

# Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA SANITARIA



## PROYECTO ALCANTARILLADO DE PACASMAYO

### TESIS

PARA OPTAR LOS TITULOS DE BACHILLER  
EN INGENIERIA SANITARIA  
E INGENIERO SANITARIO

**LUIS CARLOS CASTAÑEDA CAMPOS**

**PROMOCION 1975**

**LIMA • PERU • 1978**

A MIS PADRES Y HERMANOS COMO RECONOCIMIENTO  
POR SU INVALORABLE AYUDA EN MI FORMACION  
PROFESIONAL.

\*\*\*\*\*

MI ESPECIAL AGRADECIMIENTO AL SEÑOR INGENIERO  
RICARDO CORZO GORDILLO POR SU AYUDA Y ORIEN-  
TACION EN LA REALIZACION DEL PRESENTE PROYEC-  
TO.

\*\*\*

I N D I C E

CAPITULO I

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Página 1 - 3

CAPITULO II

GENERALIDADES

Página 4 - 39

CAPITULO III

OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD

Página 40-46

CAPITULO IV

ESTIMACION DE LA POBLACION

Página 47-71

CAPITULO V

CONDICIONES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Página 72-107

CAPITULO VI

REACTUALIZACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Página 108-140

CAPITULO VII

DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES

Página 141-210

CAPITULO VIII

METRADO, COSTOS Y PRESUPUESTOS.

Página 211- 224

## C A P I T U L O    I

### I N T R O D U C C I O N

Uno de los problemas de permanente preocupación de las agrupaciones humanas es la eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica, colectiva e industrial como parte del saneamiento del medio. Está incluida como una de las principales recomendaciones que el Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud en Saneamiento del Medio ha dado como carácter básico.

La insuficiencia y la falta de condiciones higiénicas de los sistemas de evacuación de heces humanas no solo tienen significación desde los puntos de vista estético y urbanístico, sino también constituyen focos para la procreación de moscas, roedores, insectos y otros gérmenes patógenos, produciendo de esta manera contaminación del suelo, de las aguas y un gran número de enfermedades.

Es obvio que existe una íntima relación entre la evacuación adecuada de excretas, la salud y el desarrollo socio económico de la población, esta relación tiene carácter directo o indirecto.

Directamente influye en la reducción de la incidencia de ciertas enfermedades, citaremos el cólera, tifoidea, disentería, anquilostomiasis, ascariasis y otras infecciones intestinales.

Indirectamente son muchas las relaciones y van asociadas con otros elementos del saneamiento ambiental, cabe mencionar:

- 1.- El mejoramiento de las condiciones higiénicas se traduce en un bienestar, desarrollo y progreso de la población.
- 2.- Un saneamiento adecuado da lugar a considerable descenso en la morbilidad y mortalidad.
- 3.- La carencia de un sistema de evacuación de excretas y abastecimiento de agua en una localidad es notorio un gran porcen-

taje de individuos parasitados y enfermos lo cual trae como consecuencia la baja productividad de los trabajadores.

Existen dos tipos de evacuación de excretas:

- 1.- El método seco que consiste en disponer las excretas en letrinas o pozos, método que no es conveniente pero que es usado aún.
- 2.- El método de acarreo hidráulico empleando el agua como vehículo y conducirlos por canales o tuberías al punto de disposición final ya sea por gravedad o presión cuando sea necesario mediante bombeo.

#### OBJETIVO

Teniendo en cuenta las incidencias sobre los puntos ya citados en el estado de salud, desarrollo y bienestar de una población el objetivo de este proyecto es dotar a la localidad de PACASMAYO de un adecuado sistema de evacuación de excretas o alcantarillado empleando el método de Acarreo Hidráulico, en las mejores condiciones posibles.

