

**SEMINARIO DEMANDAS DE AGUA
EN EL SALVADOR**

GRUPO DE CIUDAD ARCE

presentan:

**pedro perez guillen
eduardo gil majano
julio gamero
eduardo lopez h.**

abril 1973.

614.772

D371

1973

F. ~~11~~

lej.3

Ing. y Arq.

UES BIBLIOTECA CENTRAL



INVENTARIO: 10104983

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Dr. Juan Allwood Paredes

SECRETARIO GENERAL

Dr. Manuel Attilio Hasbún

FISCAL

Dr. Manuel Antonio Ramírez

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO

Ing. Eduardo Bolaños

SECRETARIO

Ing. Rodolfo Jenkins

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Ing. Mario Angel Guzmán Urbina

D E D I C A T O R I A

*Este trabajo lo dedicamos a
nuestros queridos padres y hermanos*

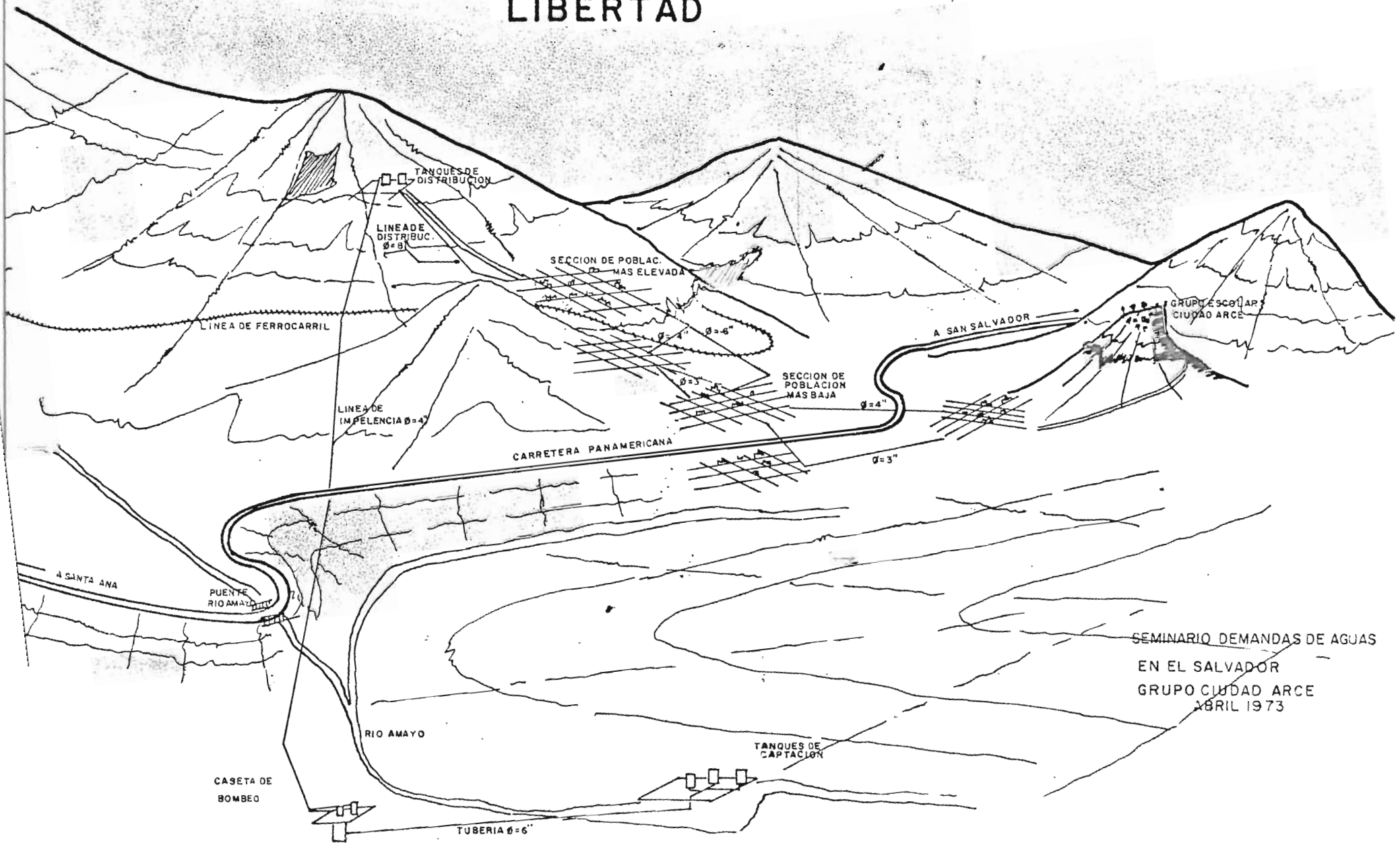
A NUESTROS ASESORES DE SEMINARIO

Ing. Mario Luis Fernández

Ing. Carlos Montenegro

Ing. José Saúl Alvarez

VI TA PANORAMICA E CIUDAD ARCE DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD



SEMINARIO DEMANDAS DE AGUAS
EN EL SALVADOR
GRUPO CIUDAD ARCE
ABRIL 1973

INDICE SEMINARIO DEMANDAS DE AGUA EN

EL SALVADOR - CIUDAD ARCE

	<u>Pág.</u>
A - INTRODUCCION	
A-1 Objetivo	1
A-2 Materiales y equipo	3
A-3 Limitaciones	3
B - INFORMACION GENERAL	4
B-1 Ubicaci3n geogr3fica	4
B-2 Climatolog3a	4
B-3 Condiciones econ3micas, sociales y sanitarias ...	5
Cuadro 1	6
Encuesta	8
C - SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA	12
C-1 Fuentes	12
C-2 Equipo de bombeo	12
C-3 Descripci3n l3nea de impulsion	13
C-4 Sistema almacenamiento	14
C-5 Descripci3n de la red de distribuci3n	14
C-6 Poblaci3n servida	14
D - BASES GENERALES DEL SISTEMA	15
D-1 Per3odo de dise1o	15

	<u>Pág.</u>
D-2 Población futura	15
D-3 Dotación	17
D-3a Demandas	17
D-4 Revisión red de distribución	19
E - ANÁLISIS DE DEMANDAS	32
E-1 Objetivo	32
E-2 Análisis de medidores	32
E-3 Análisis de limnigramas	36
E-4 Conclusiones	37
Apéndice I - Análisis Económico para el Diseño del período óptimo	40
Cálculo de línea de impelencia 1967	59
Resultado Análisis Económico 1967	60
Resultado Análisis Económico 1977	61
Curva costo anual tiempo	62
Apéndice II Análisis para Estratos	63
Apéndice II Análisis por nacimientos y defun- ciones	74
BIBLIOGRAFIA	85

A - INTRODUCCION

Uno de los problemas más importantes para el Diseñador de Abastecimientos de Agua es la consideración, que es necesario hacer con respecto a los valores de los consumos promedios diarios de la población a la cual se le quiere suministrar agua potable.

Los factores que inciden para la estimación de estos valores son: nivel económico de la población servida, calidad del agua, continuidad en el servicio del agua, estado de la Red de Distribución, presión de servicio adecuada, etc. Estos factores son tan variados que la posibilidad de obtener datos verdaderamente exactos lleva a suposiciones que no hace más que conducir a diseños antieconómicos.

Es frecuente en El Salvador que, por no tener una investigación acerca de los consumos promedios diarios los datos a utilizar se acomodan a los Parámetros ocupados en otros países, siendo esto una de las grandes fallas, porque los factores antes mencionados varían grandemente de un lugar a otro.

El presente trabajo formará parte de un estudio sobre "Demandas de Agua", que se lleva a cabo en la República de El Salvador a través del Departamento de Hidráulica de la Universidad Nacional. Para el caso nuestro, la investigación se hizo en Ciudad Aroce.

A-1. Objetivo

El objetivo principal de estos trabajos es que en el futuro se cuenten con datos de consumo más apegados a la realidad e in-

formación suficiente para que el diseñador los tenga en cuenta en a bastecimientos de agua futuros.

Estos datos nos llevarán a determinar las variaciones diarias " K_1 " y las variaciones horarias " K_2 ", las cuales son muy importantes para determinar los extremos del consumo y así los disños estarán dentro de una realidad económica aceptable además de proporcionar una dotación adecuada.

Un aspecto bastante importante dentro de los abastecimientos de agua es la Salud, y es por eso que el agua debe ser adecuadamente tratada para que sea potable. De allí la siguiente definición de Salud de la O.M.S.: "Salud es un estado completo de bienestar físico, mental y social y no la sola ausencia de enfermedad e invalidez".

Analizando dicha definición se observa que se hace un parangón entre Salud y Felicidad, condición que frecuentemente no es tomada en cuenta ya que no puede medirse con las tasas y patrones hasta ahora establecidos. De esto podemos ver que el agua no basta que esté exenta de bacterias para que no afecte la salud sino que también debe estar proporcionada de manera que satisfaga las condiciones de vida.

"El significado y la importancia de la Salud en la población, en el proceso del desarrollo económico, serían fácilmente comprendidos si ella pudiera medirse en términos positivos y si pudieran representarse en cifras los recursos y la potencialidad vitales para el progreso y la suma de esperanzas en una vida mejor".

Esperamos que el presente trabajo sea un aporte más que sirva para el mejor desarrollo del país.

A-2. Materiales y Equipo

En el desarrollo del presente trabajo se obtuvo la colaboración de ANDA que facilitó los datos bimensuales de consumo de los medidores de agua y el acceso a las instalaciones de ANDA en Ciudad Arce.

El equipo utilizado para el análisis del consumo en Ciudad Arce (limnógrafo) fue facilitado por el Servicio Hidrológico de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables.

A-3. Limitaciones

En nuestro estudio tuvimos limitaciones de diversa índole las cuales fueron ponderadas para disminuir en lo posible el error. Entre ellas podemos mencionar:

a) Tipo poblacional. Los habitantes de Ciudad Arce respondían con mucho recelo a las preguntas planteadas en nuestra encuesta.

b) Poco tiempo de registro de las fluctuaciones del nivel del tanque para la determinación de K_1 y K_2 .

c) La falta de consistencia de las lecturas de los medidores.

B - INFORMACION GENERAL

B-1. Ubicación Geográfica

Ciudad Arce se encuentra situada en el Departamento de La Libertad, a 558 metros sobre el nivel del mar siendo sus coordenadas geográficas $13^{\circ} 50' 18''$ y latitud norte y $39^{\circ} 26' 54''$ y longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a 40 Km. al Occidente de la Ciudad de San Salvador.

La carretera Panamericana, que conduce a Santa Ana, divide la ciudad en dos zonas con fuertes pendientes debidas a la Topografía del lugar.

Ciudad Arce fue fundada en 1922 con el nombre de El Chilmatal, posteriormente en 1942 fue declarada ciudad. Es jurisdicción de San Juan Opico y consta de 12 cantones y 5 caseríos. Ciudad predominantemente agrícola cultivándose especialmente cereales y hortalizas (Zapotitán) y la caña de azúcar con el Ingenio San Andrés.

B-2. Climatología del Lugar

El clima de Ciudad Arce está clasificado como el de una sabana tropical caliente en la cual las temperaturas no ofrecen mucha variación durante todo el año creciendo de Enero a Mayo y disminuyendo de Junio a Diciembre.

La estación lluviosa es característica de los meses de Mayo a Octubre, y seca de Noviembre a Abril, los aguaceros tienen una duración promedio de 20 minutos a 2 horas.

La humedad relativa no ofrece mucha variación en el año aumentando de Abril a Septiembre y disminuyendo de Octubre a Marzo.

CUADRO N° 1

DATOS CLIMATOLÓGICOS DE CIUDAD ARCE

<i>D A T O</i>	<i>ENE.</i>	<i>FEB.</i>	<i>MZO.</i>	<i>ABR.</i>	<i>MAY.</i>	<i>JUN.</i>	<i>JUL.</i>	<i>AGT.</i>	<i>SEP.</i>	<i>OCT.</i>	<i>NOV.</i>	<i>DIC.</i>	<i>ANUAL</i>	<i>AÑOS</i>
														1966 y 1967
<i>Precipit. mm</i>	3	4	15	58	192	300	336	290	293	215	25	3	1734	
<i>Tem.Prom. °C</i>	21.9	22.6	23.9	24.7	24.6	23.6	23.7	23.4	23.0	23.3	22.1	22.1	23.2	
<i>Temp.min. Prom. °C</i>	14.7	15.2	16.5	18.0	19.5	19.5	18.9	19.1	19.3	18.9	16.7	15.7	17.6	
<i>Temp.Max. Prom. °C</i>	31.5	32.7	34.0	34.3	33.1	31.1	31.6	31.3	30.5	30.7	30.2	30.9	31.8	
<i>Humed.Relat %</i>	68	65	65	69	76	82	79	82	85	83	74	74	75	

ENCUESTA DEL SEMINARIO "DEMANDAS DE AGUA EN EL SALVADOR"

LOCALIDAD _____

AREA _____

ZONA _____

CUESTIONARIO

Dirección _____

1- Población _____

Menores de 1 año _____ De 15 a 49 años _____ M _____ F _____

De 1 a 4 años _____ Mayores de 50 años _____

De 5 a 14 años _____ Total de personas _____

2- Educación Alfabetos Analfabetos Asisten a la Escuela

Menores de 15 años _____

Adultos _____

3- Régimen de Propiedad

Propietario _____

Inquilino _____ Paga _____ No Paga _____

4- Ocupación del Jefe de la casa

Empleado _____

Tiene vehículo _____

Otros _____

5- Tipo de construcción

Mixto _____ Bahareque _____

Rancho _____ Adobe _____

Madera _____ Otros _____

Dirección _____

6- Estado de la Construcción

Bueno _____ Malo _____ Regular _____

7- Uso del inmueble

Habitación _____ Industrial _____

Comercial _____ Habit-Comerc _____

8- Servicio de luz eléctrica

Tiene _____ No tiene _____

Radio _____ Plancha _____ Refrigerador _____

T.V. _____ Otros _____

9- Agua (Conexión de A.N.D.A.)

Considera que el servicio es bueno Si _____ No _____

Considera que el servicio es caro _____

Considera que el servicio es normal _____

Número del Medidor _____

Estado del medidor Normal _____ Parado _____

Daños humanos _____

10- Disposición de excretas

Tiene _____ No tiene _____

11- Disposición de basuras

12- Movimiento Migratorio

Es originario de la región Si _____ No _____

13- Vende agua

Si _____ No _____

Tiene control _____ Cantidad _____

14- Riega Si _____ No _____

Jardín _____ Area _____

Calle _____ Otros _____

Fecha: _____

De la encuesta Socio-Económica obtuvimos los siguientes datos:

1 - Características Poblacionales

Número de casas que se tomaron en cuenta = 52
 Total de habitantes en dichas casas = 343 hab.
 Número de habitantes por casa = $343/52 = 6.6$ hab./casa

Para 1966, los habitantes por vivienda urbana ocupada según el Perfil Demográfico para el país, era de 5 hab./casa. Con respecto a dicho valor notamos un incremento de 1.6 hab./casa. Así también obtuvimos los valores de:

% de hab. entre 1 - 4 años	13.41 %
% de hab. entre 5 - 14 años	28.8 %
% de hab. entre 15 - 49 años	45.5 %
% de hab. mayores de 50 años	12.2 %

DATOS DEL CENSO NACIONAL

EL SALVADOR

Composición de la población por grupos de edad y sexo.

1961

<u>GRUPOS DE EDAD</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Menores de 5 años	17.2 %
5 - 14 años	27.7 %
15 - 49 años	44.5 %
Más de 50 años	10.6 %

Conclusiones

Comparando los datos obtenidos de la muestra con los valores suministrados por el censo nacional, dichos valores son un poco diferentes.

Aunque estos resultados no coinciden, hay que tener en cuenta que los datos obtenidos son de una muestra de la población y esto podría ser el origen de tal incongruencia.

Otra cosa importante de Ciudad Aroe que hay que hacer notar y que puede modificar los censos de población, es que la afluencia de inmigrantes en un período posterior a los resultados del Censo de 1961 fue muy significativa.

En vista de ello, tomaremos como base para los cálculos de población los datos suministrados por la Dirección General de Estadística y Censos.

RESULTADO DE LA ENCUESTA:

2 - Características del Régimen de Propiedad

Número de casas tomadas de muestra	= 52
% de familias que son propietarias	= 61.5
% de familias que son inquilinos	= 38.5

3 - Características del Tipo de Construcción

% de casas sistema mixto	= 21.1
% de casas de madera	= 3.7
% de casas de bahareque	= 2.6
% de casas de adobe	= 65.6

<u>4 - Características del estado de construcción</u>		
% de casas en estado bueno	=	52
% de casas en estado regular	=	40.2
% de casas en estado malo	=	7.8
<u>5 - Características de las casas con respecto a la disposición de excretas</u>		
% de casas con servicio sanitario de foso	=	32.7
% de casas con servicio sanitario de lavar	=	65.3
% de casas sin servicio sanitario	=	2
<u>6 - Características respecto a la disposición de basuras</u>		
% uso tren de aseo	=	92.4
% no uso tren de aseo	=	7.6
<u>7 - Características respecto al movimiento migratorio</u>		
Originarias de la región	=	60 %
No originarias de la región	=	40 %
<u>8 - Características respecto a la educación</u>		
Menores de 15 años alfabetos	=	92 %
Menores de 15 años analfabetos	=	8 %
Mayores de 15 años alfabetos	=	82.3 %
Mayores de 15 años analfabetos	=	17.7 %
Total de alfabetos	=	85.6 %
Total de analfabetos	=	14.4 %

C - SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA

C-1. Fuentes

Existen dos fuentes en Ciudad Arce que proveen de agua potable a la población. Una está ubicada a orillas del Río La Joya y es explotada por la Alcaldía Municipal abasteciendo de agua al grupo escolar de la localidad y a una piscina pública. La otra fuente es utilizada por ANDA y es la que abastece a la ciudad. Consta de 3 tanques de captación que por gravedad llevan agua hasta un tanque de almacenamiento situado en la caseta de bombeo.

