabriel.

Es una provincia esencialmente agrícola y provee al país de patatas, trigo, maíz, cebada y hortalizas; tiene buenos pastizales, lo que hace que sea considerable su actividad ganadera. Con la ejecución del proyecto de riego - Montúfar, se incorporó algunas hectáreas a la producción. Tiene un potencial relativamente bueno para el nacimiento de agroindustria.

PROVINCIA DE IMBABURA:

Tiene como capital la ciudad de Ibarra, limita al norte - con la provincia del Carchi, al sur la provincia de Pichincha, al este la provincia del Napo y al oeste la provincia

de Esmeraldas. Comprende una superficie de 5470 km². - con una población de 220.000 habitantes, según datos del último censo. Está atravesada por la carretera Panamericana, posee una línea de ferrocarril que une la ciudad - de Ibarra con el puerto marítimo de San Lorenzo. Se halla dividida en los siguientes cantones:

- Cantón Ibarra Cabecera Cantonal Ibarra .
- Cantón Otavalo Cabecera Cantonal Otavalo.
- Cantón Antonio Ante. Cabecera Cantonal Atuntaqui .
- Cantón Cotacachi Cabecera Cantonal Cotacachi.

Según datos de censos de población , vivienda y agropecuario en 1974, se estableció la existencia de 158.000 hectáreas cultivadas, correspondiendo 30.000 a sembrío de - maíz. En los valles de clima cálido se producen frutas muy variadas, existen cultivos de algodón y es considerable la producción de caña de azúcar, existiendo varios trapiches dignos de considerarse como agroindustria para efectos de Electrificación Rural. Una producción ya industrial la hace el Ingenio de Tababuela que se provee - de los cañaduzales de la cuenca del río Chota.

Al nor-occidente de Otavalo, en la zona de Selva Alegre, están muy avanzados los trabajos de instalación de la - Fábrica de Cemento Selva Alegre, para aprovechar los recursos calcáreos que tiene la zona. Con una producción de 2000 toneladas diarias en 1980 representará una demanda de 18 Mw, casi el doble de la actual demanda de todo el Sistema Norte, lo cual significa que necesariamente, - se considerará en el estudio de interconexión con el Sistema Nacional. El funcionamiento de dicha fábrica necesariamente variará las condiciones socio-económicas de la - zona, debido a toda la actividad comercial y productiva - extra que genera.

ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA:

Se consideran los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo, con una superficie de 1.200 km² y una población de cerca de - 50.000 habitantes. Es una zona de intensa actividad agrícola y ganadera, siendo el sector de Cayambe uno de los -

centros de abastecimiento lechero para la Capital de la República.

1.2. INSTALACIONES Y CONDICIONES ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:

1.2.1. Zonas Servidas:

La provisión de energía para el sistema norte, - se halla este momento a cargo de la Empresa Eléctrica Regional del Norte (EMELNORTE) y se puede - considerar dos zonas:

- Zona de la provincia del Carchi, sirviendo a la ciudad de Tulcán y las parroquias de El Carmelo, Huaca, Julio Andrade, Pioter y Tufiño; la ciudad de San Gabriel y las parroquias de Bolívar, La Paz y Cristóbal Colón; la ciudad de El Angel y - las parroquias de San Isidro, Mira y La Libertad.
- Zona de la provincia de Imbabura y norte de Pichincha, dando servicios a la ciudad de Ibarra y las parroquias de Alpachaca, Ambuquí, Cahuasquí, Caranquí, La Esperanza, Pablo Arenas, Pimampiro, Salinas, San Antonio y Urququí; la ciudad de Atuntaquí y las parroquias de San Francisco de Tababuela, San José de Chaltura y San Roque; la ciudad - de Otavalo y las parroquias de Miguel Egas, Eugenio Espejo, González Suárez, San José de Quinchinche, San Juan de Ilumán, San Pablo y San Rafael; la ciudad de Cayambe y las parroquias de Cangagua y Olmedo; la ciudad de Tabacundo y las parroquias de La Esperanza, Malchinguí, Tocachi y Tupigachi.

1.2.2. Instalaciones existentes:

El estudio hecho por el grupo EPN-INECEL para el Plan Nacional de Electrificación Rural (Ref. Nº 3),

nos proporciona los datos más confiables en cuanto a este aspecto se refiere; resumiendo esos datos, se tiene la siguiente idea sobre el Sistema Norte:

- Líneas de transmisión existentes.-

La tensión de transmisión actual del sistema es 34.5 KV. y se dispone en los primarios rurales para distribución de voltajes de 13.8; 6.3; 5 y 2.4 KV, tanto en sistemas trifásicos como monofásicos. El cuadro I.1 nos muestra la longitud de líneas tendidas en el Sistema Norte, de acuerdo a su nivel de voltaje.

CUADRO I.1

Longitud de líneas tendidas en el S.N.

<u>VOLTAJE</u>	<u>TIPO</u>	<u>LONGITUD</u>
KV		KM
34.5	3 Ø	140
13.8	3 Ø	230
6.3	3 Ø	78
5.0	3 Ø	30
2.4	3 Ø	7
13.8	1 Ø	15
6.3	1 Ø	30
2.4	1 Ø	2

- Transformación.-

Existen transformadores de distribución en rangos de 5, 10, 20, 50 y 60 KVA, tanto trifásicos como monofásicos, todos apropiados para instalación a la intemperie, trabajo continuo, autoenfriados y con taps intercambiables para regulación.

La capacidad instalada es:

- Provincia del Carchi 6148 KVA
- Provincia de Imbabura y Norte de Pichincha 5433 KVA

Los cuadros I.2 y I.3 nos muestran los datos de las sub-estaciones y características de cada una.

- Potencia instalada.

Con la creación de EMELNORTE, casi todas las centrales están bajo su administración, quedando algunos municipios con plantas pequeñas que no están conectados al sistema.

- Central de El Angel . 472 KVA

- Centrales de Otavalo, Atuntaqui y San Gabriel 1110 KVA

En el área de concesión de la Empresa, existen los siguientes autoproductores: Fábrica San Pedro, Ingenio - Tababuela, Molinos La Unión, Textil Imbabura, Textil - San Miguel y Hertob S.A., los mismos que disponen de una potencia instalada de 3622 Kw, divididos en 1193 por generación hidráulica y 2429 Kw de generación térmica.

Los cuadros I.4 y I.5 nos muestran los datos del sistema en cuanto a generación se refiere. En los mapas de las figuras I.4 y I.5 se pueden ver las instalaciones existentes en generación y líneas para las dos Provincias de estudio, se muestran también algunas centrales o líneas nuevas que están en proyecto.

La relación PI-DM se muestra en la Fig. I.4 en la que no se considera la interconexión con el S.N.I, el cual será el que supla en definitiva el déficit de energía.

Información dada por la gerencia de EMELNORTE (El Comercio -, Quito 10/09/78), dice que para fines de 1978 - estarán instalados dos grupos ALCO-POWER con una capacidad de 2500 KW cada una, en la ciudad de Ibarra, por lo cual se considera para 1979 un incremento en la potencia instalada.

El estudio del Mercado de Energía hecho por INECEL (ref 10) considera la instalación de la fábrica de cemento; pero, como se analizará más adelante, esta carga por su magnitud merece un estudio aparte, de tal manera -

que la demanda considerada para la elaboración de la Fig. I.4 no considera la fabricación de cemento. Los parámetros considerados son los siguientes:

- GENERACION:

El Ambi	2 x 4000 KW	8000 KW
La Playa	3 x 440 KW	1320 KW
Term. Ibarra	2 x 320 KW	<u>640 KW</u>
		10720 KW
* Grupos Alco	2 x 2500 KW	5000 KW
* Grupo Caterpillar	900 KW	<u>900 KW</u>
		16620 KW

- DEMANDA:

<u>AÑO</u>	<u>DEMANDA (MW)</u>
1973	6.6
1974	7.3
1975	8.2
1976	8.6
1977	9.7
1978	10.9
1979	12.0
1980	13.4
1981	15.0
1985	23.6

* = A instalarse en Ibarra barra N° 31 en 1979

CUADRO I.5 GENERACION EN LA PROVINCIA DE IMBABURA

AREA (CANTON)	ENTIDAD	CENTRAL	REF.	TIPO	POTENCIA (KVA)	POTENCIA EFECTIVA (KIV)	COS Ø	AÑO DE MONTAJE	VOLTAJE (KV)	OBSERVACIONES
IARRA	EMELNORTE	HOJA BLANCA		H	365		0.8	1.940	6.3	Emergencia
	"	"		H	395		0.8	1.950	6.3	"
	"	EL SAGRARIO		T	396	310	0.8	1.961	0.22	
	"	"		T	396	310	0.8	1.963	0.22	
ANT. ANTE	EMELNORTE	EL AMBI		H	5.000	4.000	0.8	1.967	4.16	
	"	"		H	5.000	4.000	0.8	1.967	4.16	
	"	ONTAMON		H	250	175	0.8	1.961	0.4	Emergencia
	"	"		H	250	175	0.8	1.961	0.4	"
OTAVALO	MUNICIPIO	JORDAN		H	527	400	0.8	1.959	0.4	
	"	QUITUGO 1		H	250	175	0.8	1.950	5.0	
	"	" 2		H	250	175	0.8	1.950	5.0	
	MUNICIPIO	S. FRANCISCO		H	250		0.8	1.953	0.4	Funcionan interdependiente
IARRA	"	S. FRANCISCO		H	300		0.8	1.962	0.4	
	I. TABABUELA	ANDEQUI		T	1.150		0.8	1.963	0.38	
	"	"		T	1.150		0.8	1.963	0.38	
	"	"		T	125		0.8	1.962	0.38	
ANT. ANTE	T. IMBABURA	AMBI		T	62.5		0.8	1.970	0.125	
	"	"		H	90		0.8	1.925	5.25	
	"	"		H	300		0.8	1.925	5.25	
	"	"		H	400		0.8	1.938	5.25	
OTAVALO	FAB. S. PEDRO	SAN LUIS		H	125		0.8	1.962	0.22	
	"	"		H	67		0.8	1.926	0.22	REFERENCIA: P.N.I.E.R.-E.P.N./INECEL
	"	"		T	37		0.8		0.22	
	"	"		T	50		0.8	1.952	0.22	
OTAVALO	"	"		T	33		0.8	1.969	0.22	
	T. S. MIGUEL	SAN LUIS		H	110		0.8	1.938	0.22	
	"	"								

