

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



**AMPLIACION DE LA RED DE MICROONDAS  
DEL SISTEMA (1+1) AL (2+1)**

**II PARTE**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de  
INGENIERO ELECTRONICO**

**Gerardo Tomás Viza Llenqui**

**Promoción 1978 - II**

**Lima - Perú**

**1987**

A mis Padres, Esposa e Hijos

AMPLIACION DE LA RED DE MICROONDAS

DEL (1+1) AL (2+1)

SEGUNDA PARTE

## CONTENIDO

RESUMEN	7
PROLOGO	9
ESTRUCTURA	10
1. ESTRUCTURA JERARQUICA ACTUAL DE LA R.T.M.O.	15
2. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS POR RUTA DE TRAFICO O ENLACE	23
2.1 Criterios para Establecer Enlaces Directos	23
2.2. Diagrama de Distribución de Tráfico por Centro Primario	25
2.3. Diagrama Resumen de Distribución de Tráfico por Enlace	26
2.4. Tablas de Erlang B	26
2.4.1 Efecto del Incremento de Tráfico Telefónico en el Incremento del Número de Circuitos	35
2.5. Cálculo del Número de Circuitos	39
2.6. Efecto de las Localidades Rurales y de otros Servicios	44
2.7. Cálculo del Número Total de Circuitos por Enlace	50

2.8. Equipamiento de la Red	56
2.9. Tramos de la Red a ser Ampliados al (2+1)	62
3. DESCRIPCION. DE ANEXOS	80
3.1 Anexo N° 1	80
3.2 Anexo N° 2	84
3.3 Anexo N° 3	84
CONCLUSIONES	209
BIBLIOGRAFIA	210

## RESUMEN

Considerando que el presente tema ha sido elaborado por dos personas, ha sido necesario presentar el Estudio en dos partes.

La primera parte ha sido dividido en dos capítulos.

En el primer capítulo, se hace un enfoque genérico de los sistemas de Microondas, se describen brevemente las características de los sistemas con varios canales de radio-frecuencia (RF), y específicamente, los sistemas (1+1) y (2+1) y finalmente, la conformación de la Red Troncal de Microondas a 1983. En el segundo capítulo, se explica detalladamente la metodología para distribuir el Tráfico Telefónico (en Erlangs) entre cada centro primario con sus respectivos centros locales y entre centros primarios. De esta manera obtuvimos una matriz de Tráfico Telefónico de  $49 \times 49$  y finalmente, esta la reducimos a una matriz simplificada entre centros primarios de  $15 \times 15$ .

En otras palabras, el objetivo de la primera parte ha sido obtener la matriz de Tráfico simplificada de  $15 \times 15$  la cual en conjunto con la de  $49 \times 49$ , será usada en la segunda parte del presente estudio, en el cálculo del número de circuitos de cada uno de los tramos de la R.T.M.O. y en la determinación de los tramos que deban ser ampliados al (2+1).

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía usada.

La segunda parte del estudio ha sido dividido en tres capítulos. En el primer capítulo se refiere a la Estructura - Jerárquica Actual de la Red Telefónica en la cual se describen las principales consideraciones planteadas en el Plan-Técnico Fundamental de Encaminamiento de la Red Telefónica Nacional. En el segundo capítulo se explica detalladamente el procedimiento seguido para calcular el número de circuitos por tramo de la R.T.M.O. así como la determinación de los tramos de la R.T.M.O. a ser ampliados al (2+1). En el tercer capítulo se hace una descripción de los anexos I, II y III.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía usada.

P R O L O G O

Siendo necesario contar con una metodología de Pronóstico de Canales Telefónicos Interurbanos, es que se ha elaborado el presente estudio que trata de predecir los requerimientos a corto y mediano plazo de las necesidades de Canales Telefónicos a nivel nacional - lo más confiable posible.

El esfuerzo realizado, dado el volúmen considerable de información que maneja, no hubiera sido posible, sin la ayuda del computador.

Es necesario hacer notar que este proceso se viene ejecutando para los Pronósticos de Tráfico Telefónico de ENTEL PERU S.A.

Así mismo, este trabajo no hubiera podido ser realizado sin el apoyo desinteresado de la Oficina de Planificación, en especial al Ing. Victor Pereyra Caballero, Jefe de la Oficina de Planificación (a.i.), por su apoyo en todo momento.

Así como al Ing. Jorge Menacho Ramos, por asesorar el tema, a los amigos:

Carlos Vidal Navarro	Analista
Mario Acevedo B.	Dibujante
Alejandro Coronado I.	Dibujante
Gloria Hernández C.	Tipeo

A todos ellos se les muestra nuestra fraterna gratitud.

GERARDO VIZA LLENQUI

CESÁR ATALAYA PISCO

## E S T R U C T U R A

Como es sabido, las Telecomunicaciones constituyen una herramienta básica de integración, seguridad y desarrollo en todos los ámbitos por lo cual es importantísimo su apoyo a cada uno de los sectores - de la actividad económica, social y cultural.

En el plano mundial, las Telecomunicaciones se han constituido en un sector muy dinámico cuyo crecimiento ha llegado en los últimos - años a un promedio anual del 7%, esto es porque representa un factor clave para el progreso continuo de las naciones en desarrollo y para el funcionamiento y crecimiento de las economías industrializadas. Así mismo, debe tenerse en cuenta que los beneficios de inversiones en este campo se miden además de las utilidades, en los efectos directos en el desarrollo de la economía nacional, así como en el beneficio social de las grandes mayorías nacionales.

Desde el punto de vista social, la inversión en este sector tiene - un efecto muy importante tanto en el aspecto individual como en el aspecto colectivo de la población. El bienestar en ambos casos se - apoya en buenas Telecomunicaciones que permiten tener un rápido acceso a servicios que son necesarios para preservar la vida, salud, cultura, estatus socioeconómicos, propiedad y una mayor relación en grupos de interés personal.

Por otra parte, el avance tecnológico en las Telecomunicaciones es sumamente rápido jugando un rol muy importante en el desarrollo de las mismas y superando ampliamente las expectativas económicas espe

radas en dicho avance.

En el Perú, los servicios de Telecomunicaciones que ofrece la Empresa Nacional de Telecomunicaciones del Perú S.A., no satisface los requerimientos de demanda, los cuales se reflejan en los bajos índices de cobertura del servicio y producción, la insuficiencia en la oferta telefónica, la reducida cobertura geográfica y el escaso tráfico telefónico.

El grave déficit de los servicios que presta ENTEL PERU S.A., se debe principalmente, a la falta de priorización, la insuficiente inversión, las restricciones presupuestales y la dificultad para la concertación oportuna y adecuada de créditos.

Si comparamos el desarrollo obtenido a nivel de países con lo que se presenta a nivel internacional, las estadísticas muestran que la densidad telefónica nos ubica en los últimos lugares en cuanto al desarrollo telefónico, 2.9 teléfonos por cada 100 habitantes contra un promedio mundial del 16.5. La situación del país a nivel latinoamericano tampoco es favorable, ya que se tiene una densidad telefónica inferior a Ecuador (3.1/100) y ligeramente superior a Bolivia (2.3/100). Esta situación es más crítica en el área de responsabilidad de ENTEL PERU S.A., razón por la cual y para reducir el déficit existente se realizará y/o se viene realizando los siguientes proyectos: Plan de Expansión Telefónica II Etapa, Ampliación PRX (comprende la Ampliación de las Capacidades de las Centrales PRX existentes en 68,000 Líneas. Este proyecto está en ejecución), Instalación de Centrales Móviles (comprende la Instalación de 11 Con-

..//

tainers por un total de 11,500 Líneas Telefónicas), Ampliación Adicional PRX (comprende la Instalación Adicional de 29,500 Líneas Telefónicas en 9 Centrales PRX) y Reubicación de Centrales Albis Werk y A.G.F. Ericson (comprende la Reubicación de 6250 Líneas Telefónicas). Estos tres últimos proyectos están por ejecutarse.

La puesta en marcha de los proyectos mencionados traerán como consecuencia inmediata la elevación en forma sustancial del tráfico telefónico de larga distancia nacional, que no podrá ser absorbida por la actual Red Troncal de Microondas, creando grandes congestiones - que bloquearían las Telecomunicaciones. Por tal razón es que se ha creído conveniente hacer un estudio de Ampliación de la Red de Microondas, cuantificando las necesidades de circuitos en cada uno de los tramos de la misma.

En esta primera parte del estudio de la Ampliación de la Red Troncal de Microondas, presentamos los siguientes puntos:

- a) Se considera la elaboración de una matriz de llamadas telefónicas a nivel nacional entre las principales ciudades del país.
- b) A partir de la matriz anterior se confecciona la matriz de distribución a nivel nacional.
- c) Se confecciona un cronograma de ganancia de abonados a nivel nacional.
- d) Se elabora una función matemática de tráfico unitario total ver-

sus abonados.

é) Con los puntos b, c, d, se procede a elaborar la matriz punto a punto, a nivel nacional en Erlangs, que para este caso esta formada por las 49 ciudades más importantes en la generación de llamadas telefónicas larga distancia.

f) Se elabora las áreas de influencia de cada Centro Primario.

g) En función a (f) la matriz (e) es reducida a una matriz de 15 x 15, es decir por Centro Primario.

Cada uno de estos puntos será tratado en forma detallada, en esta primera parte de este estudio técnico.

## CAPITULO I

### ESTRUCTURA JERARQUICA ACTUAL DE LA RED DE MICROONDAS

## 1.- ESTRUCTURA JERARQUICA ACTUAL DE LA RED DE MICROONDAS

El Plan Técnico Fundamental de Encaminamiento de la Red Telefónica Nacional, entre otros, establece las siguientes consideraciones:

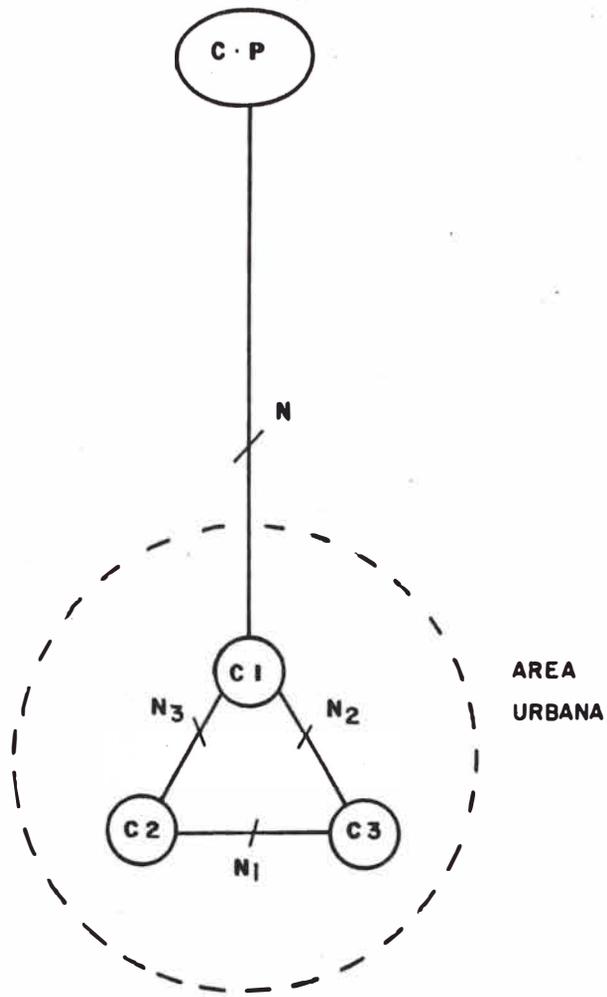
Todo Centro Local de Conmutación, deberán integrarse a la Red de Larga Distancia a través del Centro Primario de Conmutación del cual dependen, a través de rutas directas o de alto uso.

Para el caso de grandes áreas urbanas con más de una Central Telefónica (con más de 10,000 abonados), la integración a la Red de Larga Distancia de todos los abonados de esta área, deberá hacerse a través de una de las centrales del área urbana. Para esto será necesario que existan rutas directas o de alto uso entre las centrales ubicadas en el área urbana. Un ejemplo típico de este caso se muestra en la figura 1.1.

- Dos Centros Primarios pertenecientes a Centros Secundarios diferentes sólo podrán tener rutas directas cuando el tráfico existente entre ellos sea elevado. Cuando el tráfico demandado es bajo, estos centros se comunicarán mediante sus respectivos Centros Secundarios de Conmutación.

La Red de Conmutación de Larga Distancia Nacional se muestra en la figura 1.2, en donde se indican los Centros de Conmutación que actualmente son entes físicos a través de los cuales se in-

FIG. 1.1



C1, C2 y C3 : CENTRALES URBANAS

N1, N2, N3 y N : // DE TRONCALES

CP. : CENTRO PRIMARIO

FIG. 1.2

RED DE CONMUTACION TELEFONICA  
DE LARGA DISTANCIA NACIONAL



tegrán a la Red Nacional de Larga Distancia, muchos pueblos ubicados en su área de influenciá. Así mismo, en el cuadro 1.1, se indican - tpdos los Centros Primarios y sus respectivos centros locales dependientes de los mismos. En este cuadro, sólo se han considerado las principales ciudades del Perú, por ser las principales fuentes generadoras de tráfico.

CUADRO 1.1

CENTROS PRIMARIOS Y SUS CENTROS LOCALES

CENTRO PRIMARIO	CENTRO LOCAL
AREQUIPA	AREQUIPA CAMANA MOLLENDO
CHICLAYO	CHICLAYO JAEN LAMBAYEQUE
CHIMBOTE	CHIMBOTE HUARAZ
CUSCO	ABANCAY ANDAHUAYLAS CUSCO PUERTO MALDONADO
HUACHO	BARRANCA HUACHO
HUANCAYO	AYACUCHO HUANCAYO HUANCAVELICA LA OROYA PUCALLPA TARMA
HUANUCO	CERRO DE PASCO HUANUCO TINGO MARIA

CENTRO PRIMARIO	CENTRO LOCAL
ICA	CHINCHA ICA NAZCA PISCO
IQUITOS	IQUITOS
JULIACA	JULIACA PUNO
LIMA C.P.T.	CHACHAPOYAS CAÑETE HUARAL LIMA C.P.T.
PIURA	PIURA SULLANA TALARA TUMBES
TACNA	ILO MOQUEGUA TACNA
TARAPOTO	MOYOBAMBA TARAPOTO YURIMAGUAS

CENTRO PRIMARIO	CENTRO LOCAL
TRUJILLO	CAJAMARCA CHEPEN PACASMAYO TRUJILLO

## CAPITULO II

CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS

POR RUTA DE TRAFICO O ENLACE

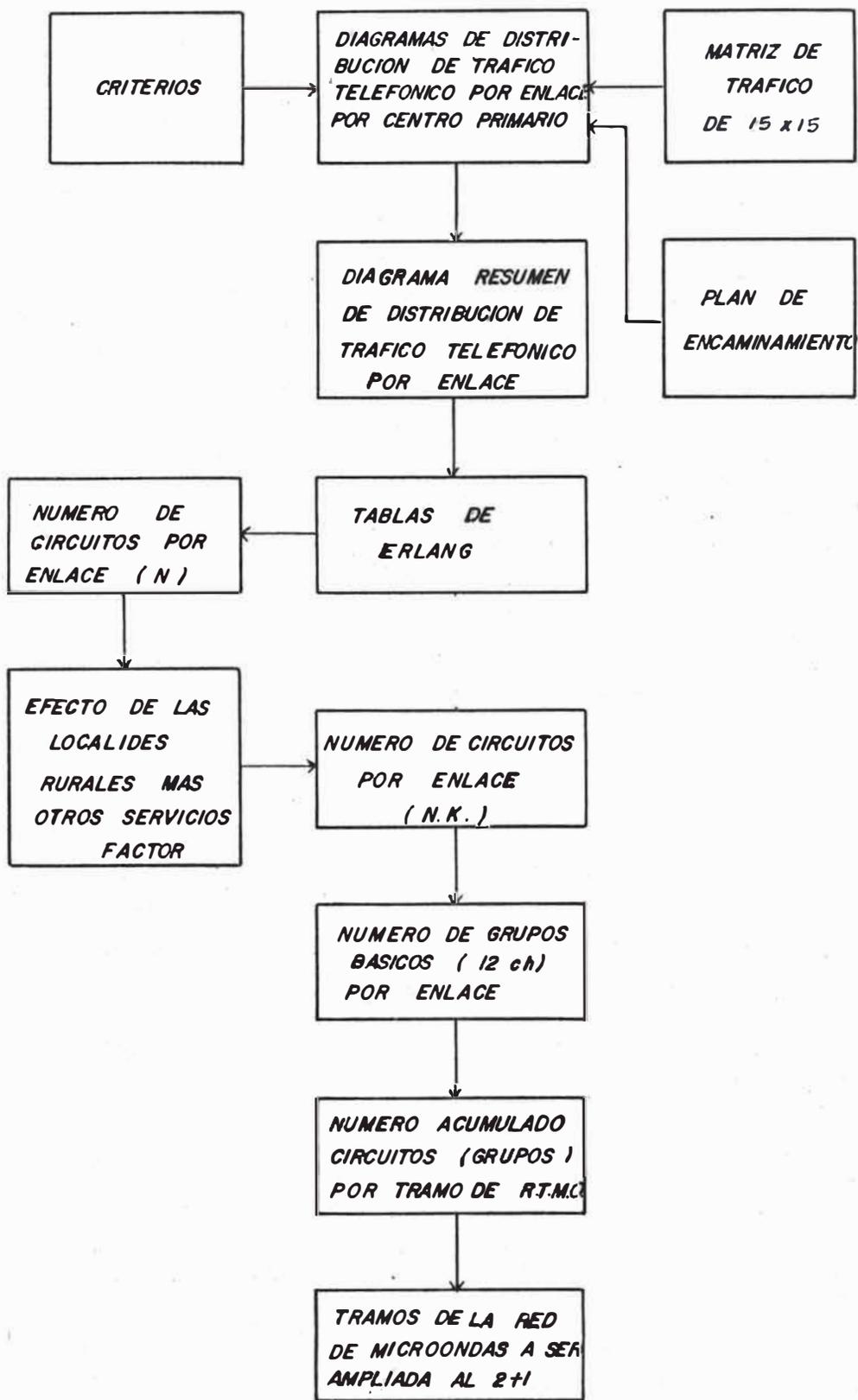
## 2.- CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS POR RUTA DE TRAFICO O ENLACE

Habiéndose definido los requerimientos de tráfico telefónico - entre los Centros Primarios y entre éstos con sus respectivos Centros Locales de Conmutación, y luego de haber elaborado los diagramas de rutas de tráfico para los mismos, se procedió a - calcular los circuitos por cada ruta de tráfico (enlace), a continuación su equipamiento (en grupos básicos de 12 canales) y finalmente, las rutas físicas en donde se indican el total - de canales requeridos por cada tramo de la R.T.M.O.

El procedimiento para dimensionar la Red Troncal de Microondas tramo por tramo, se hizo siguiendo la secuencia indicada en la figura 2.1.

### 2.1 Criterios para establecer Enlaces Directos

Para establecer Enlaces Directos entre dos Centros Primarios de Conmutación pertenecientes al mismo o diferentes Centros Secundarios de Conmutación, el tráfico existente entre los centros primarios debe ser tal que requiera por lo menos de dos grupos básicos para enlazarlos. Esto se hace por razones técnicas y económicas, al agregarle más confiabilidad a la comunicación al reducir el número de pa sos de conmutación. Cuando la demanda de tráfico entre los Centros Primarios no requiere más de un grupo básico, éstos deberán comunicarse a través de su Centro Secundario.



Para el caso de las comunicaciones a nivel de centro local, se ha considerado, para todos los casos, que éstos se integrarán a la Red de Larga Distancia Nacional a través de sus Centros Primarios.

## 2.2 Diagramas de Distribución de Tráfico por Centro Primario

Para elaborar estos diagramas, se tuvo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Encaminamiento y los criterios antes enunciados. Los pasos que se siguieron para efectuar estos diagramas fueron los siguientes:

Primero se hicieron los diagramas de distribución de tráfico en Erlangs para cada Centro Primario con sus respectivos Centros Locales. En estos diagramas se indica el tráfico total saliente y entrante de cada Centro Local con su respectivo Centro Primario. En total, se elaboraron 15 diagramas (uno por Centro Primario).

Los datos para elaborar estos diagramas para los años 1984 al 1987 los cuales se muestran en el Anexo Nº 1 se sacaron de la matriz de tráfico de 49 x 49.

Seguidamente, se elaboraron los diagramas de tráfico saliente de cada Centro Primario hacia los otros Centros Primarios para los años 1984 al 1987. En la elaboración de estos diagramas (15 en total) se tuvieron en cuenta los criterios técnicos-económicos y el Plan de Encaminamiento antes mencionados.

### 2.3 Diagrama Resumen de Distribución de Tráfico por Enlace

Este diagrama resume los enlaces presentes en los 15 diagramas elaborados en el punto anterior. El tráfico presente en cada enlace representaba la sumatoria de los tráfico representados en los 15 diagramas de tráfico saliente de cada Centro Primario.

Los diagramas de distribución de tráfico por Centros Primarios y el diagrama resumen para los años 1984 al 1987 se muestran en los Anexos Nº 2 y 3 respectivamente.

### 2.4 Tablas de Erlangs

Actualmente, en lo que respecta a tablas de tráfico en Erlangs, disponemos de tablas que nos permiten calcular circuitos para valores de tráfico superiores a 1000 Erlangs para probabilidades de pérdida de .1%, .2%, .3%, 1%, 2%, 3%, 5%, 10% y 20%. Sin embargo, en estas tablas sólo es posible calcular troncales en forma correlativa (de uno en uno) hasta 120. A partir de este valor y hasta 200 troncales, la tabla no da valores de troncales con una razón de 10 unidades (120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 y 200).

A partir de 200 y hasta 500 troncales, las tablas nos dan valores de troncales con una separación de 50 (200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500).

De 500 troncales para arriba, las tablas de tráfico nos permiten lograr troncales con una separación de 100 (500, 600, 700, 800, 900, 1000, etc.)

Habiendo hecho estas aclaraciones, y anticipando que la transformación del tráfico en Erlangs a circuitos se hará para una probabilidad de pérdida del 1% ( $P=1\%$ ), siguiendo las recomendaciones del C.C.I.T.T., procederemos a explicar brevemente la forma de transformar cualquier tráfico mayor que 103 Erlangs a circuitos. Estamos considerando a partir de 103 Erlangs, ya que a partir de este tráfico no es posible obtener circuitos en forma correlativa y también porque en el estudio se presentan enlaces con demandas de tráfico mayores que el indicado anteriormente.

Para obtener las ecuaciones que nos permitirán transformar en forma muy fácil cualquier tráfico en Erlangs a circuitos, se ha procedido de la siguiente manera:

Teniendo disponible tablas de tráfico para el dominio de 0 hasta más de 800 Erlangs, se empezó del valor a partir del cual no era posible calcular troncales en forma correlativa.

Tomando los puntos conocidos de la tabla de Erlang se confeccionó el cuadro 2.4.1.

CUADRO 2.4.1.

TRAFICO "T" (Erlangs)	NUMERO DE CIRCUITOS (n)
103	120
112.5	130
122	140
131.6	150
141.2	160
150.8	170
160.4	180
170.1	190
179.8	200
228.3	250
277.1	300
326.2	350
375.3	400
424.6	450
474	500
573.1	600
672.4	700
771.8	800
871.5	900

A continuación, usando el método de los mínimos cuadrados se hicieron dos ajustes de curvas: Una para el intervalo de tráfico de 103 a 179.8 Erlangs determinándose una función  $f_1(T)$ , y otra para el intervalo de 179.8 a 871.5 Erlangs.

Para efectuar el primer ajuste, para cualquier tráfico "T", se obtuvo la siguiente ecuación:

$$n = 1.0422106T + 12.653916 \quad 103 \leq T \leq 179.8$$

$$R = .9999 \text{ (Factor de correlación)}$$

Para efectos de cálculos y con el propósito de reducir el error cometido, a prácticamente cero (0), usaremos la siguiente relación matemática para calcular el número de circuitos ( $n'$ ) para cualquier tráfico "T":

$$n' = \lceil n + .5 \rceil = \lceil 1.0422106T + 13.153916 \rceil$$

donde la expresión  $\lceil n + .5 \rceil$  representa la función máximo entero de  $(n + 0.5)$

Como el factor de correlación es .99999, este valor nos indica que la ecuación hallada tiene gran parecido a la de una recta (esta curva fue la primera con la cual se efectuó la aproximación).

Para el segundo ajuste, la cual se aproximó a la de una recta al analizar su diagrama de dispersión dio el siguiente resultado para cualquier tráfico "T":

$$n = 1.0113984T + 19.720331 \quad 179.8 \leq T \leq 871.5$$

$$R = 0.9999 \quad (\text{Factor de Correlación})$$

Al igual que el caso anterior y con el propósito de reducir el error al máximo, el número de circuitos que le corresponde a cualquier tráfico "T" en Erlangs, se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$n' = \lceil n + .5 \rceil$$

Esta última ecuación nos permite obtener circuitos, para el intervalo de tráfico de 179.8 a 871.5 Erlangs, con un error absoluto que en ningún caso excede a la unidad.

Finalmente, en base a la última ecuación, se elaboró un programa sencillo para obtener un listado de circuitos en forma correlativa para cualquier tráfico en el intervalo antes referido.

Analizando los resultados del listado se dedujo la ecuación siguiente:

$$N = \left[ \begin{array}{ll} \lceil T + .5 \rceil + 20 & , \quad 179.8 \leq T \leq 189.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 21 & , \quad 189.6 \leq T < 222.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 22 & , \quad 222.5 \leq T < 261.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 23 & , \quad 261.5 \leq T < 310.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 24 & , \quad 310.5 \leq T < 364.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 25 & , \quad 364.5 \leq T < 433.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 26 & , \quad 433.5 \leq T < 529.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 27 & , \quad 529.5 \leq T < 658.5 \\ \lceil T + .5 \rceil + 28 & , \quad 658.5 \leq T < 871.5 \end{array} \right.$$

Donde:

N = Número de circuitos que le corresponde a cualquier tráfico "T" en Erlangs para una probabilidad de pérdida de llamada del 1% (P=0.01).

Los valores de tráfico hasta 103 Erlangs y sus respectivos valores de troncales (circuitos) que le corresponden, para P = 0.01, se muestran en el cuadro 2.4.2.

CUADRO 2.4.2.TABLA DE TRAFICO EN ERLANGS

CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)	CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)
1	.01	21	12.8
2	.15	22	13.7
3	.46	23	14.5
4	.87	24	15.3
5	1.36	25	16.1
6	1.91	26	17.0
7	2.50	27	17.8
8	3.13	28	18.6
9	3.78	29	19.5
10	4.46	30	20.3
11	5.16	31	21.2
12	5.88	32	22.0
13	6.61	33	22.9
14	7.35	34	23.8
15	8.11	35	24.6
16	8.88	36	25.5
17	9.65	37	26.4
18	10.4	38	27.3
19	11.2	39	28.1
20	12.0	40	29.0

//..

CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)
41	29.9
42	30.8
43	31.7
44	32.5
45	33.4
46	34.3
47	35.2
48	36.1
49	37.0
50	37.9
51	38.8
52	39.7
53	40.6
54	41.5
55	42.4
56	43.3
57	44.2
58	45.1
59	46.0
60	46.9

CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)
61	47.9
62	48.8
63	49.7
64	50.6
65	51.5
66	52.4
67	53.4
68	54.3
69	55.2
70	56.1
71	57.0
72	58.0
73	58.9
74	59.8
75	60.7
76	61.7
77	62.6
78	63.5
79	64.4
80	65.4

//..

CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)
81	66.3
82	67.2
83	68.2
84	69.1
85	70.0
86	70.9
87	71.9
88	72.8
89	73.7
90	74.7
91	75.6
92	76.6
93	77.5
94	78.4
95	79.4
96	80.3
97	81.2
98	82.1
99	83.1
100	84.1

CIRCUITOS (N)	TRAFICO (E)
101	85.0
102	85.9
103	86.9
104	87.8
105	88.8
106	89.7
107	90.7
108	91.6
109	92.6
110	93.5
111	94.4
112	95.4
113	96.3
114	97.3
115	98.2
116	99.2
117	100.1
118	101.1
119	102.0
120	103.0

#### 2.4.1 Efecto del Incremento de Tráfico en el Incremento de Circuitos

En este punto trataremos de averiguar cómo afecta el incremento de tráfico al incremento del número de circuitos. La herramienta que nos ayudará a resolver este problema la definiremos como "eficiencia de un circuito".

##### Eficiencia de un Circuito (E)

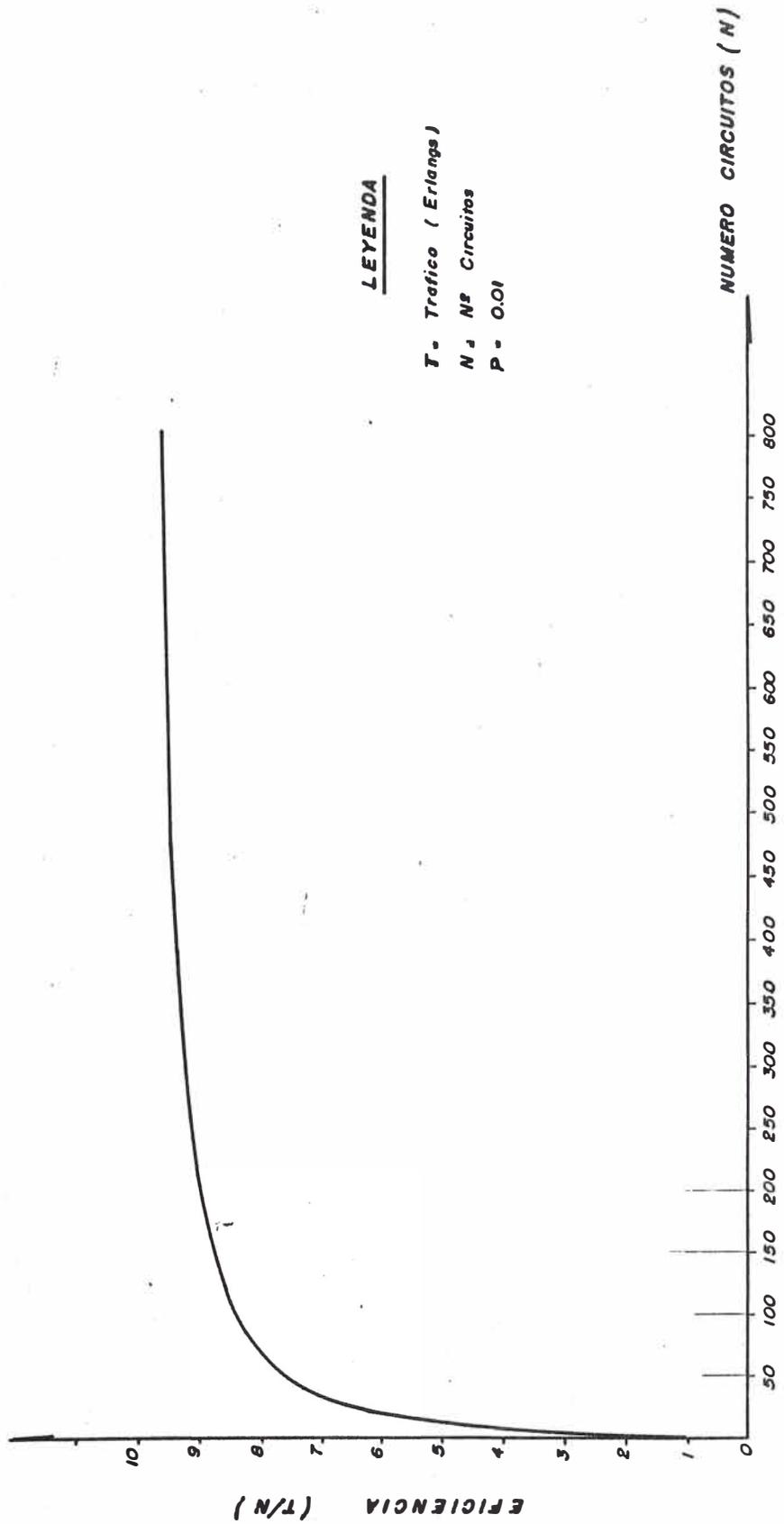
Definimos la eficiencia (E) de un circuito como la razón entre el tráfico "T" (en Erlangs para una probabilidad de pérdida del 1%) y el número de circuitos "n" que le corresponde a dicho tráfico.

La eficiencia de un circuito para el intervalo de tráfico de 0 a 771.8 Erlangs, se muestra en la figura 2.4.1.1.

Tal como vemos en esta figura, en todo el intervalo analizado, la eficiencia del circuito es menor que la unidad. A medida que el número de circuitos se incrementa (o que el tráfico se incrementa), la eficiencia también se incrementa pero sin llegar a la unidad. Idealmente, la eficiencia será igual a 1 cuando el tráfico tienda a infinito. Además, de la tabla de tráfico vemos que siempre el valor numérico

# GRAFICA DE LA EFICIENCIA DE UN CIRCUITO

GRAFICO: 2.4.1.1.



### LEYENDA

- T = Trafico ( Erlangs )
- N = NS Circuitos
- P = 0.01

del número de circuitos es mayor que el valor numérico del tráfico ( $n > T$ ).

Graficando en la figura 2.4.1.2., las ecuaciones lineales deducidas para calcular circuitos en función del tráfico telefónico (en Erlangs), para una probabilidad de pérdida de llamada del 1% ( $P = 0.01$ ), a partir de esta gráfica deduciremos la relación existente entre las variaciones del número de circuitos y el tráfico telefónico en Erlangs, es decir, veremos como afecta un incremento de tráfico en el incremento del número de circuitos ( $\Delta n$ ).

La ecuación Lineal de la gráfica indicada en la figura 2.4.1.2., tiene la forma mostrada en la ecuación (1).

$$N = mt + b \quad , \quad m > 1 \quad \dots (1)$$

Como el punto  $P_2 = (T + \Delta T, N + \Delta N)$  pertenece a la gráfica, ésta deberá satisfacer la ecuación (1), es decir:

$$N + \Delta N = m (T + \Delta T) + b$$

$$N + \Delta N = (mT + b) + m \Delta T$$

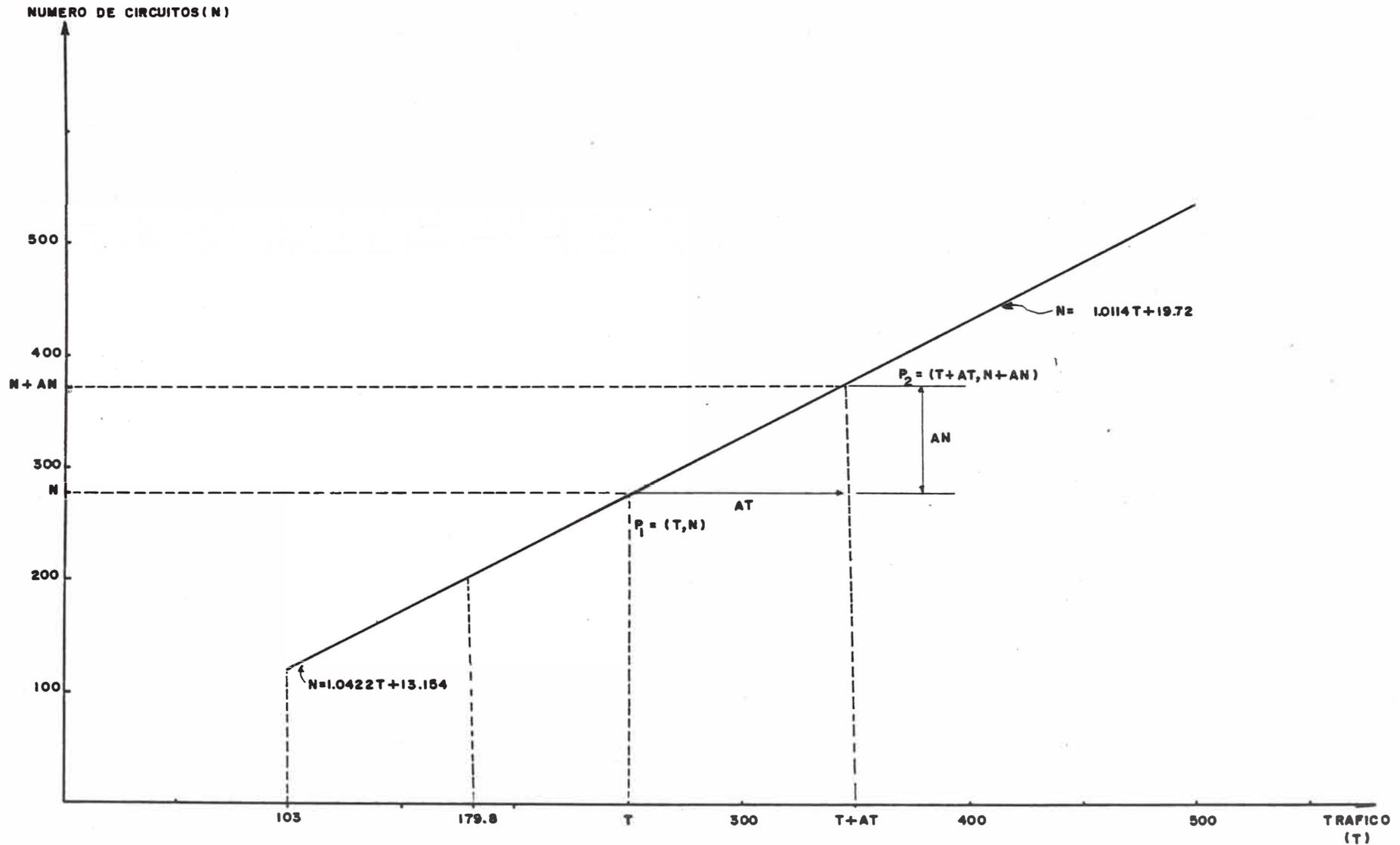
$$\Delta N = m \Delta T \quad , \quad m > 1 \quad \dots (2)$$

Como  $m > 1$ , de la ecuación (2), concluimos que siempre el incremento de circuitos es mayor que el incremento de tráfico, es decir:

$$\Delta N > \Delta T \quad \dots (3)$$

FIG: 2.4.1.2

RELACION ENTRE EL INCREMENTO DE CIRCUITOS Y EL INCREMENTO DE TRAFICO



Hemos relacionado linealmente a "n" y a "T" por ser la forma más simple de demostrar y también porque en gran parte del intervalo de tráfico esta curva tiene forma lineal y en un intervalo más pequeño tiene forma no lineal pero que también satisface la ecuación última en vista que  $n > T$ .

## 2.5 Cálculo del Número de Circuitos

Habiéndose definido las rutas de tráfico y el diagrama resumen de distribución de tráfico por cada enlace, se procedió a convertir el tráfico a circuitos usando las ecuaciones deducidas en el punto anterior, determinándose los diagramas resumen de distribución de circuitos por enlace mostrados en el Anexo Nº 1 (para cada Centro Primario con sus respectivos Centros Locales) y en el Anexo Nº 2 (entre Centros Primarios y entre Centros Primarios con sus respectivos Centros Secundarios).

La demanda de circuitos por enlace se muestran en el Cuadro 2.5.1.

CUADRO 2.5.1

PRONOSTICO DE CIRCUITOS TELEFONICOS - RED TRONCAL DE MICROONDAS

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
1.- AREQUIPA - TACNA	109	116	119	120
2.- AREQUIPA - LIMA	190	214	228	239
3.- AREQUIPA - TRUJILLO	23	25	25	25
4.- AREQUIPA - HUANCAYO	17	17	18	18
5.- AREQUIPA - CUSCO	57	62	64	66
6.- AREQUIPA - ICA	26	27	27	28
7.- AREQUIPA - JULIACA	72	76	77	77
8.- AREQUIPA - MOLLENDO	67	79	99	102
9.- AREQUIPA - CAMANA	40	49	53	53
10.- CUSCO - HUANCAYO	16	18	18	18
11.- CUSCO - JULIACA	26	28	28	29
12.- CUSCO - ABANCAY	50	51	52	53
13.- CUSCO - ANDAHUAYLAS	43	43	43	44
14.- CUSCO - PUERTO MALDONADO (2)	32	34	36	38
15.- CHICLAYO - PIURA	66	75	79	80
16.- CHICLAYO - TRUJILLO	85	98	107	109
17.- CHICLAYO - CHIMBOTE	22	23	25	25
18.- CHICLAYO - JAEN (2)	9	9	9	9
19.- CHICLAYO - LAMBAYEQUE (2)	48	62	69	70

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
20.- CHIMBOTE - HUACHO	17	17	17	18
21.- CHIMBOTE - HUARAZ	88	90	91	92
22.- HUACHO - BARRANCA (2)	48	49	49	49
23.- HUANCAYO - IQUITOS (1)	32	35	35	35
24.- HUANCAYO - HUANUCO	33	34	35	35
25.- HUANCAYO - LA OROYA	55	57	58	58
26.- HUANCAYO - TARMA	68	70	71	71
27.- HUANCAYO - AYACUCHO	51	52	54	54
28.- HUANCAYO - HUANCAVELICA	39	40	40	41
29.- HUANCAYO - PUCALLPA	77	81	83	83
30.- HUANUCO - TINGO MARIA	45	46	47	47
31.- HUANUCO - CERRO DE PASCO	42	44	45	45
32.- ICA - HUANCAYO	19	19	19	19
33.- ICA - MARCONA (2)	17	17	17	18
34.- ICA - PISCO (2)	74	74	75	75
35.- ICA - CHINCHA	79	81	81	82
36.- ICA - NAZCA	32	32	33	33
37.- IQUITOS - TARAPOTO (1)	30	30	32	32
38.- IQUITOS - TRUJILLO (1)	18	20	21	21

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
39.- JULIACA - LIMA	50	52	54	54
40.- JULIACA - PUNO	82	85	86	87
41.- LIMA - CUSCO	165	175	186	198
42.- LIMA - ICA	241	251	259	263
43.- LIMA - HUANCAYO	299	332	344	344
44.- LIMA - IQUITOS (1)	177	208	218	218
45.- LIMA - HUANUCO	94	96	99	99
46.- LIMA - TARAPOTO (1)	42	44	45	45
47.- LIMA - CHIMBOTE	208	223	234	240
48.- LIMA - HUACHO	154	161	166	167
49.- LIMA - CHICLAYO	189	220	233	237
50.- LIMA - TACNA	166	174	181	185
51.- LIMA - PIURA	217	238	254	254
52.- LIMA - CAÑETE (2)	44	45	45	45
53.- LIMA - CHACHAPOYAS (1)	24	24	25	25
54.- LIMA - HUARAL (2)	49	50	51	51
55.- PIURA - CHIMBOTE	14	16	16	18
56.- PIURA - SULLANA (2)	61	73	75	75
57.- PIURA - TALARA	57	60	62	62
58.- PIURA - TUMBES	47	83	85	85

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
59.- TACNA - CUSCO	15	15	15	16
60.- TACNA - ILO	81	83	84	84
61.- TACNA - MOQUEGUA	76	77	78	79
62.- TARAPOTO - CHICLAYO (1)	14	14	15	15
63.- TARAPOTO - MOYOBAMBA (2)	30	30	30	30
64.- TARAPOTO - YURIMAGUAS(2)	27	27	27	27
65.- TRUJILLO - TARAPOTO (1)	16	17	17	17
66.- TRUJILLO - LIMA	260	292	318	320
67.- TRUJILLO - CHIMBOTE	79	88	92	94
68.- TRUJILLO - HUACHO	20	21	21	22
69.- TRUJILLO - PIURA	50	55	58	58
70.- TRUJILLO - CAJAMARCA (2)	75	77	79	79
71.- TRUJILLO - CHEPEN (2)	42	49	73	74
72.- TRUJILLO - PACASMAYO	48	54	71	72
DOMSAT (1)	353	392	408	408
OTROS MEDIOS DE TRANSM. (2)	556	596	635	640
MICROONDAS	4166	4515	4733	4803
TOTAL	5075	5503	5776	5851

\* : En los requerimientos de circuitos no están considerados los circuitos adicionales para otros servicios (Télex, Telegrafía, Datos, etc.) así como los necesarios para mejorar el servicio Telefónico por efecto de las localidades rurales.

2.6 Efecto de las Localidades Rurales y de Otros Servicios

Actualmente, del equipamiento existente, 331 grupos básicos ó 3972 canales, 2268 canales están asignados para los diferentes servicios que presta ENTEL PERU S.A. De éstos, la cantidad de canales que están asignados al rubro "Otros Servicios", se muestra en el cuadro - 2.6.1

CUADRO 2.6.1

TIPO DE SERVICIOS	CANALES DE LA RTMO: OTROS SERVICIOS	
	CANALES ASIGNADOS	%
CANALES ALQUILADOS*	228	10
CANALES TELEX-TELEGRAFICOS	60	2.6
CANALES TRANSMISION DE DATOS	48	2.1
TOTAL	336	14.7

\*: De los 228 circuitos alquilados, aproximadamente 200 están asignados a las localidades que se desempeñan como Centros Primarios, la diferencia se distribuye entre el resto de localidades.

Los porcentajes indicados en el cuadro anterior están relacionados a la asignación actual, el cual es 2268 canales telefónicos.

..//

Tal como vemos, el porcentaje total de canales asignados a otros servicios es de 14.7% el cual se aproxima al 15%.

Si consideramos que en la elaboración de la matriz de tráfico sólo se han considerado las 49 principales ciudades, desechando el resto de localidades, las que sin embargo son fuentes generadoras de tráfico y van a continuar siéndola a través de pequeñas centralitas, postas y locutorios telefónicos, consideramos que es necesario hacer un recargo adicional del 10% (por ser éste el porcentaje aproximado que originan estas localidades según datos del Boletín Estadístico) en los circuitos calculados en el punto 2.5.

Por tanto, con el propósito de descongestionar la Red de Microondas por efecto del tráfico originado por las principales ciudades, localidades rurales y otros servicios, se hizo necesario incrementar en un 25% al número de circuitos calculados en el punto 2.5, entre los diferentes Centros Primarios, por ser éstos los centros a través del cual se integran a la Red de Larga Distancia Nacional, los centros locales, postas telefónicas telegráficas, etc; - ubicados en su área de influencia.

En lo que respecta a los Centros Locales, el procedimiento que se siguió para calcular el número adicional de circuitos sobre los calculados en el punto 2.5, se hizo de la siguiente manera:

Se determinó el tráfico generado por cada Centro Local y por sus respectivos Centros Rurales para diferentes años, datos que fueron tomados de boletines estadísticos de diferentes años.

- De estos datos estadísticos, se obtuvo que el tráfico generado por los centros rurales representaba en promedio el 30% del tráfico generado por su respectiva Central Local.

De todo el tráfico generado por los centros rurales, el 60% era cursado entre los centros rurales mismos y entre éstos y su Centro Local de dependencia. El resto de tráfico (40%) se efectuaba con otros centros poblados ubicados fuera de la influencia de su Central Local.

Si llamamos  $T_R$  (ver figura 2.6.1) al tráfico generado por los centros rurales y  $T_L$  al tráfico originado por los abonados de la Central Local  $C_L$ , de lo expresado anteriormente se tiene:

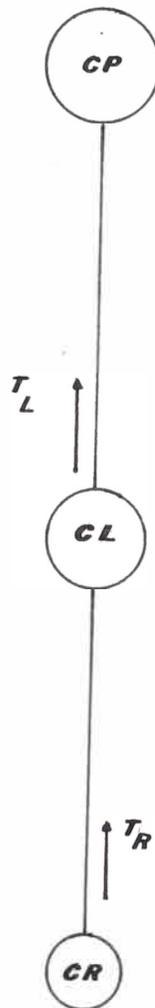
$$T_R = 0.3 T_L$$

De este tráfico, el 60% quedaba en  $C_L$  y el 40% restante era encaminado por  $C_L$  hacia su Centro Primario.

Luego, si definimos como  $T_{RL}$  al tráfico originado en los centros rurales que es encaminado por  $C_L$  hacia su Centro

FIG. 2.6.1

RELACION ENTRE TRAFICO RURAL Y LOCAL



Primario, de lo referido anteriormente:

$$T_{RL} = .40 T_R = .4 \times .3 T_L = .12 T_L$$

Por tanto, el tráfico generado por los centros rurales representa el 12% del tráfico generado por los abonados pertenecientes a la Central Local.

Si llamamos  $T_{LP}$  a la sumatoria de tráfico en Erlangs salientes de todos los Centros Locales hacia sus respectivos Centros Primarios (indicados en el Anexo Nº 1) y  $T_{PL}$  a la sumatoria de tráfico en Erlangs salientes de los Centros Primarios hacia sus Centros Locales, indicados en el mismo Anexo, la relación hallada es:

$$T_{LP} = 1.95 T_{PL}$$

Si definimos a  $T_P$  como el tráfico saliente de cada CP a su CL y  $T_L$  al tráfico saliente de CL a  $T_P$ , el tráfico total  $T_T$  cursado entre cada CP y su respectivo CL será:

$$T_T = T_L + T_P = 1.95 T_P + T_P$$

$$T_T = 2.95 T_P$$

Un incremento del 12% sobre  $T_L$  equivale a un incremento relativo de tráfico  $T_V$  sobre el total  $T_T$  igual a:

$$T_r = \frac{1.95 T_p \times 12\%}{2.95 T_p}$$

$$T_r = 7.93\%$$

Por lo tanto, un incremento del 12% sobre el tráfico  $T_L$  equivale a un incremento del 7.93% sobre el tráfico total cursado entre cada Centro Local y su respectivo Centro Primario.

Si consideramos que el incremento de circuitos es mayor que el incremento del tráfico, asumimos un incremento del 8.5% como incremento de circuitos por efecto de las localidades rurales. Este incremento se ha asumido considerando el rango de tráfico que se maneja en este nivel (Centro Local - Centro Primario).

Considerando el efecto de canales télex-telegráficos (2.6%), canales de transmisión de datos (2.1%) y circuitos alquilados (1.2%), el incremento total de circuitos  $An_L$  entre el Centro Local CL y su Centro Primario CP será:

$$An_L = (8.5\% + 2.6\% + 2.1\% + 1.2\%) n_L = 14.4\% n_L$$

Siendo  $n_L$  el número de circuitos telefónicos que le corresponde a  $T_L$ .

Por tanto, la cantidad de circuitos  $n_T$  a considerarse en tre cada Centro Local con su respectivo Centro Primario - será:

$$n_T = 1.144 n_L$$

Para propósito del estudio se consideró  $n_T = 1.15 n_L$ .

## 2.7 Cálculo del Número Total de Circuitos por Ruta

Habiéndose calculado el número de circuitos sin tener en cuenta el efecto de localidades rurales y otros servicios y el factor que compensaba estos efectos, el número total de circuitos se procedió a calcular de la siguiente manera:

### 1.- Entre Centros Primarios

Si  $n'$  representa el número de circuitos calculados, - sin tener en cuenta el efecto de localidades rurales y otros servicios y  $K$  el factor que compensa estos - efectos, el número total  $n$  de circuitos se calculó - de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$n = Kn' = 1.25 n'$$

## 2.- Entre Centros Primarios con sus Centros Locales

Si  $n'$  representa la demanda de circuitos entre cada Centro Primario con sus respectivos Centros Locales sin tener en cuenta el efecto de localidades rurales y de otros servicios y  $K$  el factor que compensa estos efectos, el número  $n$  total de circuitos entre cada Centro Local con su respectivo Centro Primario, la relación entre éstos será:

$$n = Kn' = 1.15 n'$$

En ambos casos,  $n'$  representa el número de circuitos indicados en el cuadro 2.5.1.

La relación de circuitos totales por enlace son mostrados en el cuadro 2.7.1.

CUADRO 2.7.1

PRONOSTICO DE CIRCUITOS TELEFONICOS

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS *			
	1984	1985	1986	1987
1.- AREQUIPA - TACNA	136	145	149	150
2.- AREQUIPA - LIMA	238	268	285	286
3.- AREQUIPA - TRUJILLO	29	31	31	31
4.- AREQUIPA - HUANCAYO	21	21	23	23
5.- AREQUIPA - CUSCO	71	78	80	83
6.- AREQUIPA - ICA	33	34	34	35
7.- AREQUIPA - JULIACA	90	95	96	96
8.- AREQUIPA - MOLLENDO	77	91	114	117
9.- AREQUIPA - CAMANA	46	56	61	61
10.- CUSCO - HUANCAYO	20	23	23	23
11.- CUSCO - JULIACA	33	35	35	36
12.- CUSCO - ABANCAY	58	59	60	61
13.- CUSCO - ANDAHUAYLAS	49	49	49	50
14.- CUSCO - PUERTO MALDONADO (2)	37	39	41	44
15.- CHICLAYO - PIURA	83	94	99	100
16.- CHICLAYO - TRUJILLO	106	123	134	136
17.- CHICLAYO - CHIMBOTE	28	29	31	31
18.- CHICLAYO - JAEN (2)	10	10	10	10
19.- CHICLAYO - LAMBAYEQUE (2)	55	71	79	81

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
20.- CHIMBOTE - HUACHO	21	21	21	23
21.- CHIMBOTE - HUARAZ	101	104	105	106
22.- HUACHO - BARRANCA (2)	55	56	56	56
23.- HUANCAYO - IQUITOS (1)	40	44	44	44
24.- HUANCAYO - HUANUCO	41	43	44	44
25.- HUANCAYO - LA OROYA	63	66	67	67
26.- HUANCAYO - TARMA	78	81	82	82
27.- HUANCAYO - AYACUCHO	59	60	62	62
28.- HUANCAYO - HUANCAVELICA	45	46	46	47
29.- HUANCAYO - PUCALLPA	89	93	95	95
30.- HUANUCO - TINGO MARIA	52	53	54	54
31.- HUANUCO - CERRO DE PASCO	48	51	52	52
32.- ICA - HUANCAYO	24	24	24	24
33.- ICA - MARCONA (2)	20	20	20	21
34.- ICA - PISCO (2)	85	85	86	86
35.- ICA - CHINCHA	91	93	93	94
36.- ICA - NAZCA	37	37	38	38
37.- IQUITOS - TARAPOTO (1)	38	38	40	40
38.- IQUITOS - TRUJILLO (1)	23	25	26	26

E N L A C E S		REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
		1984	1985	1986	1987
39.-	JULIACA - LIMA	63	65	68	68
40.-	JULIACA - PUNO	94	98	99	100
41.-	LIMA - CUSCO	206	219	233	248
42.-	LIMA - ICA	301	314	324	329
43.-	LIMA - HUANCAYO	374	415	430	430
44.-	LIMA - IQUIIOS (1)	173	260	273	273
45.-	LIMA - HUANUCO	118	120	124	124
46.-	LIMA - TARAPOTO (1)	53	55	56	56
47.-	LIMA - CHIMBOTE	260	279	293	300
48.-	LIMA - HUACHO	193	201	208	209
49.-	LIMA - CHICLAYO	236	275	291	296
50.-	LIMA - TACNA	208	218	226	231
51.-	LIMA - PIURA	271	298	318	318
52.-	LIMA - CAÑETE (2)	51	52	52	52
53.-	LIMA - CHACHAPOYAS (1)	28	28	29	29
54.-	LIMA - HUARAL (2)	56	58	59	59
55.-	PIURA - CHIMBOTE	18	20	20	23
56.-	PIURA - SULLANA (2)	70	84	86	86
57.-	PIURA - TALARA	66	69	71	71
58.-	PIURA - TUMBES	54	95	98	98

E N L A C E S	REQUERIMIENTOS DE CIRCUITOS*			
	1984	1985	1986	1987
59.- TACNA - CUSCO	19	19	19	20
60.- TACNA - ILO	93	95	97	97
61.- TACNA - MOQUEGUA	87	89	90	91
62.- TARAPOTO - CHICLAYO (1)	18	18	19	19
63.- TARAPOTO - MOYOBAMBA (2)	35	35	35	35
64.- TARAPOTO - YURIMAGUAS (2)	31	31	31	31
65.- TRUJILLO - TARAPOTO (1)	20	21	21	21
66.- TRUJILLO - LIMA	325	365	398	400
67.- TRUJILLO - CHIMBOTE	99	110	115	118
68.- TRUJILLO - HUACHO	25	26	26	28
69.- TRUJILLO - PIURA	63	69	73	73
70.- TRUJILLO - CAJAMARCA (2)	86	89	91	91
71.- TRUJILLO - CHEPEN (2)	48	56	84	85
72.- TRUJILLO - PACASMAYO	55	62	82	83
DOMSAT (1)	393	489	508	508
OTROS MEDIOS DE TRANSM. (2)	639	686	730	737
MICROONDAS	5095	5524	5791	5863
TOTAL	6127	6699	7029	7108

\* : Incluye telefonía más otros servicios.

## 2.8 Equipamiento de la Red

Habiéndose calculado la demanda de circuitos por enlace, se procedió a calcular la cantidad de grupos básicos de 12 canales que le correspondía a cada ruta para los años 1983 al 1986. Estos valores fueron usados para dimensionar cada tramo de la Red de Microondas.

Dado que siempre el número  $N$  que representa la cantidad de grupos básicos es múltiplo de 12 y no siendo "n" siempre múltiplo de 12, había que tomar una decisión respecto al error relativo a cometer al efectuar la transformación de  $n$  a  $N$ . En este sentido se decidió relacionar a ambas variables de la siguiente manera:

$$N = \lceil n/12 + .75 \rceil$$

El cual nos dice que  $N$  es igual a la parte entera del factor  $(n/12 + .75)$ .

Se tomó este criterio por razones técnicas y económicas, por las cuales se evitaba reducir demasiado la confiabilidad de la comunicación (en ningún caso se quiso que  $P \geq 5\%$ ) o elevar demasiado los costos por equipamiento, predominando el primer factor.

El equipamiento de la R.T.M.O., se muestra en el cuadro

### 2.8.1.

CUADRO 2.8.1.

E N L A C E S	GRUPOS EXIST. (1983)	REQUERIMIENT. GRUPOS BASICOS			
		1984	1985	1986	1987
1.- AREQUIPA - TACNA	8	12	12	13	13
2.- AREQUIPA - LIMA	34	20	23	24	24
3.- AREQUIPA - TRUJILLO	1	3	3	3	3
4.- AREQUIPA - HUANCAYO	--	2	2	2	2
5.- AREQUIPA - CUSCO	8	6	7	7	7
6.- AREQUIPA - ICA	2	3	3	3	3
7.- AREQUIPA - JULIACA	3	8	8	8	8
8.- AREQUIPA - MOLLENDO	2	7	8	10	10
9.- AREQUIPA - CAMANA	1	4	5	5	5
10.- AREQUIPA - ILO	3	--	--	--	--
11.- AREQUIPA - MOQUEGUA	4	--	--	--	--
12.- AREQUIPA - PUNO	3	--	--	--	--
13.- CUSCO - HUANCAYO	2	2	2	2	2
14.- CUSCO - JULIACA	--	3	3	3	3
15.- CUSCO - ABANCAY	2	5	5	5	5
16.- CUSCO - ANDAHUAYLAS	1	4	4	4	5
17.- CUSCO - PTO.MALDONADO(2)	--	3	4	4	4
18.- CHICLAYO - PIURA	4	7	8	9	9
19.- CHICLAYO - TRUJILLO	10	9	11	11	12
20.- CHICLAYO - CHIMBOTE	2	3	3	3	3
21.- CHICLAYO - JAEN	--	1	1	1	1

E N L A C E S	GRUPOS EXIST. (1983)	REQUERIMIENT. GRUPOS BASICOS			
		1984	1985	1986	1987
22.- CHICLAYO - LAMBAYEQUE (2)	--	5	6	7	7
23.- CHIMBOTE - HUACHO	--	2	2	2	2
24.- CHIMBOTE - HUARAZ	7	9	9	9	9
25.- HUACHO - BARRANCA (2)	--	5	5	5	5
26.-					
26.- HUANCAYO - IQUITOS (1)	--	4	4	4	4
27.- HUANCAYO - HUANUCO	1	4	4	4	4
28.- HUANCAYO - LA OROYA	2	6	6	6	6
29.- HUANCAYO - TARMA	3	7	7	7	7
30.- HUANCAYO - AYACUCHO	5	5	5	5	5
31.- HUANCAYO - HUANCVELICA	2	4	4	4	4
32.- HUANCAYO - CERRO DE PASCO	2	--	--	--	--
33.- HUANCAYO - PUCALLPA	--	8	8	8	8
34.- LA OROYA - CERRO DE PASCO	1	--	--	--	--
35.- LA OROYA - TARMA	1	--	--	--	--
36.- HUANUCO - TINGO MARIA	3	5	5	5	5
37.- HUANUCO - CERRO DE PASCO	2	4	5	5	5

E N L A C E S	GRUPOS EXIST. (1983)	REQUERIMIENT. GRUPOS BASICOS			
		1984	1985	1986	1987
38.- ICA - HUANCAYO	-.-	2	2	2	2
39.- ICA - MARCONA (2)	-.-	2	2	2	2
40.- ICA - PISCO (2)	-.-	7	7	7	7
41.- ICA - CHINCHA	4	8	8	8	8
42.- ICA - NAZCA	5	3	3	3	3
43.- IQUITOS- TARAPOTO (1)	-.-	3	3	4	4
44.- IQUITOS- TRUJILLO (1)	-.-	2	2	2	2
45.- JULIACA - LIMA	-.-	6	6	6	6
46.- JULIACA - PUNO	2	8	8	9	9
47.- LIMA - CUSCO	9	17	19	20	21
48.- LIMA - ICA	24	25	26	27	28
49.- LIMA - HUANCAYO	35	31	35	36	36
50.- LIMA - IQUITOS (1)	-.-	15	22	23	23
51.- LIMA - HUANUCO	5	10	10	11	11
52.- LIMA - TARAPOTO (1)	-.-	5	5	5	5
53.- LIMA - CHIMBOTE	11	22	24	25	25
54.- LIMA - PUCALLPA	5	-.-	-.-	-.-	-.-
55.- LIMA - HUACHO	10	16	17	18	18
56.- LIMA - CHICLAYO	10	22	23	25	25
57.- LIMA - TACNA	7	18	18	19	20
58.- LIMA - PIURA	9	23	25	27	27

E N L A C E S		GRUPOS EXIST. (1983)	REQUERIMIENT.		GRUPOS BASICOS	
			1984	1985	1986	1987
59.-	LIMA - LA OROYA	3	-.-	-.-	-.-	-.-
60.-	LIMA - TALARA	1	-.-	-.-	-.-	-.-
61.-	LIMA - TARMA	1	-.-	-.-	-.-	-.-
62.-	LIMA - CERRO DE PASCO	3	-.-	-.-	-.-	-.-
63.-	LIMA - AYACUCHO	1	-.-	-.-	-.-	-.-
64.-	LIMA - CHINCHA	1	-.-	-.-	-.-	-.-
65.-	LIMA - CAÑETE (2)	-.-	5	5	5	5
66.-	LIMA - CHACHAPOYAS (1)	-.-	3	3	3	3
67.-	LIMA - HUARAL (2)	-.-	5	5	5	5
68.-	PIURA - CHIMBOTE	-.-	2	2	2	2
69.-	PIURA - SULLANA (2)	-.-	6	7	7	7
70.-	PIURA - TALARA	4	6	6	6	6
71.-	PIURA - TUMBES	5	5	8	8	8
72.-	PUCALLPA - HUANUCO	3	-.-	-.-	-.-	-.-
73.-	TACNA - CUSCO	-.-	2	2	2	2
74.-	TACNA - MOQUEGUA	-.-	8	8	8	8
75.-	TACNA - ILO	1	8	8	8	8
76.-	TARAPOTO - CHICLAYO (1)	-.-	2	2	2	2
77.-	TARAPOTO - MOYOBAMBA (2)	-.-	3	3	3	3
78.-	TARAPOTO - YURIMAGUAS (2)	-.-	3	3	3	3

E N L A C E S	GRUPOS EXIST. (1983)	REQUERIMIENT.		GRUPOS BASICOS	
		1984	1985	1986	1987
79.- TRUJILLO - TARAPOTO (1)	--	2	2	2	2
80.- TRUJILLO - LIMA	33	27	31	33	35
81.- TRUJILLO - CHIMBOTE	9	9	9	10	10
82.- TRUJILLO - HUACHO	--	2	2	2	3
83.- TRUJILLO - PIURA	6	6	6	6	6
84.- TRUJILLO - CAJAMARCA (2)	--	7	8	8	8
85.- TRUJILLO - CHEPEN (2)	--	4	5	7	7
86.- TRUJILLO - PACASMAYO	5	5	5	7	7
<hr/>					
DOMSAT (1)		36	43	45	45
OTROS SERVICIOS (2)		56	61	64	64
MICROONDAS	331	443	473	495	503
T O T A L		535	577	604	614

## 2.9 Tramos de la Red a ser Ampliados al (2 + 1)

Habiéndose determinado las necesidades de grupos básicos - de 12 canales en cada tramo de la Red Troncal de Microondas, el siguiente paso fue el de cuantificar la cantidad de canales que soportaría cada ruta para finalmente definir los tramos de la R.T.M.O., que serían ampliadas al (2 + 1).