C-2. Equipo de Bombeo

El equipo de bombeo consta de dos bombas eléctricas, una de eje vertical de funcionamiento permanente y otra de eje horizontal de emergencia y cuyas características son las siguientes:

BOMBA DE EJE VERTICAL (Permanente)

<u>BOMBA</u>	<u>MOTOR</u>
Marca: Floway	Marca: General Electric
No. Etapas: 7	Modelo: 5K6246 x C40A
Potencia: 40 HP	Potencia: 40 HP
Capacidad: 270 G.P.M.	Ciclo: 60
Carga: 436 pies	Tipo: K
Tamaño: 6	Código: A 324 UP
Tipo: J.K.S.	Frame: 3
Prestión de Trabajo: 182 Psi	FaseÑ 220-440 V

FL- Amperios: 98-49

Speed: 3540 rpm

No.: MYS 103274

Condición de Conexión: Delta

BOMBA DE EJE HORIZONTAL (Emergencia)

BOMBA

MOTOR

Marca: KSB

Marca: A E G

Tipo: WKBO

Tipo: A 21, 21-4

Caudal: 39.6 M³/h

Amp.: 90-52

*Altura Manométrica: 140 mts
en columna de agua*

Voltios: 220-380

Veloc.: 1750 rpm

60 ciclos

Prestión de trabajo 175 psi

1750 rpm

El diámetro de la tubería que conecta las dos bombas entre sí, es de 4".

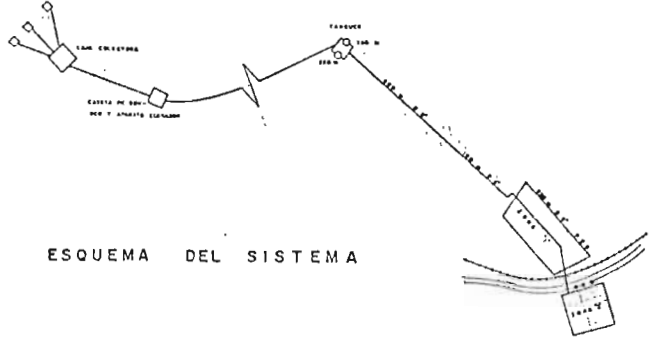
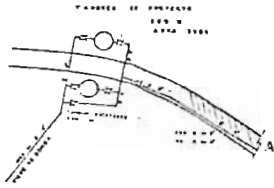
El agua es clorada y bombeada hacia dos tanques de distribución situados aproximadamente a 1.200 mts. de la caseta y a una altura topográfica a vencer de 115 mts.

C-3. Descripción de la línea de impelencia

El diámetro de la tubería es de 6" con una longitud de 1.200 mts. Debido a la gran altura que tiene que vencer la Bomba, el sistema ha sido dotado de 3 válvulas check, dos pequeñas situadas inmediatamente a la salida de las bombas y la otra más grande, situada al inicio de la línea de impelencia, para contrarestar el Golpe de Ariete.

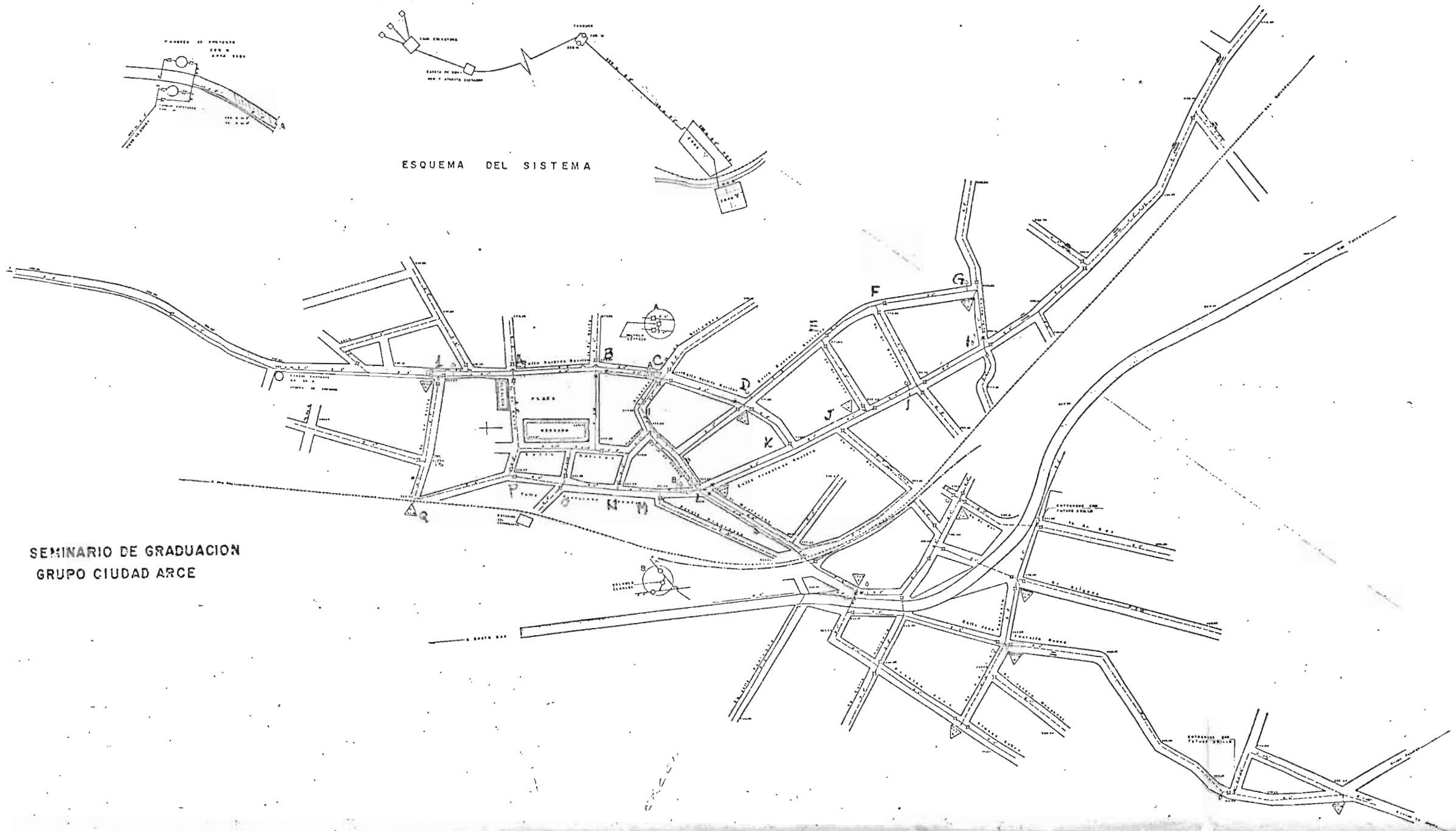
DIAGRAMA DE INSTALACIONES DE AGUA POTABLE DE CIUDAD ARCE

CAPTACIONES
EN PLANICIE.-



ESQUEMA DEL SISTEMA

SEMINARIO DE GRADUACION
GRUPO CIUDAD ARCE



C-4. Sistema de almacenamiento para la distribución del agua

Consta de dos tanques de 150 M^3 o/u. unidos entre sí por cañerías para un llenado simultáneo. Se puede poner en funcionamiento uno de los tanques y dejar inactivo el otro por medio de un sistema de válvulas de compuerta.

C-5. Descripción de la Red de Distribución

Partiendo de los tanques de almacenamiento la red de tuberías de distribución consta de: 400 mts. de ϕ 8", 300 mts. de ϕ 6", 1000 mts. de ϕ 4" y 1800 mts. de ϕ 2", con sus respectivos accesorios de válvulas, reductores, codos, etc. Una revisión del plano de distribución de la red existente (ver planos en pag.) nos llevó a simplificar dicha red en dos anillos principales para nuestro análisis de extracciones de agua en diferentes puntos del sistema.

C-6. Población Servida

La población servida se estimó de la siguiente manera: se tomó como base que el frente promedio de una casa tenía una longitud de 10 mts. y que el número de habitantes por casa era de 6 personas.

Con estos valores asumidos se calcularon las extracciones en los nudos con las redes para el año base.

D - BASES GENERALES DEL SISTEMA

D-1. Período de Diseño

El período de diseño, como todo proyecto de ANDA, tiene una duración de 25 años a partir del año que se toma como base para el análisis de cálculo. Para nuestro sistema de Ciudad Arce, el año base fue 1962.

En nuestro estudio demostraremos que el período óptimo de diseño no es el establecido, sino que oscila en valores menores según el análisis económico que se hará más adelante como un apéndice de este trabajo.

D-2. Población Futura

Los censos de población levantados, la información censal y la que procede de otras fuentes demográficas, debe complementarse con estudios analíticos e investigaciones demográficas especiales, ya que los estudios y análisis demográficos son elementos básicos para las proyecciones de la población, que constituyen la base para determinar las necesidades futuras en el campo de los abastecimientos de agua.

Para el caso específico de Ciudad Arce se utilizaron los datos obtenidos en la Dirección General de Estadística y Censos (Datos relativos al área urbana). (Ver cuadro N° 2).

CUADRO Nº 2

CUADRO POBLACIONAL

Año	Area Rural mas Urbana			Area urbana		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1930	6088	3389	2699	2469	1331	1138
1950	11220	5772	5448	3551	1739	1812
1961	16622	8483	8139	4494	2177	2317
1971	25275	13017	12258	6679	3330	3349

Para el cálculo de las proyecciones de población se utilizará la estimación geométrica y para ello utilizaremos la ecuación:

$$P = P_0 (1+i)^n = P_0 e^{in}$$

En donde P = Población Futura

P_0 = Población Inicial

i = Tasa de Crecimiento

n = Número de años transcurridos entre un censo y otro.

Utilizando los censos de los años 1961-1971 y aplicando la ecuación: $6679 = 4494 (1+i)^{10}$.

Aplicando logaritmos naturales $i = 0.0403$.

La Ecuación para la población futura queda entonces

$$P = P_0 e^{0.0403n}$$

Si $P_0 = 4494$ personas (censo para 1961)

para 1962 $P = 4690$ personas

para 1972 $P = 7000$ personas

para 1982 $P = 10450$ personas

D-3. Dotación

Según las Normas Técnicas de Diseño de Acueductos y Alcantarillados, para este tipo de población se considera una dotación de 150 lts/hab/día.

D-3-a. Demandas

De los valores obtenidos de las normas técnicas de ANDA tenemos:

Factor de Demanda Max Horaria = 2.0

Factor de Demanda Max Diaria = 1.2

Factor de Demanda Min Horaria = 0.3

Demanda Media Diaria:

Para los años de consumo a analizar

$$\text{DEMANDA MEDIA DIARIA} = \frac{\text{Población del año} \times \text{Dotación}}{\text{No. de seg de día}}$$

$$1962 \quad \text{Dem} = \frac{4690 \times 150}{86400} = 8.14 \text{ Lit/seg}$$

$$1972 \quad \text{Dem} = \frac{7000 \times 150}{86400} = 12.15 \text{ Lit/seg}$$

$$1982 \quad \text{Dem} = \frac{10450 \times 150}{86400} = 18.15 \text{ Lit/seg}$$

Aplicando los factores anteriormente mencionados para hallar los valores de Demanda obtenemos el cuadro siguiente:

<i>DEMANDAS</i>	<i>1962</i>	<i>1972</i>	<i>1982</i>
<i>Med. Diaria</i>	<i>8.14</i>	<i>12.15</i>	<i>18.15</i>
<i>Max. Diaria</i>	<i>9.79</i>	<i>14.72</i>	<i>21.90</i>
<i>Max. Horaria</i>	<i>16.28</i>	<i>24.30</i>	<i>36.30</i>
<i>Min. Horaria</i>	<i>2.45</i>	<i>3.65</i>	<i>5.45</i>

D-4. Revisión de la Red de Distribución

La revisión se hizo para los años 1962 y 1987 con el fin de conocer las prestaciones a las cuales está trabajando la red de distribución. Las condiciones generales son las siguientes:

1. Población: se calculó en base a los censos de 1961 y 1971 por medio del método de progresión geométrica.

Año	Población
1962	4690 hab
1987	12616 hab

2. Dotación: la dotación según el literal D-3 es de 150 lt/hab/día.
3. Demandas: los factores de demanda son los establecidos en el literal D-3-a. Aplicando esos factores se obtuvo:

Demandas	1962	1987
Media Diaria	8.14 lts.	21.90 lts.
Máxima Diaria	9.77 "	26.28 "
Máxima Horaria	16.28 "	43.80 "
Mínima Horaria	2.45 "	6.57 "

4. Volumen: se calculó en base a lo especificado por las Normas Técnicas de ANDA.

<i>Volumen</i>	<i>1962</i>	<i>1987</i>
<i>Variación en la Demanda</i>	<i>21 m³</i>	<i>57 m³</i>
<i>Interrupción del servicio</i>	<i>86 "</i>	<i>86</i>
<i>Incendio</i>	<i>59 "</i>	<i>157</i>
<i>Total</i>	<i>166 m³</i>	<i>300 m³</i>

5. *Extracciones: Para el cálculo de las extracciones se determinó el número de personas servidas para 1962 y 1987 según el literal C-6. El resultado final fue el siguiente:*

Punto	Personas Servidas		<u>Q max horario</u>		Extracciones		<u>Q min horario</u>		Extracciones	
	1962	1987	Nº de personas servidas		1962	1987	Nº de Personas Servidas		1962	1987
I	180	403	16.28/1644	43.80/4365	1.783 lt/s	4.0439 lt/s	2.45/1644	6.57/4365	0.2680 lt/s	0.6066 lt/s
B	126	338			1.248	3.3916			0.1875	0.5087
D	138	375			1.367	3.7629			0.2060	0.5645
G	144	389			1.426	3.9034			0.2140	0.5855
M	318	860			3.151	8.6295			0.4740	1.2944
P	138	375			1.367	3.7629			0.2060	0.5645
R	120	325			1.187	3.2612			0.1785	0.4892
2	30	82			0.297	0.8228			0.0448	0.1234
2'	174	470			1.721	4.7161			0.2596	0.7074
5	96	260			0.951	2.6089			0.1431	0.3913
8	102	277			1.009	2.7795			0.1521	0.4169
11	78	211			0.773	2.1173			0.1164	0.3176
Suma	1644	4365			16.280	43.8000			2.4500	6.5700

6. *Cálculo de la Red:* Como se indicó en el literal C-5, se simplificó la red en dos anillos principales, Red I y Red II. Aplicando el Método de Hardy Cross se calcularon y revisaron las redes para el Q Max horario y Q min horario respectivamente. Los resultados finales están mostrados en las tablas siguientes:

La nomenclatura utilizada en las tablas fue:

Tramo = entre dos puntos de la red.

ϕ = diámetro de la tubería en pulgadas.

Q = caudal en la tubería en lt/s.

V = velocidad en m/s.

H_f = pérdida de carga por Hazen Williams en mts.

Piezométrica

Altura del terreno en mts.