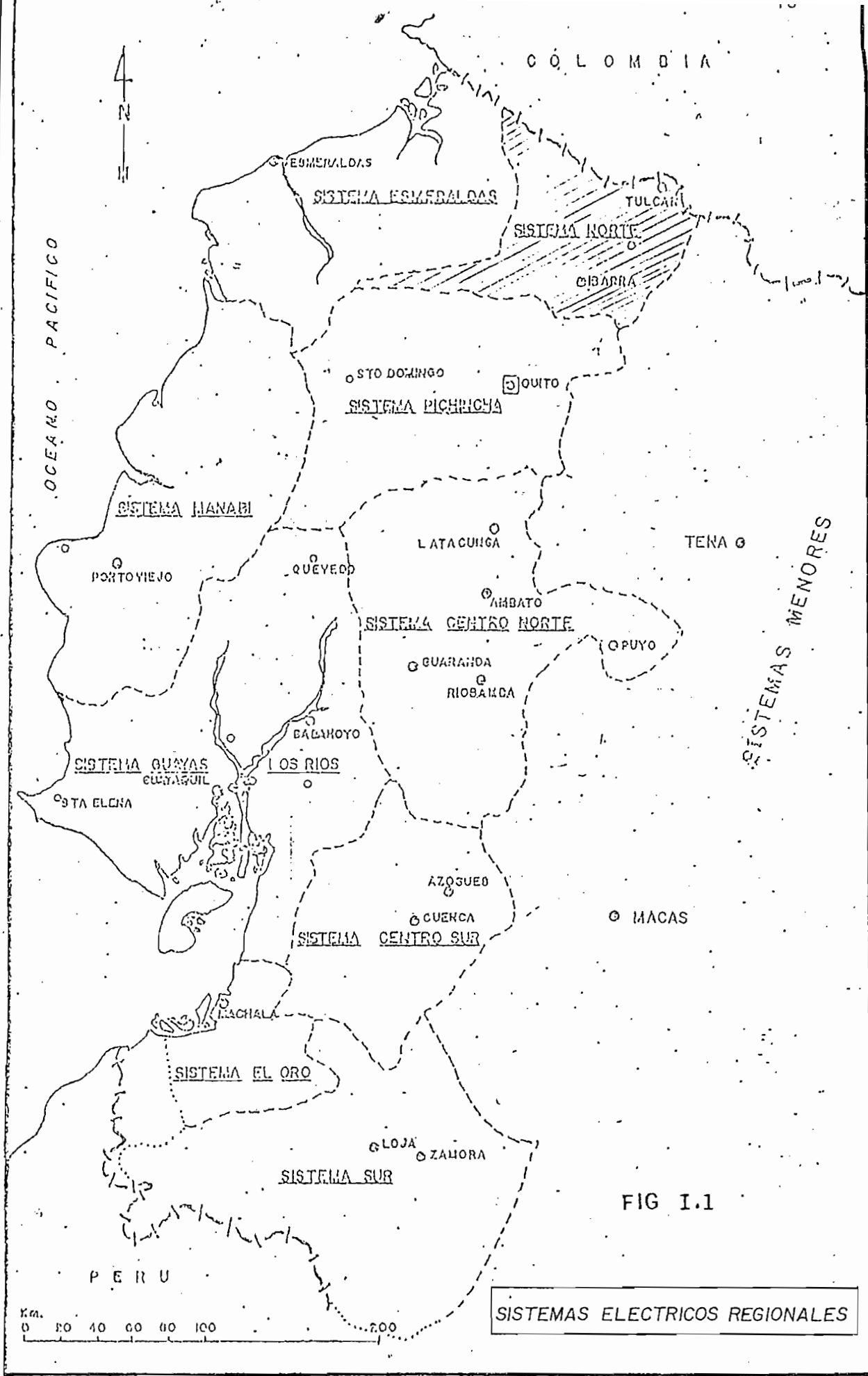


FIG I.1

SISTEMAS ELECTRICOS REGIONALES

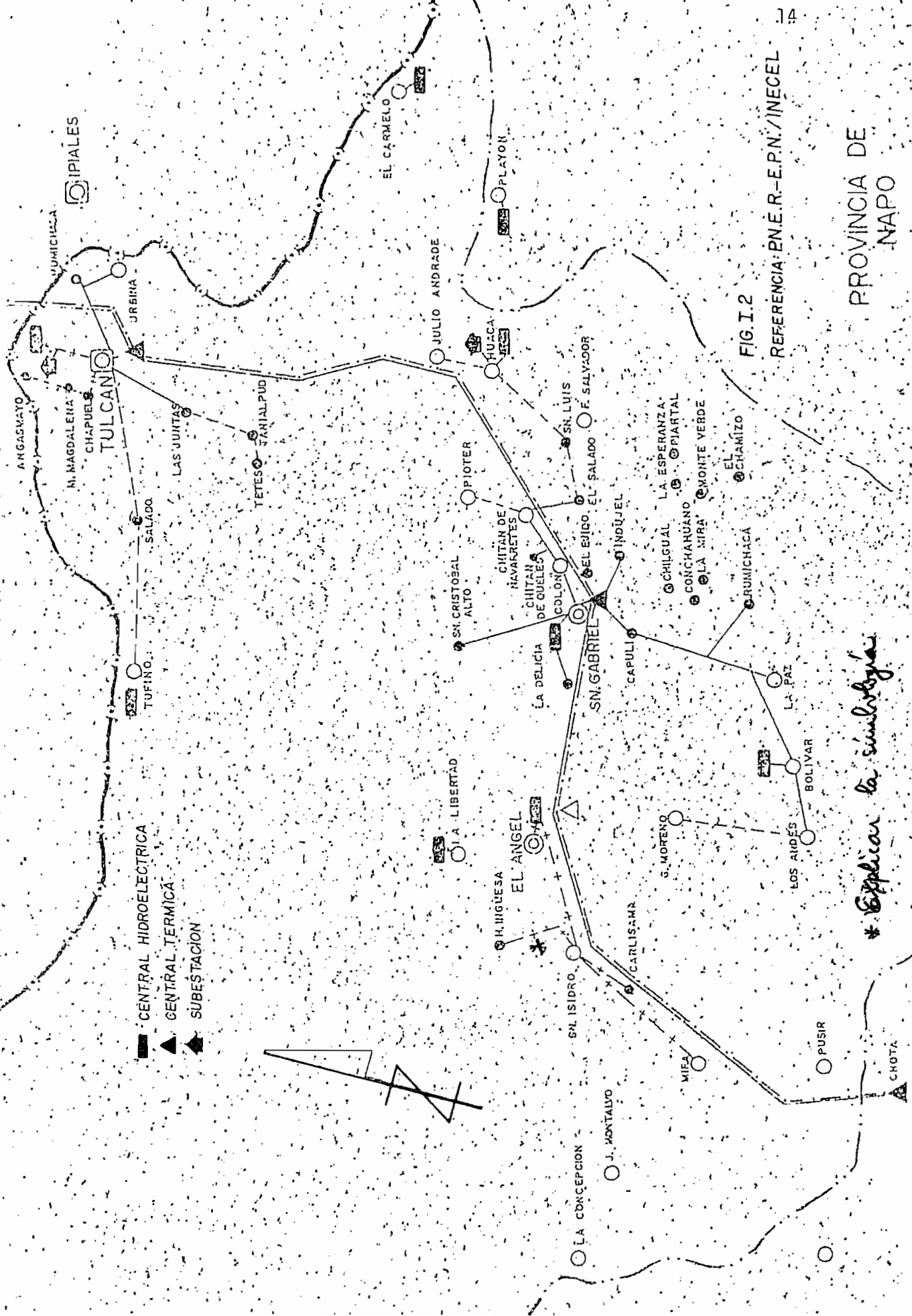


FIG. I.2

REFERENCIA: P.N.E.R.-E.P.N./INECEL

PROVINCIA DE NAPO

* Explicar la simbología

CHOTA

PUSIR

LOS ANDES

BOLIVAR

LA PAZ

EL SHAMIZO

CRUMICHACA

LA MIRA

CONCHARUANO

LA ESPERANZA

PIARTAL

CHILGUAL

EL SALADO

SN. LUIS

F. SALLYDOOR

INDUJEL

EL EJICO

LA DELICIA

CDLON

CHITAN DE QUELES

CHITAN DE NAVARRETES

SN. CRISTOBAL ALTO

PIOTER

HUACA

JULIO ANDRADE

TETES

JANIALPUD

LAS JUNTAS

SALADO

TUFINO

ANGASMAYO

M. MAGDALERA

CHAPUELO

TULCAN

JURBIRA

MUNICHACA

PIPIALES

EL CARMELO

PLAYON

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA

G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

LA CONCEPCION

J. MONTALVO

MIFA




G. MORENO

CARLISAMA

EL ANGEL

H. HIGUESA

LA LIBERTAD

-  CENTRAL HIDROELECTRICA
-  CENTRAL TERMICA
-  SUBESTACION

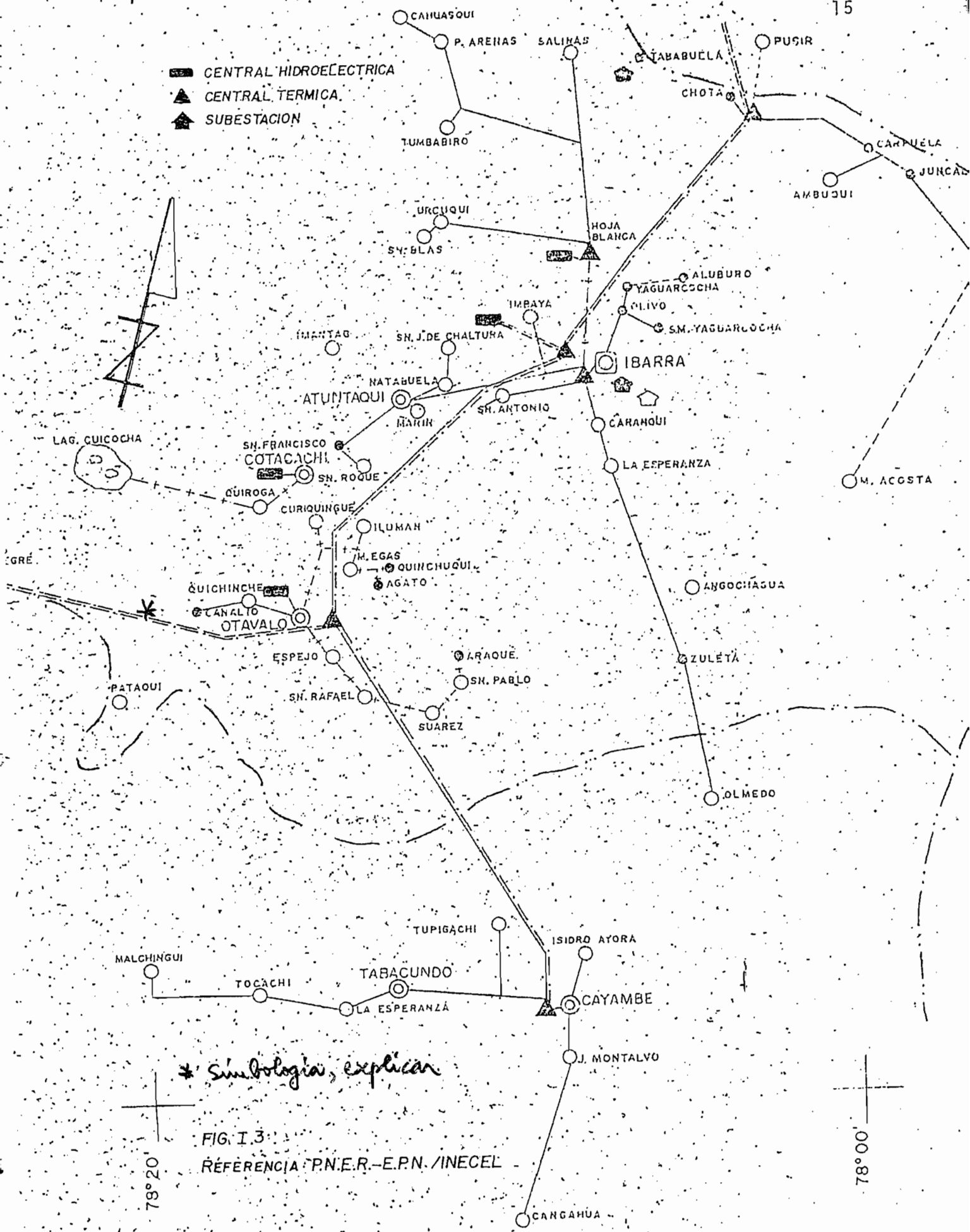
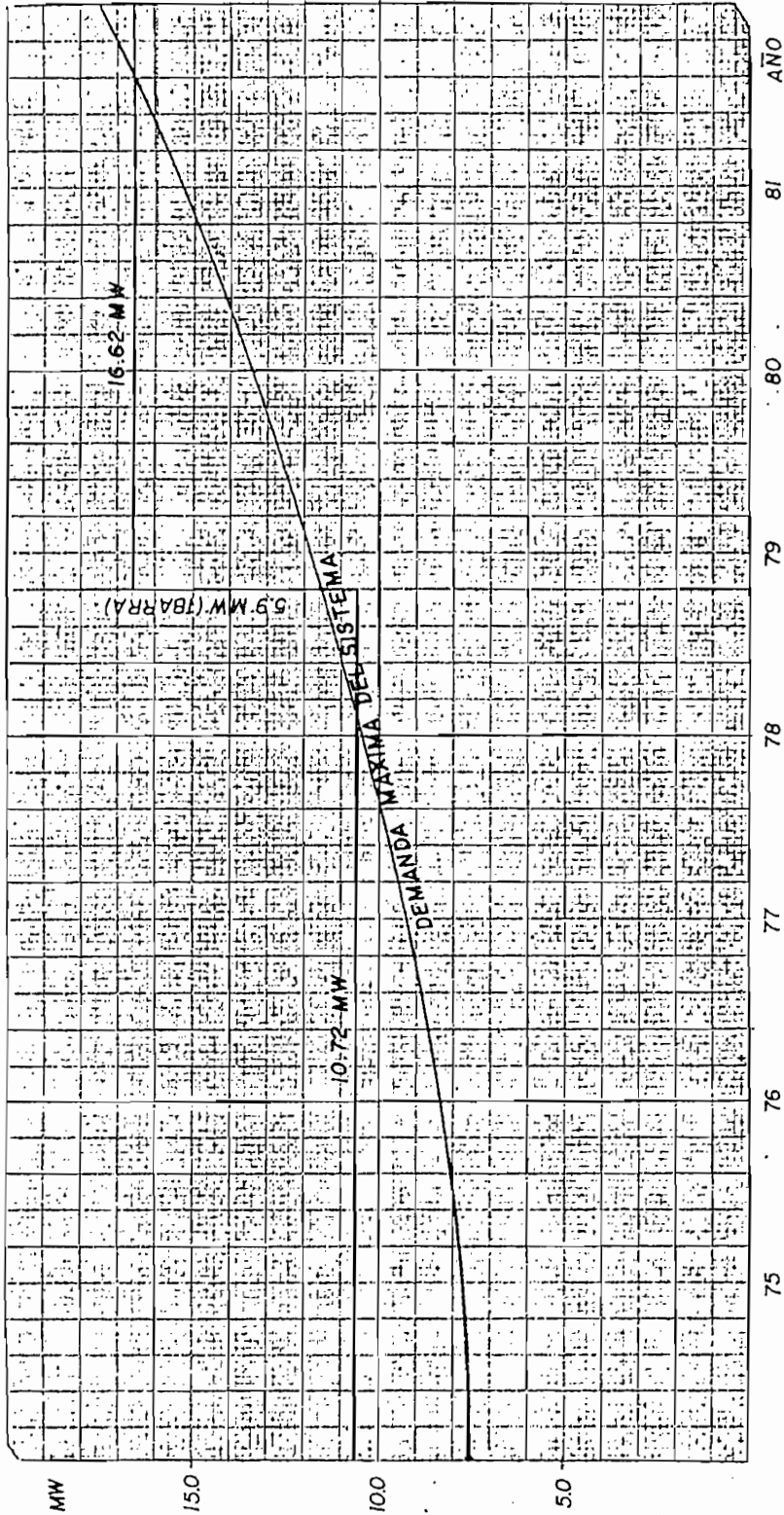


FIG. I.3
 RÉFERENCIA P.N.E.R.-E.P.N./INECEL

79° 20'

78° 00'

FIG. I.4 POTENCIA INSTALADA Y DEMANDA MAXIMA DEL S.N.I.?



POTENCIA INSTALADA

- EL AMBI _____ 8.0 MW
- LA PLAYA _____ 1.32 MW
- TERM. TULCAN _____ 0.76 MW
- TERM. IBARRA _____ 0.64 MW
- NUEVA TERM. IBARRA _____ 5.9 MW
- 16.62 MW

NOTAS

LA DEMANDA DEL SISTEMA NO CONSIDERA LA F.B.C. DE CEMENTO

LA POTENCIA INSTALADA NO CONSIDERA LA INTERCONEXION CON EL S.N.I. EN 1980

1.3. CRITERIOS E INSTRUMENTOS PARA EL ESTUDIO:

Uno de los primeros trabajos del grupo EPN-INECEL para la elaboración del Plan Nacional de Electrificación Rural, fué hacer un estudio de los sistemas existentes (Ref. 3) y partiendo de los diagramas unifilares que se resumieron para cada sistema se diseñaron los subproyectos de E.R.

El diagrama unifilar que se utilizará en este estudio tiene como base el que se presenta en la referencia 3, con las modificaciones que deban hacerse para cada año del estudio, por la entrada de líneas, S/E o centrales que se construyan. Los subproyectos de E.R se incorporarán a cada barra el año que sea necesario.

En el Anexo A, se presenta el diagrama unifilar completo, con todas las poblaciones conectadas a cada barra, así como el diagrama simplificado, con todos los datos técnicos resumidos en los cuadros respectivos.

Para el Estudio de Flujos, se va a usar el computador con el programa digital en base del método de NEWTON-RAPHSON. El Anexo B proporciona la información sobre el algoritmo usado y los datos que se le deben suministrar al programa.

Para el desarrollo de los Cap. II y III se han elaborado tablas en las que se presentarán los datos suministrados y obtenidos para cada corrida del programa, con lo cual se facilitará el análisis de los resultados.

Del período de estudio 1980-1995 se pondrá atención a los años 1980, 1981, 1985, 1990 y 1995, considerando que en el año de 1980 el sistema Norte entrará a formar parte del Sistema Nacional Interconectado.

El año de 1981 comienzan a incorporarse los subproyectos de E.R. se considera que un lapso de 5 años, a partir de 1981, puede dar una idea de variación importante en las condiciones de carga y equipamiento del sistema. Es tá fuera de alcance de este trabajo preveer que las obras planificadas se retrasen y que el estudio se aparte de la realidad por un desfase en el tiempo de cualquier elemento que debería incorporarse al sistema en una fecha determinada.

La incorporación de dos grupos térmicos en Ibarra anunciada hace poco (1.2.2.), así como el funcionamiento de la central térmica de El Sagrario y Hoja Blanca, determinan que el diagrama unifilar del Anexo A, se modifique un tanto. Se ha creído oportuno hacer un estudio de flujos en el sistema considerando estos cambios para el año de 1979, y de esta forma tener una idea de cómo está actualmente el sistema para tener una referencia concreta. El Anexo C, presenta los resultados obtenidos.

Por ser una carga que casi representa la mitad de la demanda de todo el sistema, no se considera dentro del estudio de flujos a la fábrica de Cemento "Selva Alegre". Por datos de prensa e información de los constructores, se ha creído conveniente hacer un estudio de disponibilidad de energía a nivel del S.N.I. para planificar un suministro de potencia base tanto en condiciones de mínima como de máxima carga, considerando que la fábrica ya está instalando grupos térmicos propios. El Anexo D, muestra el resultado de esta consideración.

CAPITULO II

CAPITULO II

2. FLUJO DE POTENCIA EN EL SISTEMA SIN EL P.N.E.R.2.1. DEMANDA PARA LOS AÑOS DE ESTUDIO EN CADA SECTOR DEL SISTEMA:

La escasez de datos históricos en cuanto a consumo de energía eléctrica y el deficiente servicio que ha existido en el país, hace muy difícil usar un método de proyección de la demanda en base a datos estadísticos.

Por otro lado, el cambio sustancial en la economía ecuatoriana, debido al auge petrolero de principios de la década del 70, ha hecho que organismos como INECEL dispongan de fondos considerables para iniciar un plan de electrificación de todo el país en forma relativamente acelerada. Esto ha hecho que se adopten metas de desarrollo eléctrico a cumplirse en un futuro, a base de criterios socio-económicos propios del plan general de desarrollo del país. La ref. N° 10, "Estudio de Mercado de Energía Eléctrica en el Ecuador", da detalles sobre estas metas.

alguna característica propia de cada división para considerar diferentes tasas de crecimiento

Las consideraciones anteriores han hecho que el Sistema Norte se lo divida en zonas con distinta tasa de crecimiento (Ref. N° 5) acorde con características propias de cada región. A base de esta división, se ha ubicado a cada barra del sistema en la zona respectiva y tomando como referencia los datos de demanda en el año de 1976, dados por el estudio EPN-INECEL (Ref. N° 3), se ha proyectado la demanda para el futuro. La Fig. II.1

muestra las zonas en que se ha dividido al Sistema Norte y el cuadro II.1 la demanda en cada una de las barras.

2.2. EQUIPAMIENTO PREVISTO POR INECEL: (1)

2.2.1. Generación.-

El Sistema Regional Norte, se va a incorporar al S.N.I en 1980 con un transformador situado en Ibarra de 30 MVA 138/34.5 KV.

Para 1979, estarán instaladas dos unidades térmicas de 2.5 MVA cada una, en la ciudad de Ibarra, también se harán reparaciones en las centrales existentes.

El cuadro II.2 muestra el plan de operación de las centrales existentes considerando - su estado actual y la posibilidad de que - unidades relativamente pequeñas queden como auxiliares para el caso de alguna emergencia.

Se considera como barra "slack" la del S.N.I por ser en definitiva la que suple la potencia que no alcance a generar el sistema.

2.2.2. Transformación.-

Dentro de los planes de INECEL, están la - adquisición de dos transformadores de 3.75 MVA 34.5/13.8 KV; uno para Tulcán y otro - para Cayambe.

El transformador que está actualmente en Cayambe, se lo trasladará a San Gabriel y el que existe en San Gabriel se lo trasladará al Chota, quedando en las respectivas S/E la siguiente capacidad instalada para el año de 1985:

S/E	Tulcán	6.25 MVA	
S/E	San Gabriel	2.5 MVA	(2)
S/E	El Chota	1.75 MVA	
S/E	Cayambe	3.75 MVA	

Los cambios respectivos se los introduce en el diagrama unifilar para hacer el año 1985 el estudio de flujos con estas consideraciones.

No se consideran en el diagrama unifilar los transformadores del S.N.I para servir a la fábrica de cemento; pues, como se dijo, en el Cap. I, es una carga especial que se estudia en el Anexo D.

2.2.3. Transmisión.-

La S/E de Bellavista donde llega el S.N.I se une con la S/E de Alpachaca por medio de una línea de 8 Km. a 34.5 KV.

De la misma S/E, sale una línea de 15 Km. hacia Otavalo aislada a 69 KV para servir a la fábrica de cemento.

Para 1979, estará construída una línea paralela entre el Ambi-Alpachaca de 6 Km. a 34.5 Km. lo que hará que disminuya notablemente las pérdidas al reforzar la línea existente.

- (1) Referencia N° 2 e información conseguida directamente en el Departamento de Planificación por INECEL.
- (2) Posteriormente, se instalará uno de 3.75 MVA para llevar el de 2.5 MVA a la zona de Atuntaqui, considerándose este cambio para 1990.

C. II. 1 DEMANDA EN CADA BARRA EN LOS AÑOS DE ESTUDIO - (MW)

NOMBRE BARRA	76	79	80	81	85	90	95	TASA %
San Pablo	0.207	0.291	0.326	0.365	0.574	1.012	1.783	12.0
González Suañez	0.064	0.090	0.100	0.113	0.178	0.313	0.551	12.0
Otavalo	0.064	0.090	0.100	0.113	0.178	0.313	0.551	12.0
Otavalo	0.650	0.989	1.137	1.307	2.287	4.600	0.250	15.0
Cayambe-Tabacundo	1.0	1.399	1.565	1.750	2.738	4.800	8.382	11.84
Ibarra	3.0	4.162	4.642	5.177	8.010	13.820	23.854	11.58
El Sagrario	0.955	1.325	1.478	1.648	2.550	4.400	7.594	11.53
Hoja Blanca Urcuquí	0.085	0.118	0.132	0.147	0.227	0.391	0.676	11.53
Chota	0.180	0.311	0.373	0.448	0.929	2.311	5.750	20.0
San Gabriel	0.350	0.511	0.580	0.658	1.090	2.048	3.850	13.45
Tulcán	0.800	1.065	1.171	1.288	1.886	3.038	4.893	10.0
S/E	0.700	0.931	1.025	1.127	1.650	2.658	4.282	10.0
S/E	0.500	0.666	0.732	0.805	1.179	1.894	3.058	10.0
Chapuela	0.050	0.066	0.073	0.080	0.180	0.190	0.305	10.0
TOTAL	8.605	12.014	13.434	15.027	23.593	41.785	74.780	

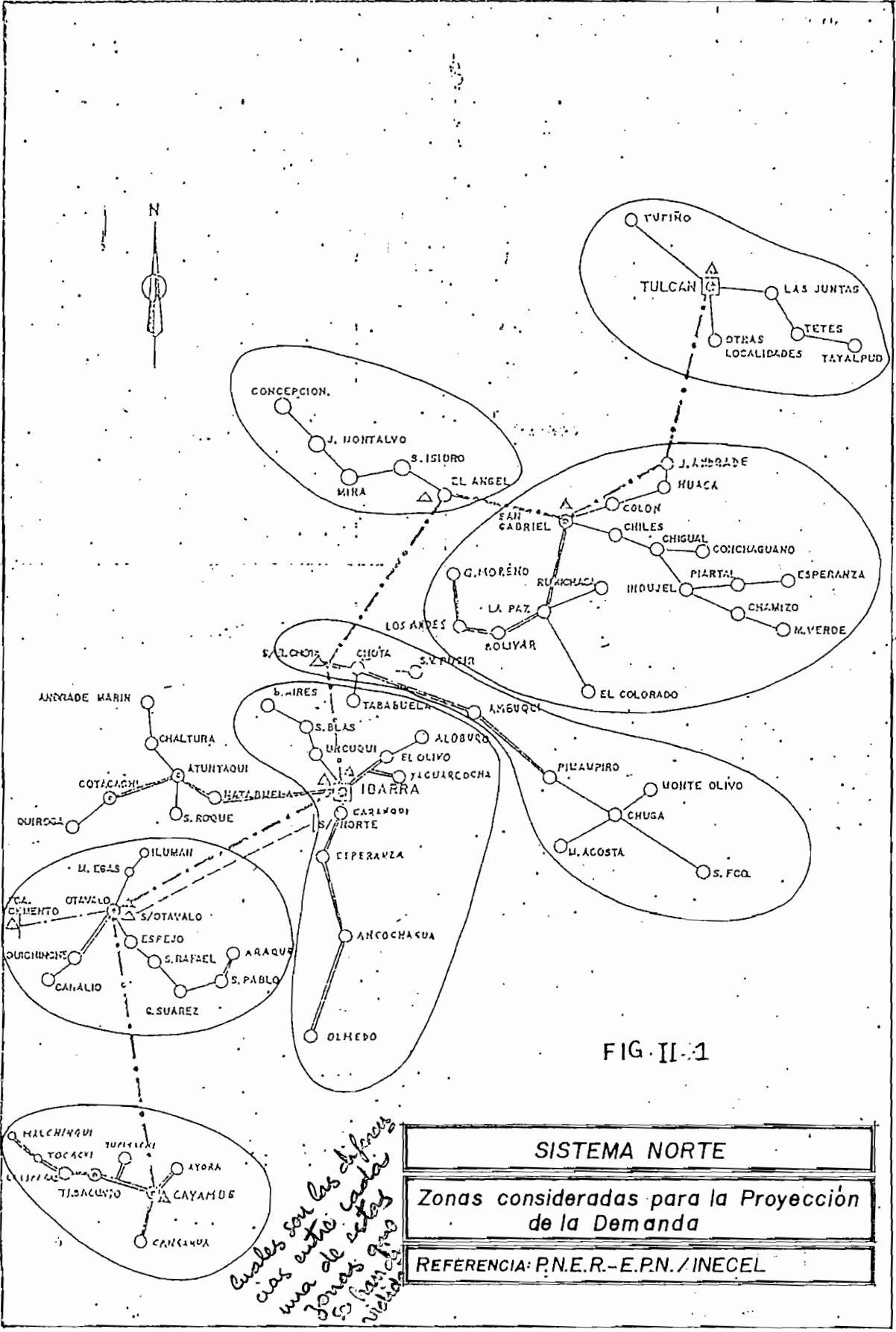


FIG. II-1

SISTEMA NORTE

Zonas consideradas para la Proyección de la Demanda

REFERENCIA: P.N.E.R.-E.P.N./ INECEL

Cuales son las difiniciones entre cada una de estas zonas? y como se relacionan?

2.3. ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA:

El diagrama unifilar utilizado es el que se muestra en la figura II.2, en el que se ha incluido el Sistema Nacional Interconectado que llega mediante la línea de transmisión Quito-Ibarra 138 KV a una S/E en el sector de Bellavista. Como ya se indicó antes, existe un transformador 138/34.5 KV que une el sistema norte con el S.N.I

El cuadro II.3 muestra los datos técnicos de reactancia y resistencia de cada uno de los elementos para el año de 1980 que es el que inicia este estudio.

El Anexo A muestra con más detalle cada una de las poblaciones y las barras a las que están conectadas así como datos adicionales sobre longitud de líneas y capacidad de transformadores.

Para una evaluación más objetiva de los resultados del computador se han elaborado cuadros que muestran los valores nominales y demás datos de localización de los elementos divididos en transformadores, líneas centrales y barras de carga. Estos datos se los compara con las condiciones de funcionamiento en cada año de estudio y se puede tener una visión clara del comportamiento de cada elemento.

Considerando que las barras que más atención merecen en este estudio son las que tienen incorporadas cargas de E.R. a nivel de 13.8 KV, se han simplificado un poco el diagrama unifilar incorporando la carga de toda una zona a determinada barra. Tal es el caso de las barras 4, 5 y 6 que están para 1985 incorporadas a la barra N° 7.