A continuación, mediante un ejemplo hipotético explicaremos el procedimiento usado para determinar los tramos de la R.T.M.O. que deban ser ampliados al (2 + 1).

Consideremos una red de M.O. hipotética como la indicada en la figura 2.9.1, con cuatro Centros Primarios A, B, C y D y con dos Centros Locales E y F pertenecientes a los Centros Primarios B y D, respectivamente. La demanda hipotética de circuitos y grupos entre ellos para 1987 se indica en la figura 2.9.2. En función de estos dos datos (constitución de la red y demanda de circuitos o canales por enlace ) se elaboró la figura 2.9.3, en la cual se calculó los tramos a ser ampliados al (2 + 1) (tramo A - C).

El valor de referencia que se ha tomado para decidir la ampliación al (2 + 1) es 900 canales o circuitos, ya que de los 960 canales que se soporta la R.T.M.O., 60 están

..//

asignados a las Fuerzas Armadas, quedando un efectivo de 900 canales para uso público.

Los canales que soporta cada tramo XY ( $N_{XY}$ ), se calcula de la siguiente manera (ver figura 2.9.3):

$$N_{AB} = N_{AB} + N_{AC} + N_{AD} = 408 + 600 + 308 = 1308 \text{ canales } \acute{o} \\ 109 \text{ grupos b\u00e1sicos.}$$

$$N_{BC} = N_{AC} + N_{AD} + N_{BC} + N_{BD} + N_{BE} = 600 + 300 + 120 + 96 \\ + 180 = 1296 \text{ canales } \acute{o} 108 \text{ grupos b\u00e1sicos.}$$

$$N_{EC} = N_{AC} + N_{AD} + N_{BC} + N_{BD} = 600 + 300 + 120 + 96 = 1116 \\ \text{canales } \acute{o} 93 \text{ grupos b\u00e1sicos.}$$

$$N_{CF} = N_{AD} + N_{BD} + N_{CD} = 300 + 96 + 240 = 636 \text{ canales } \acute{o} - \\ 53 \text{ grupos b\u00e1sicos.}$$

$$N_{FD} = N_{AD} + N_{BD} + N_{CD} + N_{DF} = 300 + 96 + 240 + 120 = 756 \\ \text{canales } \acute{o} 63 \text{ grupos b\u00e1sicos.}$$

En lo que respecta a la actual R.T.M.O., los c\u00e1lculos del total de circuitos que soportan los principales tramos de la misma, se indican en las figuras 2.9.4 al 2.9.15, en donde vemos que los tramos que requieren ser ampliados al (2 + 1) son:

LIMA	CHICLAYO
LIMA	ICA
LIMA	HUANCAYO

FIG: 2.9.1

RED DE MICROONDAS HIPOTETICA

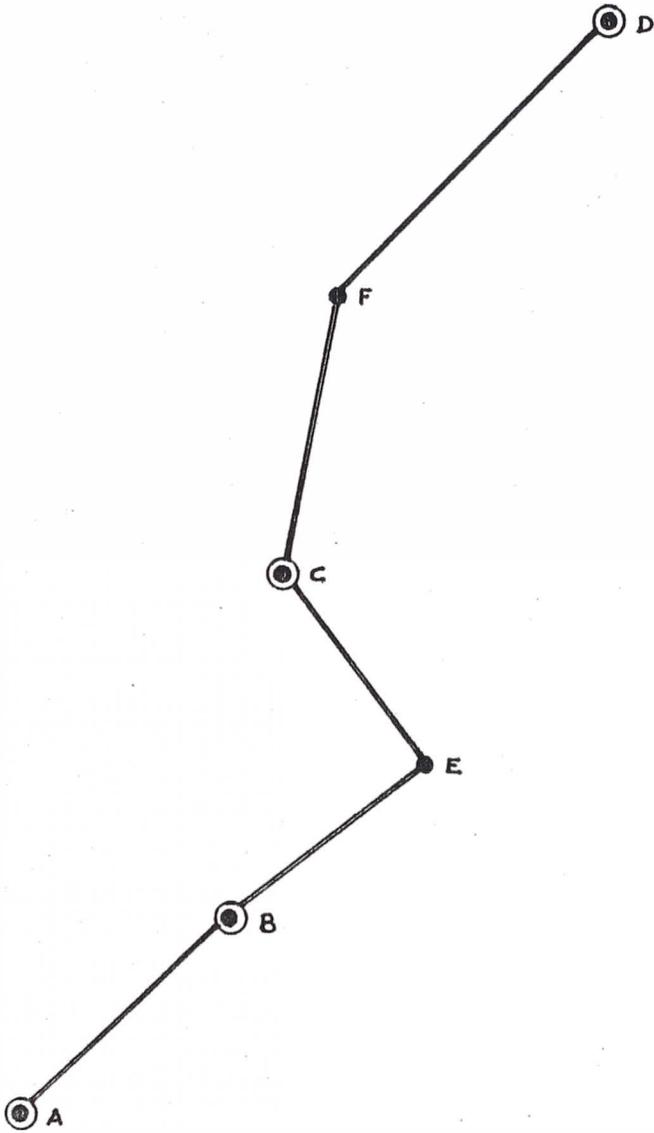


FIG: 2.9.2

DISTRIBUCION HIPOTETICA DE CIRCUITOS GRUPOS  
AÑO 1987

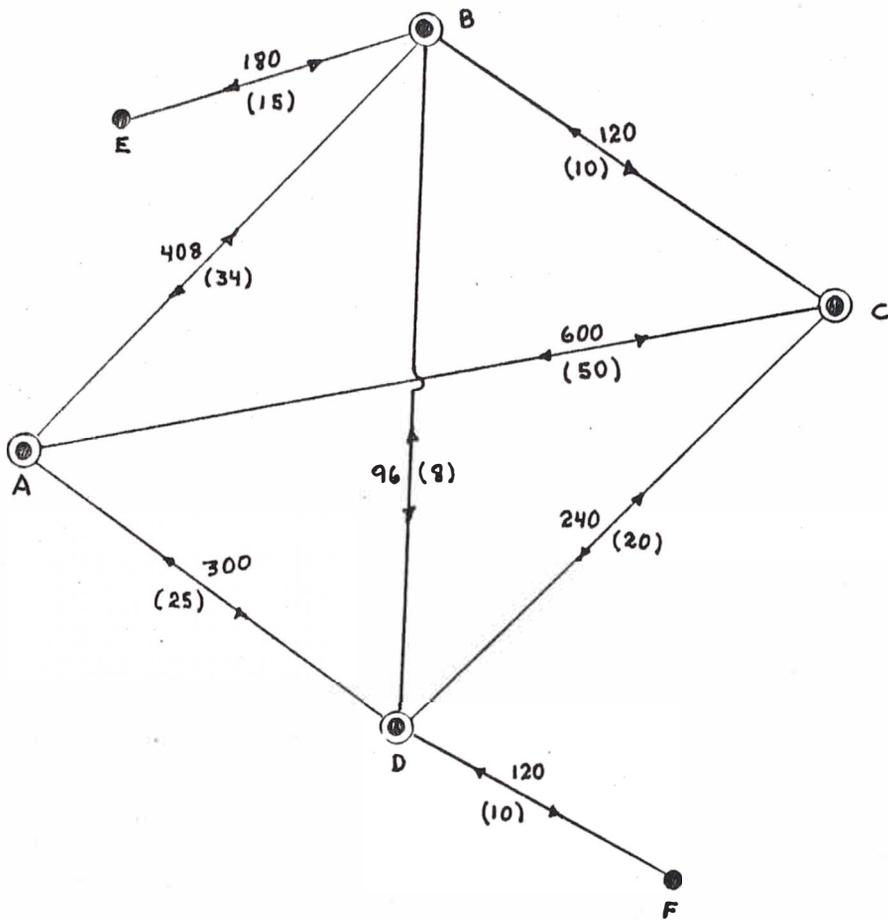
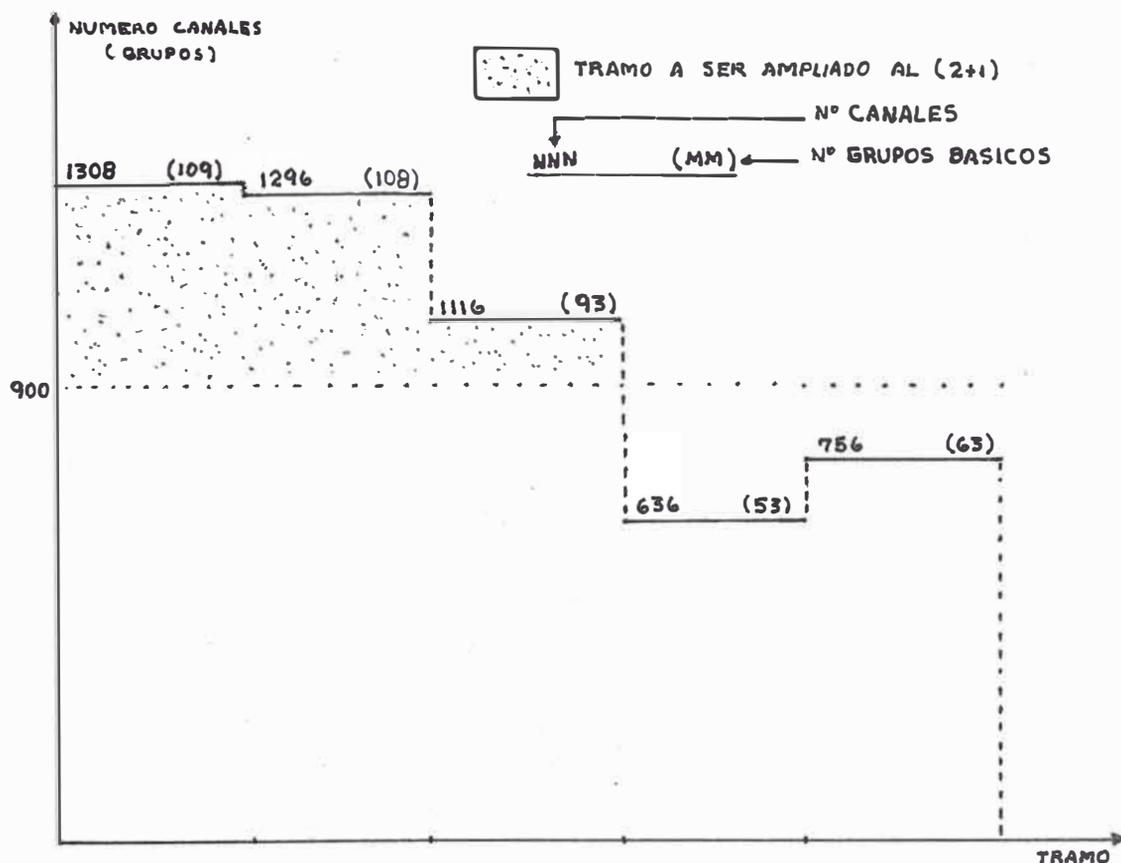
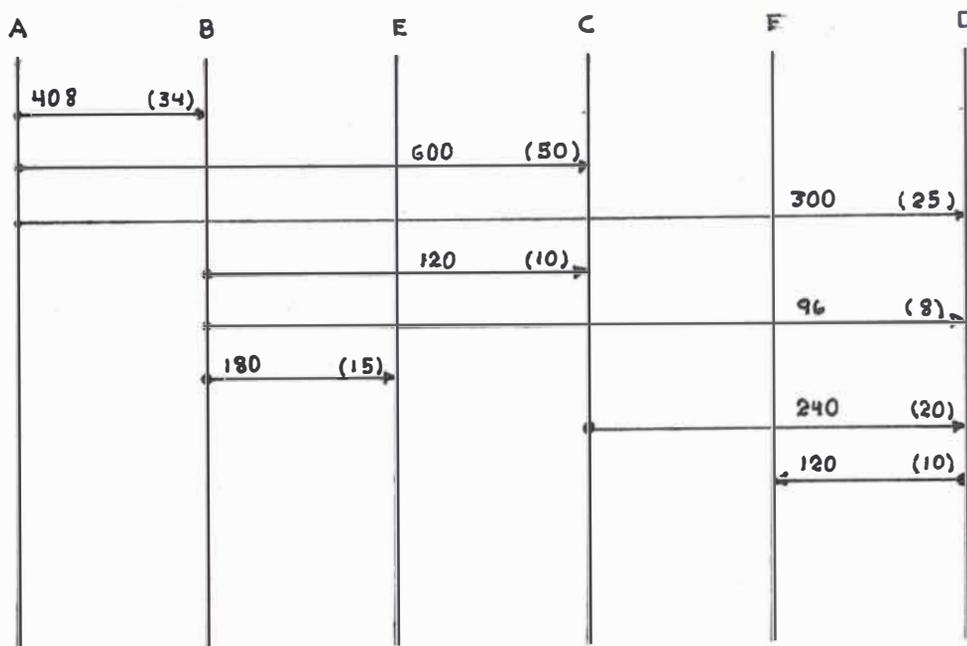
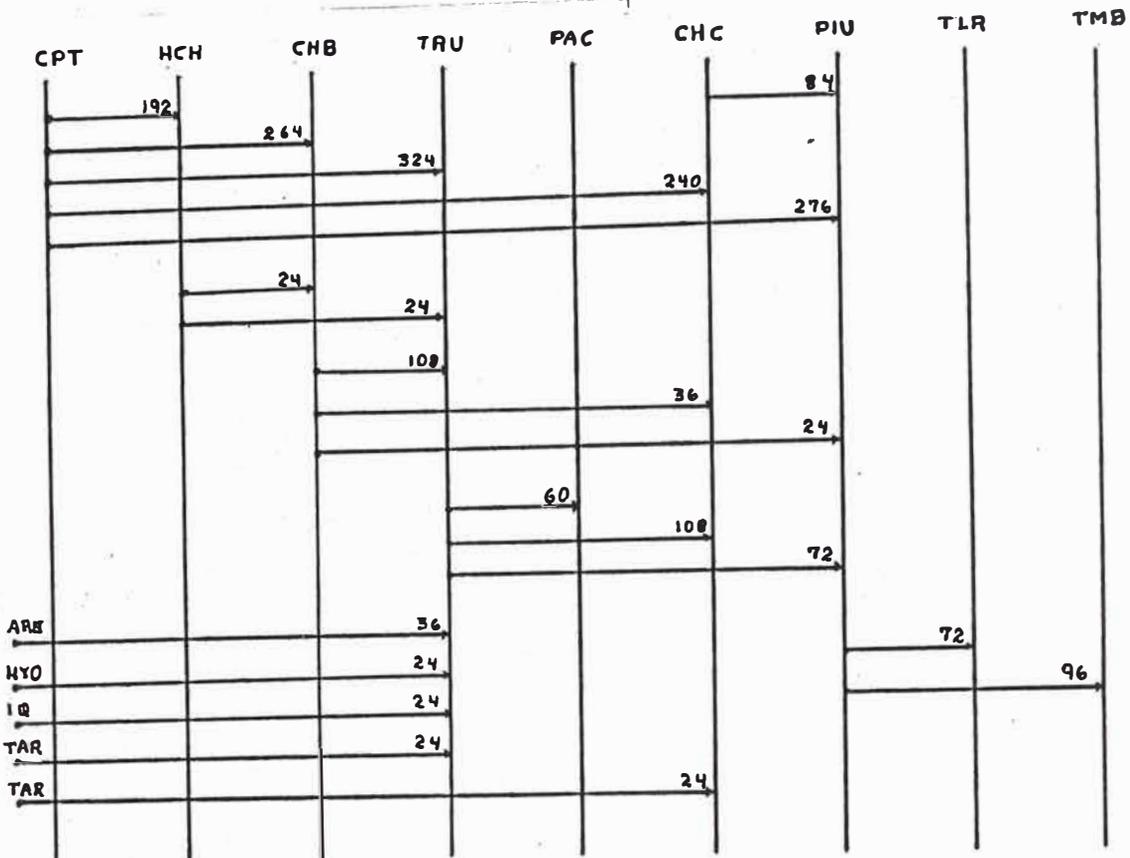


FIG. 2.9.3

TRAMOS DE LA RED HIPOTETICA A SER AMPLIADOS AL (2+1)  
AÑO 1987



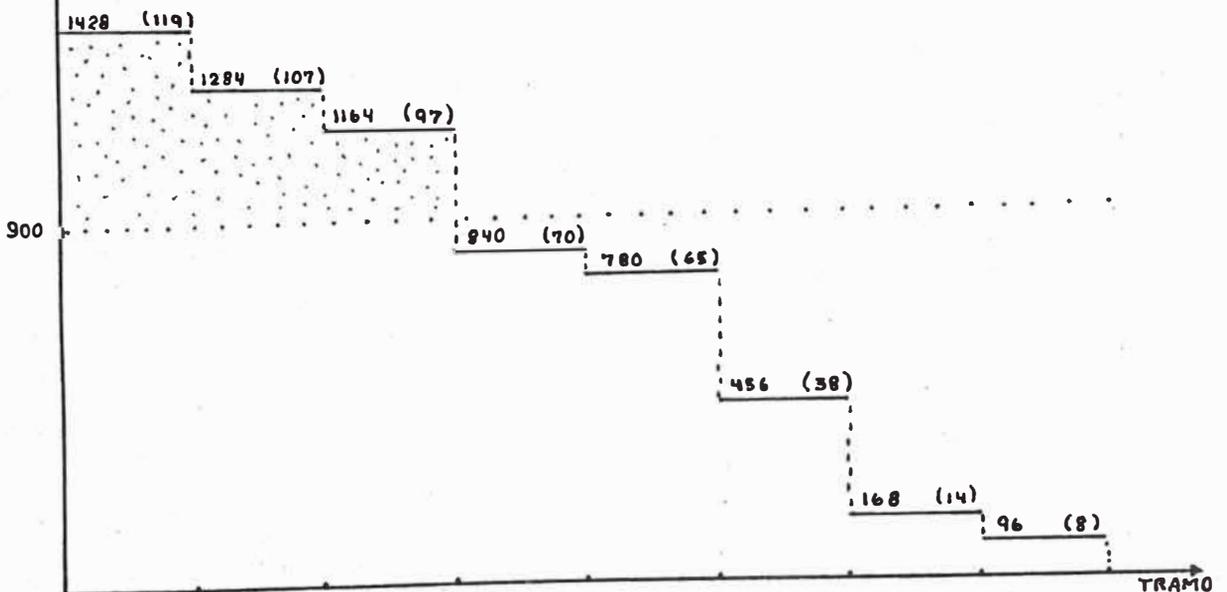
# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL(2+1)-TRAMO CENTRO NORTE AÑO 1984



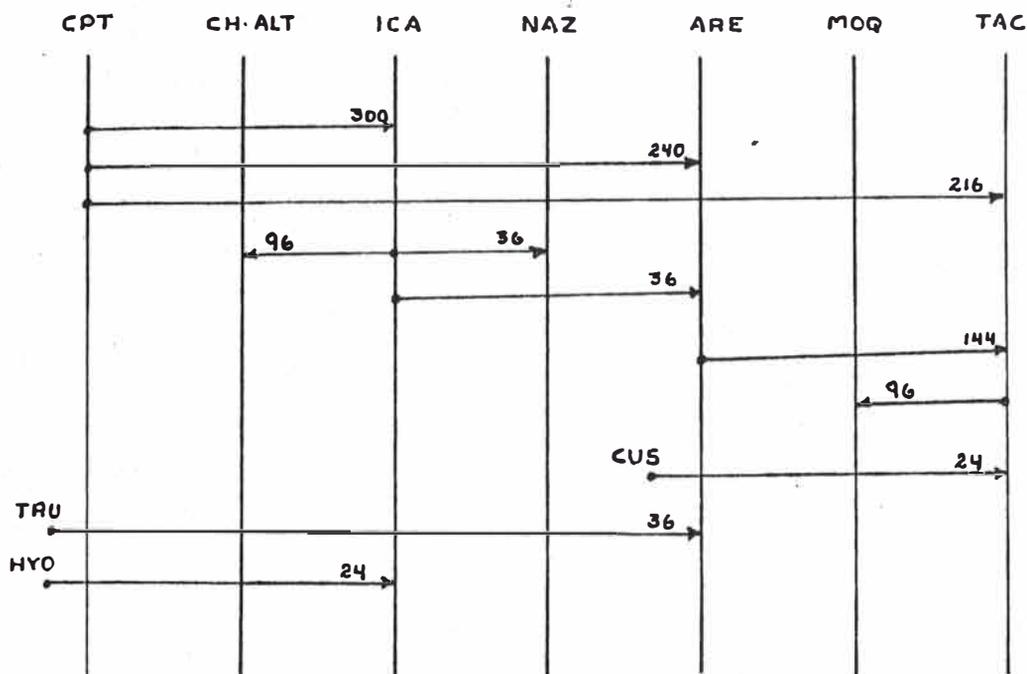
NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



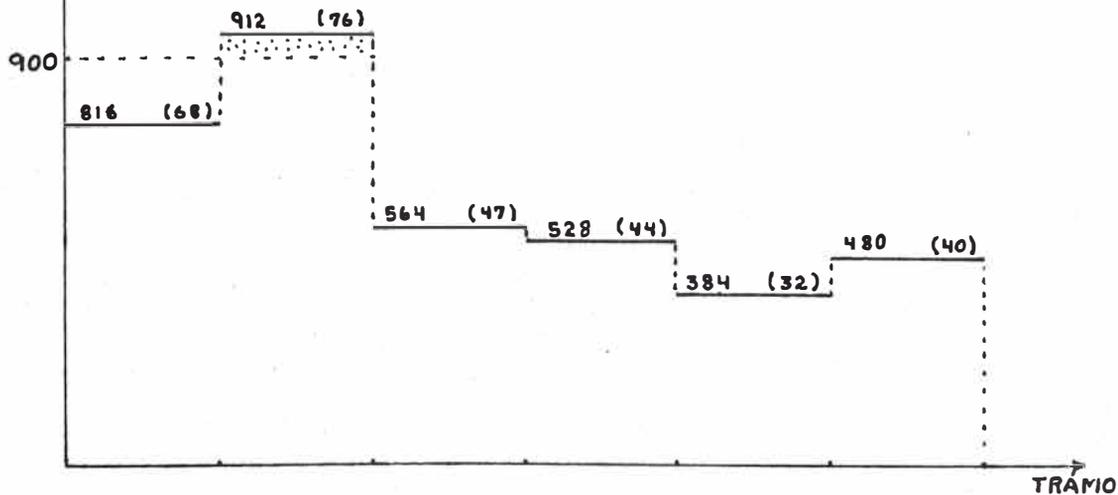
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)



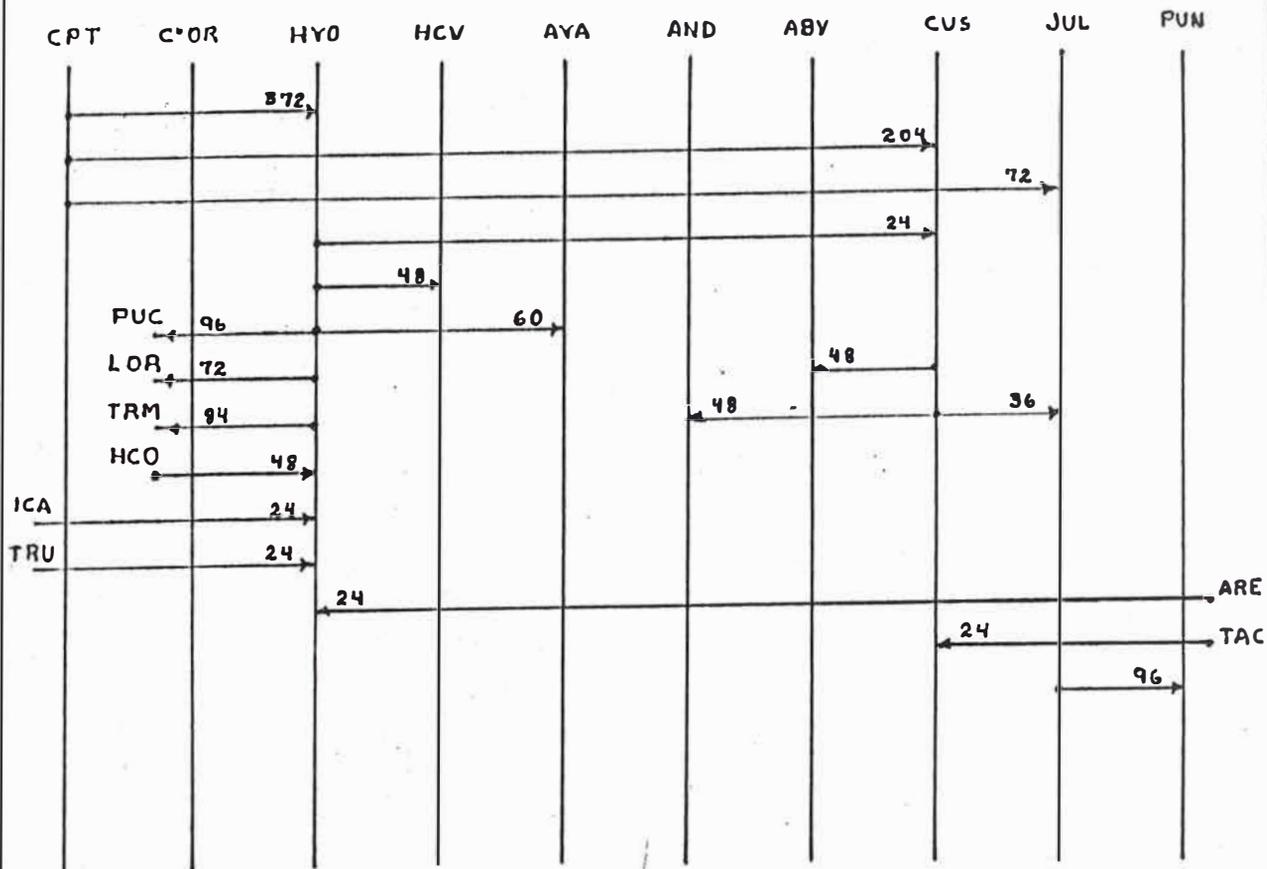
# AMPLIACION DE LA RT.MO. AL (2+1) - TRAMO CENTRO SUR AÑO 1984



NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



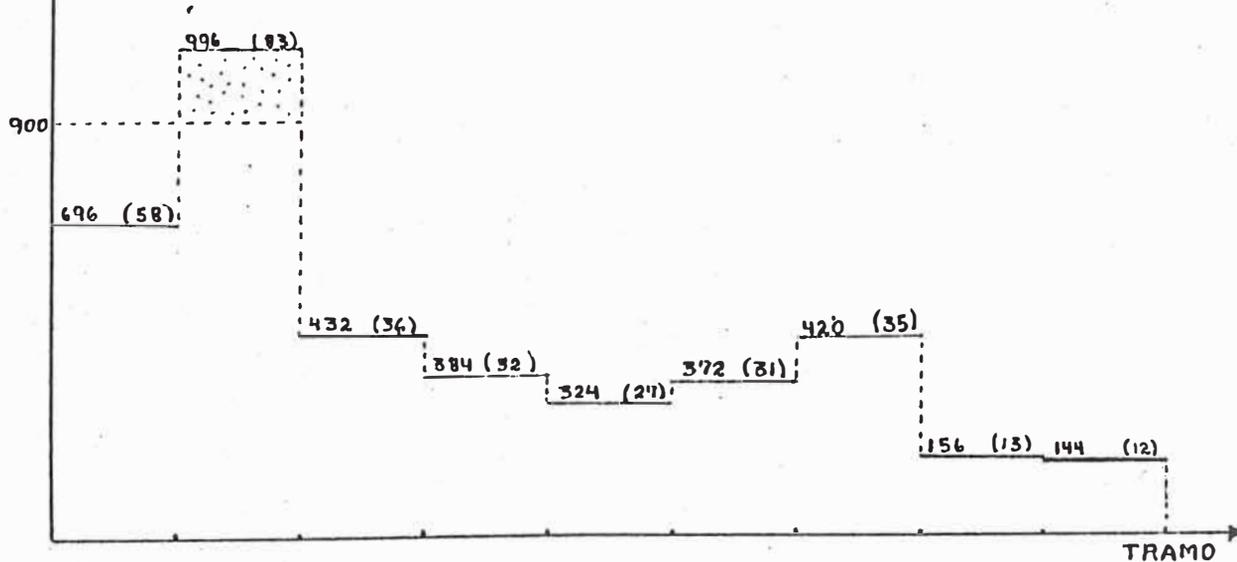
# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL (2+1) - TRAMO CENTRO ORIENTE AÑO 1984



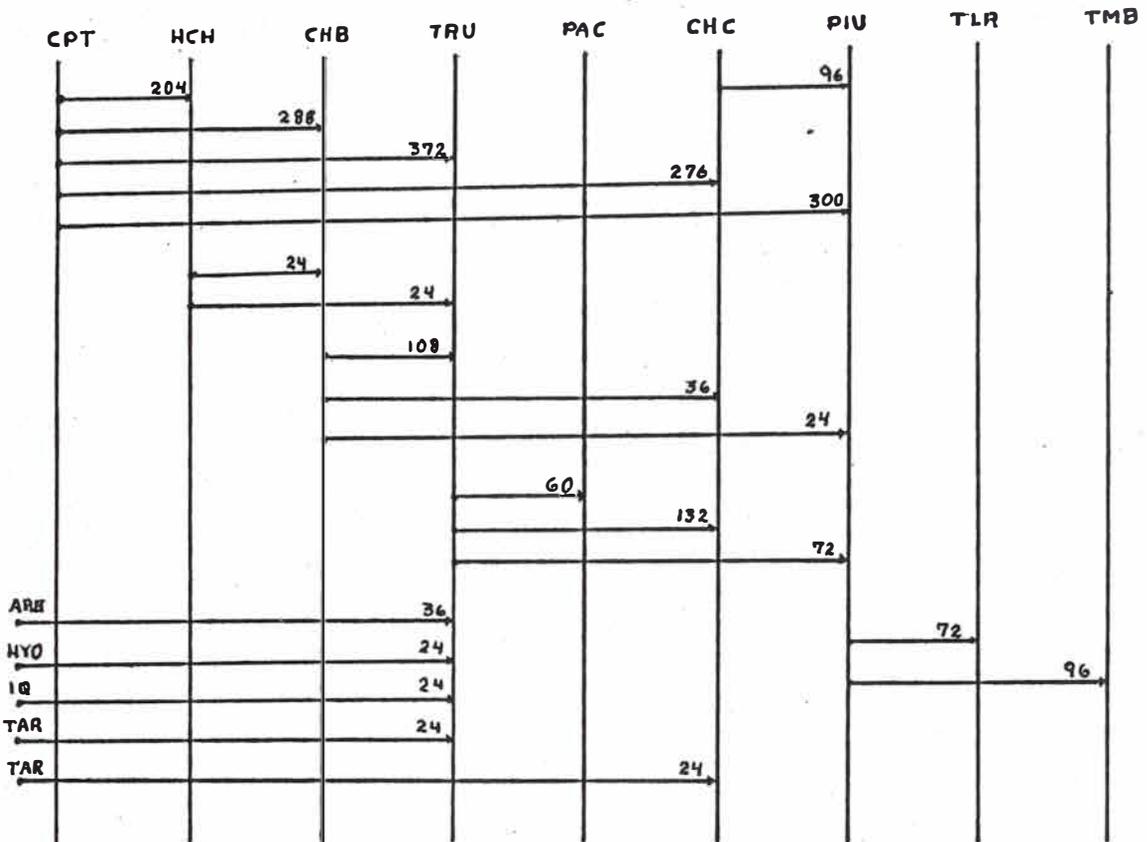
NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



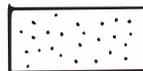
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)



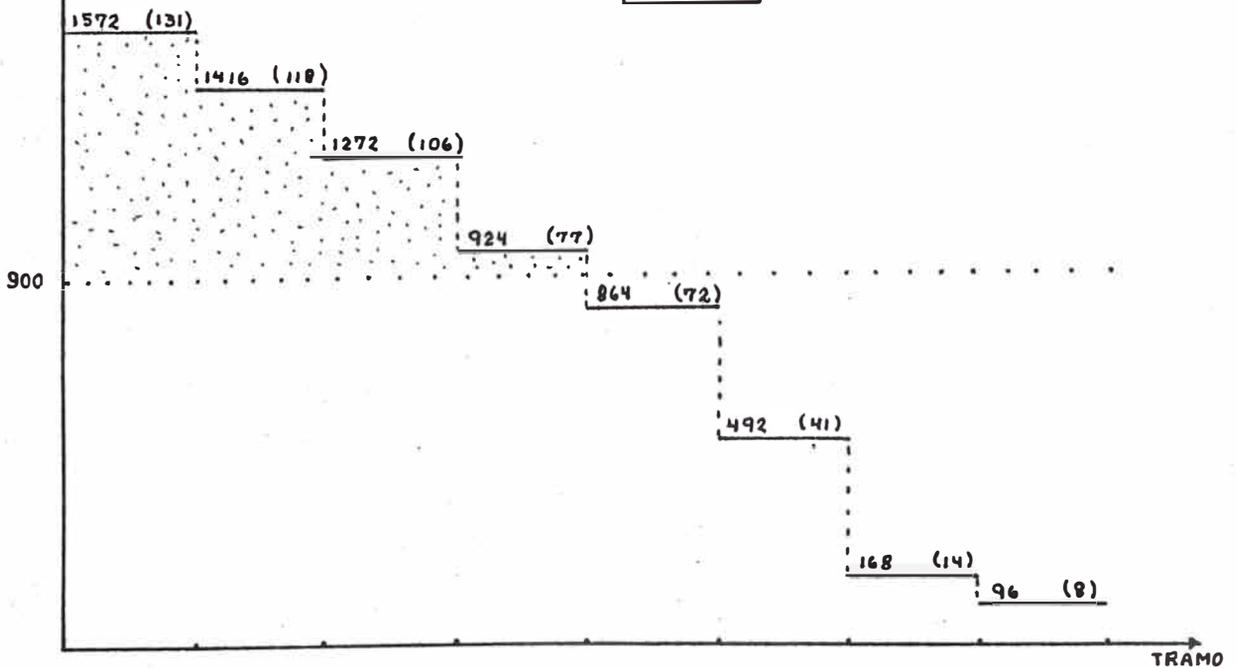
# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL(2+1)-TRAMO CENTRO NORTE AÑO 1985



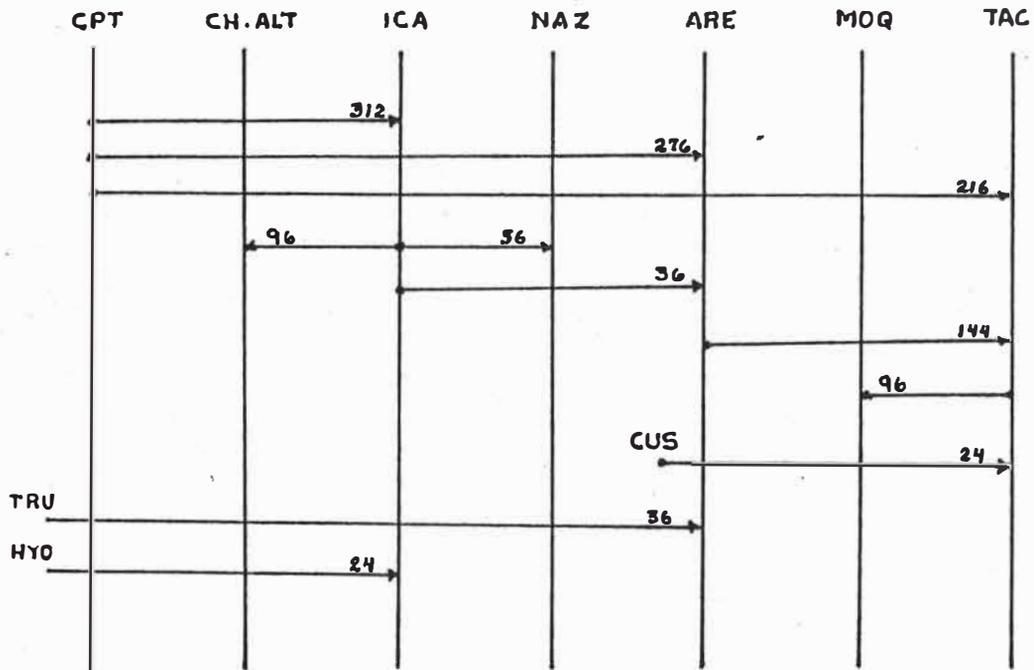
↑ NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



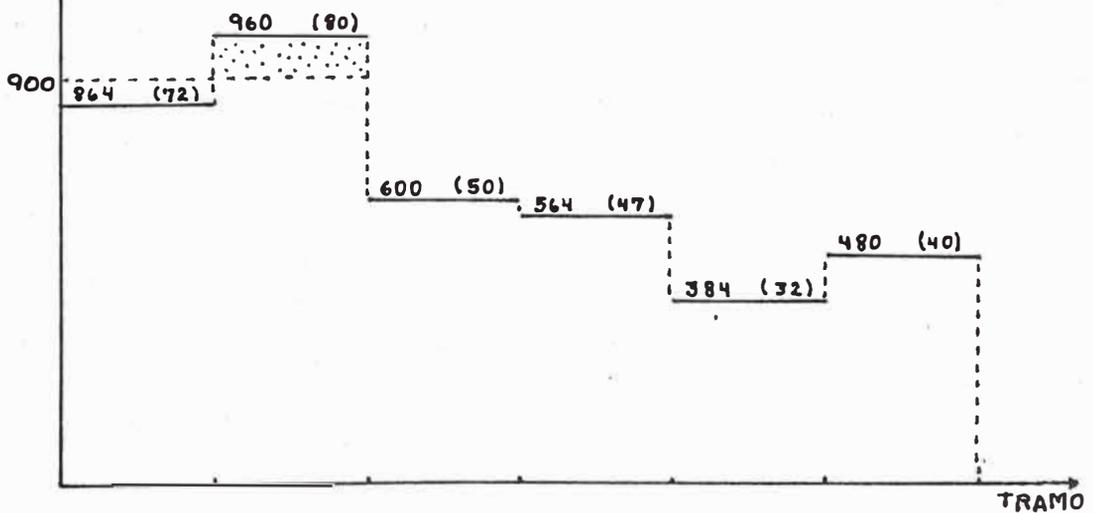
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)



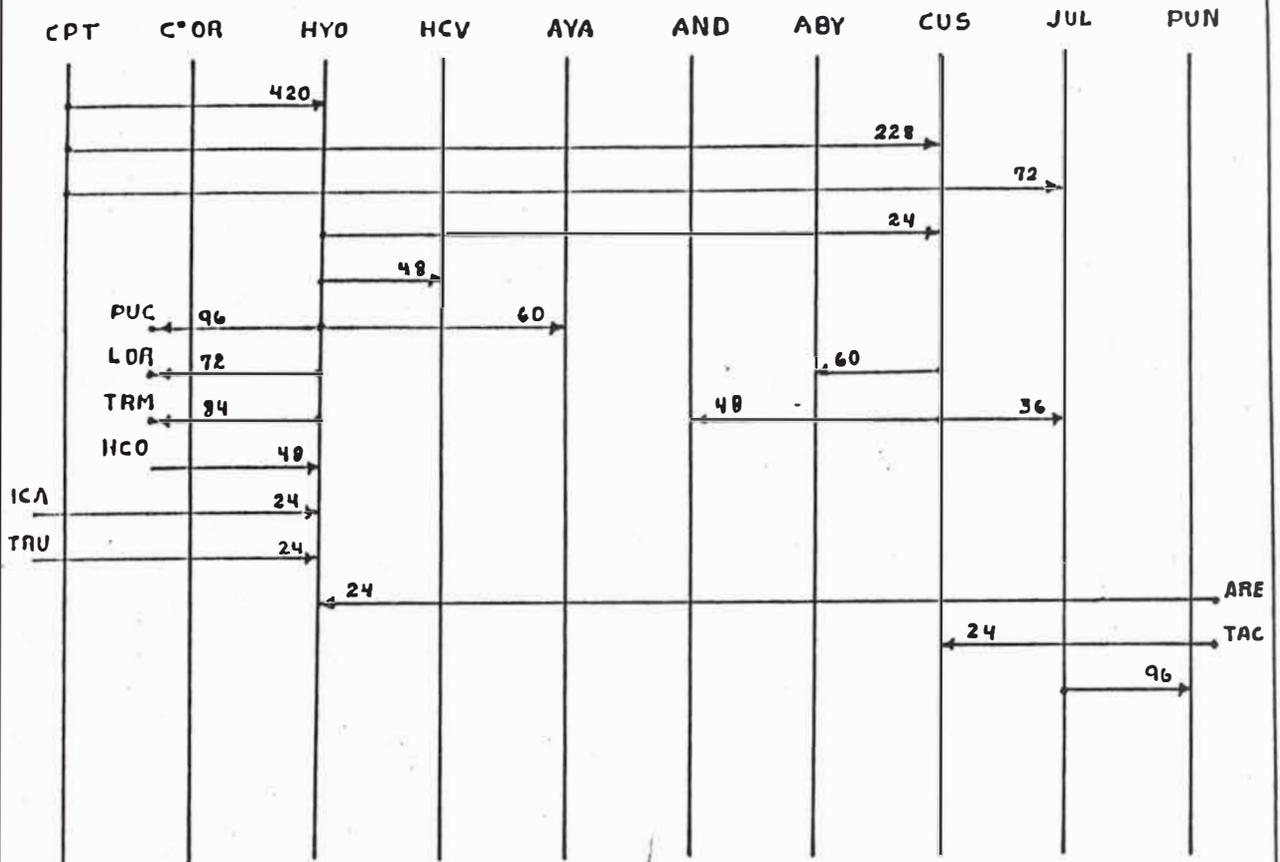
# AMPLIACION DE LA RTMO. AL (2+1) - TRAMO CENTRO SUR AÑO 1985



NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



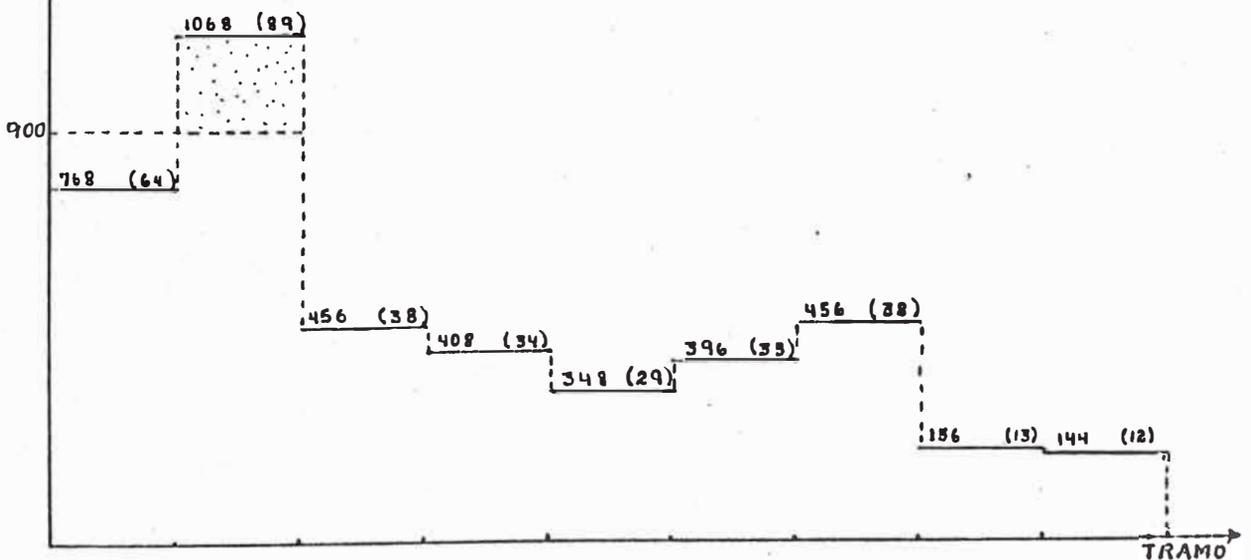
# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL (2+1) - TRAMO CENTRO ORIENTE AÑO 1985



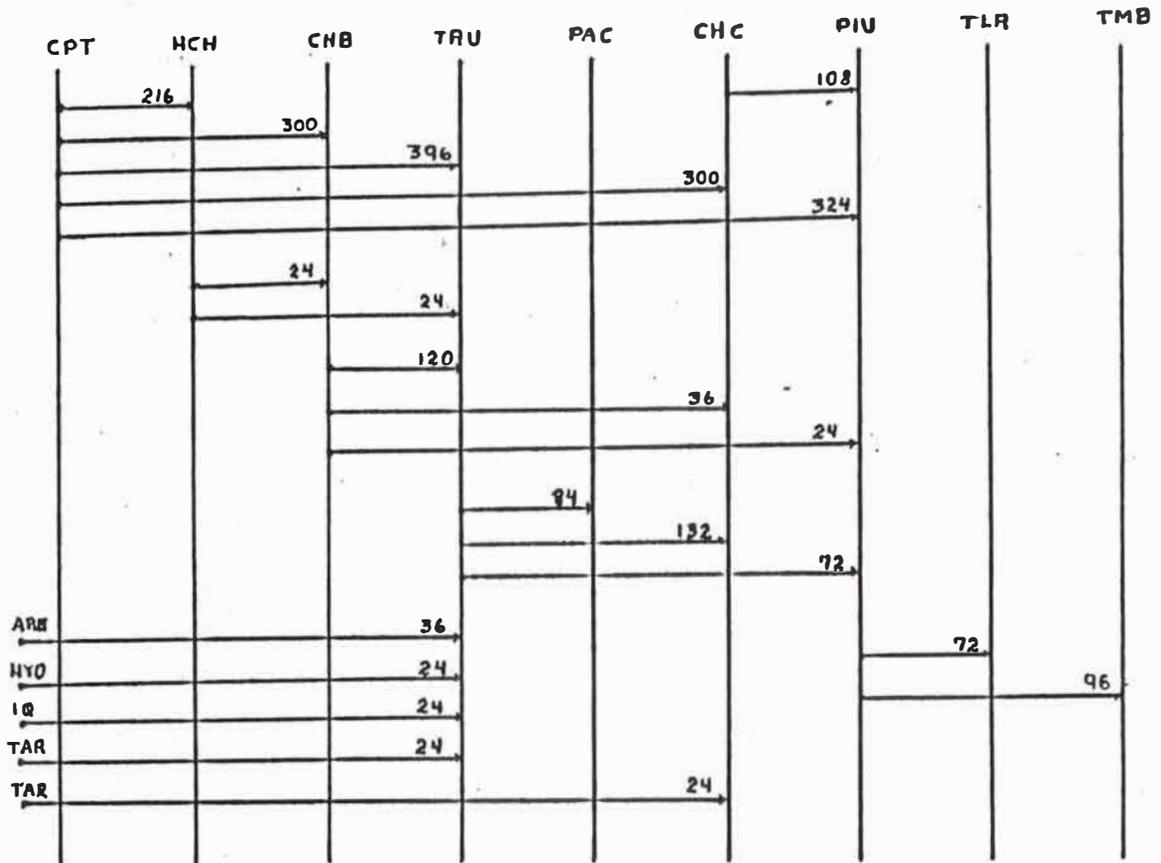
NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



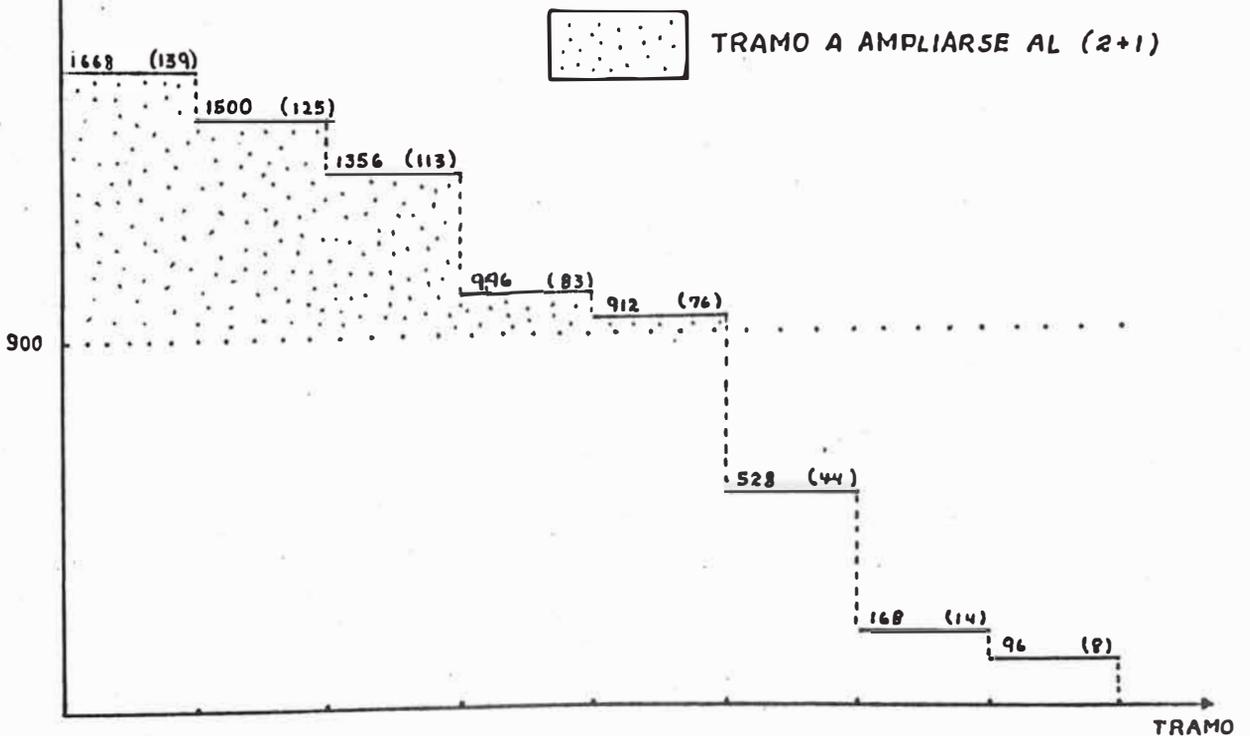
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)



# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL(2+1)-TRAMO CENTRO NORTE AÑO 1986

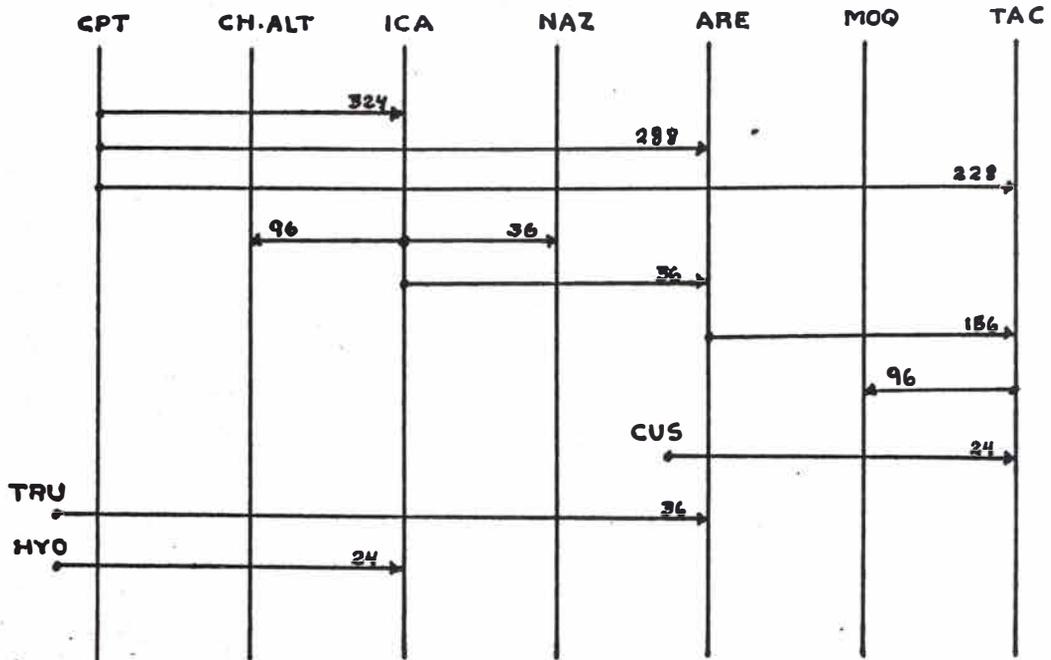


NUMERO DE CANALES (GRUPOS)

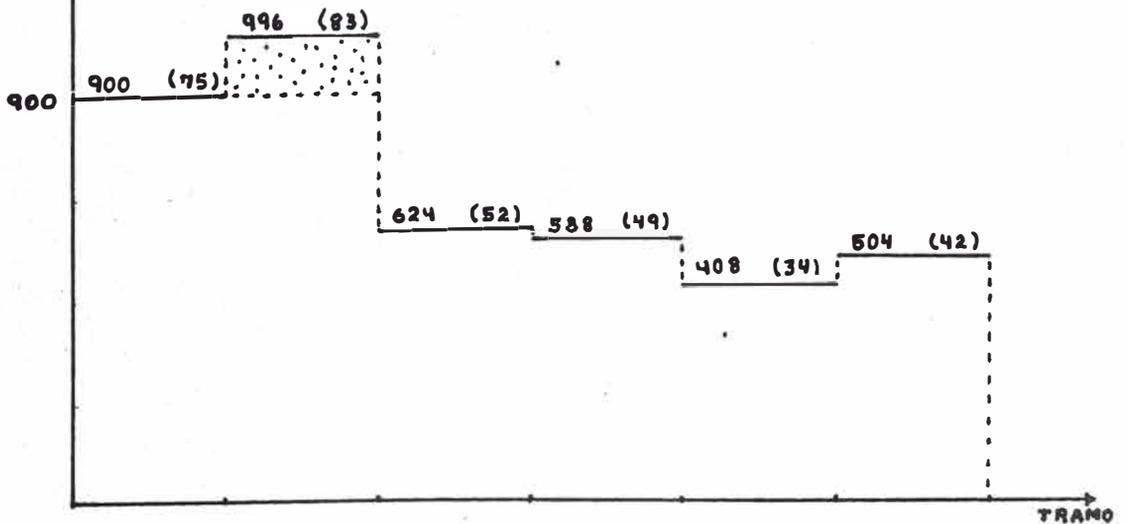


# AMPLIACION DE LA RT.MO. AL (2+1) - TRAMO CENTRO SUR AÑO 1986

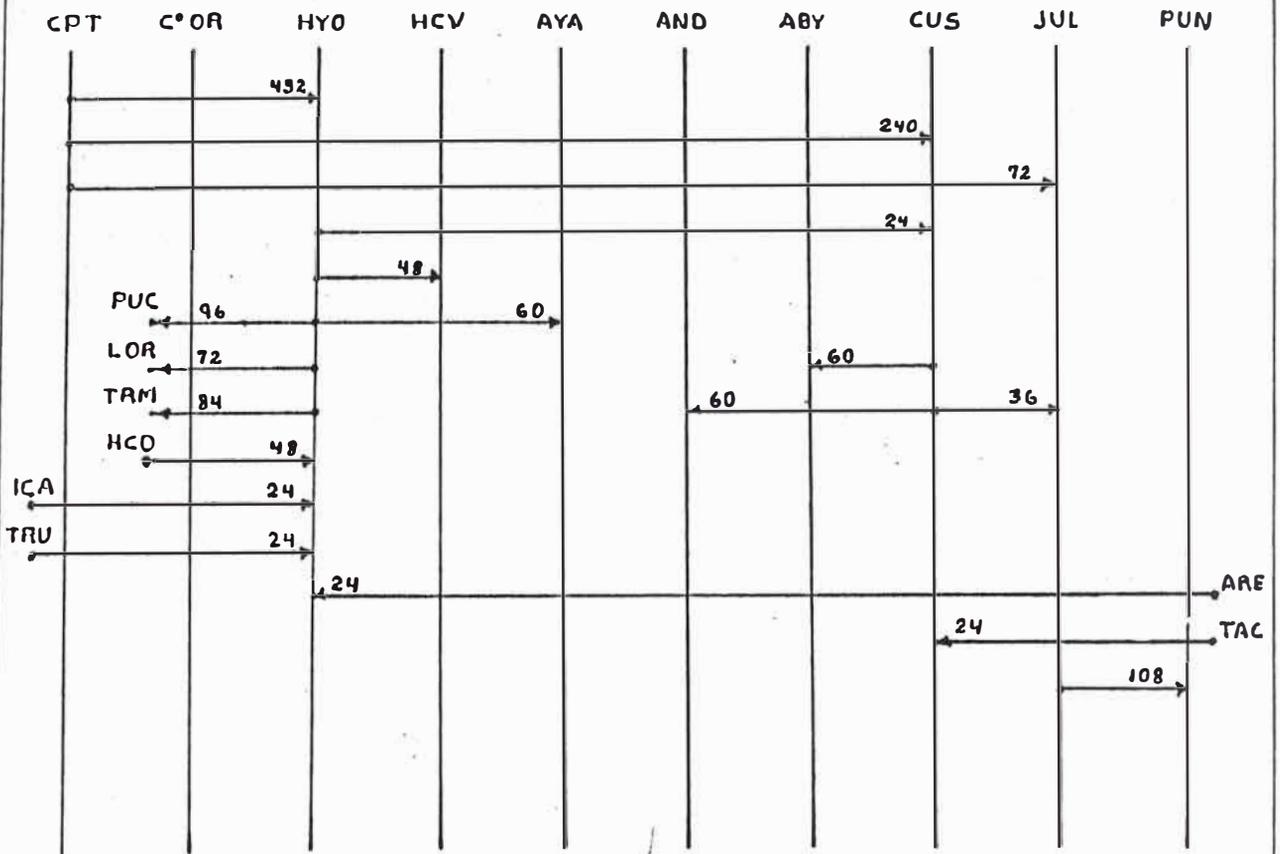
CENTRO SUR



NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



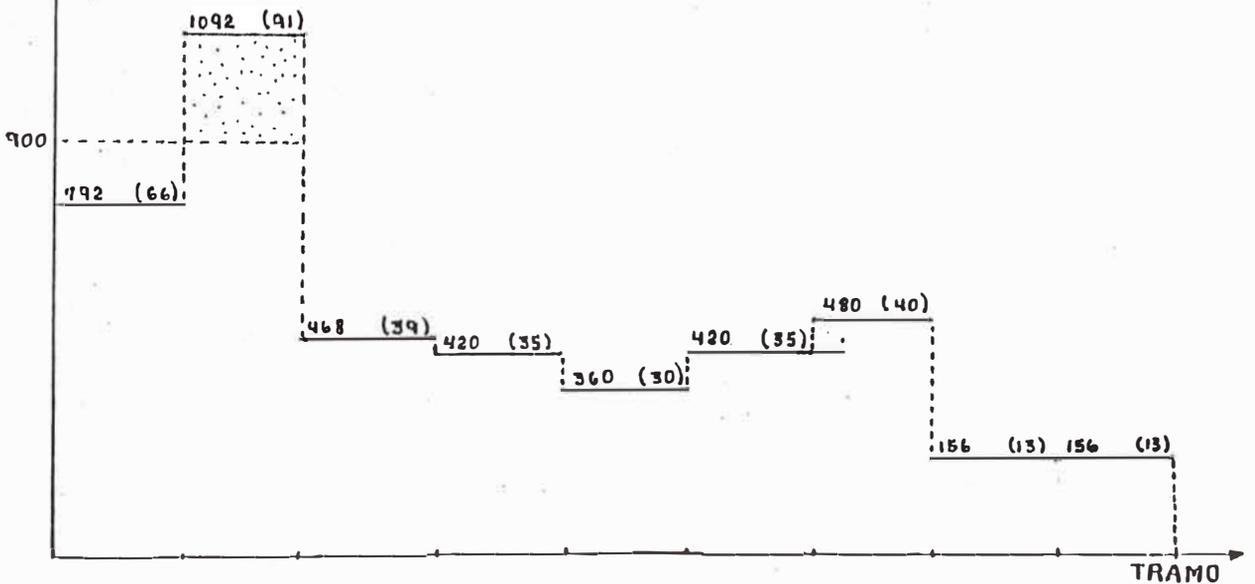
## AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL (2+1) - TRAMO CENTRO ORIENTE AÑO 1986



