

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

PROYECTO ENERGETICO DE LETICIA

1980

333-79

F597P

91



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Instituto Colombiano de Energía Eléctrica

Subgerencia de Filiales

DIVISION DE ASESORIA Y CONTROL DE EXPLOTACION

PROYECTO ENERGETICO DE LETICIA

ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

Documento DACE-SPE 8025

Octubre de 1980

"PROYECTO ENERGETICO DE LETICIA"

ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

ORLANDO ACERO R.
Ing. de la Sección
Planes de Emergencia.

Bogotá, Julio 1980

INDICE

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1	SITUACION GEOGRAFICA	1
1.2	INFORMACION BASICA	2

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL SISTEMA

2.1	GENERACION	6
2.2	DISTRIBUCION	8

CAPITULO III

DESCRIPCION Y PROBLEMATICA DEL MERCADO

3.1	DEMANDA Y CONSUMO	
3.1.1	Situación Actual	10
3.1.2	Proyecciones	11

CAPITULO IV

PROYECTOS TENDIENTES A SOLUCIONAR
LA DEMANDA

4.1 PROYECTOS ACTUALES

4.1.1	Conclusiones de los estudios sobre posibles Microcentrales para Leticia	20
4.1.1.1	Introducción	21
4.1.1.2	Conclusiones y recomendaciones del reconocimiento del Jean Bottagisio	22
4.1.1.3	Conclusiones y recomendaciones del reconocimiento de estudios técnicos Ltda.	23
4.1.2	Proyecto de Interconexión en Tabatinga (Brasil)	25

4.2 ALTERNATIVAS PROPUESTAS 26

4.2.1	Soluciones a corto plazo	28
4.2.2	Soluciones a mediano plazo	33
4.2.2.1	Energía Hidroeléctrica	34
4.2.2.2	Energía Termoeléctrica	35
4.2.3	Soluciones a largo plazo	37
4.2.3.1	Generación Hidroeléctrica	37
4.2.3.2	Generación Termoeléctrica	38
4.2.3.3	Otras Fuentes	39

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	41
5.2	RECOMENDACIONES	44
5.2.1	Primer Frente	45
5.2.2	Segundo Frente	46
5.2.3	Tercer Frente	48
5.2.4	Otras recomendaciones	49

ANEXOS

No. 1	PLANO URBANISTICO DE LETICIA Planeación Nacional DAINCO 1978
No. 2	FRONTERAS AMAZONIA Y ORINOQUIA DE COLOMBIA Luis Laverde G 1975

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

SUBGERENCIA DE FILIALES

DIVISION DE ASESORIA Y CONTROL DE EXPLOTACION

PROYECTO ENERGETICO DE LETICIA

ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

BOGOTA, JULIO 1980

INDICE DE CUADROS

	PAG.
1.1 HABITANTES DE LETICIA SEGUN DIFERENTES FUENTES	5
3.2 PRECIOS Y SUBSIDIO DE ECOPETROL DEL ACPM PARA ELECTRIFICADORAS NALES. ICEL	12A
3.2.2 VARIACION DE LOS COSTOS DEL ACPM Y SU INCIDENCIA EN EL KW-h PRODUCIDO EN LETICIA	14A
4.1.1.2 ALTERNATIVAS SOBRE LAS HOYAS HIDROGRAFICAS SELECCIONADAS POR EL ESTUDIO DE JEAN BOTTAGISIO - COMISARIA DEL AMAZONAS	21A

INDICE DE GRAFICOS

2.1 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE GENERACION DE LETICIA	7A
4.2 GANTT DE ACTIVIDADES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE 3250 KW INSTALADOS EN LETICIA	29A
5.1 PROYECCIONES DE DEMANDA DE POTENCIA PICO LETICIA	41A
3.2 COSTOS DE GENERACION	
3.2.1 Costos y Subsidio de Combustible	12
3.2.2 Costo del KW-h	14
3.2.3 Suministro de Combustible	15
3.2.4 Conclusiones	17

INTRODUCCION

El presente estudio se preparó para la Subgerencia de Filiales de ICEL con el objeto de analizar en general los problemas dados en la producción de energía eléctrica para suplir el servicio demandado por la comunidad de Leticia, proponiendo alternativas en las respectivas soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Debido a la escasa información estadística confiable y al alcance del proyecto, el presente estudio se destinó al análisis de los datos recolectados, efectuando algunas consideraciones y planteando por último los proyectos mas probables de acuerdo a los recursos disponibles.

También se deja la inquietud en lo que respecta a determinadas fuentes alternas como proyectos probables a mediano y/o largo plazo.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 SITUACION GEOGRAFICA :

De acuerdo a la división política del país, el municipio de Leticia es la capital de la comisaría del Amazonas, encontrándose localizada en la margen izquierda del río Amazonas, Latitud Sur 4° 12', Longitud Oeste 69,56', altura sobre el nivel del mar 96 mts, temperatura media 29° C y distante por vía aérea de Bogotá 1.100 Kms.

La precipitación media anual es de unos 3.041 mm. con una desviación típica de 543 mm.

La hidrografía del municipio comprende los ríos Amazonas y Amacayacu; además existe un lago denominado Los Lagos de San Antonio o Yaguscaca y las quebradas de Tucuchiva, San Antonio y Matamatá (Ver mapa hidrográfico de la Comisaría del Amazonas).

1.2 INFORMACION BASICA :

La mayor incertidumbre en lo que respecta a información pertenece a los datos de población actual urbana fija y flotante.

Para los estimativos de carga en este caso es determinante la precisión de la población existente ya que el servicio eléctrico hasta la presente no ha sido el requerido por lo menos para determinar confiablemente parámetros eléctricos para el diseño apropiado de generación y distribución.

La siguiente fue parte de la documentación utilizada en el presente estudio para la consideración de la población :

1. " Plan de Ordenamiento Urbano de Leticia "
DAINCO - Presidencia de la República 1978
2. " Estudio Socioeconómico del Municipio de Leticia y una estrategia de Desarrollo "
Angel María Córdoba L. - Universidad de Bogotá
"Jorge Tadeo Lozano" 1972

3. "Plan de Microcentrales" Zonas de Leticia y Caquetá.

Estudios Técnicos Ltda. - ICEL 1978

Además se consultó al DANE, PLANEACION NACIONAL, INSFOPAL, SEM, INDERENA E ICT.

Para el desarrollo del presente fue utilizada también la información existente en la Oficina, basada en informes de comisión y experiencia del personal técnico.

En el cuadro I-1, se relacionan los diferentes estimativos de población, realizado para Leticia.

Como se aprecia, existe bastante discrepancia en el número de habitantes y en las tasas de crecimiento. Dada la profundidad del estudio de Insfopal, se considera esta información la más adecuada lo mismo que la rata de crecimiento estimada en 9.7%.

Este incremento es razonable si se tiene en cuenta el cambio casi sustancial en su estructura y desarrollo económico, además del mejoramiento de vías de comunicación

[Faint, illegible text on the left page]

y de algunos servicios de tal forma que ha aumentado la absorción de población rural, la rata de inmigración en general y por otro lado la población flotante.

Lo anterior ha estimulado a diversas entidades a proyectar el incremento de la industria hotelera y de otras, al servicio de la comunidad.

HABITANTES DE LETICIA SEGUN DIFERENTES FUENTES

CUADRO I-1

FUENTE	AÑO DE LA INFORMACION						TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL ESTIMADAS
	1938	1951	1964	1973	1980	1983	
DANE	1674	1898	4013	6303*	10100		7%
DAINCO					8442		5%
PRESIDENCIA					8937		6%
REPUBLICA					9455		7%
ANGEL MARIA CORDOBA				7357	11810	6	7%
ESTUDIOS TECNICOS						9413	
INSFOPAL TECNOCONSULTA					12000/ 14000		7%/9.7%

* CIFRA PROVISIONAL

COINCO

190100

COINCO

El sistema de generación de energía eléctrica de COINCO, está conformado por tres unidades CATERPILLAR de alta revolución, cuatro tiempos que infructuosamente se pusieron en funcionamiento el año pasado, con fallas de calidad de materiales, el cual se encuentra bajo la responsabilidad solutiva de la casa vendedora y se espera solucionar en el menor tiempo posible.