CUADRO 11.3 REACTANCIAS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA NORTE

NUMERO DE LINEAS = 32

LINEA NUMERO	NODO A	NODO B	RESISTENCIA	REACTANCIA	SUCEPTANCIA
1	2	3	0.01170	0.01080	0.0
2	4	5	1.19080	0.52420	0.0
3	6	7	0.42012	0.18452	0.0
4	9	10	0.20286	0.10235	0.0
5	3	9	0.03938	0.07414	0.0
6	3	12	0.00240	0.00500	0.0
7	14	15	1.08677	0.73613	0.0
8	3	17	0.02656	0.05528	0.0
9	17	20	0.05600	0.11655	0.0
10	20	21	0.04608	0.09590	0.0
11	22	23	0.08273	0.02780	0.0
12	25	26	5.20070	1.52534	0.0
13	24	27	0.21610	0.11648	0.0
14	27	29	0.54025	0.29120	0.0
15	32	2	0.0	0.07000	0.0
16	5	6	0.0	2.70000	0.0
17	7	8	0.0	0.44400	0.0
18	8	9	0.0	0.25250	0.0
19	10	11	0.0	0.25300	0.0
20	12	13	0.0	0.08750	0.0
21	13	14	0.0	0.41700	0.0
22	15	16	0.0	1.56660	0.0
23	17	18	0.0	0.90000	0.0
24	19	20	0.0	0.46240	0.0
25	21	22	0.0	0.25320	0.0
26	23	24	0.0	0.42666	0.0
27	24	25	0.0	2.25000	0.0
28	27	28	0.0	0.51000	0.0
29	30	14	0.0	0.20000	0.0
30	31	13	0.0	0.15000	0.0
31	1	2	0.0	0.04330	0.0
32	33	3	0.01600	0.02600	0.0

LOS VALORES DE LAS SUCEPTANCIAS A TIERRA
 DE LAS LINEAS CORRESPONDEN A LA SUCEPTANCIA TOTAL

POTENCIA BASE = 10 MVA

TOLERANCIA REAL = 0.00010

TOLERANCIA IMAG. = 0.00010

NUMERO DE TRANSFORMADORES GEN TAP NO NOMINAL = 0

CUADRO: II.4 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES				GENERACION						OBSERVACIONES
TIPO	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)	SIN E.R.
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	2260	1378	1795	0.609	1.05	AÑO: 1980
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	5150	4500	2500	0.874	1.06	Suple. Reactivos
T	Nueva Ter. Iberre	31	6250	5000	3750	4.16	5055	5000	750	0.941	1.05	V. C.
H	La Fleye	29	1650	1320	990	6.3	1338	1320	218	-0.987	1.05	V. C.
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	750	600	450	0.8		
H	Hoje Blanca	15	750	600	450	5.3	540	500	200	0.928	1.07	
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22	615	550	270	0.898	1.027	
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA								13848	6183			

CUADRO:II.5 DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION			VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA					OBSERVACIONES	
NOMBRE	NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX.P TRANS (KVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %		
Ambi 2	Alpechece	2	3	5.0	13.0	34.5	5033	4500	2335	28	0.77	AÑO: 1980	
Ctevelo	Gonz. Suér.	7	6	11.0	1.19	5.0	495	455	194	11	2.33		
Monserret	Cayambe	9	10	23.0	13.0	34.5	1738	1625	619	60	3.75		
Alpachaca	Monserret	3	9	22.0	23.88	34.5	3649	3366	1411	49	2.22		
Alpachace	Iberria 1	3	12	1.5	25.69	34.5	1231	217	1211	-	0.1		
Alpachaca	Chote 1	3	17	16.0	25.69	34.5	2685	2260	1450	18	1.25		
Chote 1	San Gabriel	17	20	34.0	25.69	34.5	2263	1864	1275	27	2.44		
San Gabriel	Tulcán 1	20	21	30.7	25.69	34.5	1616	1262	1010	12	1.6		
Tulcán 2	S/E 1	22	23	1.5	3.44	13.8	539	79	533	3	3.34		
Chapuela 1	Chapuela 2	25	26	2.0	0.42	2.4	81	77	25	4	4.89		
Diesel Tul.	S/E 2	27	24	1.0	1.8	6.3	1839	1832	157	74	4.15		1.78% sobrecarga
La Playa	Diesel Tul.	29	27	2.5	1.8	6.5	1338	1320	218	88	6.17		
Sistema Fac.	Alpachaca	33	3	8.0		34.5	2247	1378	1775	7	0.67		
El Sagrario	Hoja Blanca	14	15	5.5	1.57	6.3	399	368	154	5	5.14		
Gonz. Suárez	San Pablo	5	4	2.5	1.57	6.3	363	344	115	18	5.84		
			* EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO +				- EN LAS BARRAS						

CUADRO: II.6

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambi	32	2	10000	4.16	34.5	5148	4500	2500	165	AÑO: 1980
Olayelo	7	8		13.8	5.0	606	555	244	17	
Monserret	8	9	2000	13.8	34.5	1831	1692	700	82	
Ceyambe	10	11	2500	34.5	13.8	1672	1565	588	74	
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	1230	217	1210	12	
Iberre	13	14	1200	13.8	6.3	583	575	93	14	
El Chote	17	18	500	34.5	13.8	398	373	138	15	
San Gabriel	19	20	1250	13.8	34.5	616	580	209	18	
Tulcán	21	22	2500	34.5	13.8	1591	1250	984	66	
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	969	949	195	44	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	81	77	27	2	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	750	600	450	28	
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5055	5000	750	350	
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	140	132	46	3	
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3	578	344	157	42	1.10% sobrecarga

CUADRO: II.7 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otavelo 1 (E. Egs)	7	5.0	105.3	100	33	0.986	AÑO: 1980
* Otavelo 2	8	13.8	1196.9	1137	374	0.997	
Cayambe - Tabacu.	11	13.8	1647.25	1565	514	0.975	
* Iberre 2	13	13.8	4886.39	4642	1526	1.025	
El Sagrario 2	14	6.3	1555.85	1478	486	1.022	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8	138.83	132	43	1.063	
* Chote 2	18	13.8	392.76	373	123	1.01	
* San Gabriel 1	19	13.8	610.64	580	191	0.998	
* Tulcán 2	22	13.8	1232.67	1171	385	0.958	
S/E 1	23	13.8	1070	1025	337	0.955	
S/E 2	24	6.3	770	732	241	0.948	
Chapuele 2	26	2.3	77	73	24	0.894	
San Pablo	4	6.3	343	326	107	0.873	
González Suárez	6	5.0	105.3	100	33	0.963	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			14141	13434	4433		
* TIENEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							32

CUADRO: 11.8 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					OBSERVACIONES
TIPO	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KWAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS Ø	V (pu)	SIN E.R.
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	5130	4460	2535	0.87	1.05	AÑO: 1981
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	5150	4500	2500	0.87	1.051	
T	Nueva Ter. Iberre	31	6250	5000	3750	4.16	5142	5000	1220	0.97	1.05	
H	La Fleve	29	1650	1320	990	6.3	1068	1050	196	0.98	1.05	
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	600	480	360	0.8	1.009	
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	6.3						Emergencia
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22						Emergencia
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA								15490	6811			

CUADRO: II.10

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES SIN E.R. AÑO: 1981
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR		
El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	5148	4500	2500	168		
Olevalo	7	8		13.8	5.0	695	631	291	22		
Monserrat	8	9	2000	13.8	34.5	2109	1938	833	112		
Ceyembe	10	11	2500	34.5	13.8	1875	1750	672	97		
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	2585	1975	1668	55		
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	1948	1798	751	155		
El Chote	17	18	500	34.5	13.8	479	448	169	22		
San Gabriel	19	20	1250	13.8	34.5	700	658	239	23		
Tulcán	21	22	2500	34.5	13.8	2026	1888	735	111		
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	562	531	185	15		
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	90	85	29	2		
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	600	480	360	18		
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5142	5000	1220	380		
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	156	147	52	4		
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3	433	390	188	57		

CUADRO II.11 DATOS DE BARRA DE CARGA

NOMBRE	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otavelo 1 (F. Egs)	7	5.0	119	113	37	0.968	AÑO: 1981 SIN E.R.
* Otavelo 2	8	13.8	1375	1307	430	0.980	
Ceyerbe - Tabacu	11	13.8	1842	1750	575	0.939	
* Iberre 2	13	13.8	5450	5177	1702	1.011	
En Sagrario 2	14	6.3	1735	1648	542	0.983	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8	155	147	48	0.954	
* Chote 2	18	13.8	472	448	147	0.996	
* San Gabriel 1	19	13.8	693	658	216	0.974	
* Tulcán 2	22	13.8	1356	1288	423	0.95	
S/E 1	23	13.8	1186	1127	370	0.945	
S/E 2	24	6.3	847	805	265	0.953	
Chapuella 2	26	2.3	84	80	26	0.895	
San Pablo	4	6.3	385	365	120	0.834	
González Suárez	6	5.0	119	113	37	0.941	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			15819	15027	4959		
* TIENEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							

CUADRO: II.12 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					OBSERVACIONES	
TIPO	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)	SIN E.R.	AÑO: 1985
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	11962	11554	3100	0.966	1.05		
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	8320	6800	4800	0.817	1.058		
T	Nueve Ter. Ibarra	31	6250	5000	3750	4.16	5724	4720	3238	0.825	1.05		
H	La Playa	29	1650	1320	990	6.3	1314	1050	790	0.799	1.05		
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	450	360	270	0.8	0.949		
H	Hoje Blanca	15	750	600	450	6.3	625	500	375	0.8	1.027		Suple reactivos
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22							Emergencia
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA								24984	12573				

CUADRO: II.13 DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION				VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA					OBSERVACIONES
NOMBRE	NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX.P TRANS (MVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %	SIN P.N.E.R. AÑO: 1985
mbi 2	Alpecheza	2	3	5.0	13.0	34.5	8081	6800	4366	72	1.17	
ayalo	Gonz. Suár.	7	6	11.0	1.19	5.0	809	768	256	33	4.68	
onserrat	Ceyambe	9	10	23.0	13.0	34.5	3200	2960	1217	222	8.4	
lpecheza	Monserret	3	9	22.0	23.88	34.5	7069	6383	3036	191	4.63	
lpecheza	Iberra 1	3	12	1.5	25.69	34.5	5668	5591	931	8	0.20	
lpecheza	Chota 1	3	17	16.0	25.69	34.5	6606	6099	2538	112	2.96	
note 1	San Gabriel	17	20	34.0	25.69	34.5	5426	5058	1965	170	5.46	
an Gabriel	Tulcán 1	20	21	30.7	25.69	34.5	3987	3798	1214	84	3.21	
alcán 2	S/C 1	22	23	1.5	3.44	13.8	1829	1828	77	36	2.03	
epuela 1	Chepuela 2	25	26	2.0	0.42	2.4	226	215	69	35	19.13	
iesel Tul.	S/C 2	27	24	1.0	1.8	6.3	1655	1319	1000	68	4.82	
a Playa	Diesel Tul.	29	27	2.5	1.8	6.5	1314	1050	790	91	8.34	
istema Mec.	Alpecheza	33	3	8.0		34.5	11830	11554	2542	208	2.22	
l Sagrario	Hoja Blanca	14	15	5.5	1.57	6.3	399	-273	-291	16	5.12	
onz. Suérez	San Pablo	5	4	2.5	1.57	6.3						
EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO + - EN LAS BARRAS												

MAPA: II.14

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA			OBSERVACIONES SIN E.R. AÑO: 1985
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	
El Ambi	32	2	10000	4.16	34.5	8323	6800	4800	434
Olivelo	7	8		13.8	5.0	1015	946	368	53
Monserriet	8	9	2000	13.8	34.5	3547	3232	1459	339
Cayembe	10	11	3750	34.5	13.8	2953	2738	1105	205
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	5658	5583	915	273
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	2429	2293	802	144
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	989	929	339	34
San Gabriel	19	20	2500	13.8	34.5	1160	1090	397	39
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	3856	3714	1039	342
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	511	142	491	14
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	231	215	84	15
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	450	360	270	11
Nueva Termica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5724	4720	3238	495
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	242	227	84	9
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3				

CUADRO: I. 15 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otevelo 1 (K. Ecs)	7	5.0	188	178	59	0.918	AÑO: 1985 SIN P.N.E.R.
* Otevelo 2	8	13.8	2408	2287	752	0.934	
Cayambe - Tabacu.	11	13.8	2882	2738	900	0.872	
* Ibarra 2	13	13.8	8432	8010	2633	1.006	
El Sagrario 2	14	6.3	2684	2550	838	0.977	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8	239	227	75	1.014	
* Chote 2	18	13.8	978	929	305	0.974	
* San Gabriel 1	19	13.8	1147	1090	358	0.924	
* Tulcán 2	22	13.8	1985	1886	620	0.886	
S/E 1	23	13.8	1737	1650	542	0.868	
S/E 2	24	6.3	1241	1179	388	0.892	
Chapuele 2	26	2.3	189	180	59	0.732	
San Pablo	4	6.3					Incorporado a barra N° 6
González Suárez	6	5.0	774	735	242	0.877	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			24835	23593	7786		
* TIENEN INCORPORADOS SUPERPROYECTOS DE E.R.							40

CUADEC: 11.18

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES SIN E.R. AÑO: 1990
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR		
El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	8324	6800	4800			
Olivelo	7	8		12.8	5.0						
Konserret	8	9	2000	13.8	34.5	7301	6238	3704			Excesiva sobrecarga
Ceyambe	10	11	3750	34.5	13.8						Equip. Inece1
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	13901	13891	525			
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	5081	4791	1692			Excesiva sobrecarga
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	2522	2311	1010			Equip. Inece1
San Gabriel	19	20	2500	13.8	34.5	2212	2048	835	162		
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	4960	4609	1833	676		
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	1412	1120	860	133		
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4						
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3						
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	8119	4700	6600			Central sobrecargada
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8						
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3						

CUADRO: II.19 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			MVA	MM	MVAR		
Otavelo 1 (K.Es)	7	5.0					
* Otavelo 2	8	13.8	6.57	6.238	2.05	0.79	
Cayambe - Tabacu	11	13.8					
* Ibarra 2	13	13.8	14.55	13.82	4.54	0.958	Incorporado a barra N° 9
El Segreño 2	14	6.3	5.04	4.791	1.575	0.951	
Hoja Blanca Urcu	16	13.8					
* Chota 2	18	13.8	2.43	2.311	0.76	0.89	
* San Gabriel 1	19	13.8	2.16	2.048	0.673	0.853	
* Túcán 2	22	13.8	3.2	2.038	0.999	0.792	
S/E 1	23	13.8	2.8	2.658	0.874	0.775	
S/E 2	24	6.3					
Chapuele 2	26	2.3					
San Pablo	4	6.3					
González Suárez	6	5.0					
Monerrate	9	34.5	5.05	4.8	1.578	0.879	Carga de Cayambe
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			41.800	39.704	13.049		
* TIEMEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							44

2.4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

Como se puede observar en los cuadros anteriores durante los años 1980 y 1981, con el funcionamiento de los grupos Alco en Ibarra y la incorporación del sistema norte al S.N.I, el comportamiento del sistema es satisfactorio; se observan buenas regulaciones en las líneas, los niveles de voltaje en las barras de carga son aceptables y no existen problemas de sobrecarga en los transformadores principales.

El problema de la baja tensión y sobrecarga del área de San Pablo y González Suárez ya se lo detectó en 1979, que es el año de base del estudio. Como se dijo al principio de este capítulo se va a prestar mayor atención a las barras donde van a incorporarse los subproyectos diseñados en el P.N. E.R., la carga de ese sector se incorpora a la barra N° 7 recomendándose una revisión de los niveles de voltaje de distribución y un cambio de transformador; lo mismo puede decirse del sector de Chapula en la provincia del Carchi.

Para el año de 1985, se justifica el equipamiento de INECEL en cuanto a transformadores, pero éste resulta insuficiente en el caso de la S/E en Monserrate (barras 8 - 9), así como el transformador entre las barras 13 - 14 en Ibarra, como se desprende de los cuadros, funcionarán excesivamente sobrecargados. Los niveles de voltaje para ese año ya resultan inadmisibles en ciertas barras por lo que se hace necesario reforzar los transformadores y colocar capacitores en el sistema.

Los resultados de flujos para los años 1990 y - 1995 sin hacer ninguna modificación, muestran condiciones inadmisibles de funcionamiento, tanto por la sobrecarga de transformadores como por los niveles de voltaje en las barras de carga; se presenten resultados obtenidos para 1990. *y para 1995?*

Según el plan de funcionamiento de centrales del cuadro II.2 se trata de prescindir de las centrales pequeñas y solo tomar en cuenta las de mayor potencia; tal es el caso de la hidráulica de El - Ambi y la térmica de Ibarra, a las cuales se les exige para 1985 un 85% de rendimiento. Se nota claramente una dependencia vital del S.N.I. a medida que transcurre el tiempo, así mientras en - 1980 todavía puede ser autárquico, el sistema no lo será para los otros años. El cuadro II.20 muestra el porcentaje que aporta a la carga del sistema norte la barra del S.N.I.

Cuadro II. 20 .

AÑO	GENERACION TOTAL		GENERACION DEL S.N.I.		% DE APORTE	
	MVA	MW	MVA	MW	%MVA	%MW
1980	15.708	13.848	2.260	1.378	14.39	9.95
1981	17.090	15.490	5.130	4.460	30.02	28.79
1985	28.400	24.984	5.724	4.720	20.15	18.89
1990	50.550	43.120	32.700	30.500	64.69	70.73

CAPITULO III

CAPITULO III

3. APLICACION DEL P.N.E.R. AL SISTEMA NORTE:3.1. SUBPROYECTOS A INCORPORARSE Y BARRAS DONDE VAN
A CONECTARSE:

Para el sistema Norte se han diseñado 11 Subproyectos que formarán parte de la carga del sistema a partir de 1981.

El estudio de la influencia de esta carga adicional se lo va a hacer agrupándolos en la respectiva barra de 13.8 KV, de acuerdo a los planos del estudio del P.N.E.R.

Las barras a las cuales se incrementa la carga de E.R. son las siguientes:

OTAVALO (Nº 8)
IBARRA (Nº 13)
CHOTA (Nº 18)
SAN GABRIEL (Nº 19)
TULCAN (Nº 22)

A continuación, se da información más detallada de cada uno de los Subproyectos y la ubicación en el sistema.

CAPITULO III

3. APLICACION DEL P.N.E.R. AL SISTEMA NORTE:3.1. SUBPROYECTOS A INCORPORARSE Y BARRAS DONDE VAN
A CONECTARSE:

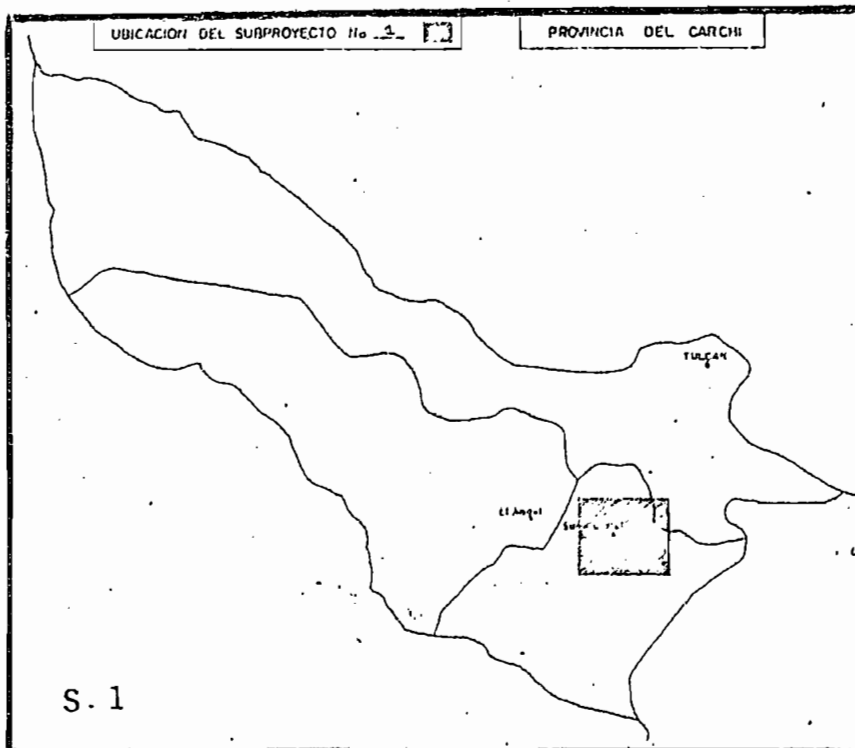
Para el sistema Norte se han diseñado 11 Subproyec
tos que formarán parte de la carga del sistema a -
partir de 1981.

El estudio de la influencia de esta carga adicional
se lo va a hacer agrupándolos en la respectiva ba-
rra de 13.8 KV, de acuerdo a los planos del estudio
del P.N.E.R.

Las barras a las cuales se incrementa la carga de -
E.R. son las siguientes:

J. L. L. L.
OTAVALO (Nº 8)
IBARRA (Nº 13)
CHOTA (Nº 18)
SAN GABRIEL (Nº 19)
TULCAN (Nº 22)

A continuación, se da información más detallada de
cada uno de los Subproyectos y la ubicación en el
sistema.