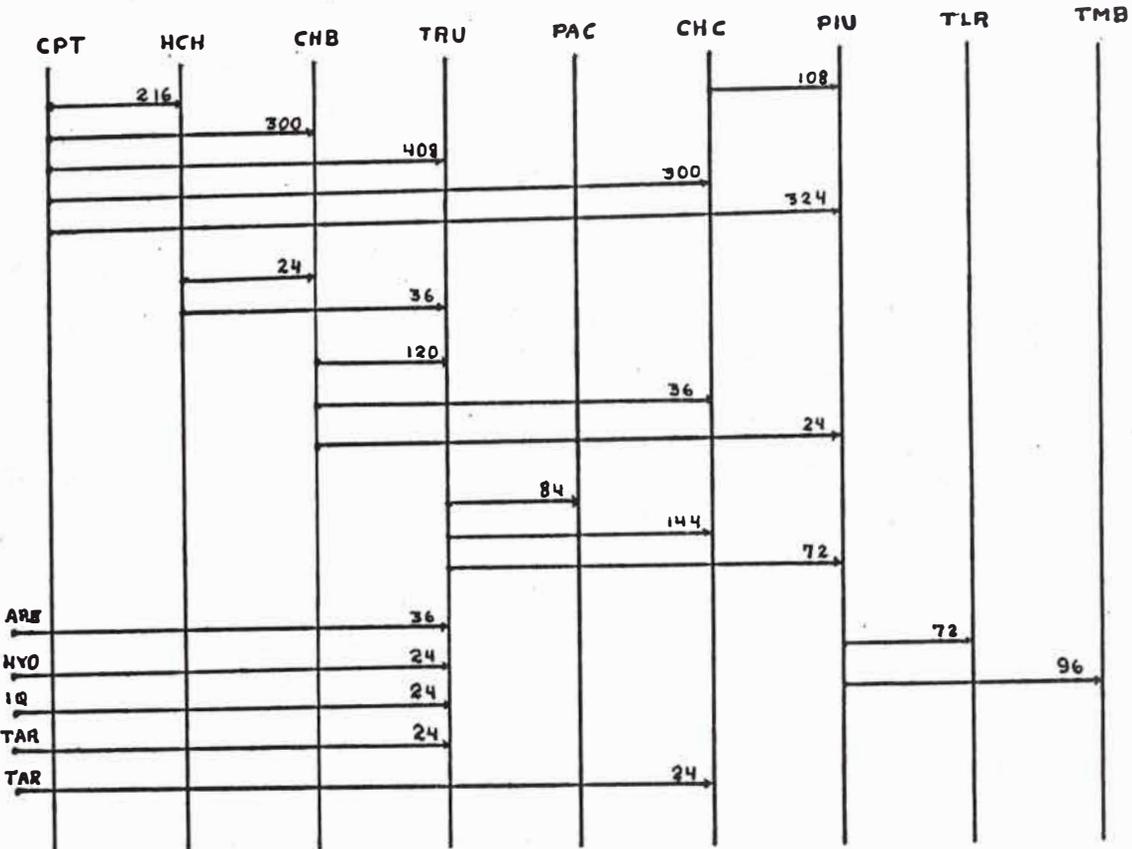
NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



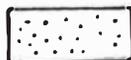
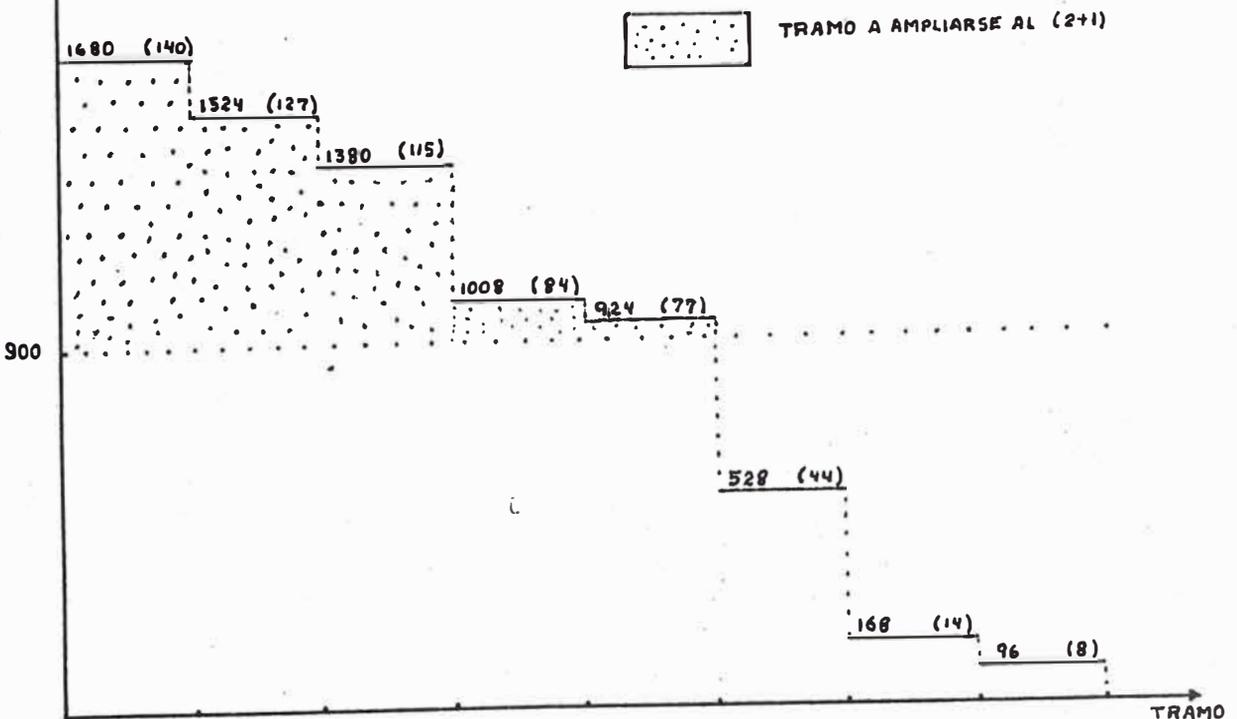
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)



# AMPLIACION DE LA R.T.M.O AL(2+1)-TRAMO CENTRO NORTE AÑO 1987



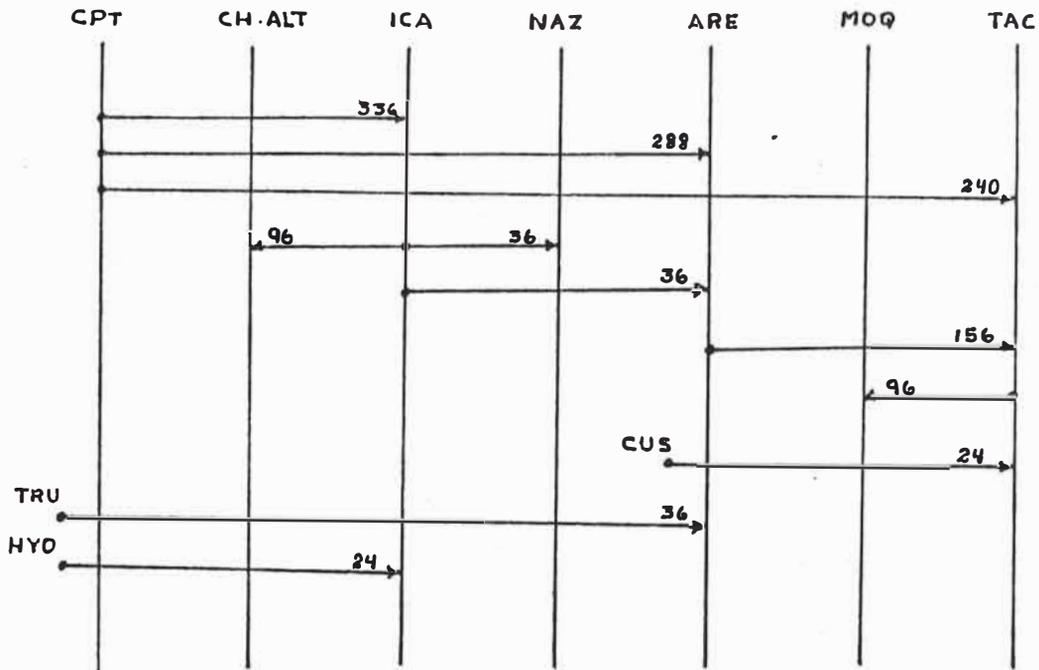
NUMERO DE CANALES (GRUPOS)



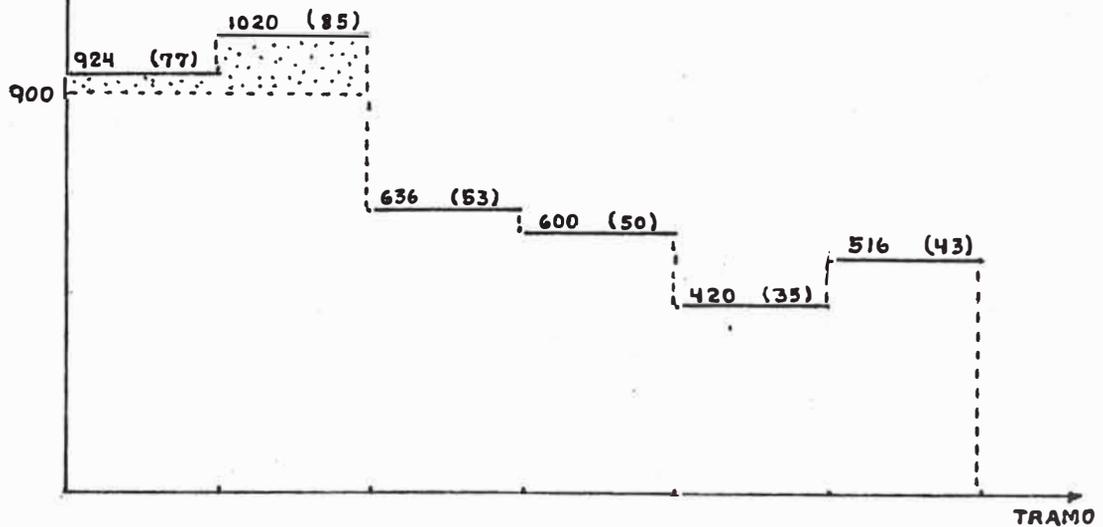
TRAMO A AMPLIARSE AL (2+1)

TRAMO

# AMPLIACION DE LA RT.MO. AL (2+1) - TRAMO CENTRO SUR AÑO 1987



NUMERO DE CANALES (GRUPOS)





CAPITULO III

DESCRIPCION DE ANEXOS

### 3.- DESCRIPCION DE ANEXOS

#### 3.1 Anexo Nº 1

Este Anexo muestra los diagramas de tráfico en Erlangs y - circuitos existentes entre cada Centro Primario, con sus - respectivos Centros Locales. El procedimiento seguido para elaborar estos diagramas han seguido la secuencia indicada en la figura 3.1.1.

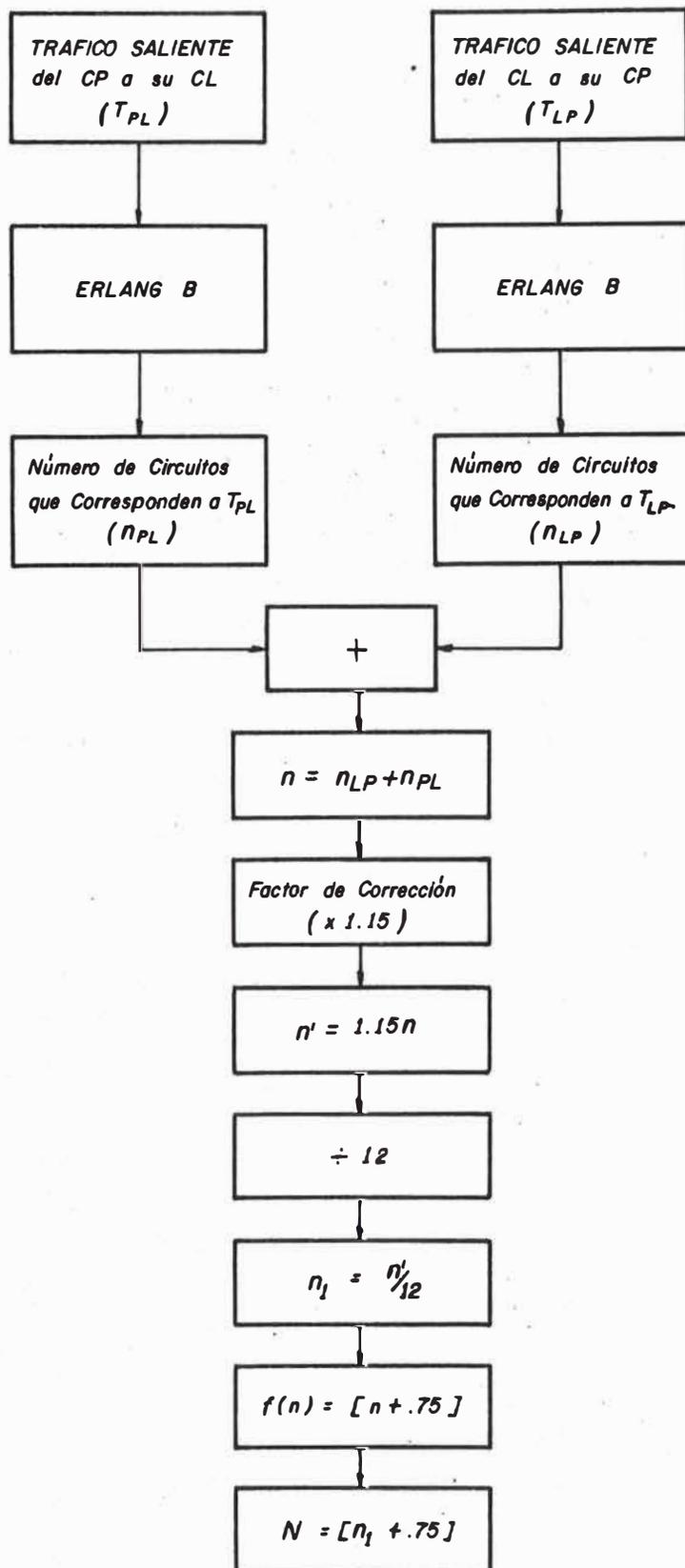
De acuerdo al diagrama de bloques mostrado en la figura 3.1, primeramente determinamos el tráfico saliente de cada Centro Primario (C.P.) hacia su Centro Local (C.L.) y vice versa. Estos datos lo obtenemos de la matriz de tráfico - de 49 x 49. A continuación a cada uno de estos tráficos ( $T_{PL}$  y  $T_{LP}$ ) le calculamos los circuitos que le corresponden con la ayuda de la fórmula "B" de Erlangs. De esta manera, obtenemos las cantidades de circuitos que le corresponden a  $T_{LP}$  y  $T_{PL}$ , respectivamente. El número de circuitos ( $n$ ) a considerar en el enlace CP - CL, será la suma de  $n_{LP}$  y  $n_{PL}$ , es decir:

$$n = n_{LP} + n_{PL}$$

Seguidamente, considerando el efecto de las localidades rurales y otros servicios antes mencionados, al número de circuitos "n" lo agregamos un 15% obteniéndose la demanda real de circuitos ( $n'$ ) donde:

Fig. 3. 1. 1

Procedimiento para Elaborar el Anexo N° 1



$$n' = 1.15 n$$

Como el equipamiento múltiplex de la R.T.M.O., se hace en grupos básicos de 12 canales, al número ( $n'$ ) lo dividimos entre 12 con el propósito de obtener el número de grupos básicos ( $n_1$ ) que le correspondían a ( $n'$ ). Finalmente, evitando que la probabilidad de pérdida de llamada sea mayor o igual al 5%, se determinó la cantidad final ( $N$ ) de grupos básicos a ser equipados en el tramo en estudio. ( $N$ ) se calcula como la parte entera de la suma ( $n_1 + .75$ ). Una idea del proceso seguido hasta el cálculo de ( $n$ ) lo apreciamos en la figura 3.1.2.

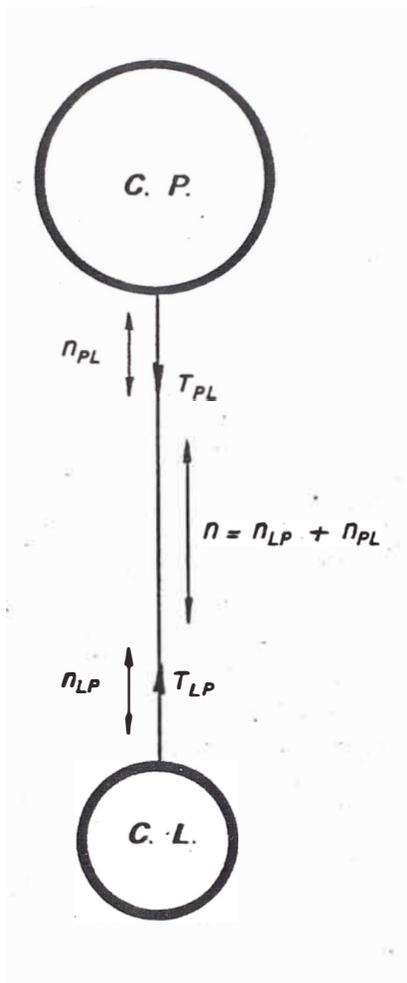
Es importante resaltar el significado de  $T_{LP}$  y  $T_{PL}$ .

En primer lugar,  $T_{LP}$  representa el tráfico total saliente del CL, hacia el resto de localidades ubicadas fuera de su área de influencia, el cual es enrutado a través de su Centro Primario CP.

$T_{PL}$ , representa el tráfico total entrante a CL de todas las localidades ubicadas fuera de su área de influencia, el cual es enrutado vía su CP.

Fig. 3. 1. 2.

*Proceso para Dimensionar un Enlace*



### 3.2 Anexo Nº 2

En este Anexo se muestran los 15 diagramas de tráfico saliente de cada Centro Primario, hacia el resto de Centros Primarios y el diagrama resúmen de tráfico, el cual es la unión de los 15 diagramas elaborados previamente. En este diagrama se indica el tráfico total saliente y entrante por cada enlace. En esta oportunidad, también se han elaborado estos diagramas para los años 1984 al 1987 pero, sólo se han presentado para el año 1987, por ser el método - el mismo para cada año y por ser 1987, el año tomado para dimensionar la R.T.M.O.

Habiéndose determinado el tráfico saliente y entrante por cada enlace, el procedimiento seguido para determinar el equipamiento múltiplex entre cada Centro Primario se muestra en la figura 3.2.1. Tal como observamos en esta figura, la secuencia es análoga a la mostrada en la figura 3.1.1., salvo en que el tráfico es ahora entre Centros Primarios y el factor de corrección es 1.25.

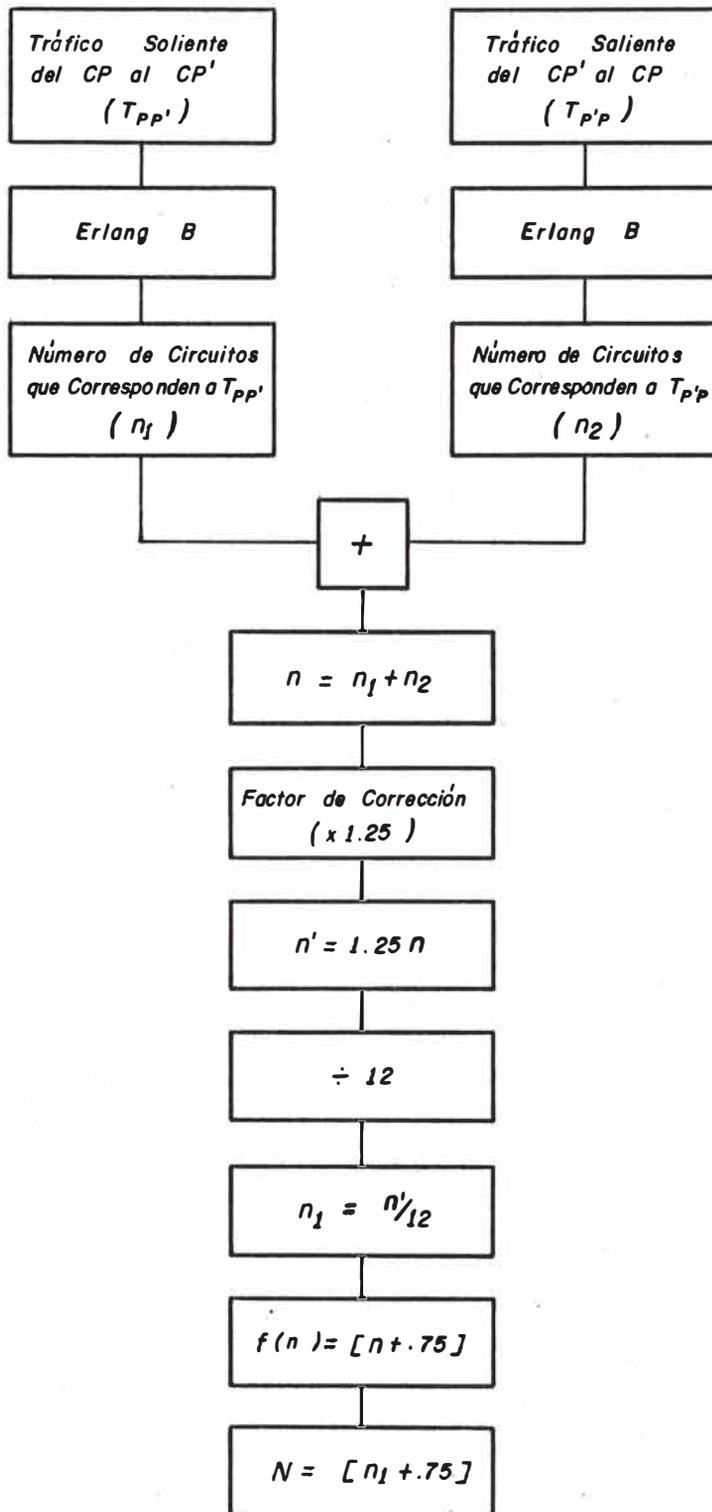
### 3.3 Anexo Nº 3

Habiéndose definido los diagramas de rutas de tráfico, circuitos y equipamiento (en grupos básicos de 12 canales) por enlace entre Centros Primarios entre sí y entre éstos y sus respectivos Centros Locales, se elaboraron los diagramas que unían los presentados en los Anexos 1 y 2 en un

..//

Fig. 3. 2. 1.

### Determinación del Equipamiento Multiplex Entre Centros Primarios



sólo diagrama.

Estos diagramas son:

- i) Diagrama de Tráfico en Erlangs por Enlace
- ii) Diagrama de Circuitos por Enlace
- iii) Diagrama de Circuitos corregidos por Enlace
- iii) Diagrama de Equipamiento.

Estos diagramas se presentaron para los años 1984 al 1987.

A continuación presentamos los anexos I, II y III, antes - referidos.

ANEXO Nº I

## L E Y E N D A



CENTRO DE CONMUTACION PRIMARIA (C.P.)



CENTRO DE CONMUTACION LOCAL (C.L.)

$X_1$

TRAFICO EN ERLANG ENTRANTE A C.L.

$X_2$

TRAFICO EN ERLANGS SALIENTE DEL C.L.

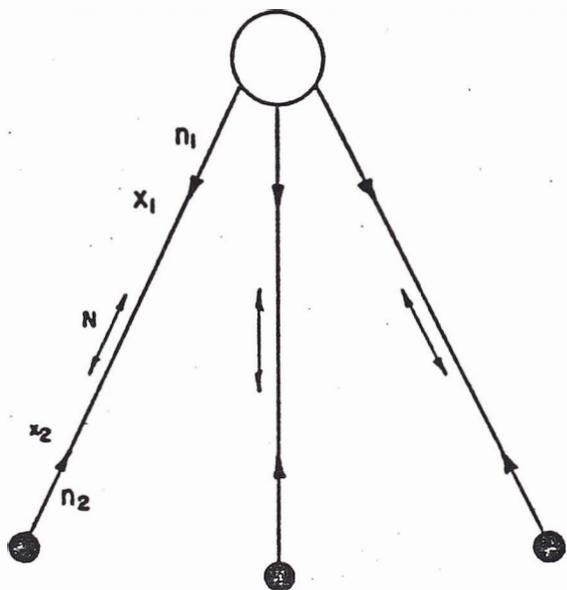
$n_1$

# DE TRONCALES QUE LE CORRESPONDE A  $X_1$  (P. 1%)

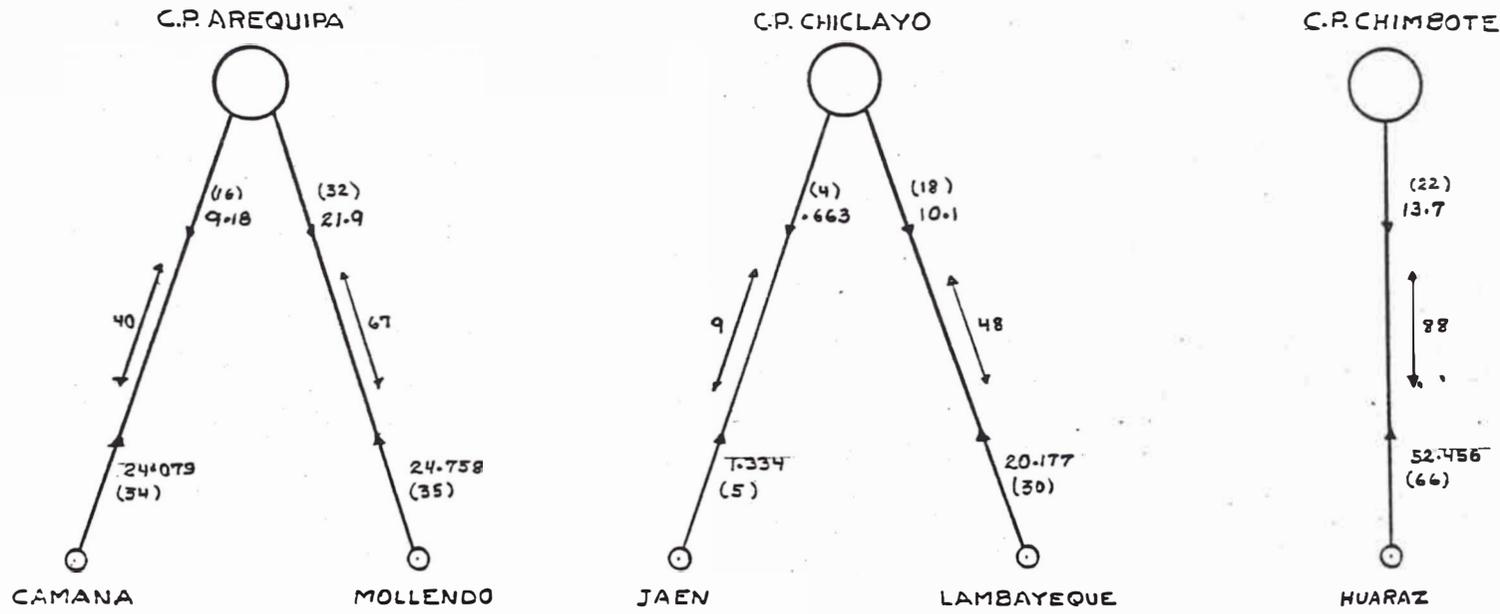
$n_2$

# DE TRONCALES QUE LE CORRESPONDE A  $X_2$

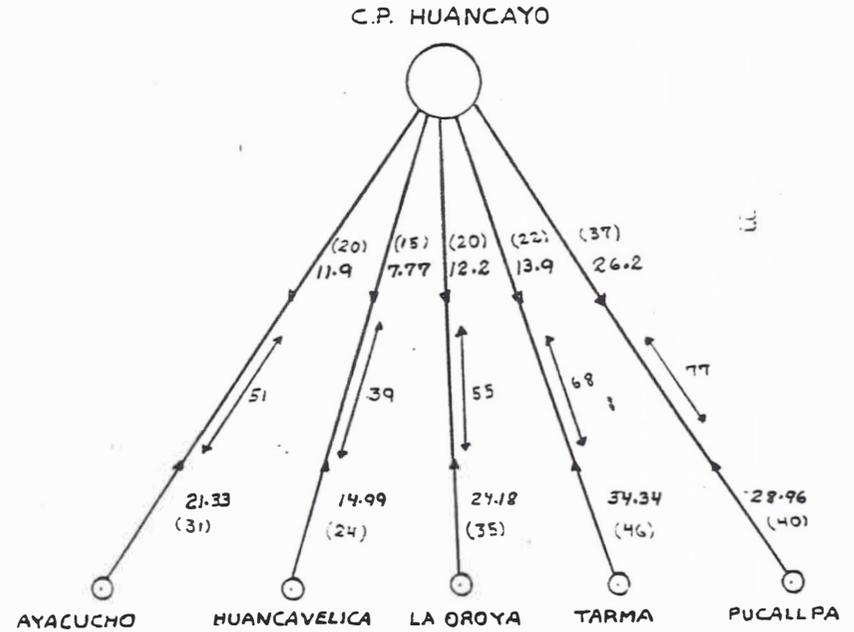
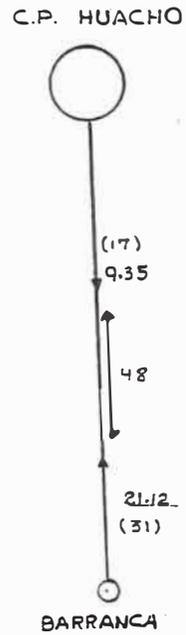
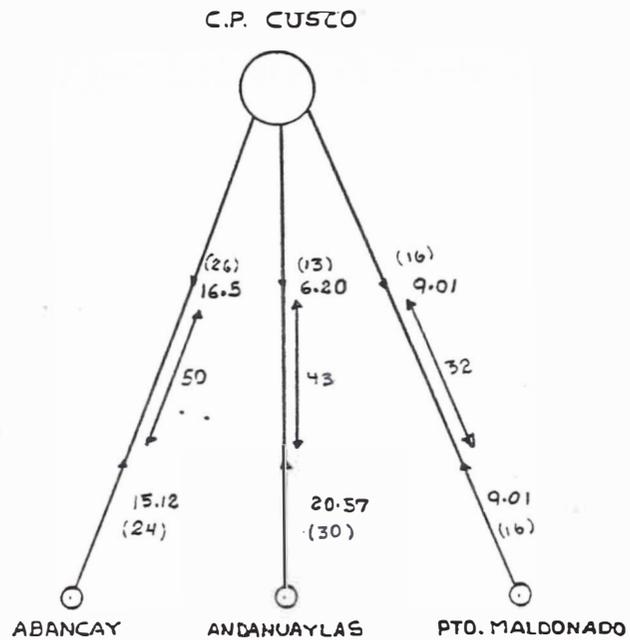
$$N = n_1 + n_2$$



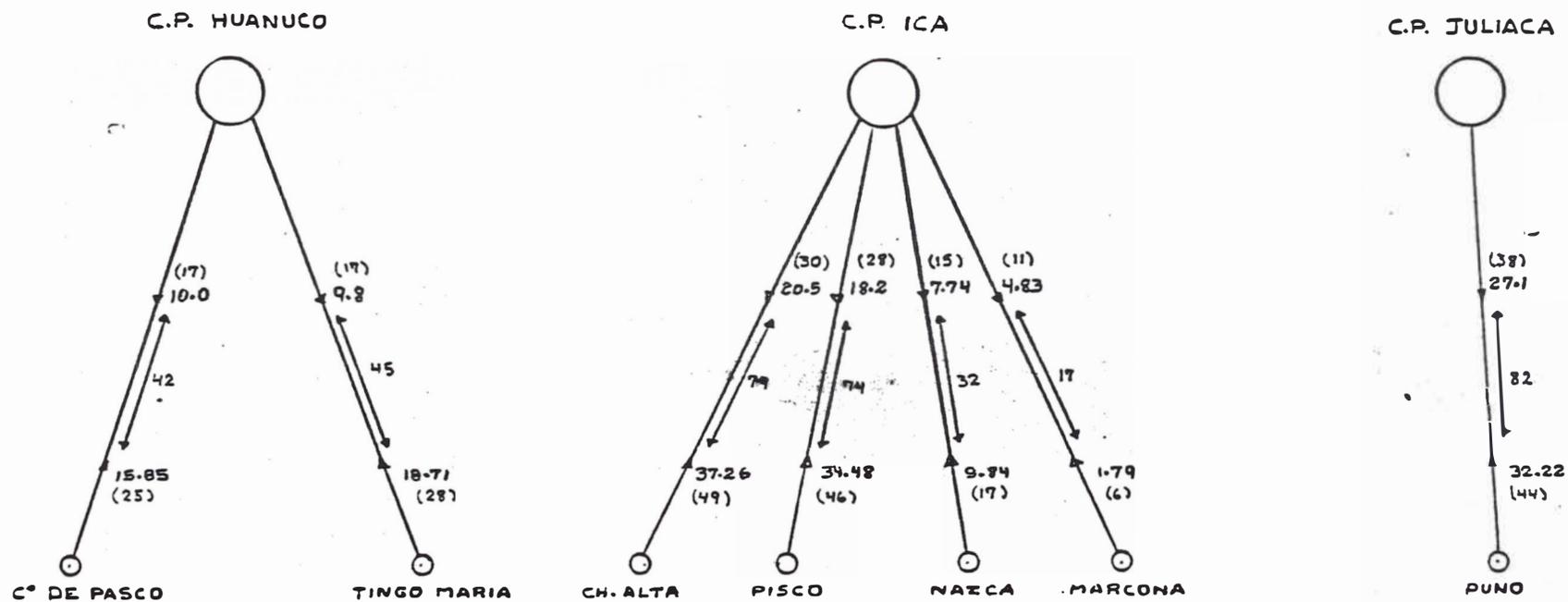
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL ANO 1984



# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1984

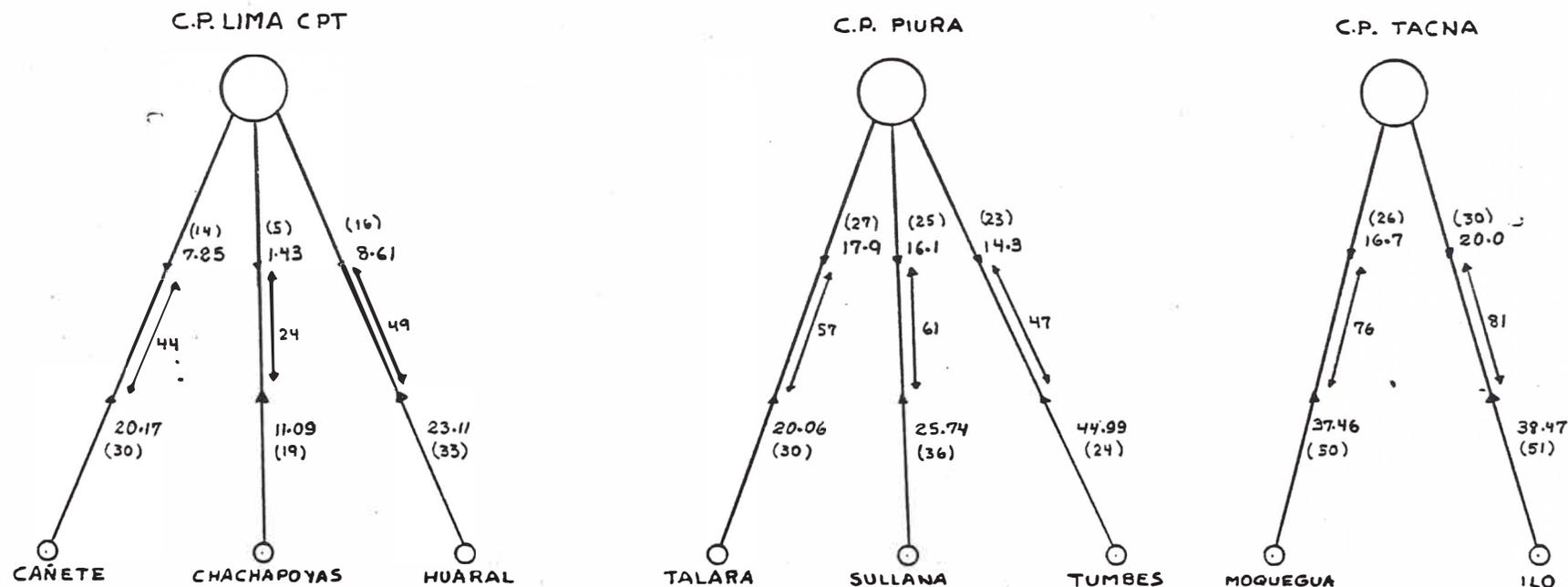


# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL ANO 1984

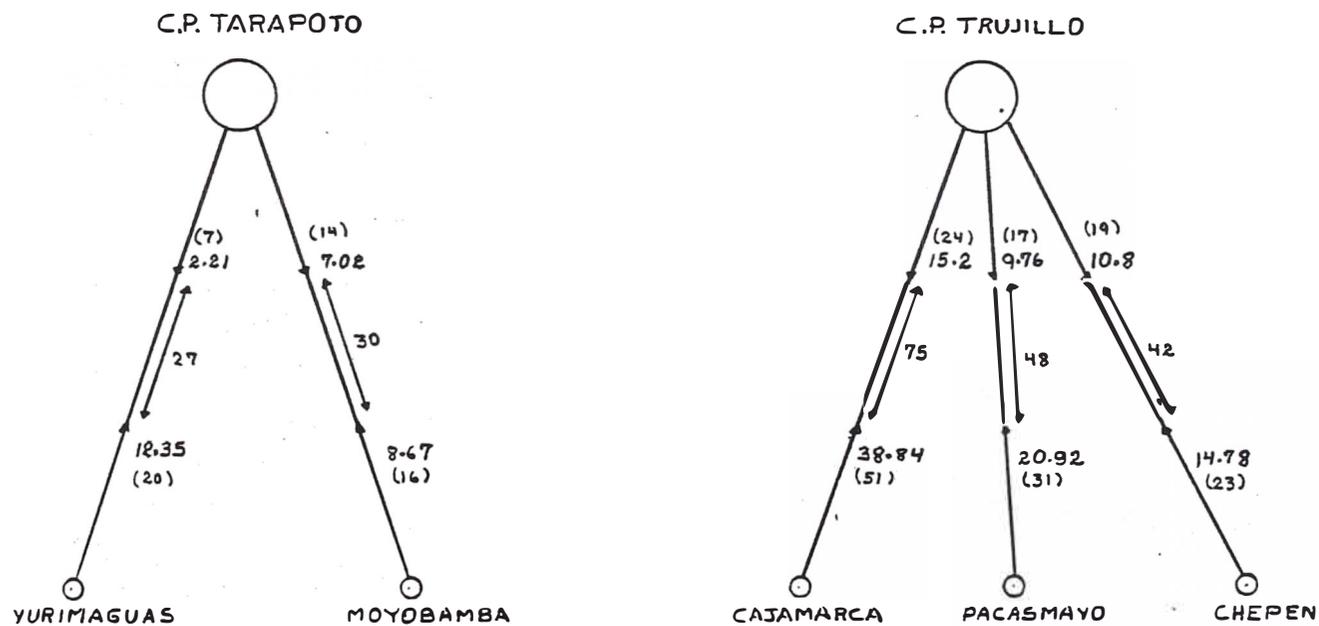


# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

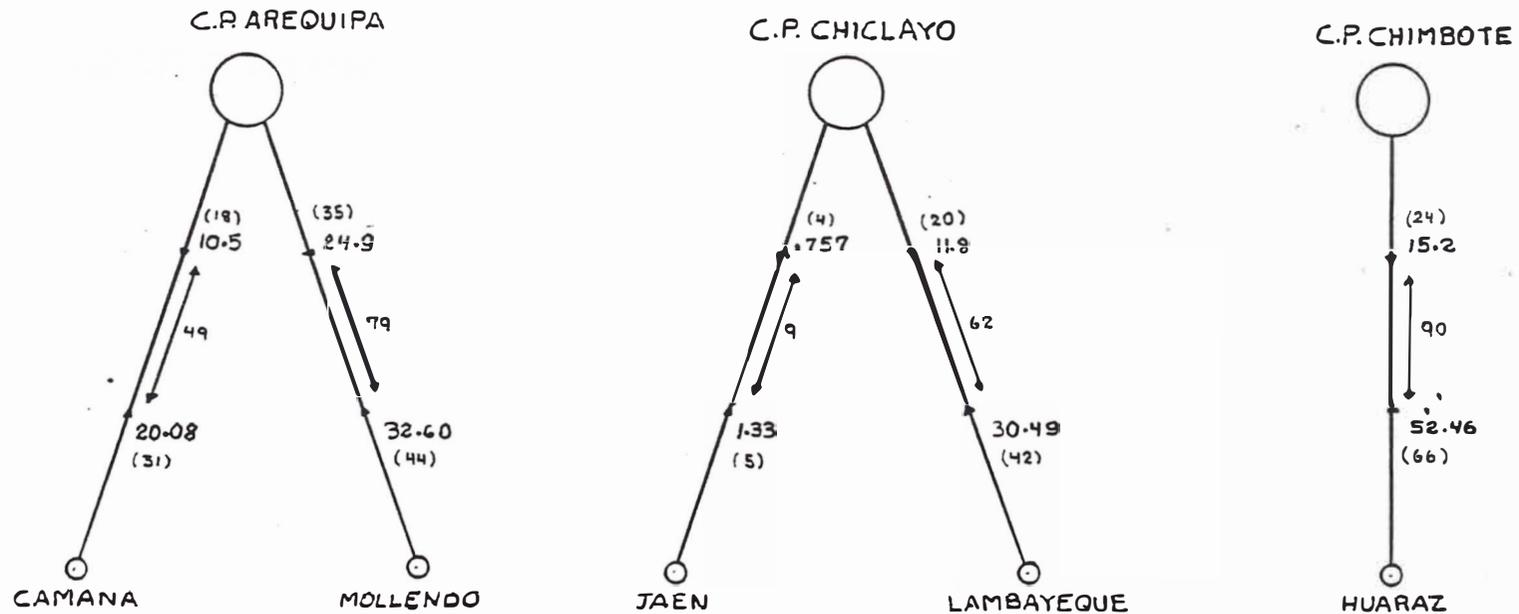
## AÑO 1984



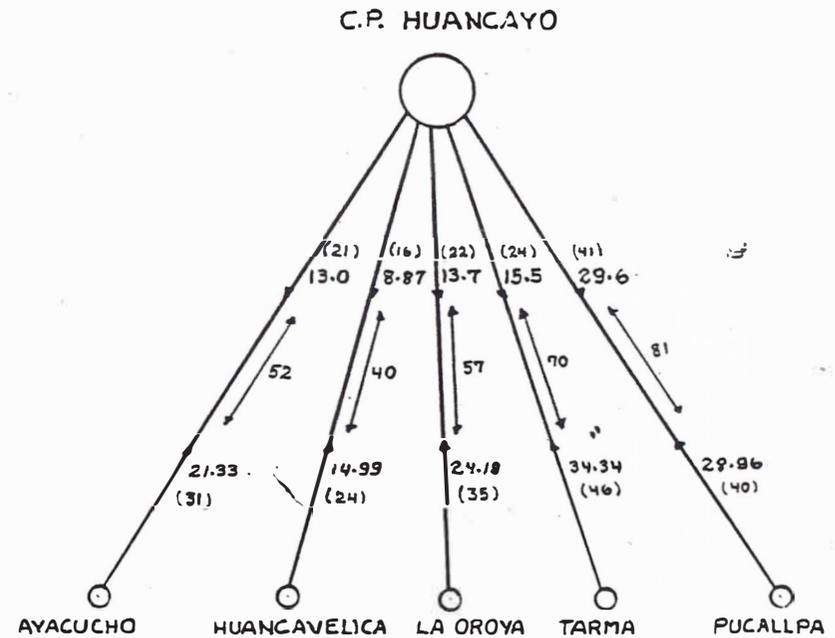
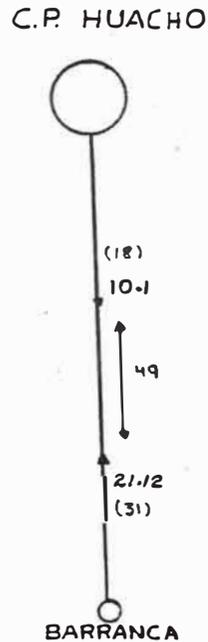
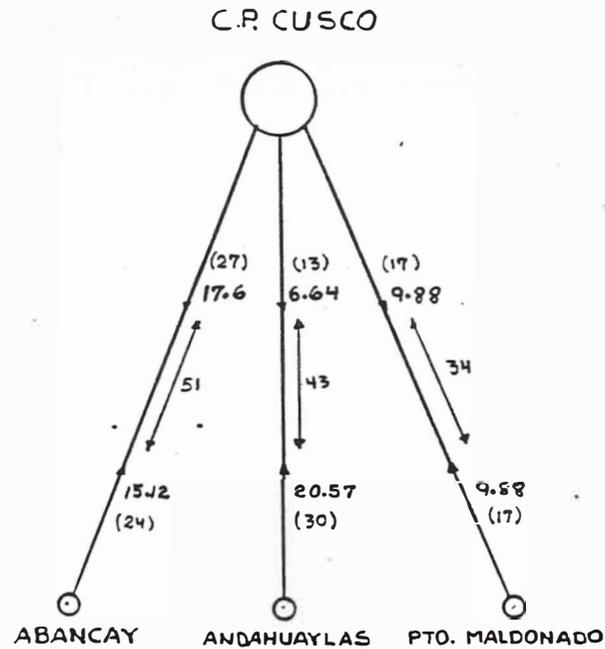
**DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL  
ANO 1984**



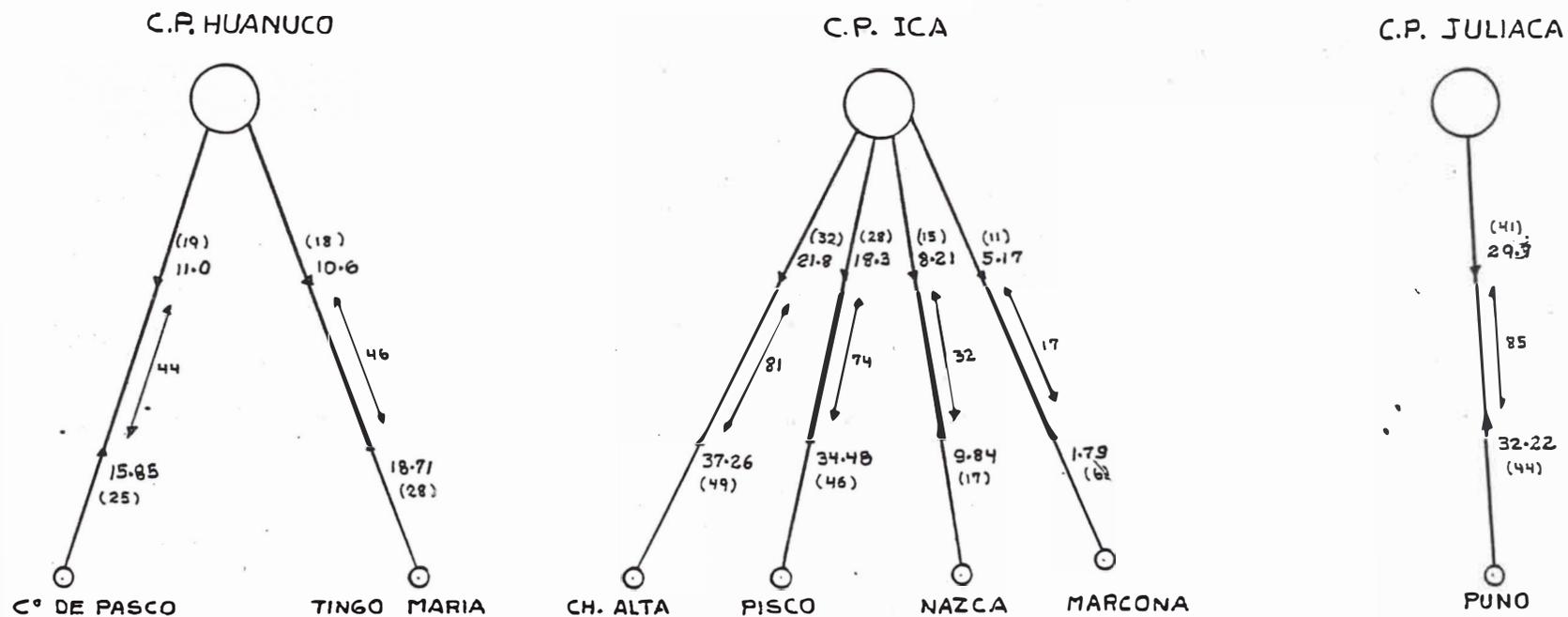
## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL ANO 1985



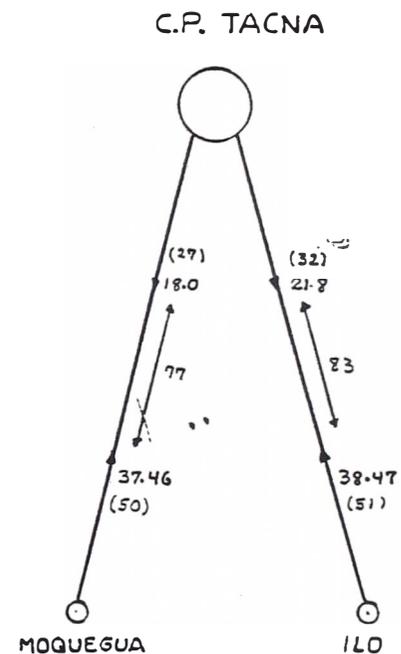
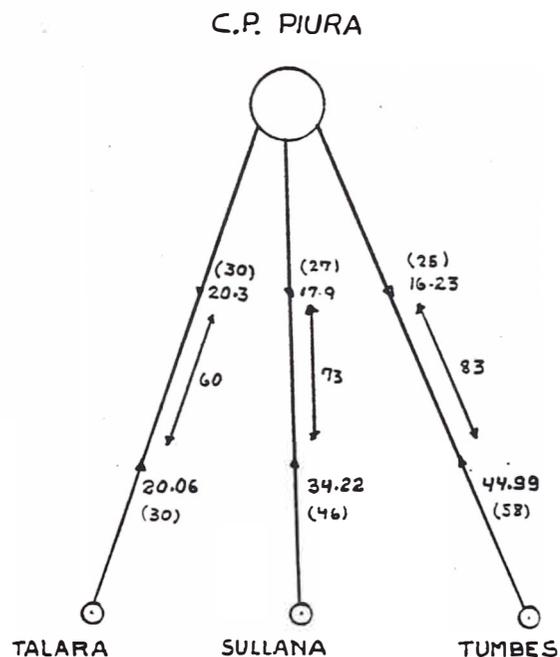
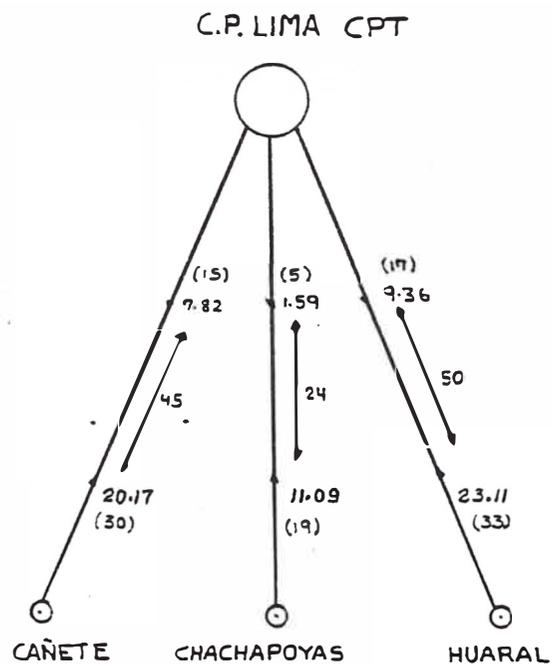
## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1985



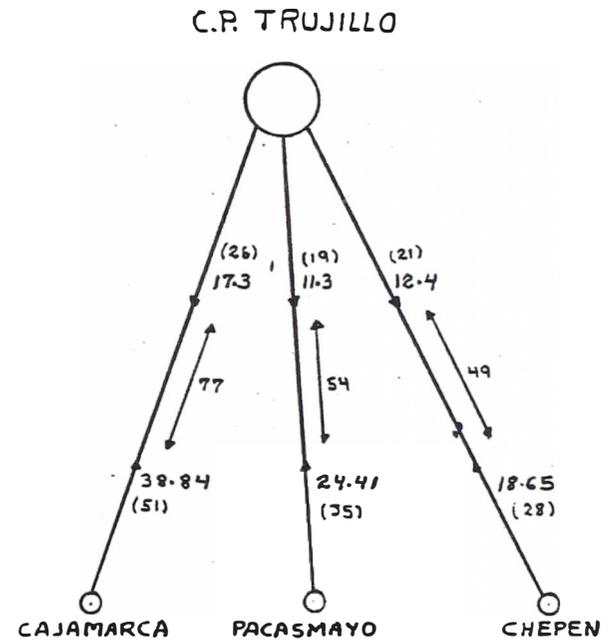
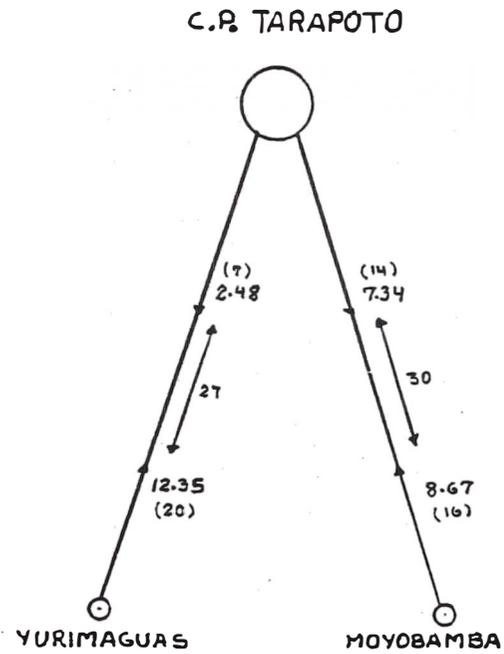
## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1985



## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1985

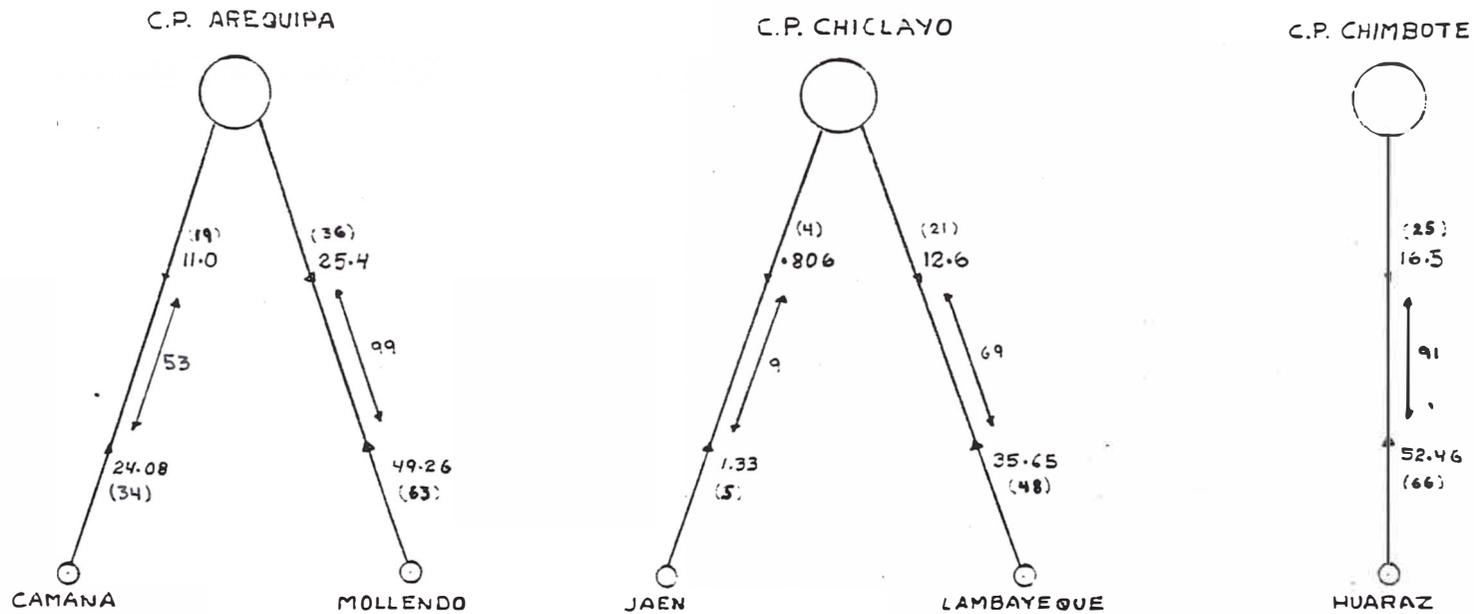


## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1985



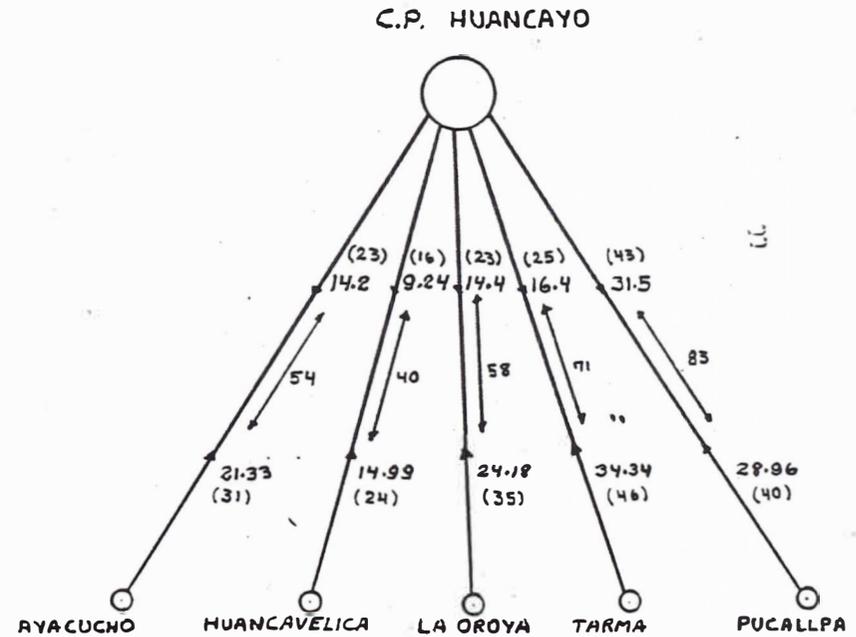
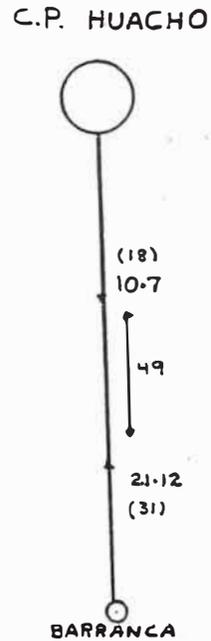
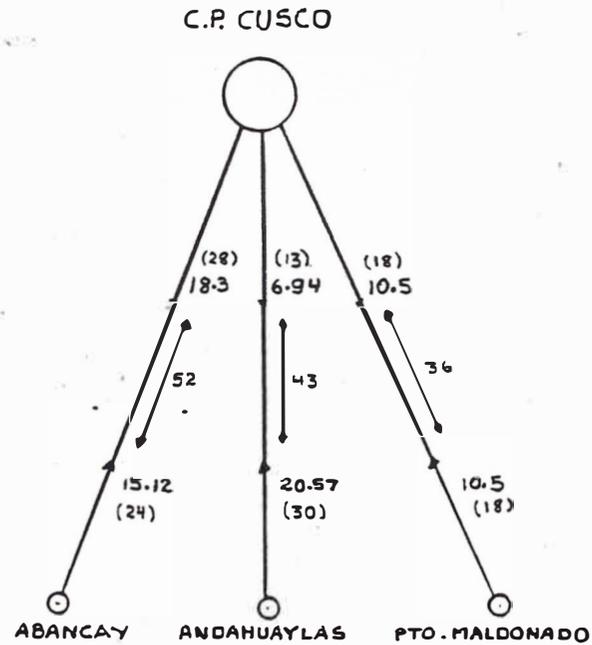
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

