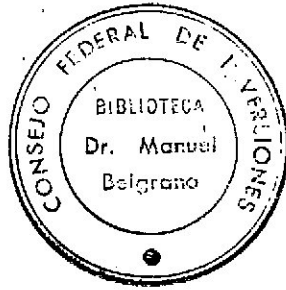


*Gaidicourkos, Juan*



882

24802

**CATALOGADO**

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ABASTE-  
CIMIENTO ELECTRICO EN LA ZONA DE  
QUINES-CANDELARIA Y ANTEPROYECTO  
PRELIMINAR DE ELECTRIFICACION RURAL

PROVINCIA DE SAN LUIS.

H. 22213  
SAN LUIS

---

**AUTORIDADES DEL CFI**

**INTERVENTOR: Coronel (R.E.) JULIO CESAR MEDEIROS**

## I N D I C E

1. Objeto.
2. Componentes de la línea existente.
3. Demanda.
  - 3.1. Consumo de la localidad de Candelaria.
  - 3.2. Consumo de unidades parcelarias.
  - 3.3. Consumo de los pozos de bombeo.
4. Potencia efectiva y corriente de carga del primer año, corriente térmica y económica.
5. Estudio de las potencias y cargas a adoptar para los cálculos de caída de tensión, pérdidas y valores económicos.
  - 5.1. Relación entre valores de potencia de transformadores (kVA) y carga de los mismos (kW).
  - 5.2. Cargas para el primer año.
    - 5.2.1. Para unidades parcelarias rurales.
    - 5.2.2. Para el casco urbano de Candelaria.
    - 5.2.3. Para los pozos de bombeo.
  - 5.3. Potencia instalada y cargas a absorber.
  - 5.4. Energía, factores de carga y tiempo de utilización de las cargas.
6. Constantes eléctricas de la línea de 13,2 kV y 25 mm<sup>2</sup>.
7. Cálculo de las corrientes de carga.
  - 7.1. Con  $\cos \phi_i = 0,8$  en todas las cargas.
  - 7.2. Con  $\cos \phi_i = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.
  - 7.3. Con  $\cos \phi_i = 1$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.

8. Cálculo de las corrientes de línea.
  - 8.1. Con  $\cos \phi = 0,8$  en todas las cargas.
  - 8.2. Con  $\cos \phi = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en todas las demás cargas.
  - 8.3. Con  $\cos \phi = 1$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en todas las demás cargas.
9. Cálculo de las caídas de tensión en la línea.
  - 9.1. Con  $\cos \phi = 0,8$  en todas las cargas.
  - 9.2. Con  $\cos \phi = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
  - 9.3. Con  $\cos \phi = 1$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
10. Cálculo de las pérdidas en la línea de 13,2 kV.
  - 10.1. Con  $\cos \phi = 0,8$  en todas las cargas.
  - 10.2. Con  $\cos \phi = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
  - 10.3. Con  $\cos \phi = 1$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
11. Determinación del costo del kWh
12. Actualización de las pérdidas en la línea de 13,2 kV.
  - 12.1. Para  $\cos \phi = 0,8$  en todas las cargas.
  - 12.2. Para  $\cos \phi = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
  - 12.3. Para  $\cos \phi = 1$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi = 0,8$  en las demás cargas.
13. Cálculo de las corrientes de cargas, línea y pérdidas hasta el km. 15 de la línea de 13,2 kV.
  - 13.1. Cálculo de las corrientes de carga hasta el km15 para  $\cos \phi = 0,8$  en todas las cargas (cargas rurales y pozos de bombeo) y Candelaria alimentada por otro camino.

- 13.2. Idem corrientes de línea.
- 13.3. Cálculo de las pérdidas y actualización de las mismas en la línea de 13,2 kV hasta el km 15 no incluyendo Candelaria y considerando  $\text{Cos } \phi = 0,8$  para todas las cargas a lo largo del camino.
- 13.4. Cálculo de las pérdidas y actualización de estas en la línea de 13,2 kV alimentando hasta el año 1982 con las  $\text{Cos } \phi = 1$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi = 0,8$  las cargas a lo largo del camino. Desde 1983 se pasa la carga de Candelaria a la nueva línea de 33 kV y permanecen con  $\text{Cos } \phi = 0,8$  las demás cargas a lo largo de la línea de 13,2 kV.
14. Estudio de la línea de 33 kV.
  - 14.1. Corrientes de línea.
  - 14.2. Caída de tensión en la línea.
  - 14.3. Pérdidas.
  - 14.4. Actualización de pérdidas.
15. Incorporación de capacitores fijos y con maniobra en la zona de Candelaria.
16. Incorporación de reguladores de tensión para la línea de 13,2 kV.
17. Análisis final de alternativas de abastecimiento.
18. Costos de capital imputables al sistema rural.
19. Resumen y Conclusiones.

## INTRODUCCION

Se trata de un estudio técnico-económico que consiste en la verificación de la capacidad de la línea de 13,2 kV entre Quines-Candelaria y la implementación de un anteproyecto preliminar para la obtención de costos por kVA a instalar para las unidades parcelarias rurales y pozos de bombeo. A tal efecto, ha sido necesario considerar algunos supuestos (número de transformadores rurales y de pozos de bombeo, potencia e inclusión de los mismos en la demanda a través del tiempo, etc.).

Se ha previsto que, transcurrido el período de adhesión al sistema rural en estudio, y fijados los datos básicos que de ello resulte, se estará en condiciones de encarar el diseño del anteproyecto definitivo.

1. OBJETO.

Se determinará la posibilidad de suministro de energía eléctrica para electrificación rural desde la línea que parte de la localidad de Quines atraviesa la zona de estudio y alimenta a Candelaria, tomando en cuenta el abastecimiento a dicha localidad.

El análisis se realizará hasta el año 1995 mediante las siguientes alternativas:

-Alternativa I: considera la incorporación de una nueva línea de transmisión en 33 kV para suministrar energía a Candelaria a partir de 1980 y los consumos rurales y de pozos de bombeo se siguen abasteciendo mediante la línea existente de 13,2 kV.

-Alternativa II: se analiza la línea de 13,2 kV considerando que abastece de energía a los consumos rurales y de pozos de bombeo con factor de potencia igual a 0,8 y a la carga de Candelaria con un valor para dicho factor de 1, lo que se logra mediante la inclusión de capacitores hasta el año 1982.

A partir de 1983 se transmite energía a Candelaria con una nueva línea en 33 kV. Los demás consumos (pozos rurales y unidades parcelarias) se mantienen abastecidas por la línea de 13,2 kV con factor de potencia 0,8.

-Alternativa III: se estudia el abastecimiento de energía a los distintos consumos mediante la línea existente de 13,2 kV. Se toma en

cuenta la restricción de transmisión por caída de tensión, lo que induce a la instalación de dos reguladores de tensión.

El factor de potencia en las cargas rurales y de pozos de bombeo se mantiene constante e igual a 0,8. Variándose de 0,8 a 1 el valor de dicho factor en Candelaria mediante el montaje de líneas de capacitores.

A partir de 1995 se incluye la entrada en servicio de una línea de 33 kV para abastecimiento de Candelaria.

#### COMPONENTES DE LA LINEA EXISTENTE.

Esta es trifásica de 13,2 kV de tensión, siendo sus conductores de cobre de 25 mm<sup>2</sup> de sección teniendo las mismas una distribución triangular y vano rural.

#### DEMANDA.

Se tomó en cuenta la siguiente sectorización de la demanda:

- Consumo en la localidad de Candelaria;
- Consumo de unidades parcelarias;
- Consumo de pozos de bombeo.

#### 3.1. Consumo en la localidad de Candelaria.

Fuente: A.y E.E. - División San Luis - Año 1976.

Para adecuar el consumo a valores actuales determinamos los



consumos sectorizados mediante datos ya definidos históricamente.

Energía consumida total: 524.000 kWh

Distribución de la demanda:

-Residencial:	91.176 kWh
-Comercial:	48.208 "
-Industrial:	293.545 "
-Grandes usuarios:	.-
-Cooperativas:	.-
-Oficial:	52.924 "
-Alumbrado público:	<u>38.147 "</u>
TOTAL:	524.000 "

Para el cálculo de la demanda máxima actual fijamos la cantidad de horas anuales (tiempo de utilización) en 2.200 horas.

$$\text{Demanda máxima: } \frac{524.000 \text{ kWh}}{2.200 \text{ h.}} = 238 \text{ kW}$$

Considerando un factor de potencia de 0,8 resulta la potencia aparente de la demanda máxima igual a:  $238 \text{ kW} \cdot 0,8 = 298 \text{ kVA}$  o sea prácticamente 300 kVA.

Para la evolución futura se ha tomado un crecimiento del 10 % anual acumulativo partiendo de la carga del primer año hasta el año 10. Luego la tasa de crecimiento disminuye gradualmente 1/4 de punto por año con lo cual se llega al año 20 con una tasa del 7,5 %.

### 3.2. Consumo de unidades parcelarias.

Fuente: Dirección General de Geodesia y Catastro - Departamento Cartográfico. Hojas limítrofes VI 50-00 y VI 50-05 y VI 50-10.

Se toma como posible alimentación de la demanda una franja a cada lado de la línea de un kilómetro de ancho, para determinar el campo de acción puntual de la demanda teniendo presente que usamos transformadores trifásicos entre 5 y 20 kVA.

Se ha considerado que de 1 a 4 usuarios se instalará transformadores de 5 kVA; más de 4 usuarios transformadores de 20 kVA.

<u>Cantidad y potencia de transformadores</u>	<u>Carga total (kVA)</u>
39 x 5 kVA c/u.	195 kVA
7 x 20 kVA c/u.	<u>140 kVA</u>
Total	335 kVA

Factor de simultaneidad de la carga:  $F_{sc} = 0,5$

Carga total simultánea en kW = Pot. Cos  $\phi$

$F_{sc} = 335\text{kVA} \times 0,8 \times 0,5 = 134 \text{ kW}$  o sea 168 kVA.

Esta carga a lo largo de la línea se irá conectando gradualmente a través de los años según el siguiente ritmo de incorporación:

Años 77 y 78:	14 % cada año
Año 79 en adelante:	12 % cada año hasta llegar a la carga total <u>simul</u> tánea.

A partir de 1983 se considera que el consumo por usuario crecerá al 10% anual hasta el año 10 a partir del cual la tasa de crecimiento disminuye gradualmente 1/4 de punto por año con lo cual se llega al fin del período con una tasa de 7,5 %.

### 3.3. Pozos de bombeo en zona rural.

Fuente: Dirección General de hidráulica de la Provincia de San Luis, Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Estimación a diciembre de 1976.

Tomamos una modalidad operativa optimista de 8 horas de riego diarias, distribuidas por igual en lapsos de 24 horas, lo que permite un Factor de Simultaneidad  $F_S = 0,33$ .

El límite de la zona de bombeo está determinado fuera de las calles de cada localidad que pertenecen a la zona urbana.

Se partió del dato caudal-altura dinámica y se dedujo la potencia instalada unitaria en kW o sea lo demandado a la red (ver cuadro 3.3.).

También por su potencia tomamos cada carga con su correspondiente longitud referida al km 0 en la central eléctrica de Quines y una carga focalizada en la planta elaboradora de espárragos de la zona.

Los pozos están instalados y la gran mayoría no tienen energía eléctrica. Se tomaron 22 pozos perfectamente localizados. La potencia instalada, con valores redondeados para facilitar lue-

go el cálculo de momentos eléctricos, resulta ser del orden de los 902 kW (ver cuadro 3.3.1.).

Estos 902 kW con factor de potencia de 0,8 da una potencia aparente total de  $902 \text{ kW} ./\cdot 0,8 = 1128 \text{ kVA}$ .

Considerando que existe una potencia instalada en máquinas térmicas del 42 % en exceso, un factor de utilización del 33 % y un factor de carga de 0,9, la relación entre carga y potencia instalada de pozos de bombeo es de  $0,42 \times 0,33 \times 0,9 = 0,125$ . Con lo anterior la carga a absorber en primera instancia será de  $0,125 \times 902 \text{ kW} = 113 \text{ kW}$  o sea 141 kVA.

Se considera que los porcentajes de incorporación de esta potencia a la línea de 13,2 kV siguen exactamente la misma ley adoptada al final del punto 3.2. precedente, para la incorporación de las cargas parcelarias.

CUADRO 3.3.

DEMANDA DE LOS POZOS DE BOMBEO

Nº de Identific.	Distancia en km. desde Central Eléctr. Quines	Potencia Instalada (kW)
853	19,440	44
868	19,840	44
P2	19,437	* 44 estimado
855	19,340	40
P2	18,630	* 44 estimado
P2	18.392	S/E
858	18.340	42
857	17,490	36
741	17,540	69
744	17,240	36 faltan datos, estimado
742	17,140	30
P2	16,825	-
827	16,740	30
826	16,840	55
P2	14,440	-
745	14,340	42
869	12,940	49
829	12,840	16
828	12,540	38
739	12,640	49
735	12,340	49
737	11,340	25
P2	10,935	Mot. Diesel
P2	9,985	-
747	9,840	55
732	9,340	Obstruido
P2	8,512	Perf. s/bomba
P2	8,275	s/mot. s/bomba
P2	6,090	s/uso s/E.
1203	3,940	69
707	3,840	38
P2	3,715	* 58,8 kW
P2	3,525	s/uso 32 kW reparación.
713	2,840	14
P2	2,340	Obstruido.
705	1,840	"
Esparra guera		32
<b>Total:</b>		<b>902 kW</b>

\* No se tomó en cuenta para la suma total.

Se toma como rendimiento de todo el equipo, bomba y motor: = 0,6

$$\frac{F_f P_e (\text{kg/m}^3) Q (\text{m}^3/\text{h}) \cdot H (\text{m})}{1000} = N' (\text{kW}); \quad N = N' \cdot 110 \text{ (por pérdidas varias)}$$

La distancia entre central Quines y la salida de la ciudad es 1,340 km.

CUADRO 3.3.1.

CARGA TRANSFORMADORES POZOS DE BOMBEO LOCALIZADOS.

Transformador .	Pozo (Nº)	Distancia (km )	Potencia del Pozo (kW)	Potencia de transf. (kVA)
1	713	2,840	14	25
2	707	3,840	38	50
3	1203	3,940	69	100
4	747	9,840	55	80
5	737	11,340	25	40
6	735	12,340	49	63
7	828	12,540	38	50
8	739	12,640	49	63
9	829	12,840	16	25
10	869	12,940	49	63
11	745	14,340	42	63
12	827	16,740	30	40
13	826	16,840	55	80
14	742	17,140	30	40
15	744	17,240	36	50
16	857	17,490	36	50
17	741	17,540	69	100
18	858	18,340	42	63
19	855	19,340	40	63
20	853	19,440	44	63
21	868	19,840	44	63
Esparraguera			<u>32</u>	40
			902 kW	

#### 4. POTENCIA EFECTIVA Y CORRIENTE DE CARGA DEL PRIMER AÑO, CALCULO DE CORRIENTE TERMICA Y ECONOMICA.

Para el primer año se tendrá: (ver cuadros capítulo 5).

1) Casco Urbano Candelaria:	214 kW.
2) Unidades parcelarias:	17 kW
3) Pozos de bombeo:	<u>44 kW</u>
Potencia efectiva total:	275 kW

Se ha considerado el factor de simultaneidad igual a 1, ya que en determinadas épocas y circunstancias pueden llegar a coincidir todas las cargas.

Corriente térmica máxima permanente, admisible para la línea:

6 A/mm<sup>2</sup>; para 40°C de temperatura ambiente y 80°C de temperatura de conductor, resulta:

25 mm<sup>2</sup> x 6 A/mm<sup>2</sup> = 150 A, lo que equivale a una potencia de:

$$P \text{ [kVA]} = \sqrt{3} \cdot UI = 1,732 \times 13,2 \text{ kV} \times 150 = 3.430 \text{ kVA.}$$

La corriente de la línea considerada habitualmente como económica es del orden de: 1,84 A/mm<sup>2</sup>; luego 25 mm<sup>2</sup> x 1,84 A/mm<sup>2</sup> = 46 A de transporte económico.

Corriente de la carga a satisfacer el primer año:

$$I = \frac{\text{Pot. Ef (kW)}}{\sqrt{3} U_1 \text{ (kV)} \cdot \text{Cos } \phi_i} = \frac{275 \text{ kW}}{1,732 \cdot 13,2 \text{ kV} \times 0,8} = \frac{275 \text{ A}}{18} \approx 15 \text{ A.}$$

Lo anterior demuestra claramente que no existirán problemas de sobre carga térmica en el primer año ni tampoco en un período prudencial de 1 a 5 años subsiguientes.

El cálculo de la densidad económica de la intensidad de corriente indicado más arriba se obtiene aplicando la fórmula:

$$I = \sqrt{\frac{X B_L}{3C_T T_e}}$$

$$X = \text{Conductibilidad del cobre} = 56 \frac{\text{m}}{\text{ohm mm}^2}$$

$B_L$  = Costo anual unitario de conductor por km de línea.

= Tasa de retorno anual x costo unitario de línea dependiente de la sección de conductor.

$$= p_1 B = \frac{0,08 \text{ p.4}}{\text{año}} = \frac{5000 \text{ U\$/km}}{25 \text{ mm}^2}$$

$$= 16 \frac{\text{U\$}}{\text{km mm}^2 \text{ año}}$$

$C_T$  = Costo total del kWh para pérdidas (incluye cargos financieros, operativos y de combustible).

$T_e$  = Tiempo equivalente de uso de la potencia de pérdidas = 2200 hs/año.