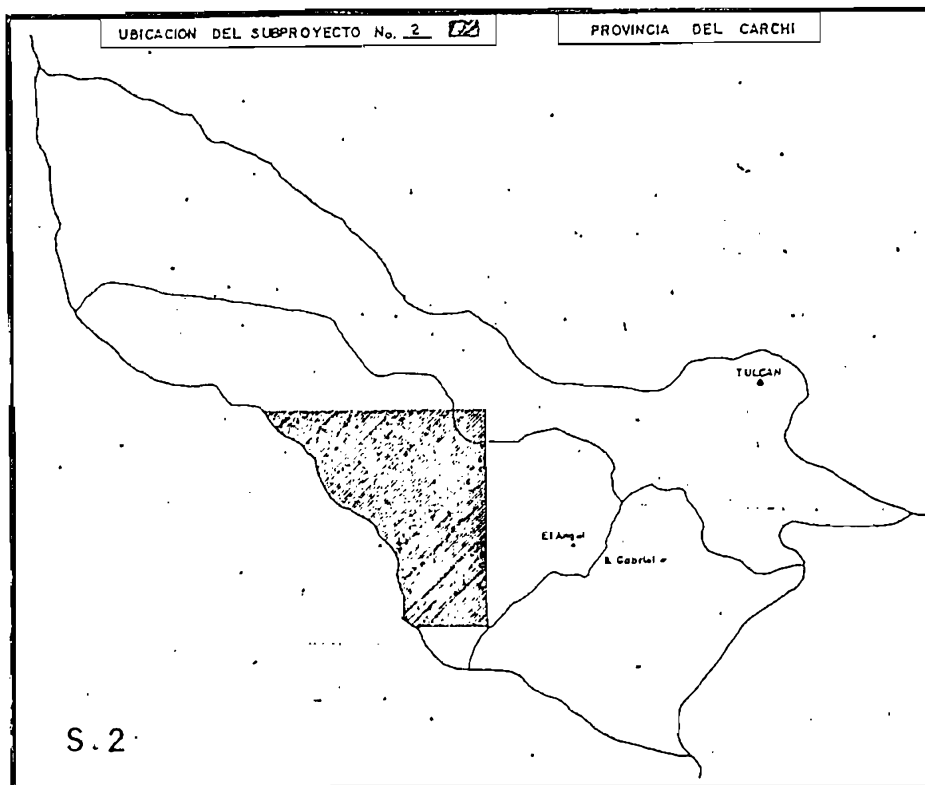


- BARRA DE CONEXION: N° 19 (San Gabriel)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 15055 hbt. 1995: 19062 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA;

Chiles Alto, Chiles Bajo, Arrayán Alto, Canchahuano, Monte Verde, San Francisco, Huanangicho, Chamizo, Tuquer, Pisan.

CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

- Importantes cultivos de leguminosas y granos. También se destaca la agricultura. En cuanto a la agroindustria existen posibilidades de que se instalen molinos.

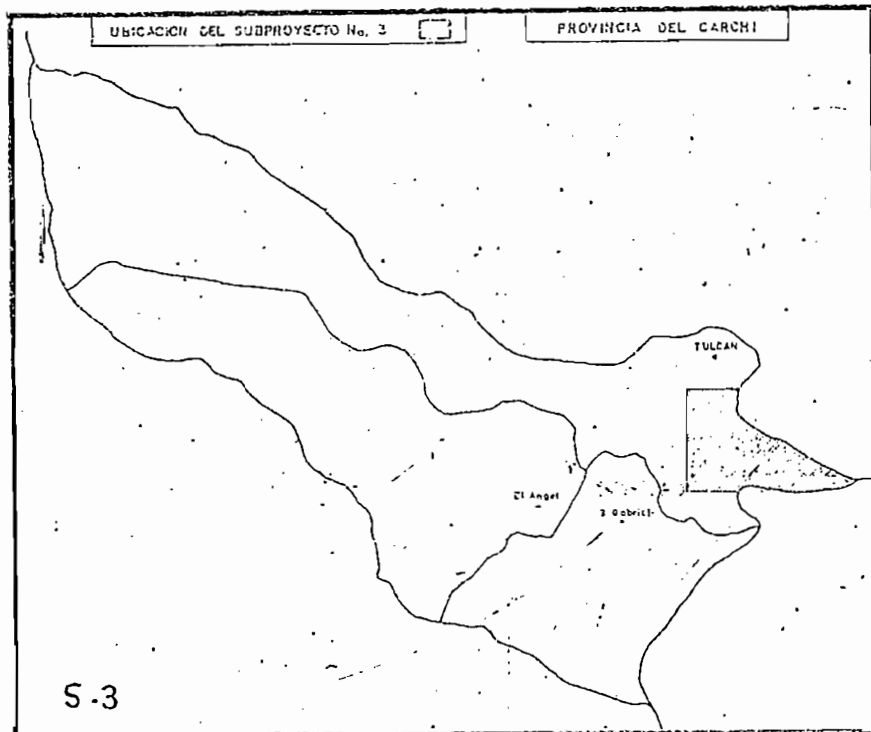


- BARRA DE CONEXION: (El Angel)
- POBLACION SERVIDA : 1981: 12886 hbt. 1995: 18208 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Goaltal, Hualchan, Campo Libre, El Corazon, Hda. Santa Lucía, La Concepción, Juan Montalvo, Huaquer, Cooperativa San Francisco de Pisque.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Se destacan los cultivos de leguminosas y granos así como tubérculos y raíces, también hay crianza de ganado vacuno.

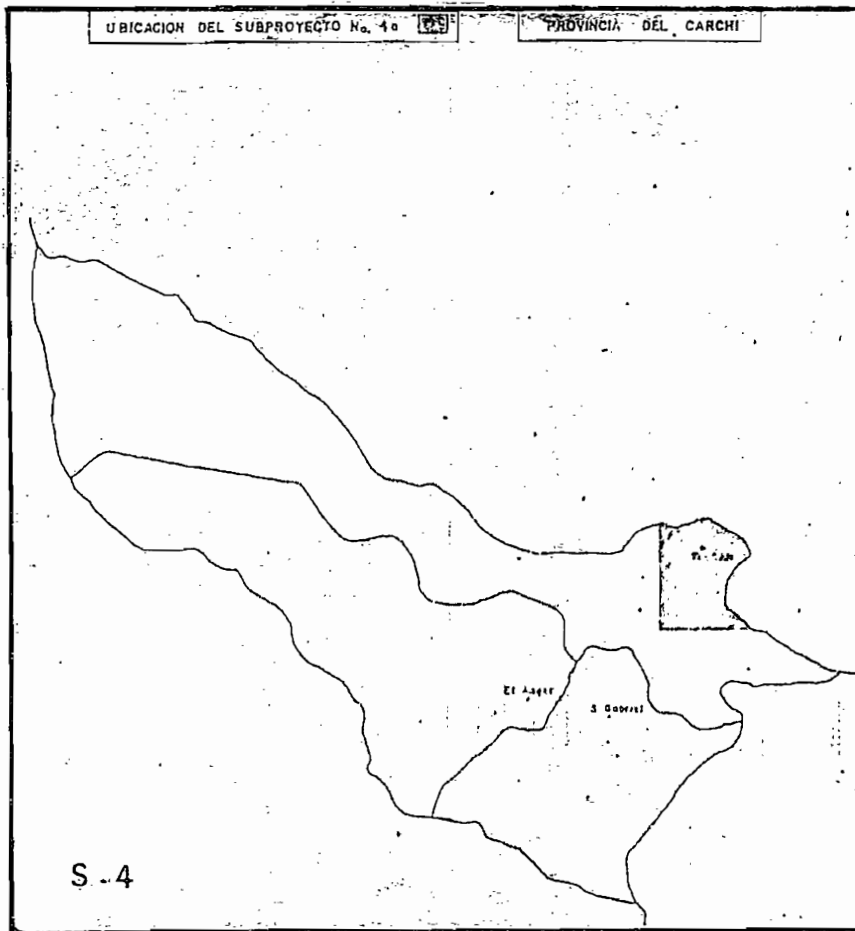


- BARRA DE CONEXION: N° 19 (San Gabriel)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 6981 hbt. 1995: 8529 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Michuquer, Yalquer, Chunquer, San Francisco, La Playa, El Playón, El Carmelo, Cartagena, Julio Andrade.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Se destacan la horticultura y fruticultura, habiendo posibilidad de que se instalen procesadoras de esos productos.

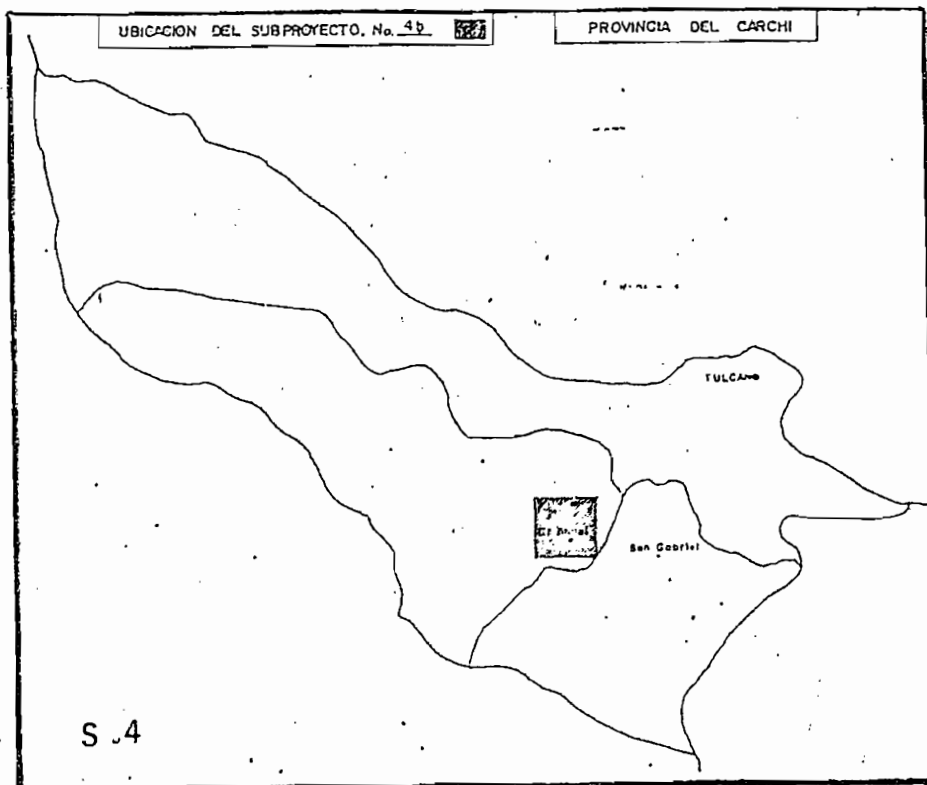


- BARRA DE CONEXION: N° 22(Tulcán)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 15252 hbt. 1995: 17052 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

El Rosal, Llano Grande, Calle Larga, Chapués Grande, Chapués Chico, Chulamues, Guamac, Capote.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Existe cultivos agrícolas variados y cría de ganado, no hay perspectivas de agroindustria.



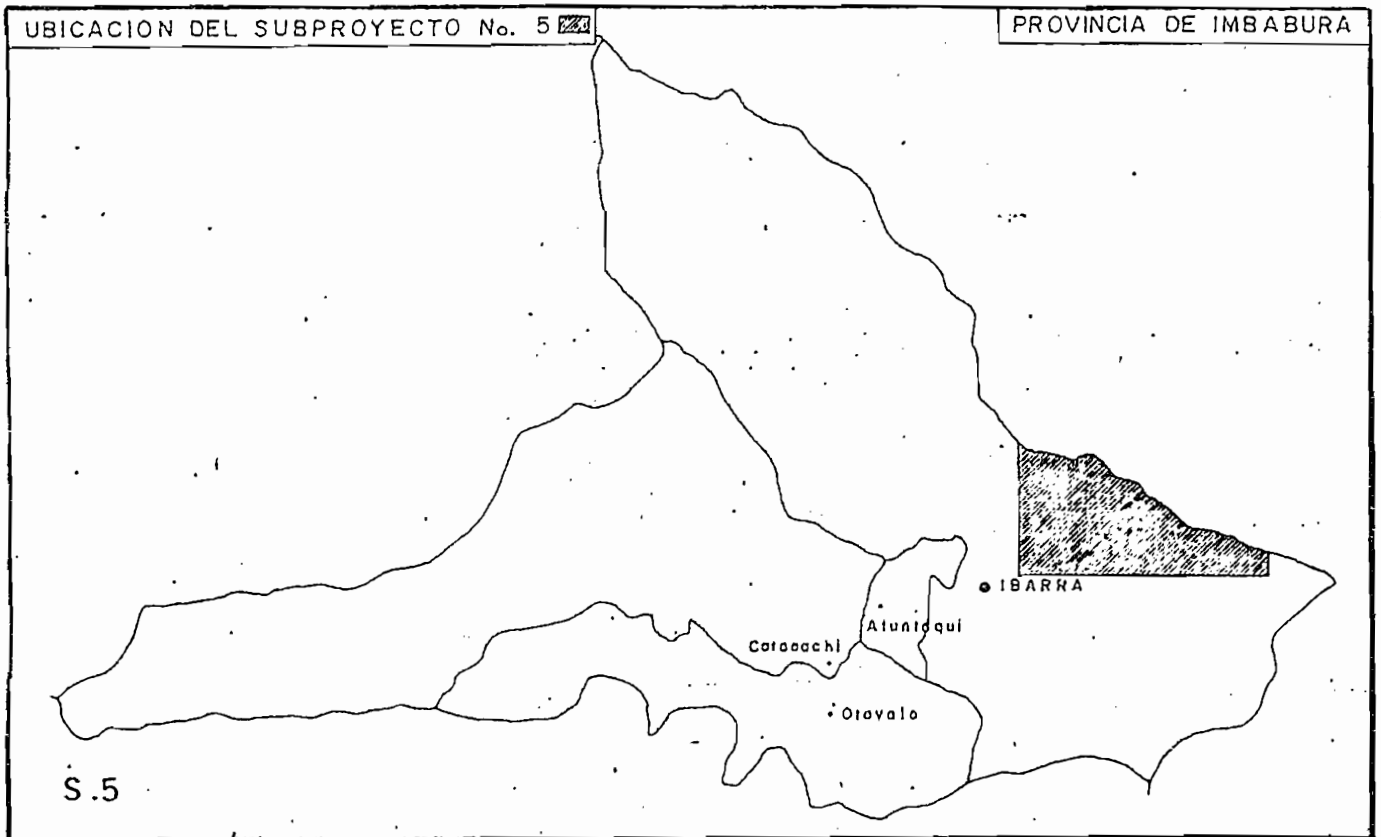
- BARRA DE CONEXION: (El Angel)
- POBLACION SERVIDA 1981: * 1995:
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

San Francisco, Eloy Alfaro, García Moreno, Las Lajas,
Chitacaspi, La Libertad, San Vicente.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Agricultura en general

* La población total se la da en el Subproyecto N° 4 a

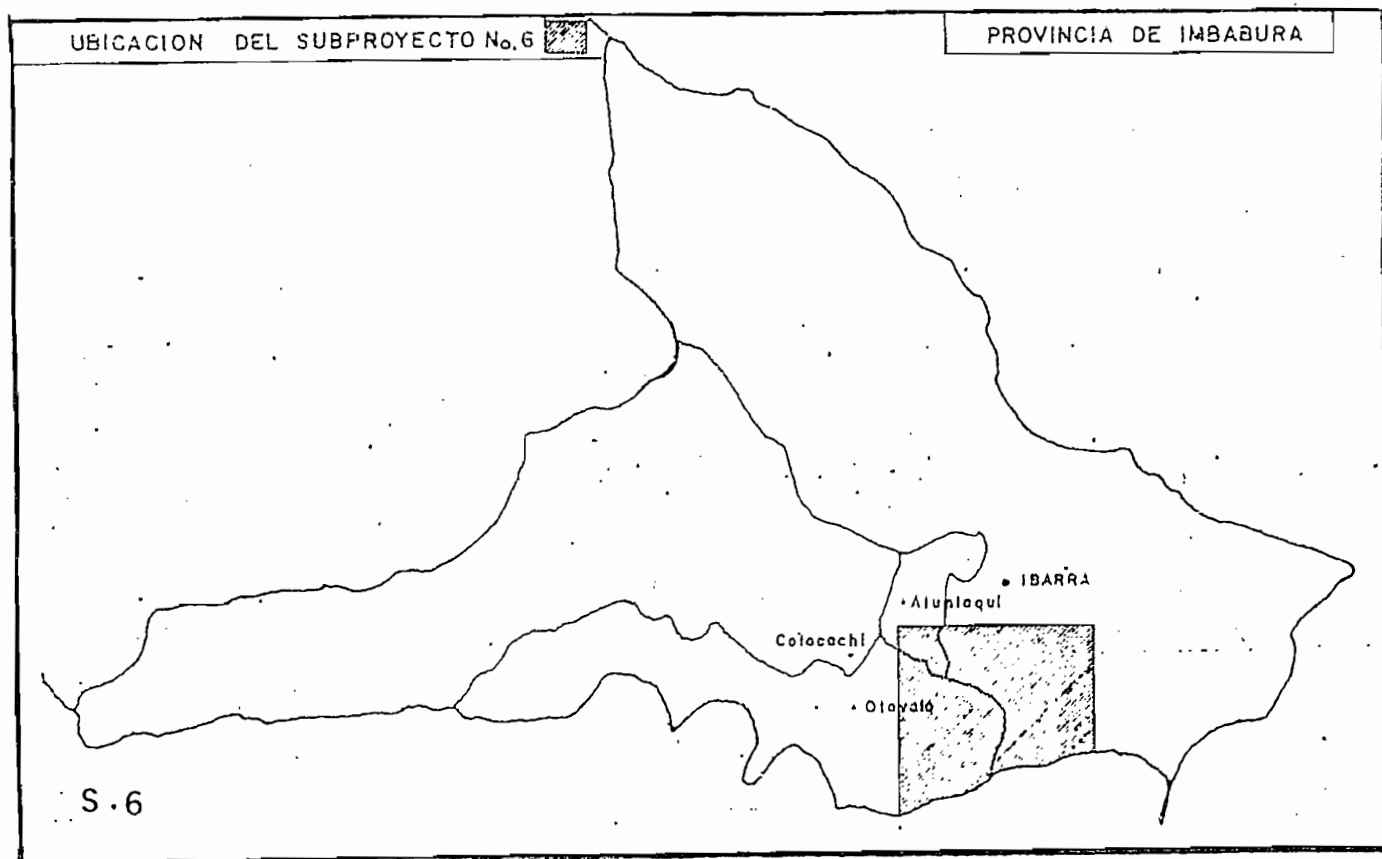


- BARRA DE CONEXION: N° 18 (El Chota)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 7681 hbt. 1995: 10518 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Pusir, Chuga, Yascon, Sigsal, Monte Olivo, Palmar Chico, Palmar Grande, Motilón, San Rafael.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Cultivos de hortalizas y frutas, existen posibilidades de que se monten procesadoras de frutas y hortalizas para - conservas a nivel de agroindustria.

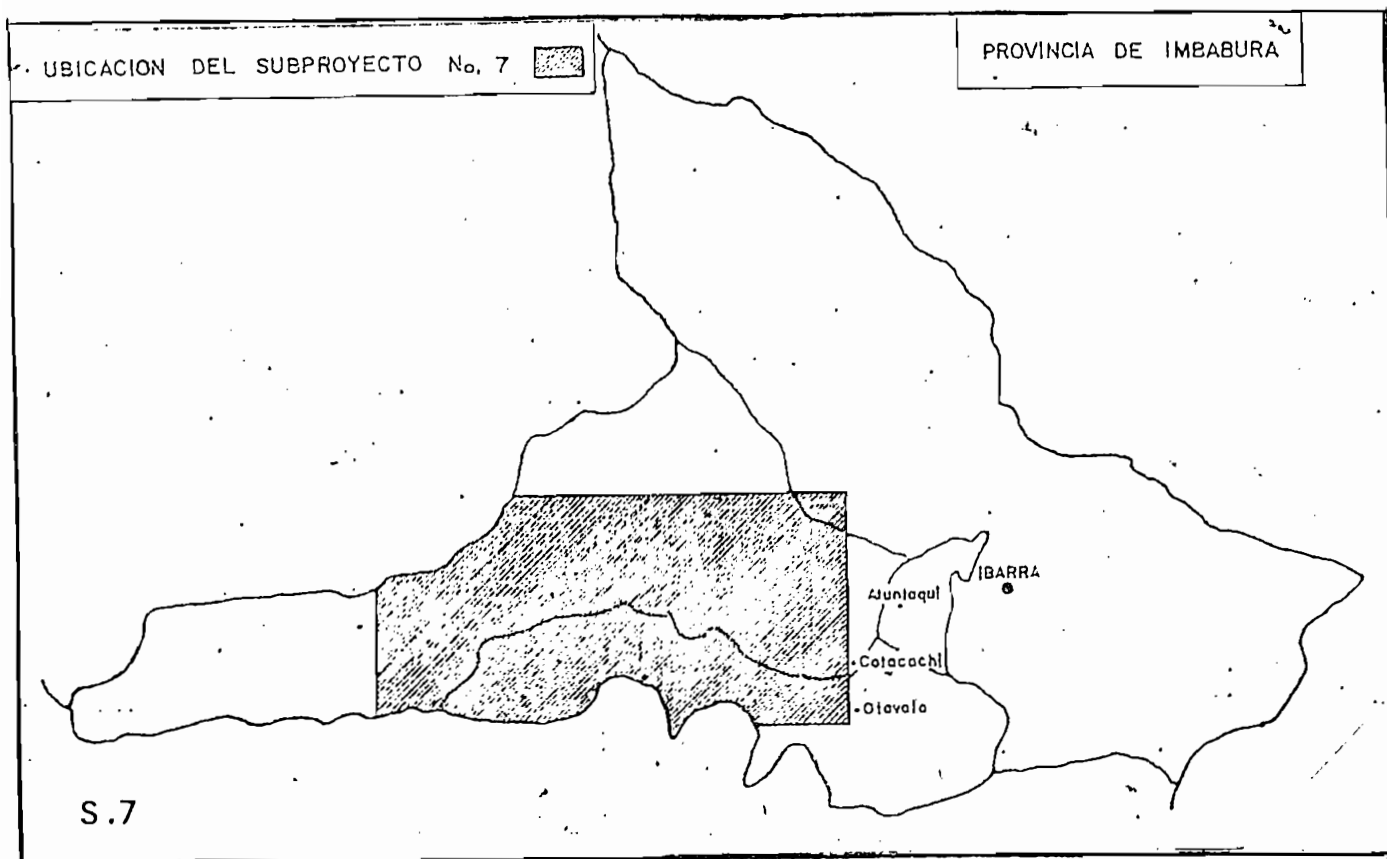


- BARRA DE CONEXION: N° 13 (Ibarra)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 1516 hbt. 1995: 1804 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Angochagua, Rinconada, La Mercedes.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Cultivos de hortalizas, legumbres, y tubérculos, también hay actividades agrícolas. Hay posibilidad de que se instalen molineras.