## AÑO 1986

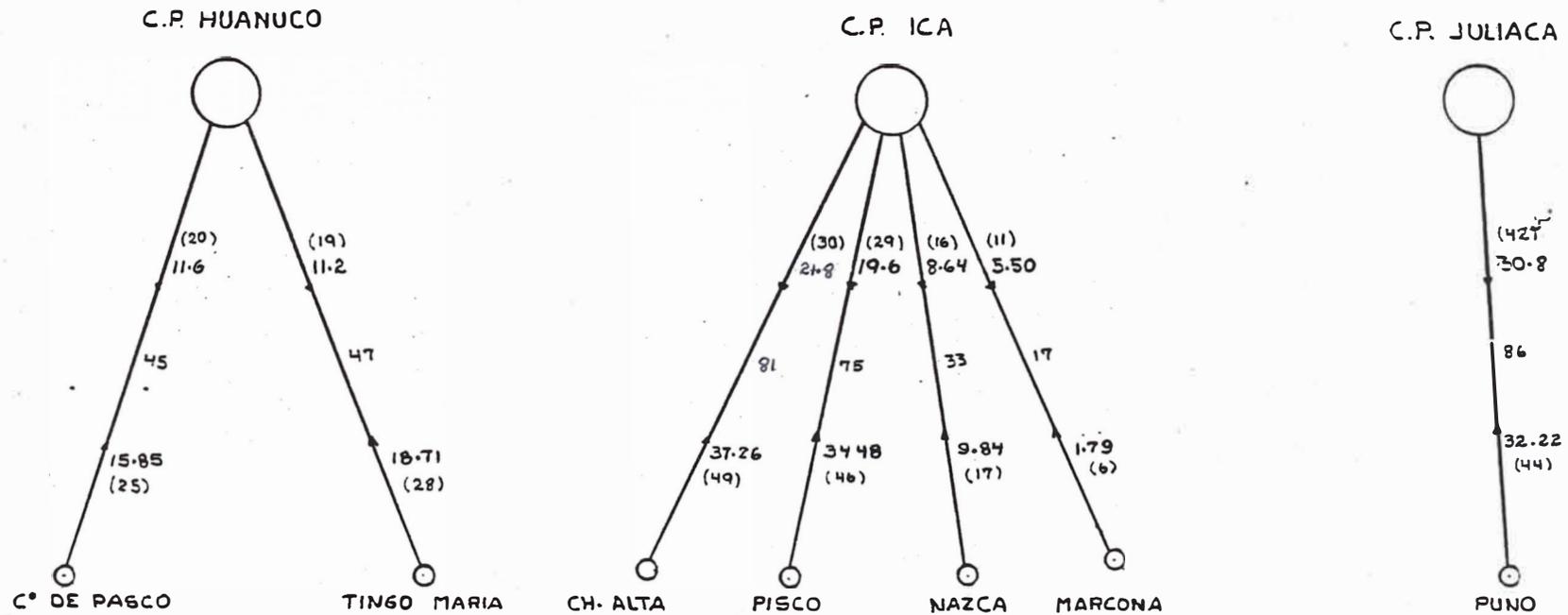


# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

AÑO 1986

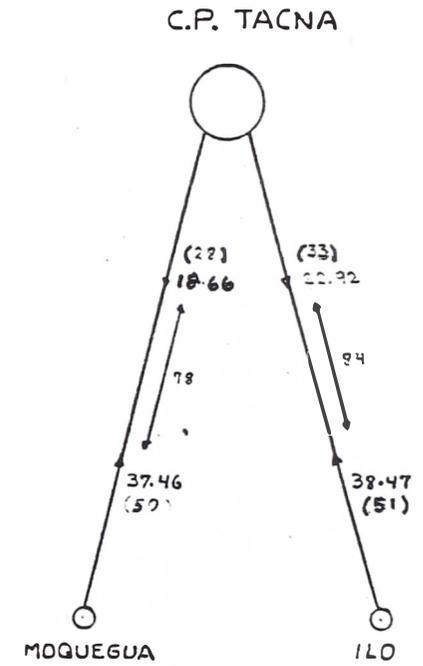
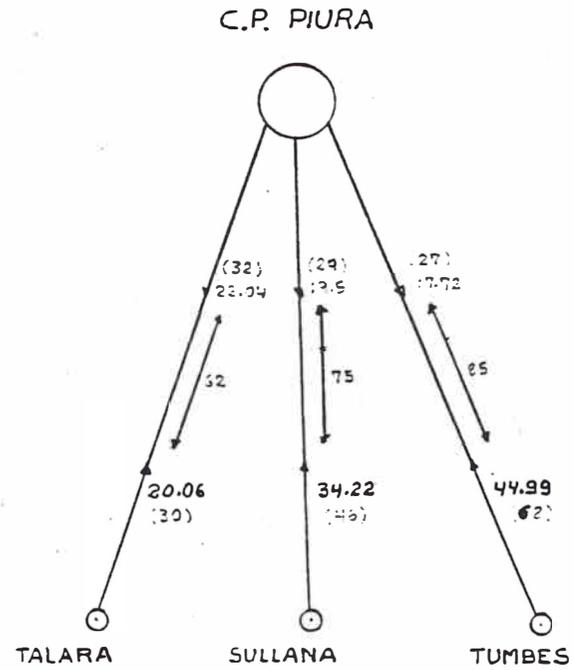
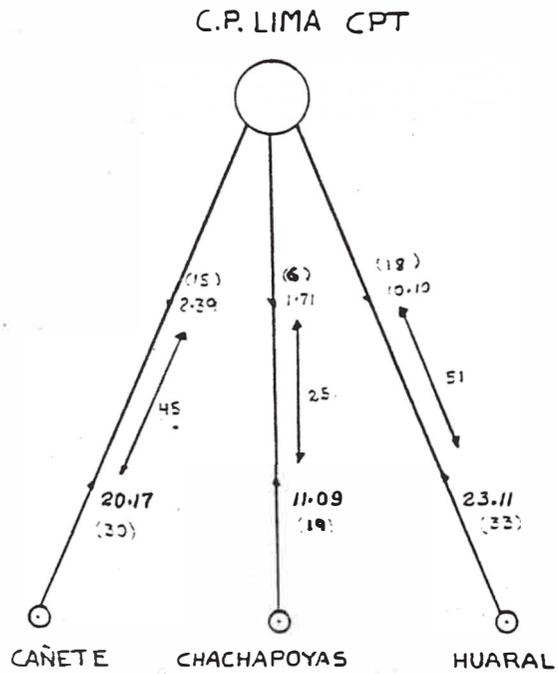


# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1986



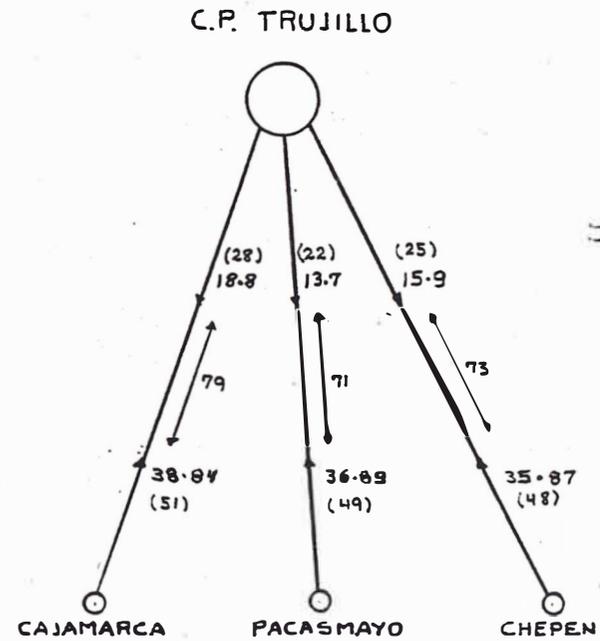
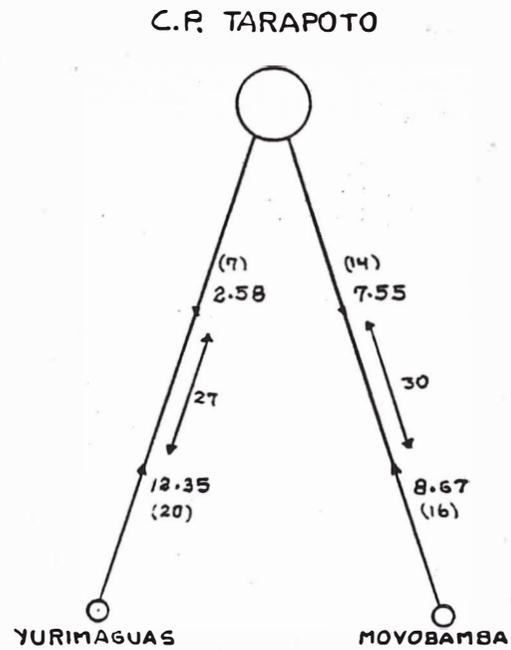
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

AÑO 1986



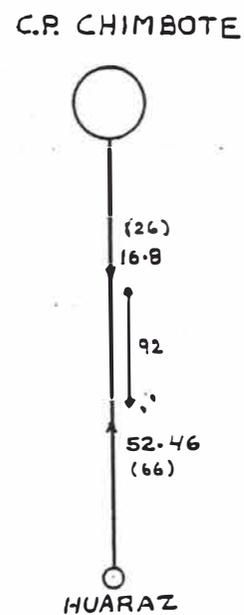
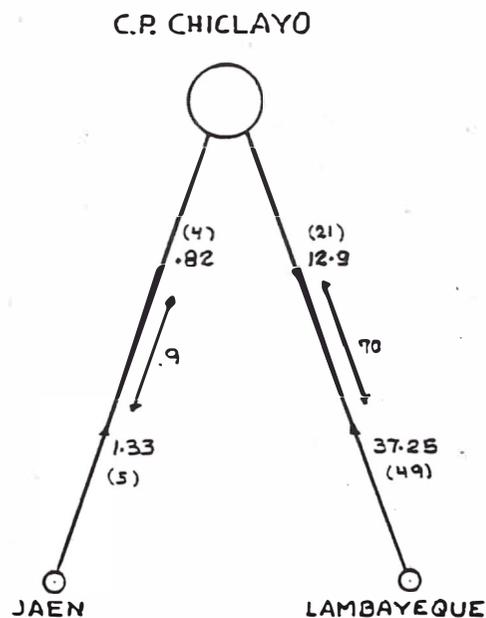
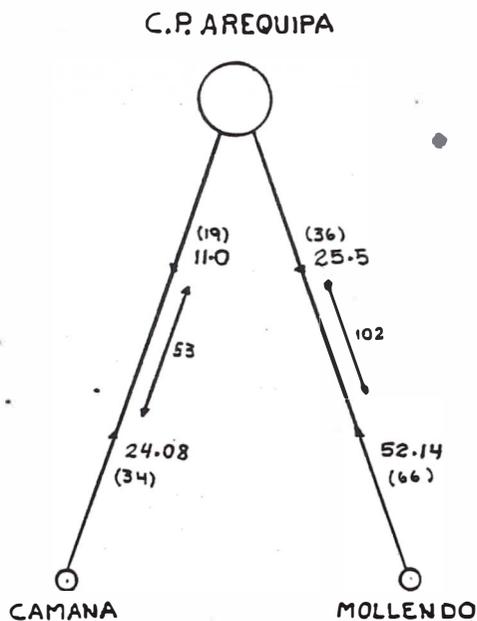
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

AÑO 1986

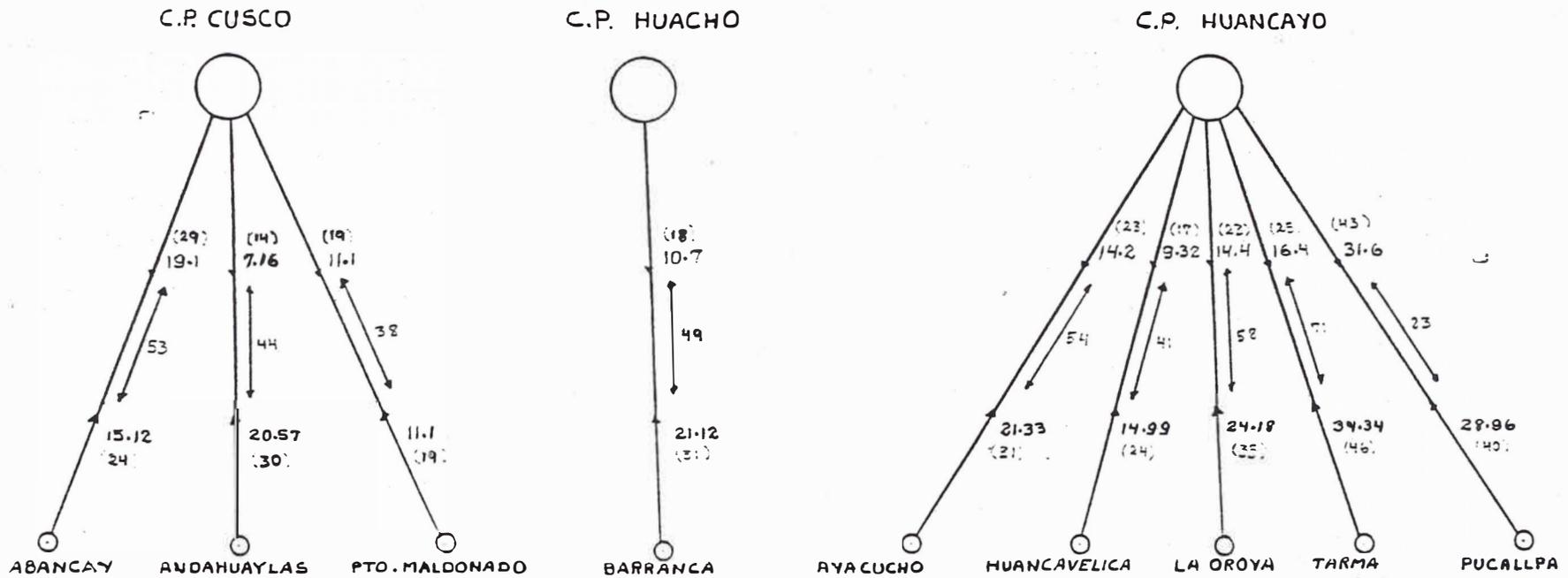


# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL

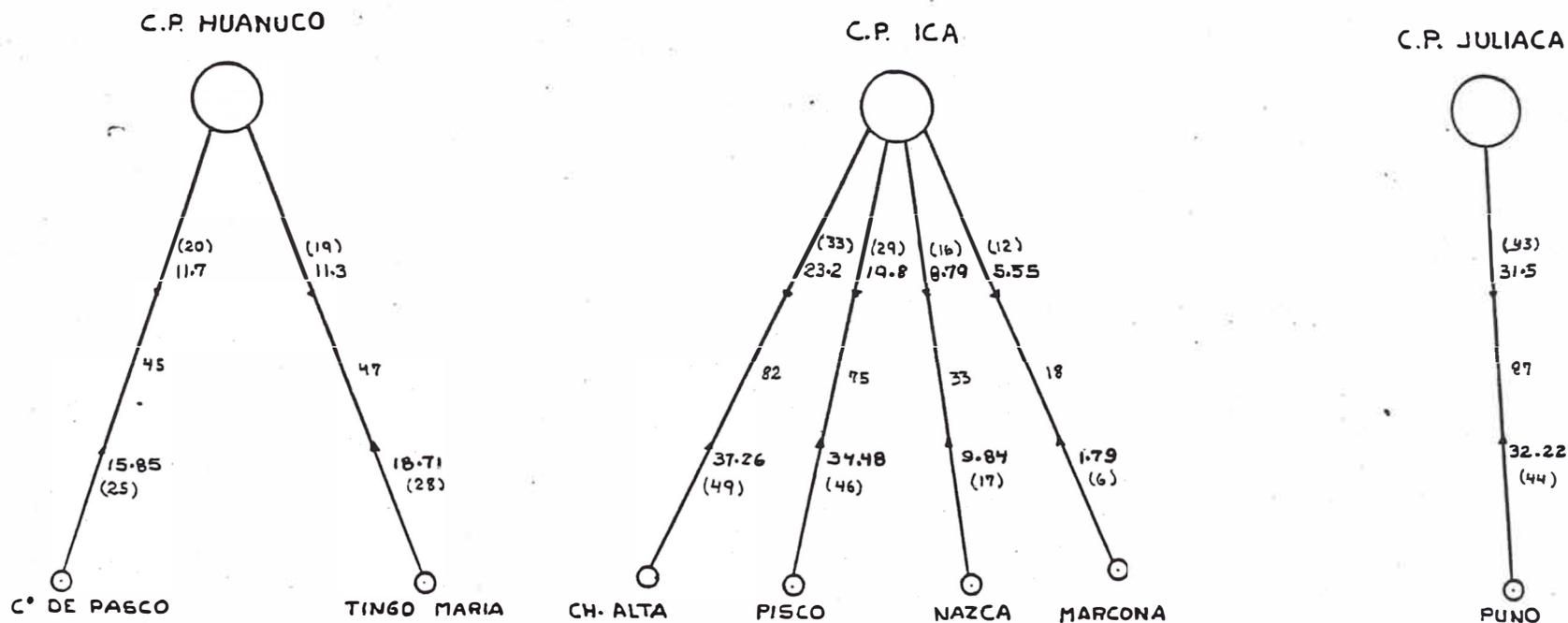
—  
AÑO 1987



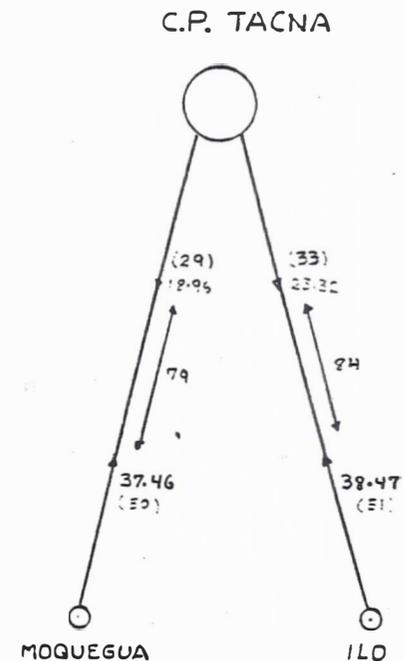
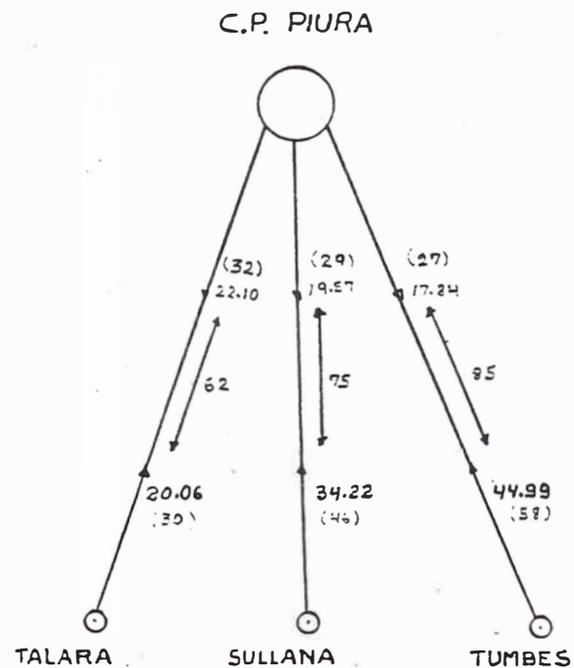
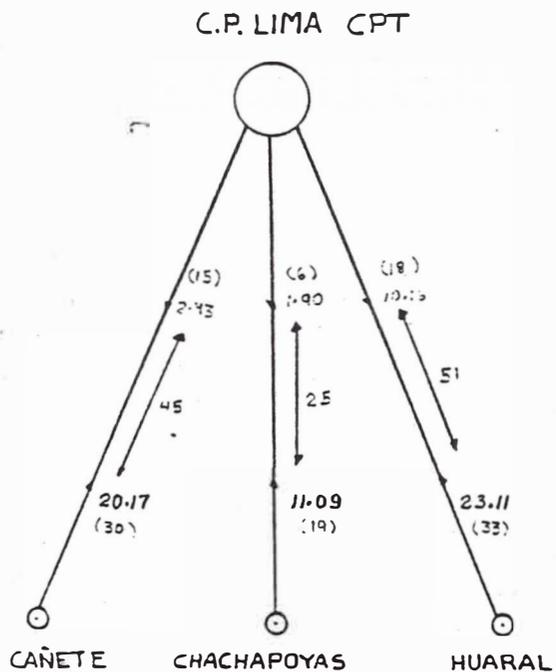
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1987



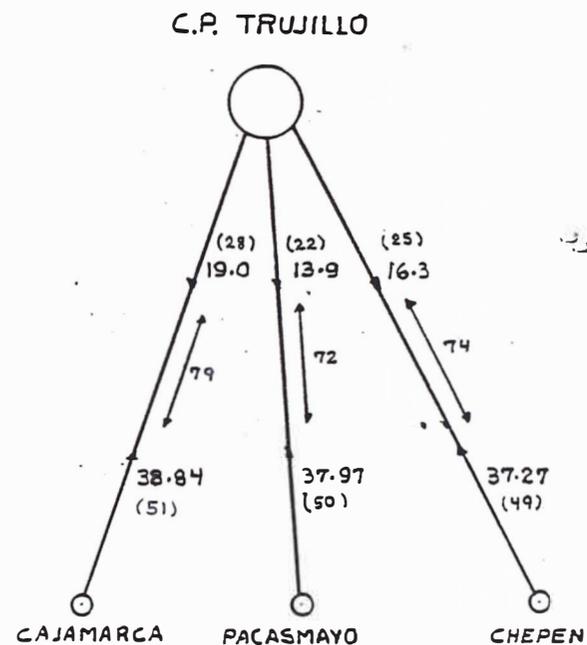
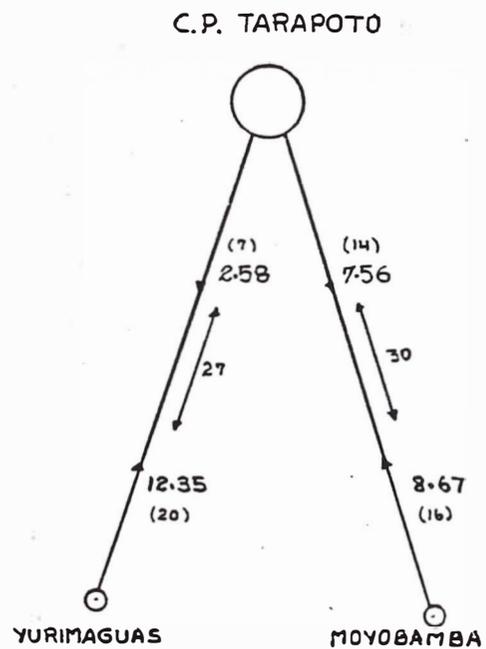
# DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1987



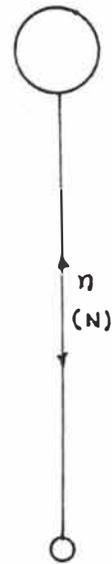
## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1987



## DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE ZONAL AÑO 1987



L E Y E N D A



CENTRO PRIMARIO



CENTRO LOCAL

$\eta$

NUMERO DE CIRCUITOS

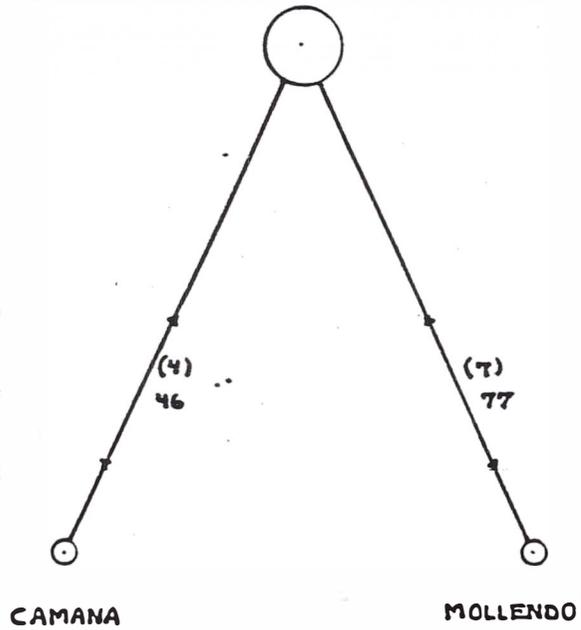
$(N)$

NUMERO GRUPOS BASICOS

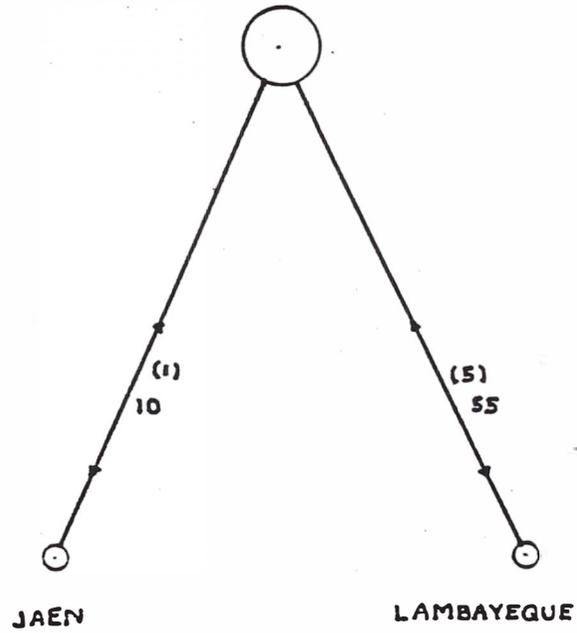
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL ( TLF. + OTROS SERVICIOS )

AÑO 1984

C.P. AREQUIPA



C.P. CHICLAYO

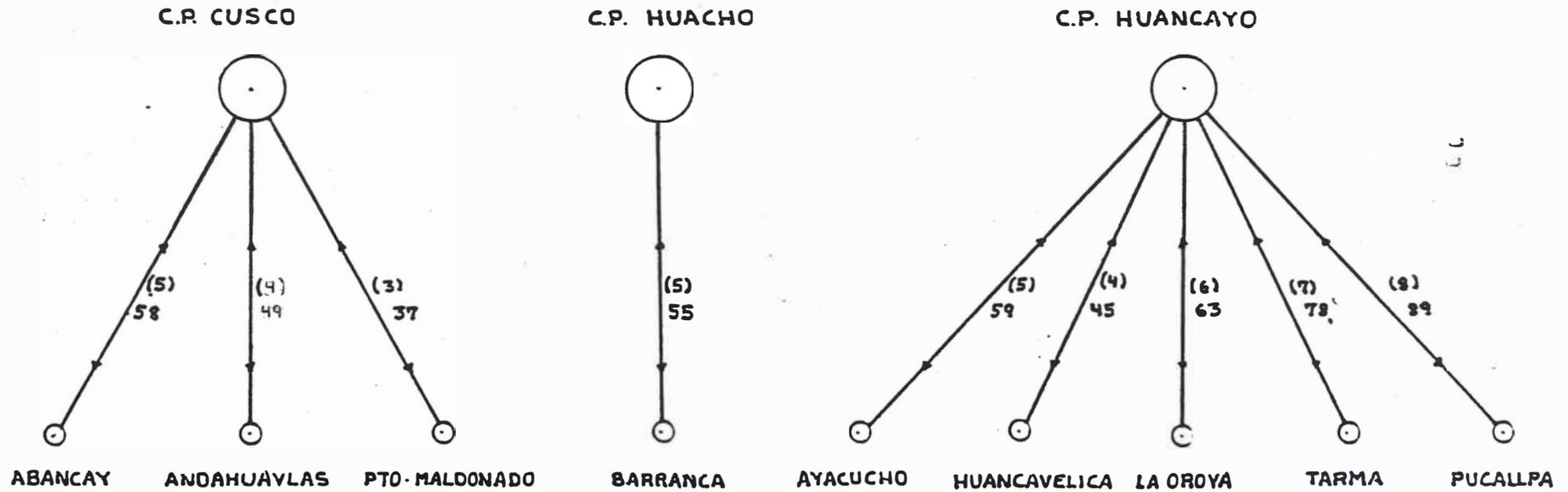


C.P. CHIMBOTE



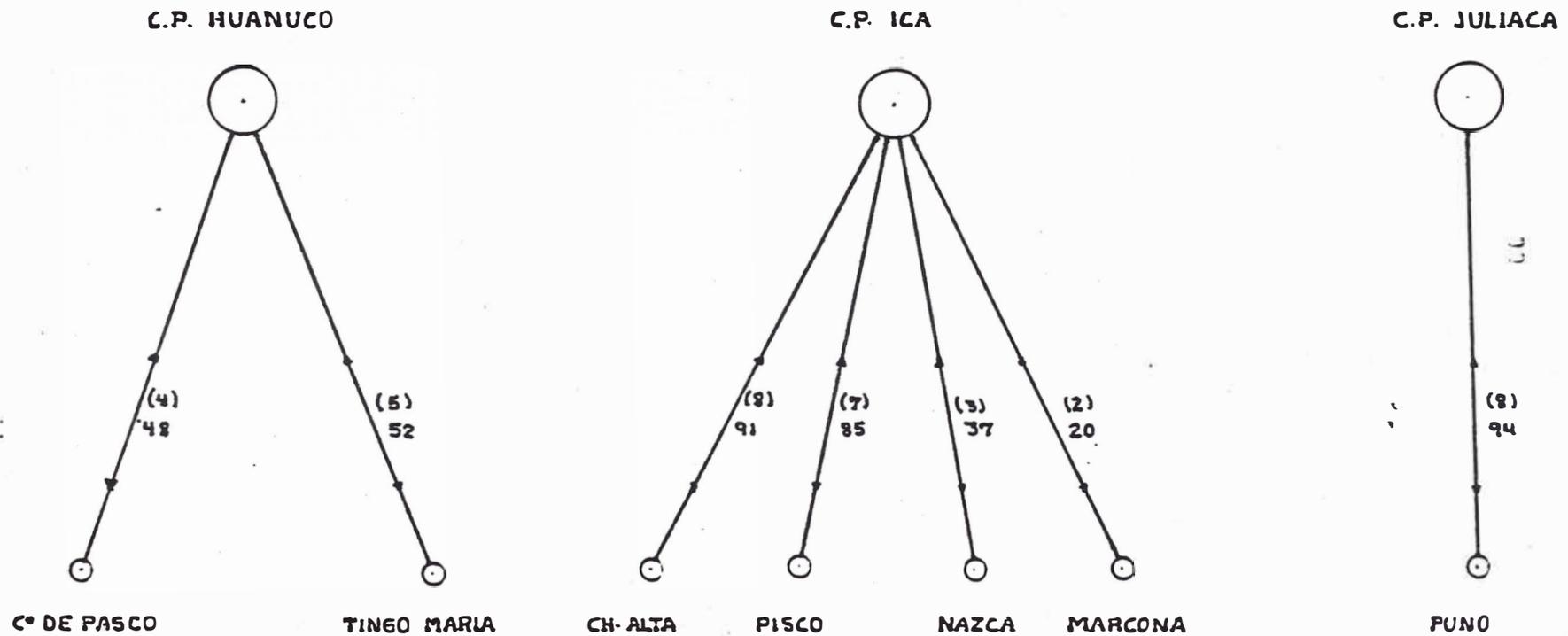
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

AÑO 1984



# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

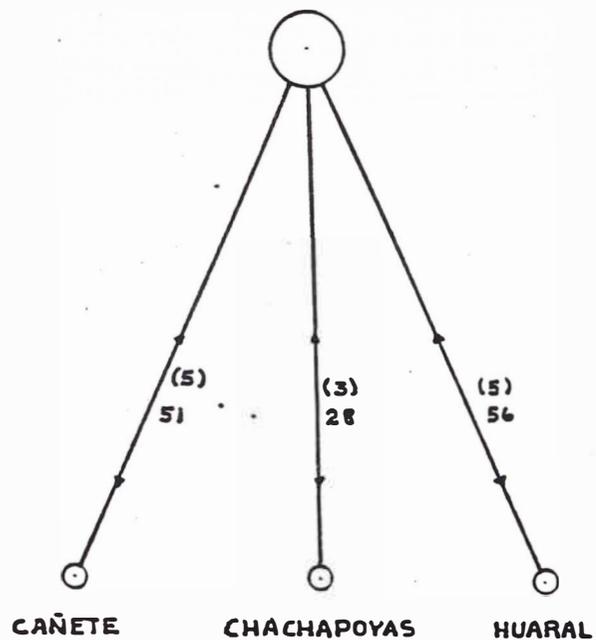
AÑO 1984



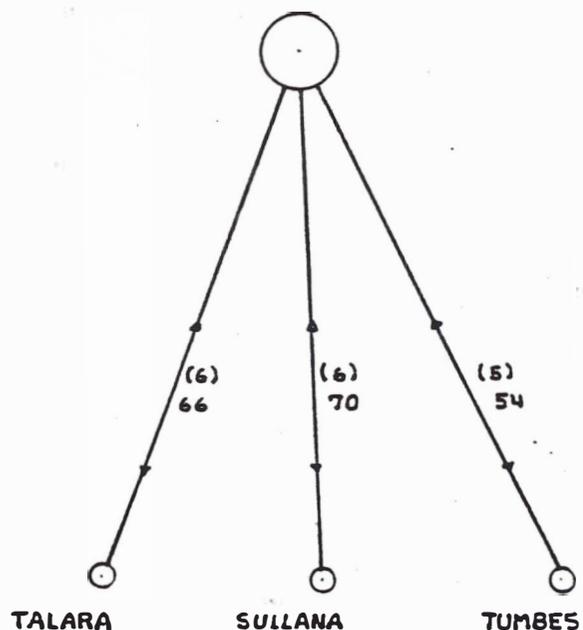
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

AÑO 1984

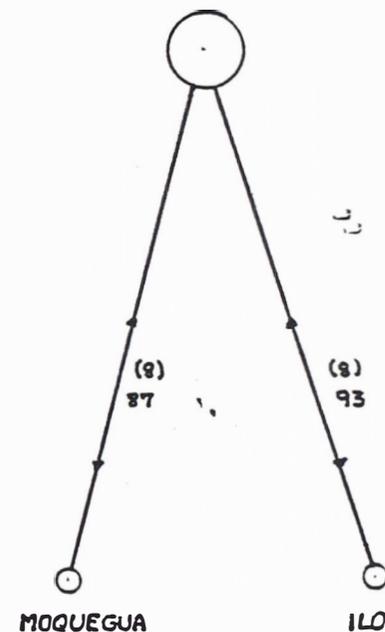
C.P. LIMA C.P.T



C.P. PIURA

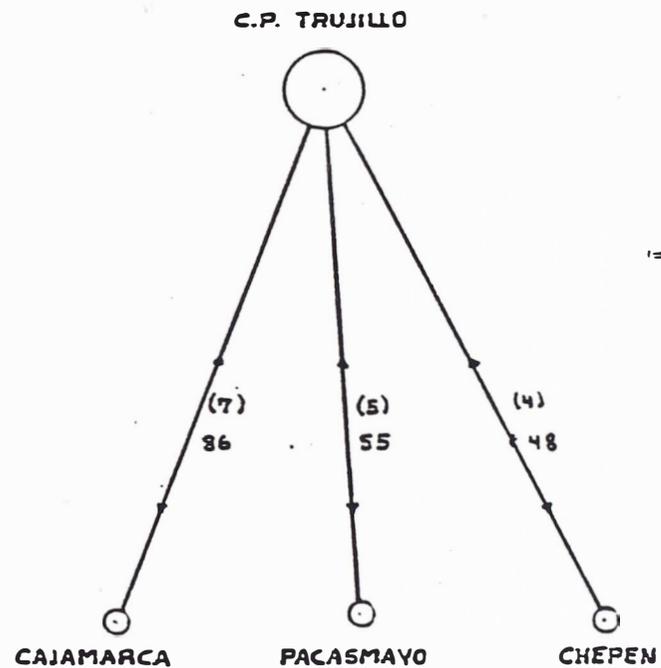
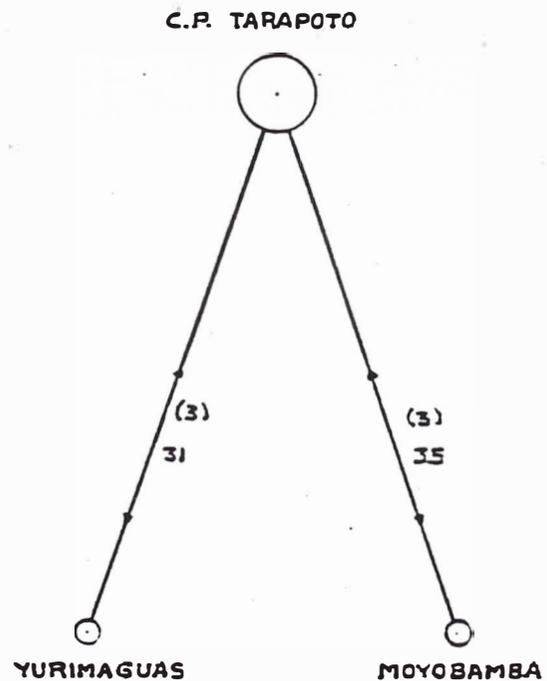


C.P. TACNA



DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

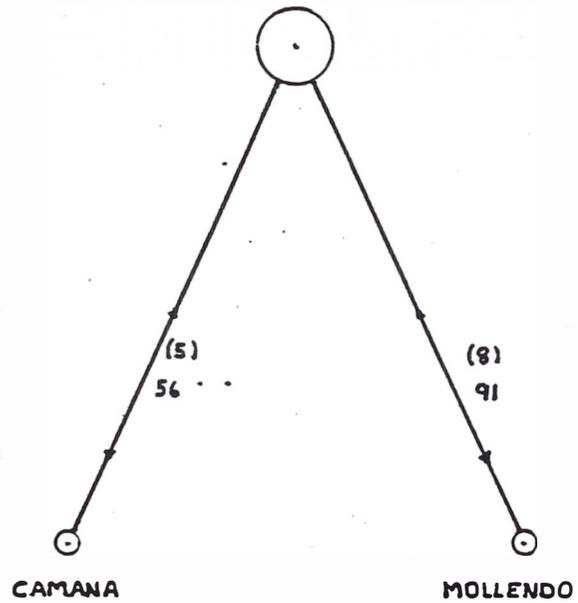
AÑO 1984



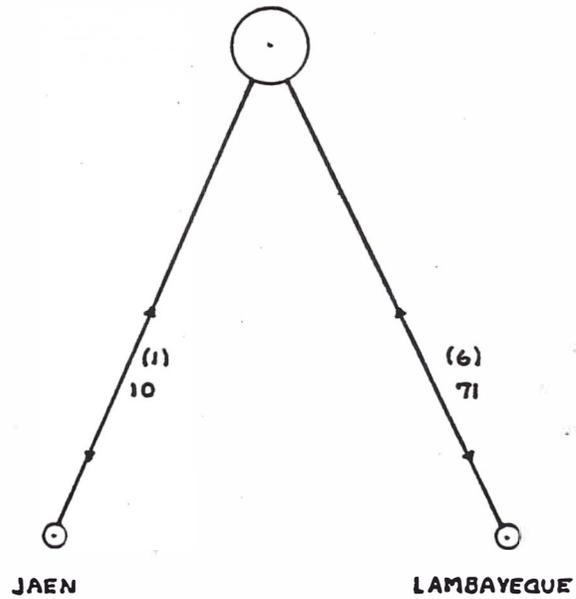
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

AÑO 1985

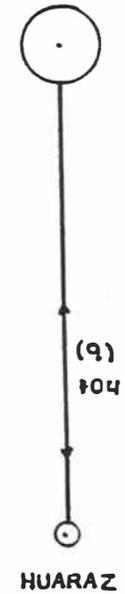
C.P. AREQUIPA



C.P. CHICLAYO

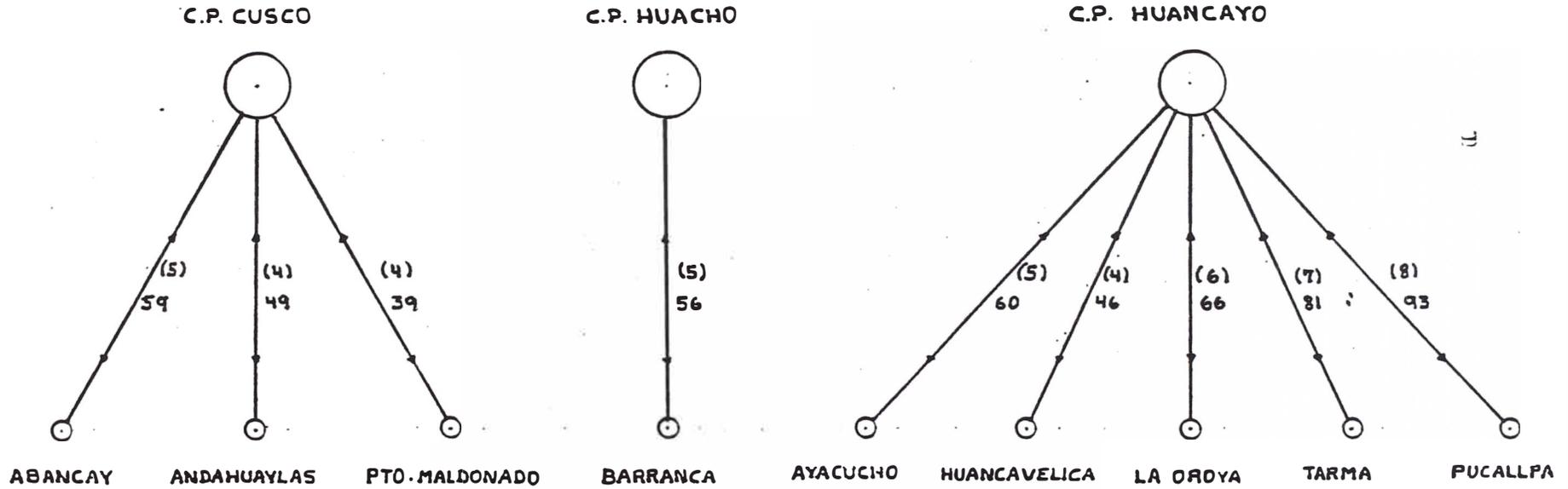


C.P. CHIMBOTE



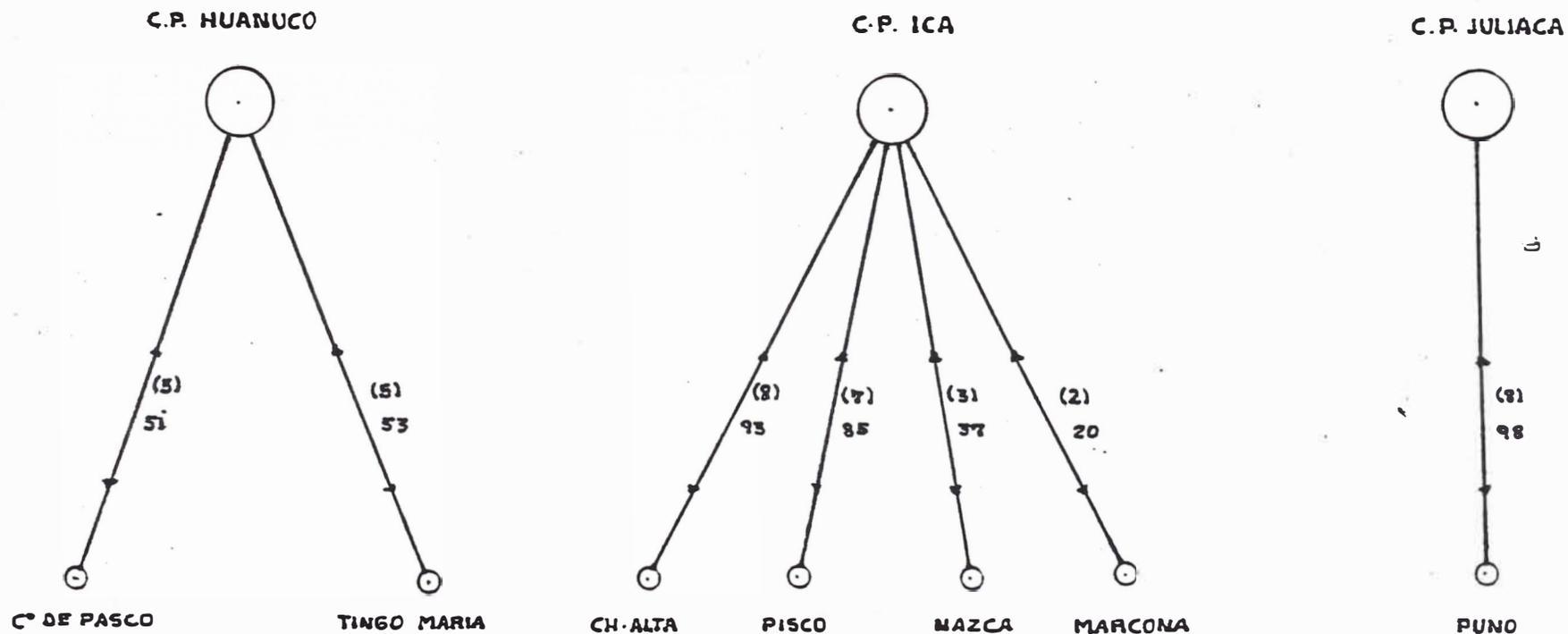
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

AÑO 1985



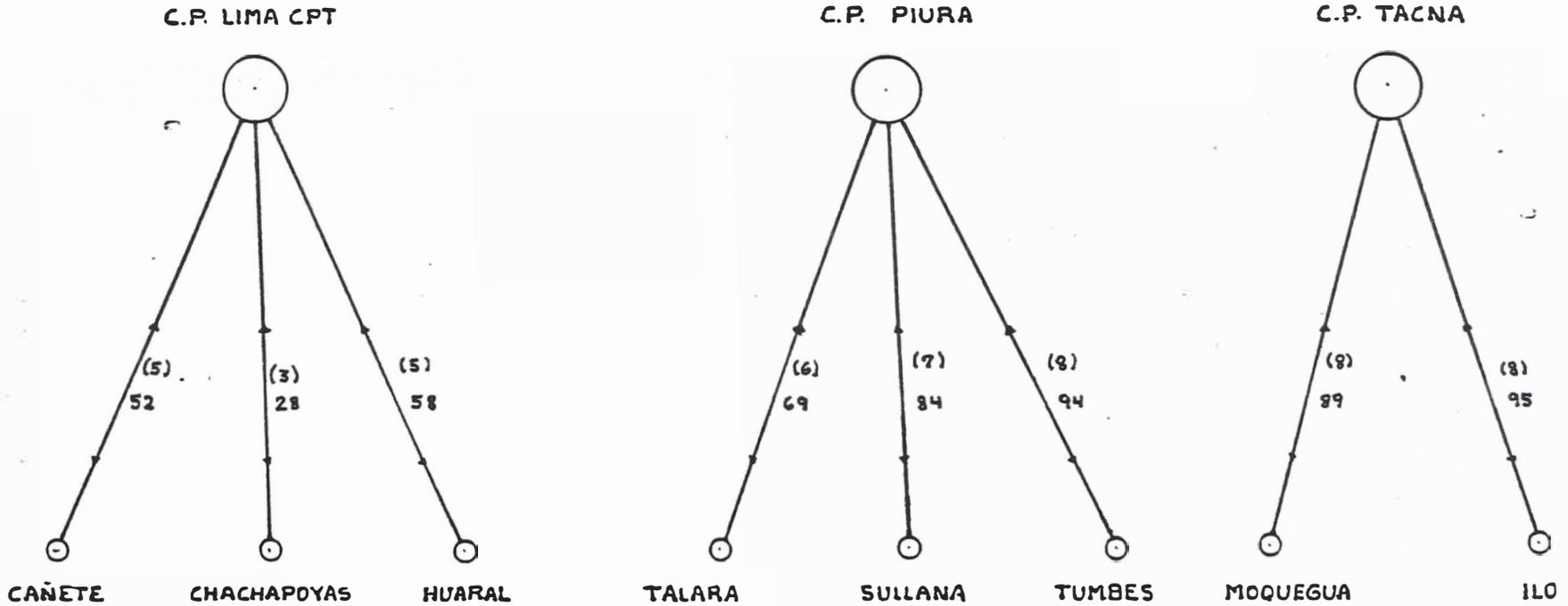
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

## AÑO 1985



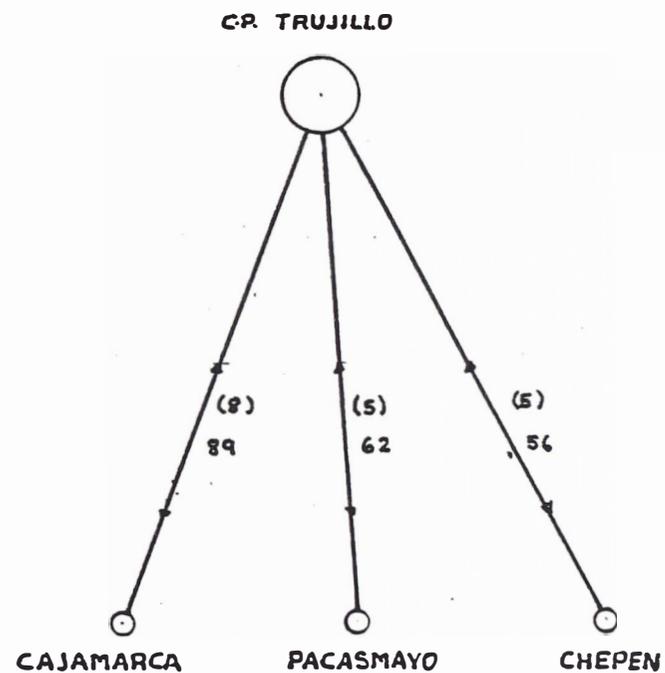
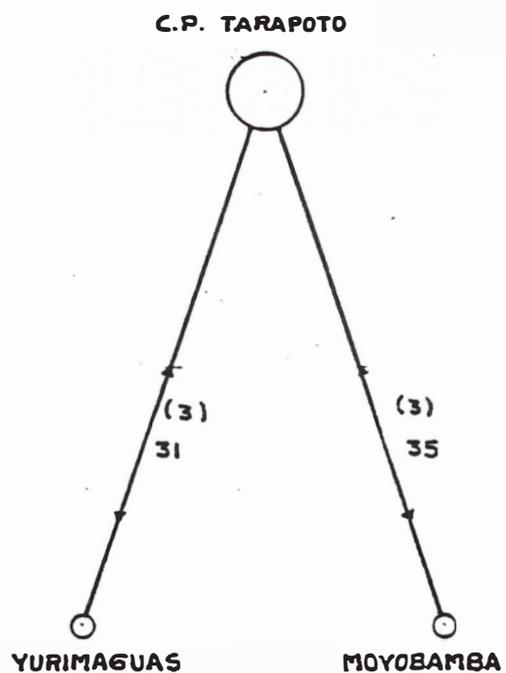
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

AÑO 1985



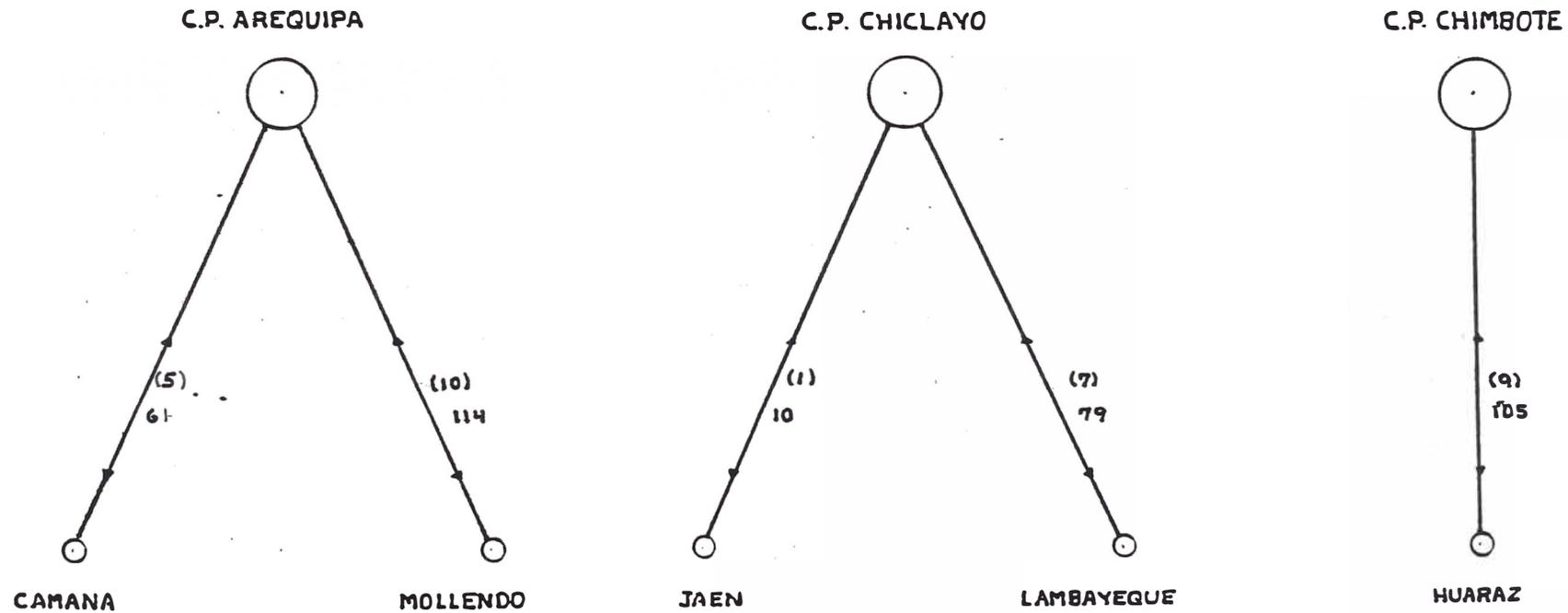
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

AÑO 1985



DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

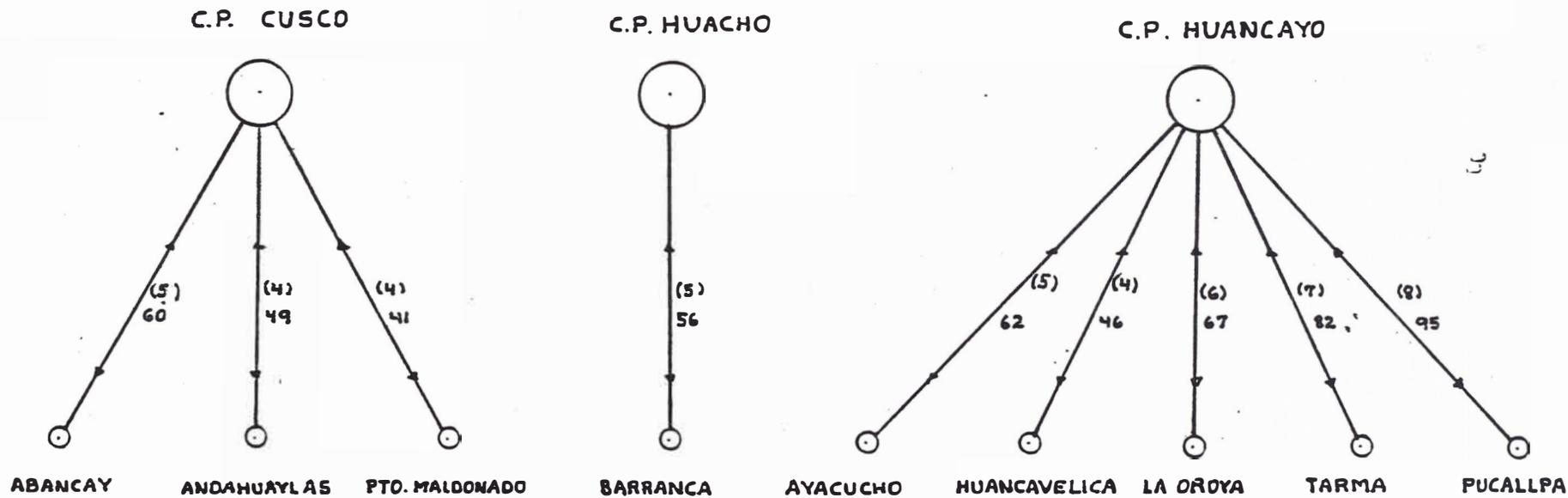
AÑO 1986



7

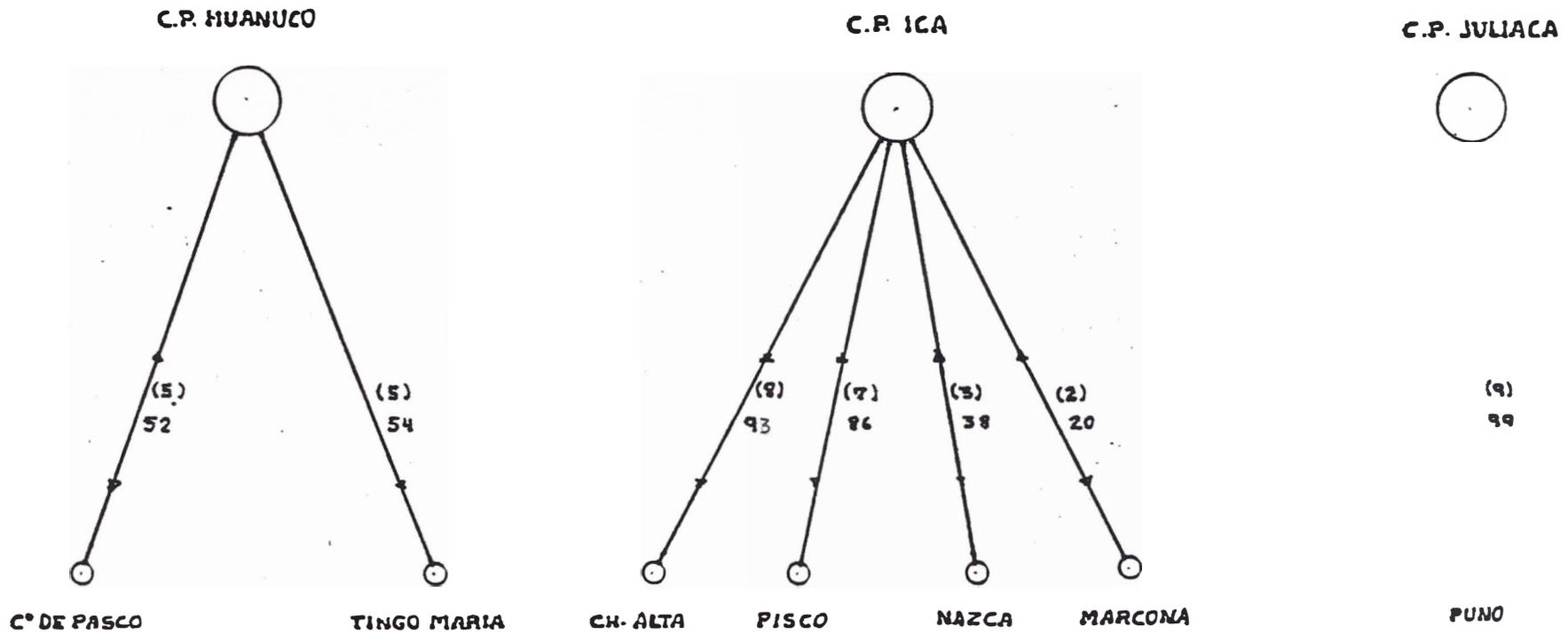
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

AÑO 1986



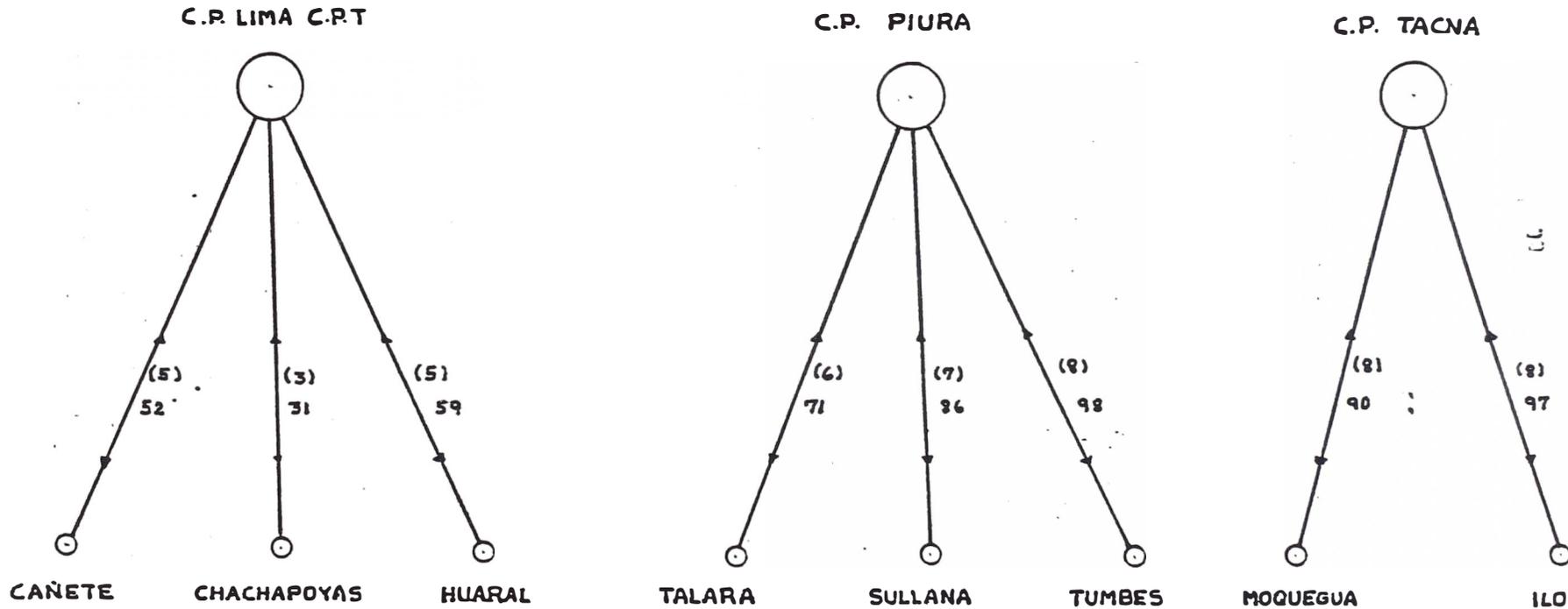
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

ANO 1986



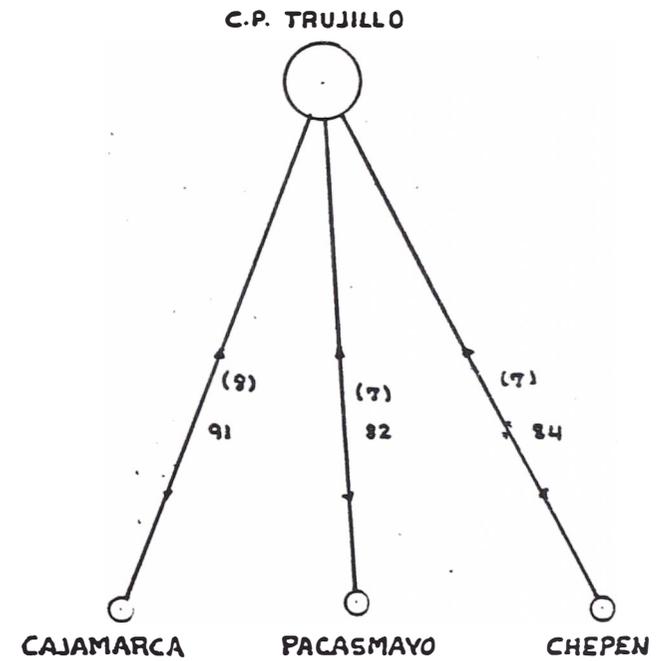
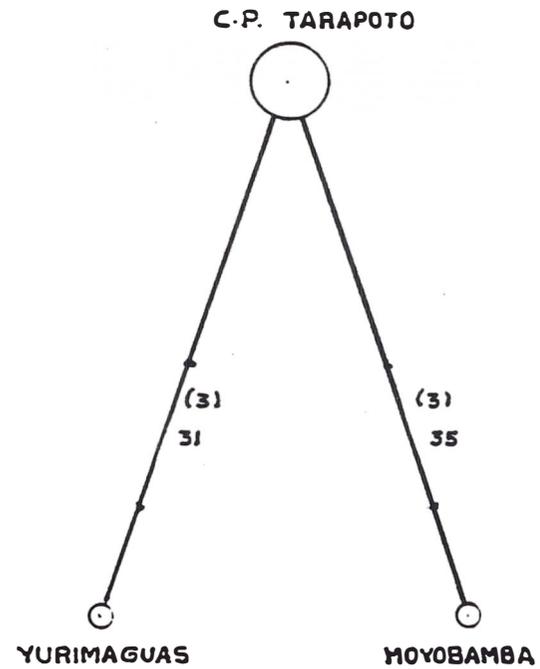
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