## C A P I T U L O    I I

### G E N E R A L I D A D E S

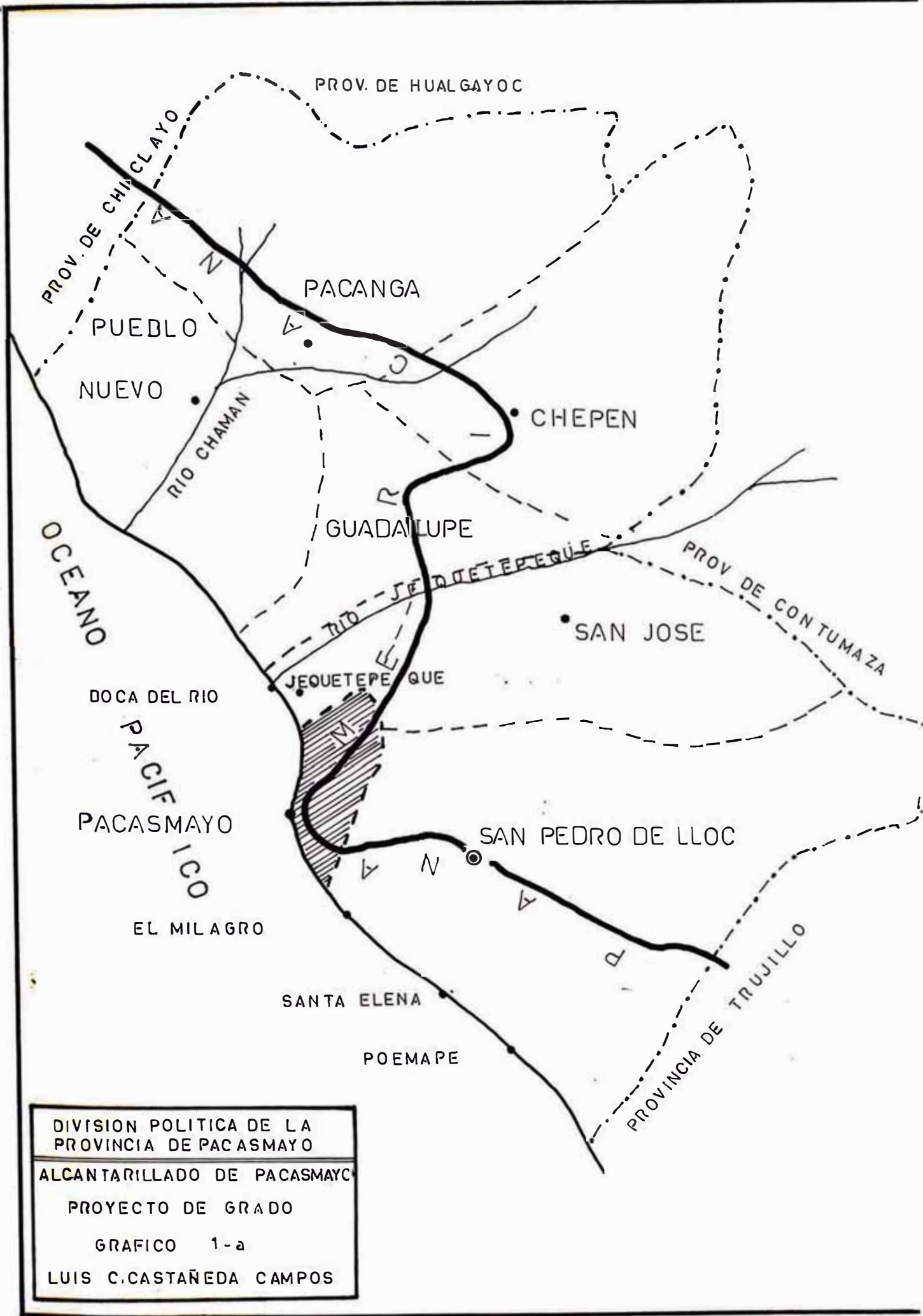
#### 1.-                    UBICACION

Pacasmayo es un Puerto, Distrito de la Provincia de Pacasmayo y está en el Departamento de la Libertad, su capital es San Pedro de Lloc.

La Provincia tiene OCHO distritos:

Distrito		<u>Capital</u>
- Pueblo Nuevo	:	Pueblo Nuevo
- Pacasmayo	:	Pacasmayo
- S-an José	:	San José
- Pacanga	:	Pacanga
- San Pedro	:	San Pedro <i>de Lloc</i>
- Jequetepeque	:	Jequetepeque
- Chepén	:	Chepén
- Guadalupe	:	Guadalupe





DIVISION POLITICA DE LA  
 PROVINCIA DE PACASMAYO  
 ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
 PROYECTO DE GRADO  
 GRAFICO 1-a  
 LUIS C.CASTAÑEDA CAMPOS

Se halla ubicado en la Región Norte de la Costa Peruana, en la parte Central y Occidental de la Provincia del mismo nombre, en las coordenadas 7°24'5" latitud Sur y 79°35'0" Longitud Oeste a 664 kilómetros al Norte de la Ciudad de Lima y a 107 kilómetros de la Ciudad de Trujillo (Gráfico 1a y 1b).