Vale la pena aclarar que las últimas tres unidades y las 2 GM de 250 KW son de una menor vida útil debido a las características inherentes de los motores diesel de alta revolución. (por las mayores solicitaciones al material por ciclos acumulativos o en otras palabras a mayor presión media efectiva, mayor desgaste, mayor consumo de repuestos proporcionado por la mayor carga térmica).

El voltaje de salida de las cuatro unidades de mediana

COINCO con el objeto de aliviar de inmediato la emergencia energética; quedando ampliada a 3500 KW la capacidad nominal instalada.

En la figura 2.1 se representa el diagrama unifilar del sistema de generación incluyendo los 1500 KW compuestos por tres unidades CATERPILLAR de alta revolución, cuatro tiempos que infructuosamente se pusieron en funcionamiento el año pasado, con fallas de calidad de materiales, el cual se encuentra bajo la responsabilidad solutiva de la casa vendedora y se espera solucionar en el menor tiempo posible.

Vale la pena aclarar que las últimas tres unidades y las 2 GM de 250 KW son de una menor vida útil debido a las características inherentes de los motores diesel de alta revolución. (por las mayores solicitaciones al material por ciclos acumulativos o en otras palabras a mayor presión media efectiva, mayor desgaste, mayor consumo de repuestos proporcionado por la mayor carga térmica).

El voltaje de salida de las cuatro unidades de mediana

SULZER N° 1
250 KW
SULZER N° 2
250 KW
MAN N° 3
500 KW
MAN N° 4
500 KW

CAT N° 5
500 KW
CAT N° 6
500 KW
CAT N° 7
500 KW

GM N° 8
250 KW
GM N° 9
250 KW

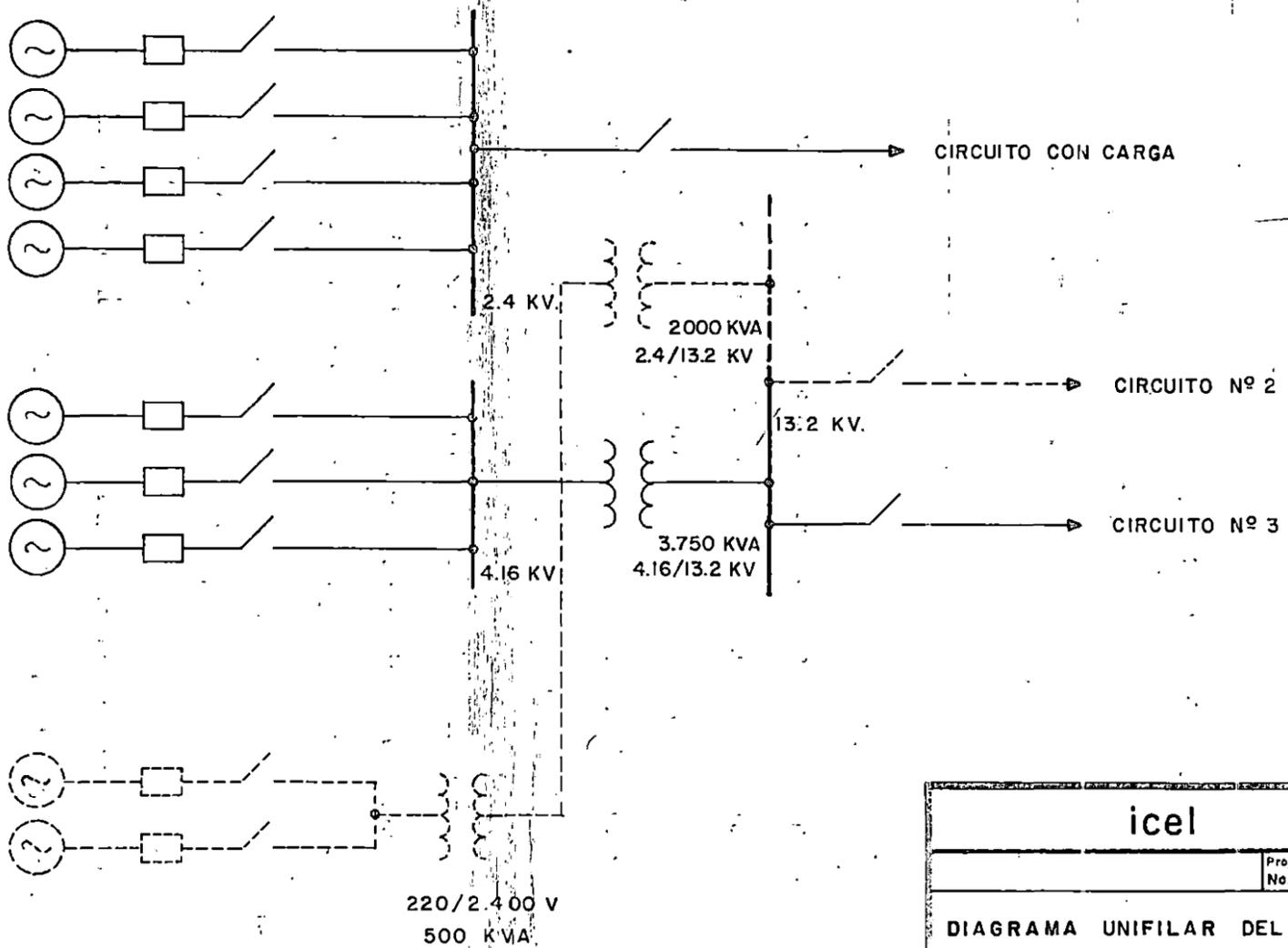


FIG. 2.1

icel	
Proy.: No.	
DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE GENERACION DE LETICIA	
Dibujo: Consuelo	No. No.
Fecha: Julio 4-1980	



revolución (600 r.p.m.) es de 2400 V., de 4160 para las tres de alta revolución (1800 r.p.m.) y las dos GM (1800 r.p.m.) a 220V.

2.2 DISTRIBUCION :

El sistema de distribución es similar al de generación en lo que respecta a eficiencia aún cuando el año pasado fueron reubicados transformadores y acondicionado el aislamiento de las dos terceras partes de las redes de distribución en un intento para cambiar el sistema primario de 2400 V. al normalizado de 13,200 V.

La distribución de alta tensión se está llevando a cabo, parte a 2400 V. comprendido por el sistema antiguo y el nuevo a 13,200 V. Para ello se han independizado varios circuitos a partir de la generación como se muestra en el diagrama unifilar fig. 2.1.

En la actualidad el sistema además de las pérdidas que involucran su baja capacidad cubren solo el 70% aproximadamente de la población urbana.

CAPITULO III

DESCRIPCION Y PROBLEMATICA DEL MERCADO

3.1. DEMANDA Y CONSUMO :

3.1.1. Situacion Actual :

En la poca información existente sobre la demanda real de Leticia se tuvo en el presente año un momento dado en que se alcanzaron a generar 2050 KW compuestos por las tres unidades nuevas y dos de las antiguas. Este registro perteneció a horas pico racionando un mínimo sector.

Es de anotar que el servicio existente se lleva a cabo en lo posible las 24 horas continuas.

En el análisis de este punto se debe tener en cuenta que en general la demanda de Leticia siempre ha estado represada y existe un número apreciable de auto productores.

Esto ocasiona que hasta la fecha siempre en las horas pico se encuentra copada la capacidad de generación disponible estimándose que aún existe una carga represada que no se ha podido evaluar.