Reemplazando en la primer fórmula:

$$i \left[ \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \right] = \sqrt{\frac{56 \frac{\text{m}}{\text{ohm mm}^2} \cdot 16 \frac{\text{U\$}}{\text{km mm}^2 \text{ año}}}{3 \times 0,04048 \frac{\text{U\$}}{\text{kWh}} : 2200 \frac{\text{hs}}{\text{año}}}}$$

$$i = \sqrt{\frac{896 \text{ A}^2}{267,168 \text{ mm}^4}} = \sqrt{3,35370} = 1,84 \text{ A/mm}^2$$

o sea que está comprendido entre los valores internacionales de 1,8 a 2 A/mm<sup>2</sup>.



Para el caso nuestro la intensidad de corriente económica de la línea resulta:

$$\text{Intensidad de corriente económica} = 1.84 \text{ A/mm}^2 \times 25 \text{ mm}^2 = 46 \text{ A.}$$

## 5. ESTUDIO DE LAS POTENCIAS Y CARGAS A ADOPTAR PARA LOS CALCULOS DE CAIDAS DE TENSION, PERDIDAS Y VALORES ECONOMICOS.

5.1. Relación entre valores de potencia de transformadores (kVA) y carga de los mismos (kW).

Las relaciones básicas a emplear son: para los transformadores de 5 kVA = 4 kW y para los de 20 kVA - 16 kW.

5.2. Cargas para el primer año.

5.2.1. Para unidades parcelarias rurales: la carga instalada en transformadores trifásicos a lo largo de la línea para unidades parcelarias con  $F_s = 0,5$  resulta ser la Carga de los transformadores de unidades parcelarias = Potencia instalada trafos. de unidades parcelarias x % de carga del primer año x Factor de carga x Factor de simultaneidad = P.trafos x 14% x 0,5 x 0,9 = P.trafos. x 0,063.  
Con ello resulta el cuadro 5.2.1.

5.2.2. Para el casco urbano de Candelaria:

Como se vió anteriormente y utilizando un factor de simultaneidad de 0,9 resulta lo indicado en el cuadro 5.2.2.

5.2.3. Para los pozos de bombeo: Tomando en cuenta que están instalados en el peor de los casos en el tercio más alejado de la generación, considerando que existe una potencia instalada del 42% en exceso un factor de utilización del 33%, y un factor de simultaneidad del 0,9 la relación entre carga pico y potencia instalada es de 0,125. Para el cálculo de caída de tensión de los pozos de bombeo tomamos la carga distribuida en el tercio más lejano de la generación que es el caso más desfavorable. Los valores de las respectivas cargas figuran en el cuadro 5.2.3.

5.2.4. Carga Total: Resulta de la sumatoria de 5.2.1, 5.2.2, y 5.2.3. y figura en el cuadro 5.2.4.

### 5.3. Potencia instalada y cargas a absorber.

Las tres potencias actualmente instaladas, en Candelaria, en las unidades parcelarias a lo largo de la línea y en los pozos de bombeo figuran en el Cuadro 5.3.

En el mismo cuadro se han fijado la potencia a absorber y las evoluciones futuras de la demanda y la de las tasas anuales de aumento de cargas.

Se ha utilizado como factor de potencia el de 0,8 para todas las cargas. El mismo vincula los valores de potencias totales (kVA) con las respectivas potencias activas (kW)

CUADRO 5.2.1.

CARGA TRANSFORMADORES RURALES A LO LARGO DE LA LINEA DE 13,2 kV.

Nº	Potencia Trafos. (kW)	Carga Trafos. (kW)	Distancia desde Quines (km)
1	16	1	1,650
2	4	0,25	2,320
3	4	0,25	2,320 derivación lateral 0,5 km.
4	4	0,25	2,320 " " 0,3 km.
5	4	0,25	2,900
6	4	0,25	3,240
7	4	0,25	3,240 derivación lateral a 0,25 km.
8	4	0,25	3,700
9	4	0,25	4,740 derivación lateral 0,1 km.
10	4	0,25	5,440 " " 0,1 km.
11	4	0,25	5,440 " " 1,1 km.
12	16	1	5,440 " " 1,0 km.
13	4	0,25	5,440 " " 1,0 km.
14	4	0,25	5,440 " " 0,9 y 0,380km.
15	4	0,25	5,640
16	4	0,25	5,680
17	4	0,25	5,950
18	4	0,25	6,300 derivación lateral 0,180 km.
19	16	1	6,480 " " 0,9 km.
20	4	0,25	6,480 " " 0,9 y 0,360km.
21	16	1	8,400
22	16	1	8,630
23	4	0,25	8,930
24	4	0,25	9,540
25	4	0,25	9,620
26	4	0,25	10,780 derivación lateral 0,150 km.
27	4	0,25	11,100
28	4	0,25	11,000 derivación lateral 0,4 km.
29	4	0,25	11,420
30	4	0,25	11,670
31	4	0,25	11,940
32	4	0,25	12,120
33	4	0,25	12,460
34	4	0,25	13,100
35	4	0,25	13,320 derivación lateral 0,640 km.
36	4	0,25	13,450
37	4	0,25	13,700
38	4	0,25	14,250
39	4	0,25	14,750
40	4	0,25	15,160
41	16	1	15,440 derivación lateral 0,740 km.
42	4	0,25	16,100
43	4	0,25	16,600
44	4	0,25	16,600 derivación lateral 0,5 km.
45	4	0,25	17,320
46	16	1	17,600
TOTAL	268	17	

CUADRO 5.2.2.

CARGA CASCO URBANO CANDELARIA

Potencia Trafos. (kW)	Carga Trafos. (kW)	L (km)	P.L. (kW . km)
238	214	20,00	4.280

CUADRO 5.2.3.

CARGA POZOS BOMBEO - 1ra. ETAPA.

Nº de Pozo	Pot. Trafos. (kW)	Carga Trafos. (kW)	L. (km)	P.L. (kW.km)
868	44	5,5	18,500	101,750
855	40	5,0	18,000	90,000
853	44	5,5	18,100	99,550
858	42	5,3	17,000	90,100
741	69	8,6	16,200	139,320
857	36	4,5	16,150	72,675
744	36	4,5	15,900	71,550
828	38	4,8	11,200	53,760
<b>Total:</b>	<b>349</b>	<b>43,70</b>		<b>718,705</b>

CUADRO 5.2.4.

CARGA TOTAL

	Potencia Trafos. kW	Carga Trafos. kW	P.L. kW . km
Casco Urbano Candelaria.	238	214	4,280
Unidades Parcelarias a lo largo de la línea.	268	17	171,338
Pozos de Bombeo.	349	44	718,705
TOTAL	855	275	5,170,040

POTENCIA INSTALADA Y EVOLUCION FUTURA DE CARGAS. (Cos f1 = 0,8)

CUADRO 5.3.

Item	Cargas Futuras																				
	1º año 1976	2º año 1977	3º año 1978	4º año 1979	5º año 1980	6º año 1981	7º año 1982	8º año 1983	9º año 1984	10º año 1985	11º año 1986	12º año 1987	13º año 1988	14º año 1989	15º año 1990	16º año 1991	17º año 1992	18º año 1993	19º año 1994	20º año 1995	
Casco Urbano Candelaria	KVA	268	294	324	356	393	431	475	523	575	633	694	760	833	908	988	1071	1160	1253	1350	1451
	KVAIR	161	176	194	214	236	259	285	314	345	380	416	456	500	545	593	643	696	752	810	871
	% *	214	235	259	285	314	345	380	418	460	506	555	608	666	726	790	857	928	1002	1080	1161
Unidades Parcialistas A lo largo de la línea	KVA	21	45	69	89	109	129	149	169	186	205	225	246	269	293	318	345	374	404	435	468
	KV	17	36	55	71	87	103	119	135	149	164	180	197	215	234	254	276	299	323	348	374
	% **	+14	+14	+12	+12	+12	+12	+12	+12	10*	10*	9,75	9,5	9,25	9	8,75	8,5	8,25	8	7,75	7,5
Pozos de bombeo	KVA	88	75	95	113	130	148	163	179	196	216	238	260	284	309	336	365	395	426	459	494
	KV	44	60	76	90	104	118	130	143	157	173	190	208	227	247	269	292	316	341	367	395
	% **	+14	+14	+12	+12	+12	+12	10*	10*	10*	10*	9,75	9,50	9,25	9	8,75	8,5	8,25	8	7,75	7,5
TOTAL	KVA	344	414	488	558	632	708	787	871	957	1054	1157	1266	1386	1510	1642	1781	1929	2083	2244	2413
	KVAIR	206	248	293	335	379	425	472	522	575	632	694	760	831	905	985	1069	1157	1250	1346	1448
	% *	275	331	390	446	505	566	629	696	766	843	925	1013	1108	1207	1313	1425	1543	1666	1795	1930
% **	20	18	14	14	13	12	11	11	10	10	9,72	9,51	9,38	8,94	8,78	8,53	8,28	7,97	7,74	7,52	

\* Crecimiento porcentual respecto al año anterior.

\*\* % del total de carga en firme adicionado al año anterior en caracter de absorción de carga potencialmente existente.

5.4. Energía, factores de carga y tiempo de utilización de las cargas.

Estos valores están fijados en el Cuadro 5.4. en base a la potencia definida en el punto 5.3. y la probable evolución de los mismos a través del tiempo.

Cuadro 5.4.

## ENERGÍA, FACTORES DE CARGA Y TIEMPO DE UTILIZACIÓN.

Descripción	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
Factor de carga	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,51	0,52	0,53	0,535	0,54	0,546	0,55	0,5585	0,56	0,565	0,57	0,575	0,58
Tiempo de utilización (h)	2628	2978	3328	3592	3854	4117	4380	4468	4555	4643	4687	4730	4774	4818	4862	4906	4949	4993	5037	5081
Potencia: Casos Urbano Cap-dellaris (kW)	214	235	259	285	314	345	380	418	460	506	555	608	666	726	790	857	928	1002	1080	1161
Energía: Casos Urbano Cap-dellaris (kWh)	562392	699830	861952	1023720	1210156	1420365	1664400	1867624	2095300	2349150	2607285	2875840	3178484	3487668	3840980	4204442	4582672	5002986	5439960	5899041
Potencia: Unidades Parcerias (kW)	17	36	55	71	87	103	119	135	149	164	180	207	215	234	254	276	299	323	348	374
Energía: Unidades Parcerias (kWh)	44676	107208	183040	256072	335298	420051	521220	603180	678695	761452	843660	931810	1026410	1127412	1234948	1344056	1479751	1612739	1752876	1900284
Potencia: Pozos de bombeo (kW)	44	60	76	90	104	118	130	143	157	173	190	208	227	247	269	292	316	341	367	395
Energía: Pozos de bombeo (kWh)	115632	178860	252928	322280	400816	483806	569400	638924	715135	802239	890530	983840	1063698	1190046	1307878	1422552	1563884	1702613	1848579	2006995
Potencia Total (kW)	275	331	390	446	505	566	629	696	766	843	925	1013	1108	1207	1313	1425	1543	1666	1795	1930
Energía Total (kWh)	722700	985718	1297920	1600632	1946270	2330222	2755030	3109728	3489130	3914049	4338475	4791490	5289592	5815326	6383906	6991050	7636207	8318338	9041415	9806330



6. CONSTANTES ELECTRICAS DE LA LINEA DE 13,2 kV y 25 mm<sup>2</sup> .

Resistencia óhmica kilométrica =  $r = 0,77 \text{ ohm/km.}$

Reactancia inductiva kilométrica:  $x = 0,38 \text{ ohm/km.}$

7. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CARGA:

Con las cargas del cuadro 5.3., la inclusión de capacitores en Candelaria permitiendo de esta manera la obtención de significativos beneficios en la potencia a transmitir según puede visualizarse dicho margen de aprovechamiento en los gráficos 7.1.1; 7.1.2; 7.1.3

y la fórmula 
$$I (A) = \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} U_n} = \frac{\text{kVA}}{1,73205 \times 13,2 \text{ kV}} = \frac{\text{kVA}}{22,86306}$$

Resultan las intensidades de corriente en 13,2 kV fijadas en los cuadros.

7.1. Con  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en todas las cargas.

7.2. Con  $\text{Cos } \phi_i = .95$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = .8$  en las demás cargas.

Las fórmulas empleadas para este caso son:

$$\text{kVA} = \frac{\text{kW}}{\text{Cos } \phi_i} = \frac{\text{kW}}{.95}$$

$$I(A) = \frac{\text{kVA}}{22,86306} \quad \vec{I} = |I| \text{Cos } \phi_i + j |I| \text{ Sen } \phi_i$$

7.3. Con  $\text{Cos } \phi_i = 1$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.

Las fórmulas empleadas son:

$$kVA = \frac{kW}{\cos \phi} = \frac{kW}{1} = kW$$

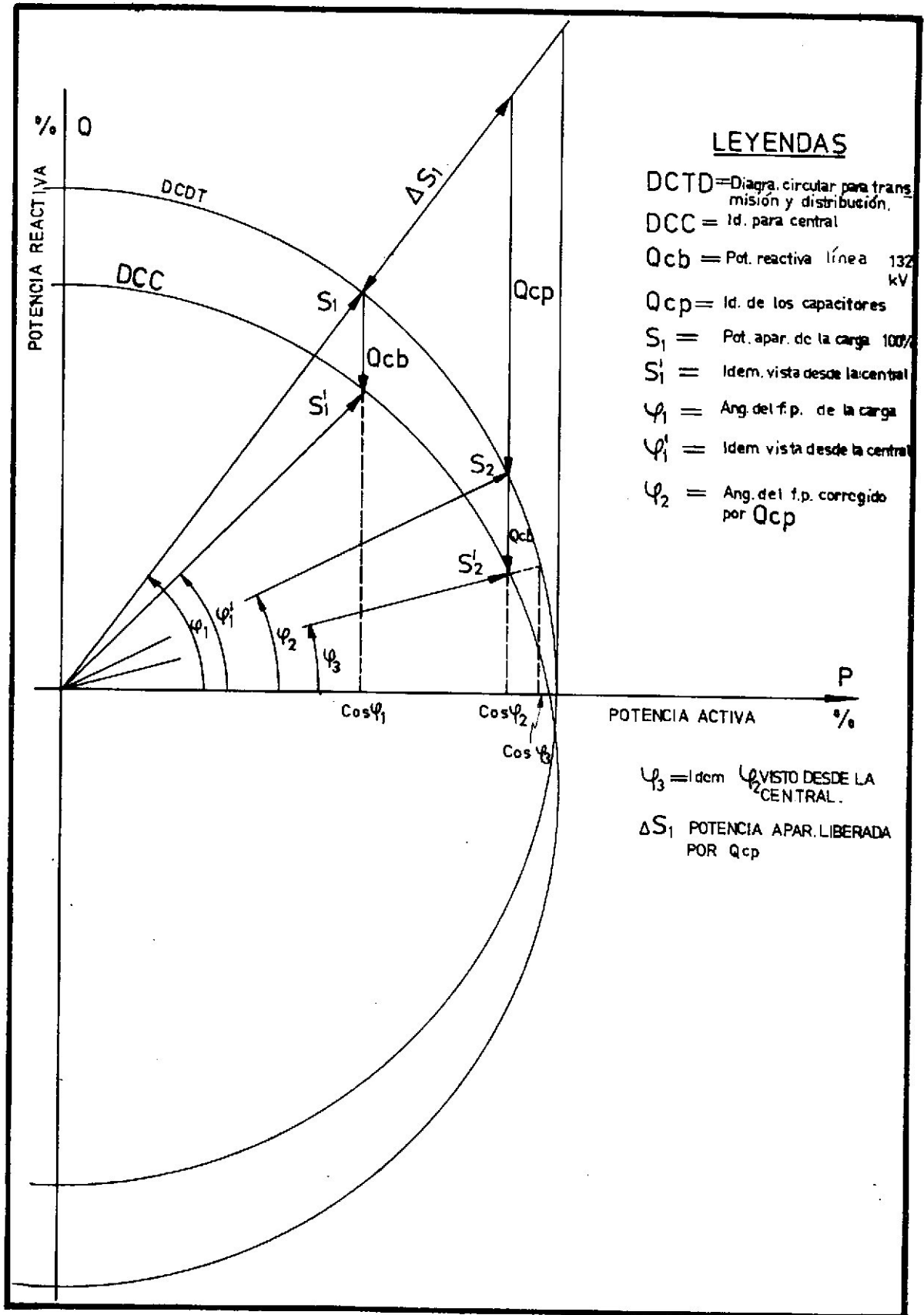
$$I(A) = \frac{kVA}{22,86306}$$

$$I = I \cos \phi + j I \sin \phi$$

En todos estos cuadros se han marcado los puntos de densidad económica de intensidad de corriente teniendo en cuenta lo deducido en el punto 4.  $1,84 \text{ A/mm}^2$ . Esta densidad económica es orientativa y vale en principio para una línea uniformemente y constantemente cargada desde su primer año de vida útil.

El estudio económico posterior permite confirmar el hecho de que tal densidad económica de intensidad de corriente puede ser superada en un cierto valor. Esto vale tanto más, cuando las cargas mayores corresponden a momentos futuros alejados del presente o del punto de partida del estudio.