#### LIMITES

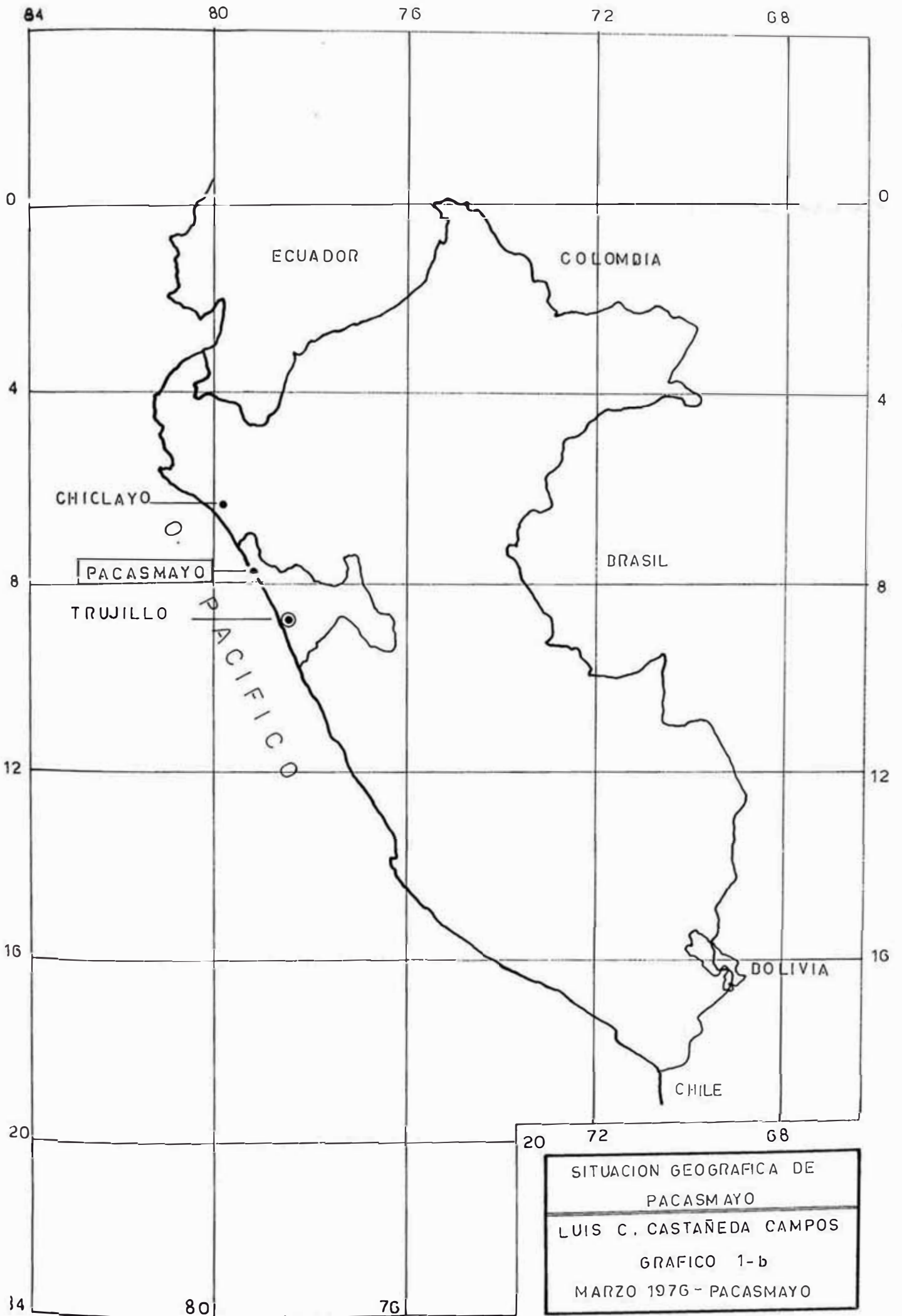
- Por el Norte con los Distritos de Jequetepeque y San José.
- Por el Sur con el Balneario del Milagro.
- Por el Este con San Pedro de Lloc.
- Por el Oeste con el Océano Pacífico.

2.-

#### RESEÑA HISTORICA

Fué fundado por el Virrey Teodoro de la Croix en 1785 y creado como tal por Decreto Ley del 23 de Noviembre de 1864, siendo Presidente del Perú Don Ivan Antonio Pezet.

Su nombre antiguo "Pacatnamú", es palabra netamente Mochica, cuyo significado es: Pact = PAQUE que traducida a nuestro



idioma equivale a origen o fuente y NAMU que significa INCOGNITO u OSCURO. En si la traducción mas acertada equivale a un origen o procedencia no determinada u oscura.

El nombre actual data de una palabra de origen quechua PACASCCAMAYU que desdoblada significa: PACASCCA= escondido y MAYU= río; entonces con RIO ESCONDIDO bautizaron los Incas a PACATNAMU.

Los pobladores primitivos fueron:

LOS MOCHICAS - Fueron los primitivos moradores de la Provincia.

La lengua que se habló en todo el Valle fue la YUNGA y la escritura de signos incisos en las paredes, muros, cerámica, y láminas de cobre.

En la religión la principal divinidad que adoraban fué la Diosa Luna o "SHI", se contaba tambien entre otras las estrellas, el mar, ciertas piedras.

Era una raza caracterizada por su espíritu guerrero,

comenzaron sus conquistas por la Región de la Sierra de tal modo que encerraron a los Yungas entre sus dominios y el Mar; después de continuas luchas estos territorios pasaron a engrosar las del Imperio Incaico.