Presión

Q max horario 1962Q min horario 1962

RED II SIMPLIFICADA

RED II SIMPLIFICADA

Punto	Q	φ	V	Hf	Piezom.	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom.	Terreno	Presión
To					629.00						629.00		
	16.280	8"	0.50	0.66				2.4500	0.08 mts				
F					628.34	585.50	42.84				629.00	585.50	43.50
	16.280	6	0.89	0.66				2.4500	0.01	0.02			
I					627.68	581.00	46.68				628.98	581.00	47.98
	4.190	4	0.52	0.53				0.5785	0.07	0.01			
B					627.15	577.57	49.58				628.97	577.57	51.40
	2.942	4	0.36	0.29				0.3910	0.05				
D					626.86	570.00	56.86				628.97	570.00	58.97
	1.575	3	0.35	0.66				0.1850	0.04	0.04			
G					626.20	565.23	60.97				628.93	565.23	63.70
	0.149	3	0.03	0.04				0.0290	0.01				
M					626.16	567.77	58.39				628.93	567.77	61.16
	-3.002	4	0.37	-0.26				-0.5030	0.06				

Q max horario 1962

RED II SIMPLIFICADA

Q min horario 1962

RED II SIMPLIFICADA

Punto	Q	Ø	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión
P					626.42	571.72	54.70				628.93	571.72	57.21
	-4.369	4	0.54	-0.73				-0.7090	0.09	-0.03			
R					627.15	575.62	51.53				628.96	575.62	53.34
	-5.556	4	0.69	-0.53				-0.8875	0.11	-0.02			
I					627.68	581.00	46.68				628.98	581.00	47.98

RED I SIMPLIFICADA

RED I SIMPLIFICADA

Punto	Q	Ø	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión
1	4.751	6	0.26	0.32	627.68	581.00	46.68	0.7160	0.04		628.98	581.00	47.98
2	4.454	6	0.24	0.03	627.36	559.76	67.60	0.6712	0.04		628.98	559.76	69.22
2'	1.530	4	0.19	0.07	627.33	562.28	65.05	0.2308	0.03		628.98	562.28	66.70
5	0.579	4	0.07	0.01	627.26	552.14	75.12	0.0877	0.01		628.98	552.14	76.84
8	-0.430	4	0.05	-0.01	627.25	573.97	53.28	-0.0644	0.01		628.98	573.97	55.01
11	-1.203	4	0.15	-0.07	627.26	574.34	52.92	-0.1808	0.02		628.98	574.34	54.64
2''					627.33	562.28	65.05				628.98	562.28	66.70

Q max horario 1987

RED II SIMPLIFICADA

Q min horario 1987

RED II SIMPLIFICADA

Tramo	Ø	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión
To					629.00	626.00	3.00				629.00	626.00	3.00
	8	43.800	1.35	4.13				6.570	0.20	0.12			
T					624.87	587.00	37.87				628.88	587.00	41.88
	6	43.800	2.40	4.08				6.570	0.36	0.12			
I					620.79	582.50	38.29				628.76	582.50	46.26
	4	11.521	1.42	3.51				1.713	0.21	0.11			
B					617.28	579.07	38.21				628.65	579.07	49.58
	4	8.129	1.00	1.87				1.204	0.15	0.05			
D					615.41	571.50	43.91				628.60	571.50	57.10
	3	4.366	0.96	4.26				0.640	0.14	0.13			
G					611.15	566.73	44.42				628.47	566.73	61.74
	3	0.463	0.10	0.13				+0.054	0.01	0.01			

Q max horario 1987

RED II SIMPLIFICADA

Q min horario 1987

RED II SIMPLIFICADA

Tramo	Ø	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión
M					611.02	569.27	41.75				628.46	569.27	59.19
	4	-8.167	1.01	1.69				-1.240	0.15	0.05			
P					612.71	573.22	39.49				628.50	573.22	55.28
	4	-11.930	1.47	4.69				-1.805	0.22	0.15			
R					617.40	577.12	40.28				628.65	577.12	51.53
	4	-15.191	1.87	3.39				-2.294	0.28	0.11			

RED I SIMPLIFICADA

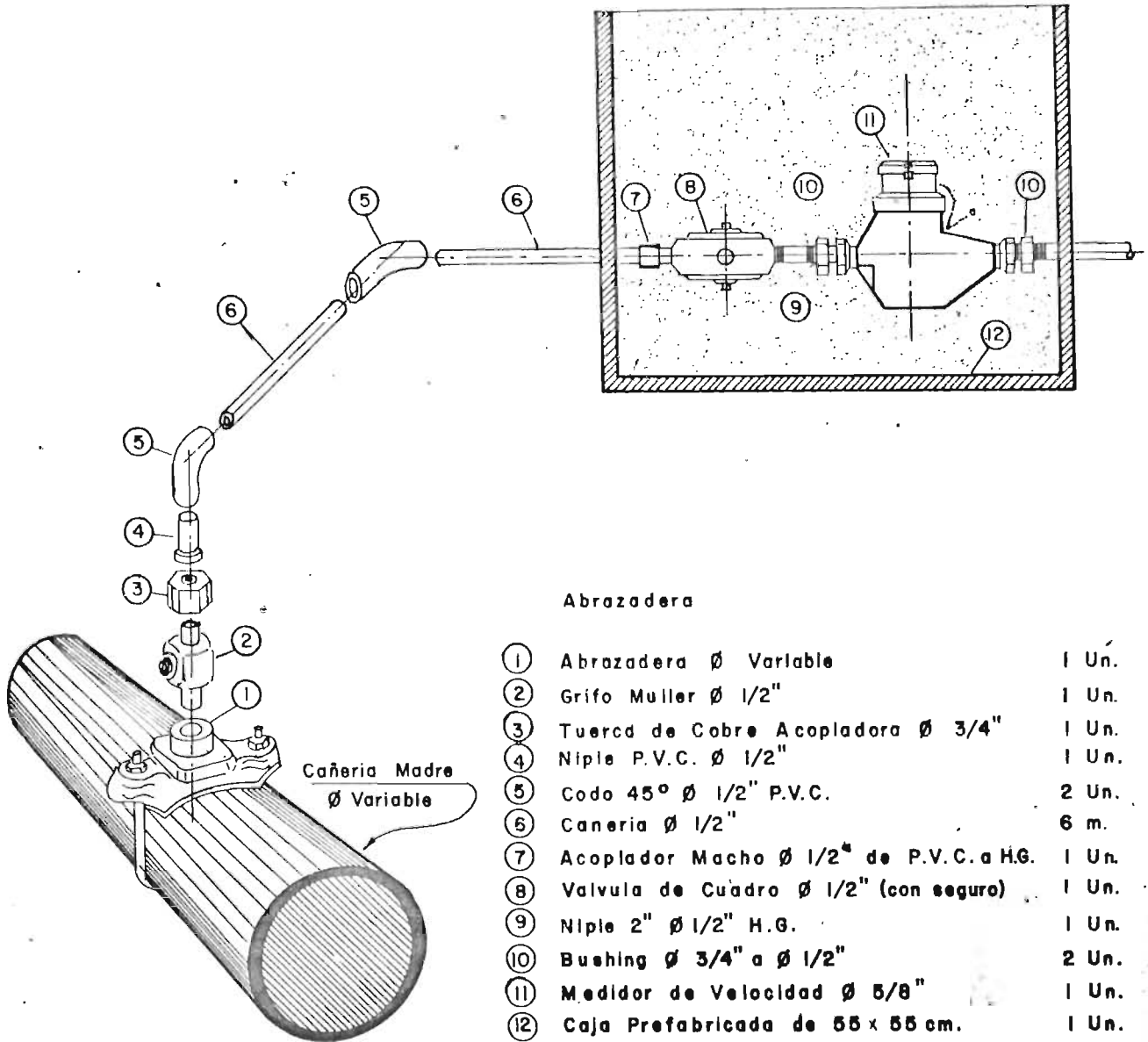
RED I SIMPLIFICADA

Tramo	Ø	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión	Q	V	Hf	Piezom	Terreno	Presión
1					620.79	582.50	38.29				628.76	582.50	46.26
	6	13.045	0.72	2.10				1.957	0.11	0.05			
2					618.69	561.26	57.43				628.71	561.26	67.45
	6	12.222	0.67	0.20				1.833	0.10	0.01			
2'					618.49	563.78	54.71				628.70	563.78	64.92
	4	4.184	0.52	0.42				0.586	0.07	0.01			
5					618.07	553.64	64.43				628.69	553.64	75.05
	4	1.575	0.19	0.11				0.195	0.02				
8					617.96	575.47	42.49				628.69	575.47	53.22
	4	- 1.205	0.15	0.05				-0.222	0.03				
11					618.01	575.84	42.17				628.69	575.84	52.85
	4	- 3.322	0.41	0.48				-0.540	0.07	0.01			
2'					618.49	563.78	54.71				628.70	563.78	64.92

7. *Conolusiones. Una revisión de los resultados obtenidos en el cálculo de las redes, podemos notar que:*

a) *en el período inicial (1962), las presiones son muy altas para la red I estando las presiones aceptables para la red II.*

b) *en el período final (1987), las presiones están también muy altas en la red I estando las presiones dentro de un rango aceptable para la red II. Los Pozos sobre los que deben variar las presiones según normas de ANDA son no mayores de 60 mts. y no menor de 7 mts. de altura de presión.*



E - ANALISIS DE DEMANDAS

E-1. Objetivo

El objetivo del análisis de demandas es el de obtener los valores de las variaciones diaria y horaria (K_1 y K_2) y la dotación en Ciudad Arce con el propósito de compararlos con los valores que ANDA establece en sus normas de diseño.

El análisis se hizo en dos partes: una, por medio de un estudio de los medidores que comprendió un análisis estadístico de los datos de consumo y un análisis muestrario de los medidores; y la otra por medio de un registro limnográfico de los consumos de agua de la población.

E-2. Análisis de los Medidores

a) Análisis estadístico de los medidores de agua domiciliar.

Para este análisis se tomaron los valores de las mediciones (en m^3) hechas bimensualmente en los medidores en un período de 10 años (1963-1972) de un total de 250 medidores.

Se numeraron los medidores y se procedió a dibujar para cada uno la gráfica de consumo eliminando los medidores cuyas gráficas presentaban una gran inconsistencia en los datos y además los medidores que tenían muchos años sin registro. Nos quedaron 100 medidores con datos completos durante los 10 años. Luego se calcularon los siguientes parámetros: X (media aritmética), T (desviación standard) y C_v (coeficiente de variación).

Inicialmente estimamos subjetivamente que un estudio de medidores con un coeficiente de variación $Cv = 30\%$ nos permitiría un margen suficiente para investigar los consumos. Pero, al hacer un estudio estadístico de los coeficientes de variación encontramos que su comportamiento era como la de una Distribución Normal. Dicho análisis nos llevó a ampliar nuestro coeficiente de variación hasta un 40% debido a las grandes fluctuaciones que presentaban las lecturas de los medidores. De modo que el análisis de dotación se hará con medidores cuyo coeficiente de variación sea $Cv = 40\%$. (Algunas de las gráficas de consumo para estos medidores están mostradas al final). Los resultados fueron los siguientes:

Medidor No.	\bar{X} (m^3)	T (m^3)	$Cv = \frac{T}{\bar{X}}$ (%)
1	104	18	17
3	104	28	27
7	97	35	36
11	114	35	31
12	121	40	33
13	52	14	27
16	74	20	27
17	44	11	25
18	55	16	29
20	36	9	25
21	73	22	30
26	105	22	21
31	39	14	36

Medidor No.	\bar{X} (m ³)	T(m ³)	Cv= (%)
32	43	13	30
34	111	37	33
35	81	22	27
36	64	21	33
45	79	28	35
47	85	29	34
48	59	18	30
53	55	19	34
54	79	24	30
56	88	11	13
62	50	12	24
39	30	9	30
7	74	18	24
6	29	12	25
21	33	7	21
49	40	10	25
43	82	19	23
52	30	9	30

Suma = 2130

$$\bar{X} = 2130 \text{ m}^3$$

$$\bar{X}_{\text{media}} = \frac{2130}{31} = 68.71 \text{ m}^3$$

Como el consumo es bimensual

$$\text{Consumo mensual} = 34.35 \text{ m}^3$$

De aquí se obtuvo:

$$\text{Dotación} = \frac{34.35}{30 \times 6.6} = 173 \text{ lts/hab/día,}$$

donde 6.6 es el número de habitantes por casa según el resultado de la encuesta.

b) Análisis muestrario de los medidores de agua domiciliario.

Es obvio que el buen resultado de un sistema de medidores depende casi exclusivamente de la exactitud y buena marcha de los aparatos. A fin de constatar la confiabilidad en las lecturas de los medidores, se procedió a comprobar la exactitud de ellos mediante una muestra al azar de tamaño 10.

En el Taller de Pruebas de ANDA se efectuaron los siguientes ensayos:

1. Exactitud: con el objeto de determinar el porcentaje de agua pasada que efectivamente registra el aparato.
2. Pérdida de carga: con el objeto de determinar la ley o función de variación de la pérdida de presión que sufre el agua en su paso a través del medidor, y para determinar la capacidad nominal del aparato, y
3. Sensibilidad: con el objeto de determinar la rata a la cual el medidor comienza a registrar.

Los resultados fueron los siguientes:

Estado Aceptable	4	medidores
Error positivo	1	"
Error negativo	2	"
Totalmente parados	<u>3</u>	"
	10	

% de medidores en estado no aceptable: 60%

GRAFICO DEL MEDIDOR DE CONSUMO

medidor n° 18

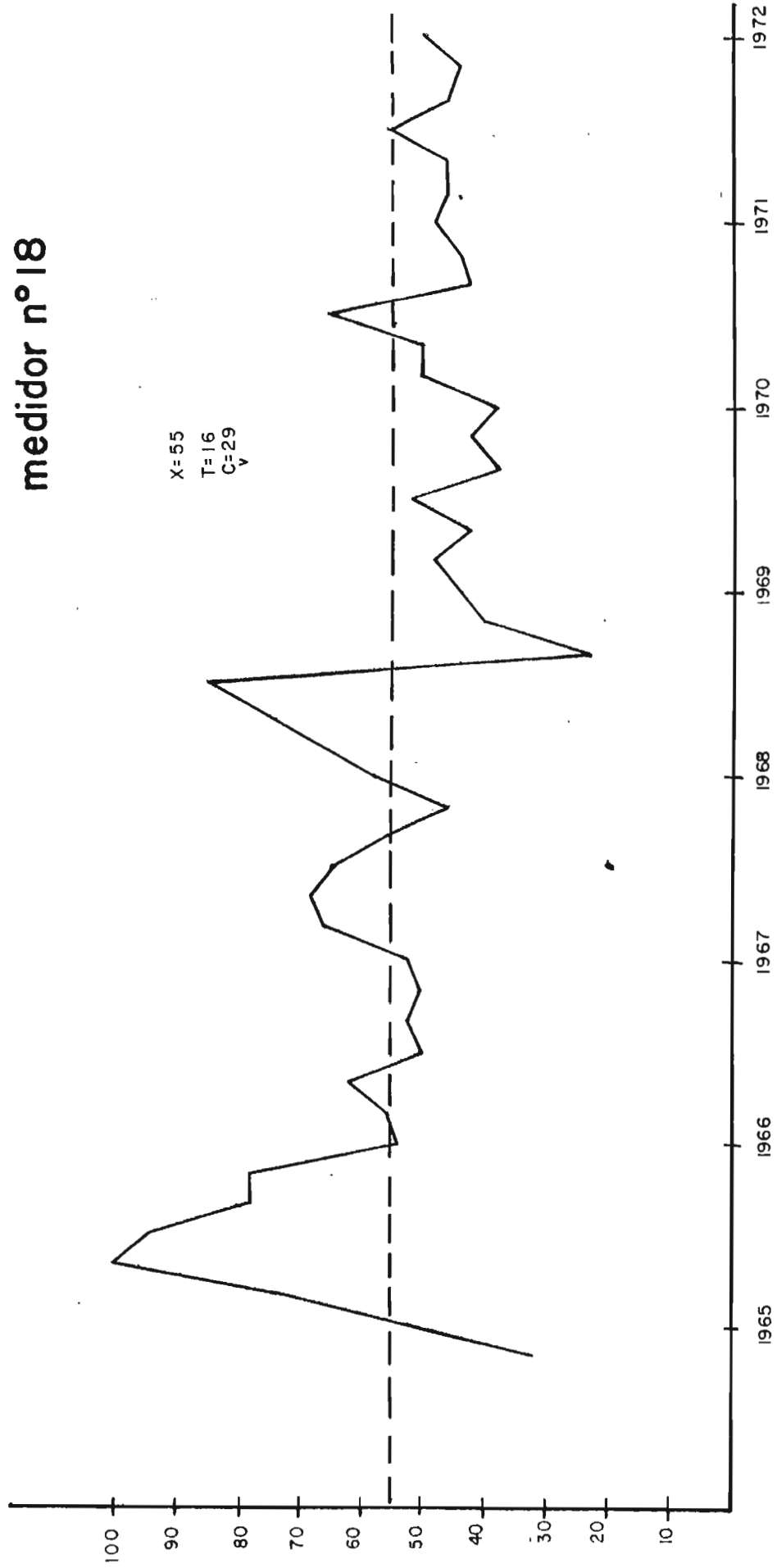
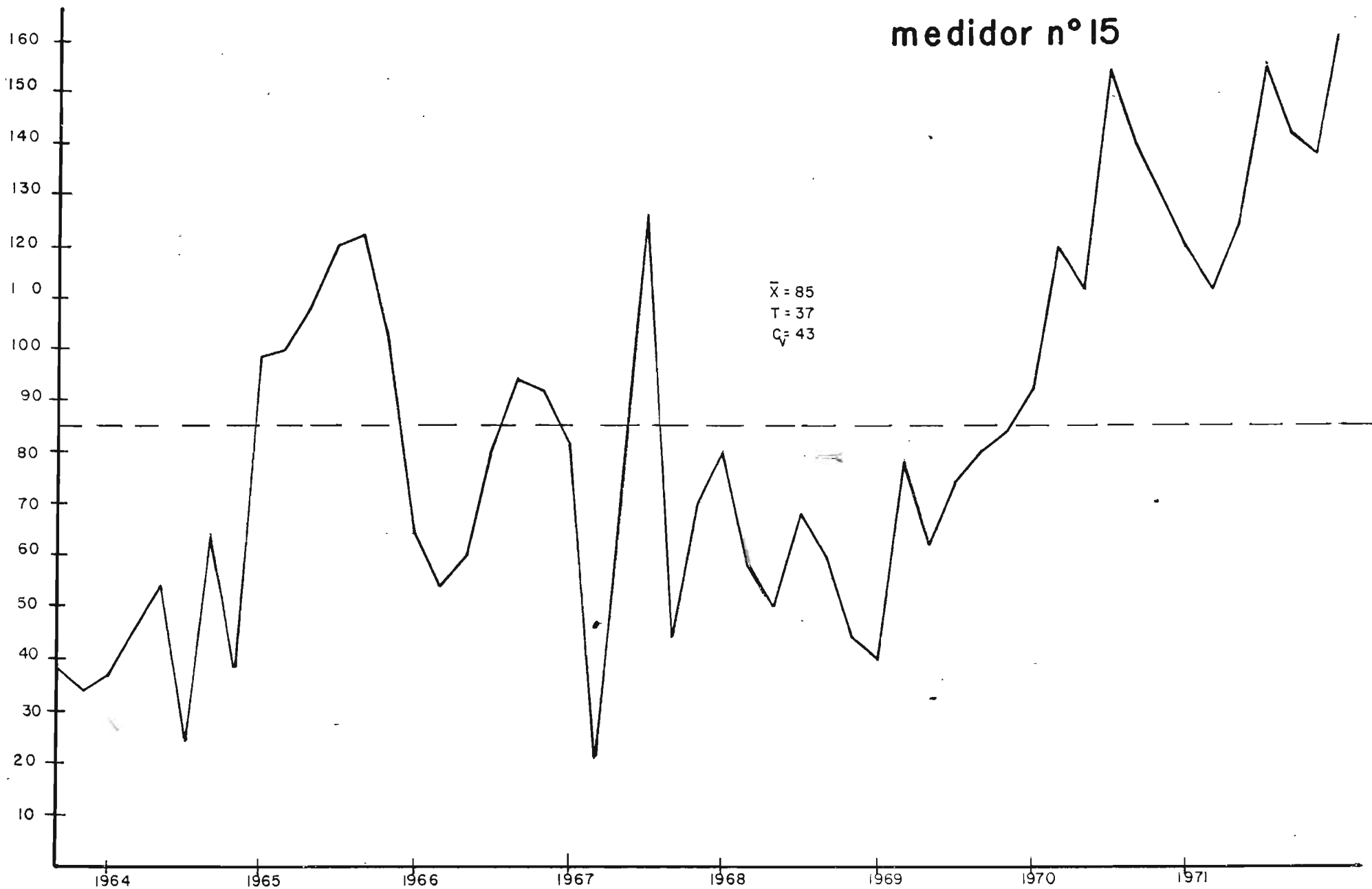
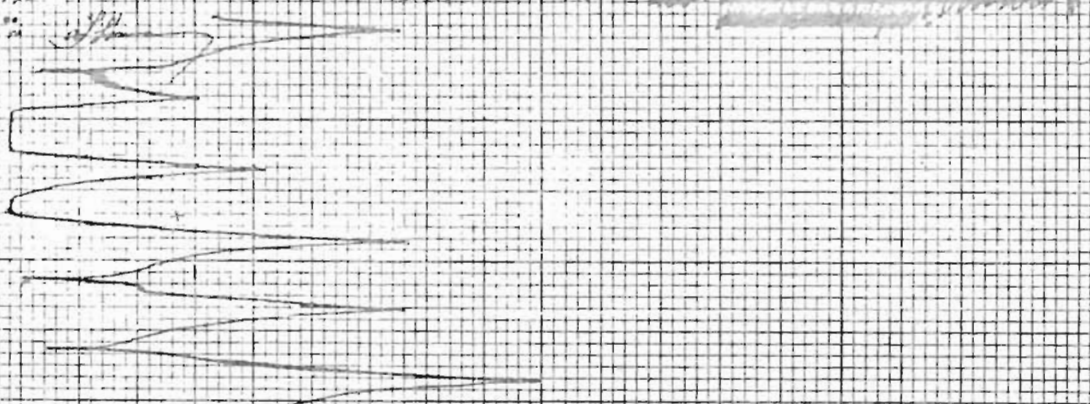