GRAFICO: 7.1.1



**LEYENDAS**

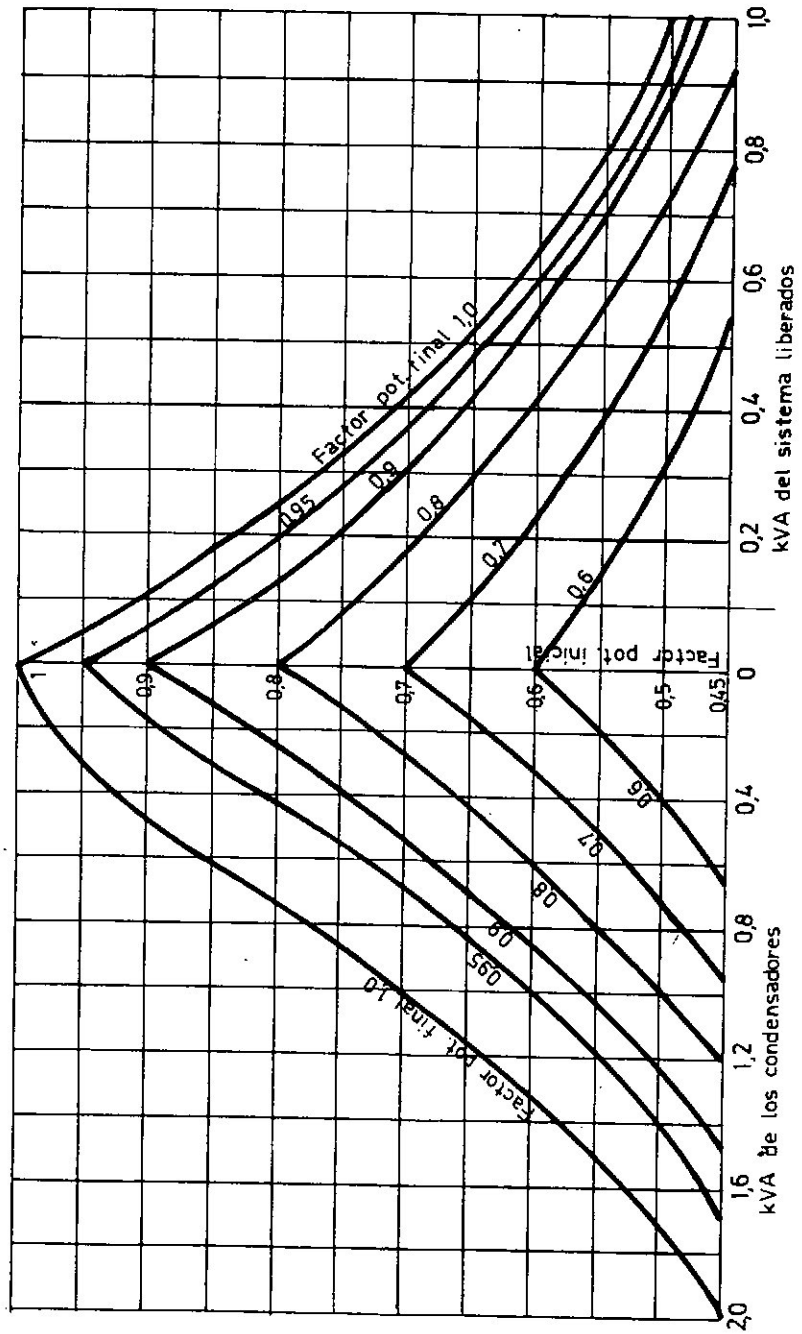
- DCTD = Diagra. circular para transmision y distribucion.
- DCC = Id. para central
- $Q_{cb}$  = Pot. reactiva línea 132 kV
- $Q_{cp}$  = Id. de los capacitores
- $S_1$  = Pot. apar. de la carga 100%
- $S_1'$  = Idem. vista desde la central
- $\phi_1$  = Ang. del f.p. de la carga
- $\phi_1'$  = Idem. vista desde la central
- $\phi_2$  = Ang. del f.p. corregido por  $Q_{cp}$

$\phi_3$  = Idem  $\phi_2$  VISTO DESDE LA CENTRAL.

$\Delta S_1$  POTENCIA APAR. LIBERADA POR  $Q_{cp}$

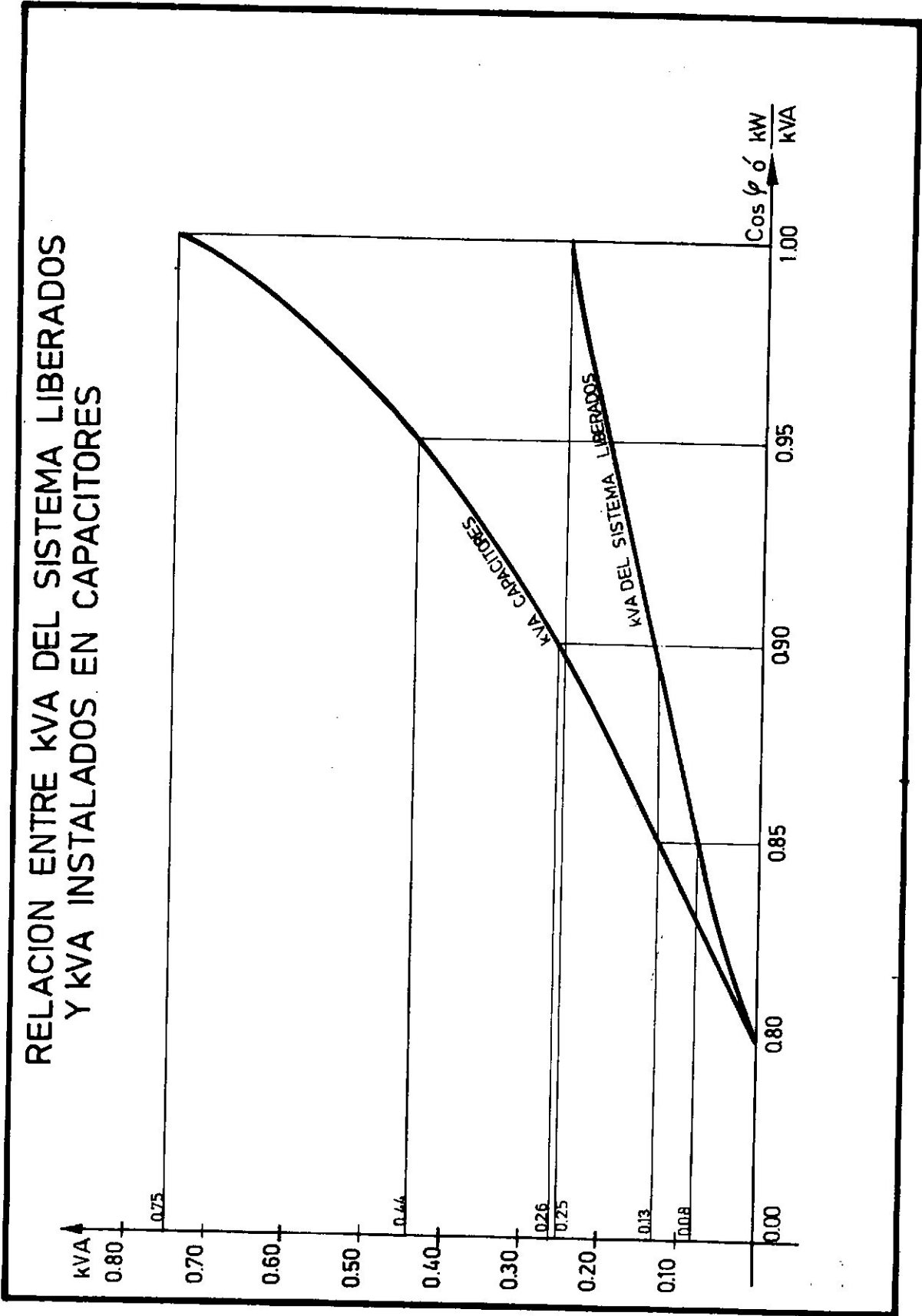
GRAFICO : 7.1.2

kVA POR CADA kW DE CARGA



FUENTE: MANUAL STANDARD DEL INGENIERO ELECTRICISTA  
 AÑO 1967 - Sec. 17 - 626

GRAFICO:7.1.3



CUADRO 7.1.

CORRIENTE DE CARGA CON  $\cos \phi = 0,8$  EN TODAS LAS CARGAS.

I t e m	Ubicación de la carga en km desde Quines	C A R G A E N A M P E R E S																			
		Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
Casco Urbano Candelaria	20	11,72	12,86	14,17	15,57	17,19	18,85	20,78	22,88	25,15	27,69	30,35	33,24	36,43	39,71	43,21	46,84	50,74	54,8	59,05	63,46
Pozos de bombeo.	15	2,41	3,28	4,16	4,94	5,69	6,47	7,13	7,83	8,57	9,45	10,41	11,37	12,42	13,52	14,7	15,96	17,28	18,63	20,08	21,61
Unidades parcelarias a lo largo de la línea.	10	0,92	1,97	3,02	3,89	4,77	5,64	6,52	7,39	8,14	8,97	9,84	10,76	11,77	12,82	13,91	15,09	16,36	17,67	19,03	20,47
Total		15,05	18,11	21,35	24,4	27,65	30,96	34,43	38,1	41,86	46,11	50,6	55,37	60,62	66,05	71,82	77,89	84,38	91,1	98,16	105,54

\* Se llega a densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.

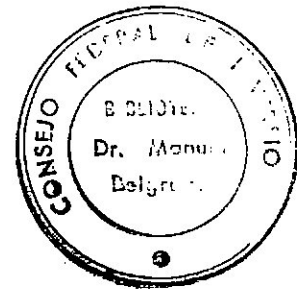
CORRIENTES DE CARGAS CON COS  $\rho_1 = 0,95$  EN LA CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\rho_1 = 0,8$  EN LAS DEMÁS CARGAS

CUADRO 7.2.

Item	Ubicación de la carga en km desde Quines	CARGA EN AMPERES																			
		Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
Casco Urbano Candelaria	20	9,35+33,07	10,26+33,37	11,32+33,71	12,46+34,09	13,72+34,5	15,08+34,95	16,62+35,46	18,27+36	20,11+36,6	22,13+37,27	24,27+37,97	26,6+38,74	29,13+39,57	31,76+40,43	34,55+41,35	37,49+42,31	40,59+43,33	43,82+44,39*	47,23+45,51	50,78+46,68
Posos de bombeo	15	1,93+31,45	2,62+31,97	3,33+32,5	3,95+32,96	4,55+33,41	5,18+33,88	5,71+34,28	6,26+34,7	6,86+35,14	7,56+35,67	8,33+36,25	9,1+36,82	9,94+37,45	10,82+38,11	11,76+38,82	12,77+39,58	13,82+40,37	14,9+41,18	16,06+42,05	17,29+42,27
Unidades parcelarias a lo largo de la línea	10	0,74+30,55	1,58+31,18	2,42+31,81	3,11+32,33	3,82+32,86	4,51+33,38	5,22+33,91	5,91+34,43	6,51+34,88	7,18+35,38	7,87+35,9	8,61+36,46	9,42+37,06	10,26+37,69	11,13+38,35	12,07+39,05	13,09+39,82	14,14+40,6	15,22+41,42	16,38+42,28
<b>Total</b>		12,02+35,07	14,46+36,52	17,07+38,02	19,52+39,38	22,09+40,77	24,77+42,21	27,54+43,65	30,44+45,13	33,48+46,62	36,87+48,32*	40,47+50,12	44,31+52,02	48,49+54,08	52,84+56,23	57,44+58,52	62,33+60,94	67,5+63,52	72,86+66,3	78,51+69,99	84,45+72,23

\* Se llega a densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.



CORRIENTES DE CARGA CON LOS  $\cos \phi = 1$  EN LA CARGA DE CANDELARIA Y  $\cos \phi = 0,8$  EN LAS DEMÁS CARGAS

CUADRO 7.3.

Item	Ubicación de la carga en km desde Quines	C A R G A S    E N										A M P E R E S									
		Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
Casco Urbano Candelaria	20	9,36	10,28	11,33	12,47	13,73	15,09	16,62	18,28	20,12	22,13	24,27	26,59	29,13	31,75	34,55	37,48	40,59	43,83	47,24**	50,78
Pozos de Bombeo	15	1,93+j1,45	2,62+j1,97	3,33+j2,5	3,95+j2,96	4,55+j3,41	5,18+j3,88	5,7+j4,28	6,26+j4,7	6,86+j5,14	7,56+j5,67	8,33+j6,25	9,1+j6,82	9,94+j7,45	10,82+j8,11	11,76+j8,82	12,77+j9,58	13,82+j10,37	14,9+j11,18	16,06+j12,05	17,29+j12,22
Unidades parcelarias a lo largo de la línea.	10	0,74+j0,55	1,58+j1,18	2,42+j1,81	3,11+j2,33	3,82+j2,86	4,51+j3,38	5,22+j3,91	5,91+j4,43	6,51+j4,88	7,18+j5,38	7,87+j5,9	8,61+j6,46	9,42+j7,06	10,26+j7,69	11,13+j8,35	12,07+j9,05	13,09+j9,82	14,14+j10,6	15,22+j11,42	6,38+j12,28
Total		12,03+j2	14,48+j3,15	17,08+j4,31	19,53+j5,29	22,1+j6,27	24,78+j7,26	27,54+j8,19	30,45+j9,13	33,49+j10,02	36,87+j11,05	40,47+j12,15	44,3+j13,28	48,49+j14,51	52,83+j15,8	57,44+j17,17	62,32+j18,63	67,5+j20,19	72,87+j21,78	78,52+j23,47	84,45+j24,55

\* Se llega a la densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a la densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.



## 8. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE LINEA.

En función de las corrientes de las cargas del punto 7 se obtienen los siguientes cuadros de corrientes de línea.

8.1. Con  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en todas las cargas.

8.2. Con  $\text{Cos } \phi_i = 0,95$  en Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en todas las demás cargas.

8.3. Con  $\text{Cos } \phi_i = 1$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en todas las demás cargas.

CORRIENTES DE LINEA CON COS FI 0,8 EN TODAS LAS CARGAS.

I t e m	CORRIENTE EN AMPERES																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km. 20/15	11,72	12,86	14,17	15,57	17,19	18,85	20,78	22,88	25,15	27,69	30,35	33,24	36,43	39,71	43,21	46,84**	50,74	54,8	59,05	63,46
km. 15/10	14,13	16,14	18,33	20,51	22,88	25,32	27,91	30,71	33,72	37,14	40,76	44,61	48,85	53,23	57,91	62,8	68,02	73,43	79,13	85,07
km. 10/0	15,05	16,11	21,35	24,4	27,65	30,96	34,43	38,1	41,86	46,11*	50,6	55,37	60,62	66,05	71,82	77,89	84,38	91,1	98,16	105,54

\* Se llega a densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.

Descripción	CORRIENTE EN										AMPERES									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km.20/15	9,35+j3,07	10,26+j3,37	11,32+j3,71	12,46+j4,09	13,72+j4,5	15,08+j4,95	16,62+j5,46	18,27+j6	20,11+j6,6	22,13+j7,27	24,27+j7,97	26,6+j8,74	29,13+j9,57	31,76+j10,43	34,55+j11,35	37,49+j12,31	40,59+j13,33	43,82+j14,39**	47,23+j15,51	50,78+j16,68
km.15/10	11,28+j4,52	12,88+j5,34	14,65+j6,21	16,41+j7,05	18,27+j7,91	20,26+j8,83	22,32+j9,74	24,53+j10,7	26,97+j11,74	29,69+j12,94	32,6+j14,22	35,7+j15,56	39,07+j17,02	42,58+j18,52	46,31+j20,17	50,26+j21,89	54,41+j23,7	58,72+j25,57	63,29+j27,56	68,07+j29,95
km.10/0	12,02+j5,07	14,46+j6,52	17,07+j8,02	19,52+j9,38	22,09+j10,77	24,77+j12,21	27,54+j13,65	30,44+j15,13	33,48+j16,62	36,87+j18,32	40,47+j20,12*	44,31+j22,02	48,49+j24,08	52,84+j26,23	57,44+j28,52	62,33+j30,94	67,5+j33,52	72,86+j34,3	78,51+j36,99	84,45+j42,23

\* Se llega a densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.

Descripción	CORRIENTE EN										AMPERES									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km. 20/15	9,36	10,28	11,33	12,47	13,73	15,09	16,62	18,28	20,12	22,17	24,27	25,59	29,13	31,75	34,55	37,48	40,59	43,83	47,24**	50,78
km. 15/10	11,29+j1,45	12,9+j1,97	14,66+j2,5	16,42+j2,96	18,28+j3,41	20,27+j3,88	22,32+j4,28	24,54+j4,7	26,98+j5,14	29,69+j5,67	32,6+j6,25	35,69+j6,82	39,07+j7,45	42,57+j8,11	46,31+j8,82	50,25+j9,58	54,41+j10,37	58,73+j11,18	63,3+j12,05	68,07+j12,27
km. 10/0	12,03+j2	14,48+j3,15	17,08+j4,31	19,53+j5,29	22,1+j6,27	24,78+j7,26	27,54+j8,19	30,45+j9,13	33,49+j10,02	36,87+j11,05	40,47+j12,15	44,3+j13,28*	48,49+j14,51	52,83+j15,8	57,44+j17,17	62,32+j18,63	67,5+j20,19	72,87+j21,78	78,52+j23,47	84,45+j24,55

\* Se llega a densidad de corriente económica en el primer tramo de la línea.

\*\* Se llega a densidad de corriente económica en el último tramo de la línea.

9. CALCULO DE LAS CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 kV.

Bases del Cálculo.

Tenemos en cuenta las normas de electrificación rural que especifican una caída total del 10% de la tensión de servicio ( $U_S$ ) hasta el usuario. El 5% de la  $U_S$  como caída de tensión máxima (CDT máxima) en la distribución desde los bornes de salida del generador hasta barras del transformador de distribución y el 5% restante desde el transformador al usuario.

Se ha fijado como límite extremo pero no aconsejable para operación normal, el de una caída del 7,5% en la línea de 13,2 kV. Se designa esta caída como caída de tensión de emergencia.

Con las corrientes de línea del punto 8 y las constantes eléctricas de la línea de 13,2 kV definidas en 6 se calculan los siguientes cuadros.

9.1. Línea con  $\cos \phi_i = 0,8$  en todas las cargas.

Este cuadro se ha desdoblado en los cuadros 9.1.1, 9.1.2 y 9.1.3. que cubren los tramos de los kilómetros 0/10, 10/15 y 15/20.

El cuadro 9.1.4. representa las caídas totales entre extremos de la línea de 13,2 kV completa.