Después de cierto tiempo de dominio se produjo la rebelión de los yungas, que después de cruentas luchas fueron derrotados por el ejército imperial y castigados los sublevados e incendiada la Ciudad de PACATNAMU; la cual no se volvió a edificar permaneciendo en escombros hasta el día de hoy.

Poco después de esta rebelión se produjo la llegada de los españoles pero la gloria de Pacatnamu ya había terminado. A cabo de más de dos siglos de la llegada de los españoles se da nacimiento al Puerto de Pacasmayo.

No era posible escoger unaba hía mas apropiada que la de Pacasmayo por su cercanía a centros productores, por la tranquilidad de sus aguas y condiciones favorables de ubicación y clima para el transporte de tabaco procedente de Bagua, Jaen, Zaña, Lambayeque y embarcarlo al Puerto del Callao; es así como nació el Puerto de Pacasmayo.

3. CARACTERISTICAS DE LA CIUDAD

La ciudad de Pacasmayo se caracteriza por su irregular topografía, estrechez de sus calles y por falta de áreas verdes; a una primera vista se distinguen dos partes, la parte antigua que se halla más próxima al litoral y la parte nueva. La primera parte de la Ciudad tiene edificaciones de uno o dos pisos y mantiene cierta homogeneidad en cuanto a los materiales de construcción, ancho de las calles etc.

La parte nueva, se ubica a lo largo de la carretera Panamericana y en dirección Sur Oeste y se halla incipientemente desarrollada, se caracteriza por la falta de áreas de esparcimiento y obras de infraestructura.

Es notorio zonas residenciales, comercial, industrial, institucional y recreacional.

Zona Residencial

Las viviendas se desarrollan predominantemente en lotes de 300 m<sup>2</sup> de extensión promedio.

Los materiales de construcción más frecuentes son el adobe y el ladrillo. Los techos son de madera en su mayoría.

La altura predominantes de edificación es de un piso y en menor grado de dos pisos. Las edificaciones residenciales tienen el uso uni y bifamiliar.

La mayor parte de las viviendas dispone de conexiones de agua y desagüe en la zona consolidada. En la parte nueva o incipiente faltan ambos servicios.

#### Zona Comercial

La actividad comercial se realiza en tiendas centrales en su mayoría a lo largo de los Jirónes Junín, Ladislao Espinar 2 de Mayo y Leoncio Prado. Además existe un mercado que se ubica en la intersección de los Jirónes 2 de Mayo y Ladislao Espinar.

#### Zona Industrial

Ubicada en dos áreas: Posterior al ex-patio ferroviario y a lo largo de la salida a la Carretera Panamericana Sur.

En la parte posterior al patio ferroviario se hallan varios ingenios arroceros, depósitos e instalaciones portuarias.

En la salida a la Carretera Panamericana Sur se ubican las fábricas de cemento, asbesto.

#### Zona Recreacional

Se halla en forma incipiente, se observa en toda la ciudad la falta de arborización y de área para la recreación activa (se cuenta únicamente con un estadio).

La zona próxima al litoral es la única que rompe con la monotonía desértica del lugar. Es allá donde se han creado varias plazuelas, con diseño apropiado, arborización y un malecón que permite una mejor utilización recreacional de las playas.

#### Zona Institucional

Se hallan distribuidas estas instituciones en diversas calles de la Ciudad.



4.-

TOPOGRAFIA

Presenta un suelo completamente accidentado lo que le dá una contextura caprichosa y se pueden determinar dos Zonas: Una Alta y otra Baja, estas elevaciones determinan la característica peculiar de dicho Puerto y es precisamente lo que hacen que las calles se presenten estrechas en ciertos lugares y como tal difíciles de transitar, esto se nota con mas frecuencia en la zona baja de la localidad.

El suelo en la parte baja es un poco húmedo y salitroso, no así en la parte alta que es eriazo.

Las elevaciones mas saltantes que presenta Pacasmayo dentro de su perímetro urbano:

- El Jirón Ancash en su sexta cuadra con una altura de 20 mts.
- El Jirón Silva Santisteban en su tercera cuadra con una altura de 20 mts.
- El Jirón Ladislao Espinar en su onceava cuadra cuya altura es de 18 mts.

Mencionando las que circundan al distrito entre ellas las prolongaciones hacia las afueras de la ciudad y acercarse

al mar forman verdaderos despeñaderos como el que se halla en las cercanías del Camal Municipal que alcanza 15 metros de altura.

Otra elevación notoria que forma la irregularidad de su topografía se forma y se prolonga hasta la orilla del mar en forma de barrancos es la que ocupa actualmente el terreno del Campo Santo de la Localidad (cementerio).

Pacasmayo como una continuación de la Zona poblada presenta extensiones de terreno seco, pedregoso y algo salitroso tanto al sur como al norte de la población y estas características hacen que el Puerto sea infértil.