GRAFICO DEL CONSUMO DE AGUA

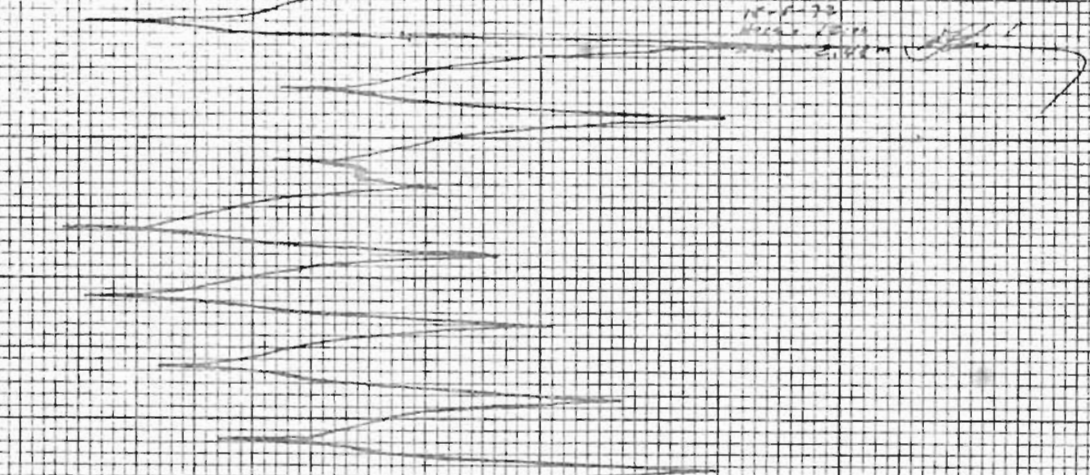
medidor n° 15



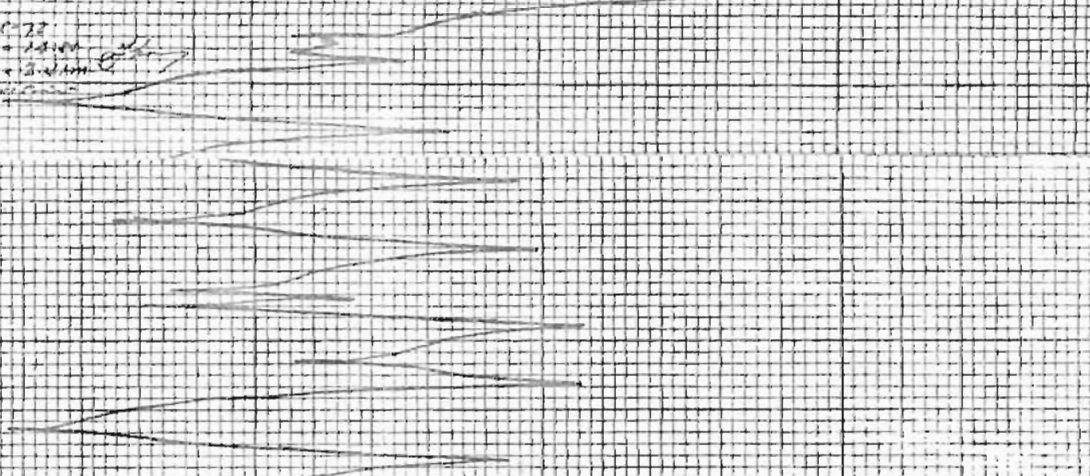
7. Juli 1922
Höhe 17.00
L.H. 2.00m



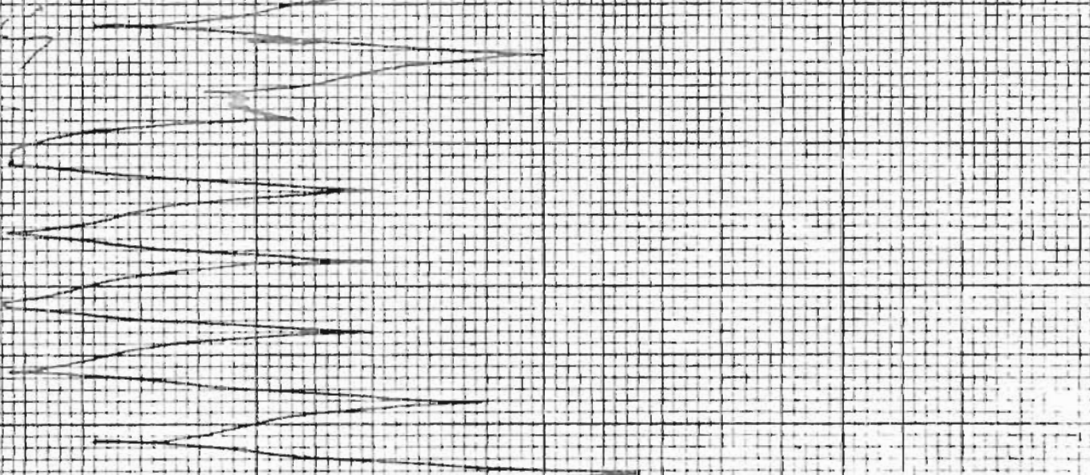
15. 8. 22
Höhe 15.00
L.H. 2.00m



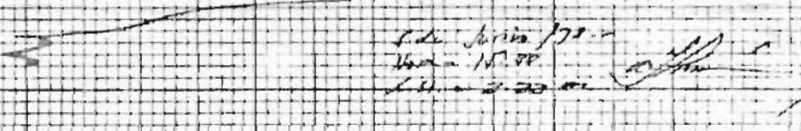
22. 8. 22
Höhe 14.00
L.H. 2.00m



29. 8. 22
Höhe 13.00
L.H. 2.00m



1. Sept. 1922
Höhe 12.00
L.H. 2.00m



El valor se comprueba mediante el análisis estadístico que se hizo anteriormente pues mas del 50% de los datos de consumo tuvieron que ser descartados.

E-3. Análisis del limnigrama

Para determinar las variaciones diaria y horaria (K_1 y K_2) se procedió a instalar un limnigrafo marca FUESS suministrado por el Servicio Hidrológico de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Dicho aparato efectuó mediciones constantes desde el 9 de mayo hasta el 1º de junio de 1972 (ambas fechas inclusive). Se obtuvo así los valores de las fluctuaciones de la altura del agua en el tanque. El limnigrama correspondiente está mostrado al final. Es importante hacer notar que durante el tiempo que estuvo funcionando el limnigrafo, solamente trabajó el tanque en donde se instaló el aparato.

El análisis se hizo de la siguiente forma:

1. Cálculo de la variación de la altura del tanque o/hora (en mts).
2. Conversión de esta variación a caudal equivalente (en lts) por medio de la fórmula $Q_c = \frac{h \cdot \text{Area}}{\text{tiempo}}$
3. Diferencias entre el caudal de bombeo diario y el caudal equivalente.
4. Cálculo de Q medio diario, Q máximo horario y Q máx diario.
5. Determinación de K_1 y K_2 .

Los datos obtenidos del limnigrama son los siguientes:

Nomenclatura: $D = \text{día}$

$$Q = \frac{h \cdot \text{Area}}{t} \text{ (lts)}$$

$H = \text{hora}$

$h = \text{variación de altura en el tanque}$

$A = \text{Area del tanque}$

$t = \text{tiempo (seg)}$

$Q_B = \text{caudal del horario de bombeo (lts/s)}$

$Q_o = \text{caudal de consumo (lts/s)}$

Valores numéricos de K_1 y K_2

Del análisis del Limnigrama se obtiene

- Q medio diario = 6.1 lts/s
- Q máx. horario = 16.84 lts/s (obtenido el 22 de mayo a las 13.00 horas)
- Q máx diario = 7.4 lts/s

$$K_1 = \frac{Q \text{ máx diario}}{Q \text{ medio diario}} = \frac{7.4}{6.1} = 1.21 \text{ (coeficiente de variación diaria)}$$

$$K_2 = \frac{Q \text{ máx horario}}{Q \text{ máx diario}} = \frac{16.84}{7.4} = 2.27 \text{ (coeficiente de variación horaria)}$$

E-4. Conclusiones

Comparando los datos de dotación y los factores de variación con los que establece ANDA, tenemos:

1. La dotación obtenida de 173 lts/hab/día para Ciudad Arce está entre los límites establecidos en las normas de diseño que son de 150-175 lt/hab/día.
Que el valor de dotación esté un poco alto depende en gran parte de la simplificación de los datos de consumo que hicimos por razones anteriormente expuestas.
2. Los factores de variación obtenidos también cumplen con las normas de ANDA

<u>FACTOR</u>	<u>CIUDAD ARCE</u>	<u>ANDA</u>
K_1	1.21	1.2 - 1.5
K_2	2.27	1.8 - 2.4

La variación en estos valores depende del poco tiempo de registro del consumo para el cual obtuvimos estos resultados.

- 3. Concluimos, así, que la red de distribución de Ciudad Arce cumple con los requisitos que ANDA establece para el buen funcionamiento de una red de distribución.*

APENDICE I - ANALISIS ECONOMICO PARA EL DISEÑO
DEL PERIODO OPTIMO

I-a. Objetivo

El objetivo de este análisis es el de encontrar el período óptimo para diseñar un sistema de abastecimiento de agua. Usualmente, el período de diseño utilizado ha sido de 20 a 25 años, dependiendo este valor de los recursos hidráulicos disponibles, de las posibilidades de desarrollo de la población, etc. Con esta intención, se calcularon las redes de distribución para 1967, 1972, 1977 y 1982. Después se determinó el presupuesto involucrado en cada año, costo de la red, mano de obra, accesorios, acometidas, tanques de almacenamiento, línea de impelencia, equipo de bombeo, etc.

Por medio de tablas de interés se redujo cada costo a valor presente y después a costo anual considerando un interés del 8%.

Hecho esto, se dibujó una curva Costo Anual - Tiempo obteniéndose la gráfica que mostró el período óptimo de diseño.

I-b. Población Futura

El método para calcular la población futura es el mismo indicado en el literal D-2.

En base a los censos de 1961 y 1972 y aplicando $P = P_0 (1+i)^n$ se obtuvo:

AÑO	Población Inicial	Factor $(1+i)^n$	Población Futura
1961	4494	1.00	4494 hab
1962		1.04	4690 "
1967		1.22	5710 "
1971	6679	1.00	6679 "
1972		1.04	7000 "
1977		1.22	8480 "
1982		1.49	10450 "

Con estos valores de población se procedió a calcular las extraacciones para cada uno de los circuitos de la red en cada uno de los años.

I-o. Dotación y Demandas

Los valores de dotación y factores de demanda son los mismos mencionados en los literales D-3 y D-3-a.

La demanda media diaria es = $\frac{\text{Población (hab)} \times \text{dotación (lit/hab/día)}}{86400 \text{ seg/día}} = (\text{lt/s})$

Luego	AÑO	Demanda Media Diaria
	1962	8.14 lt/s
	1967	9.91 "
	1972	12.15 "
	1977	14.70 "
	1982	18.15 "

Aplicando los factores:

Demandas (lts/s)	1962	1967	1972	1977	1982
Máxima Diaria	9.72	11.90	14.72	17.62	21.90
Máxima Horaria	16.28	19.82	24.30	29.40	36.30
Mínima Horaria	2.45	2.98	3.65	4.41	5.45

Con estos valores de demanda se calcularon los volúmenes de los tanques para cada año.

I-d. Cálculo del costo de instalación de la red.

En el trabajo se incluirá únicamente el cálculo del costo de instalación para los años de 1967 y 1977 puesto que el cálculo para 1972 y 1982 fue hecho en la misma forma.

I-d-1. Cálculo de la Red de Distribución para 1967

a) Volumen del tanque

$$V_1 = 0.30 \times 9.91 \times \frac{86400}{1000} = 258 \text{ m}^3 \text{ (variación en la demanda)}$$

$$V_2 = 2 \times 12 \times \frac{3600}{1000} = 90 \text{ m}^3 \text{ (incendio)}$$

$$V_3 = 2 \times 9.91 \times \frac{3600}{1000} = 72 \text{ m}^3 \text{ (interrupción en el servicio)}$$

$$V_t = 310 \text{ m}^3$$

Construiremos dos tanques de 150 m^3 cada uno.

NOTA: Dado que la población servida en Ciudad Arce está sobre alimentada de agua y las instalaciones y construcciones actuales son de muy poco valor no se considerará un volumen para incendio.

b) Extracciones

Punto	Personas Servidas	Q max horario 2002	Extracciones	Q max horario 2002	Extracciones
1	220	19.82 / 2002	2.178 lts/s	2.98 / 2002	0.327 lts
B	154		1.525		0.229
D	168		1.663		0.250
G	176		1.742		0.262
M	387		3.831		0.576
P	168		1.663		0.250
R	146		1.445		0.217
2	37		0.366		0.055
2'	212		2.099		0.316
5	115		1.139		0.171
8	124		1.228		0.185
11	95		0.941		0.142
	2002		19.820		2.980

c) Revisión para Q max horario y Q min horario.

Se hizo aplicando el método de Hardy Cross.

La nomenclatura de las tablas mostradas a continuación es la siguiente:

Q: caudal en lt/s

∅: diámetro de la tubería en pulgadas

L: longitud de la tubería en mts.

H_f : pérdida de carga según Hazen-Williams

V : velocidad en m/s

altura piezométrica

elevación del terreno en metros

presión

Q max horario 1967 - RED II SIMPLIFICADA

Tramo	Qc	φ	L/100	Hf/100	+ Hf	-	Hf/Qc	Q1	+ Hf	-	Hf/Qc	Q2	Q3	V	Piezom	Terreno	Pre- sión
1-B	6.369	6"	1.31	0.18	0.236		0.037	5.595	0.184		0.033	5.382	5.365	0.29	618.84	577.57	41.27
B-D	4.844	6"	1.34	0.10	0.134		0.028	4.070	0.094		0.023	3.857	3.840	0.20	618.75	570.00	48.75
D-G	3.181	4"	2.36	0.35	0.826		0.260	2.407	0.495		0.205	2.194	2.177	0.25	618.33	565.23	53.10
G-M	1.439	3"	3.29	0.33	1.086		0.755	0.665	0.297		0.446	0.452	0.435	0.10	618.20	567.77	50.43
1-R	5.500	6"	0.76	0.13		0.097	0.018	6.274		0.129	0.021	6.487	6.504	0.35	618.70	567.77	50.93
R-P	4.055	6"	1.64	0.07		0.115	0.028	4.820		0.180	0.037	5.042	5.059	0.27	618.52	571.72	46.80
P-M	2.392	4"	1.20	0.21		0.252	0.010	3.166		0.408	0.129	3.379	3.396	0.49	618.20	575.62	41.58
					2.282	0.404	1.126		1.070	0.717	0.894						
						=1.818				=0.353							

$$= - \frac{1.818}{1.85 \times 1.126} = -0.774$$

$$= - \frac{0.353}{1.85 \times 0.894} = -0.213$$

$$= - \frac{0.023}{1.85 \times 0.726} = -0.017$$

Q mín. Horario 1967 - RED I SIMPLIFICADA

Tramo	Q ₀	φ	L/100	H _f /100	+ H _f	-	H _f /Q ₀	Q ₁	V	Piezom	Terreno	Presión
1 - 2	0.869	6"	4.50	0				0.869	0.04			
2 - 2'	0.814	6"	0.47	0				0.814	0.04	628.81		
2' - 5	0.240	3"	1.04	0.024	0.025		0.104	0.221	0.04	628.79	552.14	76.65
5 - 8	0.069	2"	1.57	0.070	0.110		1.595	0.050	0.02	628.68	573.39	55.29
2' - 11	0.258	3"	1.80	0.026		0.047	0.182	0.277	0.04	628.76	573.39	55.37
11 - 8	0.116	3"	1.36	0.012		0.016	0.138	0.135	0.02	628.68	574.34	54.34
					0.135	0.063	2.019					

$$= - \frac{0.072}{1.85 \times 2.019}$$

$$2 = 0.072$$

$$= - 0.019$$

Q mfn. horario 1967 - RED II SIMPLIFICADA

Tramo	Q ₀	Ø	L/100	H _f /100	+ H _f	- V_f	H _f /Q ₀	Q ₁	V	Piezom	Terreno	Presión
1 - B	0.984	6"	1.31	0				0.833	0.03	628.81	577.57	51.24
B - D	0.755	6"	1.34	0				0.604	0.04	628.81	570.00	58.81
D - G	0.505	4"	2.36	0.011	0.026		0.051	0.354	0.04	628.78	565.23	63.55
G - M	0.243	3"	3.29	0.024	0.079		0.325	0.092	0.01	627.99	567.77	60.22
1 - R	0.800	6"	0.76	0				0.951	0.05	628.81	567.77	61.04
R - P	0.583	6"	1.64	0				0.734	0.03	628.81	571.72	57.09
P - M	0.333	4"	1.20	0				0.484	0.05	627.99	576.62	52.37

0.376

2=0.105

$$= - \frac{0.105}{1.85 \times 0.376} = -0.151$$

I-d-2. Cálculo del costo de Instalación para 1967

a) Los diámetros finales de la red para este año obtenidos según el literal I-d-1, son los siguientes:

Tramo	Ø (pulgadas)
1 - 2	6"
2 - 2'	6"
2' - 5	3"
5 - 8	2"
2' - 11	3"
11 - 8	3"
1 - B	6"
B - D	6"
D - G	4"
G - M	3"
1 - R	6"
R - P	6"
P - M	4"

El presupuesto de la red con los diámetros anteriores es es td detallado en las páginas siguientes. No se incluye la línea de impelencia.