9.2. Con  $\cos \phi_i = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\cos \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$Z = R + j X_1 = \sqrt{R^2 + X_1^2} e^{j \text{arc.tg } X_1/R}$$

$$I = a + jb = \sqrt{a^2 + b^2} e^{j \text{arc.tg } b/a}$$

$$AU = Z I = \sqrt{R^2 + X_1^2} \cdot \sqrt{a^2 + b^2} e^{j(\text{arc.tg } X_1/R + \text{arc.tg } b/a)}$$

Los cuadros resultantes 9.2.1; 9.2.2.; 9.2.3. son las caídas de tensión para cada uno de los tramos 0/10 km, 10/15 km y 15/20 km y en el cuadro 9.2.4. se establece la caída de tensión total de la línea.

9.3. Con  $\text{Cos } \phi_1 = 1$  en la carga de Candelaria y con  $\text{Cos } \phi_1 = 0,8$  en las demás cargas.

En este caso los cuadros resultantes de la caída de tensión para los tramos 0/10 km, 10/15 km, 15/20 km y total de la línea son el 9.3.1, 9.3.2, 9.3.3. y 9.3.4.

CUADRO 9.1.1.

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 KV CON COS  $\phi$  1 = 0,8 EN TODAS LAS CARGAS. TRAMO km 0/10.

Fórmulas	Caídas de Tensión en VOLTS R = 7,7 ohms $X_L = 3,8$ ohms																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I.R.	115,88	139,45	164,4	187,88	212,91	238,39	265,11	293,37	322,32	355,05	390	426	467	509	553	600	650	701	756	813
I.X <sub>L</sub>	57,19	68,82	81,13	92,72	105,07	117,65	130,83	144,78	159,07	175,22	195	213	233	254	277	300	325	351	378	406
(IR) <sup>2</sup>	13428	19446	27027	35299	45331	56830	70283	86066	103890	126061	152100	181476	218089	259081	305809	360000	422500	491401	571536	660969
(IX <sub>L</sub> ) <sup>2</sup>	3271	4736	6582	8597	11145	13842	17116	20961	25303	30702	38025	45369	54289	64516	76729	90000	105625	123201	142884	164836
(IR) <sup>2</sup> + (IX <sub>L</sub> ) <sup>2</sup>	16699	24182	33609	43896	56476	70672	87399	107027	129193	156763	190125	226845	272378	323597	382538	450000	528125	614602	714420	825805
$\sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$	129,22	155,5	183,32	209,51	237,64	265,84	295,63	327,14	359,4	395,93	436	476	522	569	618	671	727	784	845	909

CUADRO 9.1.2.

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 KV CON COS.FI = 0,8 EN TODAS LAS CARGAS - TRAMO km 10/15.

Fórmulas	Caídas de Tensión en VOLTS																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I R	54	62	71	79	88	97	107	118	130	143	157	172	188	205	223	242	262	283	305	328
I X <sub>L</sub>	27	31	35	39	43	48	53	58	64	71	77	85	93	101	110	119	129	140	150	162
(IR) <sup>2</sup>	2916	3844	5041	6241	7744	9409	11449	13924	16900	20449	24649	29584	35344	42025	49729	58564	68644	80089	93025	107584
(IX <sub>L</sub> ) <sup>2</sup>	729	961	1225	1521	1849	2304	2809	3364	4092	5041	5929	7225	8649	10201	12100	14161	16641	19600	22500	26244
(IR) <sup>2</sup> + (IX <sub>L</sub> ) <sup>2</sup>	3645	4805	6266	7762	9593	11713	14258	17288	20992	25490	30578	36809	43993	52226	61829	72725	85285	99689	115525	133828
$\sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$	60,37	69,31	79,15	88,1	97,94	108,22	119,4	131,48	144,88	159,65	175	192	210	229	249	270	292	316	340	366

R = 3,85 ohms X<sub>L</sub> = 1,9 ohms



CUADRO 9.1.3.

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 kv CON COS  $\phi$  = 0.8 EN TODAS LAS CARGAS - tramo km 15/20

Fórmulas	CAIDAS DE TENSION EN VOLTS - R= 3.85 ohms $X_L = 1.9$ ohms																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
IR	45	50	55	60	66	73	80	88	97	107	117	128	140	153	166	180	195	211	227	244
$I X_L$	22	24	27	30	33	36	39	43	48	53	58	63	69	75	82	89	96	104	112	121
$(IR)^2$	2025	2500	3025	3600	4356	5329	6400	7744	9409	11449	13689	16384	19600	23409	27556	32400	38025	44521	51529	59536
$(I X_L)^2$	484	576	729	900	1089	1296	1521	1849	2304	2809	3364	3969	4761	5625	6724	7921	9216	10816	12544	14641
$(IR)^2 + (I X_L)^2$	2509	3076	3754	4500	5445	6625	7921	9593	11713	14258	17053	20353	24361	29034	34280	40321	47241	55337	64073	74177
$\sqrt{(IR)^2 + (I X_L)^2}$	50	55,5	61	67	74	81	89	98	108	119,5	131	143	156	170	185	201	217	235	253	272

CUADRO 9.1.4.

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 kV CON COS fi = 0,8 en todas las cargas.

T r a m o	Caídas totales de tensión en Volts.																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km 0/10	129,22	155,5	183,32	209,51	237,54	265,84	295,63	327,14	359,4	395,93	436	476	522	569	618	671	727	784	845	909
km 10/15	60,37	69,31	79,15	88,1	97,94	108,22	119,4	131,48	144,88	159,65	175	192	210	229	249	270	292	316	340	366
km 15/20	50	55,5	61	67	74	81	89	98	108	119,5	131	143	156	170	185	201	217	235	253	272
TOTAL	239,59	280,01	323,47	364,61	409,16	455,06	504,03	556,5	612,28	674,88	742	811	888	968	1052	1142	1226	1335	1438	1547
Caída total referida a 13,2 kV en por ciento.	3,13	3,67	4,24	4,78	5,34	5,98	6,6	7,29	8,03	8,85	9,74	10,64	11,65	12,7	13,8	14,98	16,22	17,52	18,87	20,3

\* Caída de tensión máxima (5%)

\*\* Caída de tensión de emergencia (7,5%).

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 KV CON COS  $\phi_1 = 0,95$  EN LA CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\phi_1 = 0,8$  EN LAS DEMAS CARGAS - TRAMO km. 0/10.

CUADRO 9.2.1.

Fórmulas	Caídas de Tensión en Volts -										R = 7,7 ohms $X_L = 3,8$ ohms									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I	13,26 <sup>e</sup> <sub>j24,94</sub>	15,86 <sup>e</sup> <sub>j24,27</sub>	18,86 <sup>e</sup> <sub>j25,17</sub>	21,66 <sup>e</sup> <sub>j25,67</sub>	24,57 <sup>e</sup> <sub>j25,99</sub>	27,61 <sup>e</sup> <sub>j26,24</sub>	30,74 <sup>e</sup> <sub>j26,36</sub>	34 <sup>e</sup> <sub>j26,43</sub>	37,38 <sup>e</sup> <sub>j26,4</sub>	41,17 <sup>e</sup> <sub>j26,42</sub>	45,2 <sup>e</sup> <sub>j24</sub>	49,48 <sup>e</sup> <sub>j26,43</sub>	54,14 <sup>e</sup> <sub>j26,41</sub>	58,99 <sup>e</sup> <sub>j26,4</sub>	64,13 <sup>e</sup> <sub>j26,41</sub>	69,59 <sup>e</sup> <sub>j26,4</sub>	75,36 <sup>e</sup> <sub>j26,41</sub>	80,53 <sup>e</sup> <sub>j25,21</sub>	86,79 <sup>e</sup> <sub>j25,23</sub>	94,42 <sup>e</sup> <sub>j26,57</sub>
$Z = 7,7 + j3,8 = 8,59ej26,27$	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,67</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>	8,59 <sup>e</sup> <sub>j26,27</sub>
$\Delta U = Z \times I$	113,9 <sup>e</sup> <sub>j51,21</sub>	136,24 <sup>e</sup> <sub>j50,54</sub>	161,49 <sup>e</sup> <sub>j51,44</sub>	186,06 <sup>e</sup> <sub>j51,94</sub>	211,06 <sup>e</sup> <sub>j52,26</sub>	237,17 <sup>e</sup> <sub>j52,51</sub>	264,06 <sup>e</sup> <sub>j52,63</sub>	292 <sup>e</sup> <sub>j52,7</sub>	321 <sup>e</sup> <sub>j52,67</sub>	353,65 <sup>e</sup> <sub>j52,7</sub>	388,27 <sup>e</sup> <sub>j50,27</sub>	425,03 <sup>e</sup> <sub>j52,7</sub>	465,06 <sup>e</sup> <sub>j52,68</sub>	506,72 <sup>e</sup> <sub>j52,67</sub>	550,88 <sup>e</sup> <sub>j52,68</sub>	597,78 <sup>e</sup> <sub>j52,67</sub>	647,34 <sup>e</sup> <sub>j52,68</sub>	691,75 <sup>e</sup> <sub>j51,48</sub>	745,53 <sup>e</sup> <sub>j51,5</sub>	811,07 <sup>e</sup> <sub>j52,84</sub>

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 kV con COS  $\phi_1 = 0,95$  en la CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\phi_1 = 0,8$  EN LAS DEMAS CARGAS. - TRAMO km 10/15

Fórmula	Caídas de Tensión en Volts -										R = 3,85 ohms $X_L = 1,9$ ohms.										
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995	
I	J24,07 12,35e	J22,51 13,94e	J23,21 15,91e	J23,24 17,86e	J23,41 19,9e	J23,54 22,1e	J23,57 24,35e	J23,57 26,76e	J23,52 29,41e	J23,54 32,38e	J23,57 35,37e	J23,55 39,4e	J23,54 42,62e	J23,53 46,44e	J23,54 50,51e	J23,53 54,82e	J23,54 59,35e	J23,53 64,05e	J23,53 69,03e	J23,53 74,37e	J23,75 79,75e
Z = 3,85+j1,9 = 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e	J26,27 4,29e
$\Delta U = Z \times I$	J50,34 52,98e	J48,78 59,8e	J49,48 68,25e	J49,51 76,62e	J49,68 85,37e	J49,81 94,8e	J49,84 104,46e	J49,84 114,8e	J49,79 126,17e	J49,81 138,91e	J49,84 152,6e	J49,82 169,03e	J49,81 182,84e	J49,8 199,23e	J49,81 216,69e	J49,8 235,18e	J49,81 254,61e	J49,8 274,77e	J49,8 296,114e	J49,8 319,05e	J50,02 341,34e

Fórmulas	Caidas de Tensión en Volts -										R = 3,85 ohms - X <sub>L</sub> = 1,9 ohms.									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I	9,85e <sup>j18,2</sup>	10,81e <sup>j18,2</sup>	11,92e <sup>j18,2</sup>	13,12e <sup>j18,2</sup>	14,45e <sup>j18,2</sup>	15,88e <sup>j18,2</sup>	17,5e <sup>j18,2</sup>	19,24e <sup>j18,2</sup>	21,17e <sup>j18,2</sup>	23,3e <sup>j18,2</sup>	25,55e <sup>j18,19</sup>	28e <sup>j18,19</sup>	30,66e <sup>j18,19</sup>	33,43e <sup>j18,19</sup>	36,37e <sup>j18,19</sup>	39,46e <sup>j18,19</sup>	42,73e <sup>j18,19</sup>	46,13e <sup>j18,19</sup>	49,72e <sup>j18,19</sup>	53,45e <sup>j18,19</sup>
Z = 3,85+j1,9 = 4,29e <sup>j26,77</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,17</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>	4,29e <sup>j26,27</sup>
$\Delta U = Z \times I$	42,25e <sup>j44,47</sup>	46,38e <sup>j44,47</sup>	51,14e <sup>j44,47</sup>	56,28e <sup>j44,47</sup>	62e <sup>j44,47</sup>	68,13e <sup>j44,47</sup>	75,07e <sup>j44,47</sup>	82,54e <sup>j44,47</sup>	90,82e <sup>j44,47</sup>	99,96e <sup>j44,47</sup>	109,61e <sup>j44,46</sup>	120,12e <sup>j44,46</sup>	131,53e <sup>j44,46</sup>	143,41e <sup>j44,46</sup>	156,03e <sup>j44,46</sup>	169,28e <sup>j44,46</sup>	183,31e <sup>j44,46</sup>	197,9e <sup>j44,46</sup>	213,3e <sup>j44,46</sup>	229,3e <sup>j44,46</sup>

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2KV CON COS  $\phi$ 1 = 0,95 EN LA CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\phi$ 1 = 0,8 EN LAS DEMAS

CARGAS. CAIDAS TOTALES DE TENSION.

CUADRO 9.2.4.

Tramo	Caidas totales de Tensión										en Volts.									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km 0/10	71,52+j88,78	86,59+j105,19	100,66+j126,28	114,7+j146,5	129,18+j166,9	144,35+j188,18	160,27+j209,86	176,95+j232,28	194,71+j255,32	214,3+j281,32	248,49+j298,27	259,27+j340,02	283,69+j372,05	309,12+j405,38	336,04+j440,7	364,65+j478,2	394,88+j517,87	428,89+j539,5	462,23+j581,51	486,64+j648,86
km 10/15	33,81+j40,79	39,4+j44,98	44,34,+j51,88	49,75+j58,27	55,23+j65,08	61,18+j72,42	67,37+j79,83	74,04+j87,74	81,45+j96,35	89,64+j106,11	97,66+j115,98	109,87+j128,46	118,85+j138,96	129,5+j151,41	140,85+j164,68	152,87+j178,74	165,5+j193,5	178,6+j208,83	192,49+j225,07	204,19+j245,67
km 15/20	30,15+j29,6	33,1+j32,5	36,49+j35,83	40,16+j39,43	44,24+j43,43	48,62+j47,73	53,57+j52,58	58,9+j57,82	64,81+j63,62	71,33+j70,03	77,82+j76,73	85,29+j84,08	93,39+j92,07	101,82+j100,39	110,78+j109,22	120,19+j118,5	130,15+j128,32	140,51+j138,53	151,44+j149,31	162,8+j160,51
Total	135,48+j159,17	159,09+j182,67	181,49+j213,99	204,61+j244,2	227,65+j275,41	254,15+j308,33	281,21+j342,27	309,89+j377,84	340,97+j415,29	375,27+j457,46	423,97+j490,98	454,43+j552,56	495,93+j603,08	540,44+j657,18	587,67+j714,6	637,71+j775,4	690,53+j839,69	748+j886,93	806,16+j955,89	853,63+j1055,04
Módulo	209,02	242,24	280,59	318,59	357,32	399,57	442,98	488,67	537,33	591,69	648,7	715,42	780,8	850,86	925,21	1003,95	1086,7	1160,24	1250,45	1357,13
% referido a 13,2KV	2,74	3,17	3,68	4,17	4,68	5,23*	5,8	6,4	7,04	7,75**	8,5	9,39	10,25	11,17	12,14	13,17	14,26	15,22	16,41	17,81

\* Caída de tensión máxima (5%)  
\*\* Caída de tensión de emergencia (7,5%).

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 kV CON COS  $\phi$  = 1 en la CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\phi$  = 0,8 EN LAS DEMAS CARGAS TRAMO km 0/10 45

CUADRO 9.3.1.

Fórmulas	Caídas de Tensión en Volts										R = 7,7 ohms X <sub>L</sub> = 3,8 ohms										
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995	
I	j10,49 12,19e	j13,64 14,82e	j15,74 17,62e	j16,84 20,23e	j17,6 22,97e	j18,14 25,82e	j18,40 28,73e	j18,55 31,79e	j18,51 34,96e	j18,54 38,2e	j16,71 42,56e	j16,69 46,23e	j16,66 50,61e	j16,65 55,14e	j16,64 59,95e	j16,64 65,04e	j16,65 70,45e	j16,64 76,05e	j16,64 81,95e	j16,64 87,95e	j16,21 93,95e
Z = 7,7+j3,8 = 8,59e <sup>j26,27</sup>	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e	j26,27 8,59e
$\Delta U = Z \times I$	j36,76 104,71e	j39,91 127,3e	j42,01 151,36e	j43,11 173,78e	j43,87 197,31e	j44,41 221,79e	j44,67 246,79e	j44,82 273,08e	j44,78 300,31e	j44,81 328,14e	j42,98 365,59e	j42,96 397,11e	j42,93 434,73e	j42,92 473,65e	j42,91 514,97e	j42,91 558,69e	j42,92 605,16e	j42,91 653,26e	j42,91 703,05e	j42,91 755,49e	j42,48 805,98e

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 KV CON COS  $\phi_1 = 1$  EN LA CARGA DE CADELARIA Y COS  $\phi_2 = 0,8$  EN LAS DEMAS CARGAS.

TRAMO km 10/15.

CUADRO 9.3.2.

Fórmulas	Caidas de Tensión en Volts -																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I	11,38 <sup>j8,13</sup>	13,05 <sup>j9,65</sup>	14,87 <sup>j10,75</sup>	16,68 <sup>j11,35</sup>	18,6 <sup>j11,74</sup>	20,64 <sup>j12,04</sup>	22,73 <sup>j12,06</sup>	24,99 <sup>j12,05</sup>	27,47 <sup>j11,98</sup>	30,33 <sup>j12,01</sup>	33,19 <sup>j10,85</sup>	36,33 <sup>j10,82</sup>	39,77 <sup>j10,8</sup>	43,34 <sup>j10,79</sup>	47,14 <sup>j10,78</sup>	51,16 <sup>j10,79</sup>	55,39 <sup>j10,79</sup>	59,78 <sup>j10,78</sup>	64,44 <sup>j10,78</sup>	69,17 <sup>j10,22</sup>
$Z = 3,85 + j1,9 = 4,29e^{j26,27}$	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,17</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>
$\Delta U = Z \times I$	48,82 <sup>j34,4</sup>	55,98 <sup>j35,92</sup>	63,79 <sup>j37,02</sup>	71,56 <sup>j37,62</sup>	79,79 <sup>j38,01</sup>	88,55 <sup>j38,31</sup>	97,51 <sup>j38,33</sup>	107,21 <sup>j38,32</sup>	117,85 <sup>j38,25</sup>	129,69 <sup>j38,26</sup>	142,38 <sup>j37,12</sup>	155,86 <sup>j37,09</sup>	170,61 <sup>j37,07</sup>	185,93 <sup>j37,06</sup>	202,23 <sup>j37,05</sup>	219,48 <sup>j37,06</sup>	237,62 <sup>j37,06</sup>	256,46 <sup>j37,05</sup>	276,45 <sup>j37,05</sup>	296,74 <sup>j36,49</sup>



CAIDAS DE TENSION EN LALLINEA DE 13,2 kV CON COS  $\phi_1 = 1$  EN LA CARGA DE CANDELARIA Y COS  $\phi_1 = 0,8$  en las demás cargas.