El distrito carece de valles, está atravesado de este a Oeste por una pequeña acequia, la misma que nace en terrenos agrícolas aledaños y de las filtraciones de ciertas lagunas en especial en los meses de verano, ésta constituía un problema de carácter estético e higiénico y fué un acierto de las autoridades locales y miembros de la Corlib pues en la década del 60 se la canalizó y hoy en día se ha convertido en una bella Avenida que lleva el nombre de 28 de Julio.

5.-

#### GEOLOGIA

El suelo de Pacasmayo está formado por tres depósi-

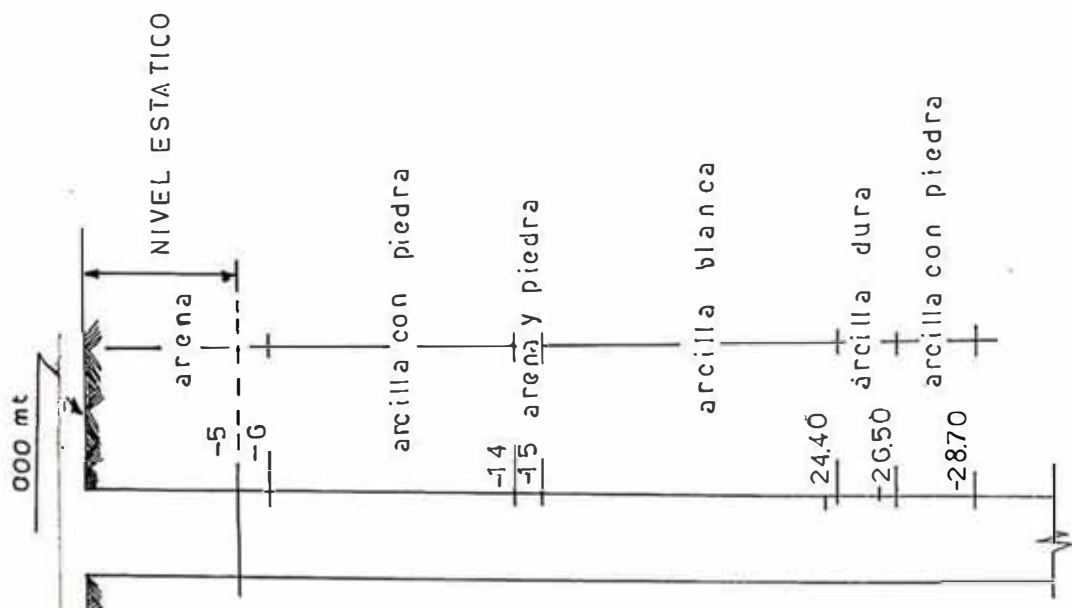
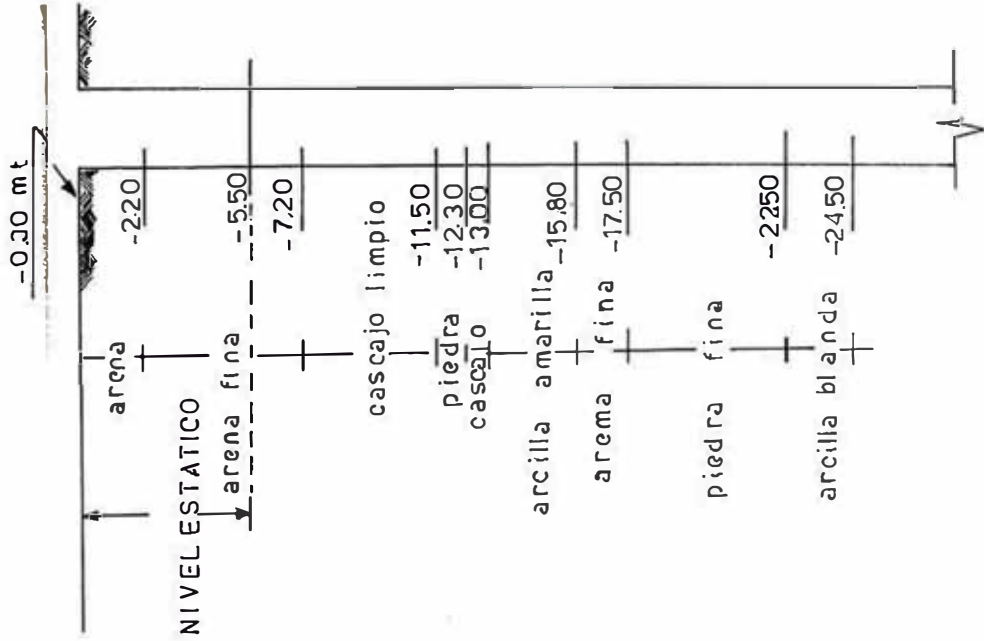
tos bastantes definidos: Eolicos, Aluvionales y Estratificaciones de Lutitas y Cuarcitos.

Depósitos Eolicos.- Se hallan formando dunas que se transportan en dirección norte y suroeste-nor este y el suelo de la Zona Central hasta una profundidad de aproximadamente 6.0 a 10.0 mts.