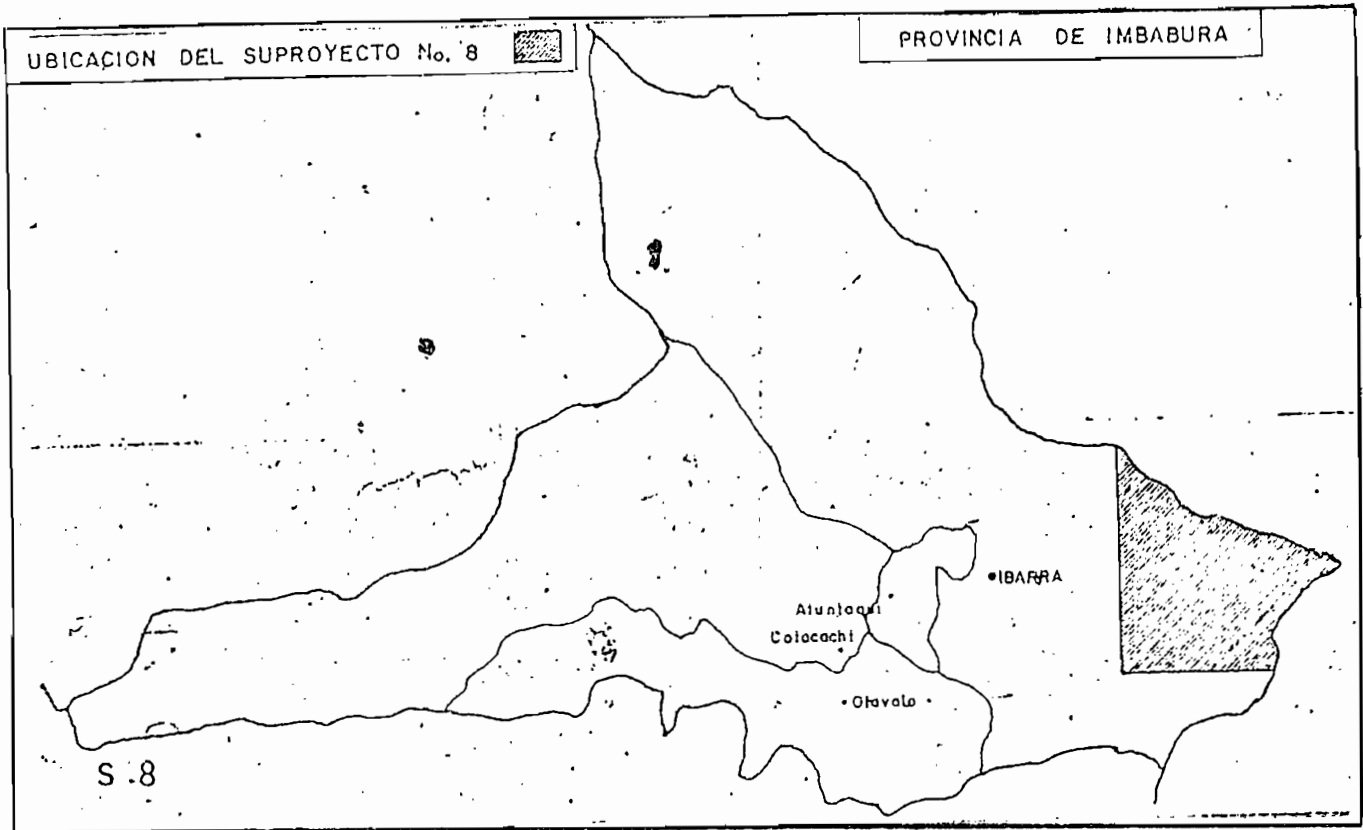


- BARRA DE CONEXION: N° 8 (Otavalo)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 11301 hbt. 1995: 12135 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Vacas Galindo, Peñaherrera, Pucará, Plaza Gutierrez, Cuéllage, Apuela, Selva Alegre, García Moreno, San - Lorenzo, Cristal.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Existen cultivos subtropicales de caña, café, cacao, así como fibras naturales de abacá, cabuya; a nivel de agro-industria, existen trapiches para producción de panela y también hay bombas para riego.

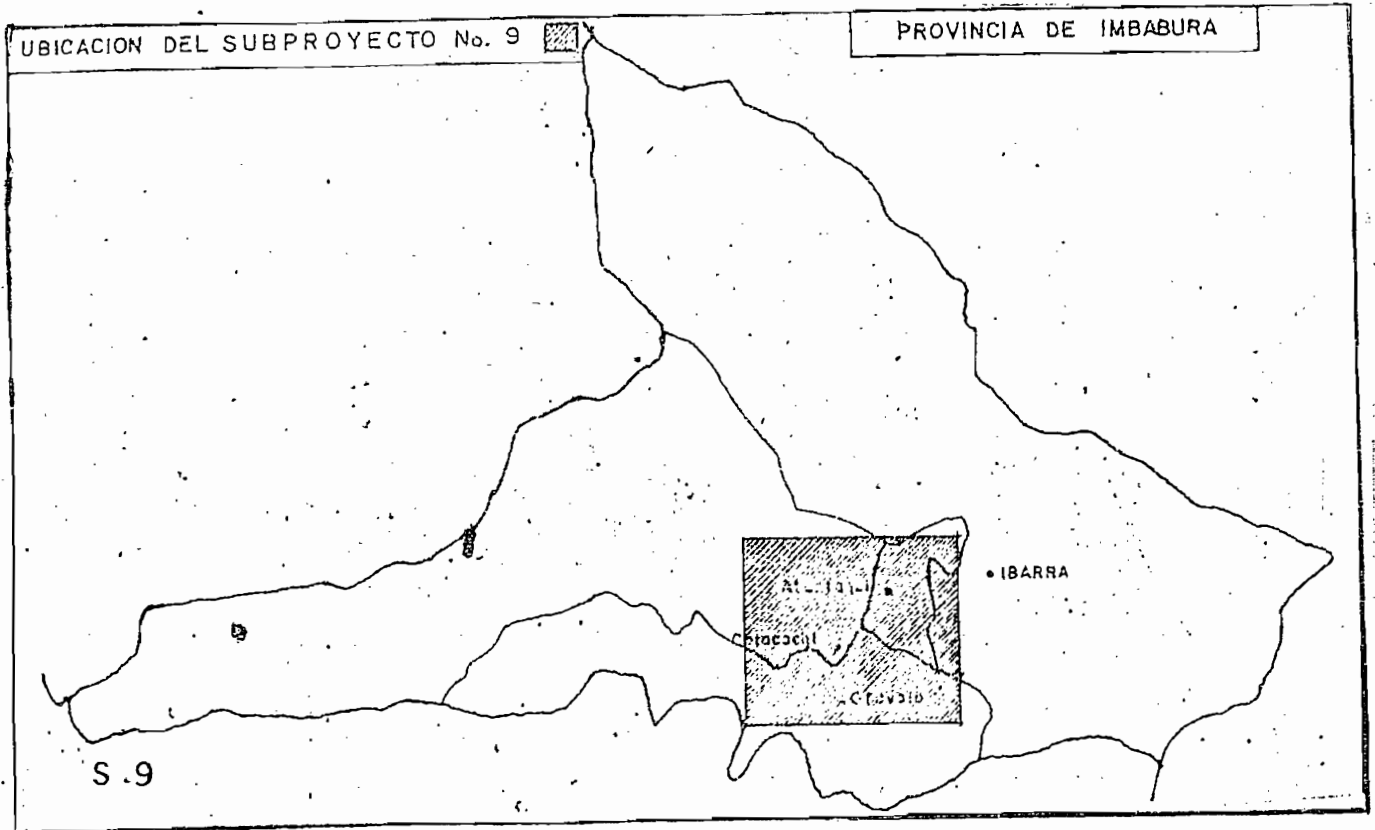


- BARRA DE CONEXION: Nº 18 (El Chota)
- POBLACION SERVIDA 1981: 5365 hbt. 1995: 5517 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Mariano Acosta, Guanopamba, Puentaquí, Sigsipamba, La Floresta, Palmira.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Se destacan la horticultura, fruticultura, así como - leguminosas y granos, potencialmente pueden instalarse procesadoras de frutas y hortalizas.

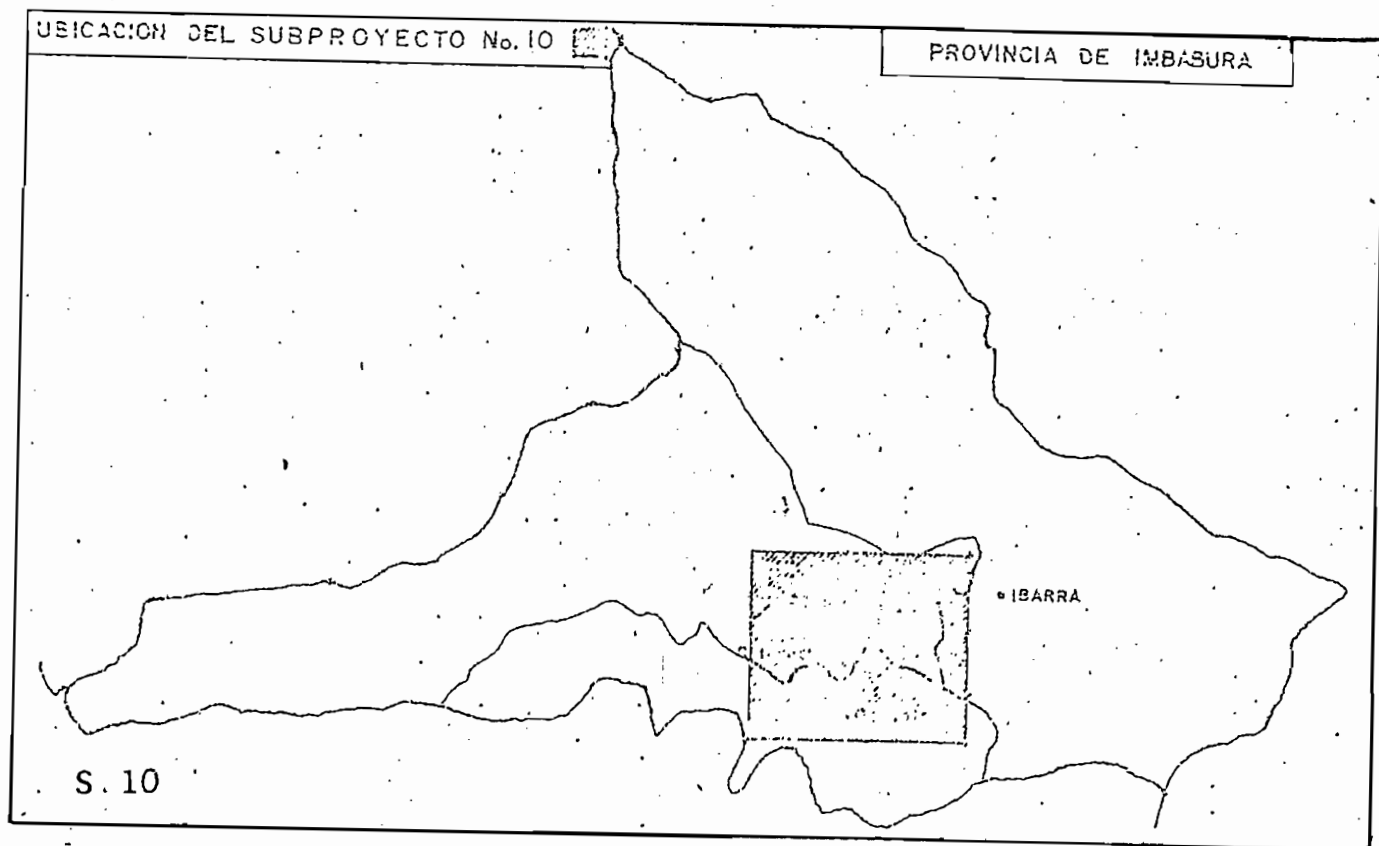


- BARRA DE CONEXION: N° 13 (Ibarra)
- POBLACION SERVIDA : 1981: 1298 hbt. 1995: 1205 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Periferia de Cotacachi.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

La actividad agrícola es importante, así como la cría de ganado vacuno, se destacan también la artesanía en la rama de tejidos y bordados, hay una tendencia a que crezca la actividad textil y algo de manufactura de calzado.

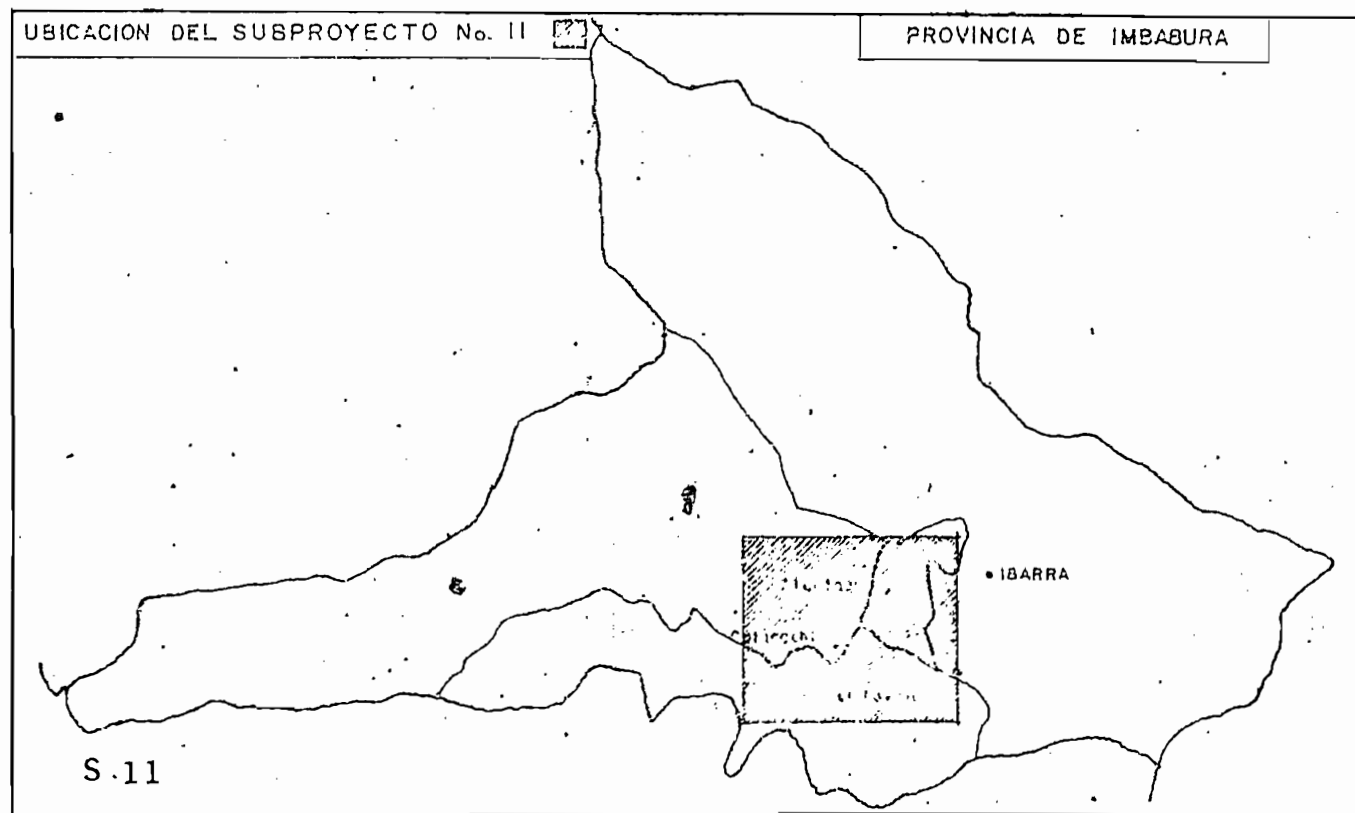


- BARRA DE CONEXION: N° 13 (Ibarra)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 2056 hbt. 1995: 2590 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Periferia de Atuntaqui.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Existen diferentes clases de cultivos; crianza de ganado vacuno y una actividad en cuanto a tejidos.



- BARRA DE CONEXION: N° 8 (Otavalo)
- POBLACION SERVIDA: 1981: 2639 hbt. 1995: 2910 hbt.
- PRINCIPALES POBLACIONES QUE ABARCA:

Periferia de Otavalo.

- CARACTERISTICAS ECONOMICAS:

Agricultura en general, cría de ganado vacuno, actividad textil con posibilidades de expansión, así como también la industria de calzado.

3.2. DETERMINACION DE LA DEMANDA DE LOS SUBPROYECTOS: (1)

La proyección del mercado de energía eléctrica para las zonas rurales tiene como base el documento preparado por INECCEL "Metodología de Estudio de Mercado de Energía - Eléctrica" y presentado a la CIER (Comisión de Integración Eléctrica Regional), en octubre de 1975.

Para el Plan Nacional de Electrificación Rural, se ha tomado como punto de partida los datos del censo de 1974 en lo que a población se refiere proyectándola de acuerdo a la tasa vegetativa del sector. En algunos casos, se ha hecho correcciones de acuerdo a la realidad social del sector en el momento de las investigaciones.

Se definieron metas de electrificación para el sector rural que no solo consideran los crecimientos normales sino también, aspectos promocionales y de desarrollo.

De las zonas con respecto a los consumos residenciales y comerciales unitarios y como resultado de las investigaciones de campo realizadas, se tomaron los valores de kwh/año/abonado que se indican en el cuadro siguiente para las tres categorías definidas según los criterios sociales resultantes de la investigación. (ref. N° 15)

Proyección de la Demanda.- Datos básicos.-

Porcentaje de la Población Servida.-

AÑO	1981	1983	1990	2000
%	25	38	65	95

Consumos Unitarios Residenciales.- (KWH/año)

AÑO Categoría	1977	1981	1984	1990	2000
A	151	170	277	440	717
B	291	315	466	661	888
C	441	477	671	952	1279

*que caracteriza
cas tiene cada
uno de estos
abonados?*

Consumos Unitarios Comerciales.- 1.5 veces el consumo unitario residencial.-

Abonados Comerciales por Abonado Residencial.- (%)

AÑO Categoría	1974	2000 ++
A	Datos de censos	2 - 5
B	Datos de censos	5 - 10

++ = Dependiente de las características de la zona.

Consumo Unitario, en alumbrado por abonado residencial.-
(KWH/abonado-año)

AÑO	1981	2000
KWH/abonado-año +	24	60

Factor de carga.- (%)

AÑO	1981	1990	2000
Fc+	28	32	30

+ = Para las tres categorías.

Los consumos agro-industriales se han estimado a partir de la investigación de campo, considerándose las actividades existentes y los potenciales con un crecimiento del 6 %.

Las pérdidas de energía estimadas para todos los Subproyectos se han tomado como del 10 % de acuerdo con normas de INECEL.

Todos estos criterios usa el programa digital corrido para - obtener los datos del cuadro III.I en el cual se presenta la demanda global de cada subproyecto en los años de estudio.

La figura III.I muestra un ejemplo de como se presentan los resultados del programa digital utilizado. (2)

- Cada Subproyecto está dividido en etapas de acuerdo con un plan de jerarquización económica, todas las etapas de los subproyectos excepto la segunda y tercera del subproyecto N° 11 tienen una tasa interna de retorno económico mayor que el 12 % y por eso se considera que todo el subproyecto va a ser construído tomándose para cada año la demanda total del mismo.