TRAMO: km. 15/20.

42

CUADRO 9.3.3.

Fórmulas	Caídas de Tensión en Volts -										R = 3,85 ohms    X <sub>L</sub> = 1,9 ohms									
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I	9,36 <sup>JO</sup>	10,28 <sup>JO</sup>	11,33 <sup>JO</sup>	12,47 <sup>JO</sup>	13,73 <sup>JO</sup>	15,09 <sup>JO</sup>	16,62 <sup>JO</sup>	18,28 <sup>JO</sup>	20,12 <sup>JO</sup>	22,13 <sup>JO</sup>	24,27 <sup>JO</sup>	26,59 <sup>JO</sup>	29,13 <sup>JO</sup>	31,75 <sup>JO</sup>	34,55 <sup>JO</sup>	37,48 <sup>JO</sup>	40,59 <sup>JO</sup>	43,83 <sup>JO</sup>	47,24 <sup>JO</sup>	50,78 <sup>JO</sup>
Z = 3,85+j1,9= 4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>	4,29 <sup>j26,27</sup>
ΔU = Z x I	40,15 <sup>j26,27</sup>	44,1 <sup>j26,27</sup>	48,82 <sup>j26,27</sup>	53,5 <sup>j26,27</sup>	58,9 <sup>j26,27</sup>	64,74 <sup>j26,27</sup>	71,3 <sup>j26,27</sup>	78,42 <sup>j26,27</sup>	86,31 <sup>j26,27</sup>	94,94 <sup>j26,27</sup>	104,12 <sup>j26,27</sup>	114,07 <sup>j26,27</sup>	124,97 <sup>j26,27</sup>	136,21 <sup>j26,27</sup>	148,22 <sup>j26,27</sup>	160,79 <sup>j26,27</sup>	174,13 <sup>j26,27</sup>	188,03 <sup>j26,27</sup>	202,66 <sup>j26,27</sup>	217,85 <sup>j26,27</sup>

CAIDAS DE TENSION EN LA LINEA DE 13,2 KV CON COS FI = 1 EN LA CARGA DE CANDELARIA Y COS FI = 0,8 EN LAS DEMAS CARGAS - CAIDAS TOTALES DE TENSION.

Tramo	Caídas totales de tensión en VOLTS																			
	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1978	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
km 0/10	83,89+j62,67	97,65+j81,67	112,46+j101,3	126,87+j118,6	142,24+j136,74	158,44+j155,21	175,51+j173,5	193,7+j192,49	213,17+j211,53	232,8+j231,26	267,46+j249,24	290,62+j270,63	318,3+j296,1	346,86+j322,54	377,18+j350,62	409,2+j380,38	443,16+j412,1	478,46+j444,77	515,59+j479,28	557,18+j510,2
km 10/15	40,28+j27,58	45,33+j32,84	50,93+j38,41	56,68+j43,68	62,87+j49,13	69,48+j54,89	76,49+j60,47	84,11+j66,48	92,55+j72,96	101,81+j80,34	113,9+j85,43	124,69+j93,52	136,49+j102,37	148,74+j111,56	161,78+j121,34	175,58+j131,69	190,1+j142,57	205,17+j153,82	221,16+j165,87	237,39+j175,08
km 15/20	36+j17,67	39,69+j19,4	43,94+j21,48	48,15+j23,54	53,01+j25,92	58,27+j24,49	64,17+j31,37	70,58+j34,5	77,68+j37,98	85,45+j41,77	93,29+j45,81	102,21+j50,19	111,97+j54,99	122,04+j59,93	132,81+j65,22	144,07+j70,75	156,02+j76,62	168,47+j82,73	181,58+j89,17	195,19+j95,85
<b>Total</b>	160,17+j107,92	182,67+j133,91	207,33+j161,19	231,7+j185,98	258,12+j211,79	286,19+j234,59	316,17+j265,34	348,39+j293,47	383,4+j322,47	420,06+j353,37	473,65+j380,48	517,52+j414,34	566,76+j453,46	617,64+j494,03	671,77+j537,18	728,85+j582,82	789,28+j631,29	852,1+j681,38	918,33+j734,32	989,76+j781,13
Módulo	193,14	226,5	262,62	297,11	333,96	370,05	412,76	455,52	500,98	548,93	607,54	662,95	725,84	790,91	860,14	933,22	1010,69	1091,03	1175,82	1260,87
% referido a 13,2 km	2,53	2,97	3,44	3,89	4,38	4,85	5,41*	5,97	6,57	7,20	7,97**	8,7	9,52	10,38	11,29	12,25	13,26	14,32	15,43	16,55

\* Caída de tensión máxima (5%)  
 \*\* Caída de tensión de emergencia (7,5%).

10. CALCULO DE LAS PERDIDAS EN LA LINEA DE 13,2 KV.

Se considera que el mejoramiento del factor de potencia en Candelaria mediante la instalación de capacitores provoca una sensible disminución en las pérdidas según puede apreciarse en el gráfico 10.1.1

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$I^2 \cdot R \cdot T_e = P$$

siendo:

I = Corriente total del tramo de la línea (Amper)

R = Resistencia del tramo de la línea (ohms)

T<sub>e</sub> = Tiempo Equivalente (horas)

P = Energía de pérdidas anuales (kWh/año)

se obtuvieron los cuadros de:

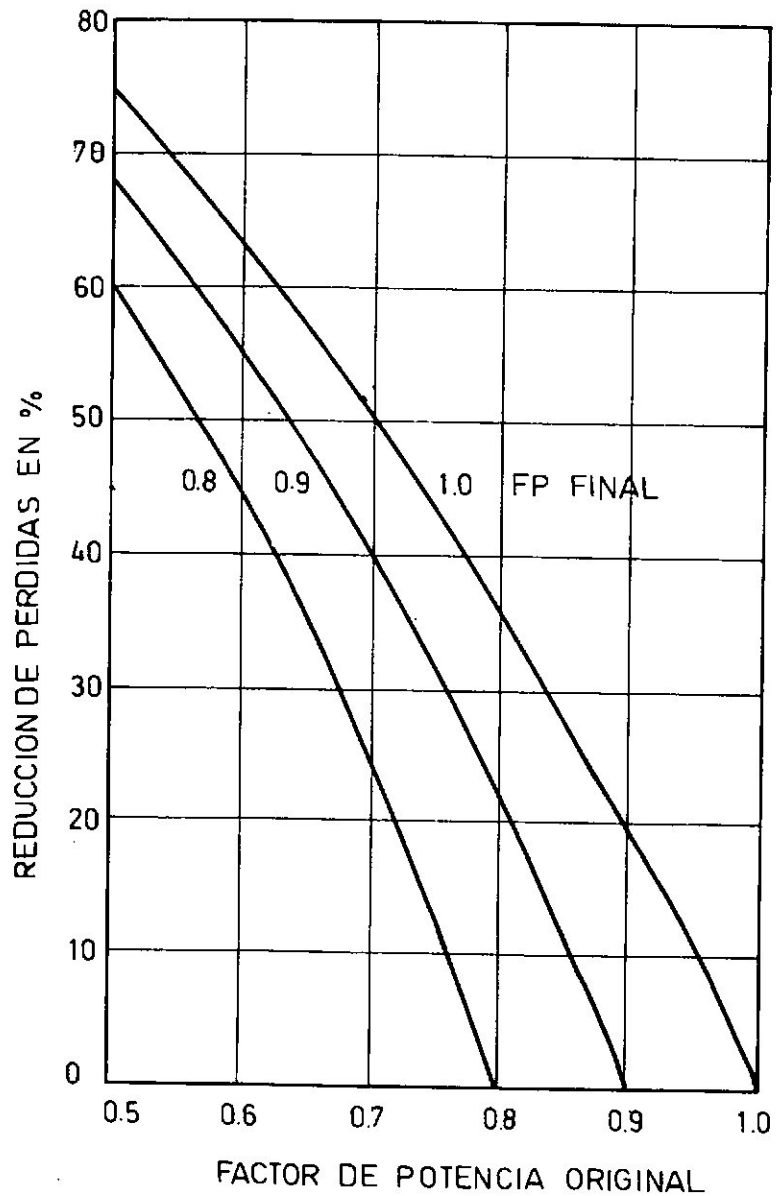
10.1. Con Cos  $\phi$  = 0,8 en todas las cargas.

10.2. Con Cos  $\phi$  = 0,95 en la carga de Candelaria y Cos  $\phi$  = 0,8 en las demás cargas.

10.3. Con Cos  $\phi$  = 1 en la carga de Candelaria y Cos  $\phi$  = 0,8 en las demás cargas.

GRAFICO : 10.11

REDUCCION DE PERDIDAS EN SISTEMAS DE ENERGIA DEBIDO AL MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA



$$\text{FACTOR DE REDUCCION DE PERDIDAS} = 1 - \left( \frac{\text{FP ORIGINAL}}{\text{FP FINAL}} \right)^2$$

REFERENCIA: CAPACITORS FOR INDUSTRY - CHAPTER 7 - W.C. BLOOMQUIST

EDITORIAL: JOHN WILEY AND SONS

PERDIDAS EN LAS LINEAS DE 13,2 kv con Cos fi = 0,8 en todas las cargas.

Descripción	Año 1 1976	Año 2 1977	Año 3 1970	Año 4 1979	Año 5 1980	Año 6 1981	Año 7 1982	Año 8 1983	Año 9 1984	Año 10 1985	Año 11 1986	Año 12 1987	Año 13 1988	Año 14 1989	Año 15 1990	Año 16 1991	Año 17 1992	Año 18 1993	Año 19 1994	Año 20 1995
I (A)	15,05	18,11	21,35	24,4	27,65	30,96	34,43	38,1	41,86	46,11	50,6	55,37	60,62	66,05	71,82	77,89	84,38	91,1	98,16	105,54
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	227	328	456	595	765	959	1185	1452	1752	2126	2560	3066	3675	4363	5158	6067	7120	8299	9635	11139
R(Ω)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
I <sup>2</sup> R	1748	2526	3511	4582	5891	7384	9125	11180	13490	16370	19712	23608	28298	33595	39717	46716	54824	63902	74190	85770
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	1850	2900	2950	3080	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh) (año)	1748	3157	5266	8018	11782	16614	22812	29068	36423	45836	56179	68463	83479	100785	121137	144820	172696	204486	241118	283041
I (A)	14,13	16,14	18,33	20,51	22,88	25,32	27,91	30,71	33,72	37,14	40,76	44,61	48,85	53,23	57,91	62,8	68,02	73,43	79,13	85,07
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	200	260	336	421	523	641	779	943	1137	1379	1661	1790	2386	2833	3354	3944	4627	5392	6262	7237
R(Ω)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
I <sup>2</sup> R	770	11001	1294	1621	2014	2468	2999	3631	4377	5309	6395	7662	9186	10907	12913	15184	17814	20759	24109	27862
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh) (año)	770	1521	1941	2837	4028	5553	7497	9440	11817	14334	18226	22220	27099	32721	39385	47070	56114	66429	78354	91945
I (A)	11,72	12,86	14,17	15,57	17,19	18,85	20,78	22,88	25,15	27,69	30,35	33,24	36,43	39,71	43,21	46,84	50,74	54,8	59,05	63,46
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	137	165	201	242	295	355	432	523	633	767	921	1105	1327	1577	1867	2194	2575	3003	3487	4027
R(Ω)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
I <sup>2</sup> R	527	635	774	932	1136	1367	1663	2014	2437	2953	3546	4254	5109	6071	7188	8447	9914	11562	13425	15504
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh) (año)	527	794	1161	1631	2272	3075	4157	5236	6579	8268	10106	12337	15072	18213	21923	26186	31229	36998	43631	51163
Pérdidas totales	3045	5472	8368	12486	18082	25242	34466	43744	54819	68438	84511	103020	125650	151719	182445	218076	260039	307913	363103	426149

PERDIDAS DE LA LINEA DE 13.2 km. CON COS f1 = 0,95 en 1a CARGA DE CANDELARIA  
Y COS f1 = 0,8 EN LAS DEMAS CARGAS.

CUADRO 10.2

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Tramo km. 0/10	I (A)	13,26	15,86	18,86	21,66	24,57	27,61	30,74	37,38	41,17	45,2	49,48	54,14	59,99	64,13	69,59	75,36	80,53	86,79	94,42	
	I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	176	252	356	469	604	762	945	1397	1695	2043	2448	2931	3599	4113	4843	5679	6485	7533	8915	
	R (A)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
	I <sup>2</sup> R	1355	1940	2741	3611	4651	5867	7277	8901	10757	13052	15731	18850	22569	27712	31670	37291	43728	49935	58004	68646
	Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	1355	2425	4112	6319	9302	13201	18193	23143	29044	36546	44833	54665	66579	83136	96594	115602	137743	159792	188513	226532	
Tramo km. 10/15	I (A)	12,35	13,94	15,91	17,86	19,9	22,1	24,35	29,41	32,38	35,57	39,4	42,62	46,44	50,51	54,82	59,35	64,05	69,03	74,37	
	I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	153	194	253	319	396	488	593	865	1048	1265	1552	1816	2157	2551	3005	3522	4102	4765	5531	
	P (A)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
	I <sup>2</sup> R	589	747	974	1228	1525	1879	2283	2757	3330	4035	4870	5975	6992	8304	9821	11569	13560	15793	18345	21294
	Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	589	934	1461	2149	3050	4228	5708	7168	8991	11298	13880	17328	20626	24912	29954	35864	42714	50538	59621	70270	
Tramo km. 15/20	I (A)	9,85	10,81	11,92	13,12	14,45	15,88	17,5	19,24	21,17	23,3	25,55	30,66	33,43	36,37	39,46	42,73	46,13	49,72	53,45	
	I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	97	117	142	172	209	252	306	370	448	543	653	784	940	1118	1323	1557	1826	2128	2472	2857
	R (A)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
	I <sup>2</sup> R	373	450	547	662	805	970	1178	1425	1725	2091	2514	3018	3619	4304	5094	5994	7030	8193	9517	10999
	Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	373	563	821	1159	1610	2183	2945	3705	4658	5855	7165	8752	10676	12912	15537	18581	22145	26218	30930	36297	
Pérdidas Totales	2317	3922	6394	9627	13962	19612	26846	34016	42693	53699	65878	80745	97881	120960	142085	170047	202602	236548	279064	333099	

CUADRO 10.3.

PERDIDAS DE LA LINEA DE 13,2 KV CON COS FI = 1 EN LA CARGA DE CANDELARIA  
Y COS FI = 0,8 EN LAS DEMAS CARGAS.

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
I (A)	12,19	14,82	17,62	20,23	22,97	25,82	28,73	31,79	34,96	38,2	42,56	46,23	50,61	55,14	59,95	65,04	70,45	76,05	81,95	87,95
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	149	220	310	409	528	667	825	1011	1222	1459	1811	2137	2561	3040	3594	4230	4963	5784	6716	7735
R (r)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
I <sup>2</sup> R	1147	1694	2387	3149	4066	5136	6353	7785	9409	11234	13945	16455	19720	23408	27674	32571	38215	44537	51713	59560
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	1147	2118	3581	5511	8136	11556	15883	20241	25404	31455	39743	47720	58174	70224	84406	100970	120377	142518	168067	196548
I (A)	11,38	13,05	14,87	16,68	18,6	20,64	22,73	24,99	27,47	30,23	33,19	36,33	39,77	43,34	47,14	51,16	55,39	59,78	64,44	69,17
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	130	170	221	278	346	426	517	625	755	914	1102	1320	1582	1878	2222	2617	3068	3574	4153	4784
R (r)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
I <sup>2</sup> R	501	655	851	1070	1332	1640	1990	2406	2907	3519	4243	5082	6091	7230	8555	10075	11812	13760	15989	18418
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	501	819	1277	1873	2664	3690	4975	6256	7849	9853	12093	14738	17968	21690	26093	31233	37208	44032	51964	60779
I (A)	9,36	10,28	11,33	12,47	13,73	15,09	16,62	18,28	20,12	22,13	24,27	26,59	29,13	31,75	34,55	37,48	40,59	43,83	47,24	50,78
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	88	106	128	156	189	228	276	334	405	490	589	707	849	1008	1194	1405	1648	1921	2232	2579
R (r)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
I <sup>2</sup> R	339	408	493	601	728	878	1063	1285	1559	1887	2268	2722	3269	3881	4597	5409	6345	7396	8593	9929
Te (h)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P (kWh/año)	339	510	740	1052	1456	1976	2658	3344	4209	5284	6464	7894	9644	11643	14021	16768	19987	23667	27927	32766
Pérdidas totales	1987	3447	5598	8436	12256	17222	23516	29841	37462	46592	58300	70352	85786	103557	124520	146971	177572	210217	247958	290093

CUADRO 10.1.

11. DETERMINACION DEL COSTO DEL kWh.

En este punto se ha evaluado el costo del kWh considerando los distintos items para un sistema de energía en el nivel de 13,2 kV.

Ver cuadro 11 y gráfico 11.1.