PRESUPUESTO - AÑO 1967

UNI.	DIM.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
		<u>RED DE DISTRIBUCION</u>			
1482	mts	Cañería de HoFo ϕ 6"	32.35	47.942.70	
356	mts	Cañería de HoFo ϕ 4"	22.53	8.020.68	
749	mts	Cañería de HoFo ϕ 3"	19.53	14.627.97	
157	mts	Cañería de HoFo ϕ 2"	9.88	1.551.16	72.142.51
6	un@	Codo 22.5° ϕ 6"	95.19	571.14	
3	un@	Codo 11.1/4° ϕ 6"	94.55	283.65	
4	un@	Codo 45° ϕ 6"	94.52	378.08	
2	un@	Codo 90° ϕ 6"	102.90	205.80	
3	un@	Codo 11 1/4° ϕ 4"	70.26	210.78	
1	un@	Codo 22.5° ϕ 4"	70.31	70.31	
2	un@	Codo 11 1/4° ϕ 3"	54.39	108.78	
2	un.	Codo 22.5° ϕ 3"	54.39	108.78	
3	un@	Codo 45° ϕ 3"	54.39	163.17	
1	un@	Codo 90° ϕ 3"	59.78	59.78	
1	un@	Codo 11 1/4° ϕ 2"	34.41	34.41	

<i>UNI.</i>	<i>DIM.</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>P. UNIT.</i>	<i>P. TOTAL</i>	<i>TOTALES</i>
1	un@	Codo 22.5° ø 2"	36.00	36.00	2.230.68
8	un@	Válvula de compuerta ø 6"	326.78	2.614.24	
1	un@	Válvula de compuerta ø 4"	260.93	260.93	
8	un@	Válvula de compuerta ø 3"	205.00	1.640.00	
1	un@	Válvula de compuerta ø 2"	95.94	95.94	4.611.11
5	un.	Tee reductora 6" x 3"	135.86	679.30	
2	un.	Tee reductora 3" x 2"	93.18	186.36	
1	un.	Tee reductora 6" x 4"	139.22	139.22	
1	un.	Tee reductora 4" x 2"	99.81	99.81	
2	un.	Tee 6"	152.28	304.16	
1	un.	Tee 4"	132.87	132.87	1.542.72
1	un.	Crucero 2"	71.96	71.96	
1	un.	Crucero 3" x 2"	106.46	106.46	
1	un.	Crucero 6" x 3"	158.46	158.46	336.88
2	un.	Reductor 3" x 2"	62.11	124.21	
3	un.	Reductor 6" x 4"	86.28	258.84	

UNI.	DIV.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
2	un.	Reductor 4" x 3"	65.92	131.84	519.90
17	un.	Niples 4"	5.50	93.50	
12	un.	Niples 3"	5.00	60.00	
11	un.	Niples 2"	4.00	44.00	197.50
		<u>Mano de Obra</u>			
2031	m ³	Terracería	3.00	6.093.00	
1482	mts	Colocación de cañería Ø 6"	0.80	1.185.60	
356	mts	Colocación de cañería Ø 4"	0.50	178.00	
749	mts	Colocación de cañería Ø 3"	0.40	299.60	
157	mts	Colocación de cañería Ø 2"	0.30	47.10	
12	un.	Colocación de Tees	10.00	120.00	
29	un.	Colocación de Codos	6.00	174.00	
7	un.	Colocación de reductores	15.00	45.00	
3	un.	Colocación de cruceros	5.00	35.00	
8	un.	Colocación de válvulas Ø 6"	8.00	64.00	

UNI.	DIM.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
1	un.	Colocación de Válvulas ϕ 4"	6.00	6.00	
8	un.	Colocación de Válvulas ϕ 3"	5.00	40.00	
1	un.	Colocación de Válvulas ϕ 2"	2.00	2.00	
40	un.	Colocación de niples	2.00	80.00	8.369.30
		<u>Cajas para válvulas</u>			
		<u>Materiales:</u>			
6	bls	Cemento gris	4.00	24.00	
1	m ³	arena	5.00	5.00	
0.2	m ³	grava	12.00	2.40	
500	un.	ladrillo de obra	0.06	30.00	
50	lbs	hierro ϕ 1/4"	0.21	10.50	
10	lbs	hierro ϕ 3/8"	0.20	2.00	
5	lbs	alambre de amarre	0.30	1.50	75.40
		<u>Mano de obra:</u>			
18	un.	Hechura de cajas para válvulas	6.00	108.00	108.00

UNT.	DIM.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
		<u>Acometidos</u>			
220	un.	Número total de acometidos			
		<u>Materiales:</u>			
2	un.	abrazadera de 4"	8.00	16.00	
1	un.	grifo Müller Ø 1/2"	4.25	4.25	
1	un.	tuerca de cobre acopladora Ø 3/4"	0.50	0.50	
1	un.	niple PVC Ø 1/2	0.25	0.25	
2	un.	codos 45° Ø 1/2" PVC	0.30	0.60	
6	mts	cañería Ø 1/2" PVC	0.40	2.40	
1	un.	acoplador macho Ø 1/2" PVC a Ho. Galv.	0.40	0.40	
1	un.	válvula de cuadro Ø 1/2" (con seguro)	2.65	2.65	
1	un.	niple 2" x Ø 1/2" Ho. Galv.	0.25	0.25	
1	un.	bushing Ø 3/4" a Ø 1/2".	0.35	0.35	
1	un.	medidor de velocidad Ø 5/8".	28.10	28.10	

UNE.	DIA.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
1	un.	caja pre-fabricada de 55 x 55 cm.	15.00	15.00	
1	pinta	cemento para PVC	2.10	2.10	
1	un.	brocha de 1 1/2"	1.50	1.50	
1	un.	tapón macho ϕ 1/2" Ho. Galv.	0.15	0.15	
				<hr/>	
				74.50	
		<u>Mano de obra:</u>			
1	m ³	Terracería	3.00	3.00	
6	mts	colocación de cañería ϕ 1/2" PVC	0.15	0.90	
1	un.	colocación del grifo Müller	1.00	1.00	
1	un.	colocación de caja pre-fabricada	3.00	3.00	
1	un.	fontanería en caja, incluyendo la colocación del medidor	3.00	3.00	
				<hr/>	
				10.90	18.788.00
		<u>TANQUES DE ALMACENAMIENTO</u>			
2	un.	Tanques de 150 m ³ c/u.			

<i>UNT.</i>	<i>DIM.</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>P. UNIT.</i>	<i>P. TOTAL</i>	<i>TOTALES</i>
		<u><i>Materiales:</i></u>			
24000	<i>un.</i>	<i>ladrillo de obra</i>	0.06	840.00	
350	<i>bls</i>	<i>cemento</i>	4.00	1.400.00	
28	<i>m³</i>	<i>arena</i>	5.00	140.00	
20	<i>m³</i>	<i>grava</i>	12.00	240.00	
725	<i>un.</i>	<i>ladrillos de tableta</i>	0.10	72.50	
105	<i>lbs</i>	<i>hierro ϕ 1/4"</i>	0.21	22.05	
5750	<i>lbs</i>	<i>hierro ϕ 3/8"</i>	0.20	1.150.00	
530	<i>lbs</i>	<i>hierro ϕ 1/2"</i>	0.20	106.00	
370	<i>lbs</i>	<i>hierro ϕ 7/8"</i>	0.20	74.00	
150	<i>lbs</i>	<i>alambre de amarre</i>	0.30	45.00	
2	<i>un.</i>	<i>tapadera de lámina y sus accesorios</i>	35.00	70.00	
10	<i>gal.</i>	<i>mastique asfáltico</i>	8.00	80.00	
22	<i>gal.</i>	<i>pintura impermeabilizante</i>	12.00	264.00	
3.8	<i>m³</i>	<i>piedra</i>	5.00	19.00	
19.4	<i>m³</i>	<i>piedra 4a.</i>	5.00	97.00	

UNI.	DIM.	DESCRIPCION	P. UNIT	P. TOTAL	TOTALES
8	un.	electrodos	0.35	2.80	
7	mts	cañería ϕ 6"	32.35	226.45	
7	un.	codos ϕ 6" 90° C- ϕ	82.74	579.18	
1	un.	válvula de compuerta ϕ 6" J.M.	346.78	346.78	
1	par	cabos ϕ 6" B-E	79.56	79.56	
1	un.	tee ϕ 6" 3C	152.58	152.58	
300	rrs	cuartón de pino	0.50	150.00	
240	rrs	tablas de pino	0.50	120.00	
12	lbs	clavos 3"	0.45	5.40	
8	lbs	clavos 2 1/2"	0.45	3.60	
80	lbs	plomo	0.50	40.00	6.325.90
		<u>Mano de obra</u>			
30	m ³	terracería	2.00	60.00	
13.2	m ³	mampostería de piedra	5.00	66.00	
3.0	m ³	emplantillado de piedra	4.00	12.00	

UNI.	DIM.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL	TOTALES
22.0	m ³	CONCRETO ARMADO, BATIDO Y COLADO	25.00	550.00	
140.0	m ²	mampostería de ladrillo armado	5.00	700.00	
35	m ²	pavimento de ladrillo de tableta	1.50	52.50	
250	m ²	repello	1.00	250.00	
1	un.	fontanería	30.00	30.00	
1	un.	armadura	275.00	275.00	
1	un.	encofrado y desencofrado	150.00	150.00	
175	m ²	pintura	0.30	42.50	
1	un.	colocación de mastique	15.00	15.00	
1	un.	hechura de respiradero	8.00	8.00	2.221.00
<p>Total \$ 117.463.90 (sin incluir la línea de impelencia).</p>					

b) CALCULO DE LA LINEA DE IMPELENCIA PARA 1967

$Z = 102.93$ Mt.: diferencia de elevación entre el tanque de distribución y la caseta de bombeo.

$L = 1200$ mt.: longitud de la línea de impelenoia.

$Q = 11.92$ lit/seg = 188.97 gal/min = 0.42 pie³/seg: caudal en la línea de impelenoia.

$C = 120$: coeficiente de Hazen Williams.

ϕ	Carga Estática	Hf/100	Hf/ (mt)	Carga Dinámica	V (m/s)
4"	102.93 m	2.84	34.08	173.01 m	1.48
6"	102.93 m	0.40	4.80	107.73 m	0.66

ϕ	Carga Dinámica	eficiencia	No impulsadores	Hp	Hp Total
4"	449.39'	74.3 %	4	28.82	32.02
6"	353.35'	72.8 %	3	28.19	25.77

E T A P A S

C a r g a	2	3	4	5
449.39'	224.70'	149.80'	112.35'	89.88'
353.35'	176.68'	117.78'	88.34'	70.67'

dejaremos ϕ 6"
Hp comercial: 25 HP

Tendremos 2 bombas de 25 HP (se ha incluido una de emergencia)

Costo de energía: $\frac{25 \times 746 \times 20}{1000} = 373$ Kw-hora/día
 $= 13614.5$ Kw-hora/año

Costo Anual = $13614.5 \times 0.045 = \text{\$} 6126.53$

Costo de mantenimiento anual

Costo Anual = $200 \text{\$/mes} \times 12 = 2400.00$

Costo Anual Total $\text{\$} 8.526.53$

Costo del equipo de bombeo

Motor + bomba + accesorios + instalación	=	10000.00	
Subestación eléctrica	=	12800.00	
		<u>22800.00</u>	<u>1</u>

Costo de la Tubería

1200 mt tubería ϕ 6" (32.35 $\$/$ mt)	=	38.820.00	<u>2</u>
Accesorios	=	5.339.86	<u>3</u>
Instalación y terracería	=	2.400.00	<u>4</u>

$$\text{Costo inicial} = 1 + 2 + 3 + 4 = \text{\$ } 71.027.86$$

o) Resultado del Análisis Económico para 1967

$$\text{Costo de la Red de Distribución} = \text{\$ } 117.463.90$$

$$\text{Costo de estación de bombeo + línea de impelencia} = 71.027.86$$

$$\text{Costo inicial total} = P = \underline{188.491.76}$$

para pasar a costo anual:

$$R=P \left(\begin{array}{l} CR \\ i = 8\% \\ n = 5 \end{array} \right)$$

$$R = 188.491.76 \times 0.25046 = 47.209.65$$

$$\begin{array}{l} \text{Costos Anuales por energía} \\ \text{y mantenimiento} \end{array} \quad 8.526.53$$

$$\text{Costo anual total} = \underline{\text{\$ } 55.736.18}$$

o) Resultado del Análisis Económico para 1977

Costos anuales los 1^{os} 7 años = \$ 7301.22

Costos anuales los 2^{os} 8 años = \$ 12.202.44

Costos iniciales \$ 205.135.74

Valor presente de los costos anuales de los 1^{os} 7 años:

$$USPW \quad P = 5.747 \times 7301.22 = \$ 41960.11$$

$P = R$

$$i = 8\%$$

$$n = 7$$

Valor presente de los costos anuales de los restantes 8 años:

$P=R$	$USPW$ $i = 8$ $n = 8$	$SPPW$ $i = 8$ $n = 7$	$P = 12202.44 \times 5.747 \times 0.5835 = \$ 40914.78$
-------	------------------------------	------------------------------	---

Valor presente total = \$ 228010.63

Expresado en costos anuales:

CR

$$R=P \quad i=8\%$$

$$n=15$$

$$R=0.11683 \times 228010.63 = \$ 26638.48$$

I - d - 5 Resultado Final del Análisis Económico

La tabla siguiente muestra los costos anuales de instalación de las redes para los años en estudio.

<i>AÑO</i>	<i>Costo de la Instalación (¢)</i>
1967	56.000
1972	29.000
1977	26.700
1982	31.500

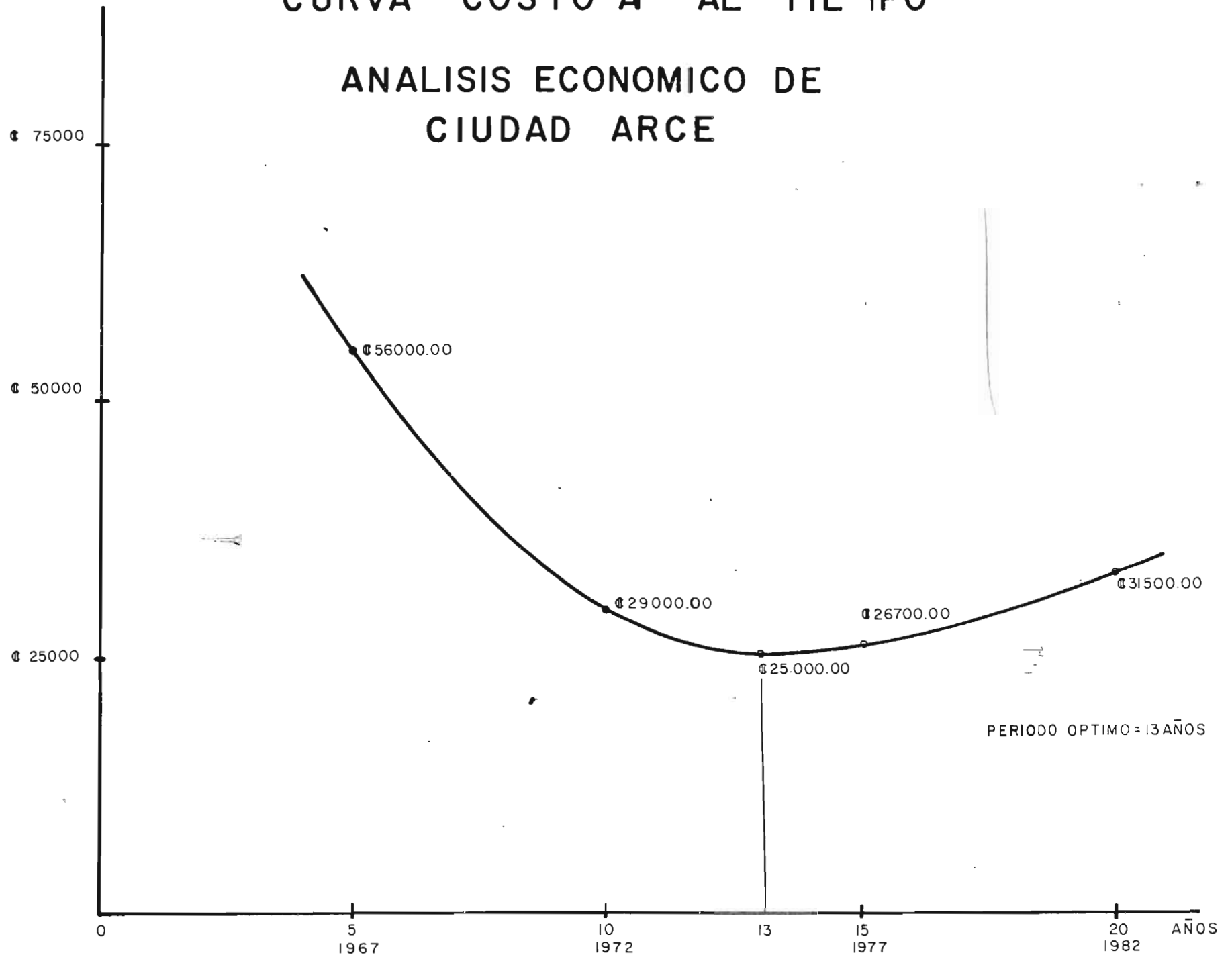
Graficando la curva Costo Anual - Tiempo se obtiene el período óptimo de diseño y que resultó ser de 13 años. (Ver gráfica al final).