Depósitos Aluvionales: Forman las terrazas de Pacasmayo y constituyen el 70% de las rocas existentes en el Area de Información. Este depósito es potente formando grandes acantilados y se estiman que profundiza hasta los 25 a 30 mts.

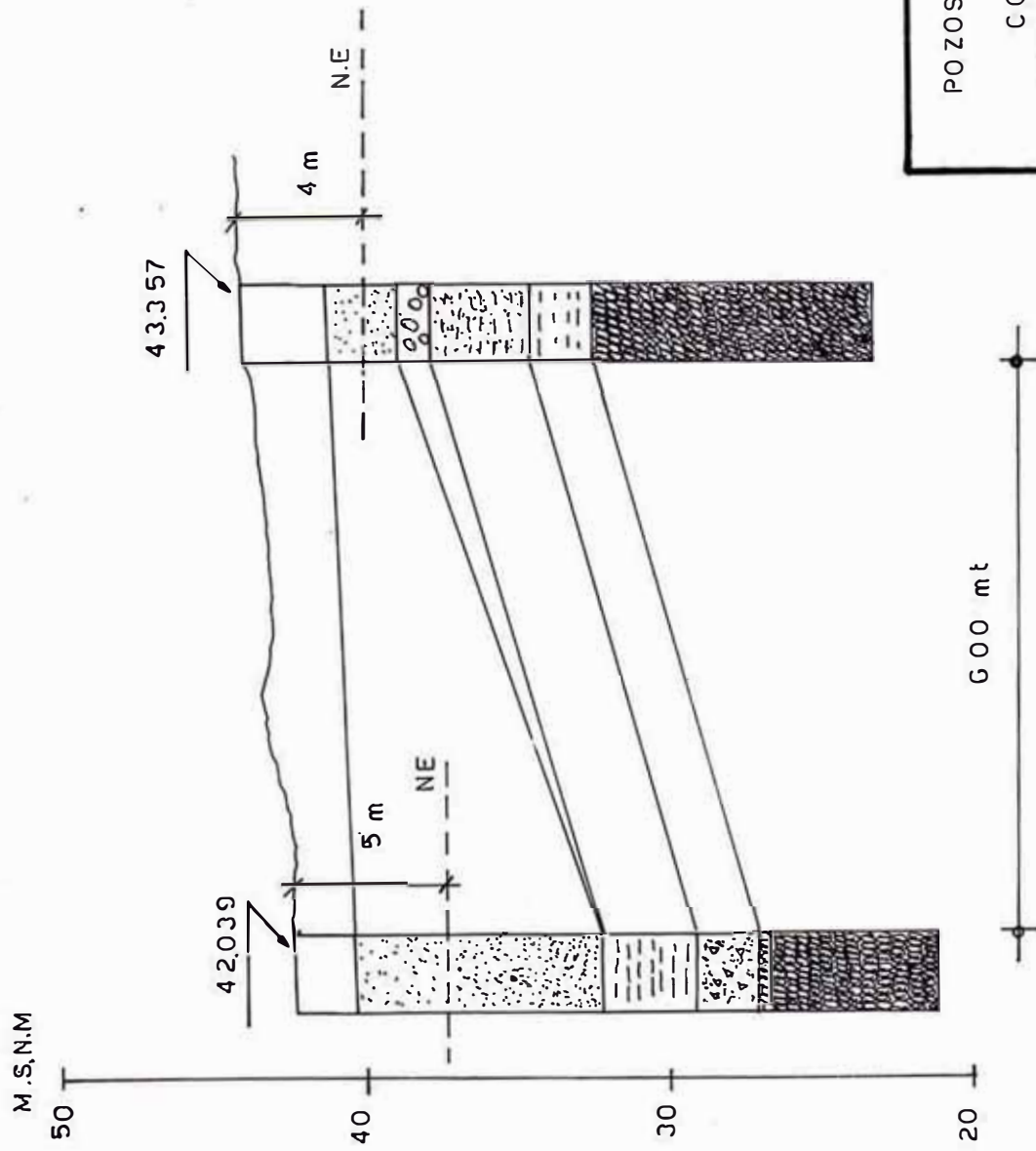
Depósitos de Lutitas y Cuarcitos.- Se hallan un tanto alejados o en la periferie de Pacasmayo.

Respecto a las Aguas Subterráneas.- El acuífero de Pacasmayo lo esta constituyendo un depósito arenosos de 6 a 10 mts. de potencia; la ~~masa~~ masa de agua se halla de 4 a 5 mts. de profundidad la dirección del flujo de agua subterránea es de Noreste-Suroeste y la recarga se produce por el canal de-sague de la Laguna del Muerto ubicada a 4 kilómetros de Pacasmayo en direccion Nor Este.