El valor obtenido del precio total del kWh es del orden de 40 milésimas de u\$s. El mismo es de una magnitud razonablemente similar con el determinado para el Sistema Noroeste Argentino (NOA) en el "Estudio para el aprovechamiento integral de los recursos hídricos de la cuenca del Río Salí Dulce" CFI - 1977, Capítulo IV, 2.B. Aspectos Energéticos, punto 2.2.6.1.



Análisis teórico del costo de kWh aplicable a la zona de QUINES - CANDELARIA.

Cuadro 11.

Item	Característica	Capacidad o magnitud básica. (1)	Costo unitario de referencia (1)	Costo Básico (con Cos fi=0,8) (1)	Costo energético con tasa actualiz. 8% anual y factor utilización 4400 hs. (\$/kWh) (2)
1. Generación.	Hidráulica/Térmica	200/200 MW	800/400 k\$/kW	600 k\$/kW (5)	10.90909 (2)
2. Transmisión.	L.A. 10 km - 13,2kV - 150/30 mm <sup>2</sup> Al.Ac.	34.3 MVA	34300k\$/km	12.5k\$/kW	0.22727
3. S.E. Transmisión.	132/33 kV. 2x15 MVA	30 MVA	50 k\$/KVA	62.5 k\$/kW	1.13636
4. Subtransmisión	L.A. 25 km - 33kV 95 mm <sup>2</sup> Al.Ac.	5.43 MVA	13000 k\$/km.	75 \$/kW	1.36364
5. S.E.Subtransmisión.	33/13,2 kV 2x5 MVA.	10 MVA	40 k\$/KVA	50 k\$/kW	0.90909
6. Distribución.	L.A. 20 km - 13,2 kV 25 mm <sup>2</sup> Cu.	1.1 MVA	7500 \$/km.	170 k\$/kW	3.09091
7. Personal.	Operación y mantenimiento.	0,2 MW/agente	300 k\$/mes-agente	225 k\$/kW	4.09091
8. Combust.y lubric.	Hidráulica = 0 k.cal/kWh Térmica = 3000 k.cal/kWh	0.125x10 <sup>-4</sup> k\$/kcal.	125 k\$/Ton.Comb. (4)	0.0375 k\$/kWh	18.75000 (2)
Total					40.47727 (3)

(1) k\$ = Miles de \$; 1 u\$s = 1000\$ = 1 k\$

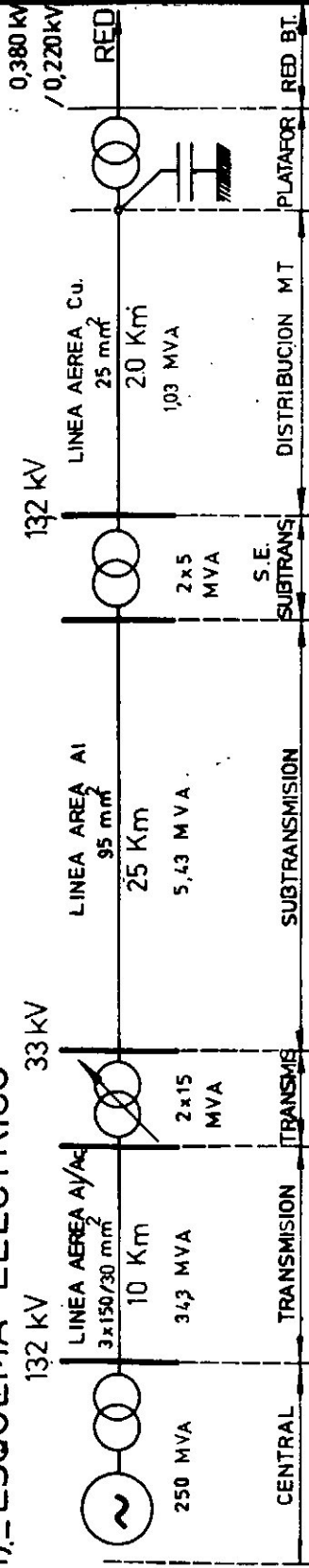
(2) Supone que el sistema funcionará con mitad de potencia de origen hidráulico y la otra mitad será térmica. Se considera que casi toda la energía de base es de origen térmico, quedando la hidráulica para cubrir reserva y ocasionales demandas de punta, cuya contribución a la disminución del costo de kWh se toma como factor de seguridad.

(3) Si se excluye el valor del ítem 6, el total se reduce a 37,38636 k\$/kWh.

(4) Combustible de 10.000 k.cal/kg.

(5) Incluye costo de la parte eléctrica, mecánica, instalaciones, etc. de la central.

### 1)\_ESQUEMA ELECTRICO



### 2)\_COSTOS UNITARIOS EN \$ /kVA

Componente	Transmision	SE TRANSMS	Subtransmision	SE. SUBTRANS	Distribucion M.T.	Platafor. o Banco Capacitor
CENTRAL ALTERNAD						
(1)	40.000					
(1)	60.000					
	10.000					
	50.000					
	260.000					
			60.000			
			40.000			
					136.000	
						4.000
						396.000

(1U\$ = 1000 \$) ; (I<sub>E AI</sub> = 1 A/mm<sup>2</sup>) ; (I<sub>E Cu</sub> = 1,8 A/mm<sup>2</sup>) ; (Cos ϕ carga = 0,8)

(1) COSTO SOLAMENTE DE LA PARTE ELECTRICA DE LA CENTRAL

## 12. ACTUALIZACION DE LAS PERDIDAS EN LA LINEA DE 13,2 kV .

Para llevar los valores de pérdida de los distintos años de la línea fijadas en los cuadros del punto 10 a valores actuales, se aplicó a las mismas la fórmula de actualización:

$$1/(1+i)^n$$

siendo:

n = número de períodos anuales.

i = tasa anual (la adoptada fué del 8%).

Dicha actualización se realizó a partir del año 1980 por considerar que cualquier alternativa que se adopte no podrá ser implementada (considerando un tiempo lógico de ejecución) antes de fines de 1979 ó a principios de 1980.

Los cuadros obtenidos fueron:

- 12.1. Para  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en todas las cargas.
- 12.2. Para  $\text{Cos } \phi_i = 0,95$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.
- 12.3. Para  $\text{Cos } \phi_i = 1$  en la carga de Candelaria y  $\text{Cos } \phi_i = 0,8$  en las demás cargas.

CUADRO 12.1

ACTUALIZACION DE LAS PERDIDAS EN LA LINEA DE 13,2 KV PARA COS FI = 0,8 EN TODAS LAS CARGAS.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas Totales	18082	25242	34466	43744	54819	68438	84511	103020	125650	151719	182445	218076	260039	307913	363103	426149
Factor de actualización	1	0,9259	0,8573	0,7938	0,7350	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,397114	0,3677	0,34046	0,31524
Valor Actualizado	18082	23372,22	29549,04	34725,45	40293,57	46577,69	53256,41	60111,33	67884,79	75887,45	84507,5	93529,06	103265,07	113219,13	123622,58	134340,32

Sumatoria del valor actualizado:  $\Sigma = 1.102.233,61$  kWh = 1.102.233,61

Costo actualizado: 1.102.233,61 kWh x 0,04047727 k\$/kWh = 44.615,40 k\$

Cuadro 12.2.

ACTUALIZACION DE LAS PERDIDAS EN LA LINEA DE 13,2 KV PARA COS FI = 0,95 en la carga de Camelaría y  
Cos fi = 0,8 en las demás cargas.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas totales	13962	19612	26846	34016	42693	53699	65878	80745	97881	120960	142085	170047	202602	236064	279064	333099
Factor de actualización.	1	0,9259	0,8573	0,7938	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Valor Actualizado	13962	18159,26	23016,12	27003,04	31380,61	36546,59	41514,43	47114,05	52882,06	60510,26	65813	72930,52	80456,05	86800,36	95010,54	105007,0

Sumatoria del valor actualizado:  $\Sigma = 858.105,89$  kWh.

Costo actualizado:  $= 858.105,89 \text{ kWh} \times 0,0404727 \text{ k\$/kWh} = 34.733,78$  k\$.

Beneficio respecto al caso 12.1:  $44.615,4 \text{ k\$} - 34.733,78 \text{ k\$} = 9881,62$  k\$.

ACTUALIZACIÓN DE LAS PERDIDAS EN LA LÍNEA DE 13.2 KVPARA COS FI = 1 en la CARGA DE CANDELARIA Y  
COS FI = 0,8 EN LAS DEMÁS CARGAS.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
<b>Pérdidas totales</b>	12256	17222	23516	29841	37462	46592	58300	70352	85786	103557	124520	148971	177572	210217	247958	290093
<b>Factor de Actualización</b>	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
<b>Valor Actualizado</b>	12256	15946,3	20161,18	23688,79	27535,67	31709,59	36738,99	41049,82	46347,51	51804,4	57676,99	63891,35	70516,29	77296,46	84420,14	91449,67

Sumatoria del valor actualizado:  $\Sigma = 752.489,75$  kWh

Costo actualizado =  $752.489,75 \text{ kWh} \times 0,0047727 \text{ k\$/kWh} = 30.458,71$  k\$

Beneficio respecto al caso 12.1. :  $44.615,4 \text{ k\$} - 30.458,71 \text{ k\$} = 14.156,69$  k\$.

13. CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CARGA, LINEA Y PERDIDAS HASTA EL km 15 DE LA LINEA DE 13,2 kV.

13.1. Cálculo de las corrientes de carga hasta el km.15 para  $\text{Cos fi} = 0,8$  en todas las cargas (cargas rurales y de pozos de bombeo) y Candelaria alimentada por otro camino.

Para este caso las corrientes de carga a lo largo de la línea son las del cuadro 13.1.

13.2. Idem corrientes de línea. Cuadro 13.2.

13.3. Cálculo de las pérdidas, actualización de las mismas en la línea de 13,2 kV hasta el km.15 no incluyendo Candelaria y considerando  $\text{Cos fi} = 0,8$  para todas las cargas a lo largo del camino: cuadro 13.3.

13.4. Cálculo de las pérdidas y actualización de estas en la línea de 13,2 kV alimentando hasta el año 1982 con  $\text{Cos fi} = 1$  la carga de Candelaria y  $\text{Cos fi} = 0,8$  las cargas a lo largo del camino.

Desde 1983 se pasa a la carga de Candelaria a la nueva línea de 33 kV y permanecen con  $\text{Cos fi} = 0,8$  las demás cargas a lo largo de la línea de 13,2 kV, cuadro 13.4.

Cuadro 13.1.

Corrientes de carga hasta km 15, para Cos fi = 0,8 en todas las cargas a lo largo de la línea de 13,2 kV y Candelaria alimentada por otro camino.

Item	Carga en Amperes															
	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
km. 0/10 Unidades Parcela- rias.	4,77	5,64	6,52	7,39	8,14	8,97	9,84	10,76	11,77	12,82	13,91	15,09	16,36	17,67	19,03	20,47
km. 10/15	5,69	6,47	7,13	7,83	8,57	9,45	10,41	11,37	12,42	13,52	14,7	15,96	17,28	18,63	20,08	21,61



Cuadro: 13.2.

Corrientes de línea en 13,2 kV para Cos FI = 0,8 en todas las cargas hasta km. 15 y Candelaria alimentada por otro camino.

Item	Carga en Amperes															
	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
km 0/10	10,46	12,11	13,65	15,22	16,71	18,42	20,25	22,13	24,19	26,34	28,61	31,05	33,64	36,3	39,11	42,08
km 10/15	5,69	6,47	7,13	7,83	8,57	9,45	10,41	11,37	12,42	13,52	14,7	15,96	17,28	18,63	20,08	21,61

Cuadro 13.3.

Pérdidas en la línea de 13,2 kV Quines-Candelaria (hasta km 15, sin Candelaria) para  $\cos \phi = 0,8$   
en todas las cargas a lo largo de la línea.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Tramo km 0/10	10,46	12,11	13,65	15,22	16,71	18,42	20,25	22,13	24,19	26,34	28,61	31,05	33,64	36,3	39,11	42,08
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	109	147	186	232	279	339	410	490	585	694	819	964	1132	1318	1530	1771
R (Ω)	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
I <sup>2</sup> R	839	1132	1432	1786	2148	2610	3157	3773	4505	5344	6306	7423	8716	10149	11781	13637
Te (h)	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P kWh/año	1678	2547	3580	4644	5800	7308	8997	10942	13290	16032	19233	23011	27455	32477	38288	45002
Tramo km 10/15	5,69	6,47	7,13	7,83	8,57	9,45	10,41	11,37	12,42	13,52	14,7	15,96	17,28	18,63	20,08	21,61
I <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	32	42	51	61	73	89	108	129	154	183	216	255	299	347	403	467
R (Ω)	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
I <sup>2</sup> R	123	162	196	235	281	343	416	497	593	705	832	982	1151	1336	1552	1798
Te (h)	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P kWh/año	246	365	490	614	759	960	1186	1441	1749	2115	2538	3044	3626	4275	5044	5933
Pérdidas totales kWh/año	1924	2912	4070	5258	6559	8268	10183	12383	15039	18147	21771	26055	31081	36752	43332	50935
Factor de actualización	1	0,92492	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,36777	0,34046	0,31524
Pérdidas totales actualizadas kWh/año	1924	2696,3	3489,37	4173,98	4821,06	5627,05	6417,03	7225,38	8125,1	9078,34	10084,21	111745,59	12342,69	13512,66	14752,88	16056,88

Sumatoria de pérdidas actualizadas: 131.501,22 kWh.

Costo total actualizado: 131.501,22 kWh x 0,04047727 k\$/kWh = 5.322,81 k\$.

Cuadro 13.4.

Pérdidas en la línea de 13,2 kv : Hasta el año 1982 con Cos f1 = 1 en las cargas de Candelaria y Cos f1 = 0,8 en las demás cargas; desde el año 1983 se conecta Candelaria a la nueva línea de 33 kv y el Cos f1 = 0,8 permanece para todas las cargas a lo largo de la línea de 13,2 kv.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas	12256	17222	23516	5288	6559	8268	10183	12383	15039	18147	21771	26055	31081	36752	43332	50935
Factor de actualización	1	0,92592	0,85734	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31528
Valor actualizado	12256	15946,3	20161,18	4173,98	4821,06	5627,05	6417,03	7225,38	8125,1	9078,04	10084,21	11174,59	12342,69	13512,66	14752,88	16056,88

Sumatoria del valor actualizado: = 171.755,03 kWh

Costo actualizado: = 171.755,03 kWh x 0,0040727 k\$/kWh = 6952,17 k\$

14. ESTUDIO DE LA LINEA DE 33 KV.

La línea a instalar será trifásica con conductores de Al/Ac. de 70 mm<sup>2</sup> de sección, cuyas constantes eléctricas son:

Resistencia ohmica kilométrica:  $r = 0,43 \text{ ohm/km}$ ;

Resistencia inductiva kilométrica:  $X = 0,38 \text{ ohm/km}$ .

La longitud de la misma será de 20 km y abastecerá la carga de Candelaria ubicada en su extremo exclusivamente.

Se ha realizado el análisis de las corrientes, caídas de tensión, pérdidas y actualización de pérdidas, considerando la entrada en servicio de dicha línea en el año 1980 o en 1983, tomando los valores de la carga de Candelaria del cuadro 5.4.

Las fórmulas empleadas para los cálculos son las ya utilizadas para los mismos en la línea de 13,2 kV. Los resultados obtenidos se encuentran en los siguientes cuadros:

14.1. Corrientes de línea.

14.2. Caídas de tensión en la línea.

14.3. Pérdidas.

14.4. Actualización de pérdidas.

Corrientes de carga en la nueva línea de 33 kV y de 20 km de Quines a Candelaria, alimentando solo a Candelaria para  $\cos \phi = 0,8$ ;  $0,95$  y  $1$  en las cargas de Candelaria; las demás cargas a lo largo del camino permanecen con  $\cos \phi = 0,8$ .

Cuadro 14.1.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
$\cos \phi = 0,8$	6,88	7,54	8,31	9,15	10,06	11,08	12,14	13,3	14,57	15,88	17,28	18,74	20,3	21,92	23,62	25,38
$\cos \phi = 0,95$	5,49+j1,8 5,78	6,03+j1,98 6,35	6,65+j2,18 7	7,31+j2,4 7,7	8,04+j2,64 8,46	8,85+j2,91 9,32	9,71+j3,19 10,22	10,64+j3,5 11,2	11,65+j3,83 12,26	12,7+j4,17 13,37	13,82+j4,54 14,56	15+j4,92 15,79	16,24+j5,33 17,09	17,53+j5,76 18,45	18,89+j6,2 19,88	20,31+j6,67 21,38
$\cos \phi = 1$	5,49	6,04	6,65	7,31	8,05	8,85	9,71	10,64	11,65	12,7	13,82	14,99	16,24	17,53	18,9	20,31

Caídas de tensión en la nueva línea de 33 kV y 20 km de Quines a Candelaria, alimentando solo a Candelaria para Cos fi = 0,8; 0,95 y 1 en las cargas de Candelaria; las demás cargas a lo largo del camino permanecen con Cos fi = 0,8.

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Caídas de tensión para Cos fi = 0,8	78,98	86,56	95,4	105,04	115,49	127,2	139,37	152,68	167,26	182,3	198,37	215,14	233,04	251,64	271,16	291,36
% referido a 33 fi ( en por ciento)	0,41	0,45	0,5	0,55	0,606	0,668	0,731	0,801	0,878	0,957	1,041	1,129	1,223	1,321	1,423	1,529
Caídas de tensión para Cos fi = 0,95	66,35	72,9	80,36	88,4	97,12	106,99	117,33	128,58	140,74	153,49	167,15	181,27	196,19	211,81	228,22	245,44
% referido a 33 kV (en por ciento)	0,348	0,383	0,422	0,464	0,51	0,562	0,616	0,675	0,739	0,806	0,877	0,951	1,03	1,112	1,198	1,288
Caídas de tensión para Cos fi = 1	63,03	69,34	76,34	83,92	92,41	101,6	111,47	122,15	133,74	145,8	158,65	172,09	186,44	201,24	216,97	233,16
% referido a 33 kV (en por ciento)	0,331	0,364	0,401	0,44	0,485	0,533	0,585	0,641	0,702	0,765	0,833	0,903	0,979	1,056	1,139	1,224

AU = Z x I    | AU | = | Z | . | I |

Z = 8,6 + j 7,6

| Z | = 11,48

Cuadro 14.3

Cálculo de pérdidas en la línea de 33 kV y 20 km de Quines a Candelaria alimentando sólo a Candelaria para  $\cos \phi = 0,8$ ;  $0,95$  y  $1$  en las cargas de Candelaria; las demás cargas a lo largo del camino permanecen con  $\cos \phi = 0,8$ .