I-e. Conclusiones

Como se supuso al principio, el período que corrientemente se usa para el diseño de las redes de abastecimiento no cumple con las condiciones económicas óptimas que requiere un proyecto de este tipo. Esperamos que este estudio sirva de apoyo a nuestros proyectistas para futuros diseños.

CURVA COSTO A AL-TIE IPO

ANALISIS ECONOMICO DE CIUDAD ARCE



APENDICE II - ANALISIS POR ESTRATOS DE LA POBLACION
DE CIUDAD ARCE Y SU PROYECCION

II-a. Ojetivo

A fin de establecer en qué medida varían los diferentes métodos de proyección de población futura , compararemos los resultados obtenidos de este apéndice con los valores calculados por el método geométrico con los censos que se usaron en el transcurso del trabajo. En esta parte se encontrará la proyección de población futura por el método de estratos y el de nacimientos y defunciones.

II-b. Consideraciones

Para el presente análisis se harán las siguientes conside
raciones:

- a) Los porcentajes promedios de hombres y mujeres a través de los diferentes estratos (intervalos de 5 años) correspondiente a todo el territorio de la República coincide con los porcentajes para los diferentes estratos de Ciudad Arce.
- b) El año que se tomó como punto de partida para el estudio fue 1961, dado que para este año se tenían datos de la cantidad de hombres y mujeres en cada intervalo de 5 años.
- c) El porcentaje de personas de edad desconocida es despre
otiable.
- d) La tasa de mortalidad promedio (proyección de 1969 a 1980) del territorio de la República coincide con la de Ciudad Arce,

teniendo una variación lineal.

e) Las tasas observadas y estimadas de natalidad de la República están en correspondencia con las de Ciudad Arce, teniendo en cada intervalo una variación lineal.

f) Los valores de d) y e) se tenían cada 10 años y puesto que este análisis es por cada 5 años los porcentajes de los estratos que caían en el intervalo de 10 se consideraban iguales además de que se consideraban constantes durante el período en estudio.

CUADRO II - A

Grupos de edad	Datos totales del país		Habitantes de Ciudad Arce		
	% Hombres	% Mujeres	Hombres	Mujeres	Total
0 - 5	17.6	16.8	383	389	772
5 - 9	15.6	14.9	340	345	685
10 - 14	13.1	11.7	285	271	556
15 - 19	9.5	9.8	207	228	435
20 - 24	8.2	8.9	178	206	384
25 - 29	6.5	7.1	142	164	306
30 - 34	5.9	6.2	128	145	273
35 - 39	5.4	5.7	118	132	250
40 - 44	4.2	4.5	91	103	194
45 - 49	3.5	3.6	78	84	162
50 - 54	3.1	3.1	65	72	137
55 - 59	2.0	2.1	46	49	95
60 - 64	2.3	2.3	48	53	101
65 - 69	1.2	1.2	26	28	54
70 - 74	0.8	0.8	18	18	36
75 - más	1.1	1.3	24	30	54

24492

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos de El Salvador.

II-c. Mortalidad y su proyección a 1980

Tasas de mortalidad por 1.000 habitantes por todas las causas 1969 y tasas estimadas para 1980.

<i>Edad</i>	<i>T O T A L</i>	
	<i>1969</i>	<i>1980</i>
<i>Menores de 1 año</i>	57.9	43.4
<i>1 - 4</i>	34.6	6.8
<i>5 -14</i>	2.5	1.4
<i>15 -24</i>	2.1	2.0
<i>25 -34</i>	3.3	3.0
<i>35 -44</i>	5.3	5.0
<i>45 -54</i>	8.7	7.9
<i>55 -64</i>	18.7	17.3
<i>65 -74</i>	40.5	41.8
<i>75 y más</i>	103.00	100.4

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos y Departamento de Estadística de la Dirección General de Salud.

CUADRO II - B

Tasas observadas y estimadas de natalidad por 1000 habitantes.

Año	N A T A L I D A D	
	Nacidos Vivos	Tasa
Q 1960	121,403	46.5
Q 1965	137,430	46.9
Q 1970	141.264	40.0
1975		45.3
1980		45.1

Q observados

+ nacidos vivos por 1000 mujeres de 15 - 44 años.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos.

II-d. Análisis de 1961 a 1966 de defunciones

Entre 0 - 5 años

Tasa de mortalidad para menores de 1 año 1961 68 por mil hab.

Tasa de mortalidad para 1 - 4 1961 55 por mil hab.

123 por 2000 hab.

Ver la respectiva gráfica 61.5 por 1000 hab

Defunciones esperadas por hab.

$$5 \times \frac{772 \times 61.5}{1000} = 237$$

5 - 9 años

Tasa de mortalidad 3.3 por 1000 hab.

Defunciones esperadas

$$5 \times \frac{685 \times 3.3}{1000} = 11$$

Ver la respectiva gráfica.

De la misma forma se obtuvieron los restantes valores.

Otra cosa que hay que recordar es que en el estrato de 75 años y más la cantidad de personas que pasa del estrato inferior se ve sumada con la cantidad de personas que sobrevive más de 75 años.

II-e. Natalidad

Tasa de natalidad por 1000 hab. 46.7

$$\text{Nacimientos esperados } 5 \times \frac{46.7 \times 4494}{1000} = 1049$$

NOTA: En la misma forma se calculó para los años siguientes.

II-f. Procedimiento

Una vez obtenido el número de defunciones y nacimientos se hacía su proyección trasladando el estrato inferior al superior pero afectado del número de defunciones y teniendo en el estrato inicial el número de nacimientos esperados, así para 1966 de 0-5 años el número de habitantes es 1.049 que corresponde con el número de nacimientos calculado en el intervalo 1961-1966.

Para el grupo 5 - 9 años se procedió así: en el intervalo 1961-1966 para 0-5 años se tenía 77a habitantes menos el número de defunciones encontrado (263) resulta ser de 535 habitantes y en la misma forma se hizo para los siguientes intervalos y períodos.

CUADRO II - C
ANALISIS DE 1961 a 1966

<i>Grupo</i>	<i>Tasa de mortalidad por 1000 hab</i>	<i>Defunciones esperadas</i>
0 - 5	61.5	237
5 - 9	3.3	11
10 - 14	3.3	9
15 - 19	2.2	5
20 - 24	2.2	4
25 - 29	3.5	5
30 - 34	3.5	5
35 - 39	5.5	7
40 - 44	5.5	5
45 - 49	9.3	8
50 - 54	9.3	6
55 - 59	19.8	9
60 - 64	19.8	10
65 - 69	39.6	11
70 - 74	39.6	7
75 y más	105.0	28
	<i>Tasa de natalidad por 1000 hab.</i>	<i>Nacimientos esperados</i>
	46.7	1049

CUADRO II - D
ANALISIS DE 1966 a 1971

<i>Grupo</i>	<i>Tasa de mortalidad por 1000 hab.</i>	<i>Defunciones esperadas</i>
0 - 5	52.0	263
5 - 9	2.8	8
10 - 14	2.8	9
15 - 19	2.1	6
20 - 24	2.1	5
25 - 29	3.4	7
30 - 34	3.4	5
35 - 39	5.4	7
40 - 44	5.4	7
45 - 49	8.9	8
50 - 54	8.9	7
55 - 59	19.1	12
60 - 64	19.1	8
65 - 69	40.1	18
70 - 74	40.1	9
	<i>Tasa de natalidad por 1000 hab.</i>	<i>Nacimientos esperados</i>
	45.5	1172

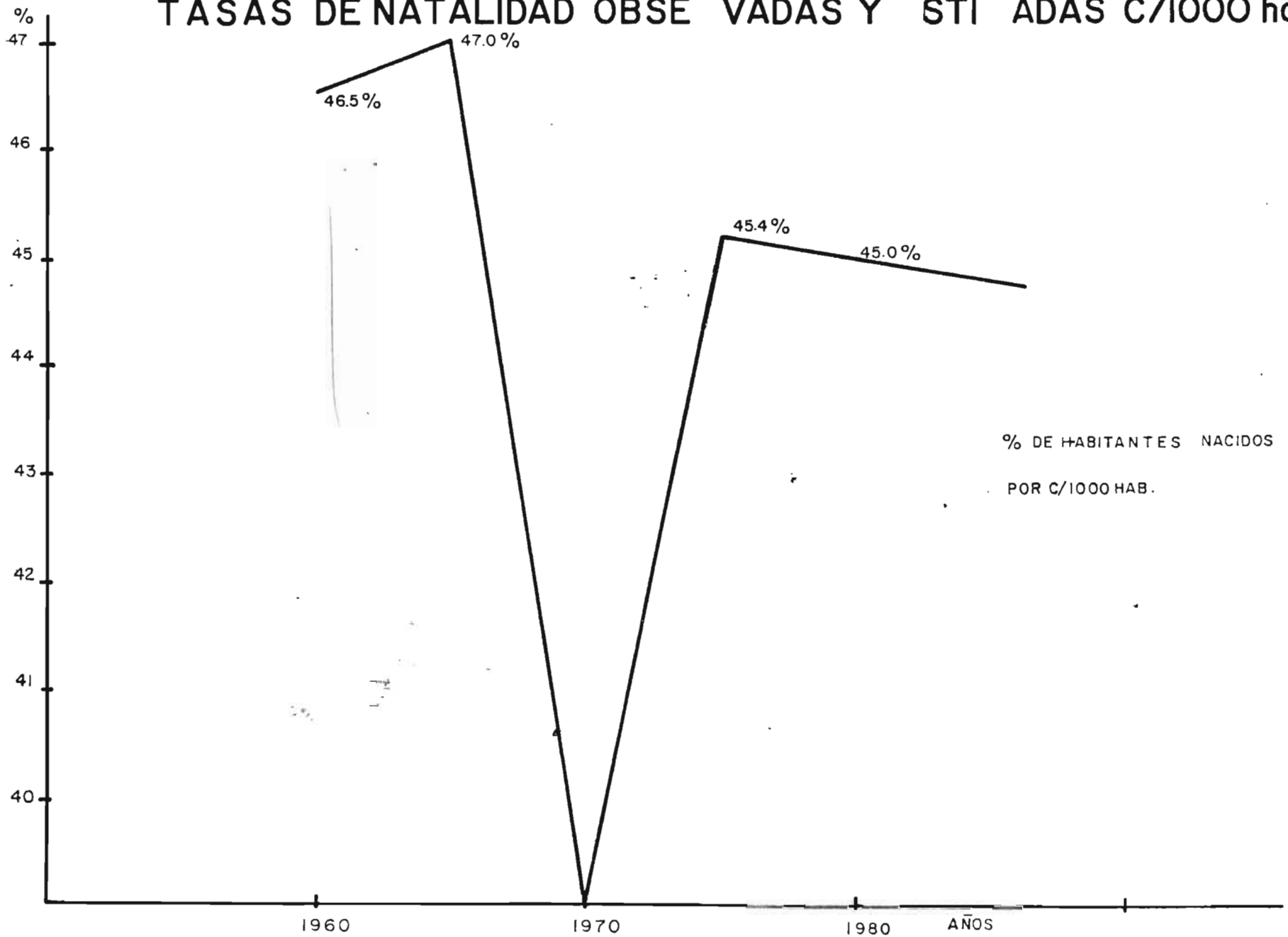
CUADRO II - E
ANALISIS DE 1971 a 1976

<i>Grupo</i>	<i>Tasa de mortalidad por 100 hab.</i>	<i>Defunciones esperadas</i>
0 - 5	42.5	249
5 - 9	2.3	9
10 - 14	2.3	6
15 - 19	2.1	7
20 - 24	2.1	6
25 - 29	3.3	7
30 - 34	3.3	6
35 - 39	5.2	8
40 - 44	5.2	7
45 - 49	8.6	10
50 - 54	8.6	8
55 - 59	18.5	14
60 - 64	18.5	12
65 - 69	40.6	16
70 - 74	40.6	15
	<i>Tasa de natalidad</i>	<i>Nacimientos esperados</i>
	41.1	1215

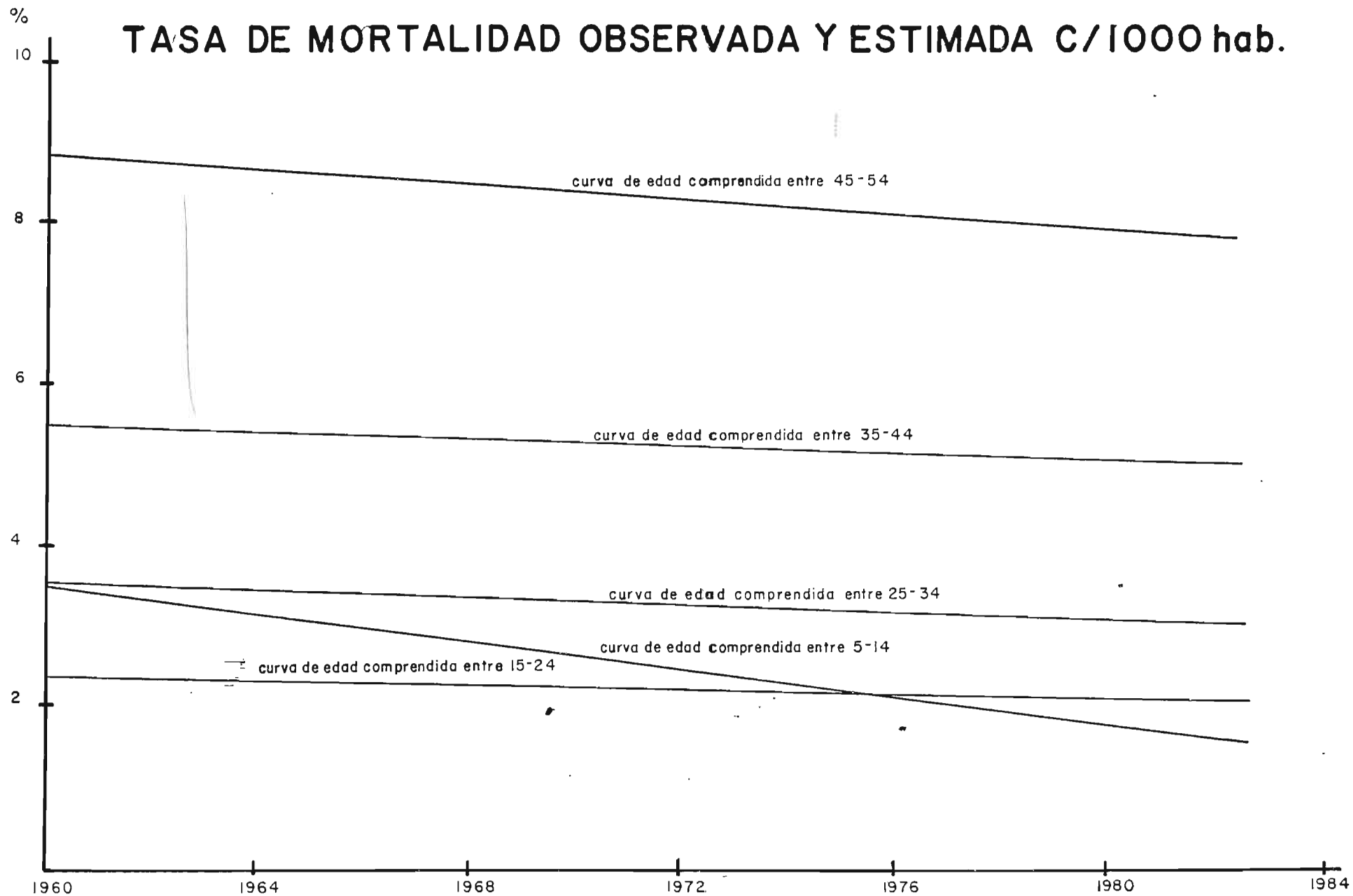
II- g. Conclusiones

De los datos observados se tenía una población para 1961 de 4494 habitantes que fue el valor de partida; pero si vemos para 1971 el censo de ese año reporta 6679 habitantes contra 5943 que fue el resultado del método de estratos; resultando una diferencia de 765 habitantes. Pero no hay que olvidar de que las suposiciones hechas al principio son quizá un tanto alejados de la realidad pero sí nos dan un índice aproximado de la población futura.