3.1.2. Proyecciones

Uno de los mayores problemas del estudio es el cálculo apropiado ajustado de las demandas, ya que no ha existido ni existe elemento censor alguno que sirva para detectar los consumos actuales y futuros hasta un período no inferior a los quince años, pues los datos de población y de su rata de crecimiento marcarían criterios para tal efecto, pero hemos visto la incongruencia en ellos de acuerdo a las consideraciones que suelen elaborar cada uno de los analistas.

Basándonos en una población actual estimada en 14.000 habitantes y la consideración de un consumo de 400 KW-h por habitante año del estudio de "Estudios Técnicos", la demanda presente sería de 2.200 KW, y con un consumo actual por habitante-año de 723 KW-h y la población estimada, tendríamos una demanda

actual de 2.600 KW y de 10.861 KW para el año de 1995 con un crecimiento del 97% considerado en el presente año.

De todas maneras, parte de la ejecución de cualquier proyecto tendiente a solucionar el suministro de energía a Leticia requeriría de ciertos ajustes y/o confirmaciones de las consideraciones hechas aquí, teniendo presente el escaso tiempo que se determinó para este estudio.

Es de gran importancia la investigación que se llegase a realizar con respecto al tipo de cargas especiales potencialmente existentes y futuras sobre las probabilidades de que se sigan autoabasteciendo o no, ya que comprenderán un acentuado factor dentro de la demanda total y su rentabilidad a la entidad prestante del servicio.

3.2 COSTOS DE GENERACION :

3.2.1. Costos y Subsidio de Combustible:

Dentro de los costos por generación térmica

PRECIOS Y SUBSIDIO DE ECOPETROL DEL ACPM PARA ELECTRIFICADORAS

Y TERRITORIOS NACIONALES

ICEL

FECHAS DE REAJUSTE DE PRECIOS	Precios en plan ta de abasto (\$/Galón)	Valor subsidia do por Galón CEP (\$)	Valor absorbido por la filial o Territorio Na- cional (\$)	% Subsidiado por galón	% Absorbido por la filial o Terri- torio Nacional.
15-I-77 a 29-VII-77	8.79	5.63	3.16	64	36
30-XII-77 a 31-III-78	10.69	6.88	3.81	64	36
1-IV-78 a 30-VI-78	10.69	6.23	4.46	58	42
1-VII-78 a 31-X-78	10.69	5.63	5.06	53	47
1-XI-78 a 15-III-79	14.02	8.96	5.06	64	36
16-III-79 a 16-VII-79	17.82	12.76	5.06	72	18
17-VII-79 a	23.70	18.64	5.06	79	21
8-V-80 (arreglo pendiente)	32.24	18.64	13.60	58	42

NOTA: La cuota fija para la comisaría del Amazonas por parte de ECOPETROL es 51.000 galones/mes y sobre la cual ha operado dicho subsidio.

diesel, el principal y más alto es el de combustible, ocasionando desembolsos superiores a los del costo de inversión inicial de la planta.

Esto se agrava aún más en Leticia debido al sobre costo causado por el transporte desde el Putumayo al sitio de consumo. Lo anterior más el costo de operaciones y mantenimiento hace que el costo del KW-h sea cerca de \$ 10,00 sin obtener utilidades y haciendo caso omiso del subsidio establecido por el gobierno a combustibles, teniendo en cuenta los precios internacionales del petróleo actualmente.

Lo anterior quiere decir que con el desmonte gradual programado por el Gobierno de dicho subsidio y por otro lado el de ECOPETROL a los territorios y electrificadoras mediante el ICEL, se va hacer cada día más difícil a mediano plazo la mantención de la generación térmica diesel.

El cuadro 3.2 nos dejará apreciar como ha sido

el incremento en el costo subsidiado por el gobierno el cual ha subido en 30 meses el 266.8%, además muestra en que proporción ECOPETROL ha venido realizando el segundo subsidio ya propiamente a las Electrificadoras y Territorios Nacionales.

En el caso de la Comisaría del Amazonas ECO-PETROL ha tenido fijados 51.000 galones mensuales como subsidio neto. El costo a la fecha por galón del aceite combustible para motor puesto en Leticia tiene un costo de \$ 58.00, el 80% de sobre-costo cargado al transporte, pues el valor en planta de abasto (Orito, Putumayo) es de \$ 32,24.

3.2.2 Costo del KW-h

El cuadro 3.2.2. nos permite apreciar el incremento en los precios del KW-h generado sin utilidad, consecuencia directa del incremento del costo del aceite combustible para motores (ACPM) a partir del año 1978 con precios nacionales en planta de abasto.

VARIACION DE LOS COSTOS DEL ACPM Y SU INCIDENCIA
EN EL KW-h PRODUCIDO EN LETICIA

A Ñ O	Precio del galón de ACPM (\$/Gl)	Precio del KW-h Generado (\$/KW-h)	% Sobrecosto con relación al año 1976
1976	8.79	2.72	
1977	10.69	3.31	22
1978	14.02	4.34	60
1979	23.70	7.33	169
1980	32.24	9.98	267

NOTA : Sin tener en cuenta los precios internacionales del petróleo.

Vemos que en escasos tres años el costo del KW-h generado ha tenido un aumento del 262,4% y pensar que año tras año serán mayores tales incrementos por depender de una fuente primaria no renovables de energía, reservas están entrando en declinación mundialmente.

La tarifa presente es de \$ 1,45 KW-h donde observamos que no alcanza a cubrir ni el 10% de la manutención del KW-h generado, por otro lado se le suma a la fuga de presupuesto las pérdidas ocasionadas por :

- a. Deficiencia del sistema de generación.
- b. Deficiencia del sistema de distribución.
- c. La falta de control en el cobro del servicio ya que del pago se han excluido con frecuencia a los usuarios oficiales o para oficiales y
- d. Falta de una eficiente administración en el servicio eléctrico.

3.2.3 Suministro de Combustible :

Es de vital importancia el conocimiento que se

tenga sobre los recursos potenciales en materia de combustible presente y futuros ya que es un parámetro definitivo en la decisión de alternativas tendientes a solucionar el problema energético de Leticia, por lo menos en las fuentes que la beneficiarán a un largo plazo.

Oficilmente la única fuente surtidora de combustible es el campo de producción de Orito (Putumayo) actualmente bajo la administración de ECOPETROL, este ACPM es transportado por vía terrestre hasta Pto. Asis y de allí vía fluvial aguas abajo hasta Leticia, tomando mínimo 15 días de viaje.

De acuerdo a información de la oficina de Planeación de ECOPETROL, tienen actualmente una producción máxima promedio de 350.000 galones/mes de ACPM en el Putumayo, y de 280.000 galones/mes de combustóleo (Fuel-oil).

Esta producción es incierta a partir del año

1990 ya que las características de sus pozos no permiten recuperación secundaria como etapa de rehabilitación.

Con la producción antes nombrada, Orito además de autoabastecerse satisface las demandas de la Comisaría del Amazonas, Intendencia del Putumayo y a veces parte de Nariño copando la producción frecuentemente.

La Comisaria del Amazonas demanda mensualmente en la actualidad 120.000 galones aproximadamente. Este combustible es puesto en Leticia por una compañía particular debido a la confiabilidad requerida.

3.2.4. Conclusiones :

De lo anterior se concluye que la disponibilidad de combustible se limita a tan sólo 600.000 galones mes (ACPM más COMBUSTOLEO) garantizables hasta diez años. Seguido a esto, la otra alternativa de suministro es el embarque desde

Cartagena o la importación directa por Tumaco de combustibles.

Soluciones alternas son también la importación inmediata desde el Perú o Ecuador por el fácil acceso geográfico mediante el Amazonas.

La única reserva potencial es la de los 280.000 galones/mes de COMBUSTOLEO, la cual al iniciarse su consumo, antes de cinco años se tendría la necesidad de abastecimiento de otra fuente, teniendo en cuenta la proyección de demandas.

También sería indispensable la proyección de una capacidad de almacenamiento en Leticia con el fin de sostener cierta confiabilidad en la disponibilidad de combustible.