ANO 1986



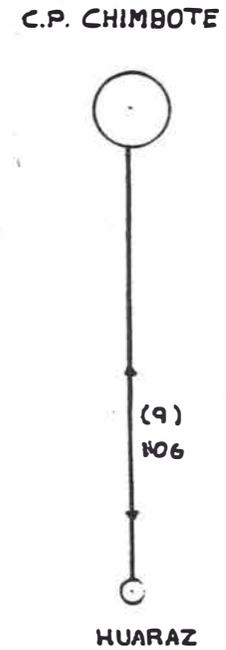
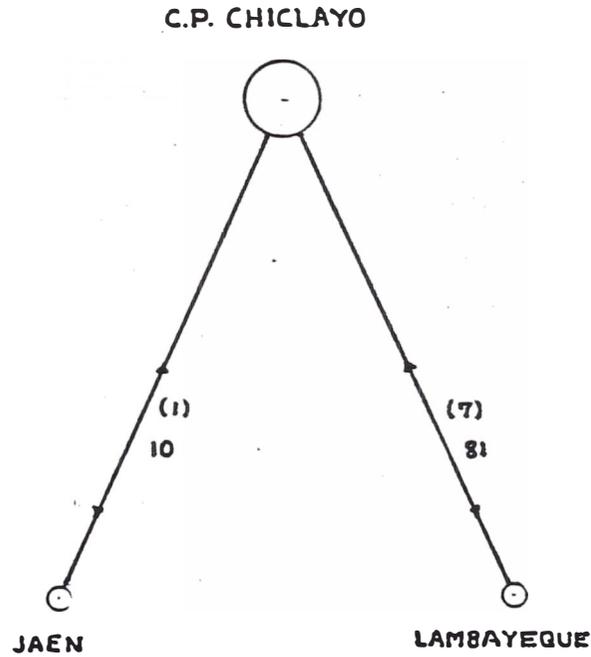
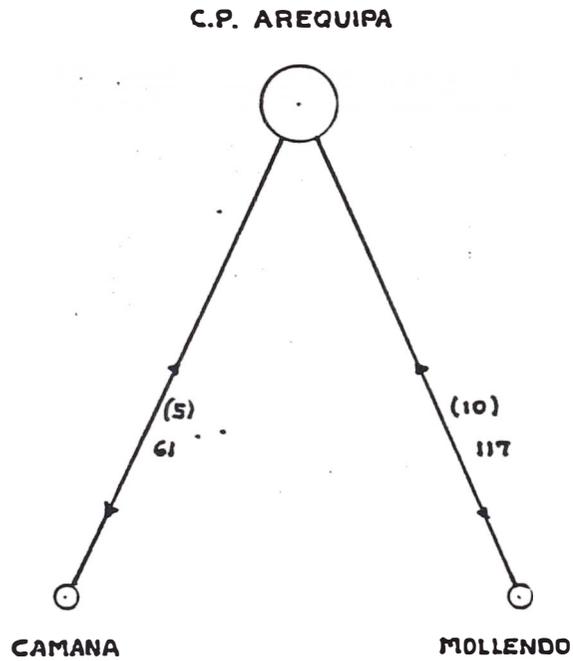
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

AÑO 1986



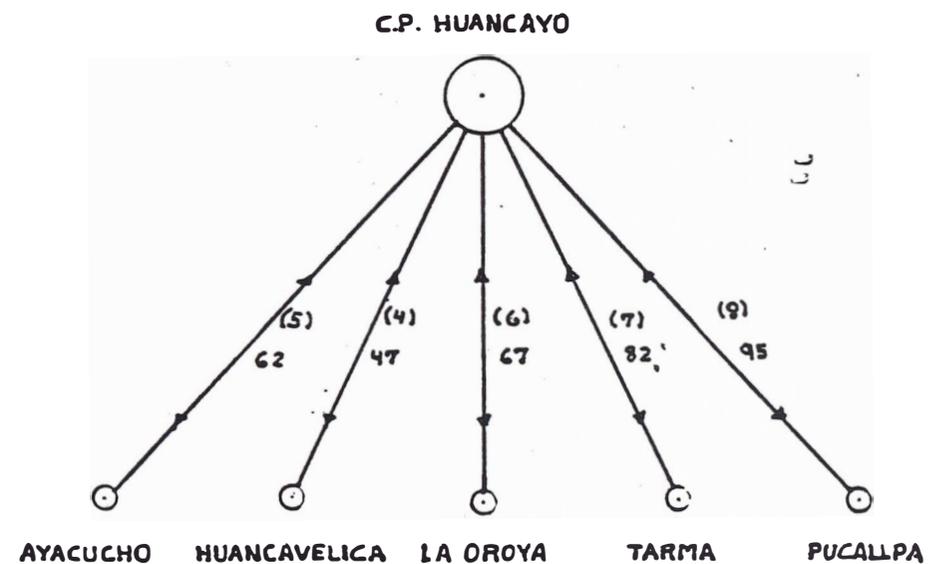
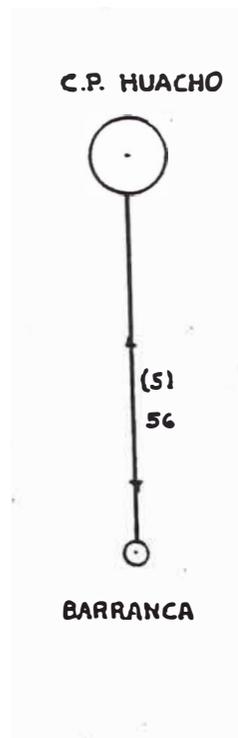
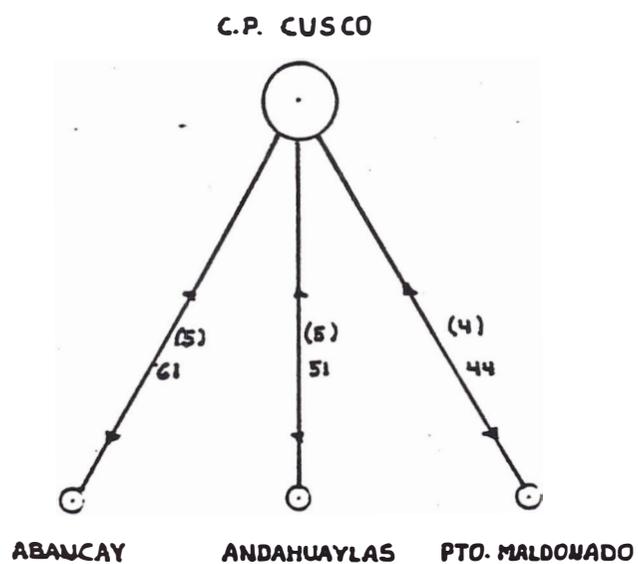
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF.+ OTROS SERVICIOS)

ANO 1987



# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

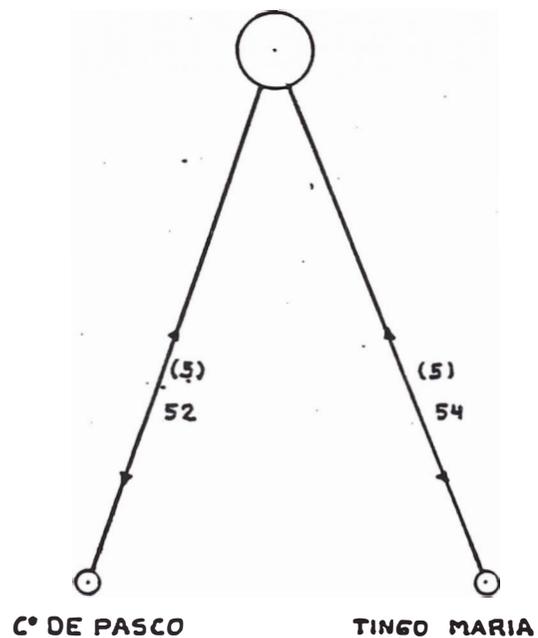
ANO 1987



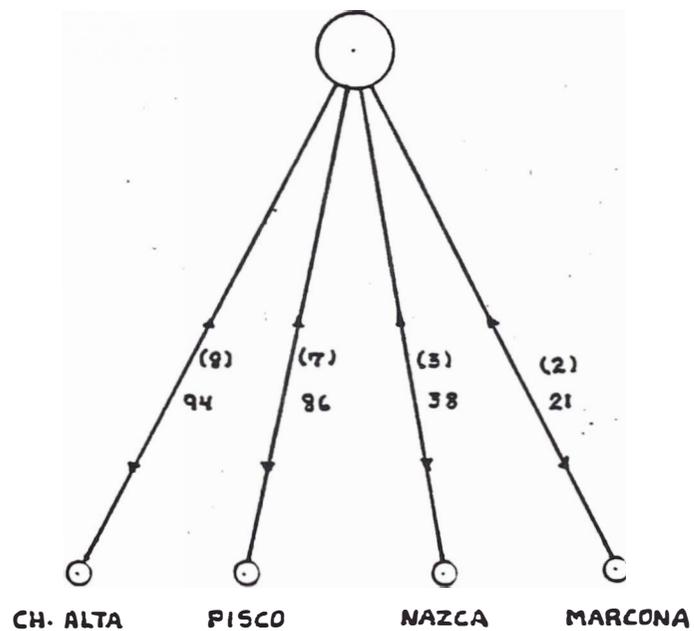
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

ANO 1987

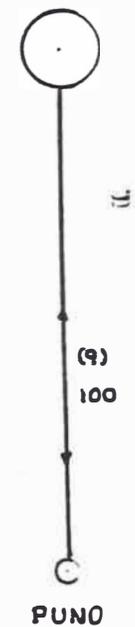
C.P. HUANUCO



C.P. ICA

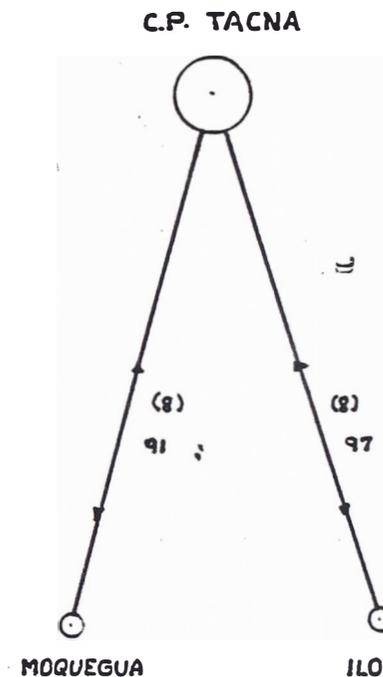
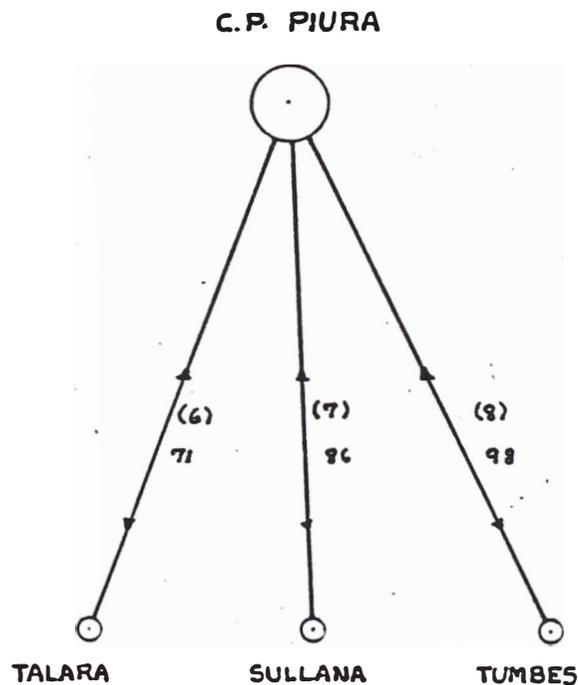
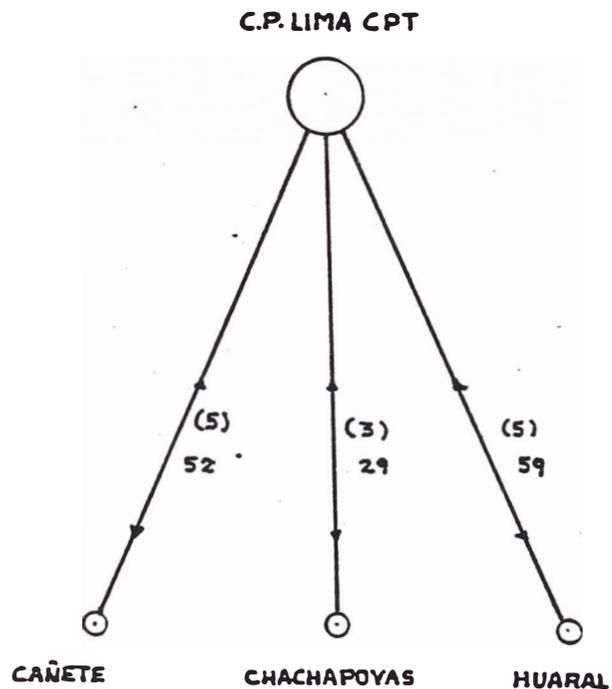


C.P. JULIACA



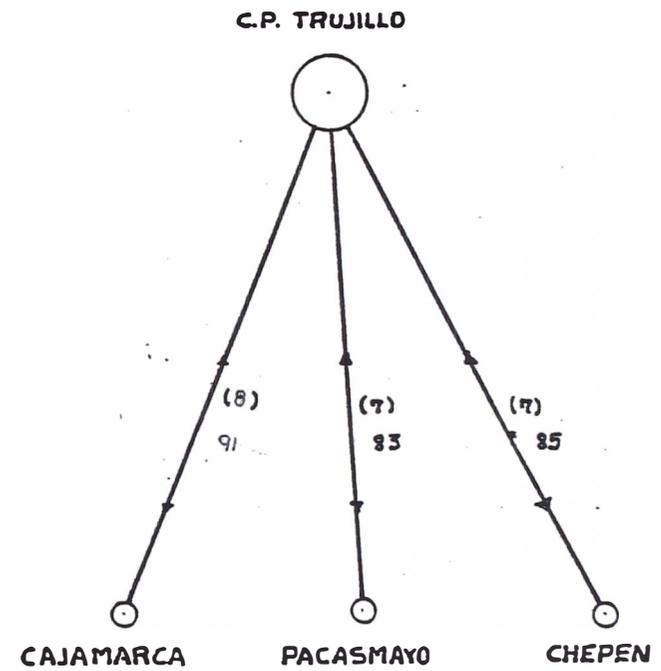
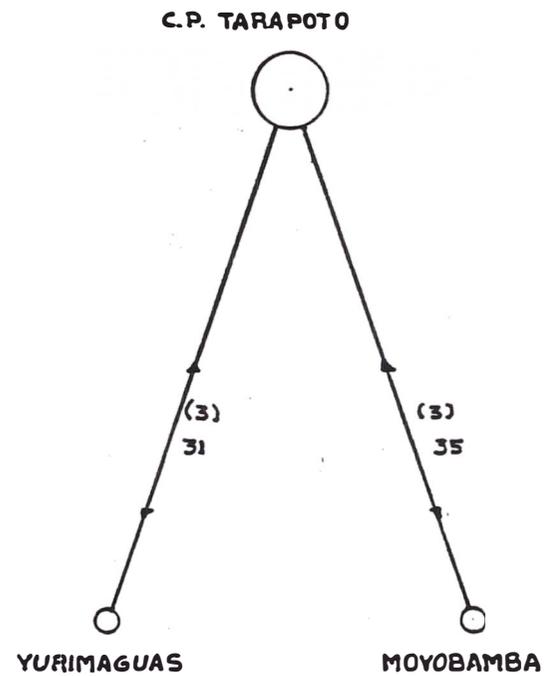
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

ANO 1987



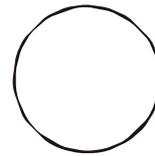
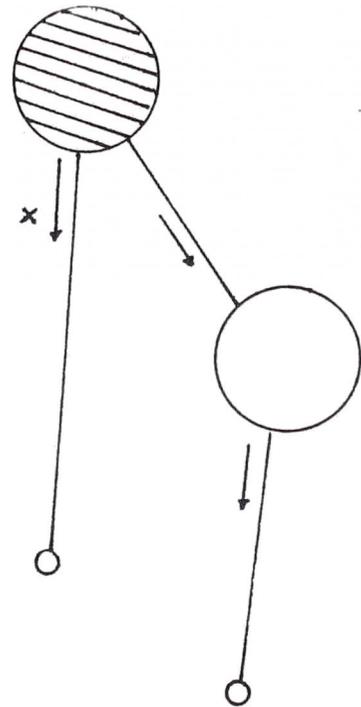
# DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR ENLACE ZONAL (TLF. + OTROS SERVICIOS)

ANO 1987

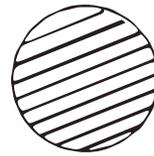


ANEXO N° II

L E Y E N D A



CENTRO SECUNDARIO



CENTRO SECUNDARIO EN ESTUDIO



CENTRO PRIMARIO



CENTRO PRIMARIO EN ESTUDIO

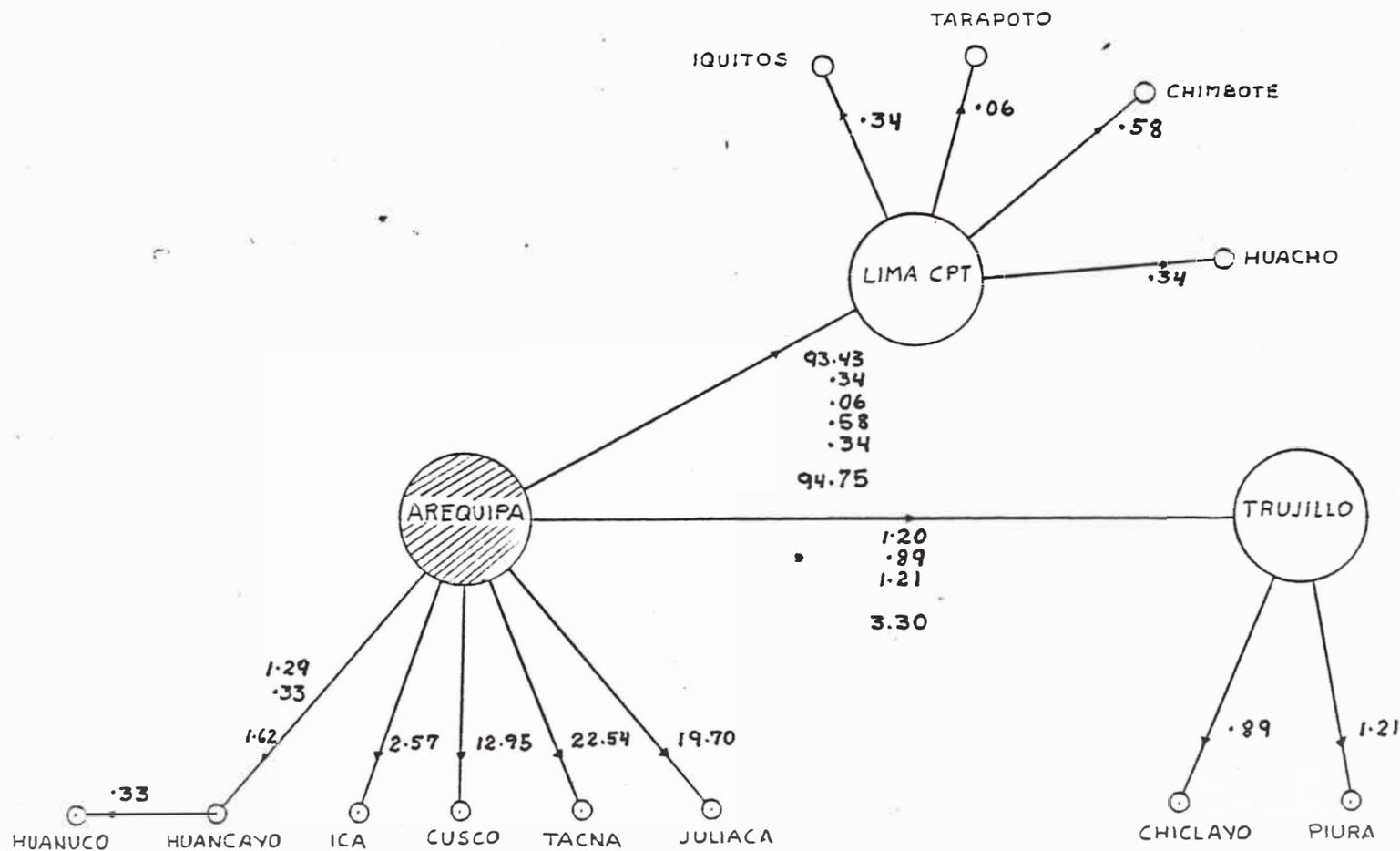


TRAFICO SALIENTE

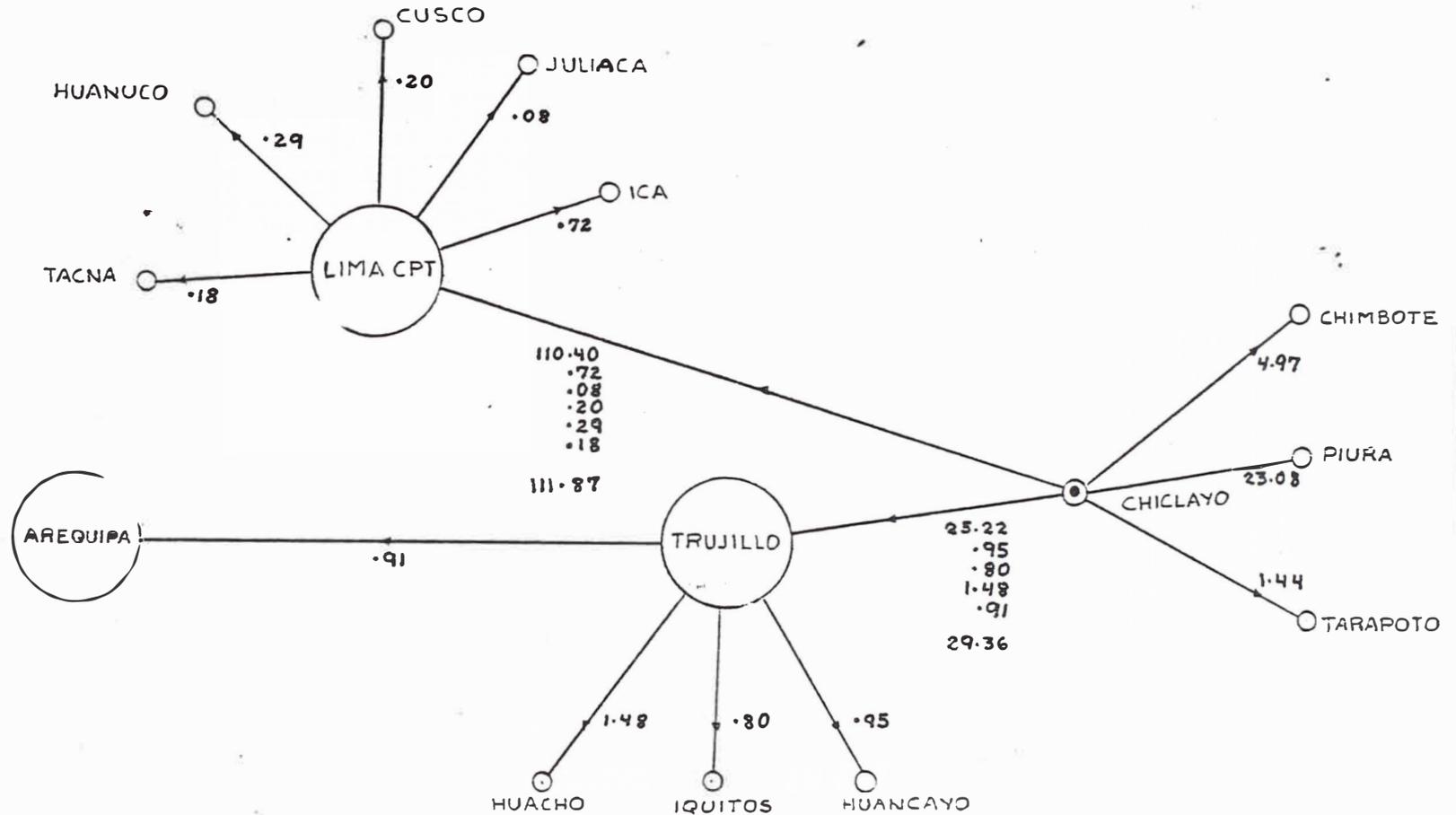
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

FIG.

CENTRO PRIMARIO AREQUIPA



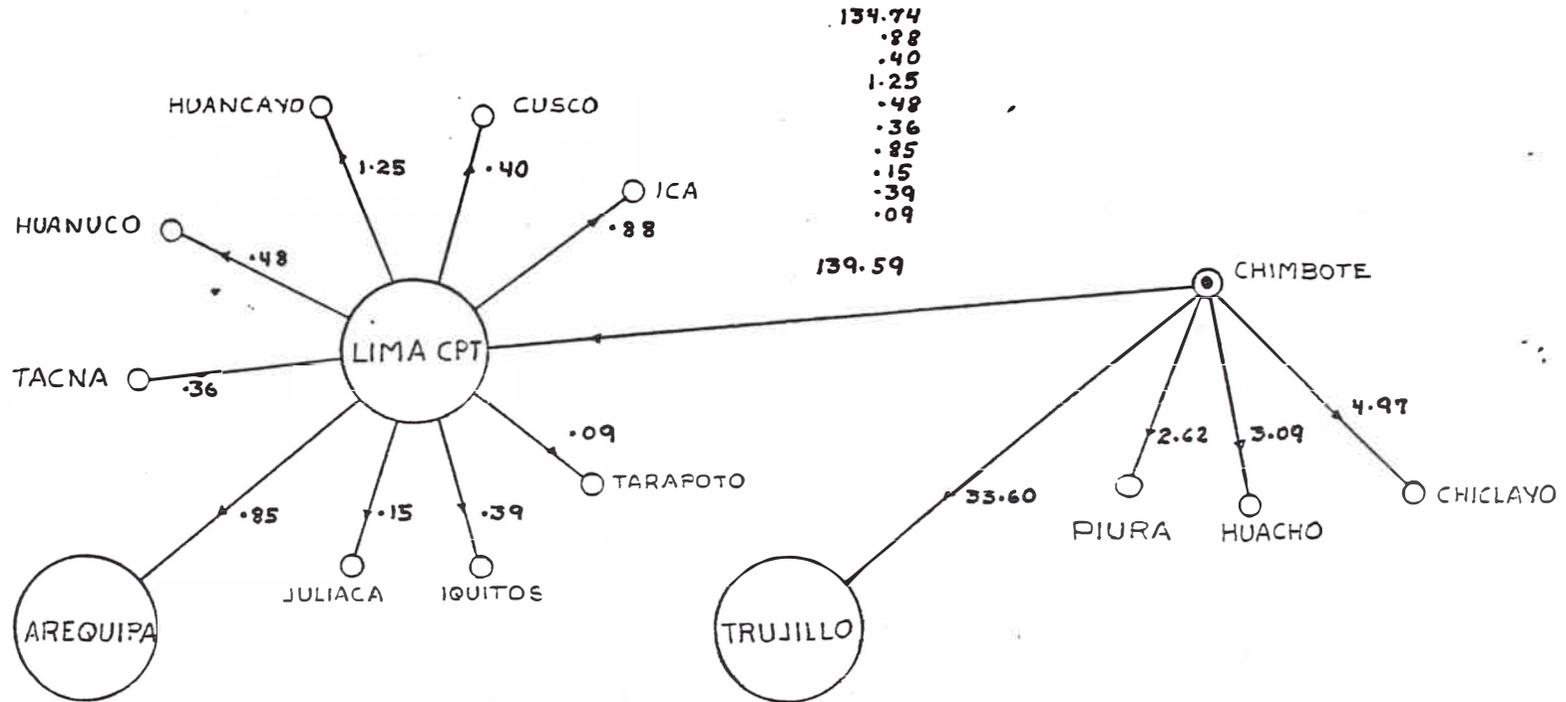
CENTRO PRIMARIO CHICLAYO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

FIG.

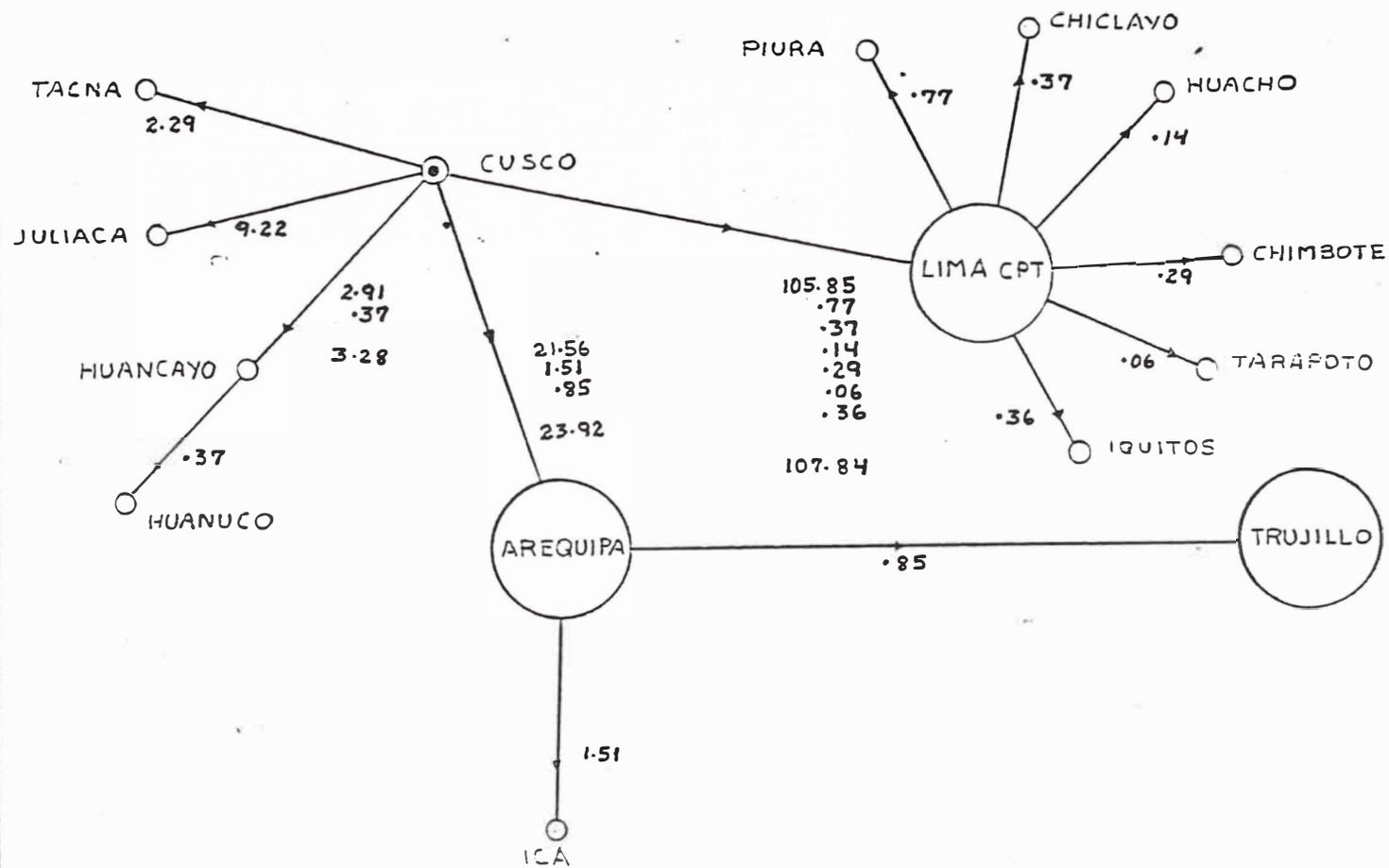
CENTRO PRIMARIO CHIMBOTE



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

FIG.

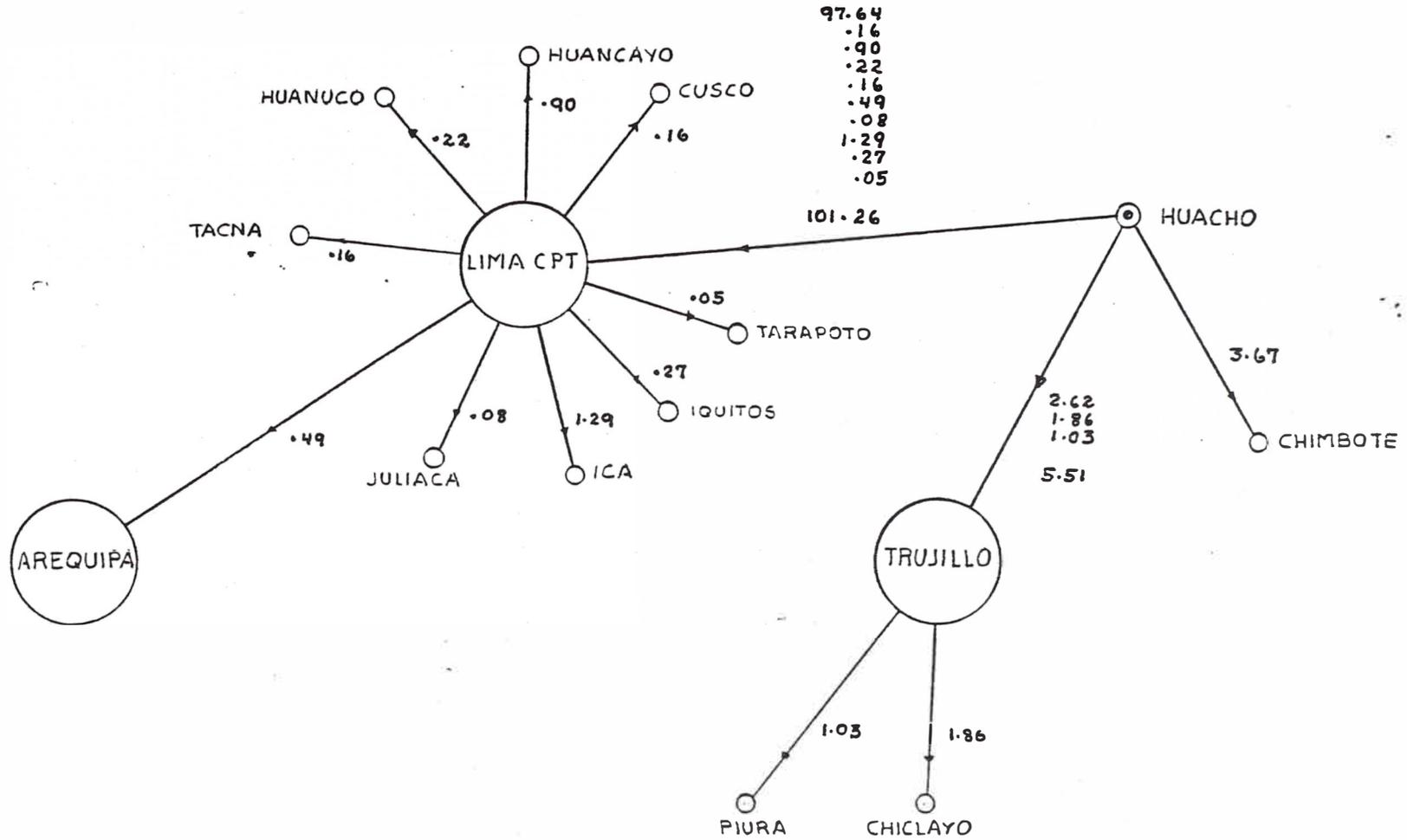
CENTRO PRIMARIO CUSCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

FIG.

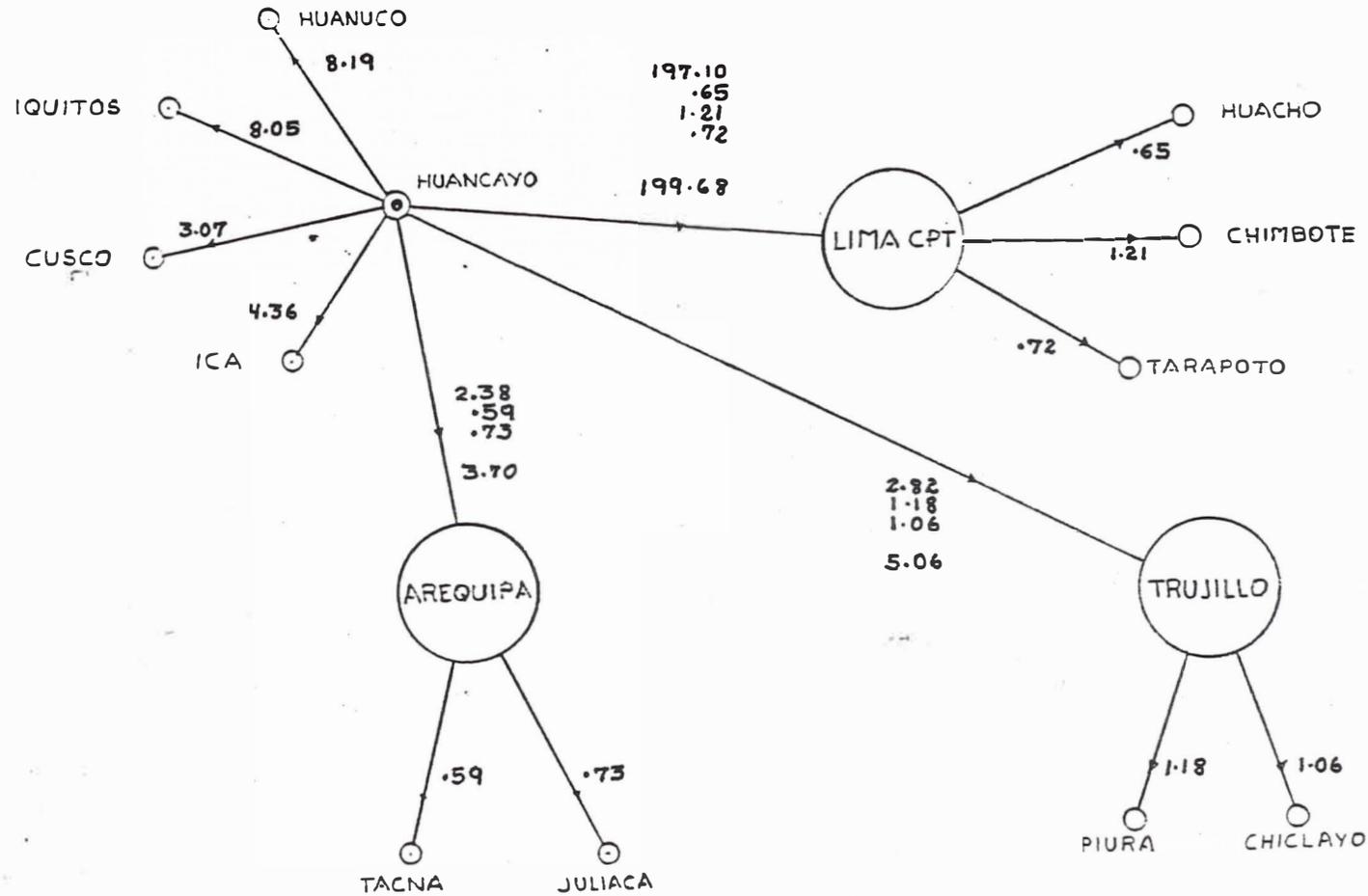
CENTRO PRIMARIO HUACHO



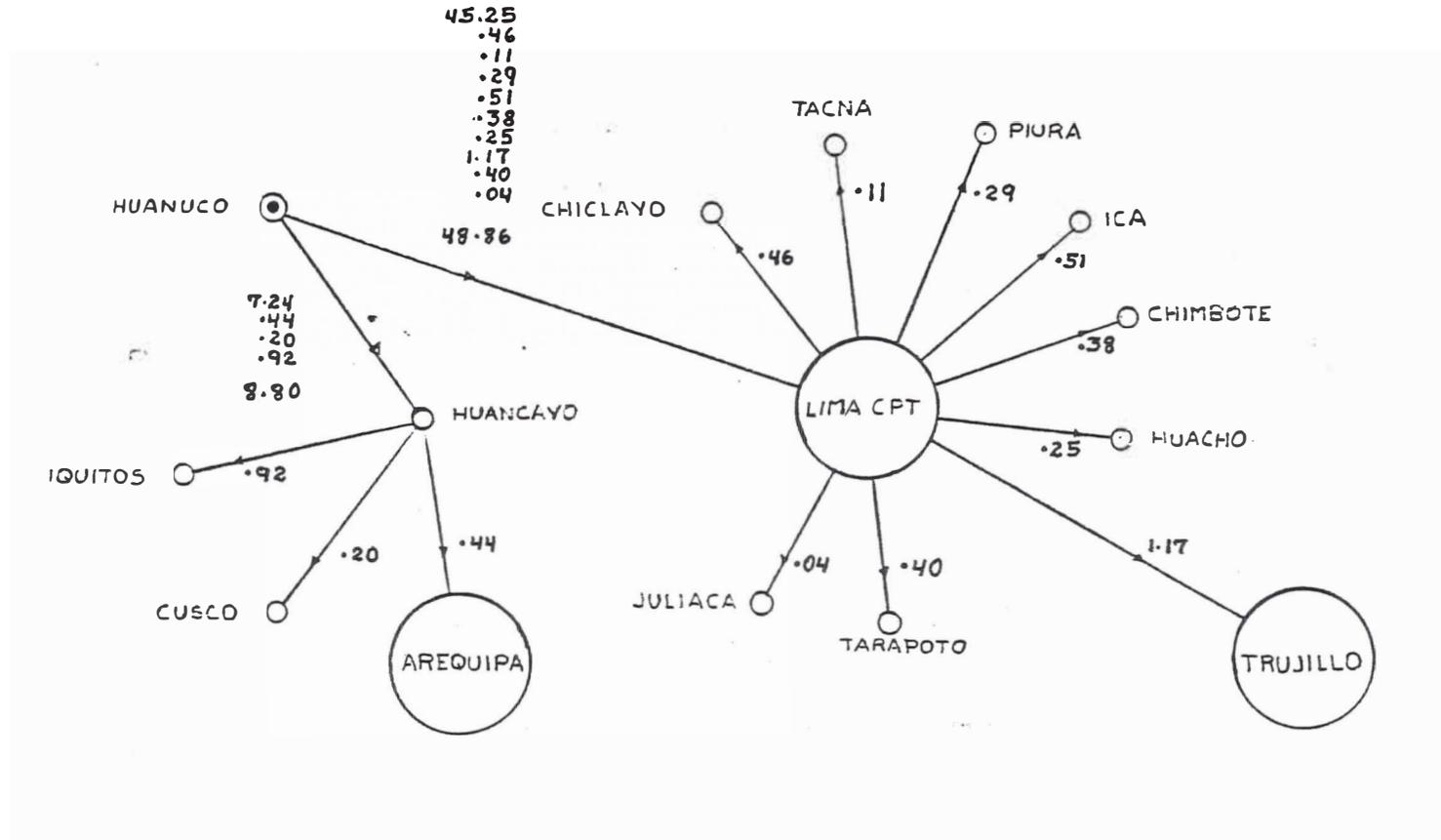
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

FIG.

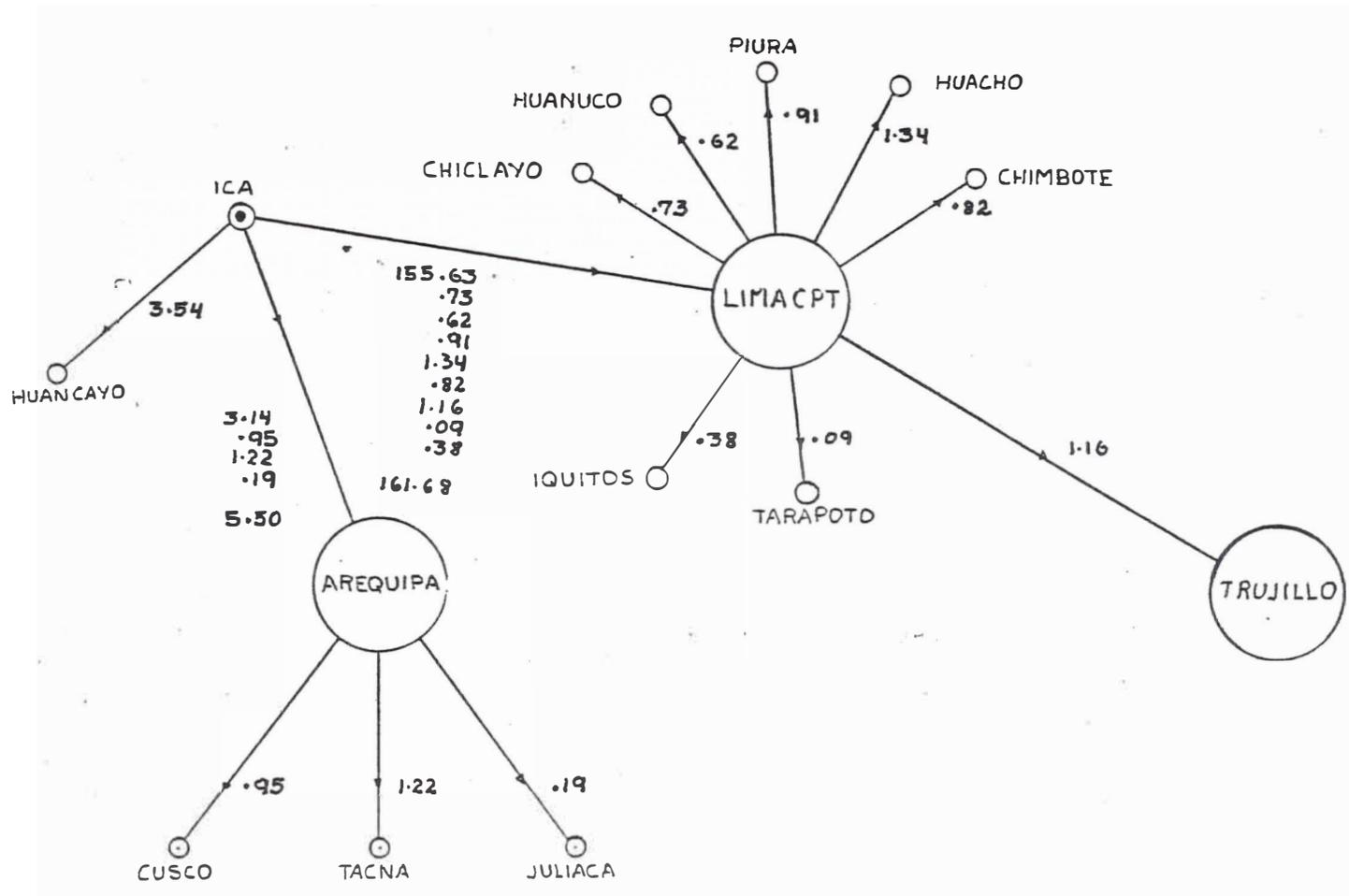
CENTRO PRIMARIO HUANCAYO



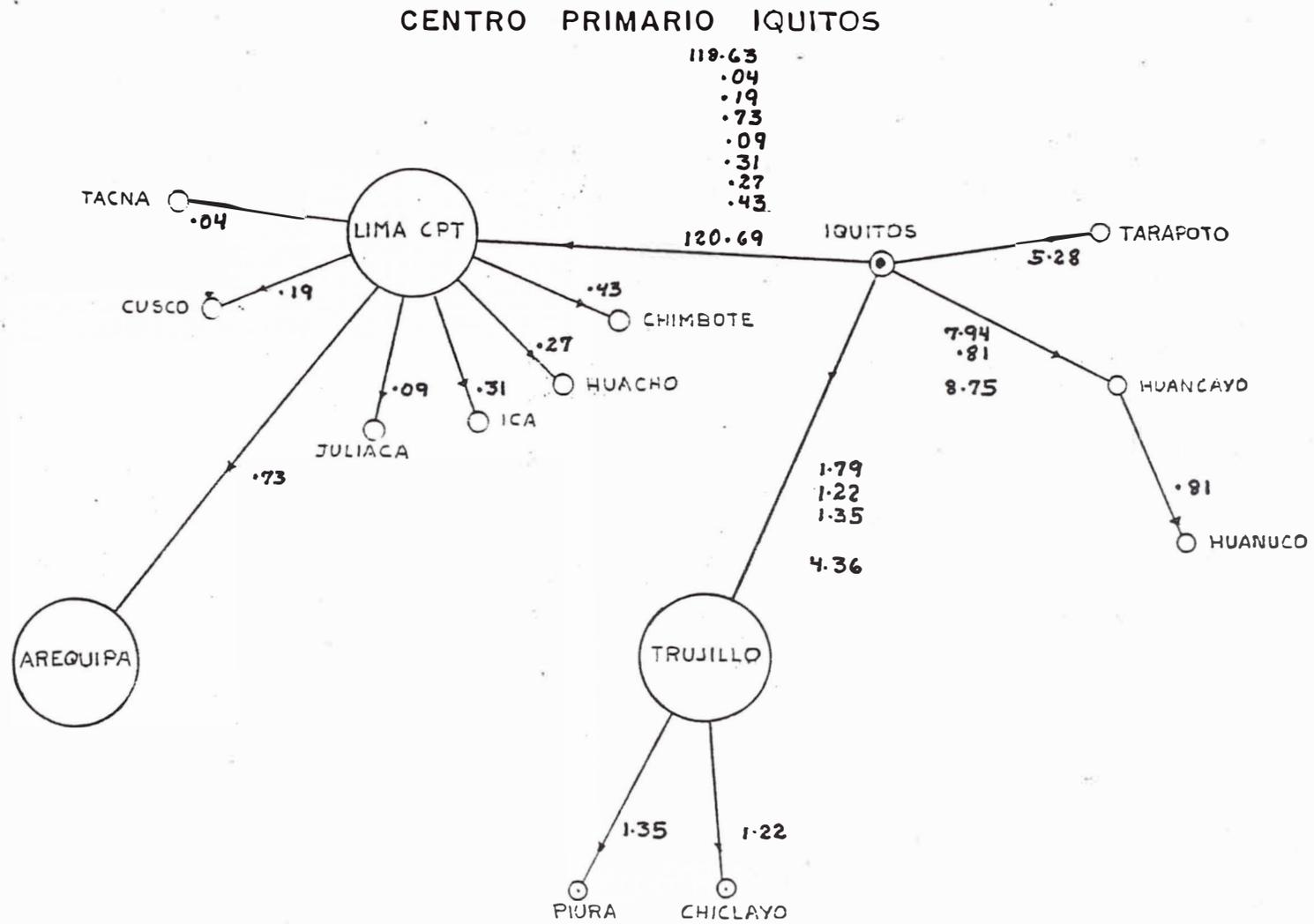
CENTRO PRIMARIO HUANUCO



CENTRO PRIMARIO ICA

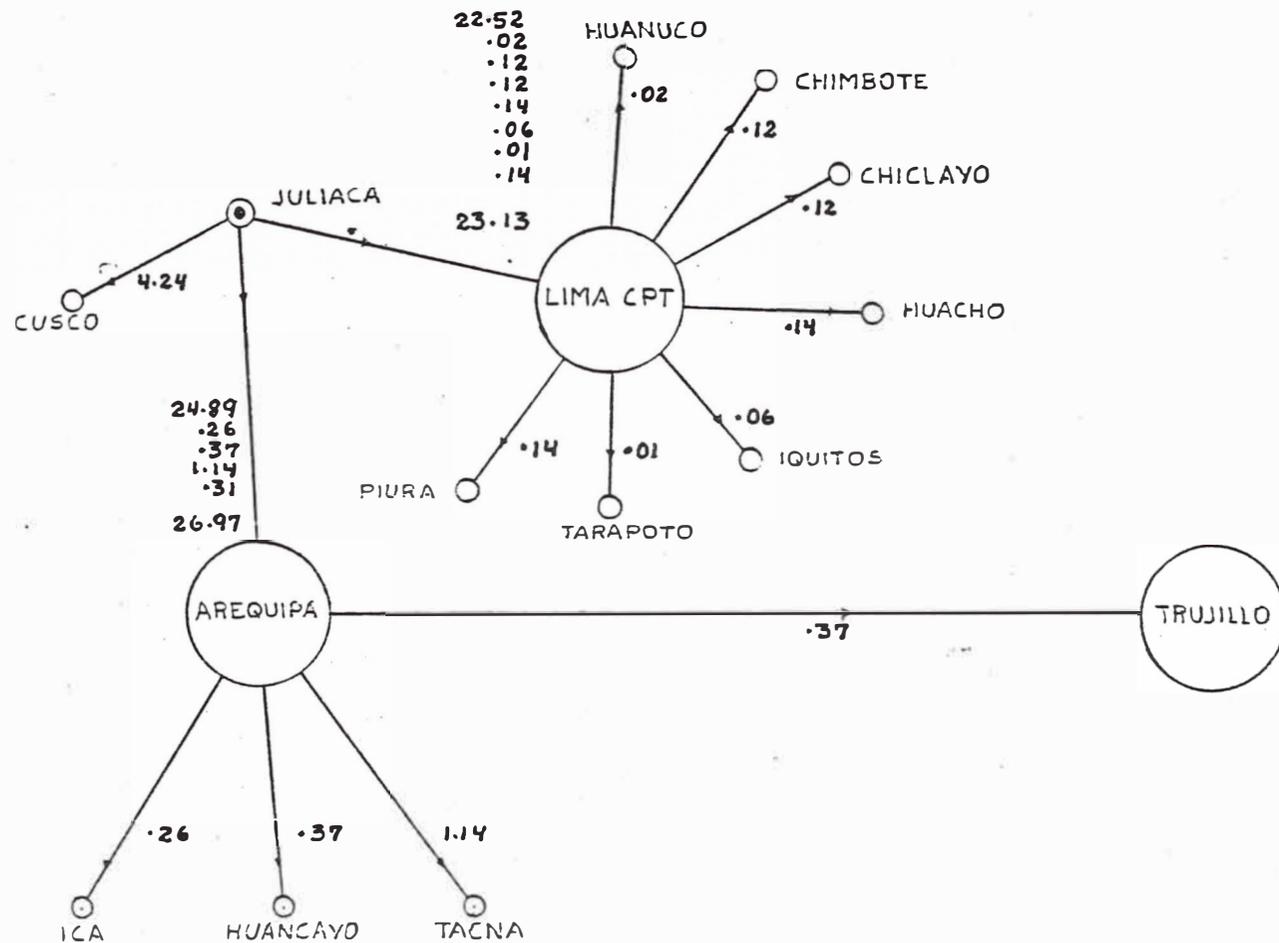


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.

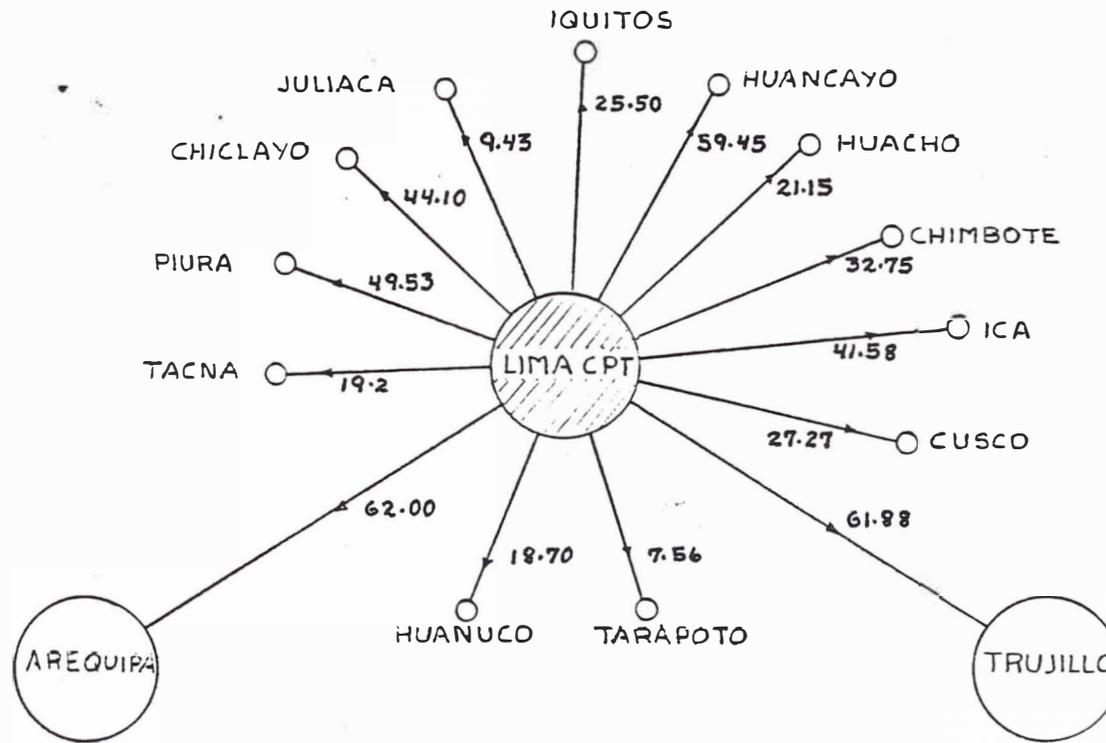
CENTRO PRIMARIO JULIACA



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984)

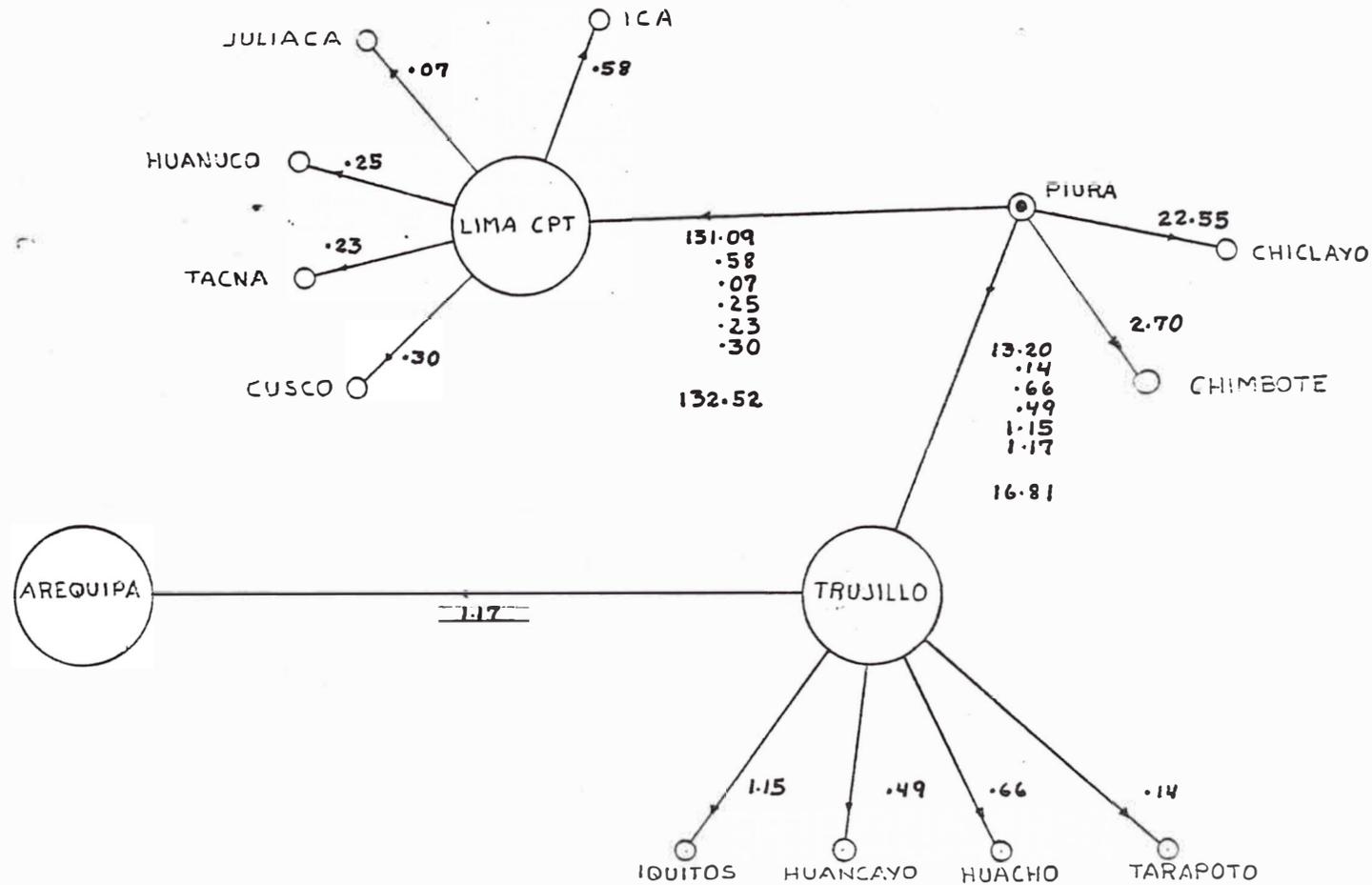
FIG.