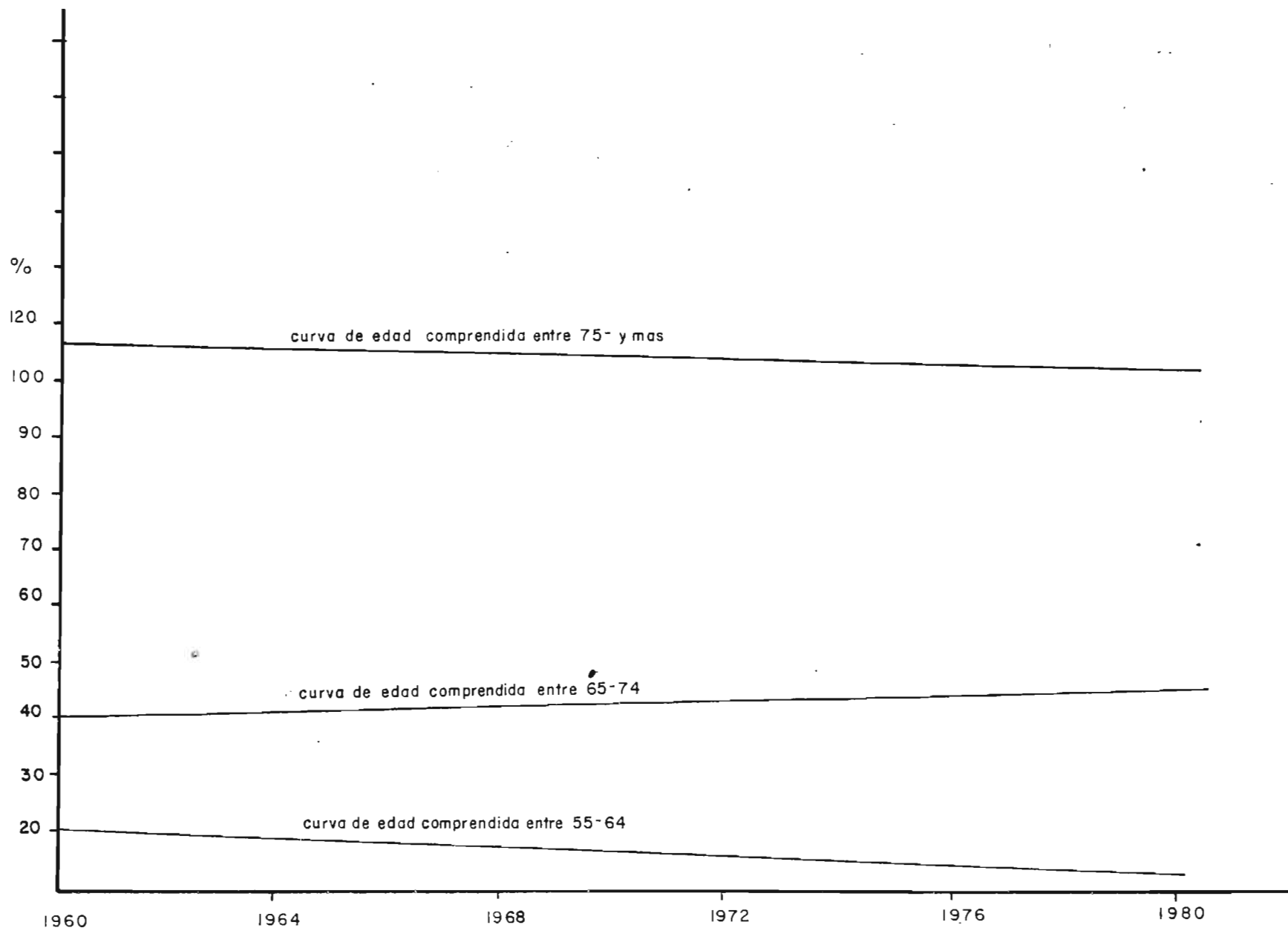
TASAS DE NATALIDAD OBSE VADAS Y STI ADAS C/1000 hab.



TASA DE MORTALIDAD OBSERVADA Y ESTIMADA C/1000 hab.



TASA DE MORTALIDAD OBSERVADA Y ESTIMADA C/1000 hab.



2. Análisis de la población de Ciudad Arce en base a los registros de nacimientos y defunciones.

a) Consideraciones Generales.

1. Los datos de nacimientos y defunciones fueron obtenidos en la Alcaldía de Ciudad Arce. Como estos datos corresponden a datos totales (urbano y rural), se tratará de encontrar una relación entre la población urbana y la población total a través de los años de proyección.
2. Los datos base serán los de los censos de 1950, 1961 y 1971. Aunque existen los datos del censo de 1930, se descartarán porque no son muy confiables.
3. Como la proyección se hará hasta 1982, será necesario extrapolar los valores de las relaciones. Por lo tanto, se tratará de expresar los valores iniciales como una línea recta para poder extrapolar.
4. El comportamiento de los nacimientos y defunciones será el mismo que la relación entre los habitantes del área urbana y la total

b) Relación entre la población urbana y la población total.

Año	Habitantes		hab	
	Area Urbana	Area Total	% Area Urb/	Area Tot...
1950	3551	11220		32
1961	4494	16622		27
1971	6679	25275		26

X	Y	
1950 (10)	32	X = años
1961 (21)	27	Y = %
1971 (31)	26	() = transformación para simplificar

Graficando la curva (X,Y) parece que una hipérbola de la forma $Y = a x^b$ la transformaría en una línea recta.

X	Y	Log. X	Log. Y
10	32	1	1.505
21	27	1.322	1.431
31	26	1.491	1.415

Graficando la curva (Log.X, Log.Y) no resulta recta. Pro-
baremos una curva de la forma $\frac{X}{Y} = a + b X$

<u>X</u>	<u>X/Y</u>
10	0.30
21	0.78
31	1.19

Vemos que da una línea recta. Trataremos de determinar las constantes a y b para encontrar la ecuación de la recta. (ver gráficas al final).

Método de los puntos escogidos para determinar a y b

Consiste simplemente en tomar de una gráfica cuya forma es la de una recta, el valor de dos pares ordenadas y resolver las ecuaciones correspondientes.

Método de los promedios para determinar a y b

El desarrollo del método en forma matemática es la siguiente:

$$Y = a + bx$$

$$Y - a - bx = 0$$

$$(Y - a - bx) = 0$$

$$Y - a - bx = 0$$

$$Y = na + b x$$

De modo que los datos obtenidos de las mediciones hechas se agrupan a fin de formar las dos ecuaciones utilizando el método de los puntos escogidos obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$1) \quad 0.31 = a + 10b$$

$$2) \quad 1.28 = a + 33b$$

Resolviendo para a y b tenemos

$$a = -0.112 ; \quad b = 0.0422$$

y la ecuación será

$$\frac{x}{y} = -0.112 + 0.0422 x$$

$$\text{ó} \quad y = \frac{x}{-0.112 + 0.0422 x}$$

Como comprobación usaremos el método de los promedios.

X	X/Y	
10	0.30	Del par ordenado (31, 1.19): 1) $1.19 = a + 31b$
21	0.78	De los otros dos pares ordenados:
31	1.19	2) $1.08 = 2a + 31b$

Resolviendo estas ecuaciones para a y b tenemos

$$a = -0.11 \quad b = 0.042$$

$$\text{Luego} \quad \frac{x}{y} = -0.11 + 0.042 x$$

$$\text{ó} \quad y = \frac{x}{-0.11 + 0.042 x}$$

De los dos métodos podemos observar que las variaciones entre ellos son pequeñas, de modo que dejaremos

$$Y = \frac{X}{-0.112 + 0.0422 x}$$

donde $X = \text{años}$

$$Y = \% \frac{\text{hab. área urbana}}{\text{hab. área total}}$$

o) Nacimientos y Defunciones en el área urbana

-Datos totales obtenidos en Ciudad Arce

AÑO	NACIMIENTOS	MUERTES	
1960	824	184	Incluye población rural y urbana
1961	795	122	
1962	696	160	
1963	982	188	
1964	949	186	
1965	999	237	
1966	1030	187	
1967	1113	267	
1968	1105	260	
1969	1120	296	
1970	1060	385	

Aplicando la ecuación $Y = \frac{X}{-0.112 + 0.0422 x}$ obtenemos para el sector urbano:

Año	X	Y (%)	Nacimientos	Muertes
1960	20	27.5	227	51
1961	21	27.3	217	33
1962	22	27.2	189	44
1963	23	27.0	265	51
1964	24	26.8	255	50
1965	25	26.7	266	63
1966	26	26.6	274	50
1967	27	26.5	300	71
1968	28	26.4	292	69
1969	29	26.3	295	78
1970	30	26.2	277	100

d) Ajuste de una recta por el método de los promedios a los nacimientos de la parte urbana de Ciudad Arce.

Para ello se tomarán sólo los valores desde 1963 a 1971 debido a que los datos de 1960, 1961 y 1962 presentan un comportamiento un poco inconsistente como se muestra en la gráfica de nacimientos al final.

Aplicando el método de los promedios a la fórmula $Y = a + bx$, se tienen las ecuaciones:

$$1) 1060 = 4a + 18b$$

$$2) 1164 = 4a + 34b$$

Año	X	Yn	
1963	3	265	
1964	4	255	
1965	5	266	
1966	6	274	X = año
1967	7	300	Yn = nacimientos
1968	8	292	
1969	9	295	
1970	10	277	

Resolviendo para a y b:

$$a = 235.8 ; b = 6.5$$

Luego $Yn = 235.8 + 6.5 x$

Así podemos hacer la proyección futura de nacimientos:

Año	X	Yn
1971	11	307
1972	12	314
1973	13	320
1974	14	327
1975	15	333
1976	16	340
1977	17	346
1978	18	353
1979	19	359
1980	20	365
1981	21	372

e) Ajuste de una recta por el método de los promedios a las defunciones de la parte urbana de Ciudad Arce.

Año	X	Yd	
1960	0	51	
1961	1	33	
1962	2	44	
1963	3	51	Yd = muertes
1964	4	50	
1965	5	63	
1966	6	50	
1967	7	71	
1968	8	69	
1969	9	78	
1970	10	100	

Aplicando el método de los promedios a la fórmula

$Y = a + bx$, se tienen las ecuaciones:

$$1) 292 = 6a + 15b$$

$$2) 368 = 5a + 40b$$

Resolviendo para a y b

$$a = 37.4 ; b = 4.5$$

$$Yd = 37.4 + 4.5 x$$

Así podemos hacer la proyección futura de defunciones

<u>Año</u>	<u>X</u>	<u>Yd</u>
1971	11	87
1972	12	91
1973	13	96
1974	14	100
1975	15	105
1976	16	109
1977	17	114
1978	18	118
1979	19	123
1980	20	127
1981	21	132

f) Con los valores encontrados de nacimientos y muertes podemos encontrar el incremento anual de población a partir de 1960 tomando como base el año de 1961 cuya población era de 4494. El resultado final es el siguiente: (ver Tabla en la siguiente hoja)

g) Conclusiones y observaciones.

El último valor (9047 hab) parece estar un poco de acuerdo con el obtenido usando una progresión geométrica y que fue de 10450 hab.

Aunque los datos concuerdan un poco observemos lo siguiente:

Muchas de las suposiciones hechas al principio parecen ser arbitrarias ya que no existe forma alguna de comprobarlas. También

no es posible decir que el porcentaje de habitantes del área urbana con respecto al área total se comporta de la forma encontrada aunque matemáticamente fue posible establecer una ecuación.

Pero en todo caso, los valores encontrados por la proyección geométrica no podemos afirmarlos como seguros y ante las suposiciones hechas en este análisis, los resultados no son tan alejados del método de la progresión geométrica.