CAPITULO IV

PROYECTOS TENDIENTES A SOLUCIONAR

LA DEMANDA

4.1 PROYECTOS ACTUALES

Hasta la presente en proyectos de solución, masiva, se han llevado a cabo dos reconocimientos o estudios preliminares para el posible aprovechamiento de recursos naturales renovables el primero en 1975 y el segundo en el año de 1978, proyectos que no entraron a la etapa de prefactibilidad por varios factores entre ellos :

- a. Fuentes con posibilidades de aprovechamiento lejanos.
- b. Costo relativamente excesivo del KW-h generado

Estos estudios se detallan más adelante.

El único proyecto de ejecución en el montaje de dos nuevas unidades electrógenas diesel con una capacidad total nominal de 500 KW de alta revolución (1.800 r.p.m.) adquiridas por COINCO por un monto aproximado a los

\$ 5.000.000.00, próximas a entrar en servicio.

Leticia contará entonces a partir de unos tres o cuatro meses con una capacidad real generadora de 1.800 KW, sacando las antiguas unidades a reparación y considerando la rehabilitación y puesta en servicio por la CATERPILLAR 1.500 KW de las tres unidades inauguradas el año pasado, y la puesta en marcha de las dos nuevas GENERAL MOTORS con 250 KW cada una ya nombradas.

Vale la pena aclarar que el 62% de la capacidad instalada aprovechable lo componen las máquinas de alta revolución puestas en servicio en el transcurso de los 12 últimos meses donde sus vidas útiles van a competir con un mayor consumo de repuestos y menor confiabilidad que las otras tres unidades antiguas con más de ocho años ya de utilización, próximas a ser rehabilitadas. (Unidades de 600 r.p.m. contra unidades de 1.800 r.p.m.) .

4.1.1. Conclusiones de los estudios sobre posibles Microcentrales para Leticia.

4.1.1.1. Introducción

Topográficamente la región es ligeramente ondulada, presentándose una sucesión de pequeñas colinas. No parece existir sistemas bien marcados. La región está cubierta por árboles altos (50 a 60 mts.) que impiden apreciar la verdadera magnitud de las ondulaciones del relieve. Sin embargo se estima que estas son del orden de 30 a 50 mts. La zona de Leticia se encuentra clasificada en la categoría tropical lluviosa, y subdivisión clima húmedo con lluvias durante todo el año pero con períodos menos lluviosos. De acuerdo a la Aeronáutica Civil se ha establecido el siguiente dato indicativo del régimen de lluvias con 3340 mm. anuales para un promedio de 278 mm. mensuales.

Además del río Amazonas y sus brazos, varios ríos pequeños, con numerosas ra-

mificaciones, surcan la región. Entre ellos el Calderón, Ipurite, Amacayacu, quebrada Tacana y quebrada Pichuma (Ver mapa anexo). Todas las hoyas anteriores fueron cubiertas por los estudios anotados.

4.1.1.2. Conclusiones y recomendaciones del reconocimiento de Jean Bottagisio.

Este estudio fue realizado a petición de la Comisaría del Amazonas en el año de 1975, el cual después de cierto análisis resumió en el cuadro 4.1.1.2. las diferentes alternativas para las hoyas más factibles de acuerdo a sus características.

Por último concluye recomendando los estudios necesarios para precisar todos los aspectos sobre la alternativa IPURITE 2 CALDERON recibiendo las aguas de la hoya del río Calderón; generando a una

ALTERNATIVAS SOBRE LAS HOYAS HIDROGRAFICAS SELECCIONADAS POR EL ESTUDIO

DE JEAN BOTTAGISIO - COMISARIA DEL AMAZONAS

HOYA	POTENCIA EN KW PARA DIFERENTES ALTURAS h (mts.)						Distancias (Km) Leticia a Sitios de presa
	2 m	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	
CALDERON	480	1.200	2.400	3.600	4.800	6.000	30
IPURITE 1	880	2.200	4.400	6.600	8.800	1.100	70
IPURITE 2	1.680	4.200	8.400	12.600	18.800	2.100	80
AMACAYACU	400	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	65
A	160	400	800	1.200	1.600	2.000	50

CUADRO 4.1.1.2.

distancia de unos 30 Km de Leticia hasta una potencia probable de los 10.000 KW con un costo del KW-h instalado para ese año (1975) del orden de los US\$ 500.00

4.1.1.3. Conclusiones y Recomendaciones del Reconocimiento de Estudios Técnicos Ltda.

Estudio que fue contratado por el ICEL comprendido dentro del Plan de Microcentrales presentado en el año 1978.

Fueron dadas como posibles alternativas las hoyas del río Amacayacú, quebrada Tacana, quebrada Pichuna y el río Calderón. Tampoco tuvo en cuenta el río Amazonas por la imposibilidad de resarlo para encontrar la mínima caída requerida.

Concluye con la alternativa de la cuenca del río Calderón únicamente como la más llamativa para un futuro desarrollo espe-

cialmente hacia las cabeceras en donde las pendientes son mayores, situado en la vía a Tarapacá, presentando una potencia de 750 KW y un costo de US\$ 6.250.00 por KW-h instalado. Sin embargo en base a los graves problemas del mantenimiento, operación, dificultad de suministro y altos costos del combustible, así como las razones de soberanía nacional dependientes de la ubicación geográfica de Leticia recomiendan llevar a cabo una etapa más avanzada de los estudios donde se afinen los aspectos económicos para atender de una manera conveniente parcial o totalmente las necesidades de Leticia.

Se puede observar cierta incongruencia entre las potencias estimadas para el probable proyecto sobre el río Calderón por Estudios Técnicos Ltda. y Jean Bottagisio.

4.1.2. Proyecto de Interconexión con Tabatinga (Brasil)

En una intención por cubrir el déficit de energía en la localidad de Leticia y aprovechando tanto el fácil acceso geográfico (Ver plano urbanístico anexo) como el superavit de capacidad generadora de la vecina población de Tabatinga (Brasil) actualmente en 3 MW aproximadamente, se han establecido conversaciones con la entidad competente (CELETRAMAZON) sin ningún resultado positivo.

En el año de 1977 en la cual el déficit era tan solo de 500 KW se realizó un estudio comparativo de los costos de la energía de acuerdo a las propuestas de Brasil. Estas fueron dos; una suministrando el combustible CELETRAMAZON y la otra la Comisaría, ambas con un sobrecosto elevado, del 50 y 58% para ese año y del 65% y 74% para el presente año .

Ante la presente emergencia con 2.000 KW aproximadamente fuera de servicio (Las CATERPILLAR

más la potencia perdida por la baja eficiencia de las antiguas en operación).

La comisaría en el mes de junio del año en curso solicitó de nuevo una posible negociación con el Brasil con resultados similares a los de la anterior proposición, confirmándose casi del todo los sobrecostos en KW-h previstos en el estudio del año 1977.

Dado lo anterior debe excluirse por ahora irrevocablemente la posibilidad de interconectar Leticia con Brasil con argumentos sólidos como el de sobrecosto elevado y en segundo lugar por la dependencia no conveniente debido a razones obvias de frontera y situación geográfica estratégica en el caso de acuerdo.

4.2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Uno de los parámetros definitivos en la selección de alternativas es la precisión de la carga demandada presente y futura con proyección mínima de 15 años.

Hemos observado que partiendo de una capacidad demandada de 1.500 KW estimada en el año de 1977 por la División, Leticia presenta en los tres últimos años una rata de crecimiento del orden del 20% al 25% en la demanda de energía, calculando la actual en 2.600 KW a 2.8 00 KW teniendo en cuenta la carga represada tanto comercial industrial y residencial y las pérdidas normales por deficiencia en el sistema.

Ahora suponiendo que la rata vuelva a estabilizarse alrededor de un 10% a partir de este año, necesitaremos atender una demanda de 12 MW para el año de 1995.