CENTRO PRIMARIO LIMA CPT



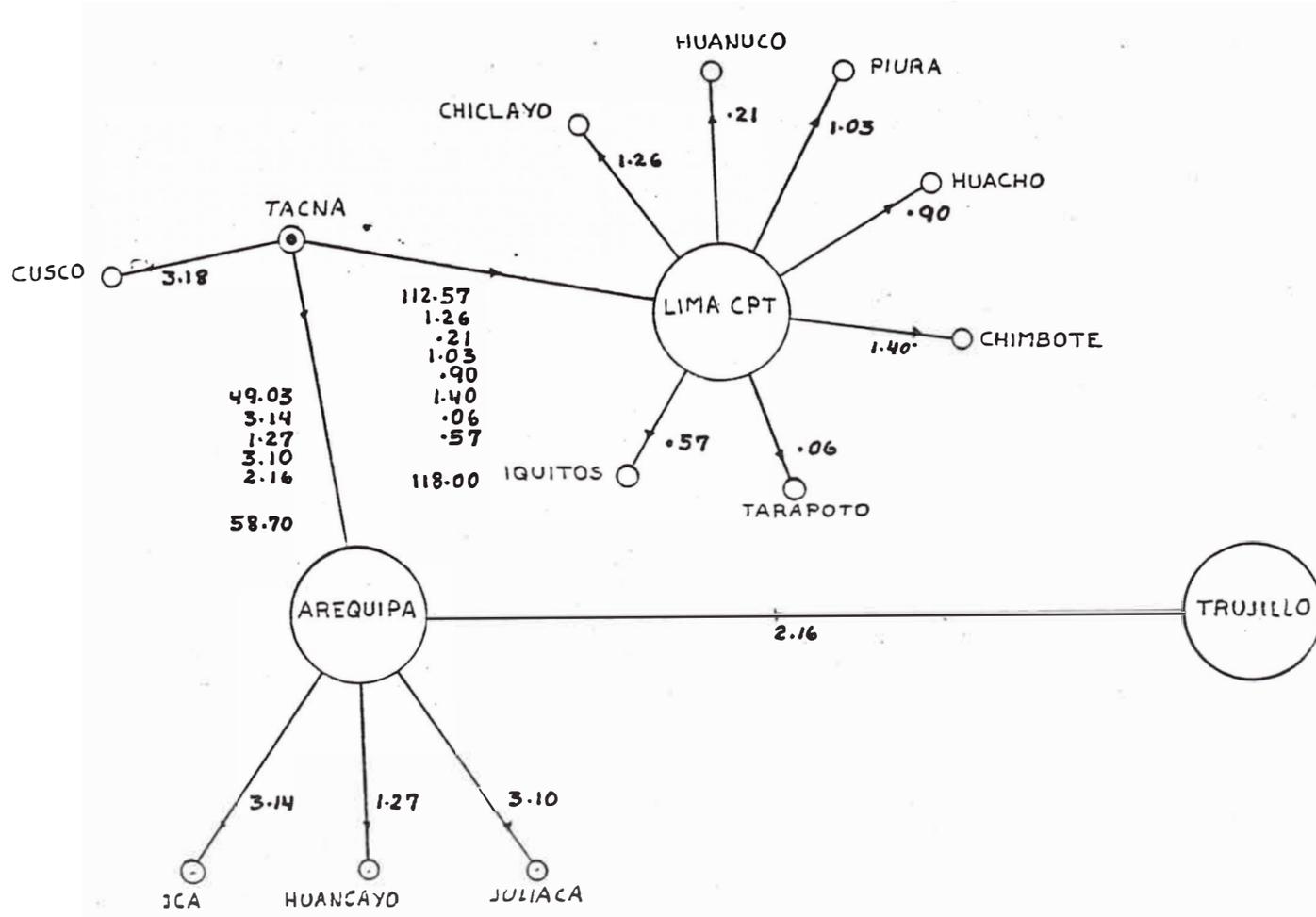
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.

CENTRO PRIMARIO PIURA



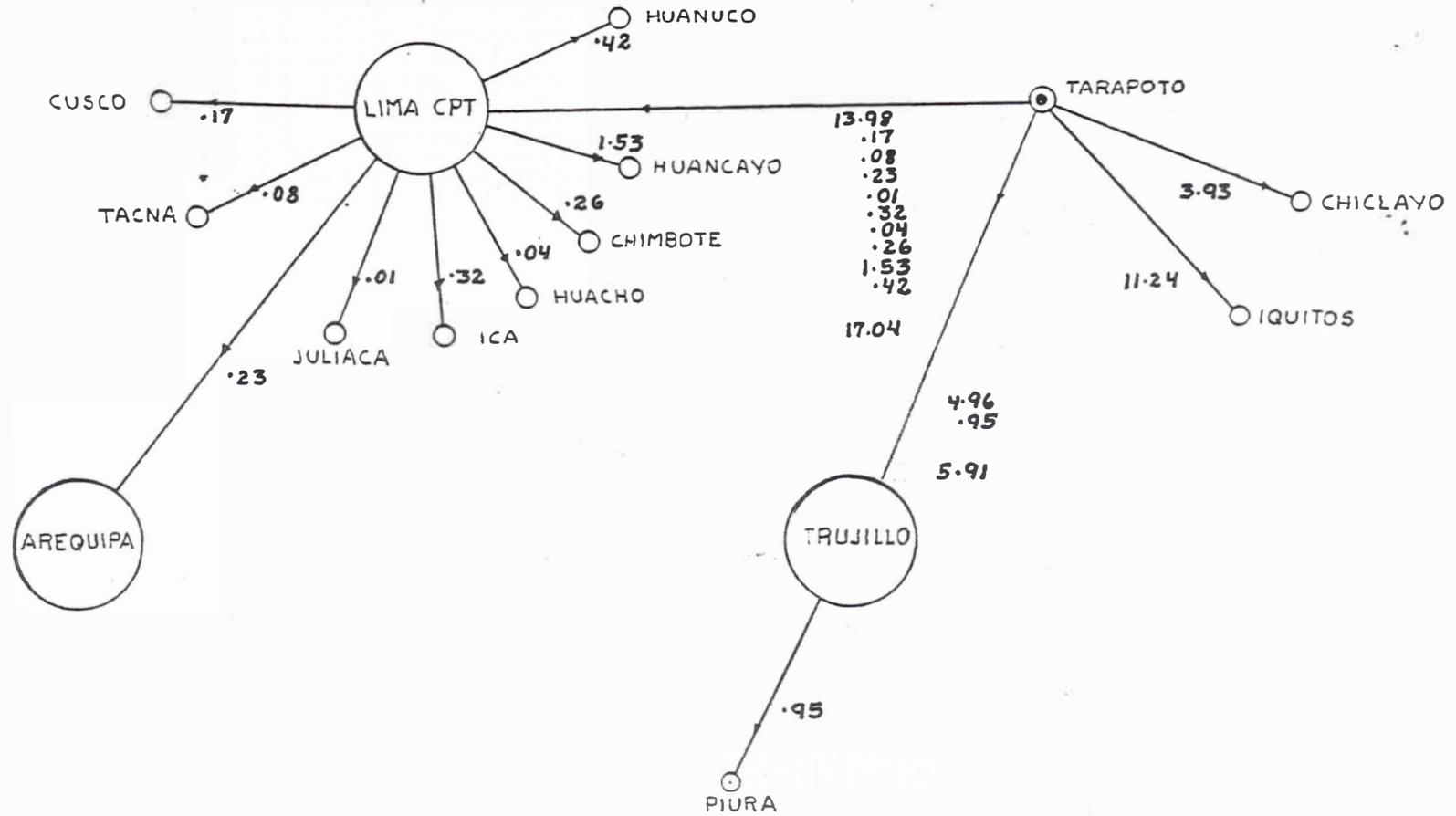
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.

CENTRO PRIMARIO TACNA



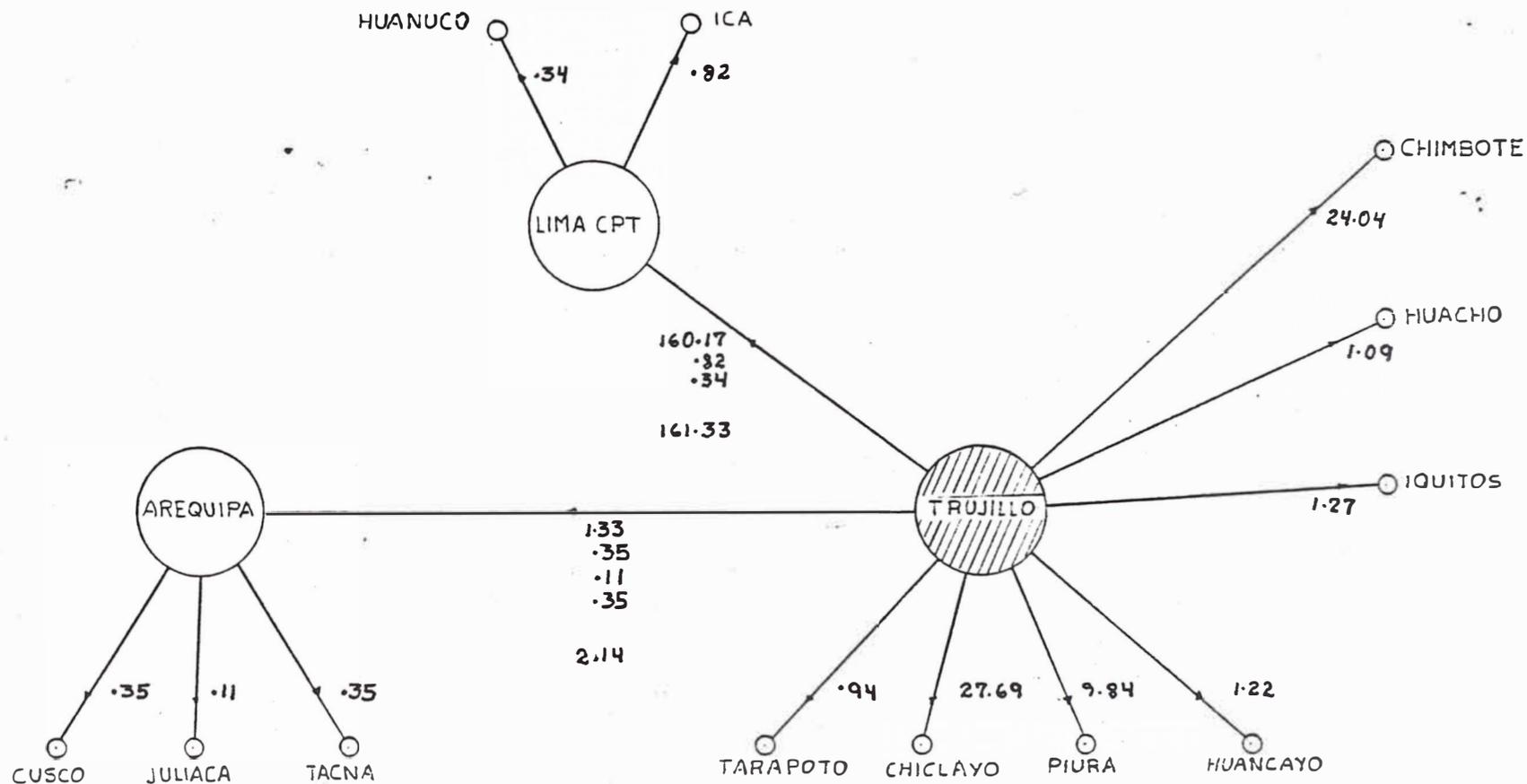
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.

CENTRO PRIMARIO TARAPOTO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1984) FIG.

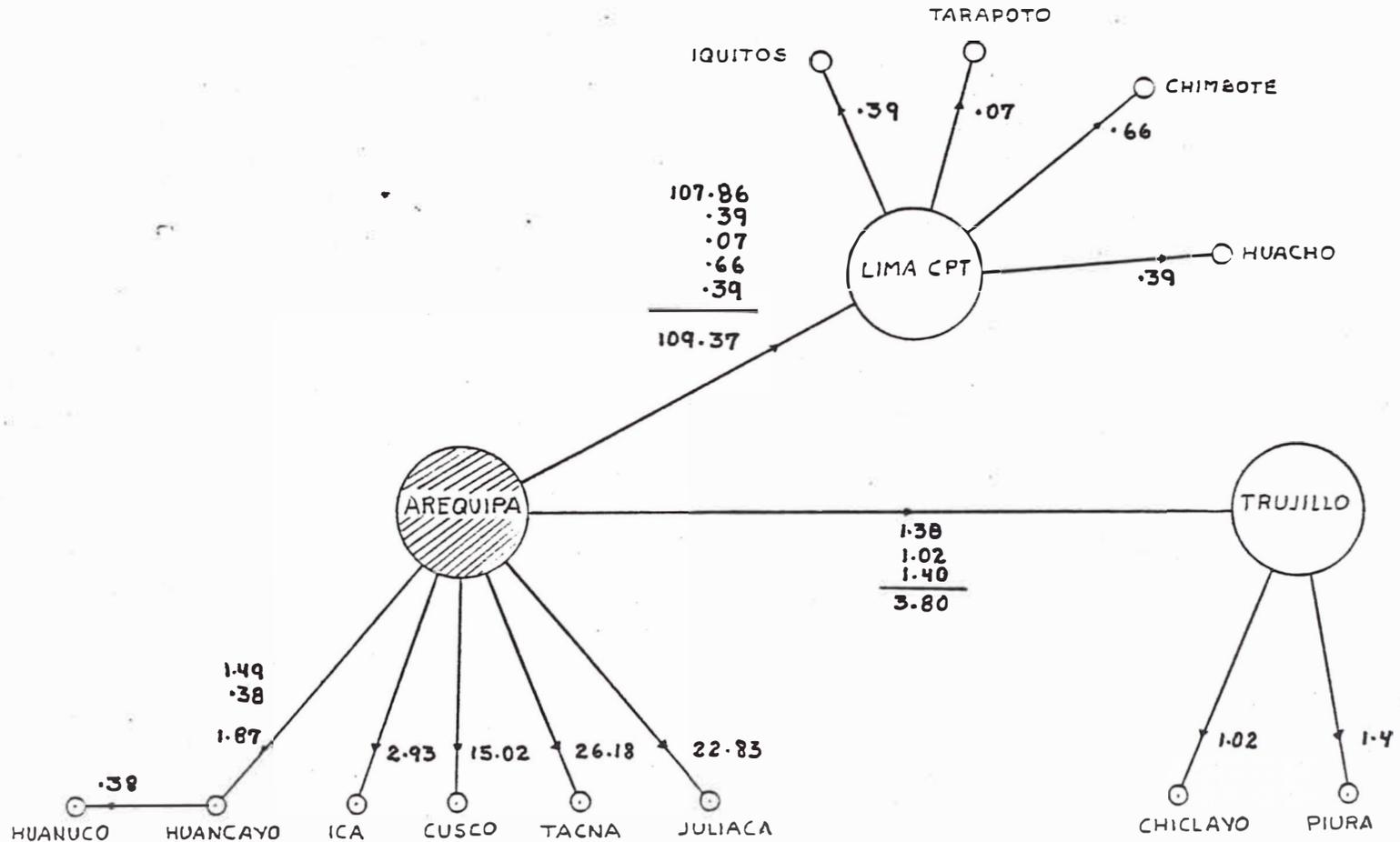
CENTRO PRIMARIO TRUJILLO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

FIG.

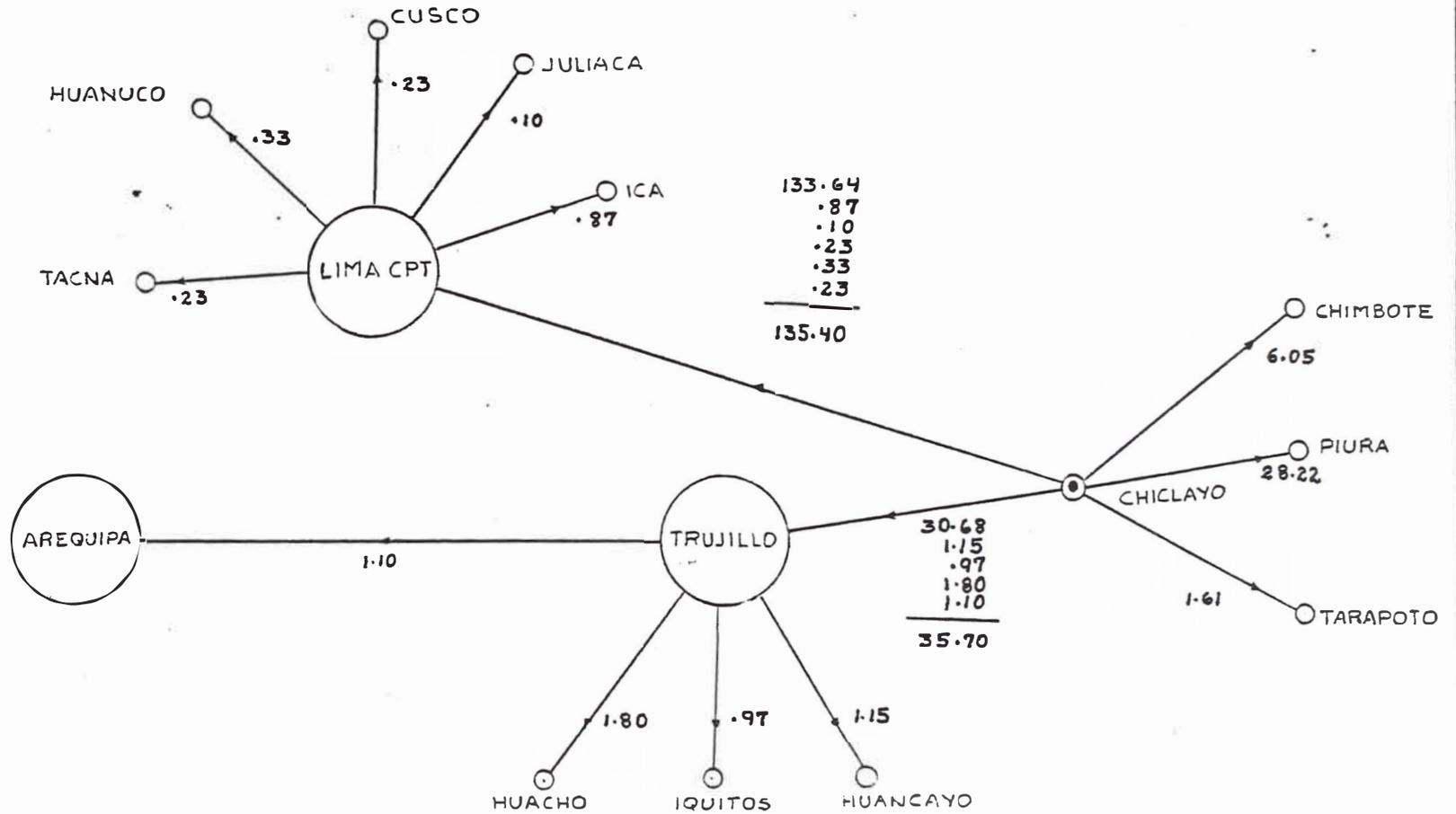
CENTRO PRIMARIO AREQUIPA



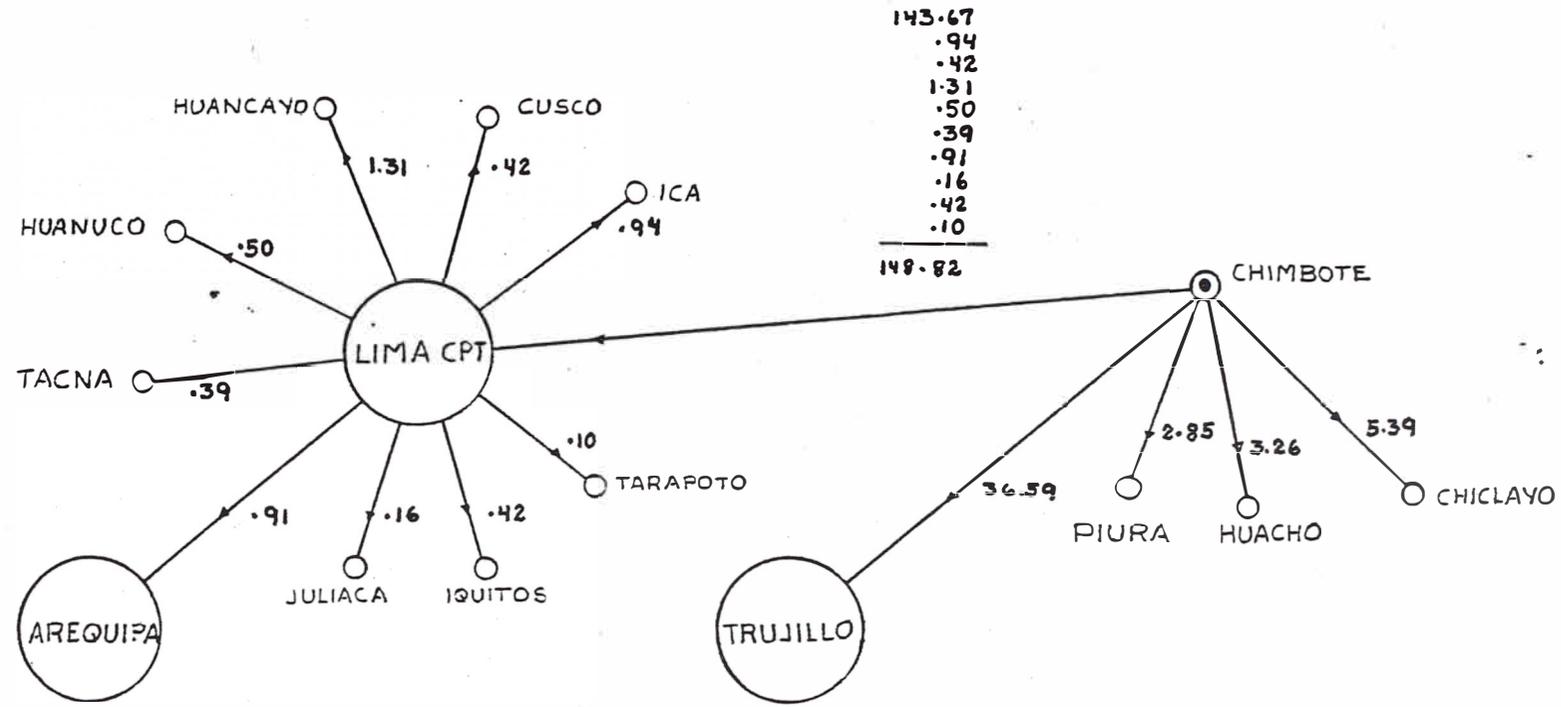
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

FIG.

CENTRO PRIMARIO CHICLAYO

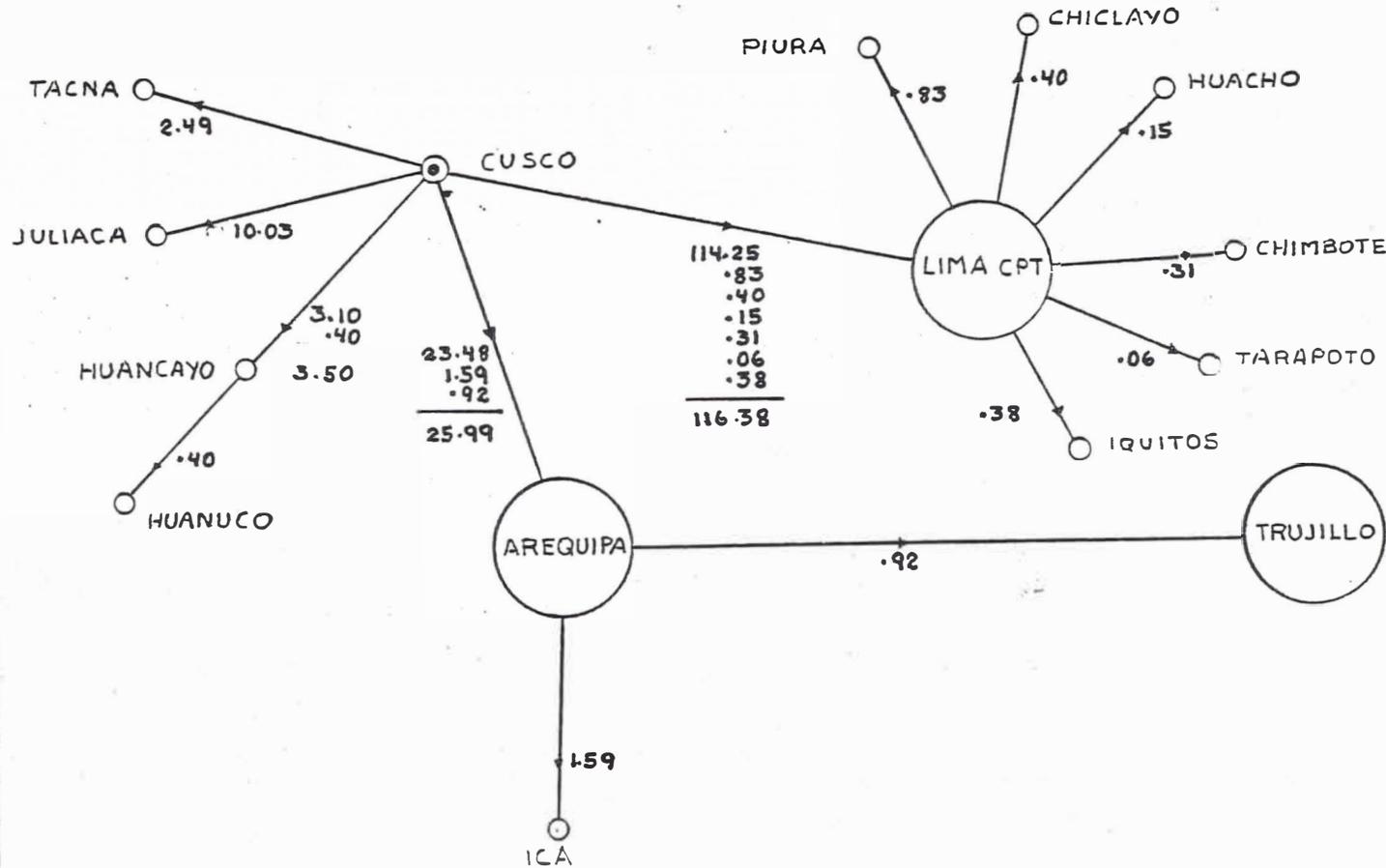


CENTRO PRIMARIO CHIMBOTE



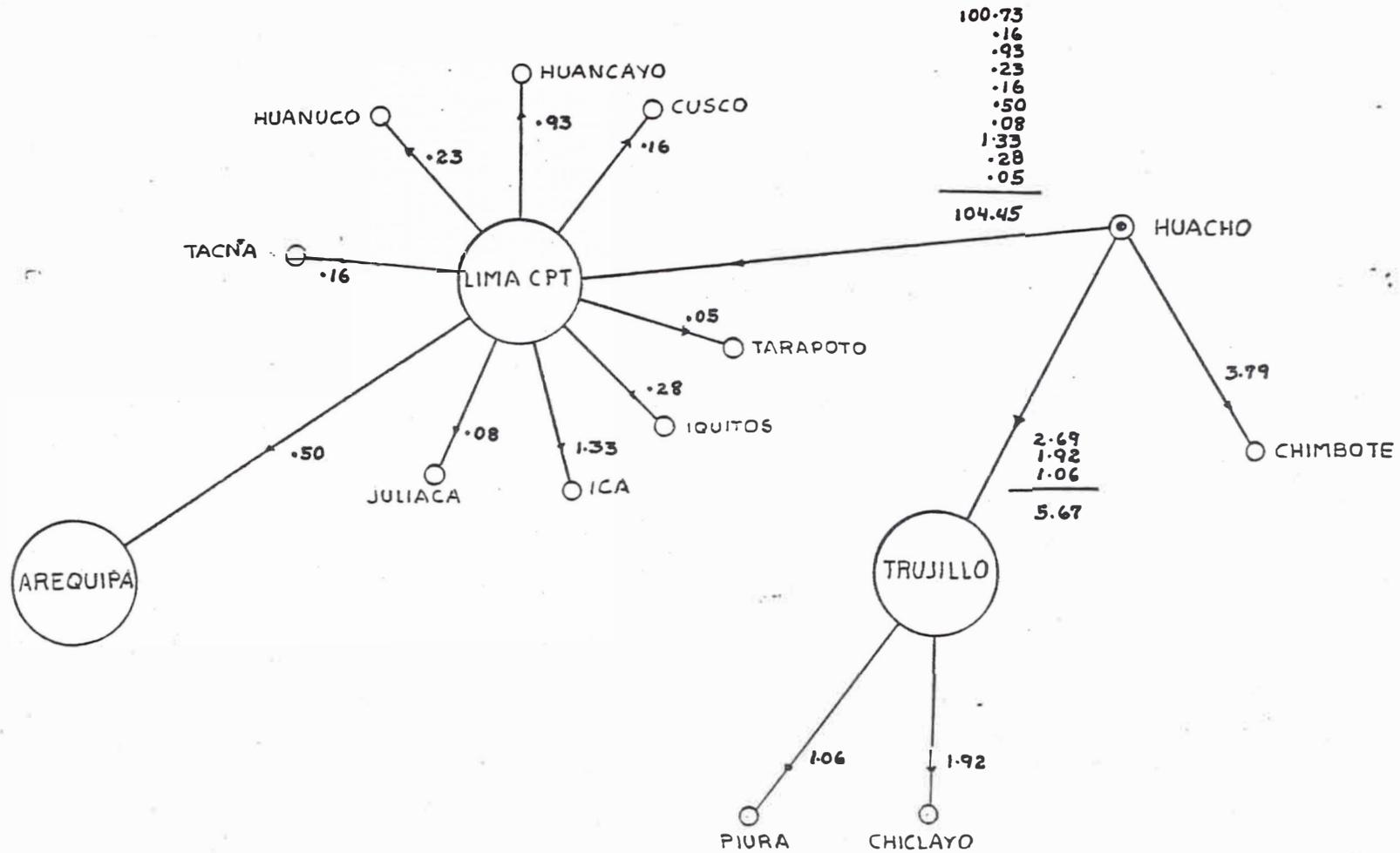
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

CENTRO PRIMARIO CUSCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

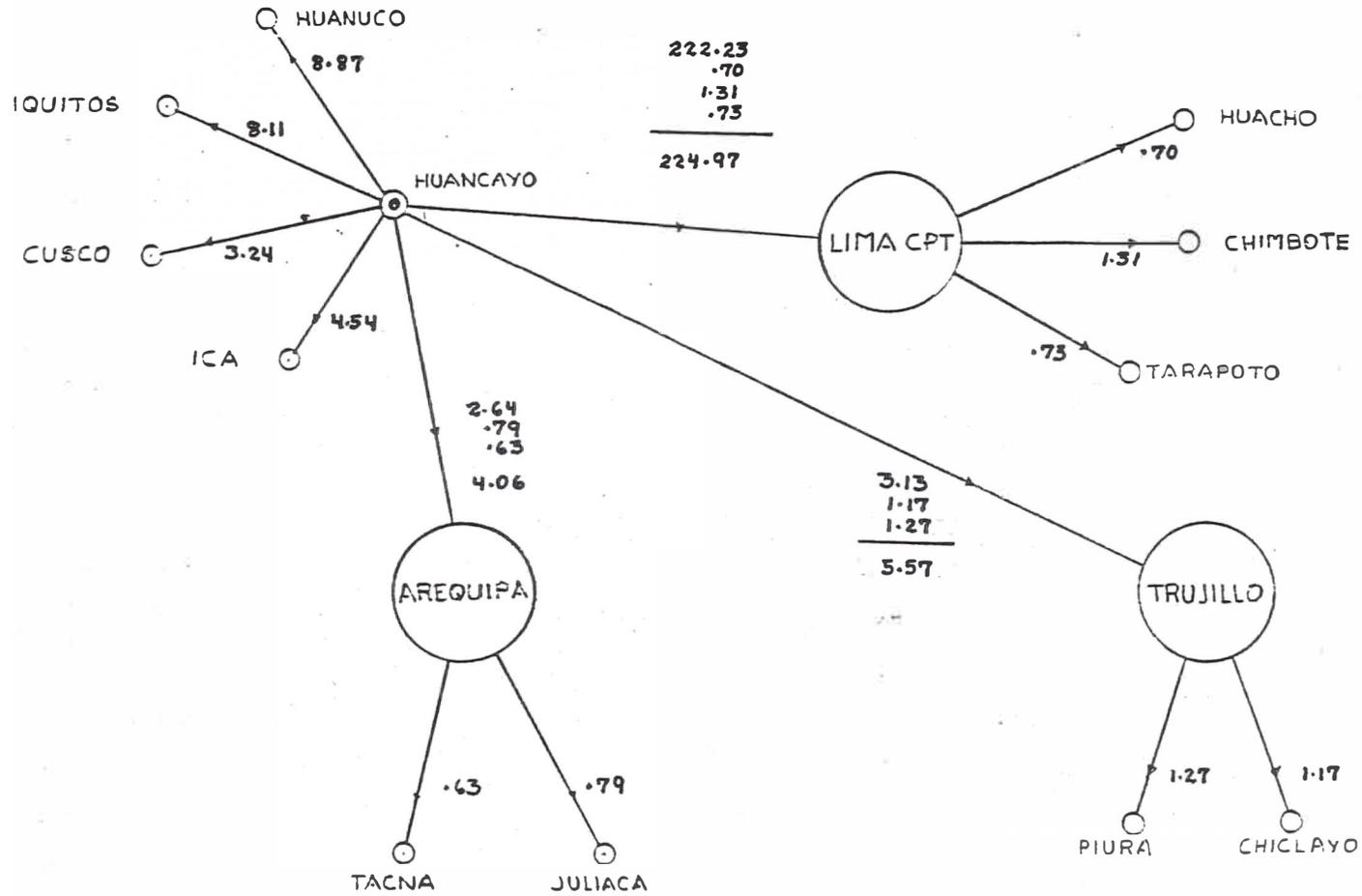
CENTRO PRIMARIO HUACHO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

FIG.

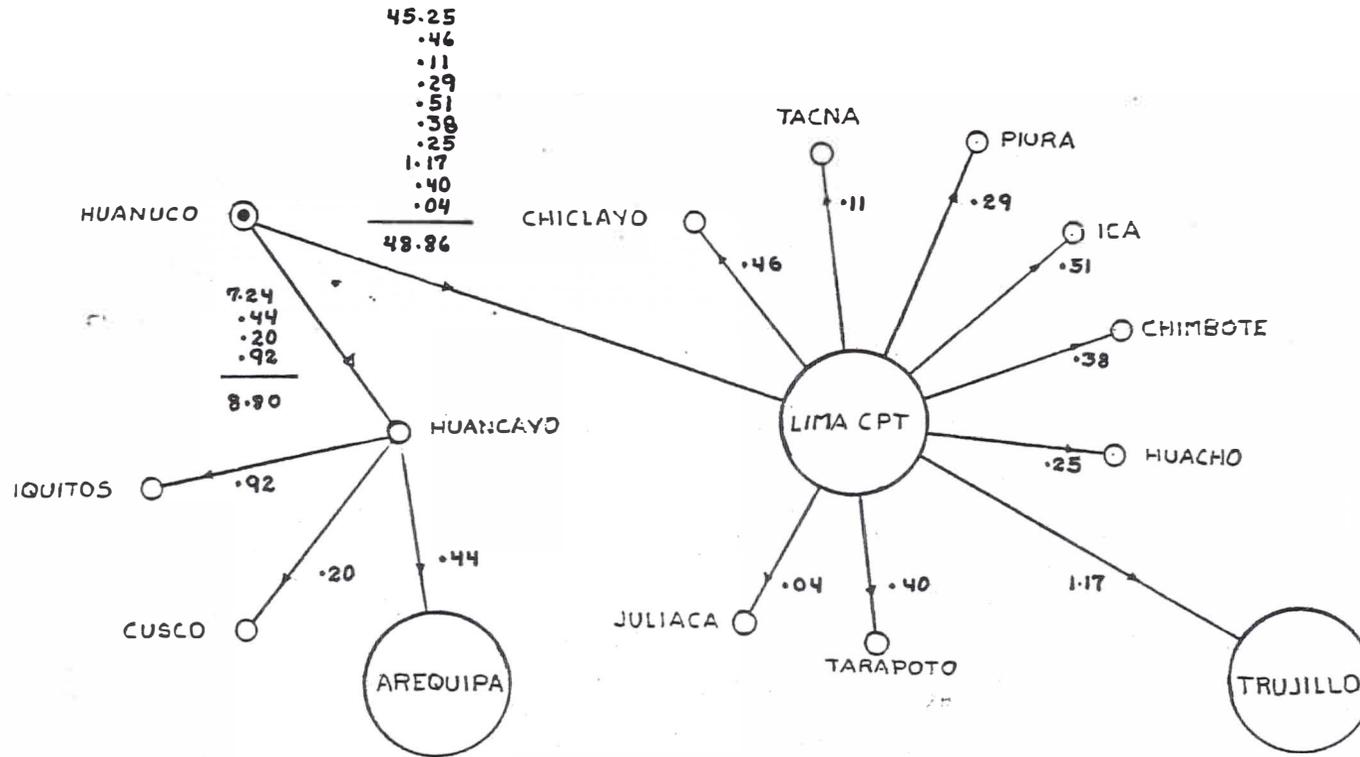
CENTRO PRIMARIO HUANCAYO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

FIG.

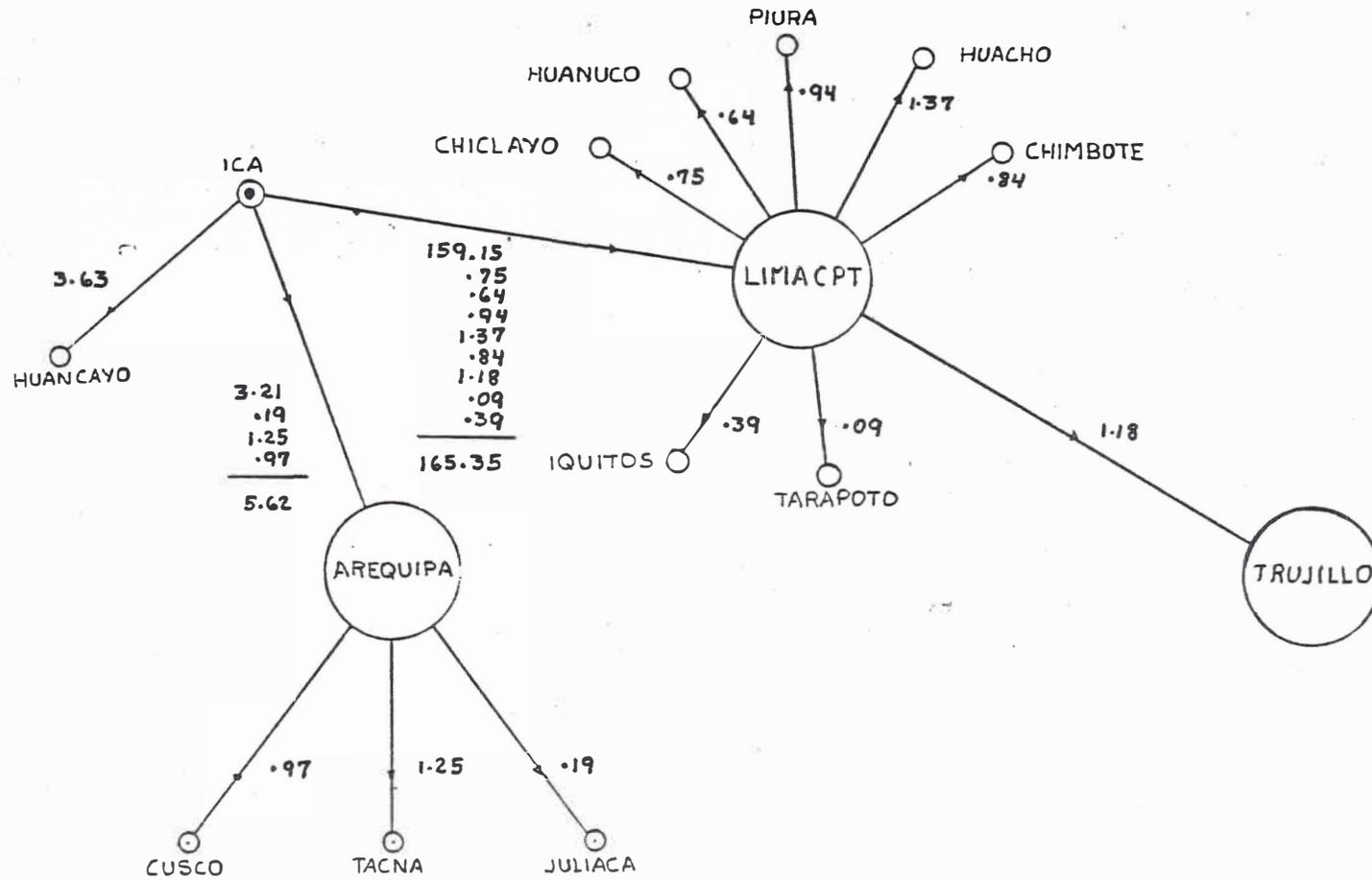
CENTRO PRIMARIO HUANUCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

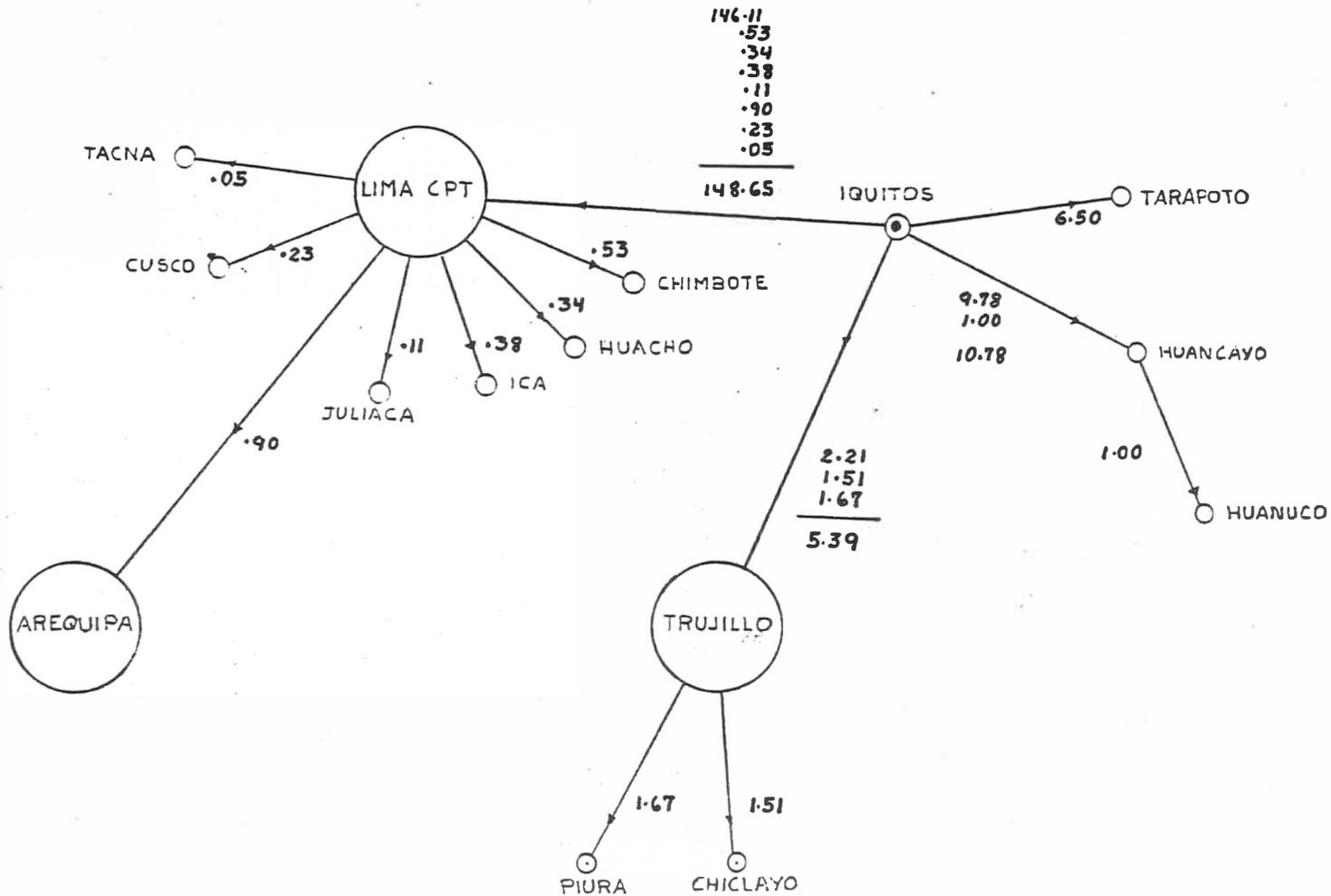
FIG.

CENTRO PRIMARIO ICA

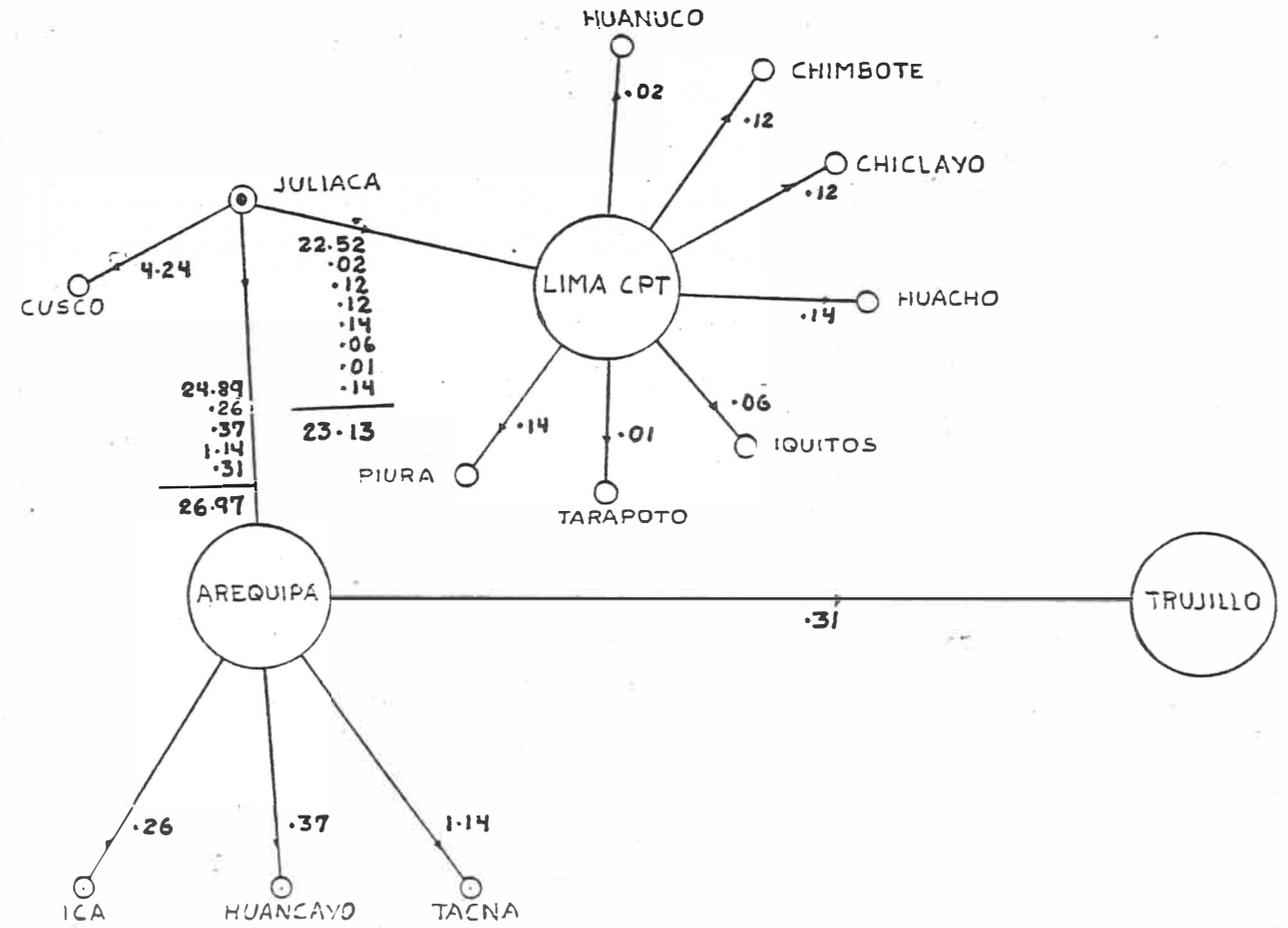


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

CENTRO PRIMARIO IQUITOS



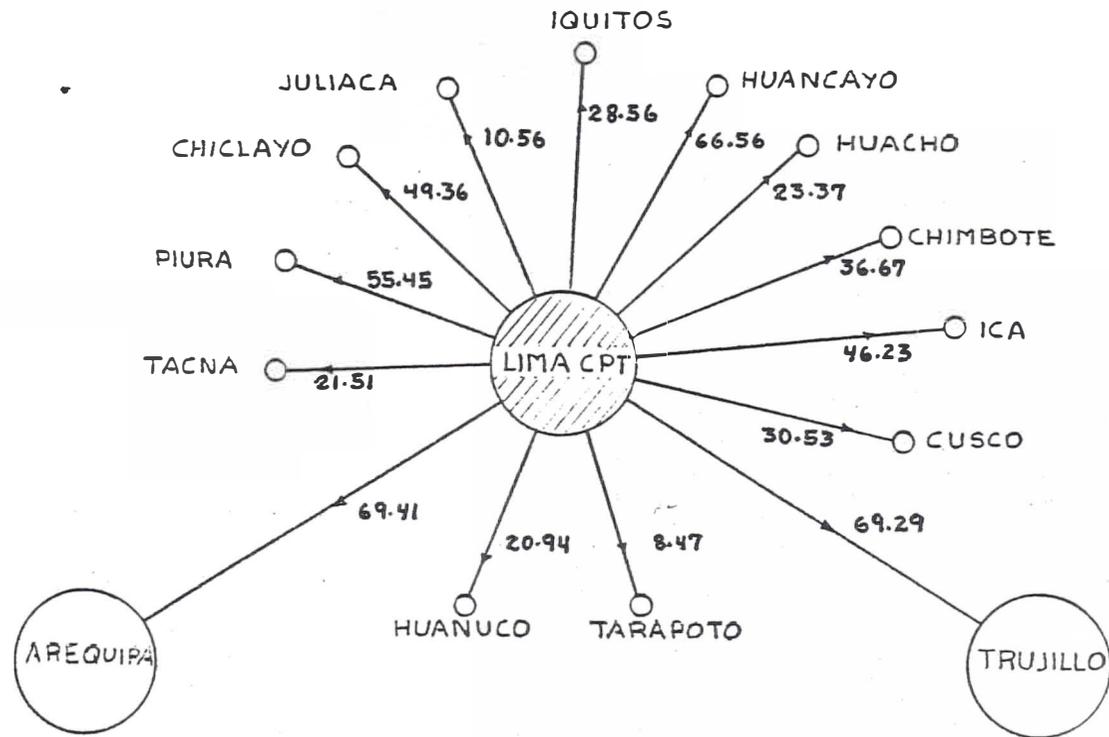
CENTRO PRIMARIO JULIACA



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985)

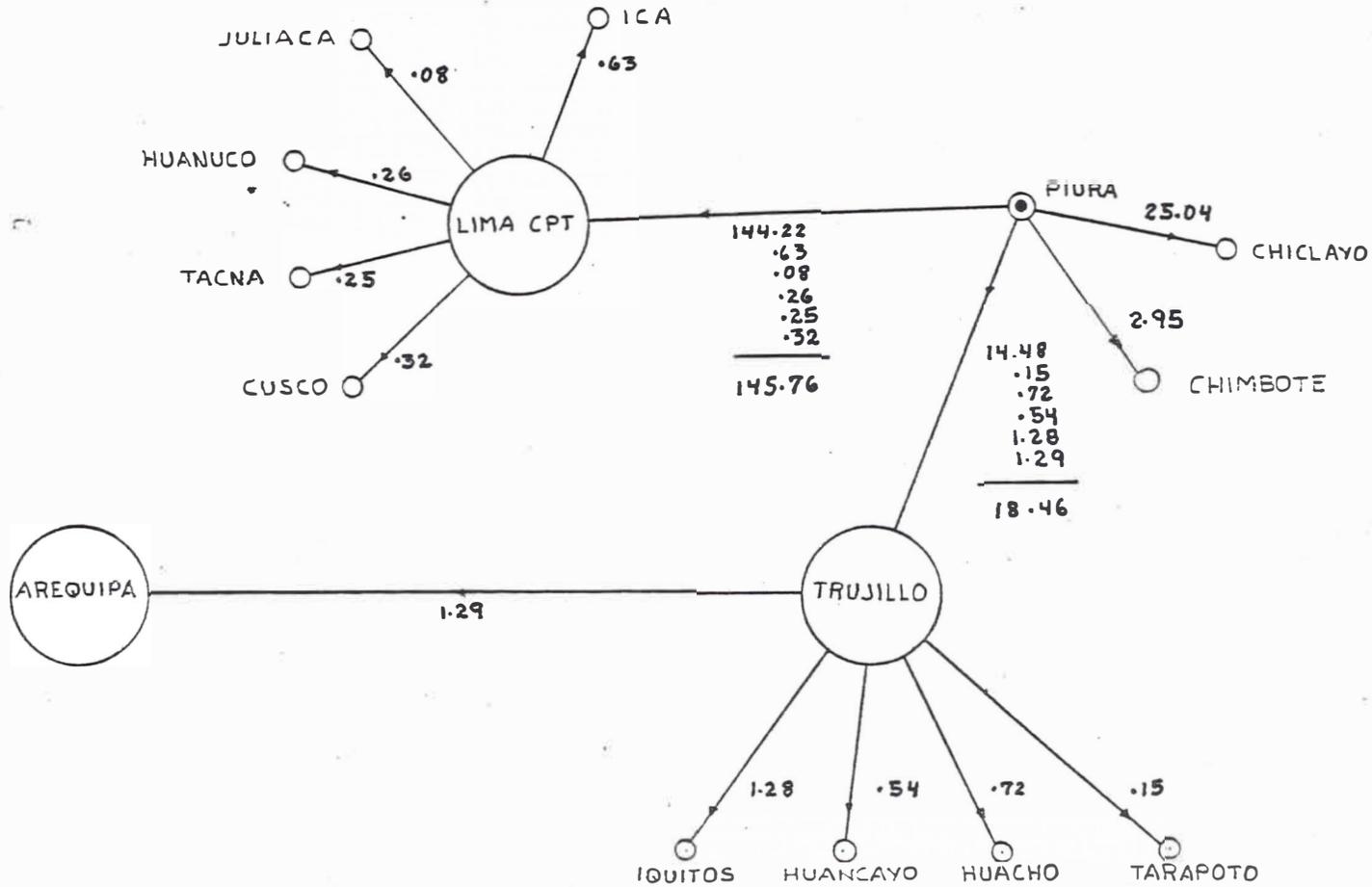
FIG.

CENTRO PRIMARIO LIMA CPT



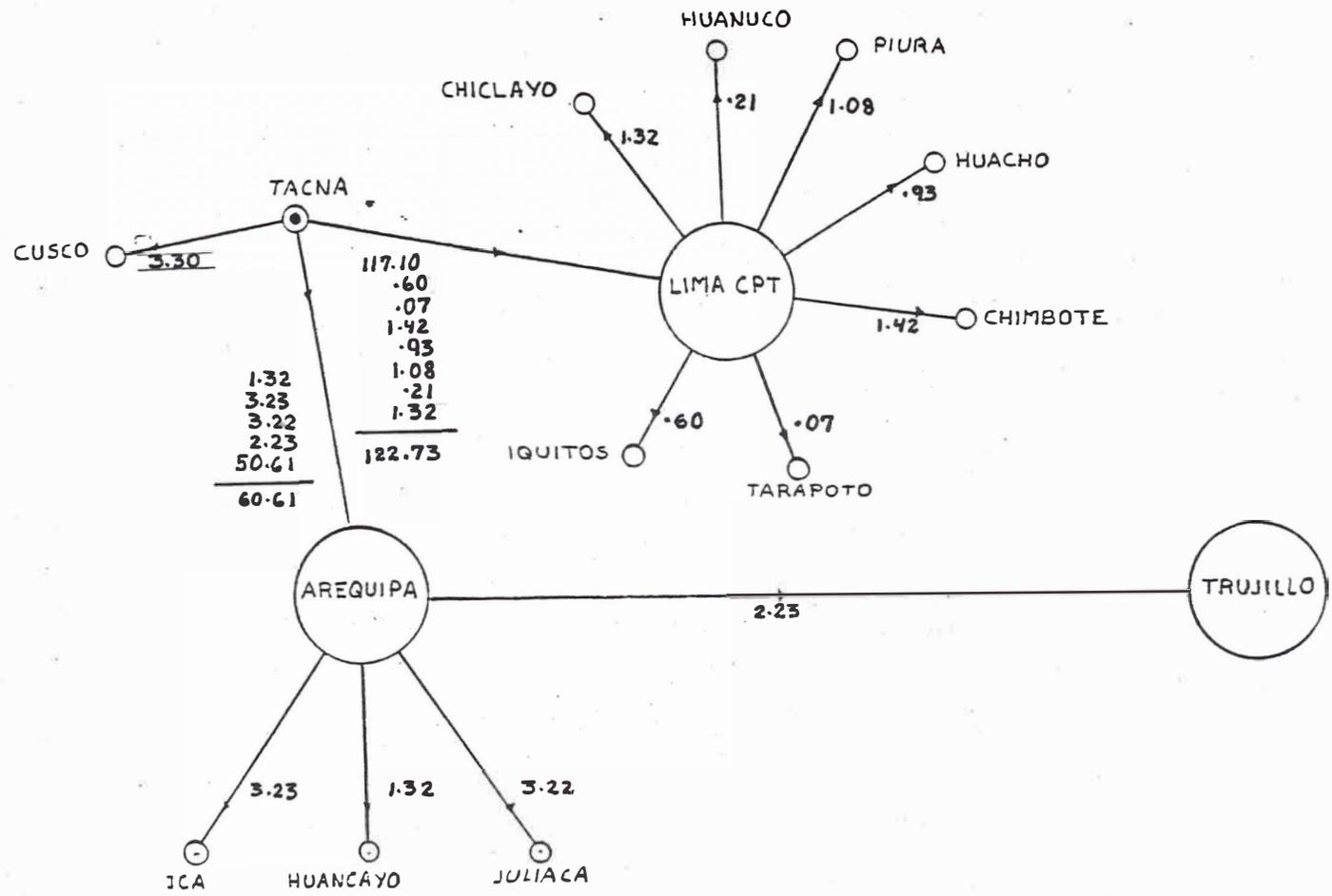
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

CENTRO PRIMARIO PIURA

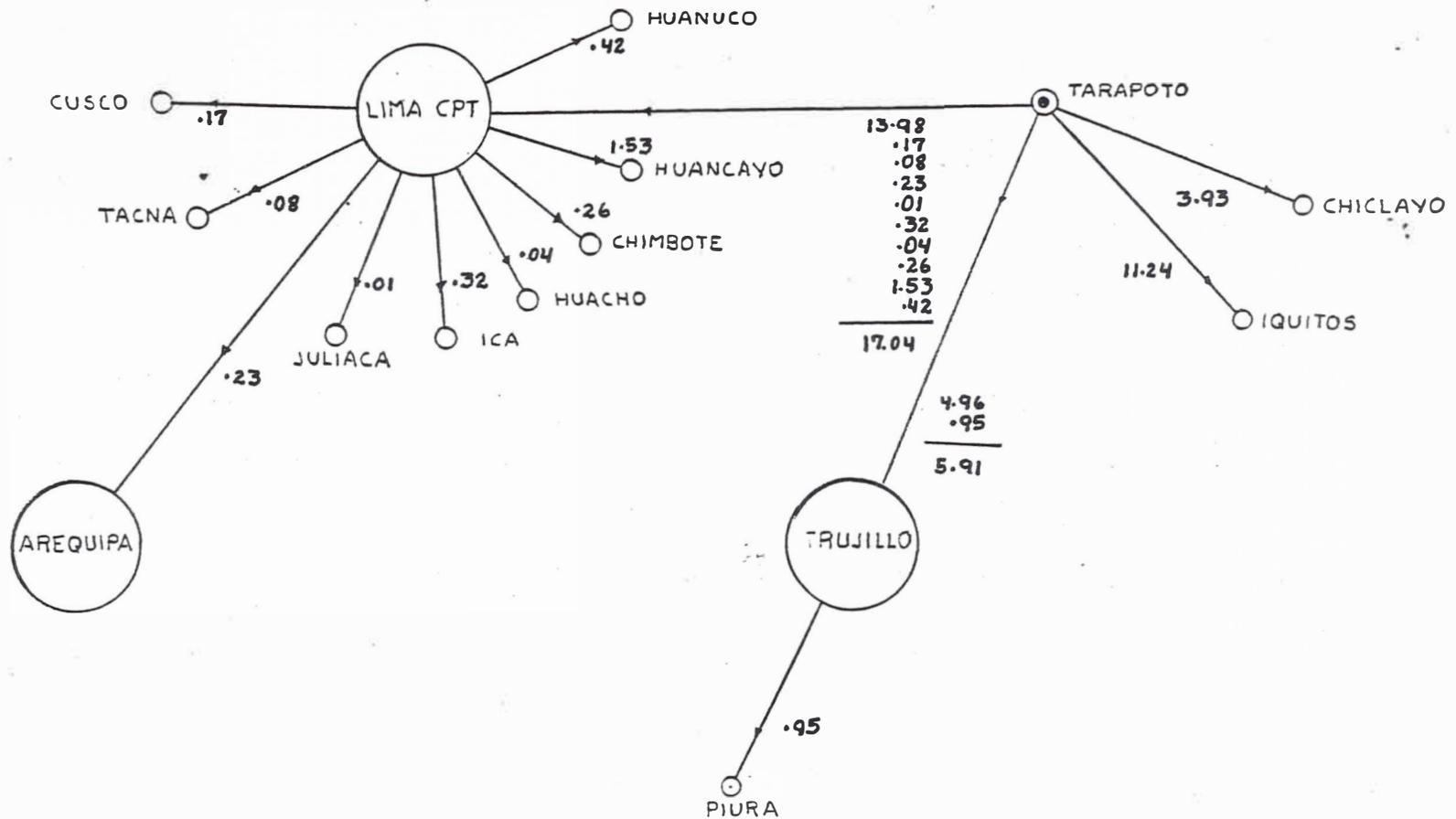


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

CENTRO PRIMARIO TACNA

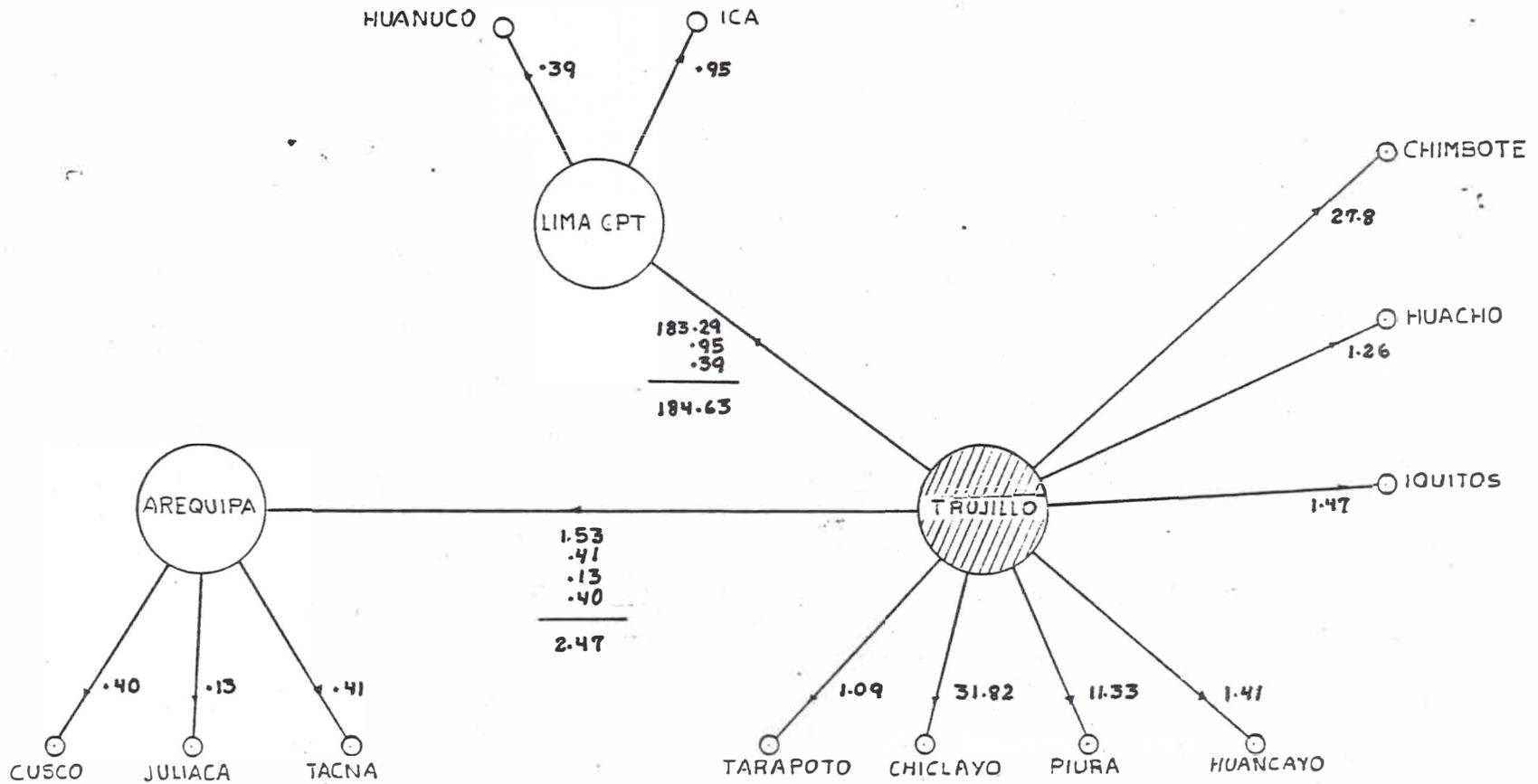


CENTRO PRIMARIO TARAPOTO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1985) FIG.