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
$\cos \phi = 0,8$	6,88	7,54	8,31	9,15	10,06	11,08	12,14	13,3	14,57	15,98	17,28	18,74	20,3	21,92	23,62	25,38
$I^2(A^2)$	47	57	69	84	101	123	147	177	212	252	299	351	412	480	558	644
$R(\%)$	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
$I^2 R$	404	490	593	722	869	1058	1264	1522	1823	2167	2571	3019	3543	4128	4799	5538
Te (h)	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P kWh/ano	808	1103	1483	1877	2346	2962	3602	4414	5378	6501	7842	9359	11160	13210	15597	18275
$\cos \phi = 0,95$	5,78	6,35	7	7,7	8,46	9,32	10,22	11,2	12,26	13,37	14,56	15,79	17,09	18,45	19,88	21,38
$I^2(A^2)$	33	40	49	59	72	87	104	125	150	179	212	249	292	340	395	457
$R(\%)$	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
$I^2 R$	284	344	421	507	619	748	894	1075	1290	1539	1823	2141	2511	2924	3397	3930
Te (h)	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P kWh/ano	568	774	1053	1318	1671	2094	2548	3118	3806	4617	5560	6637	7910	9357	11040	12969
$\cos \phi = 1$	5,49	6,04	6,65	7,31	8,05	8,85	9,71	10,64	11,65	12,7	13,82	14,99	16,24	17,53	18,9	20,31
$I^2(A^2)$	30	36	44	53	65	78	94	113	136	161	191	225	264	307	357	412
$R(\%)$	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
$I^2 R$	258	310	378	456	559	671	808	972	1170	1385	1643	1935	2270	2640	3070	3543
Te (h)	2000	2250	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
P kWh/ano	516	698	945	1186	1509	1879	2303	2819	3452	4155	5011	5999	7151	8448	9978	11692

Cuadro 14.4.1.

Actualización de pérdidas en la línea de 33 kv - Tasa anual: 8 %.  
 Cos fi = 0,8 en las cargas de Candelaria.

	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas totales	808	1103	1483	1877	2346	2962	3602	4414	5378	6501	7842	9359	11160	13210	15597	18275
Factor de actualización	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Valor actualizado	808	1021,3	1271,43	1490,03	1724,38	2015,88	2269,88	2575,53	2905,57	3252,13	3632,37	4013,93	4431,79	4857,3	5318,18	5761,06

Sumatoria del valor actualizado: = 47.340,76 kWh  
 Costo actualizado: 47.340,76 kWh x 0,04047727 k\$/ kWh = 1.916,22 k\$



Actualización de pérdidas en la línea de 33 kV - Tasa: 8 % anual.  
 Cos fi = 0,95 en las cargas de Candelaria. Cuadro 14.4.2.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas totales	568	774	1053	1318	1671	2094	2548	3118	3806	4617	5560	6637	7010	9357	11040	12969
Factor de actualización	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,36777	0,34046	0,31524
Valor actualizado	568	716,67	902,78	1046,27	1228,23	1425,14	1605,68	1819,33	2056,26	2309,65	2575,36	2846,51	3141,17	3440,55	3758,69	4088,38

Sumatoria del valor actualizado: = 33.528,67 kWh

Costo actualizado: 33.528,67 kWh x 0,04047727 k\$/kWh<sup>2</sup> = 1.357,15 k\$

Beneficio respecto al 13.4.1.: 1916,22 k\$ - 1357,15 k\$ = 559,07 k\$

Cuadro 14.4.3.

Actualización de pérdidas en la línea de 33 kv - Tasa 8% anual.  
 Cos fi = 1 en las cargas de Candelaria.

Descripción	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas totales	516	698	945	1186	1509	1879	2303	2819	3452	4155	5011	5999	7151	8448	9978	11692
Factor de actualización	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Valor actualizado	516	646,3	810,19	941,49	1109,16	1278,81	1451,28	1644,86	1865,01	2078,54	2321,07	2572,88	2839,76	3106,32	3397,12	3685,82

Sumatoria del valor actualizado: 30.264,61 kWh.

Costo actualizado: 30.264,61 kWh x 0,04047727 k\$/kWh = 1.225,03 k\$.

Beneficio respecto al 13.4.1.: 1.916,22 k\$ - 1.225,03 k\$ = 691,19 k\$.

Cuadro 14.4.4.

Actualización de Pérdidas en la línea de 33kv para alimentar a Candelaria exclusivamente, con Cos fi = 1 en la carga, para ser conectado en el año 1983.

Descripción	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Pérdidas totales	1186	1509	1879	2303	2819	3452	4155	5011	5999	7151	8448	9978	11692
Factor de actualización	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Valor actualizado	941,49	1109,16	1278,81	1451,28	1644,86	1865,01	2078,54	2321,07	2572,88	2839,76	3106,32	3397,12	3685,82

Sumatoria del valor actualizado: = 28.292,12 kWh

Costo actualizado: = 28.292,12 kWh x 0,04047727 k\$/kWh 1.145,19 k\$.

Nota: por simplicidad se ha considerado la introducción de los distintos bancos de capacitores hasta 1995 ( según cuadro 15.1.).

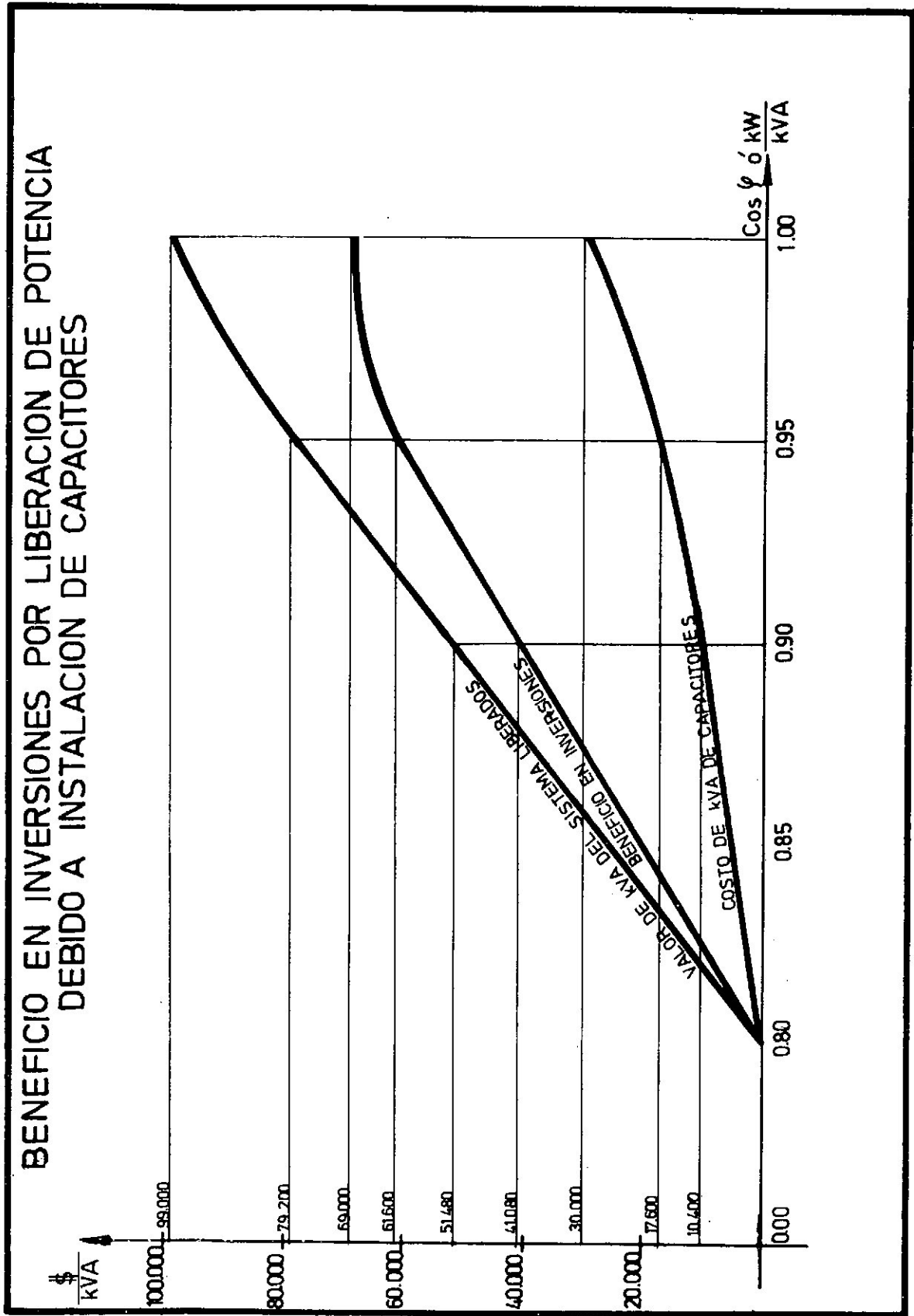
15. INCORPORACION DE CAPACITORES FIJOS Y CON MANIOBRA EN LA ZONA DE CANDELARIA.

Se realiza la instalación de capacitores en la llegada a Candelaria a los fines de obtener para la línea y para la carga de dicha localidad un mejoramiento del factor de potencia tal que dicho Cos fi sea igual a 1, y una reducción de pérdidas.

En el cuadro 15.1. se resume la entrada en servicio de los bancos de capacitores y el costo de inversión de los mismos, cuyo beneficio en función de la potencia liberada puede observarse en el gráfico 15.1.1.

En el cuadro 15.2. se realizó el cálculo y costo actualizado de las pérdidas de energía en los capacitores para elevar el factor de potencia de 0,8 a 1 en la localidad de Candelaria.

GRAFICO: 15.1.1



Programa de Incorporación de capacitores fijos y con maniobra en la zona de Candelaria.  
Cuadro 15.1.  
Cuadro de Inversiones.

Descripción	Unidad	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Carga activa Candelaria.	kVA	314	345	380	418	460	506	555	608	666	726	790	857	928	1002	1080	1161
Carga reactiva-inductiva Candelaria.	kVA	236	259	285	314	345	380	416	456	500	545	593	643	696	752	810	871
Capacitores fijos Candelaria	kVA	50	50	50	50	100	100	100	100	150	150	150	150	200	200	200	200
Capacitores con maniobra Candelaria.	kVA	200	200	250	250	250	300	300	350	350	400	450	500	500	550	600	650
Total capacitores.	kVA	250	250	300	300	350	400	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
Incremento capacitores fijos.	kVA	50	-	-	-	50	-	-	-	50	-	-	-	50	-	-	-
Incremento capacitores con maniobra.	kVA	200	-	50	-	-	50	-	50	-	50	50	50	-	50	50	50
Incremento total capacitores.	kVA	250	-	50	-	50	50	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Costo de inversión capacitores fijos (miles de \$)	miles \$	3000*	-	-	-	2000	-	-	-	2000	-	-	-	2000	-	-	-
Costo inversión capacitores con maniobra	miles \$	13000*	-	2000	-	-	2000	-	2000	-	2000	2000	2000	-	2000	2000	2000
Costo total de inversión capacitores.	miles \$	16000	-	2000	-	2000	2000	-	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Factor de actualización.	-	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Costo total de inversión capacitores actualizados.	miles \$	16000	-	1714,68	-	1470,06	1361,17	-	1166,99	1080,54	1000,51	926,39	857,77	794,23	735,4	680,93	630,49

Sumatoria costos totales actualizados (en miles de pesos) = 28.419,16 k\$

\*\* Incluye plataforma de hormigón, interruptor de 13,2 kv con sus controles y comandos y descargadores de sobretensión.

\* Incluye descargadores de sobretensión.

Pérdidas de energía en los capacitores para compensación del Cos fi = 0,8 a 1, de las cargas de Candelaria.

Item	Unidad	Año 0 1980	Año 1 1981	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995	
Potencia de pérdidas en capacitores fijos (0,3%)	kW	0,15	0,15	0,15	0,15	0,3	0,3	0,3	0,3	0,45	0,45	0,45	0,45	0,6	0,6	0,6	0,6	
Tiempo de pérdidas en capacitores fijos.	h/año	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	
Pérdidas de energía en capacitores fijos.	$\frac{kWh}{año}$	1314	1314	1314	1314	2628	2628	2628	2628	3942	3942	3942	3942	5256	5256	5256	5256	
Potencia de pérdidas en capacitores con maniobra (0,3%)	kW	0,6	0,6	0,75	0,75	0,75	0,9	0,9	1,05	1,05	1,2	1,35	1,5	1,5	1,65	1,8	1,95	
Tiempo de pérdidas en capacitores con maniobra.	h/año	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Pérdidas de energía en capacitores con maniobra	$\frac{kWh}{año}$	600	600	750	750	750	900	900	1050	1050	1200	1350	1500	1500	1650	1800	1950	
Pérdidas totales	$\frac{kWh}{año}$	1914	1914	2064	2064	3378	3528	3528	3678	4992	5142	5292	5442	6756	6906	7056	7206	
Factor de actualización.	--	1	0,92592	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524	
Pérdidas totales actualizadas.	$\frac{kWh}{año}$	1914	1772,22	1789,55	1638,47	2482,93	2401,09	2223,24	2146,08	2697,02	2572,29	2451,23	2333,99	2682,8	2539,33	2402,3	2271,64	
Sumatoria de pérdidas totales actualizadas	kWh	36.318,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Costo de pérdidas actualizadas: 36.318,18 kWh x 0,04047727 \$/kWh = 1470,06 k\$

16. INCORPORACION DE REGULADORES DE TENSION PARA LA LINEA DE 13,2.

Debido a las caídas de tensión máxima y de emergencia marcadas en el cuadro 9.3.4. es que se ha previsto la incorporación de dos reguladores de tensión, siendo la ubicación del primero a la llegada de Candelaria y el segundo a la salida de Quines.

El análisis de dicha instalación, añade incorporación, pérdidas y costos actualizados de dichas pérdidas , se registra en el cuadro 16.



Descripción	Año 2 1982	Año 3 1983	Año 4 1984	Año 5 1985	Año 6 1986	Año 7 1987	Año 8 1988	Año 9 1989	Año 10 1990	Año 11 1991	Año 12 1992	Año 13 1993	Año 14 1994	Año 15 1995
Tiempo Equivalente (h)	2500	2600	2700	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300
Potencia total de paso (kW) (1)	629	696	766	843	925	1013	1108	1207	1319	1425	1543	1666	1795	1930
Relación de corrientes al cuadrado (2)	28,41	23,14	19,18	16,08	12,89	10,96	9,12	7,67	6,5	5,52	4,71	4,04	3,5	3,03
Pérdidas en el 1er. Regulador de Tensión en Quines (kWh)	Hierro 8769h x 0,8kW	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884
	Cobre Te(h) x 4,5kW	395,99	505,62	633,47	783,58	994,96	1190,69	1455,59	1760,1	2111,54	2527,17	3009,55	3564,36	4178,57
Totales (kWh)	8279,99	8389,62	8517,47	8667,58	8878,96	9074,69	9339,59	9644,1	9995,54	10411,17	10893,55	11448,36	12062,57	12784,99
Factor de actualización.	0,85733	0,79383	0,73503	0,68058	0,63017	0,58349	0,54027	0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Pérdidas actualizadas (kWh)	7098,76	6659,	6260,59	5899	5595,27	5295,01	5045,89	4824,46	4629,88	4465,19	4325,98	4209,54	4106,84	4030,37
$\Sigma$ Pérdidas y costos actualizados(kWh)	$\Sigma = 72446,74$ kWh; Costo Actualizado: = 72446,74 kWh x 0,04047727 k\$/kWh = 2932,45 k\$													
Potencia casco urbano Candelaria (kVA) (3)								726	790	857	928	1002	1080	1161
Pérdidas en el 2do. Regulador de Tensión en Candelaria (kWh)								7884	7884	7884	7884	7884	7884	7884
Relación de potencias al cuadrado (4)								23,24	19,62	16,67	14,22	12,2	10,5	9,08
Cobre Te(h) x 4,5 kW								581	699	836	997	1180	1393	1634
Totales (kWh)								8465	8583	8720	8881	9064	9277	9518
Factor de actualización								0,50025	0,46319	0,42888	0,39711	0,3677	0,34046	0,31524
Pérdidas actualizadas (kW)								4234,62	3975,6	3739,87	3526,77	3332,82	3158,46	3000,48
$\Sigma$ Pérdidas y costos actualizados: $\Sigma = 24,968,62$ kWh; Costo Actualizado = 24,968,62 kWh x 0,04047727 k\$/kWh = 1.010,67 k\$ (kWh)														

(1) Del cuadro 5.4.  
 (2) Relación al cuadrado entre corriente nominal del regulador (153 A) y la corriente de carga del primer tramo de línea (0,10 km) del cuadro 10,3.  
 (3) Del cuadro 5.4.  
 (4) Relación al cuadrado entre potencia nominal del regulador (3.500 kVA) y la potencia de la carga correspondiente al casco urbano de Candelaria del cuadro 5.4.

17. ANALISIS FINAL DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO.

En los cuadros 17.1; 17.2 y 17.3. se ha analizado las inversiones y costos actualizados al año base (1980) de las alternativas seleccionadas.