Dadas las circunstancias actuales y futuras se ve la conveniencia en dividir las alternativas de solución en tres tipos :

- a. A corto plazo
- b. A mediano plazo y
- c. A largo plazo

La primera consistiría en satisfacer la demanda actual

contando con los recursos disponibles más inmediatos del ICEL y la comisaría. La segunda tendría en cuenta la consecución o adquisición de recursos que en la actualidad no se encuentran a disponibilidad del ICEL y la comisaría mediante DAINCO o COINCO y que consistirían en suplir el déficit a partir de los 3.000 KW generables rehabilitando las máquinas programadas. Alternativa con plazo máximo de dos años para su entrada en servicio o producción. El siguiente GANTT de actividades (Fig. 4.1) nos permite apreciar la ejecución cronológica de lo anterior.

La tercera o última abarcaría irremediablemente soluciones con fuentes de recursos renovables o fuentes no convencionales de energía como solución masiva con el apoyo probable de soluciones individuales por lo menos en lo que respecta a las cargas especiales.

4.2.1. Soluciones a corto plazo

4.2.1.1. Teniendo en cuenta que la carga representada por la extensión y estado actual de

las redes, seguirá represada hasta por dos años, debido al tiempo por la ejecución protocolaria en la remodelación de dichas redes, la demanda hasta el mismo año (1982) puede ser satisfecha con los siguientes hechos.

1. Rehabilitación inmediata de las tres unidades CATERPILLAR por la casa vendedora. Donde de acuerdo a comunicación con esta los respectivos repuestos se encuentran actualmente en importación y se prevee la entrada en servicio de esos 1.500 KW para el mes de octubre del año en curso.

2. La entrada en operación de las dos unidades en instalación de 250 KW cada una en el presente mes.

3. Con el suministro de los repuestos contratados con Boecker y Cia. Ltda.

y la reparación por ICEL se rehabilitarán las dos unidades MAN de 500 KW nominales actualmente en operación con un bajo rendimiento. Con una apropiada coordinación la oficina prevee el funcionamiento corregido para el mes de Diciembre del presente año.

4. Ejecutados los puntos 1 y 2 se prevee la reparación de la unidad de 250 KW nominales SULZER para su entrada de nuevo en servicio en el mes de Noviembre del presente año.

En otras palabras se tiene para el año en curso, una capacidad de generación, máxima efectiva aproximadamente así :

a.	Actual	1100 KW
b.	En Julio	1600 KW
c.	En Octubre	2000 KW
d.	En Noviembre	3250 KW

GANTT DE ACTIVIDADES PARA LA PUESTA EN SERVICIO
DE 3250 KW INSTALADOS EN LETICIA

DESCRIPCION	T I E M P O					
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
UNIDAD G.M. DE 250 KW INSTALACION PUESTA EN MARCHA	■					
UNIDAD G.M. DE 250 KW INSTALACION PUESTA EN MARCHA	■					
UNIDAD CAT. DE 500 KW IMPORTACION DE REPUESTOS REPARACION PUESTA EN SERVICIO	■	■				
UNIDAD CAT. DE 500 KW IMPORTACION DE REPUESTOS REPARACION PUESTA EN SERVICIO	■	■				
UNIDAD CAT. DE 500 KW IMPORTACION DE REPUESTOS REPARACION PUESTA EN SERVICIO	■	■	■			
UNIDAD MAN DE 500 KW IMPORTACION DE REPUESTOS REPARACION PUESTA EN SERVICIO				■	■	
UNIDAD MAN DE 500 KW IMPORTACION DE REPUESTOS REPARACION PUESTA EN SERVICIO					■	■
UNIDAD SULZER DE 250 KW REPARACION PUESTA EN SERVICIO				■	■	

NOTA: A excepción de las unidades Caterpillar las demás unidades van a ser reparadas por el ICEL.

Sin tener en cuenta la unidad SULZER de 250 KW fuera de servicio por no ser rentable su reparación.

Esta capacidad máxima generadora entrará a ser deficiente a partir del año 1982 y con mayor razón si se remodelan ampliando las redes; la cual es una necesidad el acometer dicho proyecto desde ahora. se ha supuesto la confiabilidad normal para unidades de alta y baja revolución.

4.2.1.2. Una solución alterna para respaldar la anterior y como planta primaria es la de estudiar la probabilidad de acondicionamiento, traslado y puesta en servicio de la unidad móvil de 2.100 KW GENERAL EMD localizada en Apartadó (Antioquia) y fuera de servicio por interconexión; próximamente a trasladarse a

Bogotá para su reparación. Planta que al ser factible su traslado por el Atlántico y el Río Amazonas entraría en operación a finales del año entrante, teniendo en cuenta lo siguiente :

1. Costo aproximado del acondicionamiento (Con un tiempo de 12 meses).	\$ 8'000.000.00
2. Costo probable del traslado	8'000'000.00
3. Costo de instalación	5'000 000.00
<hr/>	
T O T A L	\$ 21'000.000.00
<hr/>	

Lo anterior nos permite apreciar la probabilidad de obtener 2100 KW más en Leticia para el año de 1982, con una inversión de \$ 21'000.000.00, para su colocación en servicio.

Vale la pena aclarar que esta es una uni

dad de mediana revolución (900 RPM) a la cual se le estima una vida útil todavía de unos 15 años con el mantenimiento re-querido.

La capacidad instalada en este caso sería de 5 MW, los cuales cubrirían de -manda hasta el año de 1986 con un con-sumo de 280.000 Galones por mes, para esa entonces ya se habrá creado el pro-blema de suministro de combustible por la petrolera de Orito al no haber habi-do otras fuentes.

4.2.2 Soluciones a mediano plazo

Hasta la presente los dos problemas fundamentales son el de satisfacer primero la demanda a partir del año 1982 y segundo el del suminis-tro del ACPM a mediano plazo (antes del año 1985). Problemas que deberán resolverse en lo posible conjuntamente, ya que el objetivo es el mismo.

De acuerdo a las perspectivas, cada día son más negativas, sobre hidrocarburos, existe por lo tanto necesidad de acometer entre los proyectos alternos de fuentes no convencionales, el de la microcentral, como fuente de energía dual y así reducir al mínimo las pérdidas por generación térmica diesel.

Según los estudios de reconocimiento del año 1975 para una instalación probable de 10.000 KW hidroeléctricos el costo por producción de un Kilo-vatio-hora era de ₡ 30 para un costo de US\$ 500 y el KW instalado.

El estudio de 1978, presentó para una capacidad de 700 KW hidroeléctricos, un costo de US\$ 6.250.00 el KW instalado (\$ 2.05 KW-h)

4.2.2.1 Energía Hidroeléctrica

Dado lo anterior se observa la necesidad de iniciar estudios de factibilidad teniendo

en cuenta los aspectos económicos y los
- 34 -
los costos operativos y renovar los

do en cuenta los reconocimientos anotados, ya que no existe punto de comparación entre los recursos energéticos renovables a los no renovables y con mayor argumento en sitios como Leticia dadas sus condiciones hidrográficas, geopolíticas y socioeconómicas.

Esta microcentral cualquiera que sea su capacidad de instalación viene con el tiempo a satisfacer parte de la demanda, si tenemos en cuenta que para el año de 1985 y 1995, habrán consumos de 6 MW y 12 MW respectivamente.

4.2.2.2. Energía Termoeléctrica

Para corresponder al déficit de energía generada a partir del año 1982, tenemos que ser concientes no con la alternativa, sino con la única solución, la generación termoeléctrica, teniendo como alternativa las clases o tipos de combustibles a

emplear :

1. ACPM (Diesel)
2. COMBUSTOLEO (Fuel - Oil)
3. Mezclas de los anteriores
4. Carbón

Conociendo ya los excesivos costos por generación con ACPM, debido a su demanda e impuestos en el mercado a comparación de los dos últimos, es una necesidad estudiar la adquisición de unidades Diesel que consuman COMBUSTOLEOS pesados o livianos, de velocidades medianas hacia abajo; reduciendo mantenimiento por repuestos y aumentando ligeramente confiabilidad.