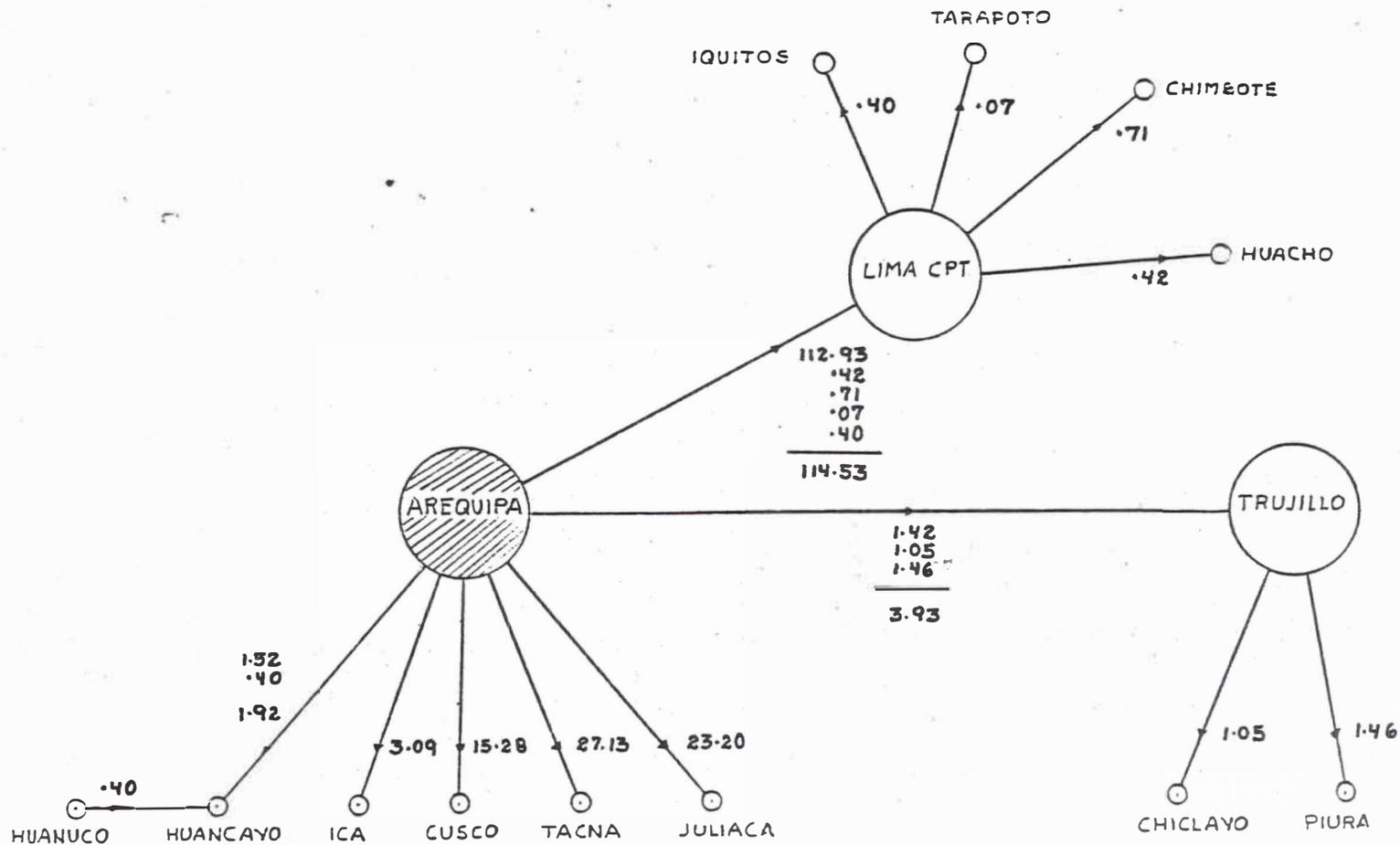
CENTRO PRIMARIO TRUJILLO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

FIG.

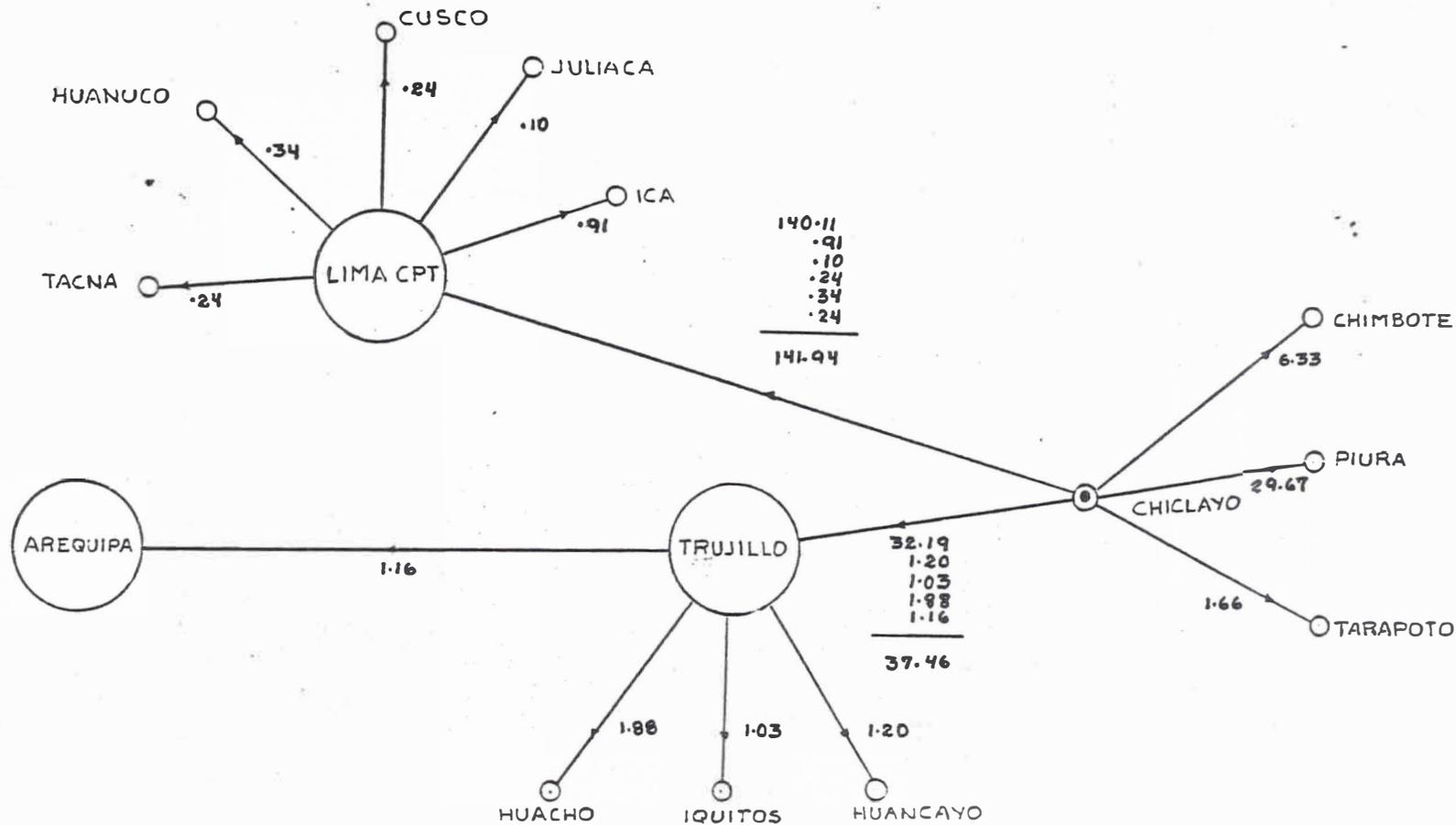
CENTRO PRIMARIO AREQUIPA



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

FIG.

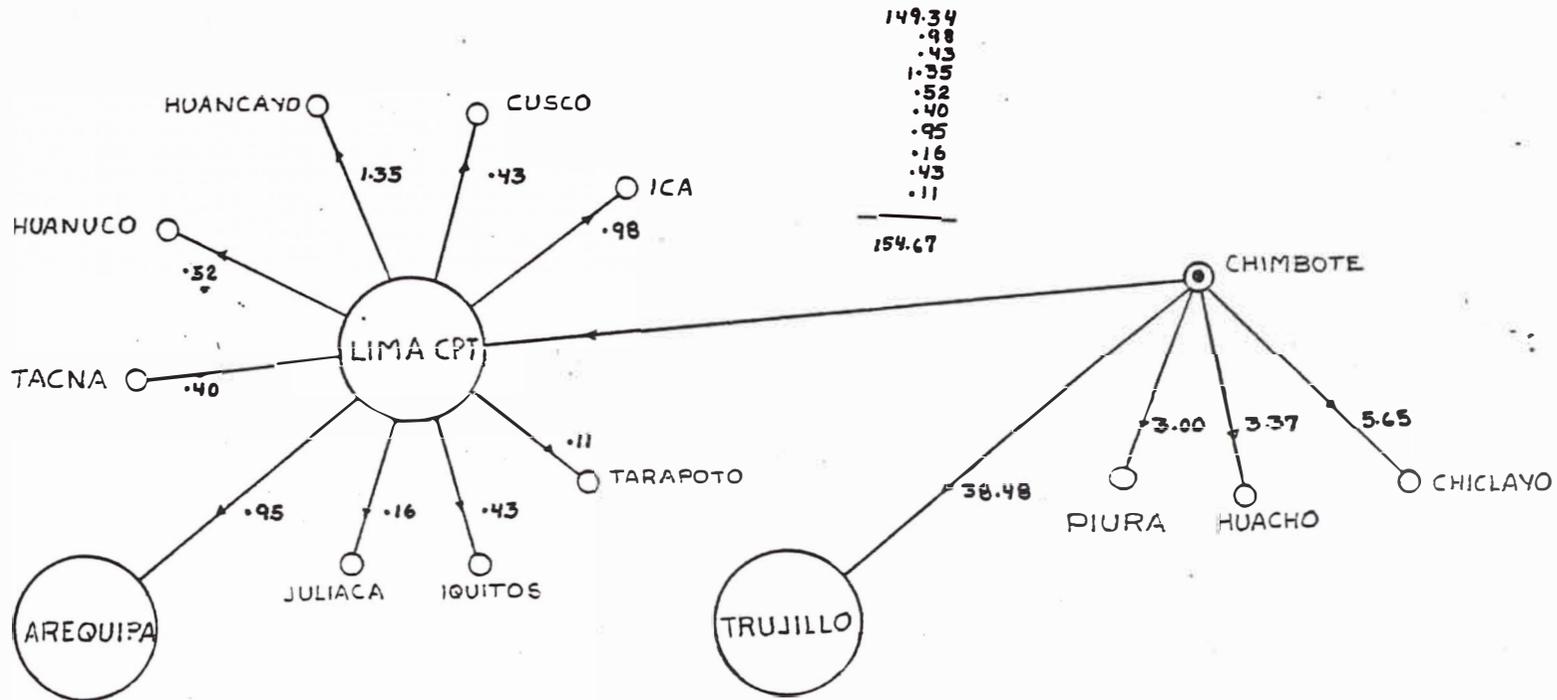
CENTRO PRIMARIO CHICLAYO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

FIG.

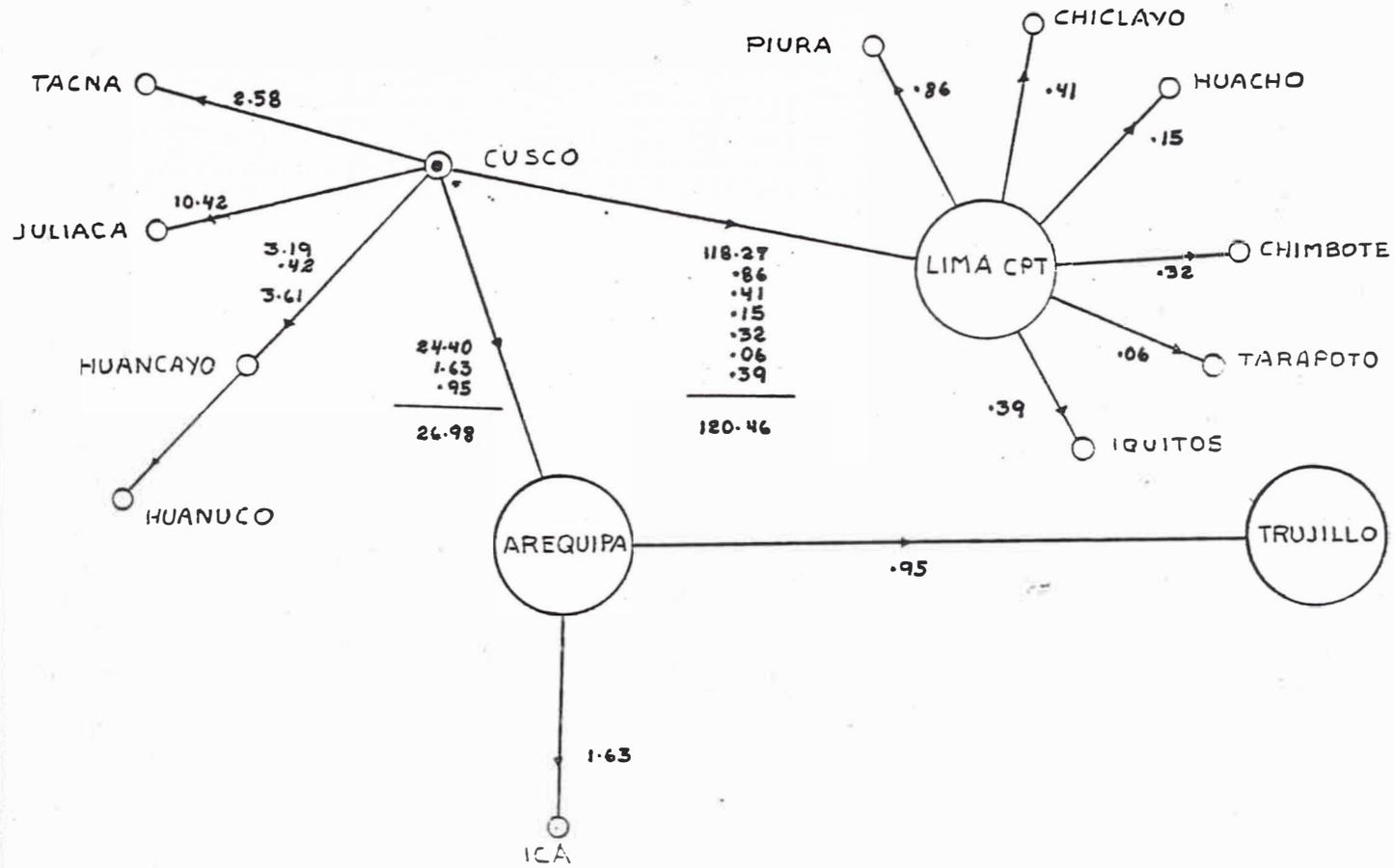
CENTRO PRIMARIO CHIMBOTE



149.34  
 .98  
 .43  
 1.35  
 .52  
 .40  
 .95  
 .16  
 .43  
 .11  
 -----  
 154.67

DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

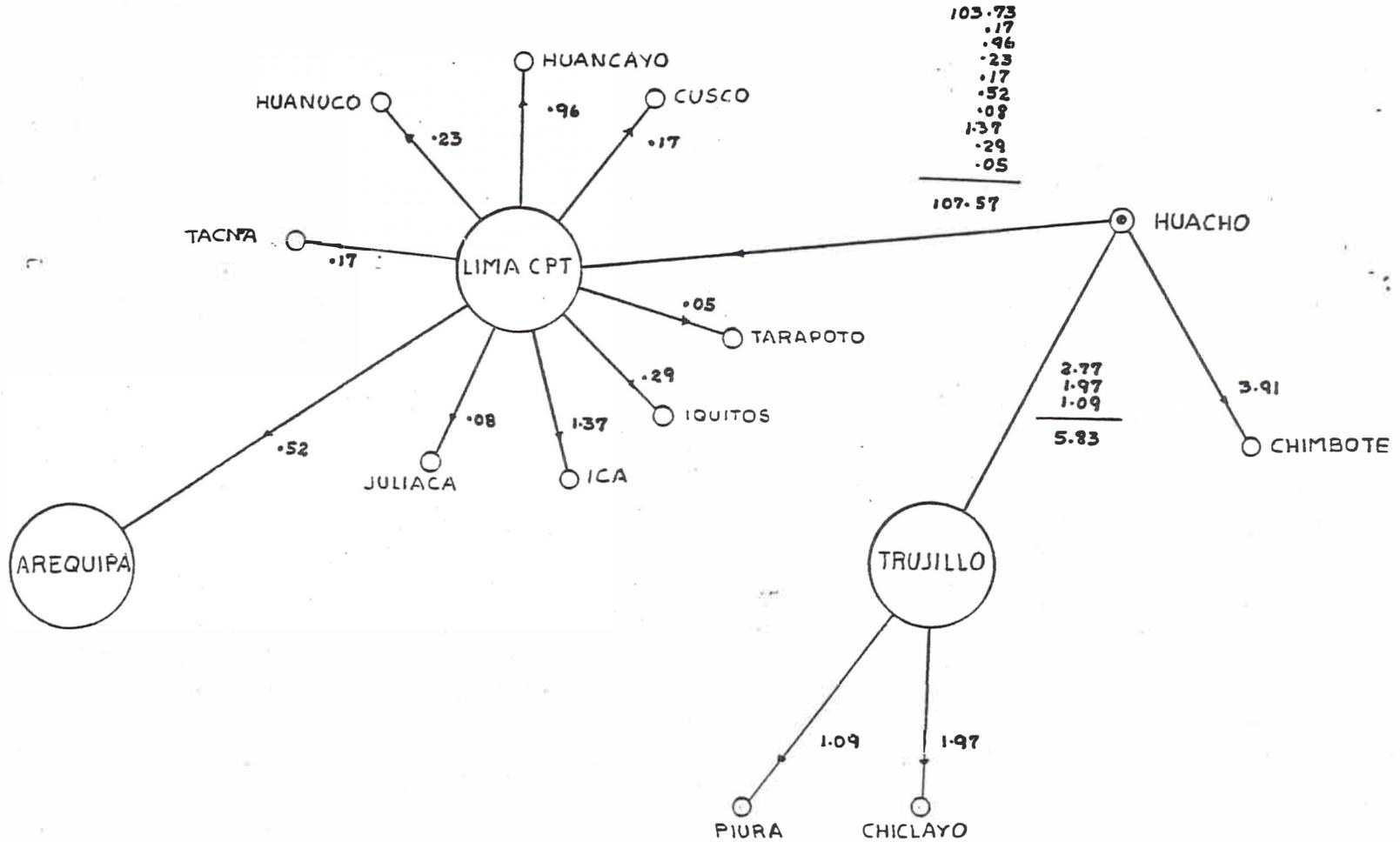
CENTRO PRIMARIO CUSCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

FIG.

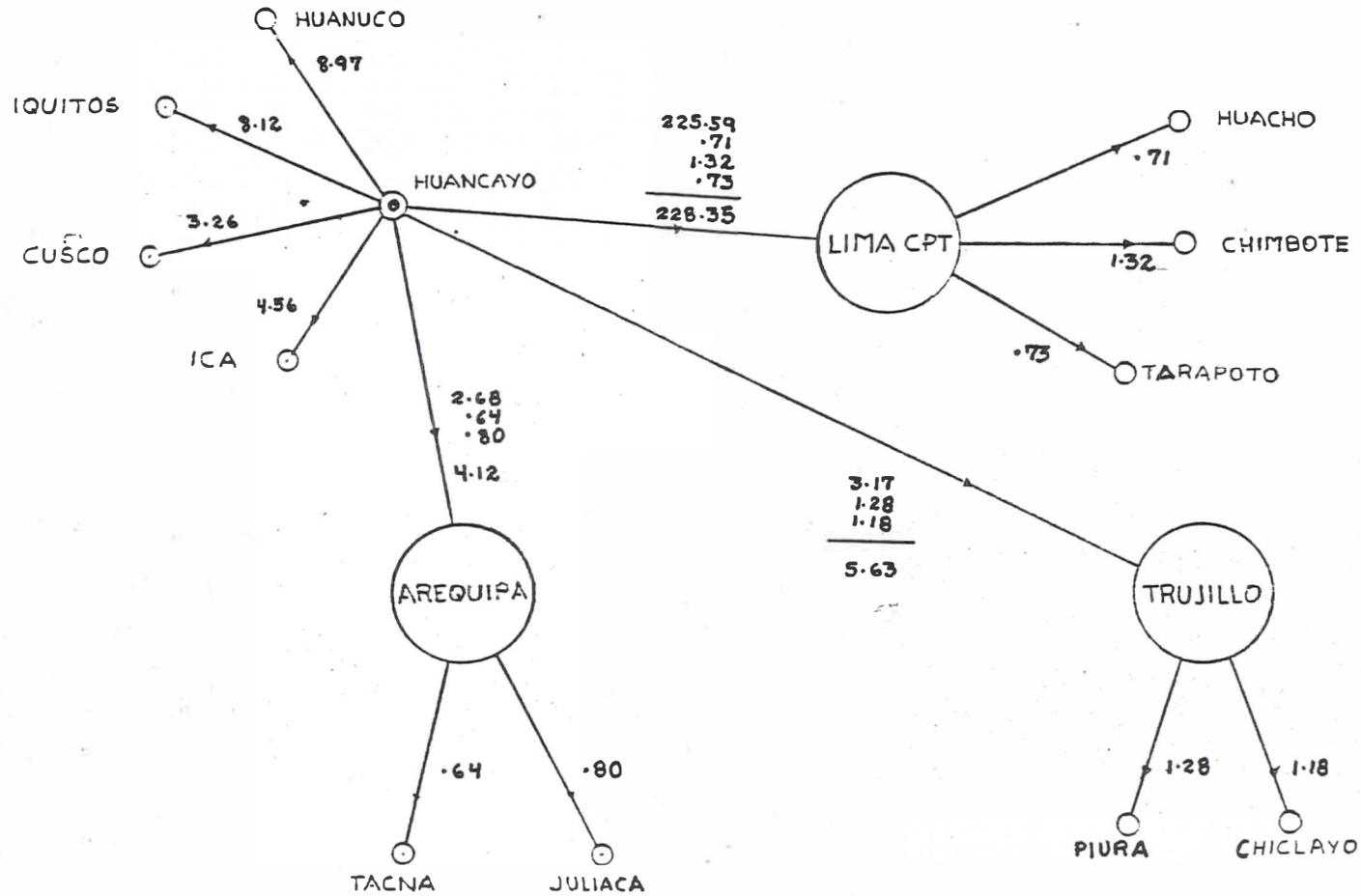
CENTRO PRIMARIO HUACHO



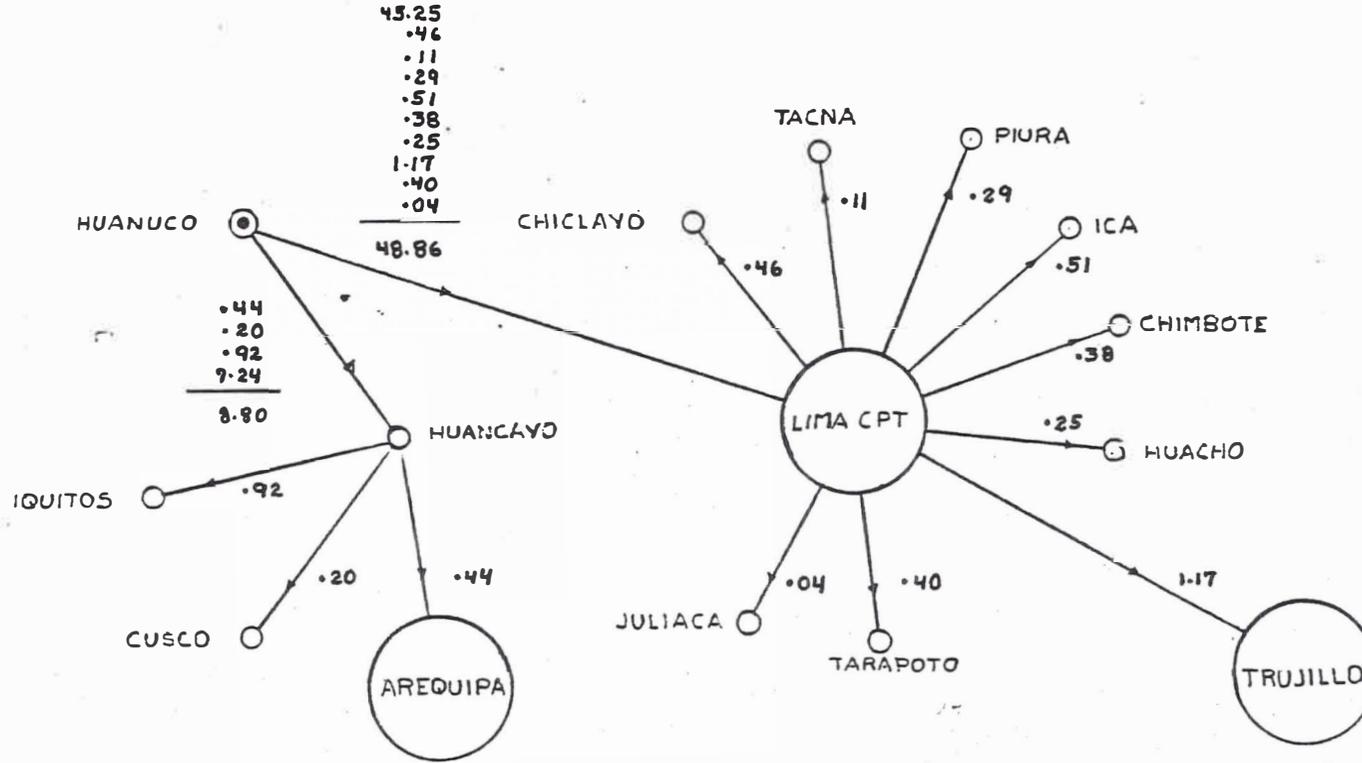
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

FIG.

CENTRO PRIMARIO HUANCAYO



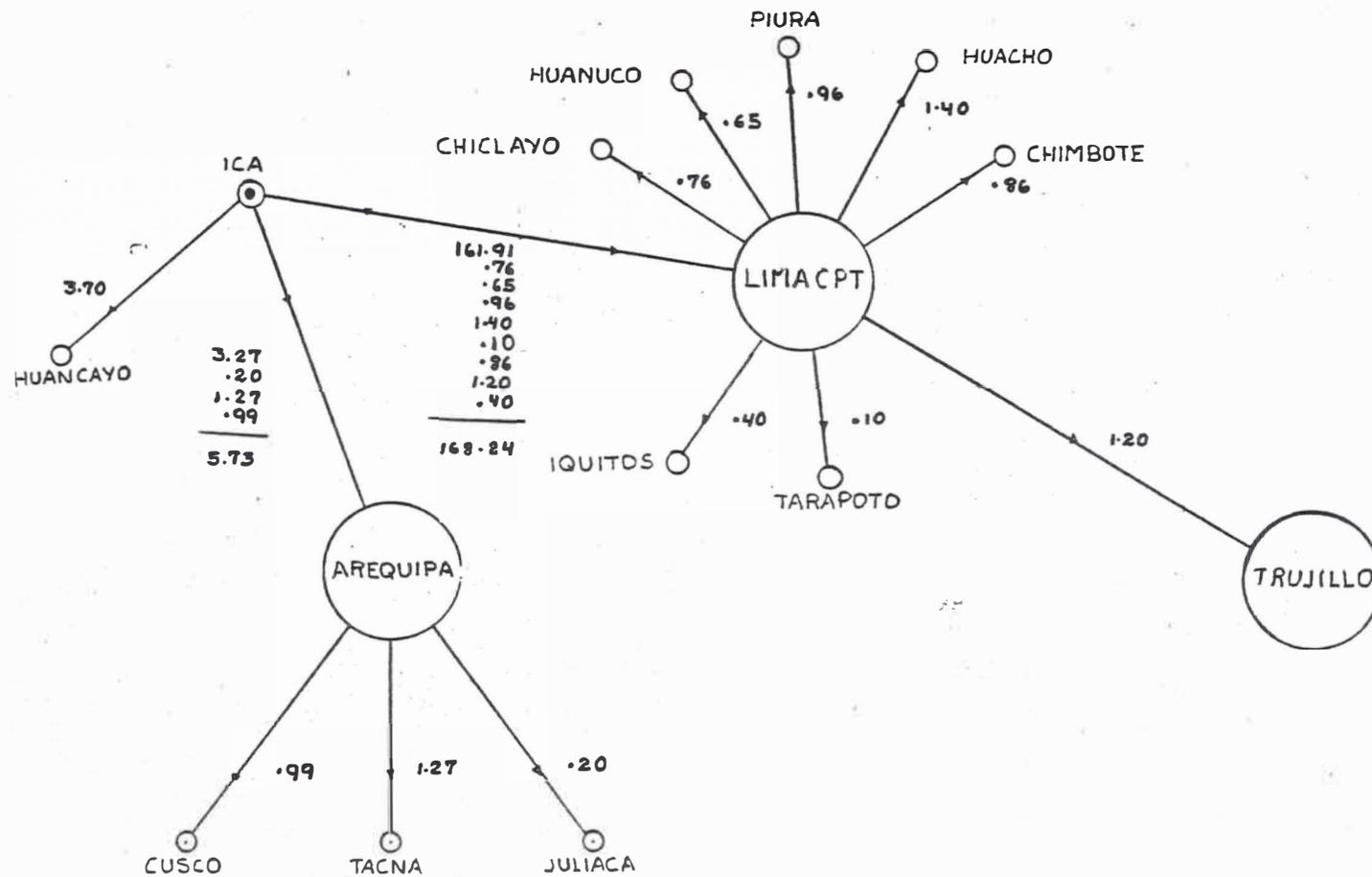
CENTRO PRIMARIO HUANUCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

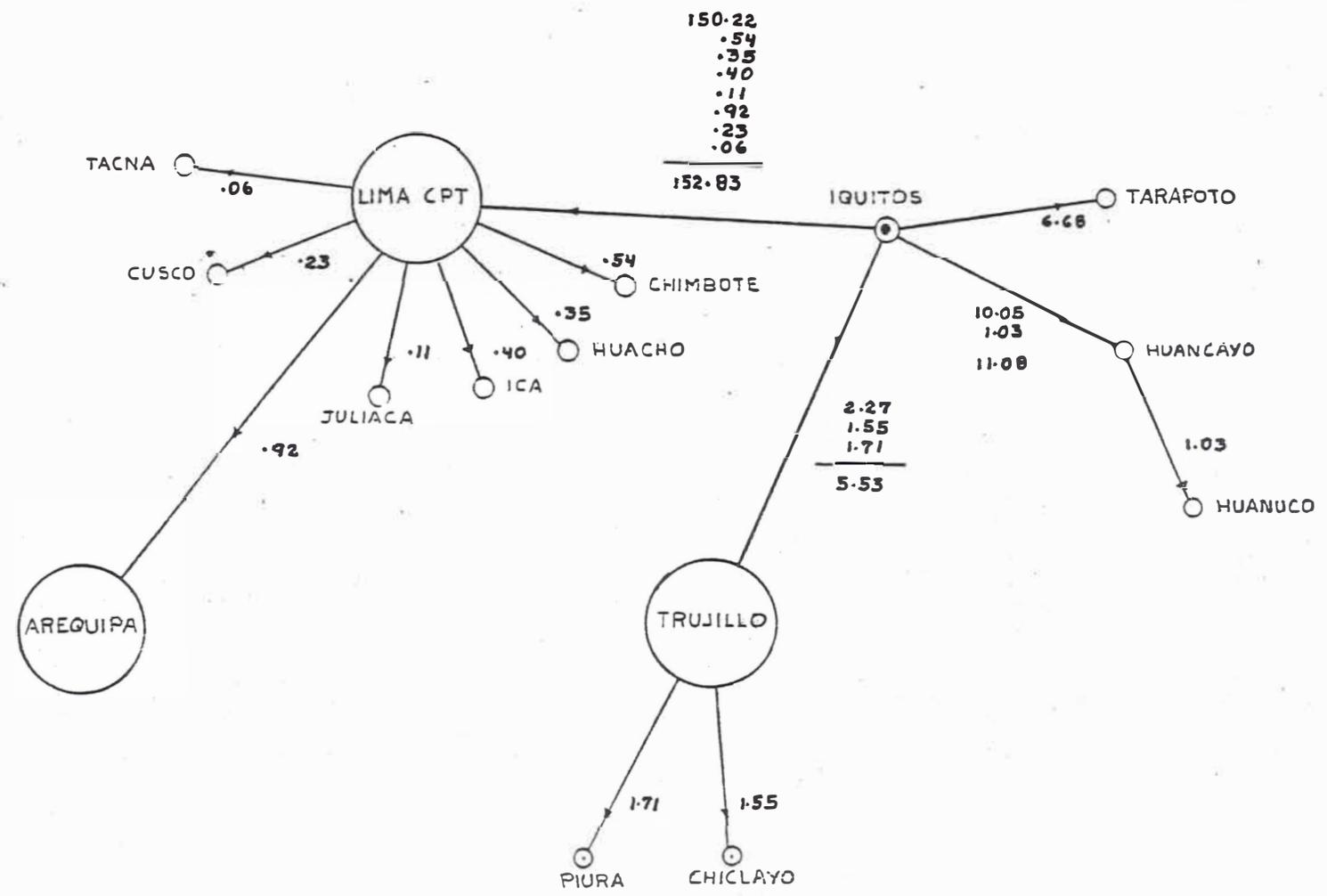
FIG.

CENTRO PRIMARIO ICA



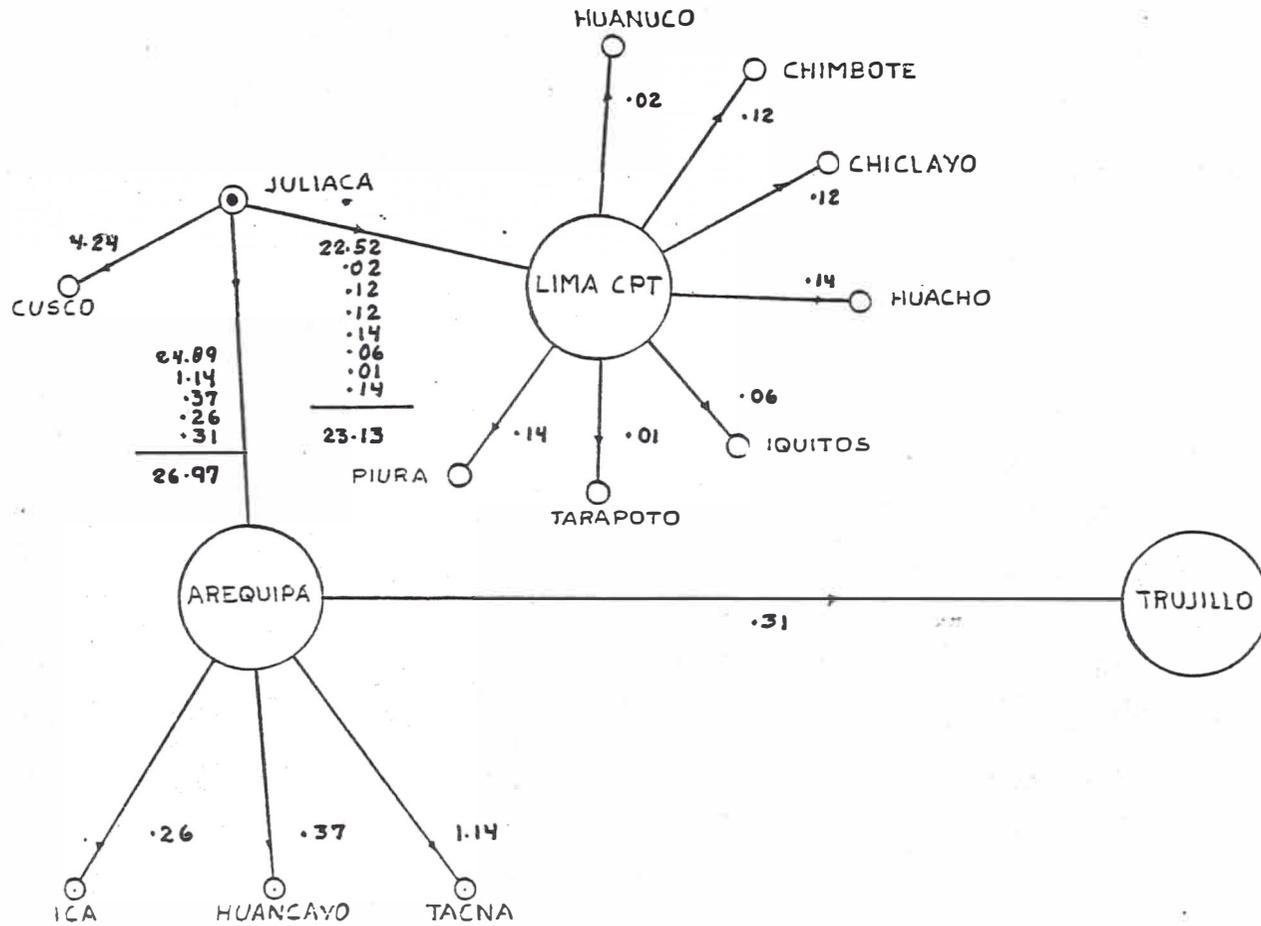
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

CENTRO PRIMARIO IQUITOS

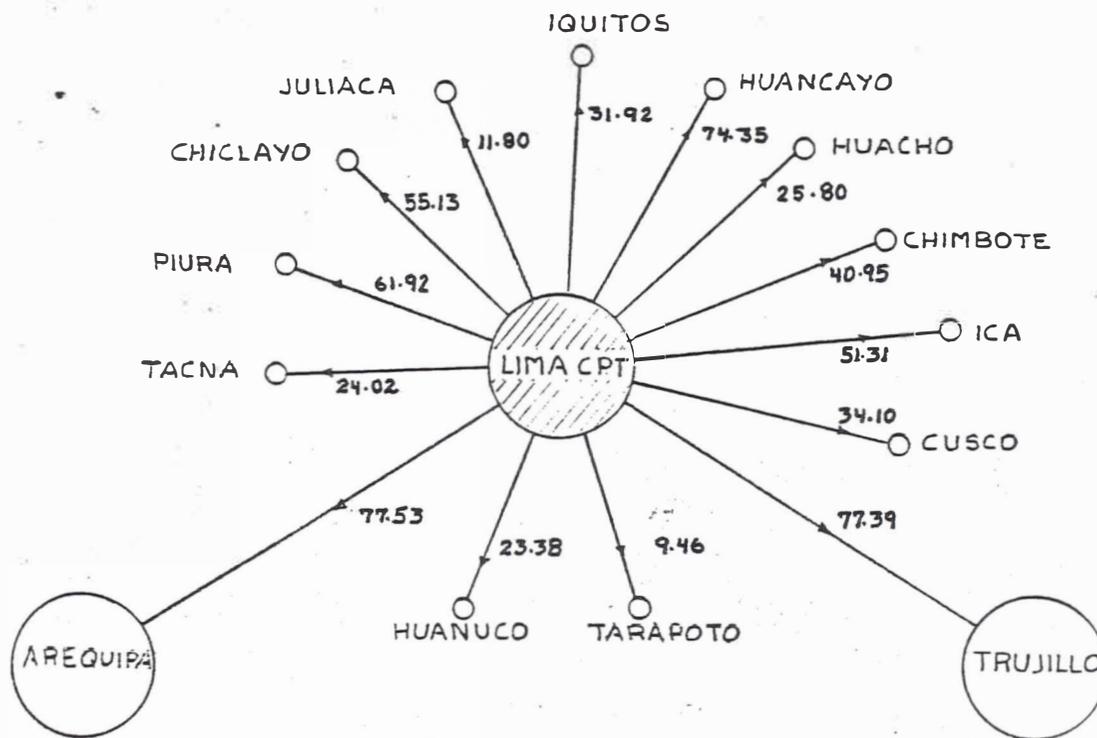


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

CENTRO PRIMARIO JULIACA

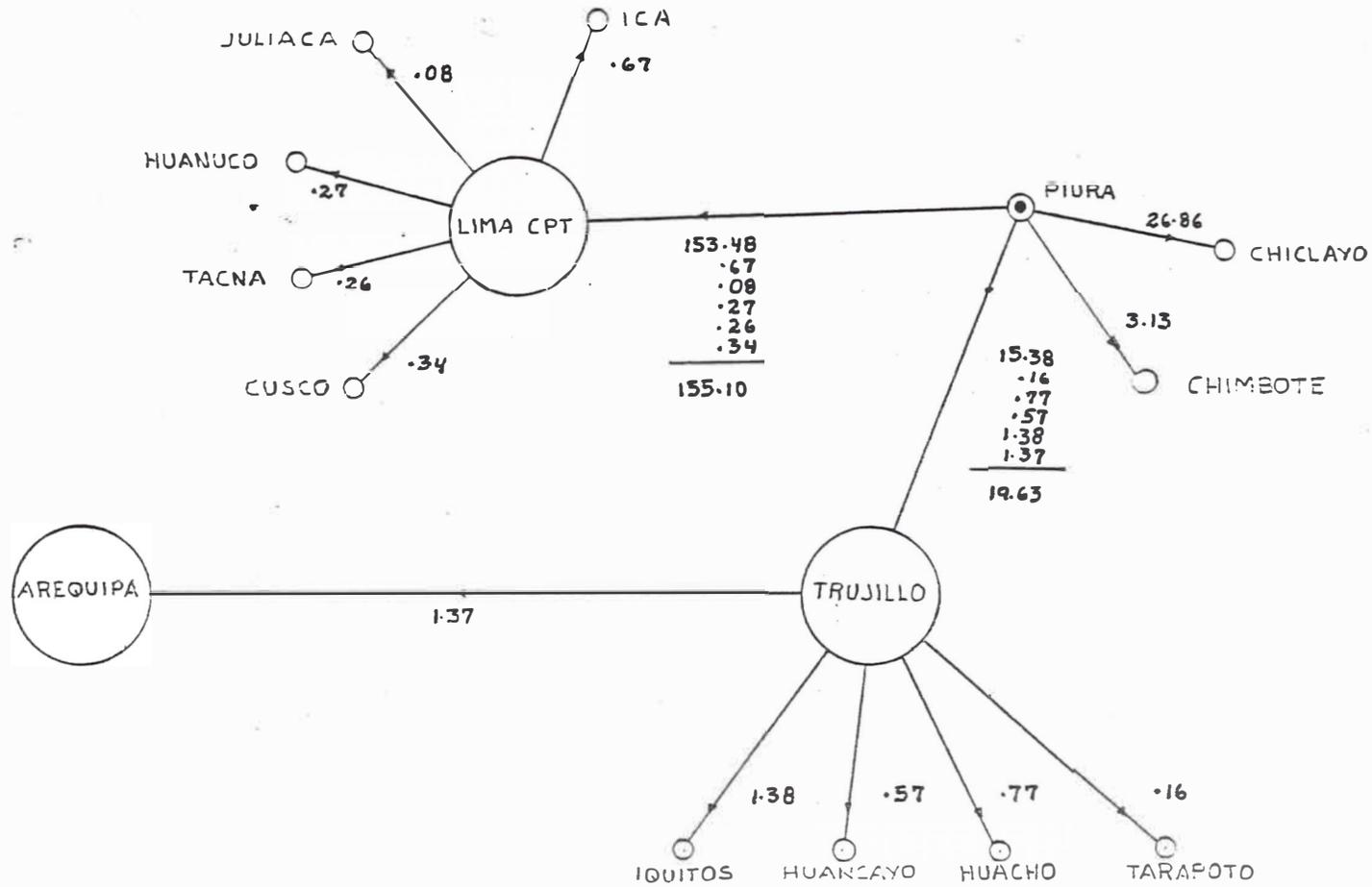


CENTRO PRIMARIO LIMA CPT



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

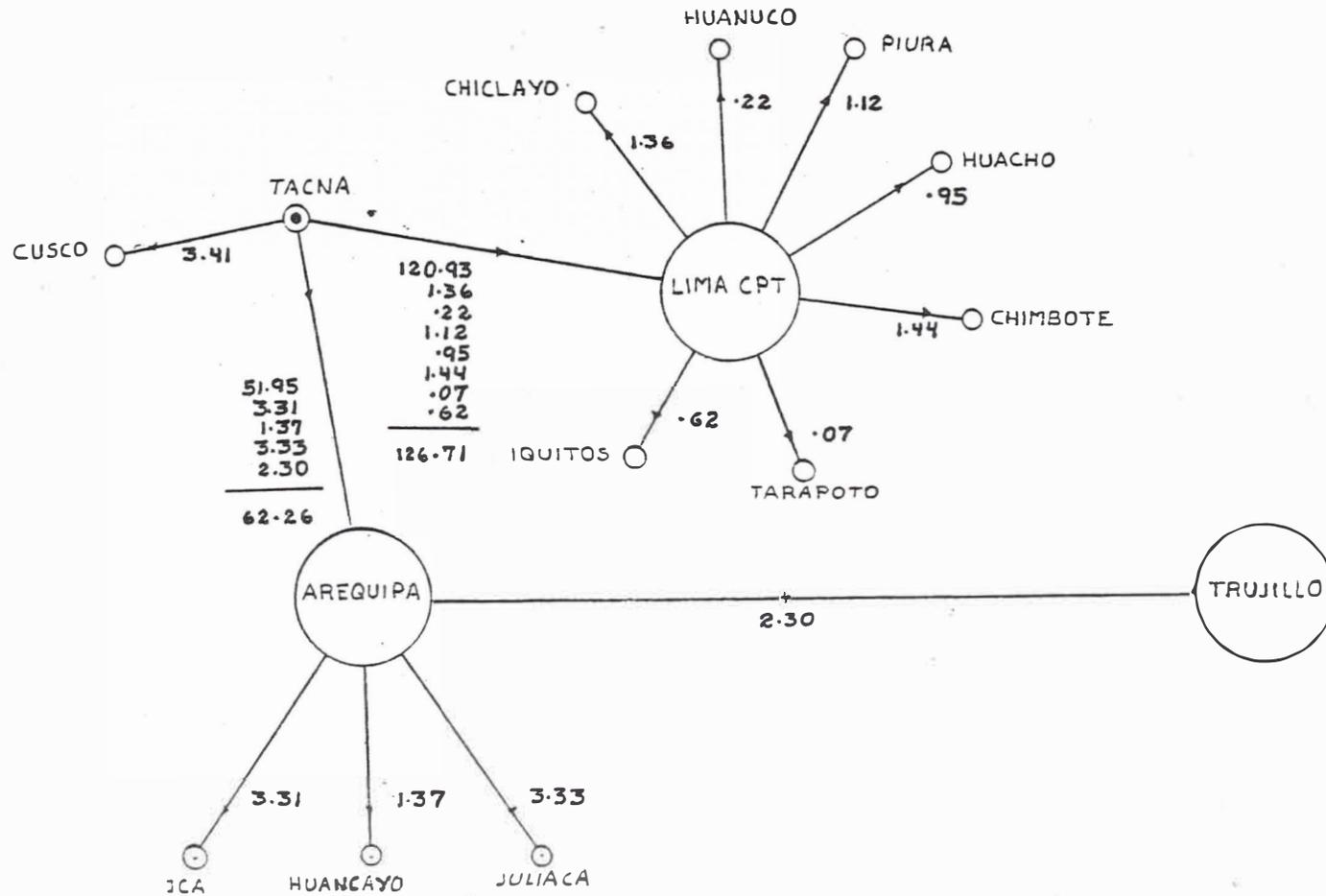
CENTRO PRIMARIO PIURA



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986)

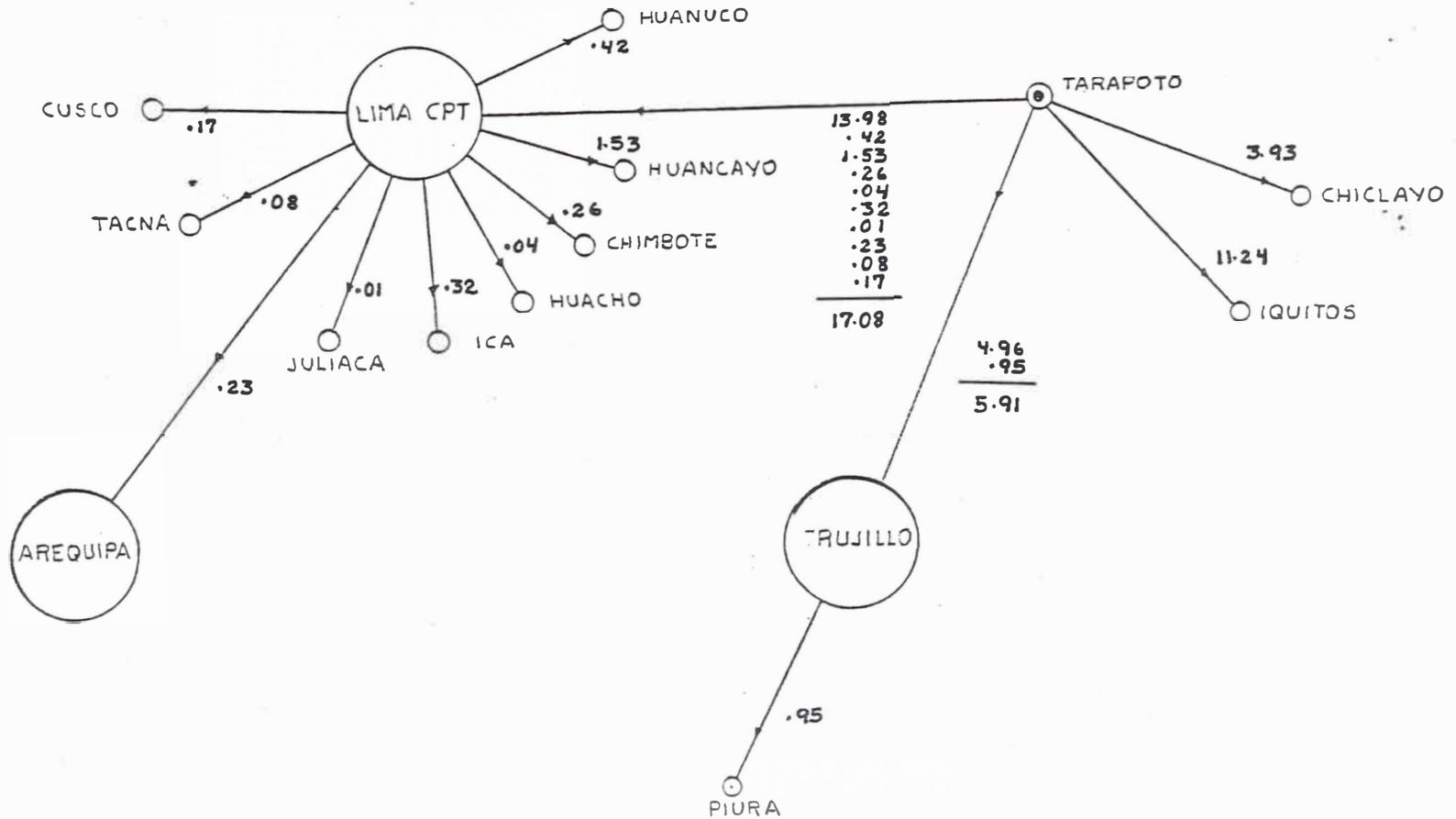
FIG.

CENTRO PRIMARIO TACNA



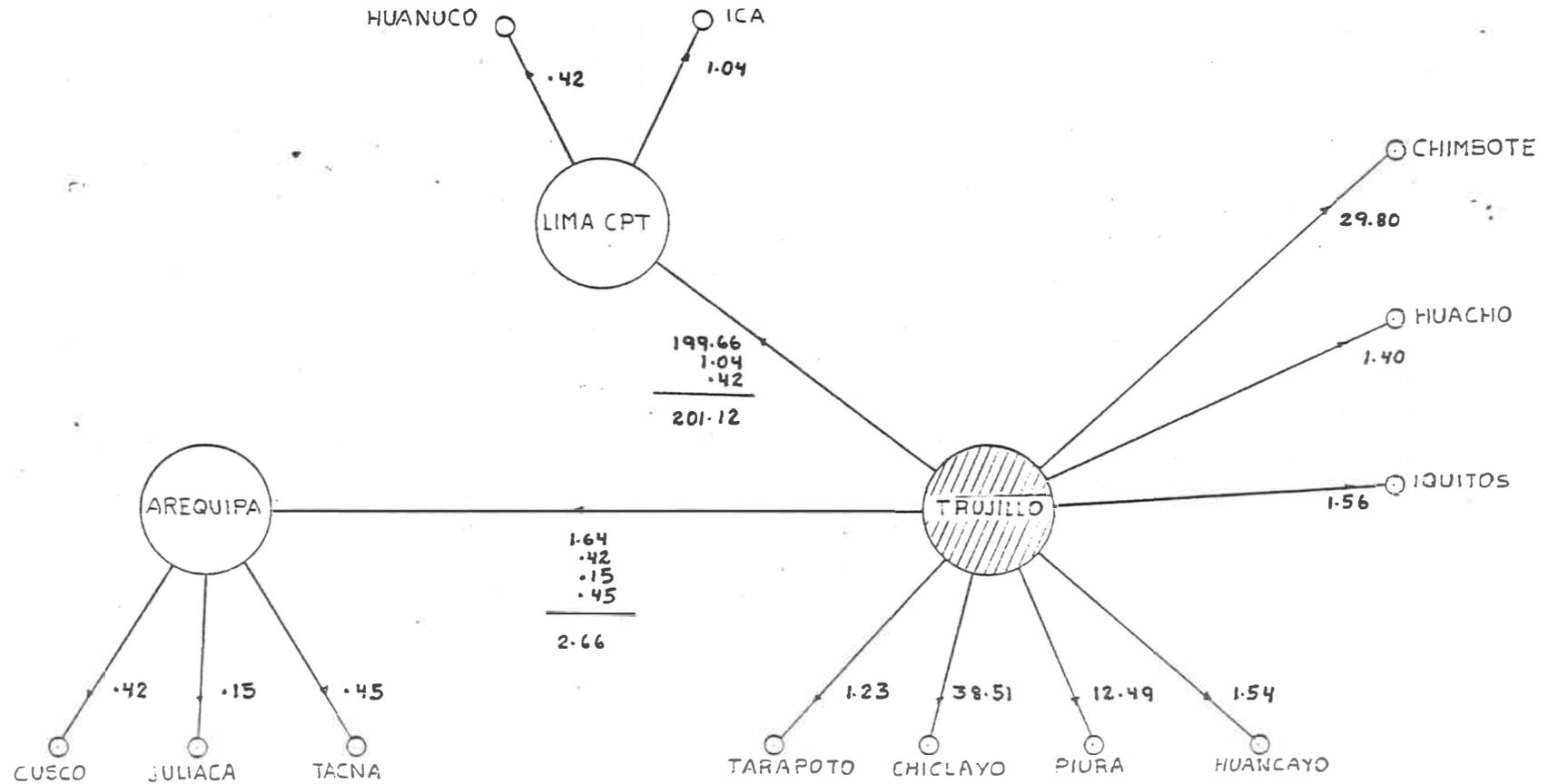
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

CENTRO PRIMARIO TARAPOTO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1986) FIG.

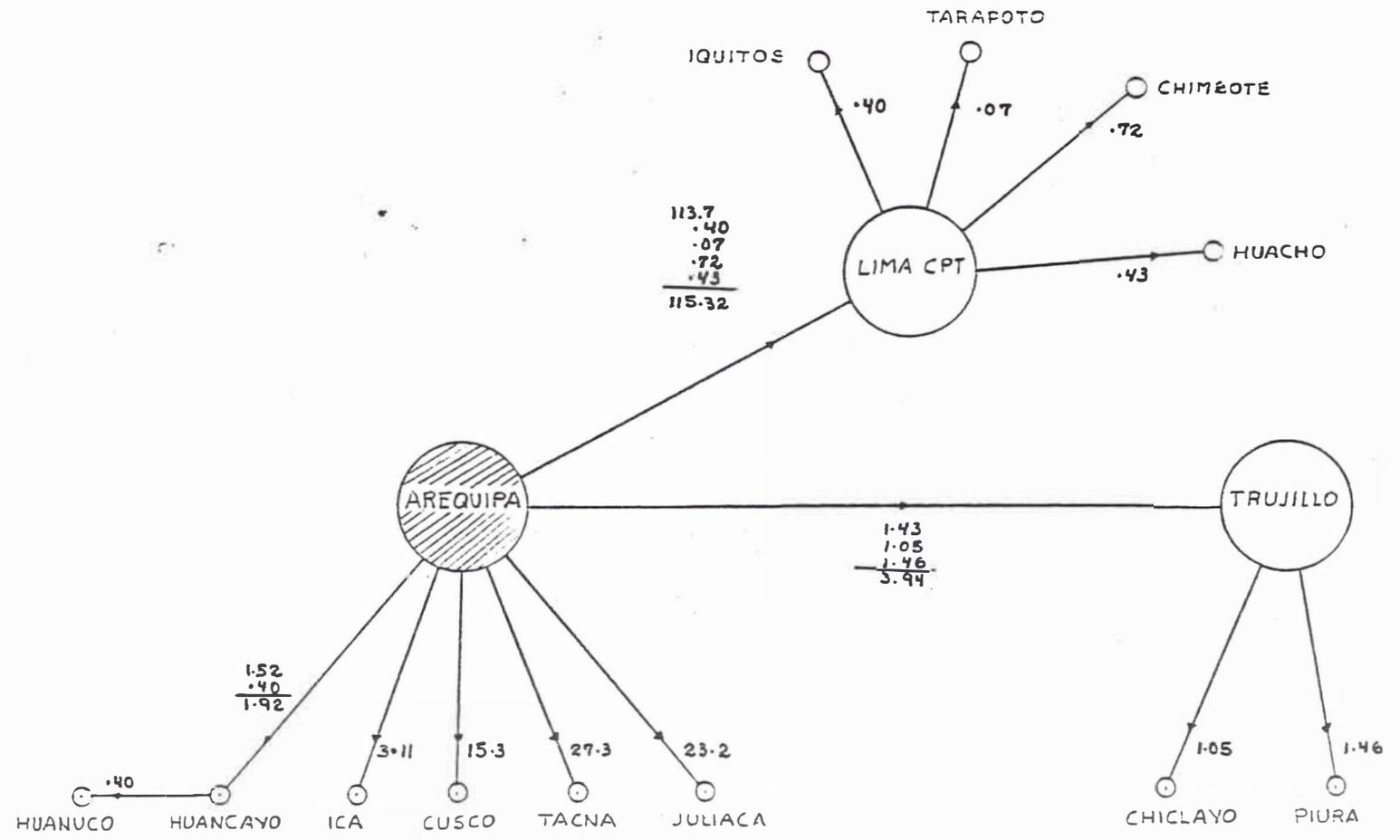
CENTRO PRIMARIO TRUJILLO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

FIG.