En el cuadro 17.4 se efectuó la comparación entre dichas alternativas a fin de obtener la de menor costo económico.

Evaluación final de alternativas de abastecimiento.

INVERSIONES Y COSTOS ACTUALIZADOS AL AÑO BASE (1980)

Cuadro 17.1.

Alternativa I - Miles de pesos.

Descripción.	Costo	Fecha del costo	Factor de actualizac.	Costo actualizado a 1980
Nueva línea aérea Quines-Candelaria 33 kV - 20km - 70 mm <sup>2</sup> al/ac (11.000 miles \$/ km)	220.000	1980	1	220.000
Nueva subestación transformadora Candelaria 33/13,2 kV 5 MVA - 50 miles \$/kVA.	250.000	1980	1	250.000
Pérdidas actualizadas línea existente Quines-Candelaria 13,2 kV (cuadro 13.3.)	--	1980/95	-	5.323
Pérdidas actualizadas nueva línea Quines-Candelaria 33kV (cuadro 14.4.1.)	--	1980/95	-	1.917
TOTAL	--	--	-	477.240

La línea de 13,2 kV es hasta km 15.

## Cuadro 17.2.

## INVERSIONES Y COSTOS ACTUALIZADOS AL AÑO BASE (1980)

Alternativa II - Miles de pesos.

Descripción	Costo	Fecha del costo	Factor de actualizac.	Costo actualizado a 1980
Nueva línea aérea Quines-Candelaria 33kV - 20 km. 70 mm <sup>2</sup> - Al/AC 1100 miles \$/km.	220.000	1982	0,85733	188.614
Sub				
Nueva estación transformadora Candelaria 33/13,2 kV 5 MVA - 50 miles \$/kVA.	250.000	1982	0,85733	214.335
Pérdidas actualizadas línea existente QUINES-CANDELA RIA 13,2 kV (cuadro 13.4)	--	1980/95	--	6.953
Pérdidas actualizadas nueva línea Quines-Candelaria 33 kV (cuadro 14.4.4)	--	1983/95	--	1.145
Inversión actualizada capacitores en Candelaria (cuadro 15.1.)	--	1980/95	--	28.419
Pérdidas actualizadas capacitores Candelaria (cuadro 15.2.)	--	1980/95	--	1.470
TOTAL	--	--	--	440.936

NOTA: Se hace notar que se ha seguido incorporando los bancos de capacitores en Candelaria hasta 1995 a fin de simplificar los cálculos y mantener el mejoramiento del factor de potencia tal que este sea 1.

INVERSIONES Y COSTOS ACTUALIZADOS AL AÑO BASE (1980).  
 Alternativa III - Miles de pesos.

Cuadro 17.3

Descripción	Costo	Fecha del costo	Factor de actualización.	Costo actualizado a 1980
Inversión actualizada de capacitores (cuadro 15.1.)	--	1980/95	--	28.419
Inversión del primer regulador de tensión (3500kVA)	14.000	1982	0,85733	12.003
Inversión del segundo regulador de tensión (3500kVA)	14.000	1989	0,50025	7.003
Pérdidas actualizadas en capacitores (cuadro 15.2.)	--	1980/95	--	1.470
Pérdidas actualizadas línea existente Quines-Candelaria 13,2 kV (cuadro 12.3.)	--	1980/95	---	30.459
Pérdidas actualizadas primer regulador de tensión.	--	1982/95	--	2.933
Pérdidas actualizadas segundo regulador de tensión.	--	1989/95	--	1.111
Nueva línea aérea Quines-Candelaria 33kV - 70mm <sup>2</sup> AL/AC. - 11.000 miles \$/ km	220.000	1995	0,31524	69.353 (1)
Nueva Subestación Transformadora Candelaria.	250.000	1995	0,31524	78.811 (1)
<b>TOTAL</b>				<b>231.562</b>

(1) Se han imputado estos costos debido a que el año horizonte alcanza al término del año 1995.

18. COSTOS DE CAPITAL IMPUTABLES AL SISTEMA RURAL.

I t e m	Miles de \$ Agost/78	% Apropiación del sist.rural	Costo Imputable (miles \$)
-Capacitores	40.000	40	16.000
-2 reguladores de tensión (3500 kVA) c/u. $14.000 \times 10^3 =$	28.000	40	11.200
-8,050 km de derivaciones en líneas 13,2 kV (para predios rurales), $5.000 \times 10^3$ el km.	40.250	100	40.250
-39 transformadores de 5kVA (predios rurales), $400 \times 10^3$ c/u.	15.600	100	15.600
-7 transformadores de 20 kVA (predios rurales), $750 \times 10^3$ c/u.	5.250	100	5.250
-0,45 km. de derivaciones en líneas 13.2 kV (pozos), $5000 \times 10^3$ el km.	2.250	100	2.250
-2 transformadores de 25 kVA (para pozos) $850 \times 10^3$ c/u	1.700	100	1.700
-4 transformadores de 40 kVA (para pozos) $1.120 \times 10^3$ c/u.	4.480	100	4.480
-4 transformadores de 50 kVA (para pozos) $1.300 \times 10^3$ c/u.	5.200	100	5.200
-8 transformadores de 63 kVA (para pozos) $1.512 \times 10^3$ c/u.	12.096	100	12.096
-2 transformadores de 80 kVA (para pozos) $1.600 \times 10^3$ c/u.	3.200	100	3.200
-2 transformadores de 100 kVA (para pozos) $1.700 \times 10^3$ c/u.	3.400	100	3.400
Inversión total imputable al sistema rural.			120.626

Los costos de capital de todos los elementos integrantes de la inversión han sido valuados a precios de agosto de 1978.

Si bien la inversión se escalona en el tiempo, a los efectos del cálcu-  
lo de los costos por usuario se ha considerado que el total de la inversión se efectiviza en 1980. Posteriormente puede adecuarse estos costos a las fechas de los desembolsos reales.

Como los capacitores y reguladores de tensión benefician también a la localidad de Candelaria, se ha imputado al sistema rural una proporción equivalente a la potencia demandada por dicho sistema respecto a la potencia total, es decir incluyendo a Candelaria (40%).

Se estimaron las distancias desde la línea de alimentación a cada uno de los 46 usuarios, obteniéndose un valor total de 8,050 km. de exten-  
siones en 13,2 kV. Para las derivaciones a los pozos a electrificar se supuso que la distancia promedio de cada extensión es de 20 metros (ver plano 18.1.)

En los cuadros N°18.1 y 18.2 se detallan los costos imputables a los predios rurales y a los pozos a electrificar.

En ellos se ha seguido el criterio de atribuir a cada uno de estos dos tipos de usuarios, un porcentaje de los costos de los capacitores y reguladores de tensión, equivalente a la potencia aparente instalada en transformadores. Es decir, del 40 % de la inversión en capacitores y reguladores de tensión atribuibles al sistema rural en conjunto, una quinta parte se le adjudica a los predios y las restantes cuatro quin-  
tas partes recaen sobre el costo que deben soportar los pozos a electrificar.

En los cuadros precedentes se han calculado los costos medios por unidad de potencia aparente instalada; en ellos puede observarse que para la parcela rural el costo del kVA es 3,7 veces superior al de su similar para los pozos de bombeo a electrificar.

Esto es así, por la gran incidencia que tienen para el caso de las unidades parcelarias, los costos de las acometidas desde la línea de 13,2kV existente hasta cada transformador rural.

Sin embargo, la relación usuarios rurales (en este caso transformadores) por km. de línea de extensión del sistema rural, es muy buena, ya que implica la conexión de 5,7 transformadores por kilómetro, o lo que es lo mismo un transformador cada 175 metros.

El mejoramiento de dicha relación disminuiría los costos de capital de cada usuario potencial del sistema.

Cabe acotar que se ha preferido no cargar los costos del sistema rural, la inversión en la línea de transmisión en 33kV de Quines a Candelaria, a construirse en 1995, como así también la subestación transformadora de Candelaria, por considerarse que la decisión de construirla es independiente de la evolución del sistema rural.

Con este conjunto de supuestos, sobre cantidad y distribución de los usuarios, potencia de transformadores demandada, características de los elementos integrantes de la inversión y prorateo de la misma, se obtuvieron los siguientes costos para cada tipo de usuario (expresados en miles de \$ de agosto de 1978).



Cuadro N° 18.1.

COSTOS DE CAPITAL IMPUTABLES A LOS PREDIOS RURALES.En miles de \$ de  
Agosto de 1978

-Capacitores (20% del total atribuible al sistema).	3.200.-
-Dos reguladores de tensión (20% del total atribuible al sistema).	2.240.-
-8,050 km de derivaciones en líneas de 13,2 kV.	40.250.-
-39 transformadores de 5 kVA.	15.600.-
-7 transformadores de 20 kVA.	<u>5.250.-</u>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>66.540.-</b>
Costo medio por kVA instalado:	198,630.

Cuadro N° 18.2.

COSTOS DE CAPITAL IMPUTABLES A LOS POZOS RURALES.

-Capacitores (80% del total atribuible al sistema)	12.800
-Dos reguladores (80% del total atribuible al sistema)	8.960
-0,45 km. de derivaciones en líneas 13,2 kV	2.250
-Dos transformadores de 25 kVA.	1.700
-Cuatro transformadores de 40 kVA.	4.480
-Cuatro transformadores de 50 kVA.	5.200
-Ocho transformadores de 63 kVA.	12.096
-Dos transformadores de 80 kVA.	3.200
-Dos transformadores de 100 kVA.	<u>3.400</u>
<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>54.086</b>
Costo Medio por kVA instalado:	42,45

-Unidades parcelarias.

Transformadores de 5 kVA . . . . .	993,15
Transformadores de 20 kVA. . . . .	3.972,6

-Pozos de bombeo.

Transformadores de 25 kVA . . . . .	1.061,25
Transformadores de 40 kVA . . . . .	1.698,0
Transformadores de 50 kVA. . . . .	2.122,5
Transformadores de 63 kVA . . . . .	2.674,35
Transformadores de 80 kVA . . . . .	3.396,0
Transformadores de 100 kVA. . . . .	4.245,0

## 19. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

La primera parte del presente trabajo consistió en la formulación de las alternativas técnicas para atender la demanda creciente de energía eléctrica de la localidad de Candelaria y del sistema rural objeto de este estudio, habida cuenta que la actual línea de transmisión en 13,2 kV no podría satisfacer, en condiciones técnicas aceptables, la provisión del servicio hasta el horizonte del estudio en el año 1995.

Para atender el crecimiento de las demandas de potencia y energía durante el período de estudio, se formularon tres alternativas, seleccionándose aquella que demostró tener mínimos costos totales actualizados.

Dicha alternativa implica la instalación de dos reguladores de tensión (en 1982 y 1989 respectivamente) para compensar las caídas de tensión de la actual línea de transmisión y el montaje de bancos de capacitores para elevar el factor de potencia en Candelaria. Adicionalmente, en el año 1995, se hace necesario la construcción de una línea de 33 kV desde Quines a Candelaria y una subestación de rebaje en esta última localidad.

Definidas las obras necesarias para garantizar el abastecimiento eléctrico y el cronograma de inversiones respectivo, se preparó un anteproyecto preliminar del sistema rural comprendido en una franja

de 1km. a ambos lados de la actual línea de 13,2 kV y las localidades de Quines y Candelaria (o sea 4.000 ha. aproximadamente).

Este anteproyecto constituye la 2da. parte del trabajo y puede observarse en sus resultados en el plano N° 18.1.

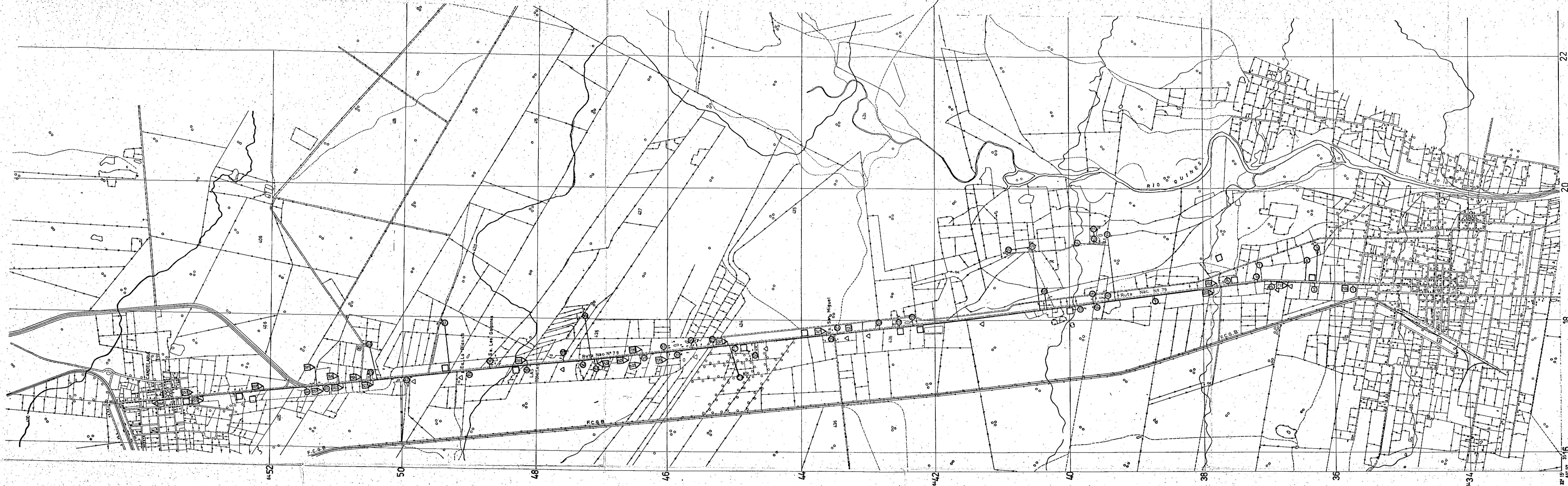
Para su diseño fue necesario asumir una serie de supuestos ante la imposibilidad de conocer a priori el número y la distribución de los usuarios que efectivamente adherirán al sistema y la potencia de los transformadores que solicitarán.

Para el caso de los transformadores para las unidades parcelarias se supuso que en el caso en que estuvieran agrupados 4 ó menos usuarios, serían suficientes 5 kVA; mientras que a los agrupamientos de 5 ó más usuarios se les adjudicaron 20 kVA.

En el caso de los pozos a electrificar, se determinó la potencia de los transformadores en función de la potencia de los motores que tienen actualmente.

Partiendo de la cantidad y magnitud de los transformadores y de la longitud de líneas de 13,2 kV necesarias para constituir el sistema rural, se calcularon los costos totales de inversión y los costos por kVA de potencia aparente instalada. (cuadros N° I y II ).

Estos valores, si bien pueden sufrir modificaciones en el nivel del proyecto definitivo, por cambios en alguno de los parámetros utili



**REFERENCIAS:**

- Pozos de bombeo (Ver cuadro punto 3.3)
- ▶ Transformadores para pozos (Ver cuadro punto 3.3.1)
- Transformadores Rurales (Ver cuadro punto 5.2.1)

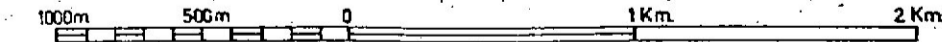
**SIGNOS CARTOGRAFICOS**

- Camino pavimentado
- Camino natural
- Huella ó senda
- Línea férrea
- División de cultivo
- Alambre, pircá ó cerco
- Canal de riego
- Acequia ó hijuela
- Línea de transmisión
- Casa ó edificio
- Barranca
- Curso de agua permanente
- Curso de agua temporario
- Laguna permanente
- Laguna temporaria
- Quebrada
- Puente-alcantarilla
- Represa, paso ó vado
- Hilera de árboles
- Monte
- Curvas de nivel
- Punto trigonométrico

**ABREVIATURAS**

- |            |                             |        |                              |
|------------|-----------------------------|--------|------------------------------|
| Ag.        | Aguada                      | I.G.M. | Instituto Geográfico Militar |
| Ar.        | Arroyo                      | Km.    | Kilómetro                    |
| Bal.       | Balce                       | Mte.   | Monte                        |
| Ca.        | Cerro                       | M.G.   | Mines y Geología             |
| Cd.        | Cañada                      | Nac.   | Nacional                     |
| Dep.       | Departamento                | Pdo.   | Partido                      |
| Ec.        | Escuela                     | Po.    | Paso                         |
| Est.       | Estacion                    | Pte.   | Puente                       |
| Ea.        | Estancia                    | Pz.    | Pozo                         |
| F.C.G.S.M. | Ferrocarril Gral San Martín | Pto.   | Puesto                       |
| F.C.G.B.   | Ferrocarril Gral Belgrano   | R.     | Río                          |
| Gral.      | General                     | Va.    | Villa                        |

**ESCALA 1:20.000**



PLANO FOTOGRAFOMETRICO ELABORADO EN BASE A FOTOGRAFIAS TOMADAS EN MAYO DE 1958.  
EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 20m.  
PROYECCION GAUSS-KRUGER  
FUENTE: SPARTAN AIR SERVICES S.A. BUENOS AIRES

**PROVINCIA DE SAN LUIS**  
MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
DIRECCION DE ENERGIA

**ZONA QUINES CANDELARIA**  
ANTEPROYECTO PRELIMINAR  
DE ELECTRIFICACION RURAL

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
DIRECCION DE OPERACIONES  
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA

DIRECTOR: Ing. RAFAEL ARTURO de ARRASCAETA	ESCALAS: 1:20.000	PLANO N° 18.1
JEFE DE DEPARTAMENTO Dr. JUAN C. VERSINO	FECHA:	
JEFE DE EQUIPO: Ing. FERNANDO GROISMAN		
PROYECTISTA: Ing. JUAN GAIMAUSKAS		
DIBUJO: IGOR W. JALDIN		