La disponibilidad de combustibles pesados es muy superior a la del ACPM, tanto por existencia en las plantas de Abasto como por su mínima demanda en el mercado .

Otra posibilidad en el estudio correspondería al empleo del carbón aprovechando con ello las grandes reservas hasta ahora conocidas en nuestro País.

Uno de los parámetros determinantes en el análisis para su consumo en calderas es el transporte desde sus centros de producción hasta termoelectrica teniendo en cuenta su capacidad calorifica por unidad de peso comparativa con la de los combustibles líquidos y su rentabilidad en la producción del KW-h.

4.2.3. Soluciones a largo plazo

Con el tiempo para poder satisfacer la demanda, se van a encontrar las necesidades de sostener las dos clases de fuentes energéticas las no renovables y las renovables, como solución masiva a la población de Leticia. Donde al suponer un desarrollo normal previsto estaría demandando del orden de los 17 MW para el año 2000 (dentro de 20 años), por lo tanto habrá sido necesario el haber llevado a cabo un programa de desarrollo energético compuesto muy bien coordinado por recursos convencionales y no convencionales para satisfacer así la demanda prevista.

4.2.3.1. Generación Hidroeléctrica

A largo plazo será rentable comparativamente la construcción de una línea de transmisión para obtener la energía hidroeléctrica generada a 60 y 80 Kms. de Le

ticia, con el fin de llevar del 50% a 100% de la energía absorbida por la población de Leticia.

Sería conveniente acometer los estudios de prefactibilidad y factibilidad respectivos.

4.2.3.2. Generación Termoeléctrica

Además de la necesidad inmediata de iniciar el estudio de la adquisición de plantas diesel que consuman COMBUSTOLEOS, de las características requeridas se debe investigar la probable instalación de turbinas a vapor cuyas calderas puedan aceptar varias clases de combustibles como hidrocarburos y material orgánico apropiado (leña y residuos sólidos), y/o carbones.

Entre los parámetros que se deben tener presentes en el estudio de posible adquisición de unidades diesel figuran :

1. Tipo de combustibles a consumir y sus respectivas eficiencias.
2. Velocidad de giro (r.p.m.)
3. Peso / potencia características.
4. Tipo de auxiliares que simplifiquen o sofisticquen la instalación.
5. Tamaño en capacidad generadora que permitan flexibilidad en el sistema contra número de unidades.
6. Comercialidad y representación en la marca para los mantenimientos.
7. Costos comparativos del KW instalado.
8. Características de carga contra consumo de combustibles.

4.2.3.3. Otras fuentes .

En la parte resolutive del problema oferta - demanda de energía eléctrica se debe pensar también en soluciones individuales como apoyo a la masiva, para ello se tendrían en cuenta las siguientes fuentes :

1. El Biogas
2. El Alcohol
3. La leña

Ya que la eólica y la solar no son favorecidas por la marcada frecuencia de calmas y precario brillo solar registrado en dicha zona.

Sería conveniente el estudio e investigación al respecto, dentro de soluciones a mediano y largo plazo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES :

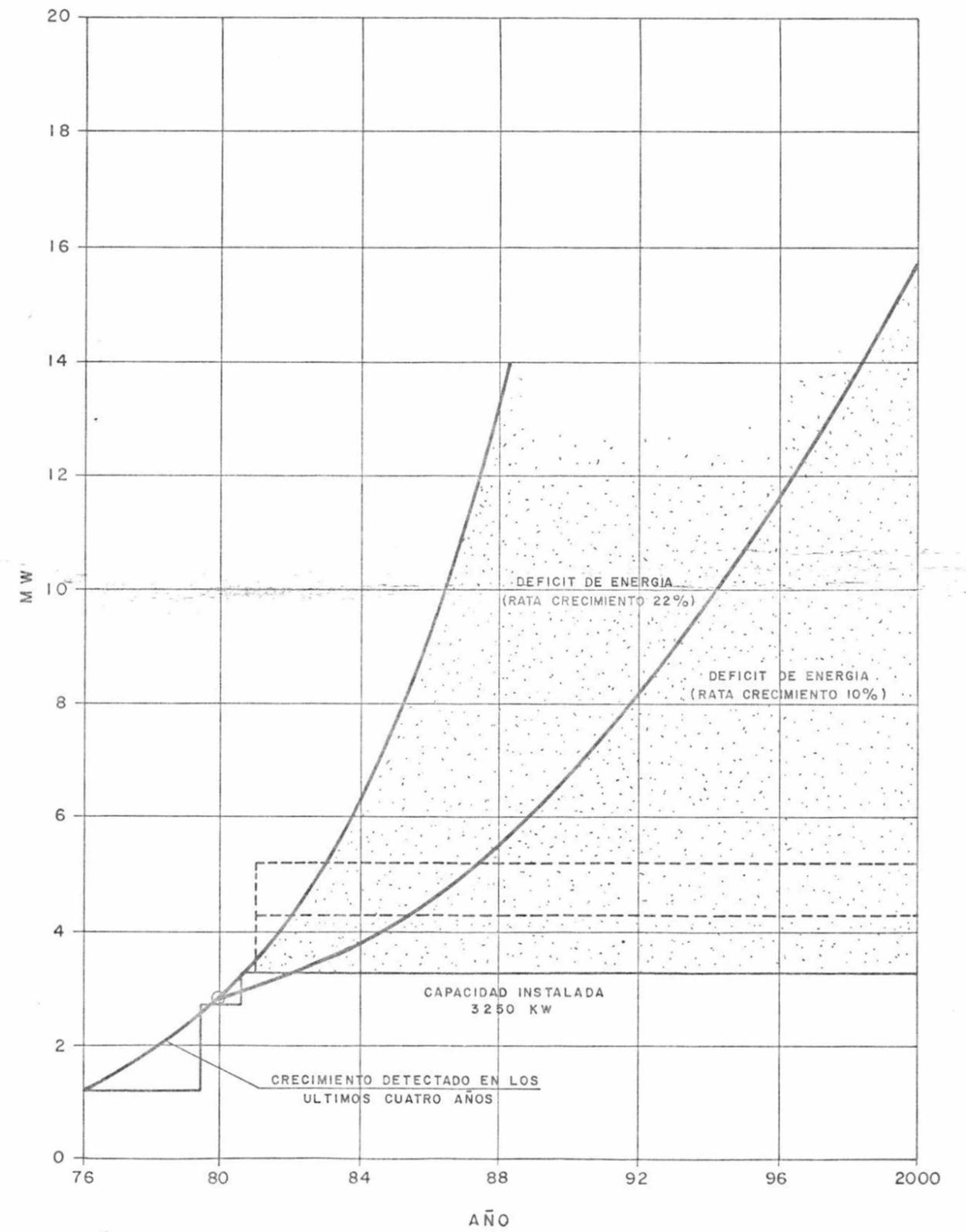
La gráfica 5.1 nos permite apreciar el comportamiento estimado de la demanda de energía proyectada hasta el año de 1995 y la magnitud de la atención inmediata con el número de unidades instaladas en dicha localidad.

La carencia de información y parámetros sensores para la determinación de las cargas condujeron a cálculos muy estimados llegando a considerar la carga total actual en 2600 a 2800 KW. De las cuales dadas las condiciones del sistema de distribución pueden ser atendidos 2100 KW pico.

En el momento se encuentran instaladas nueve unidades electrodiesel con una capacidad nominal de 3500 KW, comprendiendo cinco máquinas con 2000 KW nuevas de alta revolución y las cuatro restantes de baja revolución.

De estas cuatro sólo son reparables rentablemente tres

PROYECCIONES DE DEMANDA DE POTENCIA PICO LÉTICIA



GRAFICA 5-1



acondicionando con ello una potencia nominal de 1250 KW, las cuales se encuentran operando con un rendimiento entre el 40 y 60%. Los repuestos para dichas unidades se encuentran practicamente en existencia para su reparación cuando esten en servicio normal los 1500 KW de CATERPILLAR y los 500 KW GENERAL MOTORS. Estas últimas recién instaladas.