ANALISIS DE LA POBLACION POR NACIMIENTOS Y DEFUNCIONES, CURVAS DE PROYECCION

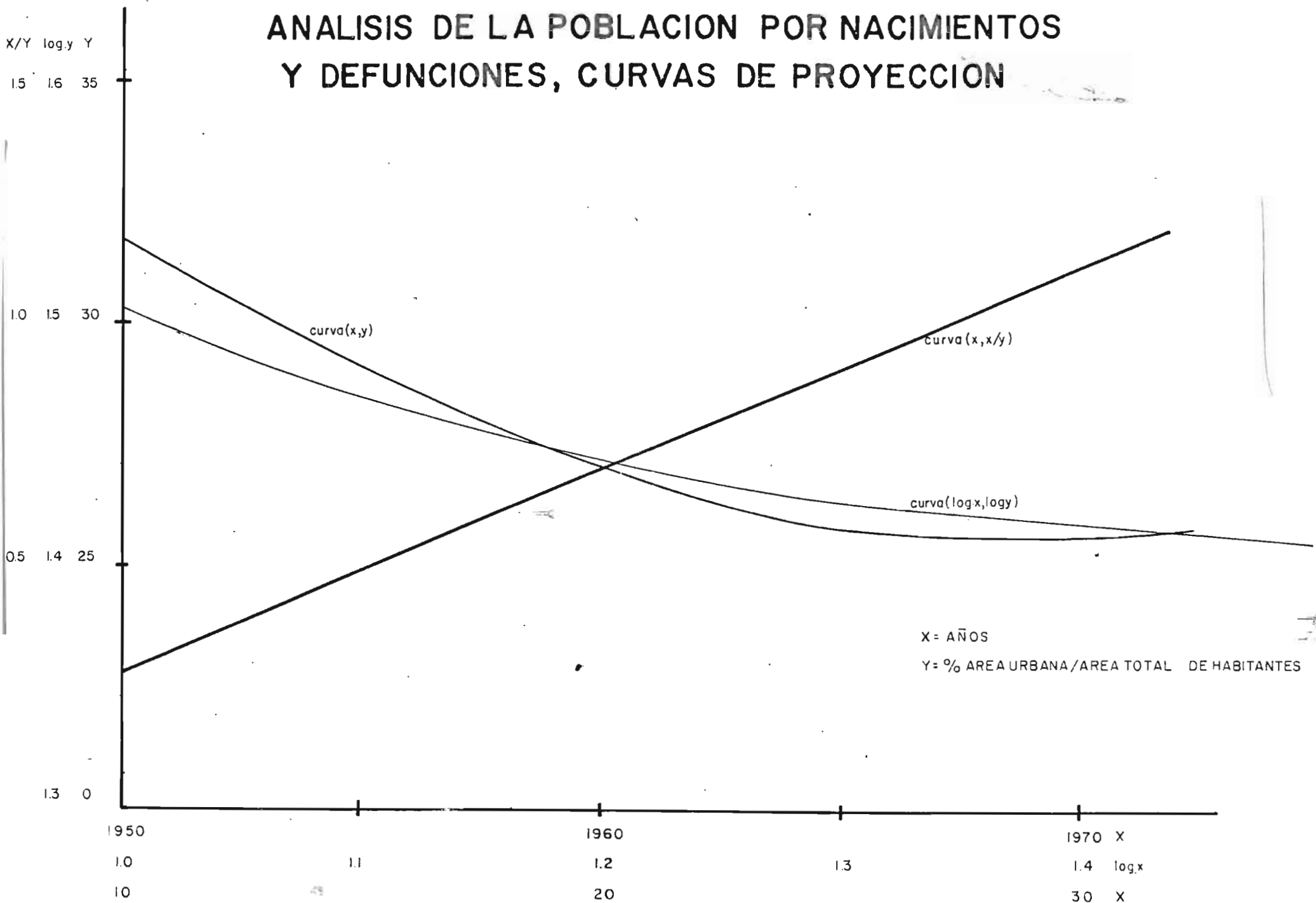


GRAFICO DE NACIMIENTOS Y DEFUNCIONES

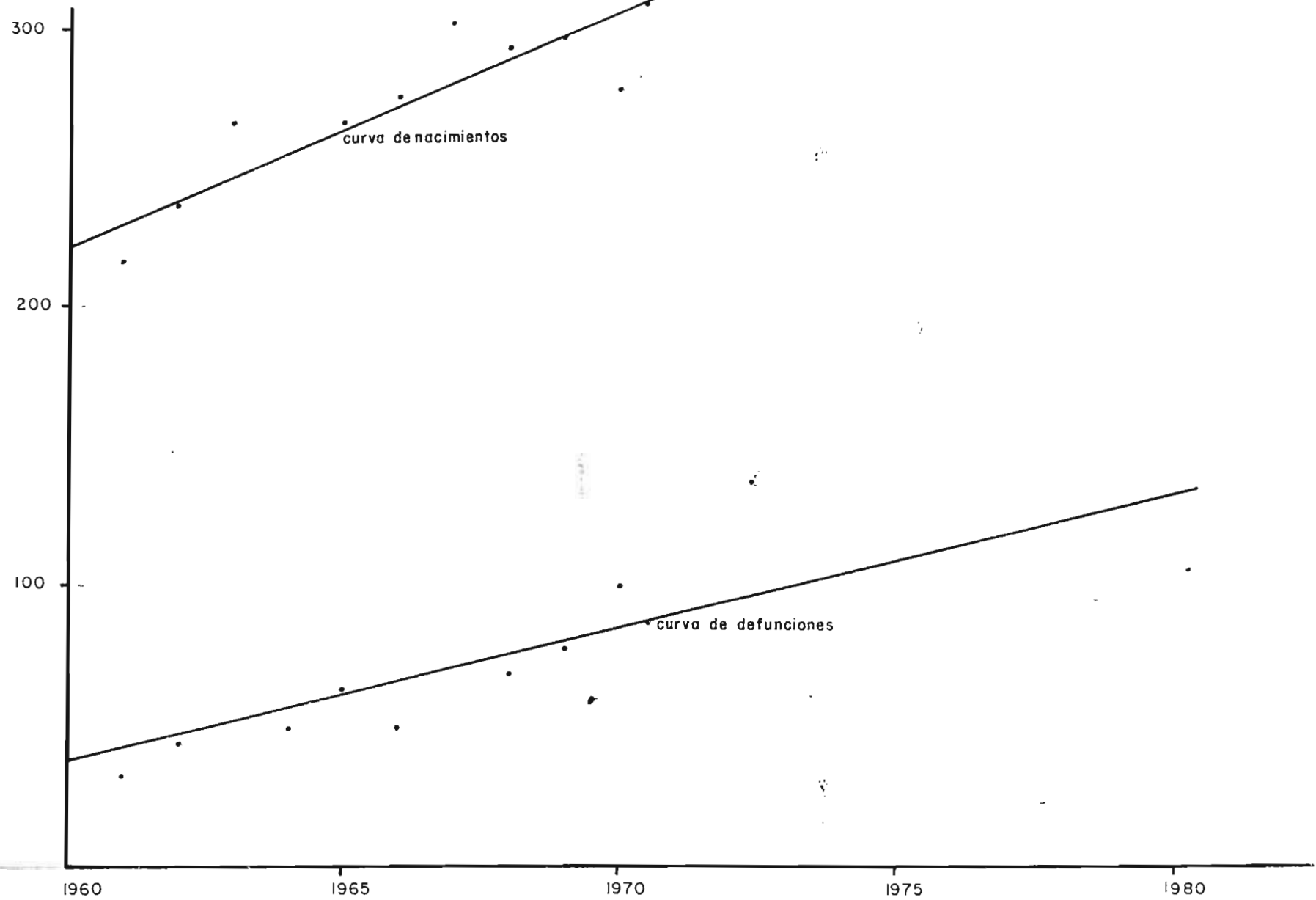
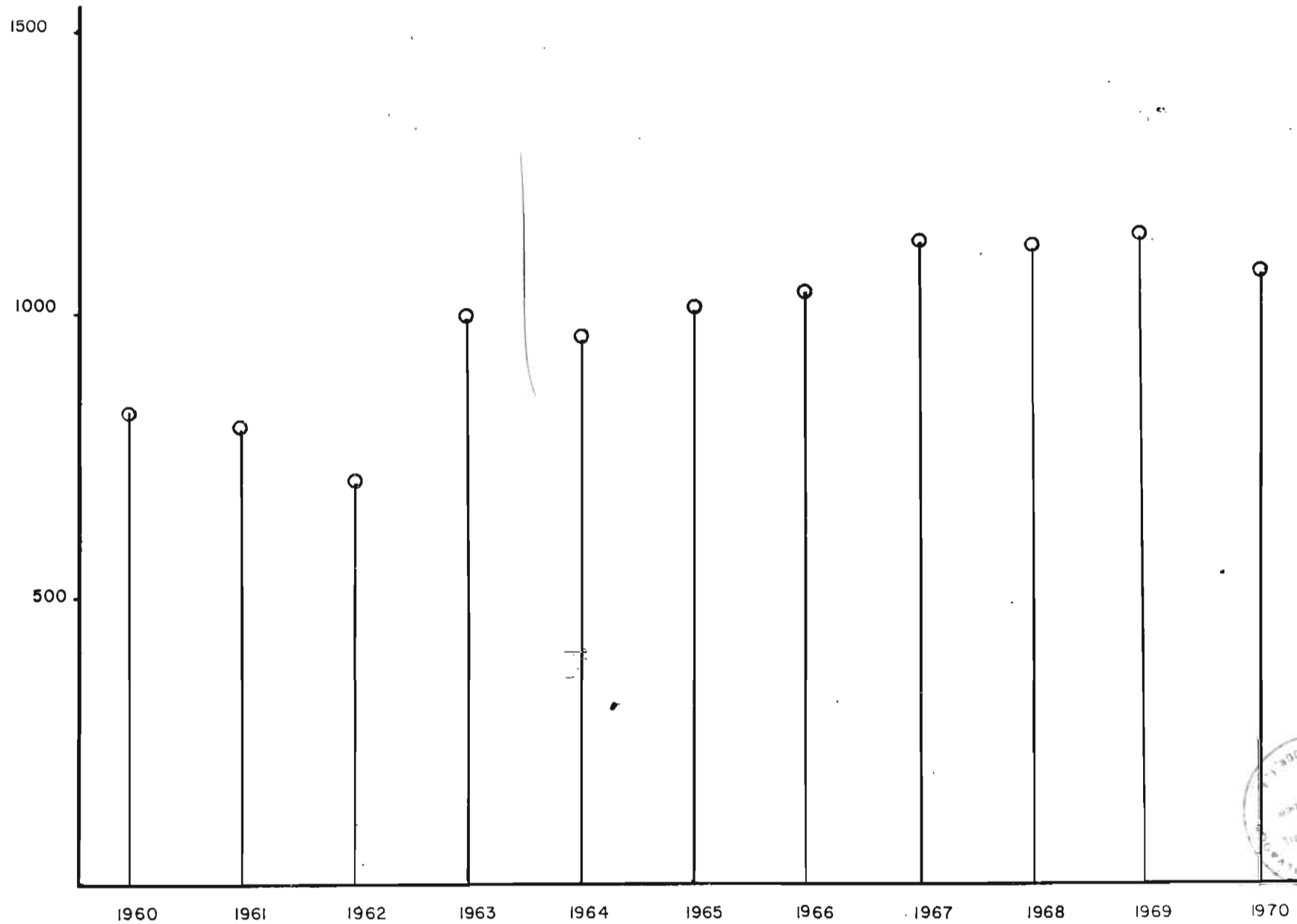
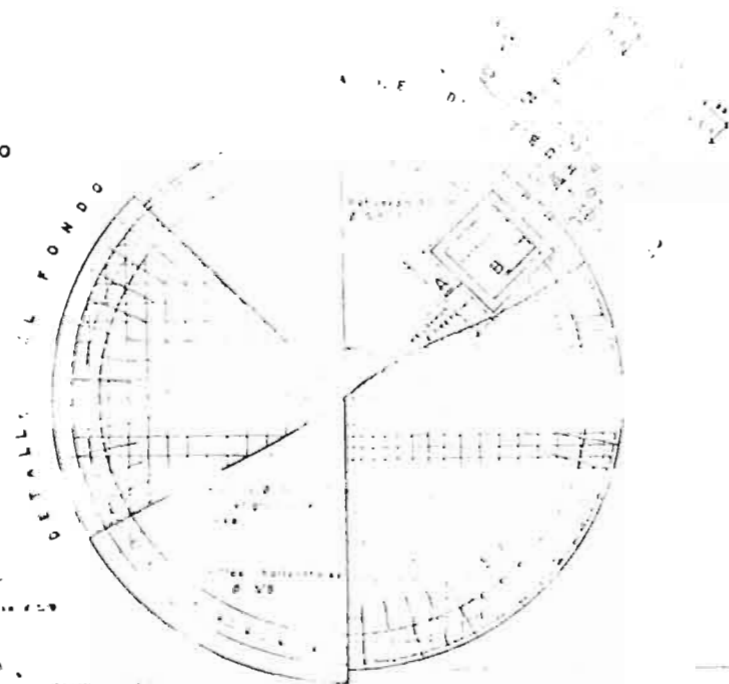
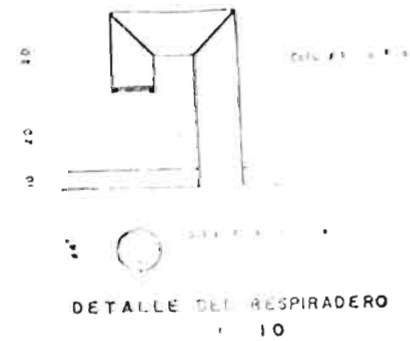


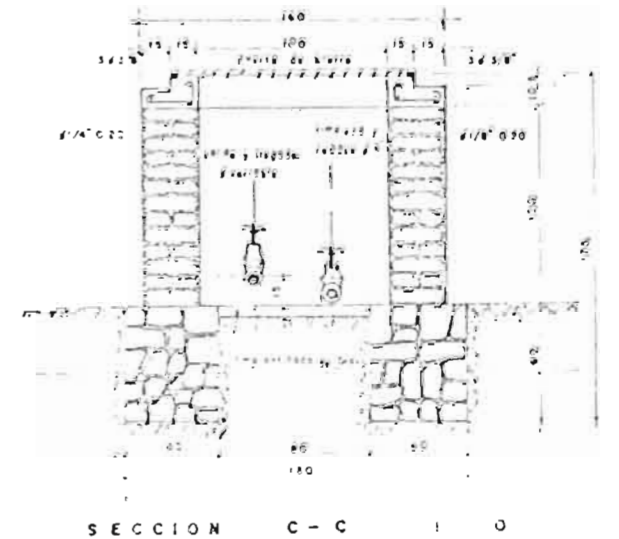
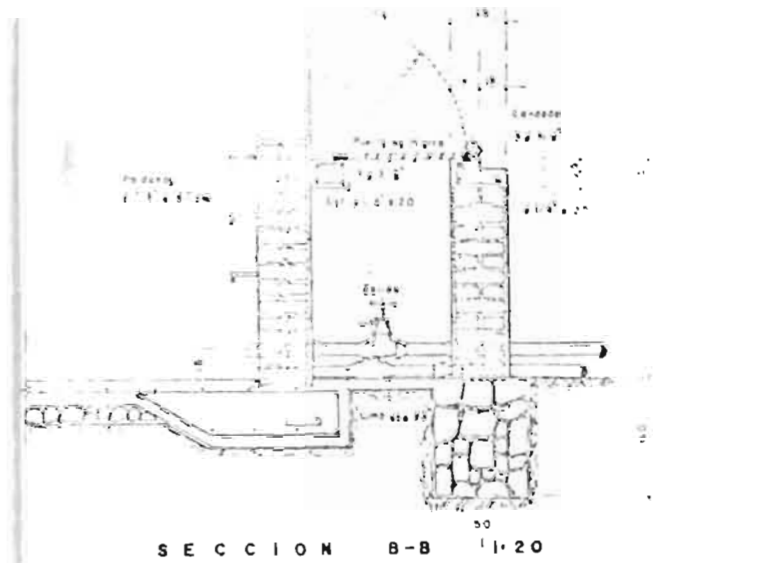
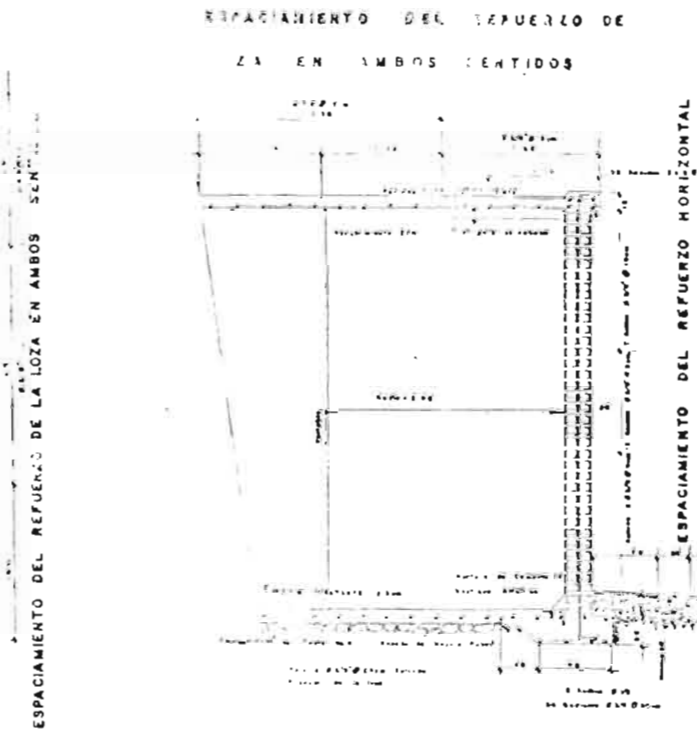
GRAFICO DE NACIDOS VIVOS EN CIUDAD ARCE





SECCION A-A
1:20

PLANTA DE FUNDACION
Y TECHO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

JULIO - 1972

S E M I N A R I O D E G R A D U A C I O N

DISEÑO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CAPACIDAD 150 M³

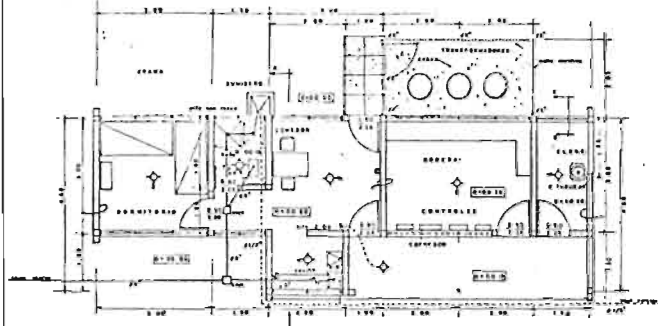
GRUPO CIUDAD ARCE

JOSE EDUARDO GIL MALIND

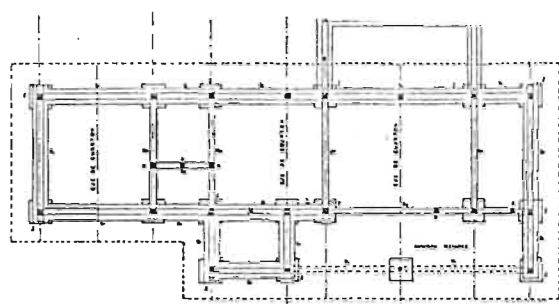
JOSÉ MARÍA PÉREZ SUAREZ

EDUARDO LOPEZ HERNANDEZ

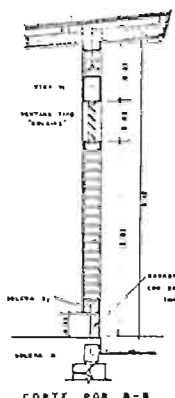
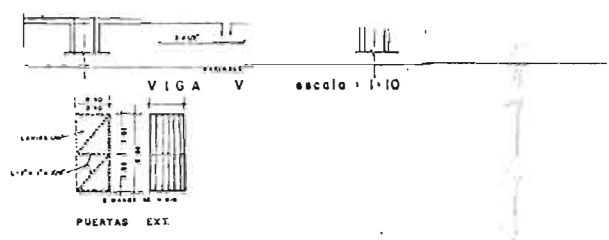
JOSE ALBERTO SÁENZ CONTRERAS



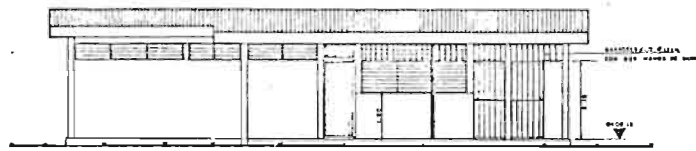
PLANTA escala 1:50



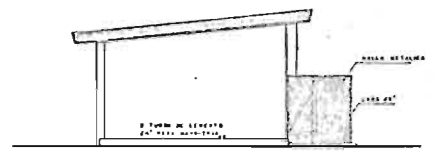
ESTRUCTURAS



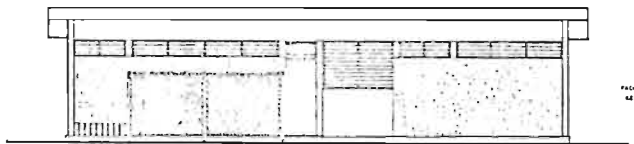
CORTE POR B-B



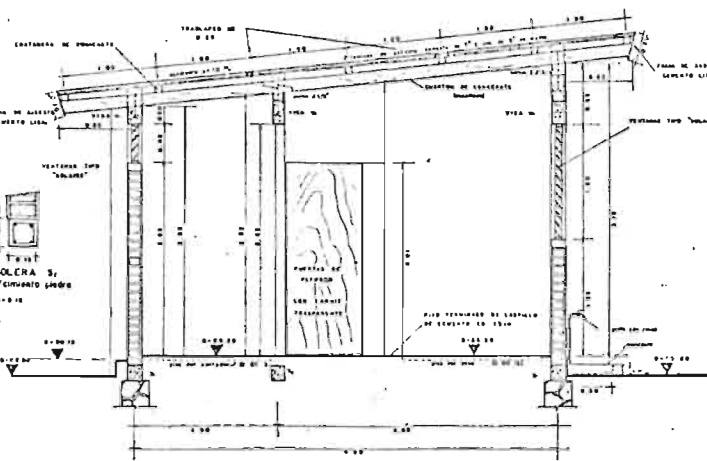
ELEVACION SUR escala 1:50



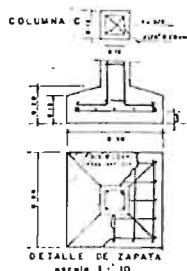
ELEVACION LATERAL escala 1:50



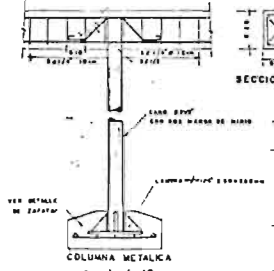
ELEVACION NORTE escala 1:50



SECCION POR A-A escala 1:20



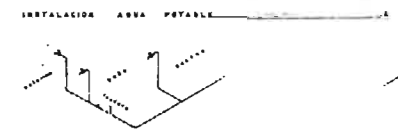
DETALLE DE ZAPATA escala 1:10



COLUMNA METALICA escala 1:10



SOLETA S: c/cimiento piedra



ISOMETRICO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	SEMINARIO DE GRADUACION	GRUPO CIUDAD ARC	CE
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DISEÑO DE CASETA DE BOMBEO (tipo general)	JULIO EDUARDO RUI WALKER	ING
JULIO-1972		PEDRO MANUEL PEREZ	ING
		EDUARDO LOPEZ HERNANDEZ	ING
		ALBERTO BARRERA	ING

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

linsley hidrologia para ingenieros McGraw-Hill

Steel. Ernest W. abastecimientos de agua y
alcantarillados editorial G. Gili.

tesis de oscar casado aguilar guatemala

demandas de agua en san agustin el progreso

tesis de villalta urias guatemala

demandas de agua en usumatlan zacapa