(1) Ref: P.N.E.R. (Grupo Sierra)
Informe Final
EPN - INECEL

(2) Ref: Programa Digital usado
en el P.N.E.R.
EPN - INECEL

CUADRO N° III.I DEMANDA DE LOS SUBPROYECTOS PARA LOS AÑOS DE ESTUDIOS (KW)

Subproyectos N°	1985	1985	1990	1995	BARRA DE CONEXION
1	145.3	397.8	847.0	1366.1	19 (San Gabriel)
2	129.9	369.2	775.8	1318.6	(El Angel)
3	74.1	229.3	432.0	680	19 (San Gabriel)
4	150.6	388.4	750.0	1163.0	22 (Tulcán)
5	76.7	306.1	693.1	1085.3	18 (El Chota)
6	14.9	39.2	77.4	122.8	13 (Ibarra)
7	114.0	492.6	1016.3	1496.2	8 (Otavalo)
8	55.4	140.2	264.2	399.1	18 (El Chota)
9	12.7	31.6	58.9	88.3	13 (Ibarra)
10	20.6	55.0	111.2	180.5	13 (Ibarra)
11	2.4	7.2	14.9	25.0	8 (Otavalo)
TOTAL	785.6	2456.6	5041.8	7924.6	

PROYECCION DE LA DEMANDA: SUBPROYECTO 9 PROV. DE IMBABURA PERIFERIA DE COTACACHI

ANO	POBLAC (HABIT)	POB SERV O/O	SETS FOR ABCN	ABONADOS (****)	RESID	CCMVER	RESID	CCMVER	CONSUMOS (M ³ /D)	INCLUS	ALUMN OTRCS	TOTAL	PERC C/O	ENERGIA (KWH)	FC C/O	FCIEN (FPI)
1974	1295.00	25.0	24.0	53.96	0.65	23.8	0.4	0.0	1.3	25.5	10.0	25.5	10.0	25.5	25.0	11.6
1975	1295.52	25.0	24.0	53.58	0.70	24.1	0.5	0.0	1.3	25.6	10.0	25.6	10.0	25.7	25.0	11.7
1976	1296.02	25.0	24.0	54.00	0.75	24.4	0.5	0.0	1.3	25.7	10.0	25.7	10.0	25.8	25.0	11.8
1977	1296.55	25.0	24.0	54.42	0.80	24.6	0.6	0.0	1.3	25.8	10.0	25.8	10.0	25.9	25.0	11.9
1978	1297.07	25.0	24.0	54.84	0.85	24.9	0.6	0.0	1.3	26.0	10.0	26.0	10.0	26.0	25.0	12.0
1979	1297.59	25.0	24.0	54.07	0.90	25.2	0.7	0.0	1.3	27.2	10.0	27.2	10.0	26.1	25.0	12.1
1980	1298.11	25.0	24.0	54.09	1.00	25.5	0.7	0.0	1.3	27.6	10.0	27.6	10.0	26.2	25.0	12.2
1981	1298.63	25.0	24.0	54.11	1.15	25.8	0.8	0.0	1.3	27.9	10.0	27.9	10.0	26.3	25.0	12.3
1982	1299.14	20.0	19.0	66.74	1.54	35.7	1.2	0.0	1.7	36.0	10.0	36.0	10.0	26.4	25.0	12.4
1983	1299.66	38.0	15.8	62.31	2.06	49.3	1.8	0.0	2.2	53.2	10.0	53.2	10.0	26.5	25.0	12.5
1984	1300.18	41.0	14.6	65.91	2.41	55.7	2.4	0.0	2.5	64.5	10.0	64.5	10.0	26.6	25.0	12.6
1985	1300.70	44.3	13.5	56.03	2.82	68.3	3.0	0.0	2.8	74.1	10.0	74.1	10.0	26.7	25.0	12.7
1986	1301.22	47.6	12.5	62.73	3.21	76.2	3.7	0.0	3.2	85.1	10.0	85.1	10.0	26.8	25.0	12.8
1987	1301.74	51.6	11.6	112.04	3.88	89.5	4.7	0.0	3.6	97.6	10.0	97.6	10.0	26.9	25.0	12.9
1988	1302.26	55.8	10.8	121.02	4.55	102.5	5.0	0.0	4.0	112.4	10.0	112.4	10.0	27.0	25.0	13.0
1989	1302.78	60.2	10.0	130.72	5.32	117.4	7.2	0.0	4.6	125.2	10.0	125.2	10.0	27.1	25.0	13.1
1990	1303.30	65.0	9.2	141.19	6.25	134.4	6.5	0.0	5.2	140.0	10.0	140.0	10.0	27.2	25.0	13.2
1991	1303.82	67.5	8.5	146.71	7.04	143.9	10.4	0.0	5.7	155.5	10.0	155.5	10.0	27.3	25.0	13.3
1992	1304.34	70.1	8.6	152.45	7.94	154.0	12.0	0.0	6.2	172.2	10.0	172.2	10.0	27.4	25.0	13.4
1993	1304.86	72.8	8.2	158.40	8.55	164.8	14.0	0.0	6.8	185.5	10.0	185.5	10.0	27.5	25.0	13.5
1994	1305.39	75.7	7.9	164.60	10.05	176.3	16.2	0.0	7.4	199.9	10.0	199.9	10.0	27.6	25.0	13.6
1995	1305.91	78.6	7.6	171.03	11.28	188.7	18.8	0.0	8.1	215.6	10.0	215.6	10.0	27.7	25.0	13.7
1996	1306.43	81.6	7.4	177.72	12.62	202.0	21.9	0.0	8.8	232.0	10.0	232.0	10.0	27.8	25.0	13.8
1997	1306.95	84.8	7.1	184.67	14.46	216.2	25.4	0.0	9.6	251.1	10.0	251.1	10.0	27.9	25.0	13.9
1998	1307.47	88.1	6.8	191.88	16.30	231.3	29.5	0.0	10.5	271.3	10.0	271.3	10.0	28.0	25.0	14.0
1999	1308.00	91.5	6.6	199.35	18.28	247.6	34.2	0.0	11.4	293.2	10.0	293.2	10.0	28.1	25.0	14.1
2000	1308.52	95.0	6.3	207.18	20.72	265.0	39.7	0.0	12.4	317.1	10.0	317.1	10.0	28.2	25.0	14.2

FIG III

3.3. ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA CON E.R.

En cuanto al diagrama unifilar y condiciones de generación se hacen las mismas consideraciones que en el Capítulo 2, únicamente se suman a las barras respectivas las cargas de los subproyectos de E.R. en los años de estudio.

Los cuadros que siguen a continuación presentan los resultados obtenidos y en 3.4. se analizan los mismos.

CUADRO: III.2. CENTRALES DEL SISTEMA

TIPO	CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					OBSERVACIONES CON P.N.E.R. AÑO: 1981
	NOMBRE	BARDA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS Ø	V (pu)		
H	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	5432	5081	1922	0.935	1.05		
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	5148	4500	2500	0.874	1.054		
T	Nueva Ter. Iberre	31	6250	5000	3750	4.16	5424	5000	2102	0.922	1.05		
H	La Playa	29	1650	1320	990	6.3	1071	1050	212	0.98	1.05		
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	600	480	360	0.8	1.008		Emergencia
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	6.3							Emergencia
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22							Emergencia
GENERACION TOTAL EN EL SISTEMA								16111	7096				

CUADRO: III.3. DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION			VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA						OBSERVACIONES
NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX.P TRANS (MVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %	CON	E.R.	
Ambi 2	2	3	5.0	13.0	34.5	5069	4500	2333	28	0.78			
Otevelo	7	6	11.0	1.19	5.0	567	517	231	14	2.86			
Monserret	9	10	23.0	13.0	34.5	1961	1828	711	78	4.59			
Alpachaca	3	9	22.0	23.88	34.5	4307	3450	1717	69	2.69			
Alpachaca	3	12	1.5	25.69	34.5	2227	2076	807	1	0.1			
Alpachaca	3	17	16.0	25.69	34.5	3802	3484	1520	36	1.68			
Choto 1	17	20	34.0	25.69	34.5	3118	2870	1218	53	3.05			
San Gabriel	20	21	30.7	25.69	34.5	2084	1939	776	21	1.65			
Tulcán 1	22	23	1.5	3.44	13.8	629	600	186	3	0.64			
Tulcán 2	25	26	2.0	0.42	2.4	89	85	27	5	5.7			
Chapuela 1	27	24	1.0	1.8	6.3	1564	1474	524	54	3.99			
Chapuela 2	29	27	2.5	1.8	6.5	1071	1050	712	56	6.06			
Diesel Tul.	33	3	8.0		34.5	5392	5081	1806	43	1.17			
La Playa	14	15	5.5	1.57	6.3	159	150	54	3	2.16			
Sistema Mec.	5	4	2.5	1.57	6.3	412	390	131	25	7.05			
El Sagrario													
Gonz. Suárez													
* EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO + - EN LAS BARRAS													

CUADRO: III.4

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES CON E.R AÑO: 1981
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambi	32	2	10000	4.16	34.5	5148	4500	2500	167	
Ojavalco	7	8		13.8	5.0	691	630	283	22	
Monserret	8	9	2000	13.8	34.5	2233	2053	876	125	11.65% sobrecarga
Ceyembe	10	11	2500	34.5	13.8	1874	1750	672	97	
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	2225	2075	804	41	
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	1947	1798	747	151	62.25% sobrecarga
El Chote	17	18	500	34.5	13.8	621	578	227	37	24.2% sobrecarga
San Gabriel	19	20	1250	13.8	34.5	938	878	331	42	
Tulcán	21	22	2500	34.5	13.8	2054	1918	733	114	
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	567	530	200	15	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	90	85	29	2	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	600	480	360	18	
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5424	5000	2102	400	
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	156	147	52	4	
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3	433	390	188	57	140% sobrecarga

CUADRO: III.5 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otavelo 1 (M. Es)	7	5.0	119	113	37	0.970	AÑO: 1981 CON E.R.
* Otavelo 2	8	13.8	1498	1423	468	0.982	
Cayambe - Tabacu.	11	13.8	1842	1750	575	0.942	
* Ibarra 2	13	13.8	550	5277	1718	1.022	
El Sagrario 2	14	6.3	1735	1648	542	0.995	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8	155	147	48	0.966	
* Chote 2	18	13.8	608	578	190	0.993	
* San Gabriel 1	19	13.8	924	878	289	0.969	
* Tulcán 2	22	13.8	1387	1318	433	0.949	
S/E 1	23	13.8	1186	1127	370	0.943	
S/E 2	24	6.3	848	805	265	0.952	
Chapuele 2	26	2.3	84	80	26	0.894	
San Pablo	4	6.3	384	365	120	0.837	
González Suárez	6	5.0	119	113	37	0.943	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			16444	15622	5155		69
* TIENEN INCORPORADOS SOBRECARGAS DE E.R.							

CUADRO: III.6 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					OBSERVACIONES
TIPO	HOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)	
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	14325	13646	4357	0.953	1.05	
H	El Ambí	32	10000	8000	6000	4.16	8323	6800	4800	0.817	1.048	
T	Nueva Ter. Iberria	31	6250	5000	3750	4.16	6008	4720	3718	0.619	1.05	Bajo factor de potencia
H	La Fleve	29	1650	1320	990	6.3	1314	1050	790	0.799	0.981	
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	450	360	270	0.8	0.915	
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	6.3	625	500	375	0.8	1.02	
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22						Emergencia
TOTAL								27076	14310			
GENERACION EN EL SISTEMA												

CUADRO: III.7 DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA					OBSERVACIONES
NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX. P TRANS (MVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %	
											CON E.R.
											AÑO: 1985
Ambi 2	2	3	5.0	13.0	34.5	8077	6800	4358	74	1.18	
Otevelo	7	6	11.0	1.19	5.0	811	770	257	35	4.93	
Monserret	9	10	23.0	13.0	34.5	3214	2969	1231	231	8.68	
Alpachaca	3	9	22.0	23.88	34.5	7741	6938	3434	234	5.18	
Alpachaca	3	12	1.5	25.69	34.5	5742	5717	528	7	0.2	
Alpachaca	3	17	16.0	25.69	34.5	8161	7419	3401	176	3.78	
Chote 1	17	20	34.0	25.69	34.5	6387	5874	2058	244	6.86	
San Gabriel	20	21	30.7	25.69	34.5	4129	3910	1328	97	3.76	
Tulcán 1	22	23	1.5	3.44	13.8	1849	1847	90	39	2.12	
Tulcán 2	22	26	2.0	0.42	2.4	231	220	71	40	21.75	
Chapuela 1	25	24	1.0	1.8	6.3	1645	1313	995	72	5.14	
Diesel Tul.	27	27	2.5	1.8	6.5	1314	1050	790	97	9.0	
La Playa	29	3	8.0		34.5	14102	12646	3557		7.9	
Sistema Mac.	33	15	5.5	1.57	6.3	399	-273	-291	17	4.9	
El Sagrario	14	4	2.5	1.57	6.3						
Gonz. Suárez	5										
* EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO + - EN LAS BARRAS											

CUADRO: III.8

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES CON E.R. Año: 1985
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR		
El Ambi	32	2	10000	4.16	34.5	5323	6800	4800	442		
Olivelo	7	8		13.8	5.0	1018	948	372	56		
Monserret	8	9	2000	13.8	34.5	4130	3735	1763	475	106% sobrecarga	
Ceyambe	10	11	3750	34.5	13.8	2956	2738	1114	214	Equip. IneceI	
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	5732	5710	512	286		
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	2431	2294	805	246	102% sobrecarga	
El Chota	17	18	1750	34.5	13.8	1467	1369	527	77	Equip. IneceI	
San Gabriel	19	20	2500	13.8	34.5	1846	1720	671	106	Equip. IneceI	
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	3977	3813	1128	392	Equip. IneceI	
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	506	158	480	14		
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	237	220	88	17	18.5% sobrecarga	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	450	360	270	12		
Nueva Termica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	6009	4720	3718	441		
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	242	227	84	9		
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3						

CUADRO: III.9 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otavelo 1 (K. Egs)	7	5.0	188	178	59	0.894	AÑO: 1985 CON E.R.
* Otavelo 2	8	13.8	2934	2787	916	0.911	
Cayambe - Tabacu.	11	13.8	2882	2738	900	0.854	
* Iberre 2	13	13.8	8556	8136	2647	0.999	
El Segreño 2	14	6.3	2684	2550	838	0.970	
Hoja Blance Urcu.	16	13.8	239	227	75	1.007	
* Chote 2	18	13.8	1441	1369	450	0.949	
* San Gabriel 1	19	13.8	1810	1720	565	0.886	
* Tulcán 2	22	13.8	2069	1966	646	0.850	
S/E 1	23	13.8	1737	1650	542	0.832	
S/E 2	24	6.3	1241	1179	388	0.856	
Chapuele 2	26	2.3	189	180	59	0.658	
San Pablo	4	6.3					Incorporado a barra N° 6
González Suárez	6	5.0	774	735	242	0.852	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			26753	25415	8387		
* TIEMEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS			DE E.R.				73

3.4. EVALUACION DE LOS RESULTADOS:

En el año de 1981 la influencia de la carga rural es muy poca; los niveles de voltaje registran una ligera variación, mientras que si algún transformador se sobrecarga no lo es en forma excesiva.

Para el año de 1985 la carga rural tiene una mayor incidencia en los niveles de voltaje que ya sin el P.N.E.R. son bajos en el sistema. La incorporación de nuevos transformadores con el cambio de lugar de otros es acertada y satisface la demanda rural en la mayoría de los casos. El transformador situado en Monserate, (Ibarra 8-9), tiene una sobrecarga aún más excesiva con la incorporación de los subproyectos de E.R. en Otavalo.

En los años 90 y 95 no se hace ningún análisis; pues, como se dijo en 2.4., el sistema con su crecimiento natural y sin ningún equipamiento extra presenta condiciones inaceptables, más aún con la presencia de la carga rural de los subproyectos; en el capítulo IV se harán los análisis respectivos.

Los porcentajes de incremento de carga por presencia del P.N.E.R. en la demanda total del sistema no son altos como se ven en el cuadro III.10, pero debe considerarse que el crecimiento de la carga se debe esencialmente al desarrollo de las áreas urbanas, existiendo determinadas barras sobre las cuales si es notoria la carga rural.

CUADRO N° III.10 Porcentaje de aumento de carga en el S.N. por efecto de incluir el P.N.E.R.

AÑO	1981	1985	1990	1995
%	5.23	10.41	12.07	10.6

Los cuadros que a continuación se presentan, muestran agrupados los elementos del sistema sobre los cuales incide directamente el incremento de la carga por E.R. (Transformadores y barras de 13.8 KV). En las regiones de El Chota y San - Gabriel, donde mayor concentración de carga rural existe, se hace necesario equipamiento extra por presencia de E.R. como se verá en el capítulo IV.

CUADRO : III.11

INCIDENCIA DEL P.N.E.R.

AÑO: 1981

LOCALIZACION DE LA BARRA	#	CARGA EN KW			VOLTAJE p.u.			OBSERVACIONES
		SIN ER	CON ER	% Incr	SIN ER	CON ER	Δ v	
Otavelo	8	1307	1423	8.88	0.980	0.982	0.002	<i>Por suavida.</i>
Ibarre	13	5177	5277	0.97	1.011	1.022	0.011	
Chota	18	448	578	29.02	0.996	0.993	-0.003	
San Gabriel	19	658	878	33.43	0.974	0.969	-0.005	
Tulcán	22	1288	1318	2.33	0.95	0.949	-0.001	

LOCALIZACION DEL TRANSFORMADOR	#	#	KVA NOMIN.	SIN E.R.		CON E. R		OBSERVACIONES
				KVA	% Sobre	KVA	% Sobre	
Monserret	9	8	2000	2109	5:0	2233	11.65	
Chota	17	18	500	479	-	621	24.2	
San Gabriel	20	19	1250	700	-	938	-	76
Tulcán	21	22	2500	2026	-	2054	-	

CUADRO: III.12

INCIDENCIA DEL P.N.E.R.

AÑO: 1985

LOCALIZACION DE LA BARRA	#	CARGA EN KW		VOLTAJE p.u.			OBSERVACIONES
		SIN ER	CON ER	% Incr.	SIN ER	CON ER	
Ctevelo	8	2287	2787	21.86	0.934	0.911	0.023
Iberre	13	8010	8136	1.57	1.006	0.999	0.007
Chote	18	929	1369	48.44	0.974	0.949	0.025
Sar. Gabriel	19	1090	1720	57.8	0.924	0.886	0.038
Tulcán	22	1886	1966	4.24	0.886	0.850	0.036

LOCALIZACION DEL TRANSFORMADOR	#	#	KVA NOMIN.	SIN E.R.		CON E. R		OBSERVACIONES
				KVA	% Sobre	KVA	% Sobre	
Monserrat	9	8	2000	3547	77	4130	106	Sobrecargado
Chota	17	18	1750	989	-	1467	-	Equip. Inecel
San Gabriel	20	19	2500	1160	-	1846	-	Equip. Inecel
Tulcán	21	22	6250	2856	-	2977	-	Equip. Inecel

CAPITULO IV

CAPITULO IV4. EQUIPAMIENTO Y CAMBIOS EN EL SISTEMA:4.1. EQUIPAMIENTO SUGERIDO:

Del análisis de los capítulos 2 y 3 se desprende la conclusión de que el equipamiento previsto por INECEL para los años futuros, resulta insuficiente por las condiciones de funcionamiento y carga del sistema. - Si bien se justifica plenamente los transformadores nuevos en Tulcán y Cayambe, así como el cambio de lugar de algunos de ellos, como se indica en el 2.2., resulta que para el año 1985 existe una sobrecarga excesiva en la S/E de Monserrate, barras 8-9 y en Ibarra 13-14, por lo cual se sugiere la incorporación de un transformador de igual potencia en paralelo en cada caso. Por los niveles inapetables de voltaje, se ve la necesidad de colocar capacitores en ciertas barras del sistema. Una vez hecha la estimación de la potencia reactiva necesaria, se sugiere instalar bancos desconectables de capacitores en Cayambe (#11) San Gabriel (# 19) y Tulcán (# 22).

Para el año de 1990 las condiciones de trabajo del sistema obligan a pensar en cambios más grandes. La carga estimada de cada una de las barras exige transformadores de mayor potencia y la generación de más reactivos capacitivos, en algunas zonas es necesaria para compensar bajos voltajes.

El crecimiento urbano de las ciudades de Tulcán, Otavalo, Cayambe y San Gabriel hace que los transformadores de ciertas subestaciones sean insuficientes, - mientras que en otros el equipamiento previsto es correcto, tal es el caso de Tulcán y San Gabriel con 6.75 MVA y 3.75 MVA respectivamente, aunque la generación de reactivos con capacitores es necesaria.

En el caso de Ibarra, Otavalo y Cayambe es necesario una ampliación considerable de la capacidad de transformación.

Puesto que la demanda de la ciudad de Ibarra va a estar satisfecha en su mayoría por el sistema nacional es necesario reforzar la subestación existente de 8 MVA (2 transformadores de 4 MVA cada uno) con otro - par de transformadores de 4 MVA cada uno que pueden ser instalados escalonadamente, digamos en 1988 uno y otro en 1990 para satisfacer la demanda hasta 1992 a 1993 inclusive. Otro transformador que presenta - sobrecarga es el que une las barras 13-14 que ya fue reforzado en 1985, sugiriéndose doblar la capacidad del banco de transformadores para ese año, es decir de 2.4 MVA a 4.8 MVA.