Por lo tanto la solución tomada a corto plazo debe entrar a generar a finales del año 1981 principios de 1982. (Basandose en el desarrollo poblacional de los últimos tres años).

A mediano plazo se debe tener presente que la carga estimada para 1986 es del orden de 4, 5 a 5, 5 MW (con una tasa estabilizada del 10%). Para este tiempo se deberá haber resuelto el problema de suministro del combustible (ACPM) por encontrarse actualmente casi copada la capacidad de su producción en Orito (Putumayo). Planta que abastece la Amazonia, Putumayo y Parte de Nariño.

A pesar de que el futuro se torna cada día más negativo en materia de derivados del petróleo, si es conciente la única alternativa solutiva tanto a corto como a mediano plazo de seguir generando energía eléctrica a partir de térmicas diesel. Al lado de esto lo único que queda por decidir es que las posibles nuevas unidades consuman combustibles pesados como el COMBUSTOLEO dados su inferior precio (50% del costo del ACPM) y mayor disponibilidad en el mercado.

También se concluye, de acuerdo a los dos reconocimientos elaborados sobre probables proyectos hidroeléctricos de instalación cercana a Leticia, la incomparable ventaja de empezar a generar en cualquier magnitud energía hidroeléctrica. Estimando actualmente el costo de producción del KW-h termo diesel a \$10.00 contra \$ 7.00 del hidroeléctrico (en el caso más desfavorable).

Esto sin tener en cuenta los costos incrementales acelerados del petróleo y todos los problemas que acarrea la manutención y conservación de las plantas, su baja confiabilidad, rendimiento y vida útil ante el hidroeléctrico.

Por lo tanto se requiere de inmediato la iniciación de los estudios correspondientes de factibilidad revisando los anteriores reconocimientos. A esta probable fuente de energía le correspondería entrar a suplir la demanda aproximadamente a partir de 1986, entrando como fuente dual de la térmica diesel a base de COMBUSTIBLE, o de la térmica o base de carbón.

Por último debe iniciarse el estudio e investigación sobre la posibilidad de otras fuentes alternas ya sea como parte de la solución masiva o individual de la población tanto urbana como rural de Leticia.

5.2 RECOMENDACIONES :

De acuerdo al objeto, y al análisis de la información, el presente estudio preliminar se encargó de sentar algunas pautas para decidir sobre las alternativas tendientes a solucionar el problema energético de Leticia.

Para ello se proponen tres frentes de actividades, que deben desarrollarse simultáneamente:

5.2.1. Primer Frente

Este comprende el suministro energético inmediato con la capacidad actualmente instalada de 3500 KW nominales. De los cuales se encuentran fuera de servicio 2400 KW repartidos en las nueve máquinas existentes contando las que están operando con un bajo rendimiento.

La programación de estas puestas en servicio se encuentran relacionadas en el gráfico anexo. 4.2

Para tal efecto se recomienda la oportuna coordinación con :

1. La firma MOTORES S.A. Casa vendedora de las dos unidades nuevas GENERAL MOTORS de 250 KW.
2. La CATERPILLAR (o GENERAL ELECTRIC DE COLOMBIA S.A.) para importación, reparación y puesta en operación de las tres unidades CATERPILLAR.

3. La firma BOECKER Y CIA. LTDA. para la entrega de los repuestos contratados mediante el contrato 4026 para las dos unidades MAN de 500 KW cada una. Recibidos estos, efectuar por parte de la oficina el over-haul programado para evitar la mínima generación fuera de servicio.
4. La Comisaría tiene a disposición los repuestos existentes allí de la unidad SULZER reparable de 250 KW.

Dicha reparación será realizada por la oficina con la colaboración de la Comisaría.

Ejecutado lo anterior se dispondrá de la máxima capacidad generadora instalada actualmente en Leticia (3250 KW) en el mes de Diciembre del presente.

5.2.2.

Segundo Frente

Comprende la ejecución de una solución que inicie su operación a finales del año entrante

hasta que entre en funcionamiento el proyecto definitivo analizado en el 3er, frente.

Esta es la etapa de mayor dificultad debido al critico tiempo de ejecución, ya que el estudio, adquisición e instalación de 2000 o 3000 KW diesel que consuman Hidrocarburos pesados toma de 24 a 36 meses.

Proyecto que de todas formas hay que emprenderlo de inmediato. Paracubrir la demanda en este lapso se tienen las siguientes alternativas :

1. La compra de 1000 a 2000 KW diesel de emergencia (de media revolución) con un costo aproximado actual de 25 a 50 millones de pesos.
2. El posible traslado de la unidad móvil E.M.D. de 2100 KW localizada en Apartadó (Antioquia).

La disponibilidad de estas máquinas o máquina daría margen a un posible traslado posterior de cualquiera de ellas a Pto. Aís (Putumayo) por el río Amazonas, solucionando con proyección el problema similar de esta población.

5.2.3. Tercer Frente

A este frente corresponde la iniciación inmediata de las siguientes actividades:

1. Estudios de revisión y factibilidad para el aprovechamiento de recursos hidráulicos disponibles a 30, 40, 70 y 80 kms de Leticia para la generación de 700 a 10.000 KW posibles. Estas soluciones se estiman con un costo de \$US 7000/KW. Instalados.
2. Estudios conjuntos de la ejecución simultanea de ~~las~~ dos clases de fuentes térmicas e hidráulicas.

La generación térmica debe ser con máquinas de muy bajas revoluciones cuyo costo de instalación se estima en US\$ 1200/KW. Instalados, o de un posible turbogenerador donde su caldera queme carbón. Estas soluciones deberán estar en operación hacia los años 1985/1986 para atender las demandas proyectadas de 5 y 15 MW, prevista para los años de 1986 y 1995 respectivamente.

3. Iniciación e investigación inmediata para la instalación de pequeñas turbinas a vapor con calderas que acepten diversas clases de combustibles,

(algunos hidrocarburos baratos, residuos sólidos y leña)
como parte de la generación térmica (fuente no renovable).