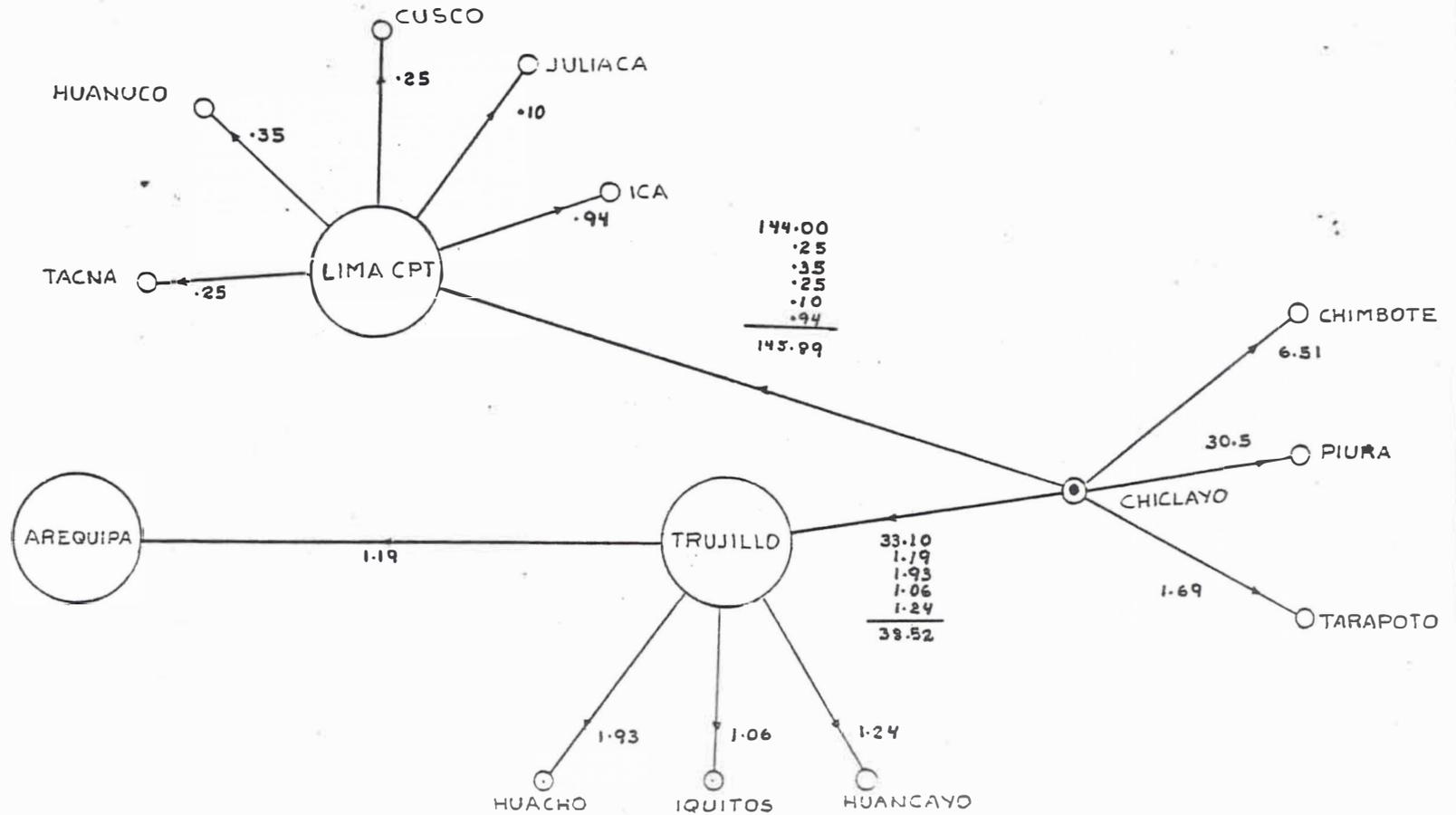
CENTRO PRIMARIO AREQUIPA



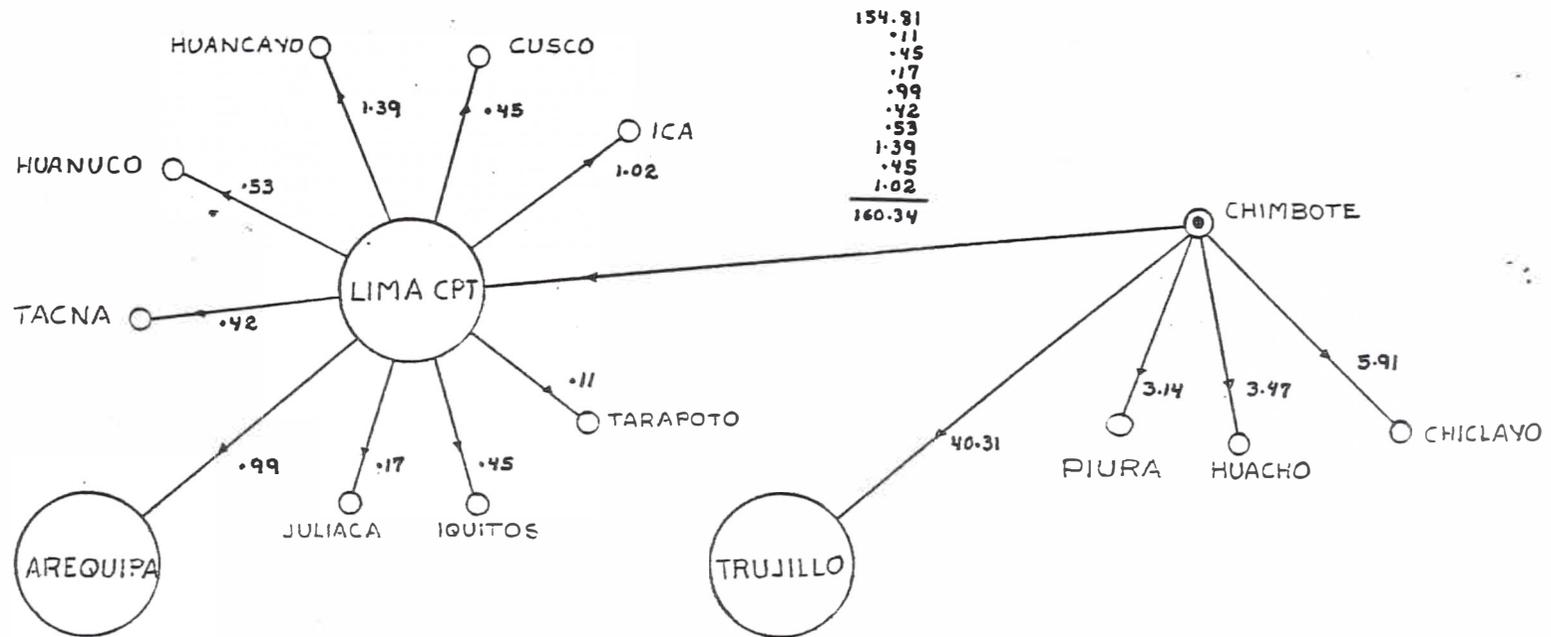
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

FIG.

CENTRO PRIMARIO CHICLAYO

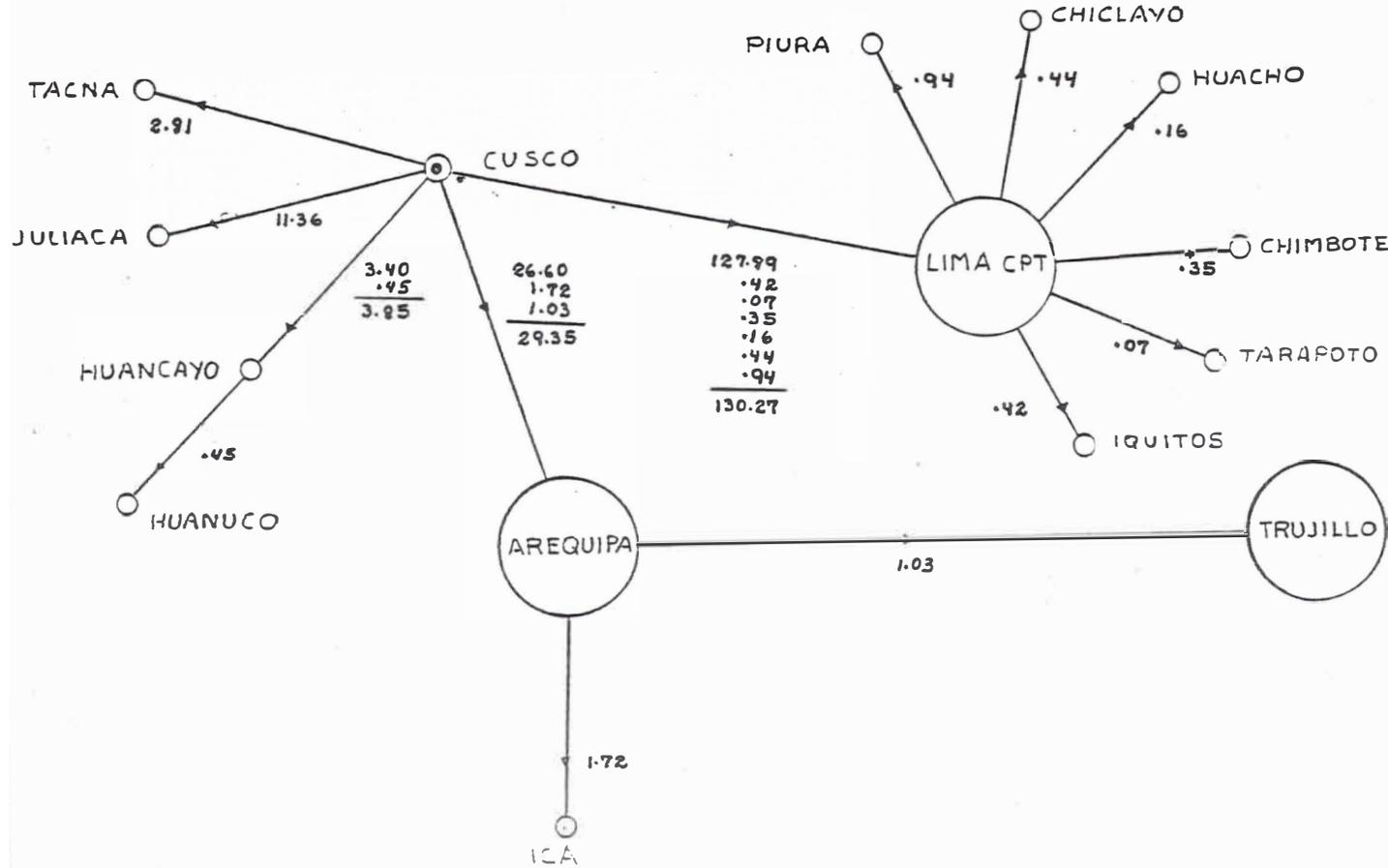


CENTRO PRIMARIO CHIMBOTE



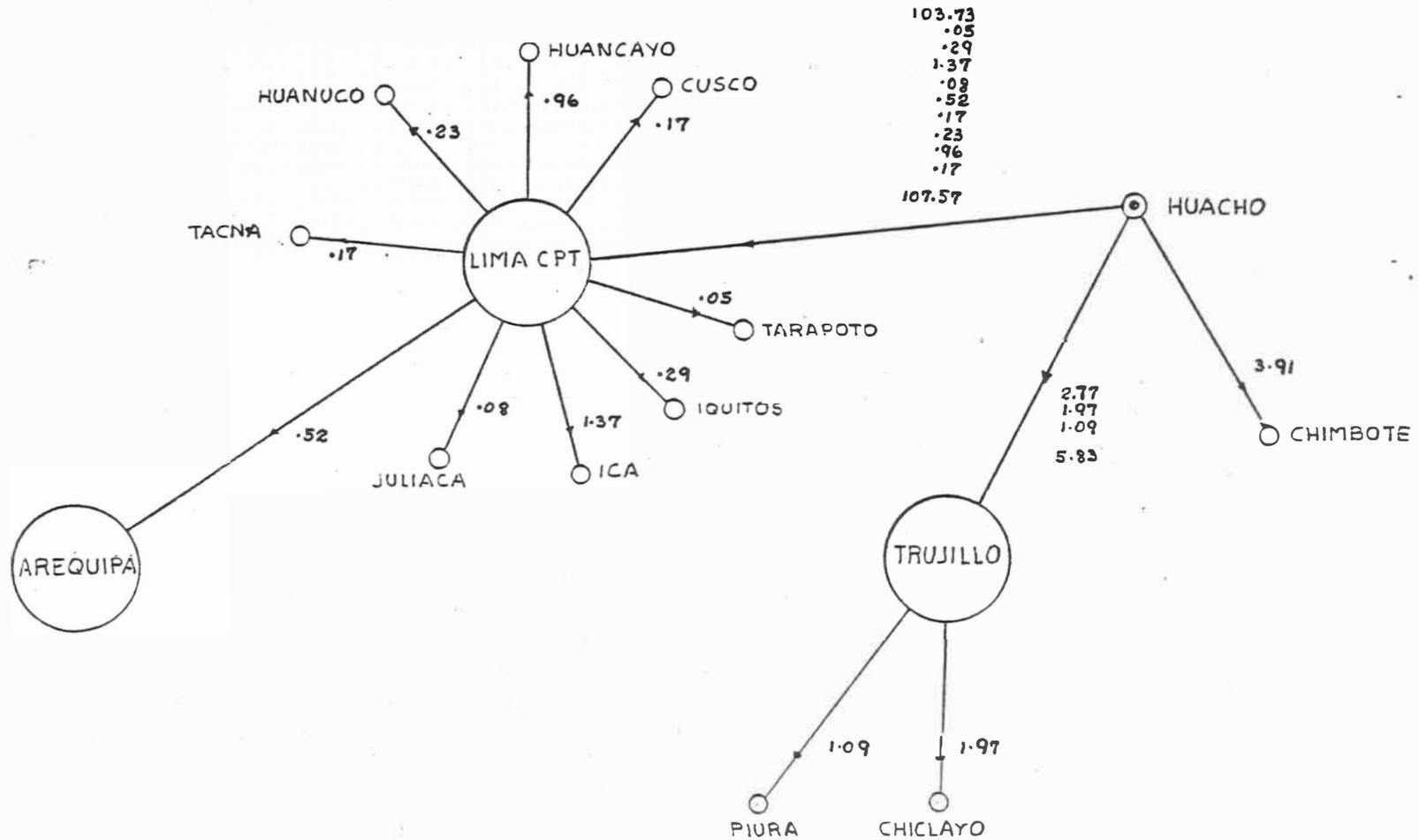
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

CENTRO PRIMARIO CUSCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

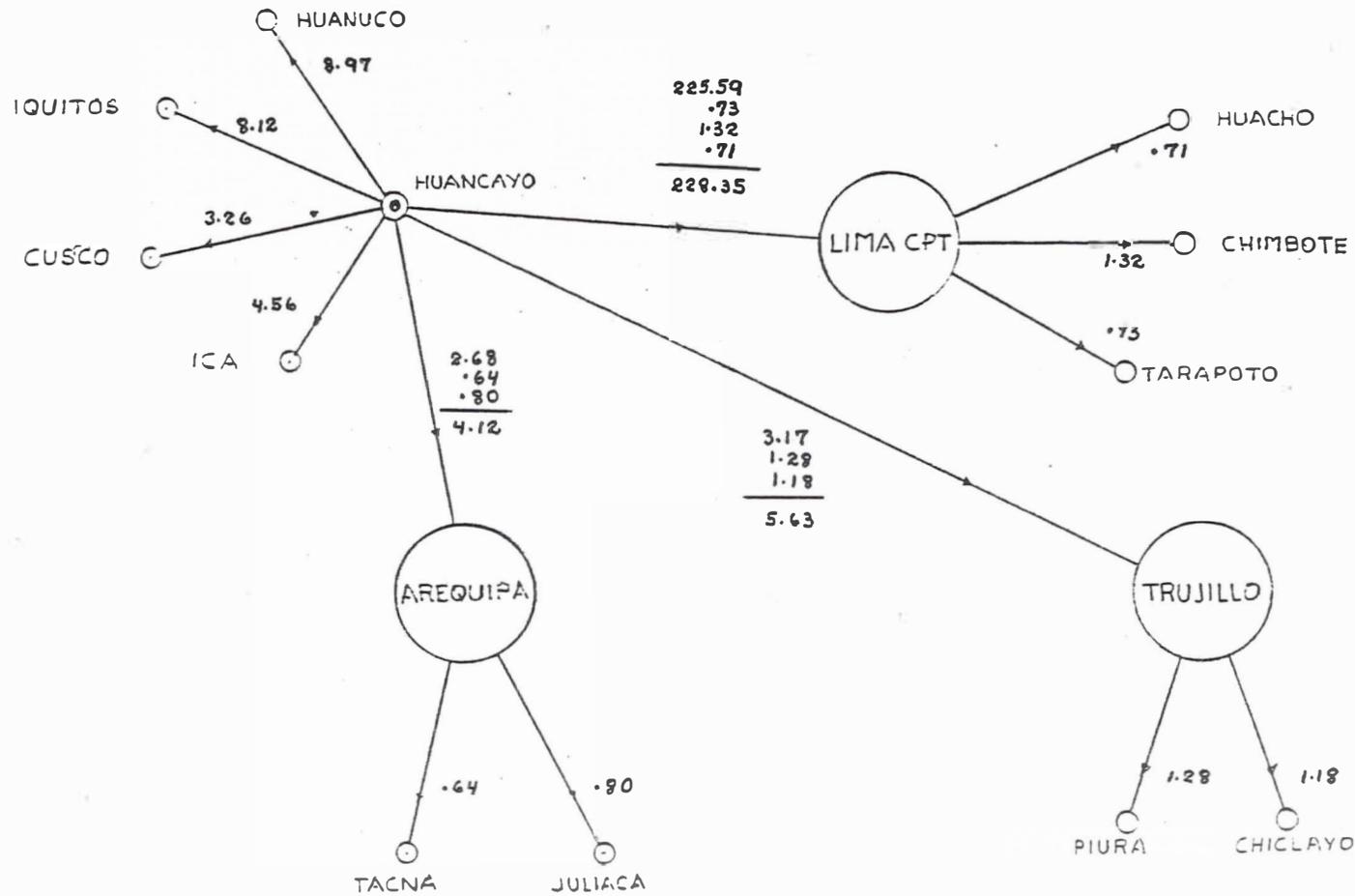
CENTRO PRIMARIO HUACHO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

FIG.

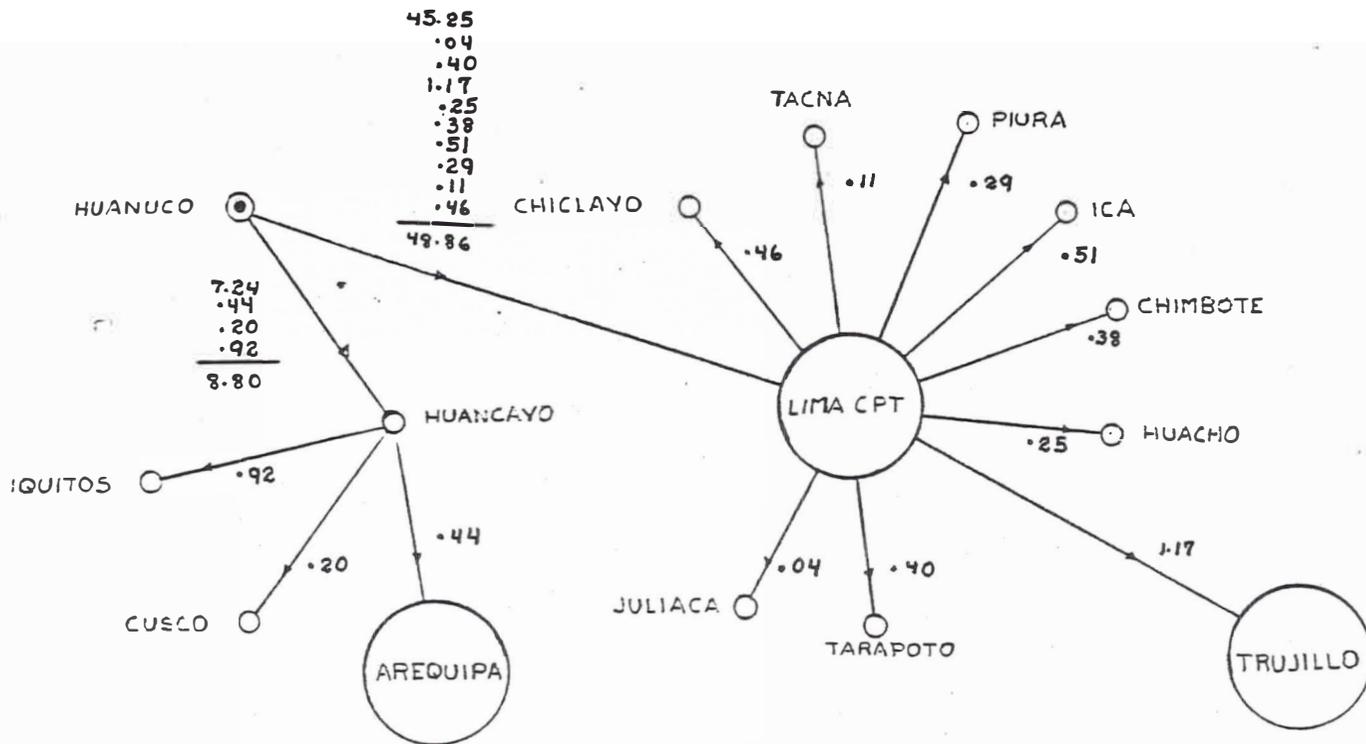
CENTRO PRIMARIO HUANCAYO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

FIG.

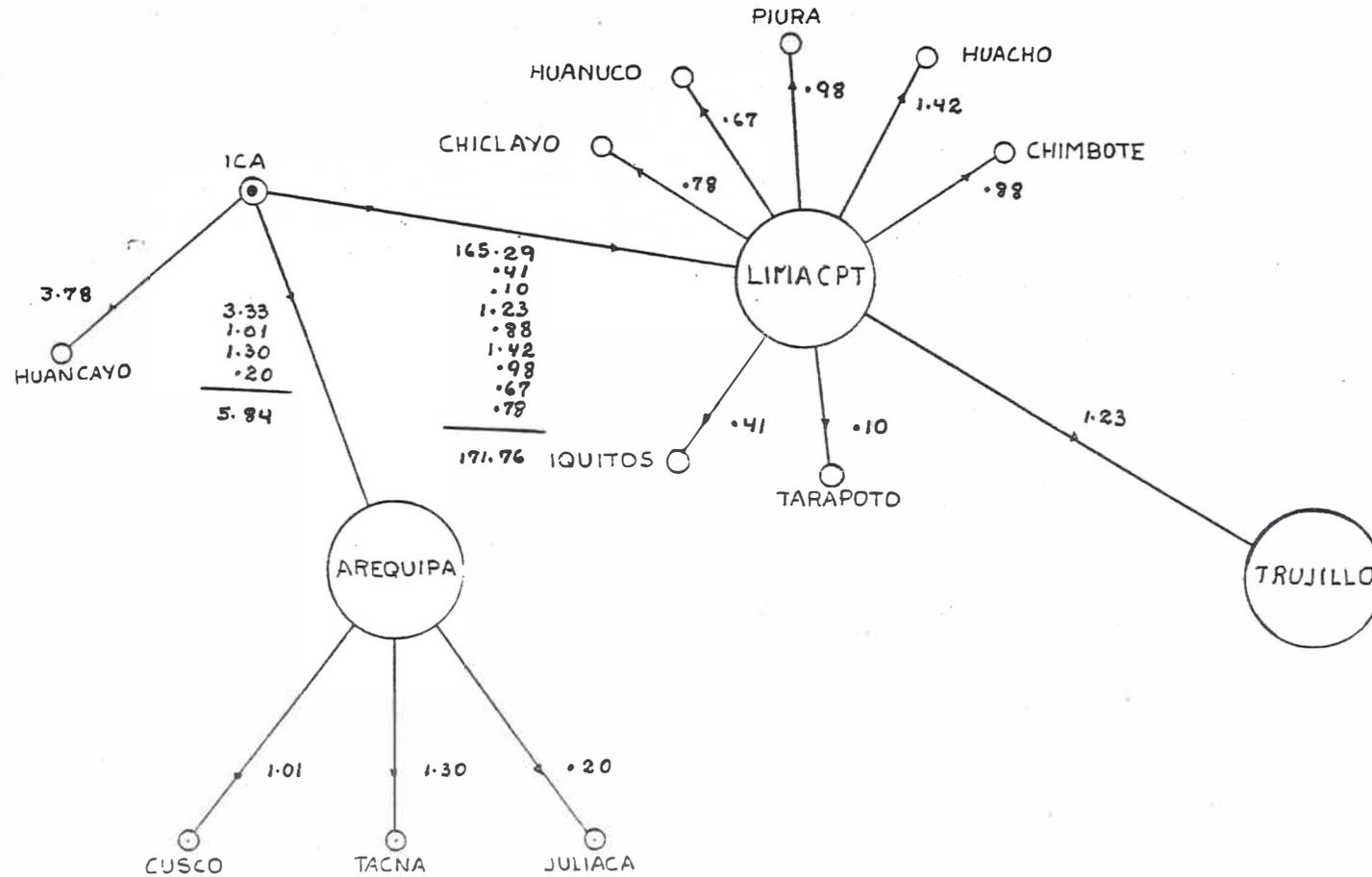
CENTRO PRIMARIO HUANUCO



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

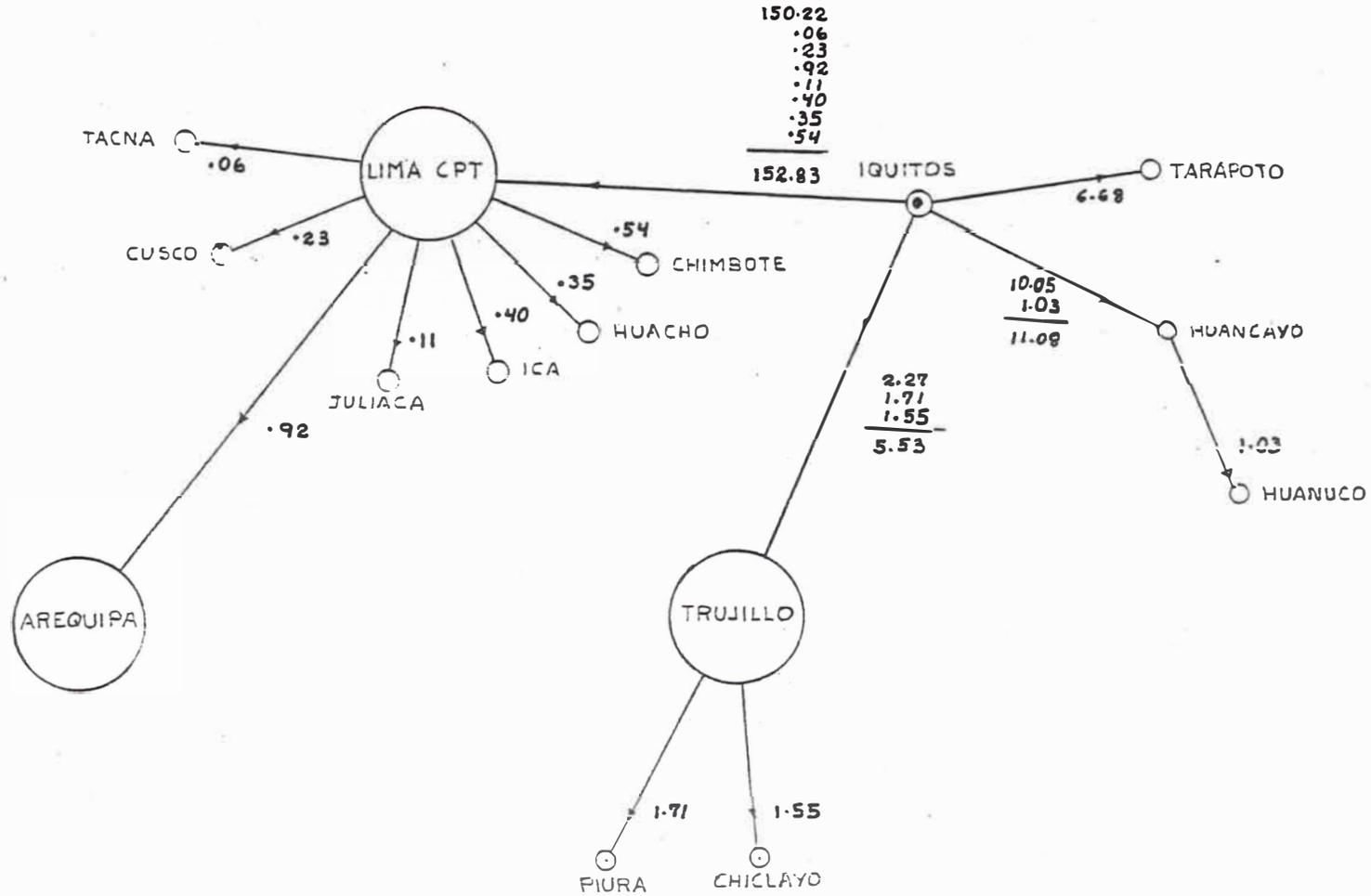
FIG.

CENTRO PRIMARIO ICA



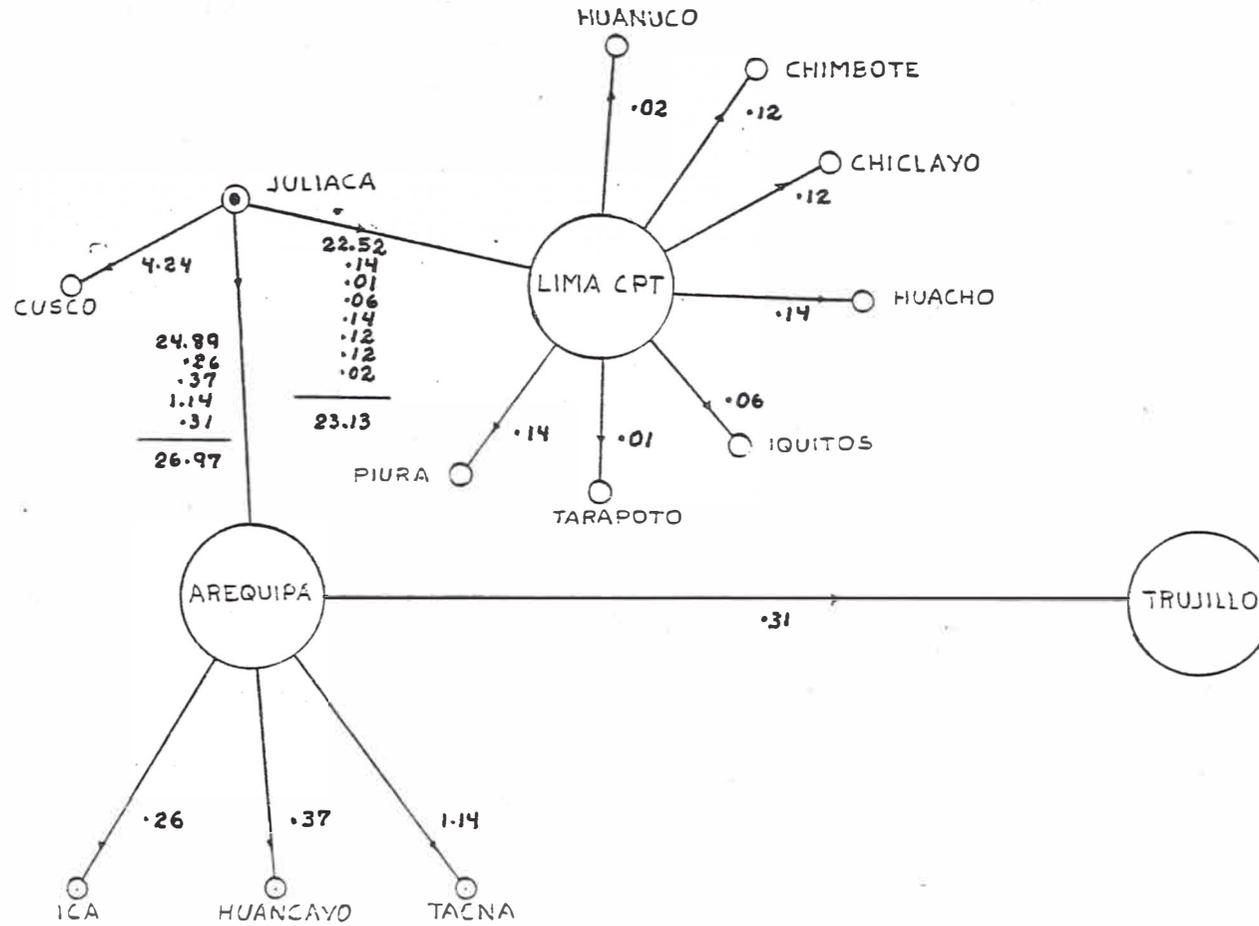
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

CENTRO PRIMARIO IQUITOS

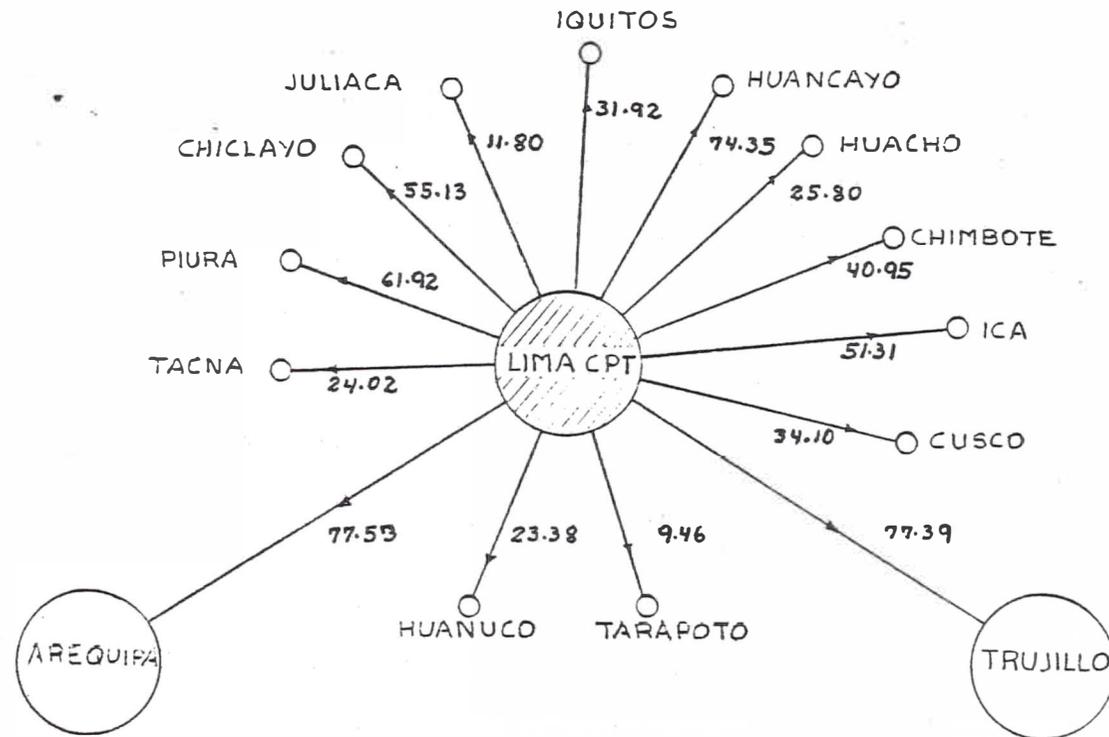


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

CENTRO PRIMARIO JULIACA

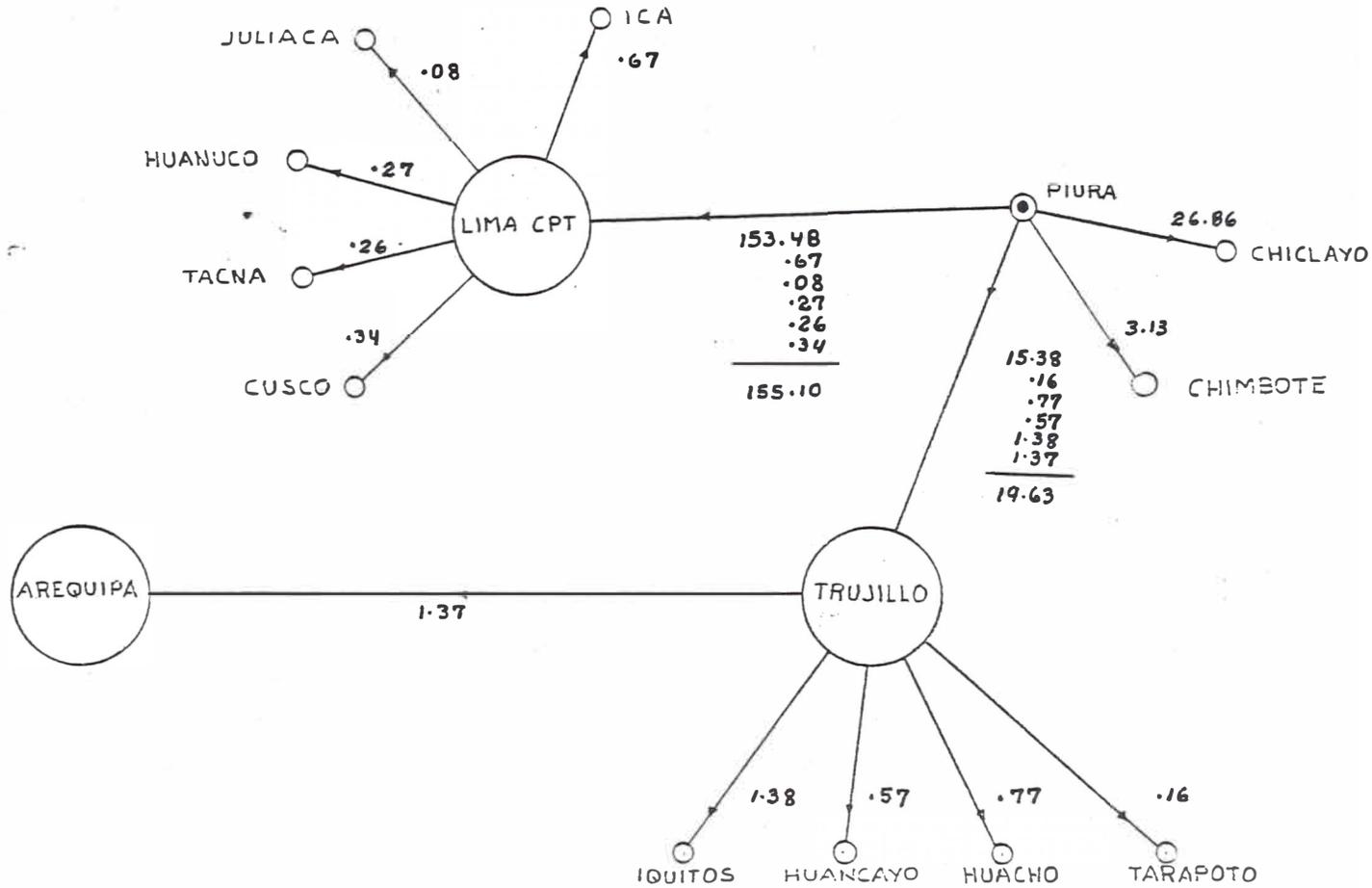


CENTRO PRIMARIO LIMA CPT



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

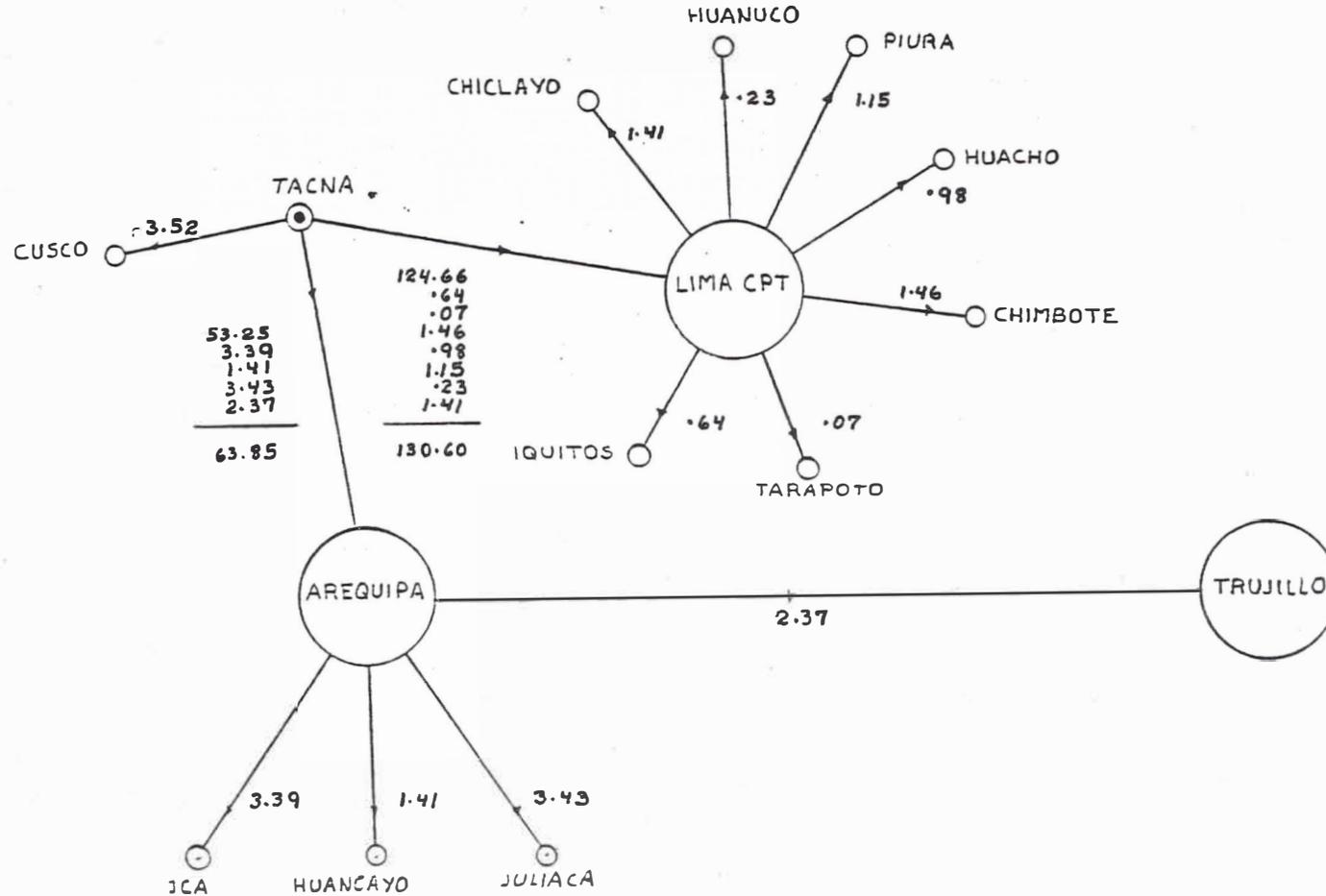
CENTRO PRIMARIO PIURA



DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987)

FIG.

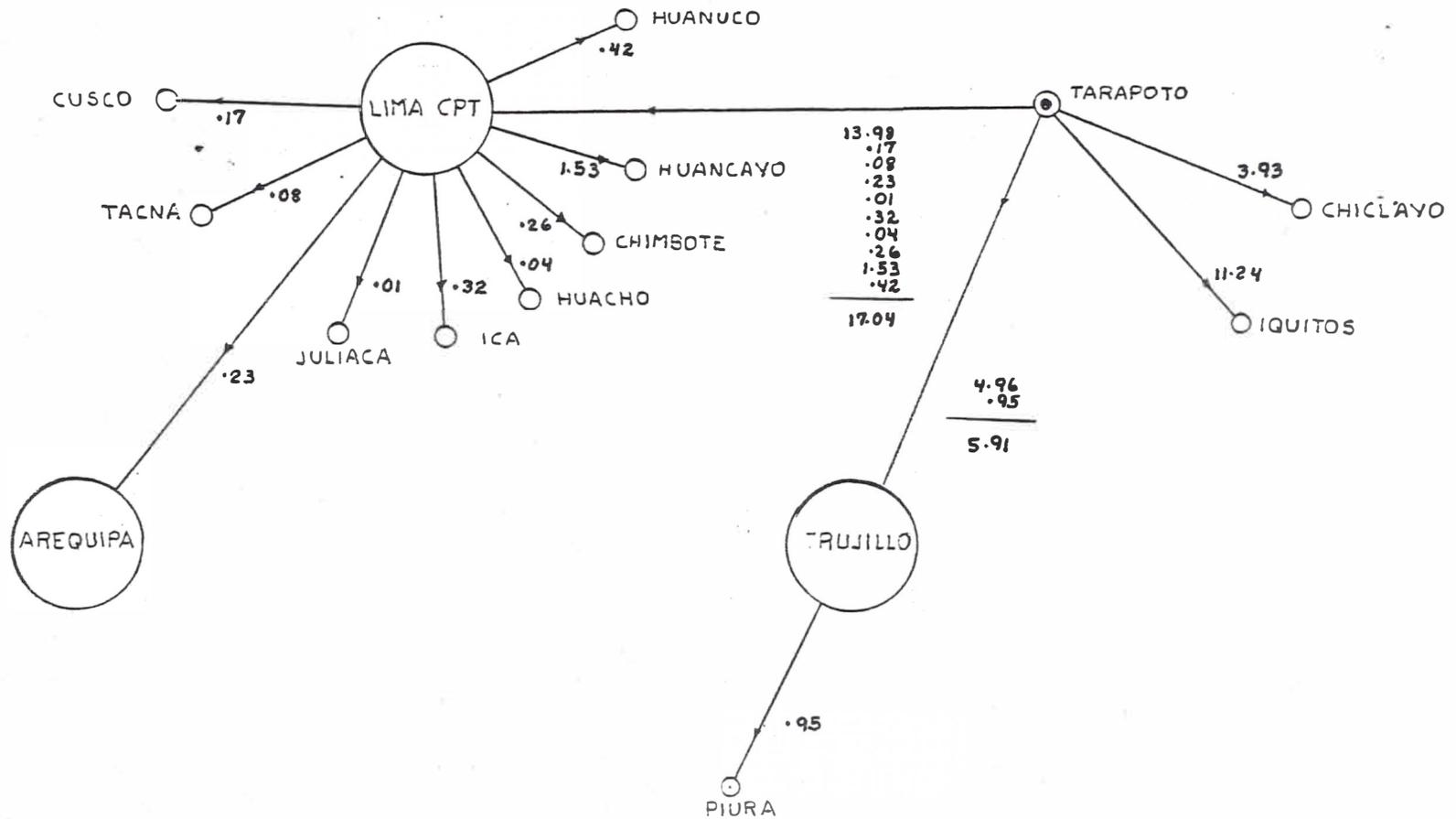
CENTRO PRIMARIO TACNA



- 190 -

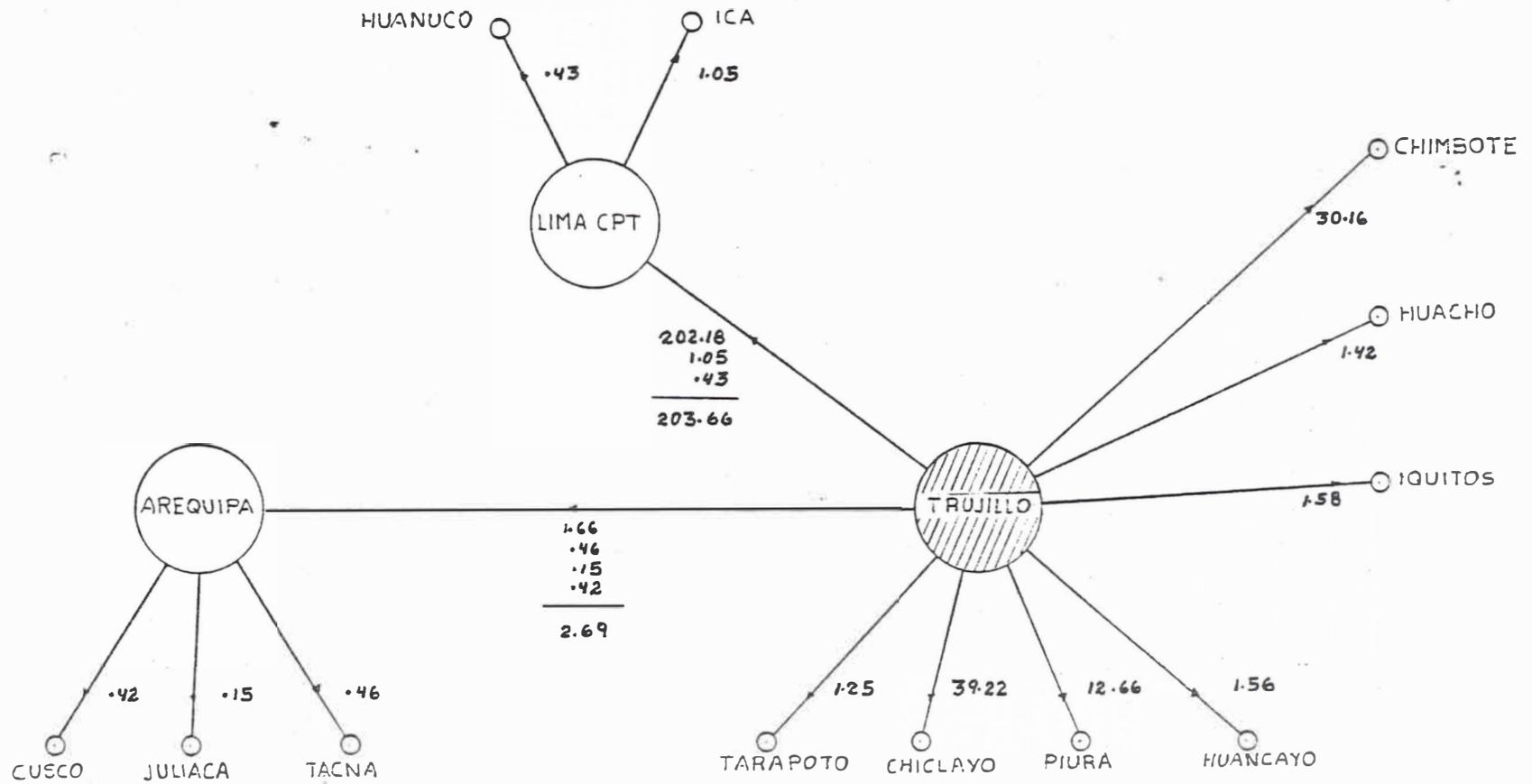
DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

CENTRO PRIMARIO TARAPOTO

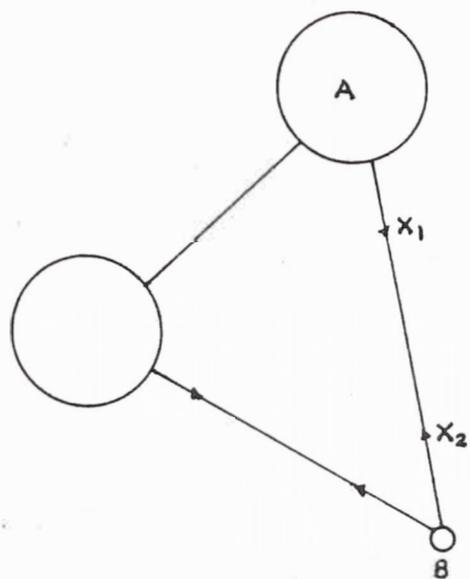


DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DE LA R.T.M.O (1987) FIG.

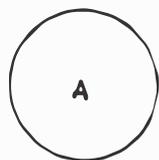
CENTRO PRIMARIO TRUJILLO



ANEXO N<sup>o</sup> III



L E Y E N D A



CENTRO SECUNDARIO A



CENTRO PRIMARIO B

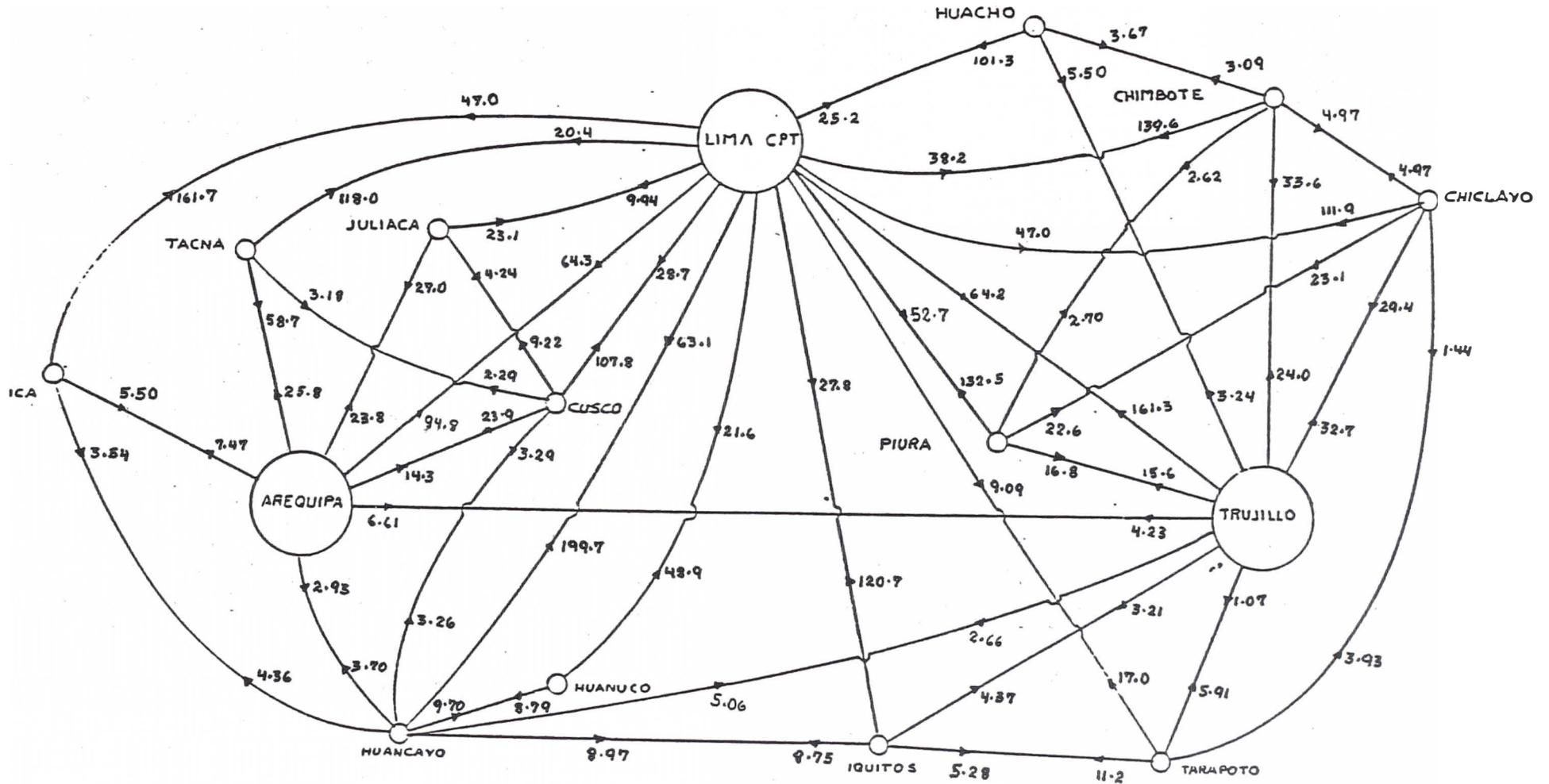
$x_1$

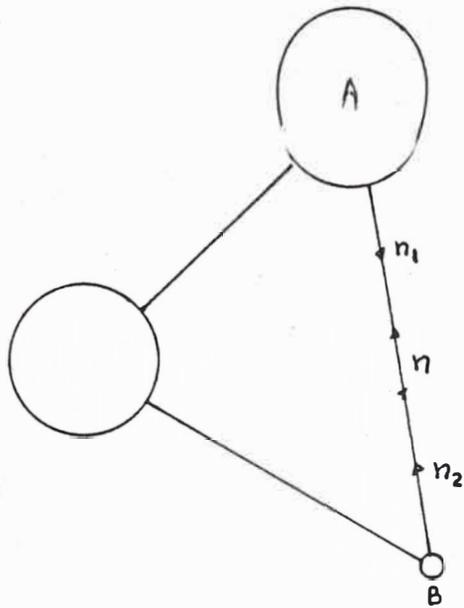
TRAFICO TOTAL (ERL.) SALIENTE DE A HACIA B

$x_2$

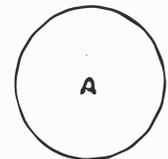
TRAFICO TOTAL (ERL.) SALIENTE DE B HACIA A

DIAGRAMA RESUMEN DE DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DIRECTO  
 AÑO 1984





L E Y E N D A



CENTRO SECUNDARIO



CENTRO PRIMARIO

$n_1$

N° CIRCUITOS QUE LE CORRESPONDE A  $X_1$

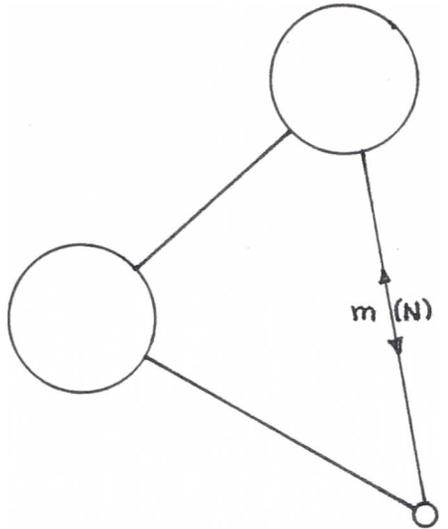
$n_2$

N° CIRCUITOS QUE LE CORRESPONDE A  $X_2$

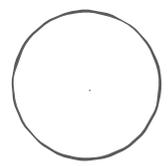
$n$

$n_1 + n_2$





L E Y E N D A



CENTRO SECUNDARIO



CENTRO PRIMARIO

m

Nº CIRCUITOS

(N)

Nº GRUPOS BASICOS







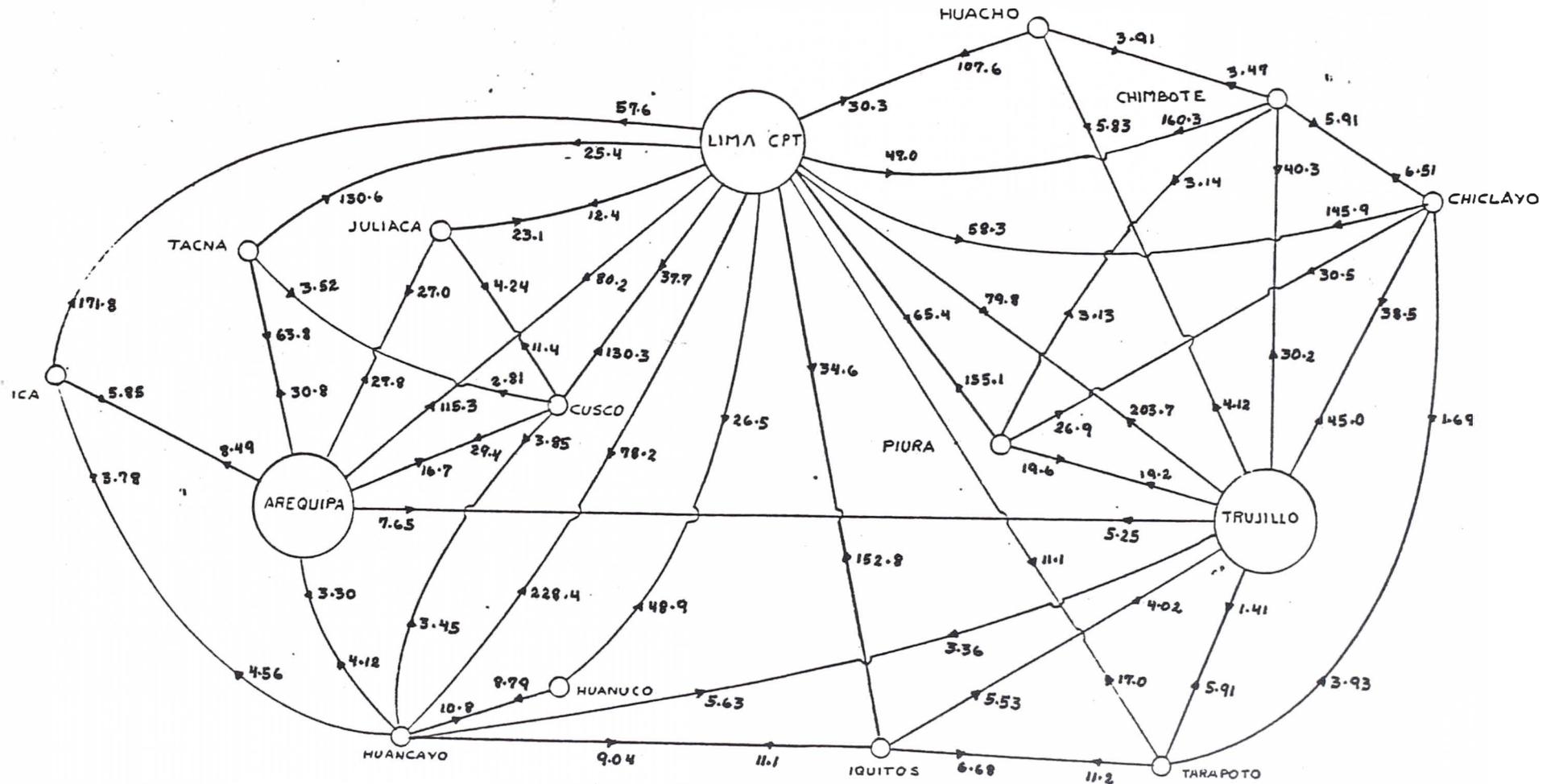








# DIAGRAMA RESUMEN DE DISTRIBUCION DE TRAFICO TELEFONICO POR ENLACE DIRECTO ANO 1987







## C O N C L U S I O N E S

De los resultados del presente Estudio se deduce:

- Una mayor capacidad de Tráfico Interurbano en la Red Troncal de Microondas.
- Utilización eficiente de la infraestructura básica ya instalada de acuerdo a los mayores requerimientos de Circuitos Interurbanos.
- Mejoramiento de la calidad de los Servicios de Telecomunicaciones Nacionales e Internacionales.
- Satisfacer las crecientes necesidades de estos servicios requeridos por la actividad socio económica del país, permitiendo una mayor productividad con una mejor administración de los sectores públicos y privados.
- Que la comercialización de productos sea más efectiva con mejores comunicaciones.
- Incluir localidades que presenta un alto índice de demanda insatisfecha.
- La aplicación de tecnología ya conocida por los técnicos peruanos.

Por lo anteriormente expuesto se recomienda ampliar el canal de Radio de la Red Troncal de Microondas del (1+1) al (2+1) entre Ica y Chiclayo así como entre Lima y Huancayo.

Así mismo se hace necesario ampliar el MUX entre los enlaces presentados en el Cuadro (2.8.1), lo que garantizará lo expuesto anteriormente así como las ampliaciones telefónicas contempladas en los proyectos involucrados.

BIBLIOGRAFIA

- "Sistemas Múltiplex"  
J. Pines - O. Barradas
- "Sistemas Radiovisibilidad"  
Gilberto Silva - O. Barradas
- "Revista Telebras"  
Diciembre 1984
- "Telecommunication Engineering"  
Budavox Telecommunication Foreign Trading Company
- "Conmutación Telefónica"  
Inictel - Japan International Cooperation Agency
- "Esquema de la Red de Larga Distancia"  
Gerencia Telefonía - Entel Perú S.A.
- "Planes Técnicos Fundamentales"  
Entel Perú S.A.
- "Generalidades de Tráfico Telefónico"  
Inictel - Japan International Cooperation Agency
- "Boletín Estadístico" de Entel Perú S.A.  
  
1978      1982
- "Anuario Estadístico" de Entel Perú S.A.  
  
1983      1984
- "Indices Estadísticos" de Entel Perú S.A.  
  
1982      1984