150 mts

POZOS ZONA PACASMAYO - CONFIGURACION GEOLOGICA  
 NIVEL ESTÁTICO DE LA MAPA  
 ESCALA V = 1/250  
 AL CANTARRILLO DE PACASMAYO  
 CEMENTOS NORTE S.A



POZOS ZONA JEQUE TEPEQUE

CONFIGURACION GEOLOGICA

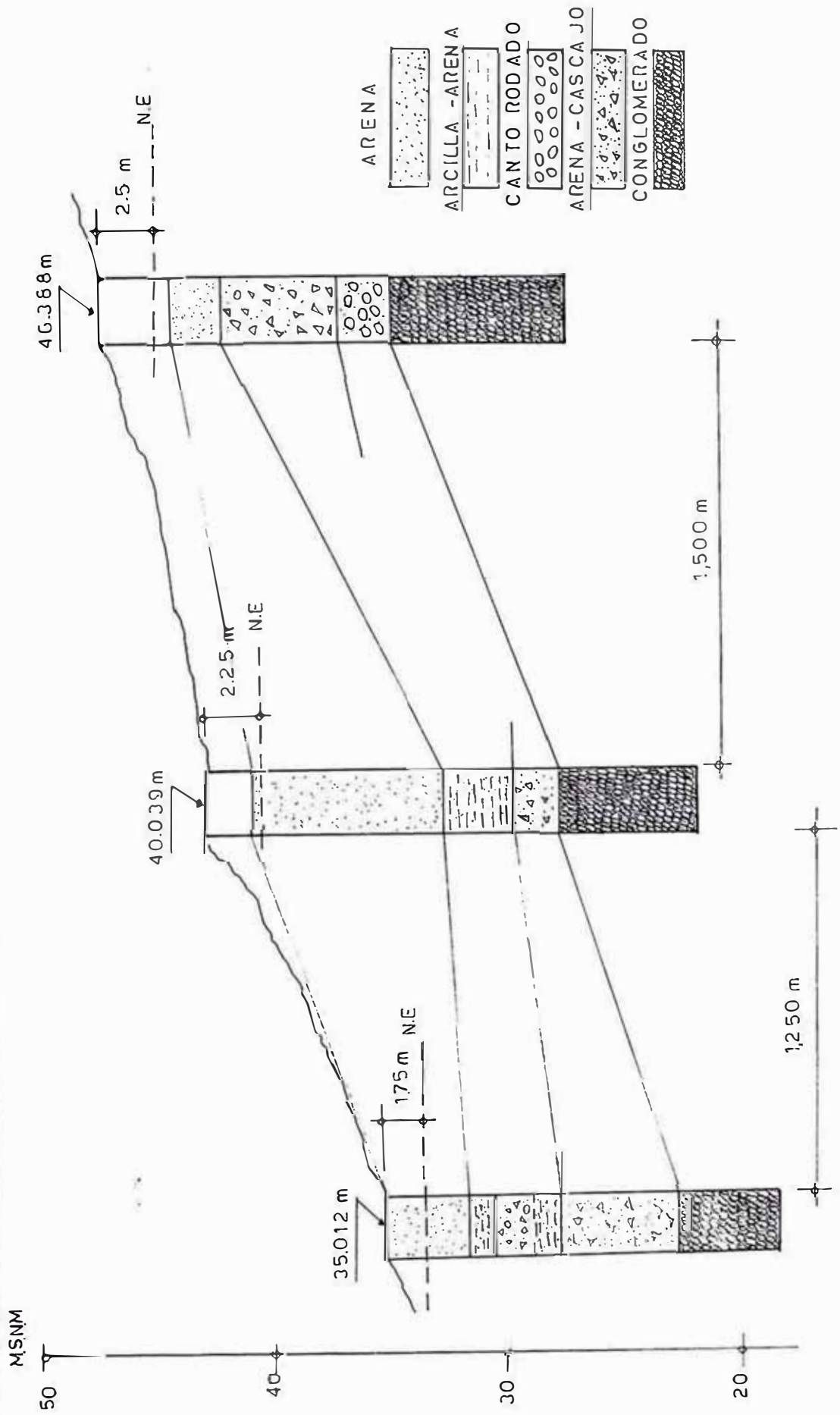
NIVEL ESTADISTICO DE LA NAPA DE AGUA

ESCALA: V = 1/250  
H = 1/800

ALCANTARILLADO DE PACASMAYO

LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

POZOS ZONA JEQUETEPEQUE - CONFIGURACION GEOLOGICA  
 NIVEL ESTADISTICO DE LA NAPA DE AGUA  
 ESCALA : V = 1/250  
 H = 1/20,000  
 PROYECTO DE GRADO - ALCANTARILLADO DE  
 PACASMAYO - LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS



Como base de referencia adjunto planos de configuración geológica de pozos en la Zona de Pacasmayo (Cemento Norte S.A.) proporcionado por dicha compañía y en la Zona de Jequetepeque proporcionados por el Ministerio de Agricultura.