La ciudad de Cayambe también presenta un crecimiento alto, por lo que sería necesario cambiar el transformador de 3.75 MVA por uno de 5 MVA y el existente se lo utilizaría en reforzar la subestación de Monserrate (8-9) para contar con una potencia instalada de 7.75 MVA en ese sector.

En la barra 8 se hace necesaria la inyección de una gran potencia reactiva 4 MVAR para mantener un voltaje aceptable, esta situación mejorará de cerrarse el anillo con el transformador en Otavalo de 3.75 MVA - 69/34.5/13.8 KV que forma parte de las obras para suplir energía a la fábrica de cemento Selva Alegre.

Los cuadros siguientes muestran la capacidad de transformadores y bancos de capacitores sugeridos para - instalarse en el sistema.

CUADRO IV.1 TRANSFORMADORES A INSTALARSE

Subestimación	Barras de Conexión.		Capacidad en MVA		
	Nombre	Nº	Nº	1980	1985
MONSERRATE	8	9	2.0	4.0	7.75 (3)
IBARRA	13	14	1.2	2.4	4.8
CAYAMBE	10	11	2.5	3.75(2)	5.0 (1)
IBARRA	12	13	8.0	8.0	16.0

CUADRO IV.2 CAPACITORES A INSTALARSE

BARRAS DE CONEXION		CAPACIDAD EN MVAR		
Nombre	Nº	1986	1990	Observ.
CAYAMBE	11	2.7	2.7	
SAN GABRIEL	19	0.9	1.8	
TULCAN	12	1.8	2.7	
OTAVALO	8	-	4.0	
CHOTA	18	-	0.9	(4)

- NOTAS: (1) = Previsto por INECEL (Febrero de 1979)
 (2) = Considerado en el equipamiento de INECEL
 (3) = Viene de Cayambe uno de 3.75 MVA
 (4) = Por presencia del P.N.E.R.

4.2. ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA:

Tomando como base el equipamiento sugerido, se han incorporado en las respectivas barras, los transformadores extras y los bancos de capacitores tal como se indica en los años respectivos.

Con iguales condiciones de carga y generación, se han corrido los flujos de potencia y se presentan los re-

sultados para un mismo año, considerando y sin consi
derar la entrada del P.N.E.R. con el fin de comparar
sus efectos en el Sistema Norte.

CUADRO: IV.3. CENTRALES DEL SISTEMA

TIPO	CENTRAL		VALORES NOMINALES				GENERACION						OBSERVACIONES
	NOMBRE	BARDA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)		
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	11720	11045	-2242		1.05		SIN E.R.
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	8500	6800	5100	0.8	1.095		- Equipo Extra
T	Nueva Ter. Iberria	31	6250	5000	3750	4.16	5249	5000	1597	0.952	1.05		AÑO: 1985
H	La Playe	29	1650	1320	990	6.3	1314	1050	790	0.79	1.156		Debe Func. Subexidad
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	450	360	270	0.8	1.099		
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	6.3	666	500	375	0.8	1.065		Emergencia
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22							
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA													

CUADRO: IV.4. DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA					OBSERVACIONES		
NOMBRE	NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX. P TRANS (MVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %	SIN E.R. - Equipo Extra AÑO: 1985
Imbi 2	Alpechea	2	3	5.0	13.0	34.5	8254	6800	4678	71	1.13	
Utevelo	Gonz. Suár.	7	6	11.0	1.19	5.0	803	762	254	27	3.7	
Monserret	Cayambe	9	10	23.0	13.0	34.5	3366	2955	-1611	217	4.15	
Alpechea	Monserret	3	9	22.0	23.88	34.5	6326	6325	-90	143	2.09	
Alpechea	Ibarra 1	3	12	1.5	25.69	34.5	5812	5310	2363	8	0.29	
Alpechea	Chote 1	3	17	16.0	25.69	34.5	5996	5955	-697	86	1.05	
Chote 1	San Gabriel	17	20	34.0	25.69	34.5	5086	4940	-1212	134	1.06	
San Gabriel	Tulcán 1	20	21	30.7	25.69	34.5	3825	3716	-906	91	0.78	
Tulcán 2	S/S 1	22	23	1.5	3.44	13.8	1766	1766	-38	24	1.34	
Chapuela 1	Chapuela 2	25	26	2.0	0.42	2.4	212	202	65	22	12.03	Bajo V. de Trans.
Diesel Tul.	S/S 2	27	24	1.0	1.8	6.3	1680	1340	1014	51	3.4	
Playa	Diesel Tul.	29	27	2.5	1.8	6.5	1314	1050	790	70	6.35	
Sistema Nec.	Alpechea	33	3	8.0		34.5	11379	11045	-2137	184	0.85	
El Sagrario	Hoja Blanca	14	15	5.5	1.57	6.3	-381	258	281	15	1.28	
Gonz. Suárez	San Pablo	5	4	2.5	1.57	6.3						
EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO +							- EN LAS BARRAS					

CUADRO: IV.5

TRANSFERENCIAS DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambí	22	2	10000	4.16	34.5	8500	6800	5100	422	
Olevalo	7	8		13.8	5.0	1006	940	357	44	
Monserriet	8	9	4000	13.8	34.5	3461	3227	1252	143	Sugerido
Ceyembe	10	11	3750	34.5	13.8	3234	2738	1922	202	Previsto Inece1
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	5799	5302	2348	268	
Iberra	13	14	2400	13.8	6.3	2388	2292	669	112	Sugerido
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	988	929	335	30	Previsto Inece1
San Gabriel	19	20	2500	13.8	34.5	1237	1090	622	37	Previsto Inece1
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	3797	3652	1298	260	Previsto Inece1
S/R Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	531	92	523	11	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	215	202	75	10	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	450	360	270	9	
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5249	5000	1597	305	
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	242	227	84	9	
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3					

CUADRO: IV.9

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES CON E.R. - Equipo Extra AÑO: 1985
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	8500	6800	5100	339	
Oívalq	7	8		13.8	5.0	1007	941	359	46	
Monsecret	8	9	4000	13.8	34.5	4008	3728	1472	197	Sugerido
Ceyembe	10	11	3750	34.5	13.8	3185	2738	1829	201	Previsto Inece1
Ibarre	12	13	8000	34.5	13.8	5171	5428	1959	270	
Ibarre	13	14	2400	13.8	6.3	2389	2292	691	114	Sugerido
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	1464	1369	518	118	Previsto Inece1
San Gabriel	19	20	2500	13.8	34.5	1742	1720	351	77	Previsto Inece1
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	3841	3742	1146	283	Previsto Inece1
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	516	101	518	12	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	218	204	76	10	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	450	360	270	9	
Nueva Termice Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5394	5000	2025	396	
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	242	227	84	9	
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3					

CUADRO: IV.10 DATOS DE BARRA DE CARGA

NOMBRE	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES - Equipo Extra AÑO: 1985 con E.R
			KVA	KW	KVAR		
Otevelo 1 (I.P.S)	7	5.0	188	178	59	0.982	
* Otevelo 2	8	13.8	2934	2787	916	0.997	
Cayambe - Tabacu.	11	13.8	2882	2738	900	1.005	
* Ibarra 2	13	13.8	8556	8136	2647	1.024	
El Sagrario 2	14	6.3	2684	2550	838	1.011	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8	239	227	75	1.047	
* Chote 2	18	13.8	1441	1369	450	1.007	
* San Gabriel 1	19	13.8	1810	1720	565	1.009	
* Tulcán 2	22	13.8	2069	1966	646	1.01	
S/E 1	23	13.8	1737	1650	542	0.995	
S/E 2	24	6.3	1241	1179	388	1.017	
Chapuele 2	26	2.3	189	180	59	0.885	
San Pablo	4	6.3					
González Suárez	6	5.0	774	735	242	0.945	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			26752	25415	8387		
* TIENEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							89

CUADRO: IV.11 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES						GENERACION					OBSERVACIONES SIN E. R.
TIPO	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)		
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	29519	19516	-396		1.05	Provee activos.	
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	8500	6800	5100	0.8	1.022		
T	Nueva Ter. Iberria	31	6250	5000	3750	4.16	5900	4720	3540	0.8			
H	La Pleye	29	1650	1320	990	6.3	986	790	590	0.8		Juntas en barra 24	
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	400	320	240	0.8			
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	6.3	APORTA	ACTIVOS	Y REACTIVOS	A SU ZONA			
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22							
GENERACION TOTAL EN EL SISTEMA							45331	42156					

CUADRO: IV.12 DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE COEXION			VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA					OBSERVACIONES
NOMBRE	NOMBRE	#	#	LONG (Km)	MAX. P TRANS (KVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %	
Ambi 2	Alpachaca	2	3	5.0	13.0	34.5	8210	6800	4500	81	1.29	SIN E.R. -Equipo Extra. Alto: 1990
Atavalo	Gonz. Suár.	7	6	11.0	1.19	5.0						
Monserret	Cayambe	9	10	23.0	13.0	34.5						
Alpachaca	Monserret	3	9	22.0	23.88	34.5	1673	11565	-1584	527	3.06	
Alpachaca	Iberre 1	3	12	1.5	25.69	34.5	14393	13790	4123	49	0.6	
Alpachaca	Chota 1	3	17	16.0	25.69	34.5	9615	9615	35	241	2.44	
Chota 1	San Gabriel	17	20	34.0	25.69	34.5	7029	7063	-1444	266	4.12	
San Gabriel	Tulcán 1	20	21	30.7	25.69	34.5	4755	4715	- 621	117	1.61	
Tulcán 2	S/S 1	22	23	1.5	3.44	13.8	1565	1560	115	27	1.49	
Chapuela 1	Chapuela 2	25	26	2.0	0.42	2.4						
Diesel Tul.	S/S 2	27	24	1.0	1.8	6.3						
a Playa	Diesel Tul.	29	27	2.5	1.8	6.5						
istema Mec.	Alpachaca	33	3	8.0		34.5	29519	29516	- 396	1265	4.06	
l. Saquerio	Hoja Blanca	14	15	5.5	1.57	6.3						
onz. Suárez	San Pablo	5	4	2.5	1.57	6.3						
EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO +							- EN LAS BARRAS					

CUADRO: IV. 13

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOBRE	BARRAS DE COEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES SIN E.R. - Equipo Extra AÑO: 1990
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	8500	6800	5100	500	
Olivelo	7	8		13.8	5.0					
Monserret	8	9	7750	13.8	34.5	6519	6238	1892	327	Sugerido
Ceyante	10	11	5000	34.5	13.8					Sugerido
Iberra	12	13	16000	34.5	13.8	14317	13741	4021	895	Sugerido
Iberra	13	14	4800	13.8	6.3	4921	4641	1637	262	Sugerido
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	2509	2311	977	217	Sobrecargado
San Gabriel	19	20	3750	13.8	34.5	2231	2048	-885	141	Previsto Inecel
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	4679	4598	-863	475	Previsto Inecel
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	1412	1120	860	93	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4					
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3					
Nueva Térmica Iberra	31	13	6300	4.16	13.8	5900	4720	3540	486	
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8					
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3					

CUADRO: IV.14 DATOS DE BARRA DE CARGA

N O M B R E	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES Con equipo Extra AÑO: 1990 SIN E.R.
			KVA	KW	KVAR		
Otavelo 1 (L. Egs)	7	5.0					
* Otavelo 2	8	13.8	6570	6238	2050	0.993	
Cayambe - Tabacu	11	13.8					
* Ibarra 2	13	13.8	14550	13820	4540	0.988	
El Sagrario 2	14	6.3	5040	4791	1575	0.971	
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8					
* Chote 2	18	13.8	2430	2311	760	0.955	
* San Gabriel 1	19	13.8	2160	2048	673	0.971	
* Tulcán 2	22	13.8	3200	3038	999	0.953	
S/E 1	23	13.8	2100	2658	874	0.939	
S/E 2	24	6.3					
Chapuele 2	26	2.3					
San Pablo	4	6.3					
González Suárez	6	5.0					
Monerrate	9	34.5	5050	4800	1578	0.979	
CARGA TOTAL DEL SISTEMA			41800	39704	13049		
TIENEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							93

CUADRO: IV.15 CENTRALES DEL SISTEMA

TIPO	CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					RESERVACIONES CON E.R. - Equipo Extra AÑO: 1.990
	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS ϕ	V (pu)		
H	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0	34232	34106	2927	0.996	1.05		
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	8500	6800	5100	0.8	1.007		
T	Nueva Ter. Ibarra	31	6250	5000	3750	4.16	5900	4720	3540	0.8	1.021		
H	La Playe	29	1650	1320	900	6.3	896	790	590	0.8			Se considera aporte
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	400	320	240	0.8			en barra 24
H	Hoja Blanca	15	750	600	450	5.3	APORTA	REACTIVOS PARA	SU ZONA.				
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22							
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA								46746	12427				

CUADRO: IV.16 DATOS SOBRE LINEAS DE TRANSMISION

BARRAS DE CONEXION			VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA						OBSERVACIONES CON E.R. - Equipo Extra AÑO: 1990
NOMBRE	NOMBRE	# +	# -	LONG (Km)	MAX.P TRANS (MVA)	VOLT. NOM.	KVA	KW	KVAR	PERD. (KW)	REG. %		
Alpechaca	Alpechaca	2	3	5.0	16.0	34.5	8210	6800	5100	83	1.31		
Gonz. Suár.	Gonz. Suár.	7	6	11.0	1.19	5.0							
Ceyambe	Ceyambe	9	10	23.0	13.0	34.5							
Monserret	Monserret	3	9	22.0	23.88	34.5	12724	12713	-511	645	4.41		
Iberrra 1	Iberrra 1	3	12	1.5	25.69	34.5	14706	14060	4312	53	0.61		
Chote 1	Chote 1	3	17	16.0	25.69	34.5	12427	12350	1387	415	3.97		
San Gabriel	San Gabriel	17	20	34.0	25.69	34.5	8665	8664	-150	461	5.64		
Tulcén 1	Tulcén 1	20	21	30.7	25.69	34.5	4879	4875	-187	161	2.38		
S/E 1	S/E 1	22	23	1.5	3.44	13.8	1568	1563	127	30	1.58		
Chapuela 1	Chapuela 2	25	26	2.0	0.42	2.4							
S/E 2	S/E 2	27	24	1.0	1.8	6.3							
Playa	Diesel Tul.	29	27	2.5	1.8	6.5							
Alpechaca	Alpechaca	33	3	8.0		34.5	34232	34106	2927	1700q	5.63		
Sagrario	Hoja Blanca	14	15	5.5	1.57	6.3							
Suárez	San Pablo	5	4	2.5	1.57	6.3							
EL SENTIDO DE FLUJOS ES CONTRARIO AL NOMINADO +							- EN LAS BARRAS						

CUADRO: IV.17

TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES				FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES CON E.R. Equipo Extra AÑO: 1990
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR		
	El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	8500	6800	5100	500	
Oleyelo	7	8		13.8	5.0						
Monserriet	8	9	7750	13.8	34.5	7318	7268	855	449	Sugerido	
Cayembe	10	11	5000	34.5	13.8					Sugerido	
Ibarra	12	13	16000	34.5	13.8	14624	14007	4202	963	Sugerido	
Ibarra	13	14	4800	13.8	6.3	4924	2641	1646	271	Sugerido	
El Chote	17	18	1750	34.5	13.8	3339	3271	672	408	Sobrecargado	
San Gabriel	19	20	3750	13.8	34.5	3329	3328	59	342	Previsto Inecel	
Tulcán	21	22	6250	34.5	13.8	4764	4741	466	546	Previsto Inecel	
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	1412	1120	860	104		
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4						
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3						
Nueva Térmica Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8	5900	4720	3540	501		
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8						
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3						

CUADRO: IV.18 DATOS DE BARRA DE CARGA

NOMBRE	# BARRA	V. NOM. (KV)	C A R G A			V (pu)	OBSERVACIONES Equipo Extra AÑO: 1990 CON E.R.
			KVA	KW	KVAR		
Otevalo 1 (I. Ess)	7	5.0					
* Otevalo 2	8	13.8	7650	7268	2390	0.961	**
Cayambe - Tabecu.	11	13.8					
* Ibarra 2	13	13.8	14828	14086	4632	0.972	
El Sagrario 2	14	6.3	5048	4791	1575	0.955	**
Hoja Blanca Urcu.	16	13.8					
* Chote 2	18	13.8	3437	3271	1058	0.939	
* San Gabriel 1	19	13.8	3503	3328	1094	0.911	
* Tulcán 2	22	13.8	3345	3178	1045	0.900	
S/E 1	23	13.8	2798	2658	874	0.885	
S/E 2	24	6.3					
Chapuele 2	26	2.3					
San Pablo	4	6.3					
González Suárez	6'	5.0					
Monserrat	9		5050	4800	1578	0.952	**
CAPCA TOTAL DEL SISTEMA							
* TIENEN INCORPORADOS SUBPROYECTOS DE E.R.							97
** CON SU CARGA Y DE OTRAS BARRAS							

4.3. EVALUACION DE LOS RESULTADOS:

El equipamiento previsto y sugerido responde a las necesidades del Sistema para el año de 1985 en forma satisfactoria, obteniéndose niveles de voltajes en las barras de 13.8 KV que van a garantizar que el usuario tenga un buen nivel de voltaje para su servicio. La incidencia de la carga rural es muy poca y puede decirse que con - equipar correctamente al Sistema para su crecimiento natural es suficiente.

a que se debe este fenómeno?

En el año de 1990 los voltajes en la mayoría de las barras de carga son mayores a 0.95 pu que considerando el gran incremento de la demanda son aceptables. La presencia de la carga de E.R. se hace notoria, requiriéndose instalar capacitores en la barra de El Chota(18). El transformador que alimenta a esa barra(1750 KVA) tiene una sobrecarga del 40% aproximadamente, sin E.R. y ésta se duplica por la presencia de subproyectos de E.R., lo que demandará una inversión extra por concepto de E.R.

Los cuadros IV.19 y IV.20 completan la visión de la influencia del P.N.E.R. comenzada en los cuadros III.2 y III.12 que no se la concluyó por las razones ya indicadas en el capítulo III.

Datos de prensa últimos(El Comercio-Febrero de 1979) e información en INECEL indican que se va a impulsar la construcción de la central hidráulica en San Miguel del Carchi 5 MVA, que reforzará a las pequeñas de La Playa y Térmica de Tulcán, con lo cual, las zonas de Tulcán y San Gabriel tendrán condiciones más favorables para mejorar los niveles de voltaje y el equipamiento de capacitores no será necesario o no se requerirán capacitores de la potencia prevista en 4.2.

CUADRO IV

CUADRO : IV.19

INCIDENCIA DEL P.N.E.R.

AÑO: 1985

LOCALIZACION DE LA BARRA	#	CARGA EN KW			VOLTAJES: p.u.			OBSERVACIONES
		SIN BR	CON BR	% INC	SIN BR	CON BR	Δ V	
Chayalo	8	2287	2787	21.86	1.014	0.982	0.025	
Iberre	13	8010	8186	1.57	1.030	1.024	0.006	
Chota	18	929	1369	48.94	1.029	1.007	0.022	* zonas de mayor * incrementos en V.R
San Gabriel	19	1090	1720	57.8	1.043	1.009	0.034	
Tulcán	22	1886	1966	4.24	1.042	1.01	0.032	

LOCALIZACION DEL TRANSFORMADOR	#	KVA NOMIN.	SIN E.R.		CON E. R.		OBSERVACIONES
			KVA	% Sobre	KVA	% Sobre	
Monserrat	9	4000	3461		4008		Sugerido
Chota	17	1750	988		1464		Equip. Inecel
San Gabriel	20	2500	1237		1742		Equip. Inecel
Tulcán	21	6250	3797		3841		Equip. Inecel

LOCALIZA
DEL
TRANSE
Monser
Chota
San G
Tulcán

CAPITULO V

CAPITULO V

5. ANALISIS ECONOMICO:

5.1. COSTOS GLOBALES SIN EL P.N.E.R.

5.1.1. Costo del equipamiento previsto por INECEL.

La información suministrada por la división de Planificación de INECEL, permite elaborar el cuadro V.1 en el cual se consideran inversiones totales para el equipamiento analizado en 2.2.

O B R A	COSTO(miles de sucres)
- Grupos térmicos en Ibarra 2 x 2500 KW	37000
- Reparación de centrales (La Playa y El Ambi)	1200
- 2 Transformadores 3.75 MVA cada uno 34.5/13.8 KV	7120
- Traslado de transformadores	570
- Reforzar línea a 34.5 KV El Ambi-Alpachaca.	550
TOTAL	46440

CUADRO V.1 Costos Equipamiento INECEL.

5.1.2. Costo del equipamiento extra.

El crecimiento del sistema obliga a considerar cambios importantes en la capacidad de transformación y a la instalación de bancos de capacitores, tal como se analiza en los capítulos anteriores. El cuadro V.2 muestra los costos de este equipamiento.