5.2.4 Otras Recomendaciones

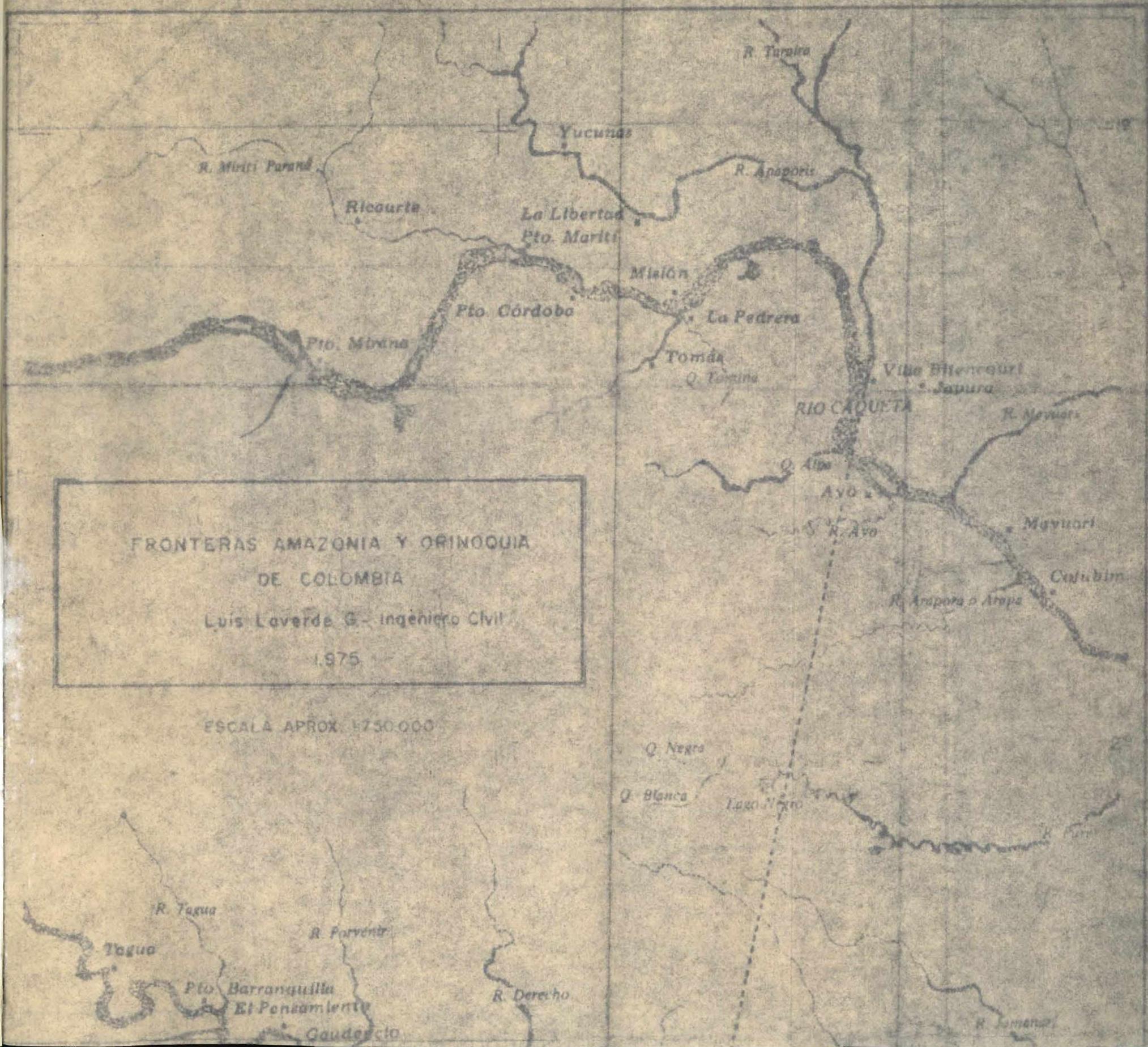
Se requiere también el diseño y remodelación total del sistema de distribución para disminuir al mínimo el alto porcentaje de pérdidas de energía.

Para la continuación de estos estudios es conveniente :

1. Estudiar la necesidad de reubicación de la central térmica, actualmente localizada en el centro de la población .
2. En lo posible analizar el sistema de cargas especiales existentes represadas y su proyección con la respectiva incidencia dentro del sistema general .
3. Confirmar los parámetros de evaluación y precisión de carga actual y futura a 15 años, sin descartar la posibilidad de efectuar un censo simplificado por muestreo aprovechando algunos modelos existentes en la oficina .
4. Estudiar la posibilidad de suministro de combustible desde el Perú y / o Ecuador y Tumaco aprovechando en un futuro el mismo oleoducto .
5. Estudiar los rubros de transporte y los respectivos medios confiables para efectuarlo, lo mismo que estudiar la ubica-

ción y ampliación del sistema de almacenamiento de combustibles de ACPM y pesados .

Por último se espera la continuidad en éstos estudios, indispensables para el buen desarrollo y ejecución acertado de los proyectos, teniendo en cuenta las pautas aquí enun-ciadas .



FRONTERAS AMAZONIA Y ORINOQUIA
DE COLOMBIA

Luis Laverde G. - Ingeniero Civil

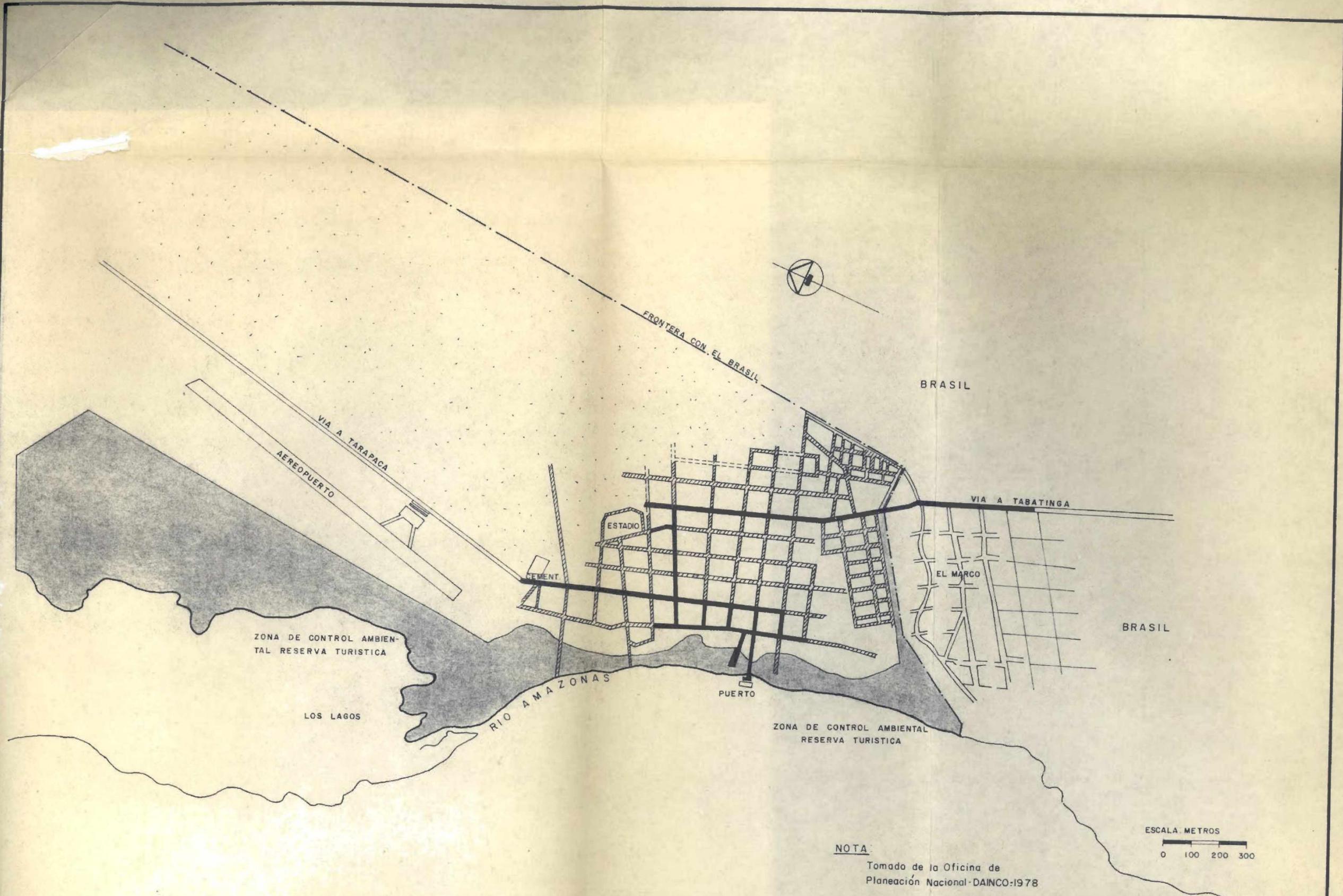
1975

ESCALA APROX. 1:750,000

252-A-018

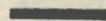
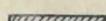
2-32-4-013





NOTA:
Tomado de la Oficina de
Planeación Nacional-DAINCO:1978

CONVENCIONES

-  Vias pavimentadas
-  Vias por pavimentar
-  Zona de protección ambiental
-  Zona agrícola



icel	
LETICIA	
PLANO URBANISTICO	
Dibujó:	Fecha:

01001870

Proyecto energético de Leticia estudios de
prefactibilidad ICEL

333 79 1597p Ej 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

PRESTADO A

FECHA