O B R A	COSTO(miles de sucres)
<u>Transformadores (1)</u>	
- 2 MVA 34.5/13.8 KV (Monserrate)	3775
- 1.2 MVA 13.8/6.3 KV (Ibarra)	1800
- 2.4 MVA 13.8/6.3 KV (Ibarra)	3775
- 5.0 MVA 34.5/13.8 KV (Cayambe)	5250
- 8.0 MVA 34.5/13.8 KV (Ibarra)	6100
SUBTOTAL	<u>20700</u>
<u>Bancos de Capacitores (2)</u>	
- 2.7 MVAR 13.8 KV (Cayambe)	207
- 1.8 MVAR 13.8 KV (San Gabriel)	140
- 2.7 MVAR 13.8 KV (Tulcán)	207
- 4.0 MVAR 13.8 KV (Otavalo)	318
SUBTOTAL	<u>872</u>
- TOTAL INVERSIONES	21572

CUADRO N° V.2 Costos equipamiento extra.

- (1) = Fuente: División de Planificación INECEL
(incluyen construcción de la subestación)
- (2) = Fuente: Empresa Eléctrica Quito
(precios FOB)

5.2. COSTOS DEL EQUIPAMIENTO EXTRA POR INCIDENCIA DEL P.N.E.R.

La incidencia en la carga por concepto de la E.R. en ningún año es mayor de un 15% como se ve en el cuadro III. 10. Del análisis de los resultados de Flujos de Potencia en los capítulos III y IV puede notarse que la entrada del P.N.E.R. en el Sistema Norte no representa ningún equipamiento extra considerable. De las barras en las cuales se tiene mayor incidencia de carga por E.R., la de San Gabriel no tiene mayor problema con el equipamiento normal del sistema; la barra de El Chota presenta una sobrecarga mayor que la que tendrá sin E.R. para el año de 1990 (Cap. IV). Para suplir la demanda sin E.R. se necesitará un transformador de 2.5 MVA 34.5/13.8 KV con un costo de S/. 3'775.000,00 considerando la carga de E.R. la capacidad debe aumentarse a 3.75 MVA con un costo de S/. 4'540.000. También se considera la instalación de un banco de capacitores de 900 KVAR con un valor de S/. 65.000.

Estos rubros adicionales suman S/. 827.000 que representan apenas un 1.78 % sobre el costo del equipamiento previsto por INECEL.

5.3. ANALISIS DE LOS COSTOS:

De los costos analizados anteriormente se puede observar lo siguiente: El total de inversiones en equipamiento extra (Cuadro V.2) alcanza a S/. 21'572.000 que representan el 46 % sobre las inversiones del cuadro V.1, mientras que los costos extras por incidencia de electrificación son insignificantes (1.78 %).

De esta forma se puede concluir que son una buena política de equipamiento para satisfacer la demanda por el crecimiento normal del sistema, los diferentes sub

proyectos contemplados en el P.N.E.R. pueden incorporarse a las barras respectivas sin que esto signifique un aumento en los costos por parte del EMELNORTE.

El último informe de la División de Planificación de INECEL (por publicarse), tiene un programa de obras para el Sistema Norte que contempla, entre otras, la construcción de una central hidráulica en la provincia de El Carchi con 6 MVA de capacidad (San Miguel del Carchi); una línea a 69 KV entre Ibarra y Tulcán, la instalación de algunos transformadores adicionales a los citados en 2.2., todo esto con una inversión de cerca de 380 millones de sucres hasta 1985.

Si consideramos la magnitud de la inversión y el tamaño de las obras, es difícil que el programa de obras se cumpla a cabalidad en el plazo estipulado, pero en todo caso, la ejecución de alguna de las obras citadas en dicho programa mejorará notablemente el funcionamiento del Sistema Norte y - la influencia de la entrada del P.N.E.R. en el sistema será menor, pudiendo considerarse que no existen costos marginales por este concepto.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El crecimiento de las ciudades que forman parte del Sistema Norte, va a ser relativamente grande, por lo tanto es necesario que se planifique con tiempo la ampliación del sistema de distribución para las mismas.

El cambio de voltaje de transmisión a 69 KV (una de las metas de INECEL) y la ~~un~~ unificación del nivel de voltaje de distribución en 13.8 KV, mejoraría notablemente las condiciones de funcionamiento del sistema.

En cuanto al equipamiento para el desarrollo futuro, será conveniente que en el programa de obras de INECEL se considere el que se sugiere en este trabajo, para el dimensionamiento e instalación oportuna de los diferentes elementos en el sistema.

Respecto a la incidencia del P.N.E.R. en el sistema Norte, podemos decir que el crecimiento de la demanda eléctrica en la actual población servida, va a obligar a que se tomen las medidas necesarias para satisfacerla, y como se desprende de los resultados de este trabajo, la carga de los diferentes subproyectos no determina un equipamiento adicional al que deberá hacerse así no se construyeran dichos subproyectos. Por lo tanto si consideramos que el P.N.E.R. es una obra de infraestructura básica para el desarrollo del país y que es el Estado a través de INECEL el que va a financiar su construcción, los costos de inversión del mismo, no van a aumentar por concepto de que se necesite un equipamiento extra en el actual sistema servido.

En cuanto a la capacidad de generación del Sistema Norte, vemos que son insuficientes las centrales - existentes, por lo tanto, el que se termine de montar los grupos térmicos en Ibarra y la entrada en operación de la Subestación en Bellavista (138/34.5 KV) para recibir la energía del S.N.I. serán factores determinantes para un normal funcionamiento del Sistema Norte.

- que iba a ser una
- No se han realizado los estudios de flujos de carga para el año de 1995 y por lo mismo el análisis de la incidencia de electrificación rural.
- Se demuestra del estudio que no incide, técnica y económicamente la electrificación rural en el sistema, que sugiere como una política a seguirse de parte de la Institución encargada.
- Si se plantea un desarrollo industrial a nivel rural en esa zona del País se cree que esos factores de demanda considerados son los correctos para el análisis.
- Al respecto del desarrollo de la tesis planteada que otros trabajos se sugieren como continuación al tema planteado.

ANEXO A

ANEXO A

INFORMACION ADICIONAL SOBRE EL SISTEMA NORTE:

La figura A.1 muestra en detalle el diagrama unifilar base, con todas las poblaciones a las que sirve el sistema así como los datos principales sobre longitud de líneas, capacidad de generadores, transformadores etc.

La figura A.2 localiza geográficamente el área de servicio del sistema norte, correspondiente a las provincias de El Carchi, Imbabura y norte de la provincia de Pichincha.

La elaboración y recopilación de datos fue hecha por el grupo EPN-INECEL que trabajó en la elaboración del P.N.E.R. (ref. 3).

ANEXO B

ANEXO B

PROGRAMA PARA FLUJOS DE CARGA - METODO DE NEWTON- RAPHSON

ALGORITMO DE SOLUCION:

El algoritmo de solución es el siguiente:

1. Se leen los datos del problema y se forma la matriz de admitancias.
2. Se efectúa un ordenamiento óptimo de los nodos del sistema de tal forma que se minimicen los términos diferentes de cero de la matriz jacobiana triangularizada.
3. Se ordenan todos los datos del problema de acuerdo a la nueva numeración óptima.
4. Se forma la matriz jacobiana nodo por nodo y se elimina cada nodo, de acuerdo al proceso de triangularización, apenas es formado. La matriz triangular que se va formando se guarda en la computadora en forma de una lista que solo contiene los elementos diferentes de cero e información acerca de la posición a que corresponden éstos elementos en la matriz.
5. Se evalúan las variables por sustitución hacia atrás, es decir $\partial \delta$ y $\partial E/E$, y se obtienen los nuevos valores de δ y E .
6. Se evalúan ∂P y ∂Q y se comprueba convergencia que ocurra cuando estas cantidades sean todas menores que la tolerancia especificada. En caso negativo se regresa al punto 4.
7. Se reordenan las variables según la numeración dada por el usuario y se producen los resultados.

DATOS QUE DEBEN SUMINISTRARSE:

- Indicadores para presentar pasos intermedios en el programa.
- Identificación del programa.
- Número de nodos y número de líneas.
- Potencia base y tolerancias de convergencia.
- Potencia activa y potencia reactiva generada en cada nodo.
- Potencia activa y potencia reactiva de carga en cada nodo.
- Parte real e imaginaria de los voltajes iniciales en cada nodo.
- Indicador del tipo de nodo. Se puede hacer cualquier nodo de voltaje controlado.
- Resistencia, reactancia y susceptancia (en pu) de cada elemento y nodos a los que se halla conectado.
- Información sobre transformadores con taps (si hay en el sistema).
- Susceptancia de los capacitores que hayan en el sistema y nodo de conexión.

PRESENTACION DE LOS RESULTADOS:

El programa en una primera parte presenta tabulados todos los datos que se le ha suministrado, opsionalmente imprime la matriz de admitancias del sistema y el esquema del ordenamiento óptimo

formación completa de voltajes, ángulo δ , carga, generación y flujos de potencia en cada barra. La Fig. B.1 ilustra mejor los resultados que se obtienen.

ANEXO B: (3)

realizado.

Es una segunda parte el resultado de flujos de potencia con información completa de voltajes, ángulo δ , carga, generación y flujos de potencia en cada barra. La Fig. B.1 ilustra mejor los resultados que se obtienen.

ANEXO C

ANEXO C

ESTUDIO DE FLUJOS PARA 1979

Para tener una base de referencia en el estudio se ha considerado necesario definir condiciones actuales de funcionamiento. Tomando el año de 1979 como base del estudio se han hecho los siguientes cambios al diagrama unifilar del Anexo A.

- Se considera construída una línea paralela a la actual existente entre el Ambi y Alpachaca.
- Se incorporan en Ibarra (barra N° 31) dos grupos térmicos de 2500 KW cada uno y uno de 900 KW para tener una potencia instalada de 5900 KW en Ibarra.
- La central pequeña de El Sagrario se considera funcionando.

RESULTADOS:

En los cuadros adjuntos se muestran los resultados obtenidos en el estudio de flujos; se puede notar que no existen problemas en cuanto a la relación potencia instalada - demanda máxima (PI - DM) pues, se prevee una DM de 12.014 MW, teniéndose una PI de 16.5 MW.

Las pérdidas totales son 0.35 MW, disminuyendo considerablemente las pérdidas en la línea El Ambi, Alpachaca.

ANEXO C: (2)

Se puede ver que los nuevos grupos térmicos funcionan al 85 % de su capacidad normal, teniendo la posibilidad de aumentar la generación en los nuevos térmicos en un 15 % para el caso de gran escasez de agua o daños en la central hidráulica.

Los niveles de voltaje en los puntos extremos del sistema (poblaciones de San Pablo y González Suárez) están muy fuera del límite permisible $\pm 7\%$, debido a que el nivel de distribución a 5 KV es muy bajo.

Los mismo puede decirse para el caso de Chapuela que se halla servida de 2.3 KV.

El transformador situado en González Suárez (Nº 5 - Nº 6) funciona con sobrecarga, lo que puede ser causa del bajo voltaje en esa zona.

Se observan problemas en las líneas pequeñas que unen la central La Playa con la Diesel de Tulcán y ésta con la S/E Nº 2, las cuales están subdimensionadas para la potencia que transmiten.

En general, podemos decir que de funcionar los grupos térmicos en Ibarra para el año de 1979 como se considera en este estudio, el Sistema Norte funcionará en condiciones aceptables y se tendrá oportunidad de reparar la central de El Ambi que, según datos de la EMELNORTE, tiene problemas en un generador.

CUADRO: C. 1 CENTRALES DEL SISTEMA

CENTRAL		VALORES NOMINALES					GENERACION					OBSERVACIONES
TIPO	NOMBRE	BARRA CONEX.	KVA	KW	KVAR	KV	KVA	KW	KVAR	COS Ø	V (pu)	
	Sistema Nacional	1	SLACK			138.0						SIN EL S.N.I.
H	El Ambi	32	10000	8000	6000	4.16	5036	4894	1188	0.97	1.05	AÑO: 1979
T	Nueva Ter. Ibarra	31	6250	5000	3750	4.16	6091	5000	3479	0.82	1.05	No entra
H	La Playe	29	1650	1320	990	6.3	1355	1320	307	-0.97	1.05	Subexitado
T	Tulcán	28	957	600	450	4.16	750	600	450	0.8	1.026	Emergencia
H	Hojle Blanca	15	750	600	450	6.3						
T	El Sagrario	30	792	633	475	0.22	550	550	412	0.8	1.038	
GENERACION TOTAL DEL SISTEMA								12364	5836			

CUADRO: C.3. TRANSFORMADORES DEL SISTEMA

LOCALIZACION S/E NOMBRE	BARRAS DE CONEXION		VALORES NOMINALES			FLUJOS DE POTENCIA				OBSERVACIONES SIN E.R. AÑO: 1979
	#	#	KVA	PRIM KV	SEC KV	KVA	KW	KVAR	PERD. KVAR	
El Ambí	32	2	10000	4.16	34.5	5036	4894	1188	161	
Olayelo	7	8		13.8	5.0	536	493	210	13	
Monserret	8	9	2000	13.8	34.5	1598	1482	597	62	
Ceyembe	10	11	2500	34.5	13.8	1492	1399	518	58	
Ibarra	12	13	8000	34.5	13.8	1587	57	1586	20	
Ibarra	13	14	1200	13.8	6.3	1037	895	525	41	
El Chote	17	18	500	34.5	13.8	331	311	112	10	
San Gabriel	19	20	1850	13.8	34.5	542	511	182	14	
Tulcán	21	22	2500	34.5	13.8	1382	980	975	47	
S/E Tulcán	23	24	1500	6.3	13.8	1055	1020	268	51	
S/E Tulcán	24	25	200	6.3	2.4	74	70	24	1	
Diesel de Tulcán	27	28	1000	4.16	6.3	750	600	450	28	
Nueva Terrence Ibarra	31	13	6300	4.16	13.8					
Hoja Blanca	15	16	300	6.3	13.8	125	118	42	3	
González Suárez	5	6	180	5.0	6.3	333	305	124	32	Sobrecargado

CUADRO: C.4 DATOS DE BARRA DE CARGA

NOMBRE	# BARRA	V. NOM. (KV)	CARGA			V (pu)	OBSERVACIONES
			KVA	KW	KVAR		
Otevalo 1 (N. Mas)	7	5.0	95	90	30	0.993	A.O: 1979
* Otevalo 2	8	13.8	1041	989	325	1.002	
Cayambe - Cobacu.	11	13.8	1472	1399	460	0.969	
* Ibarra 2	13	13.8	4381	4162	1368	1.050	
El Sagrario 2	14	6.3	1395	1325	436	1.030	
Hotel Blanco Urco.	16	13.8	124	118	39	1.007	
* Chote 2	18	13.8	327	311	102	1.014	
* San Gabriel 1	19	13.8	538	511	168	0.994	
* Tulcan 2	22	13.8	1121	1065	350	0.963	
S/E 1	23	13.8	981	932	306	0.962	
S/E 2	24	6.3	701	666	219	0.952	
Chapueza 2	26	2.3	705	67	22	0.904	
San Pablo	4	6.3	306	291	96	0.895	
González Suárez	6	5.0	95	90	30	0.940	
CAPY MOCAL D.L. SISTEMA			12646	12014	3949		
* TIENE INCORPORADOS SUPLENIDOS DE E.R.							

ANEXO D

ANEXO D

DISPONIBILIDAD DE POTENCIA PARA LA FABRICA DE

CEMENTO " SELVA ALEGRE"

La construcción de la fábrica de cemento "Selva Alegre" es uno de los proyectos industriales más grandes que ha emprendido el país. Datos de prensa (El Tiempo de Quito; 24-IX-78) afirman que para mayo de 1979 comenzarán las pruebas de funcionamiento de la planta, lo cual significa que para los años que abarca el estudio del sistema estará en producción. Datos suministrados por los empresarios de la planta de INECEL, prevén dos etapas de producción, la primera de 1000 toneladas diarias con una demanda de 9.25 MW, y una segunda de 2000 toneladas diarias con una demanda de 18.4 MW.

Como se ve, solo la primera etapa tiene una demanda casi igual a la de todo el sistema en el año de 1979, esto hace suponer que la fábrica o se autoabastece de energía o la toma del Sistema Nacional Interconectado.

Puesto que el trabajo de la fábrica es ininterrumpido, en las horas de pico se va a tener problemas y es así como se ha optado por una solución intermedia: Instalar una planta térmica de 12.5 MW en la fábrica que ya está en proceso de contratación y la construcción de las instalaciones necesarias para un suministro de energía por parte del S.N.I.

De esta manera, se racionalizará el consumo de energía con una repartición adecuada de la carga en las horas pico y fuera de ellas.

El estudio que se hace en este anexo, tiende a establecer un margen disponible de potencia en la barra del S.N.I., para tomarla como una base de suministro fija hacia la fábrica, tanto en las horas de pico como en las de menor consumo.

ANEXO D: (3)

Los estudios de demanda para el Sistema Nacional Interconectado (Ref. 6 y 10-12) preveen para el Sistema Norte una demanda relativamente mayor que la encontrada en este Anexo para máxima carga.

Puede entonces concluirse que si el sistema nacional garantiza continuidad de servicio en la barra de 69 KV, la fábrica de Cemento "Selva Alegre" será un cliente industrial importante para el sistema nacional.

Es interesante notar que en mínima carga el Sistema Norte está en capacidad de suministrar aproximadamente 5.5. MW para el año de 1987, un estudio económico puede decidir el que sea la barra del Sistema Nacional o EMELNORTE la que supla esa energía de acuerdo a los intereses de cada institución.

La implementación de la línea a 69 KV, los transformadores respectivos y demás equipamiento, así como la propia generación termoeléctrica en la fábrica, es cuestión de decisión de las partes interesadas y caen fuera de este estudio.

En el esquema adjunto se muestran, simplificados y resumidos, los estudios de flujos hechos para este anexo.

CARGA DE LA FABRICA DE CEMENTO

AÑO	80-81	85-90
MW	9.25	78.4
MVAR	6.9	13.7

LÍNEA A 69 Kv. HACIA LA FABRICA SELVA ALEGRE

máxima carga	AÑO	80	81	85	90
	MW	10.62	13.7	31.0	52.4
	MVAR	8.68	10.2	11.0	16.8

LÍNEA DE 139 Kv. (Viene de Quito)

mínimo carga	MW	2.49	3.13	12.99	20.9
	MVAR	9.96	9.93	11.83	12.5

FLUJOS DE POTENCIA HACIA EL SISTEMA NORTE

AÑO	80	81	85	90	máxima carga
MW	1.37	4.5	12.6	34.0	
MVAR	1.78	3.2	2.2	2.93	

LÍNEA A 34.5 Kv. HACIA ALPACHACA SIRVE AL SISTEMA NORTE

	MW	6.7	6.1	5.4	2.5	mínimo carga
	MVAR	2.8	2.8	1.9	1.8	

BARRA DEL S.N.I. 139 Kv.

RESUMEN DEL ESTUDIO DE FLUJOS DE POTENCIA PARA LAS CONDICIONES DEL ANEXO D

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sistemas Regionales, programa de obras para 1977 PL/77 - 0203 Febrero/77(División de Planificación de INECEL).
2. Plan Nacional de Electrificación.-Sistemas Regionales 1976-1982 PL/76 - 0801 Agosto 1976 (División de Planificación de INECEL).
3. Análisis de los sistemas existentes.- Empresa Eléctrica Regional del Norte ERS/77 - 0203 (Documento preparado por el grupo de trabajo E.P.N. INECEL para el P.N.E.R.).
4. Criterios para jerarquización de áreas rurales a electrificarse (Tema presentado por el Ecuador en la VII C.L.E.R.).
5. Proyección de la demanda del Sistema Norte (Resultados del programa digital de INECEL para proyección de la demanda).
6. Producción de Potencia y Energía de las Centrales del Sistema Nacional Interconectado. Período 1977 1986 (División de Planificación INECEL).
7. Grupos Eléctricos Instalados en el país (Folleto INECEL).
8. El Plan Nacional de Electrificación (Resumen) 1974 - INECEL.

9. Sistema Nacional Interconectado (Etapas)
(División de Planificación de INECEL).
10. Estudio del Mercado de Energía Eléctrica en el Ecuador.- Período 1973-1990 PL/76 - 0204 Febrero 1976. (División de Planificación INECEL).
11. Cálculo de fallas y coordinación de protecciones en el Sistema Integrado del Norte. Tesis - de Grado Marco Rengifo (EPN. 1978).
12. Programación de las Obras del Sistema Nacional Interconectado - Tesis de Grado - Gonzalo Paéz (EPN. 1977).
13. Programación del Sistema Eléctrico del Norte. Tesis de Grado - Germánico Padilla (EPN-1974).
14. INECEL - EPN
Plan Nacional de Electrificación Rural. Grupo Sierra.
15. Informe general sobre la investigación de costos y beneficios de la Electrificación Rural - (EPN - INECEL).
16. Planos de diseño de los subproyectos, P.N.E.R. (Grupo Sierra - 1978).