6.-

#### CLIMA

La localidad de Pacasmayo, por estar muy cerca de la línea Ecuatorial, su clima debería ser sumamente caluroso, pero como Puerto que es, éste se ve suavizado por las brisas marinas que siguen la dirección Oeste, Este en especial durante la noche.

También incluye en el clima de este Puerto la presencia de la corriente de Humbolt que cruza de Sur a Norte mar afuera, pero no obstante siempre se deja sentir calor en los meses de verano.

Las lluvias son escasas y se presentan paralelas a la Corriente del Niño en forma tenue.

No obstante en forma general el clima es cálido en los meses de verano y templado en invierno, con temperaturas que oscilan entre 18°C a 29°C.

7.-

VIAS DE COMUNICACION

Pacasmayo, por su ubicación es accesible por todo tipo de transporte y fácil comunicación con los diversos lugares del País.

Así por tierra la carretera Panamericana enlaza a la Localidad con los Departamentos del Sur y Norte.

Por aire cuenta con un pequeño Aeropuerto adecuado para avionetas y es empleado también como emergencia para aviones.

Por vía marítima cuenta con un muelle o terminal de aproximadamente 385 metros de longitud y sus aguas por su tranquilidad natural, éste es de fácil acceso para lanchas, remolcadores y yates, más no para barcos debido a su poca profundidad.

8.-

CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS

Pacasmayo, además de sus actividades portuarias que es evidente un reductivo movimiento portuario pues la capacidad máxima del puerto es de 100,000 toneladas al año comparando con Salaverry, estimado en 1'500,000 toneladas anuales; pues el sistema empleado en la localidad es el lanchonaje para el transporte de carga. Es-



ta es una de las razones por las que el puerto no ha llegado a tener importancia en los próximos años. Otro factor es la falta de un muelle adecuado para el transporte automotriz de la carga, la única vía de acceso es el ferrocarril. Es el centro industrial del Valle con la presencia de la Fábrica de Cemento. Fábrica de Asbesto Cemento, Ingenios de Pilar arroz, Frigorífico Pesquero.

FABRICA DE CEMENTO PACASMAYO.- Fué fundado el 27 de Noviembre de 1957 en el kilómetro 663 de la Carretera Panamericana , en los albores de su existencia logró una producción máxima de -- 120,000 toneladas métricas por año, para el año 1970 ya su producción se vió aumentada a 340,000 toneladas métricas anuales y hoy en la actualidad su producción anual llega a 370,000 toneladas al año.

La materia prima que emplea es la caliza que extraen de las canteras de Tembladera (kilómetro 63 de la carretera a Cajamarca) cuyas reservas se calculan en 80 años.

Ha contribuído al adelanto de la localidad pues ha brindado trabajo a más de 400 personas entre ellos obreros, empleados y profesionales. Para fines del año 1976 procederá a finalizar la ampliación con la cual triplicará la producción.

FABRICA DE ASBESTO CEMENTO.- Ubicada en el kilómetro 662 de la carretera Panamericana.

Ha cubierto una necesidad pues con sus productos: calaminas, tuberías, adornos, contribuye a bajar el costo del material empleado en la construcción y ha dado empleo a gran cantidad de desocupados del Puerto.

INGENIO DE PILAR ARROZ.- Existen tres ingenios, los cuales cumplen la gran tarea de pilar arroz, producto por el cual la Provincia se halla ocupando el primer lugar en la producción total del País.

Como producto del pilado se obtiene polvillo que es empleado para la alimentación del ganado vacuno, porcino y aves de corral.

Los ingenios que cumplen esta función son:

- Ingenio "San Andrés"
- Ingenio "Pacasmayo"
- Ingenio "San María".

FRIGORIFICO PESQUERO.- Ubicado en la Costa Norte de la Localidad, ~~fué~~ creado el 25 de Mayo de 1972.

Se construyó con la finalidad de no desperdiciar el exceso de la pesca después de suplir el consumo local.

Hoy en la actualidad abastece las localidades alejadas y pueblos de nuestra serranía entre ellos Cajamarca y demás distritos.

En sí estas son las industrias que han ~~contribuido~~ a dar a Pacasmayo un movimiento comercial aceptable de acuerdo a las actividades de la Región.

Según el Censo 1972:

Población : 16,665 Hab.

Relación por Edades y Sexo de Pacasmayo:

(Ver Cuadro Página siguiente).

Grup. Etario	Hombres %	Valor Absoluto	Mujeres %	Valor Absoluto	Total	Tota
5	8.9	1,483	9.0	1,500	2,983	17.9
6-10	7.5	1,250	6.9	1,150	2,400	14.4
11-15	7.0	1,166	6.8	1,133	2,299	13.8
16-20	5.0	833	5.9	983	1,816	10.9
21-25	3.6	600	4.2	700	1,300	7.8
26-31	3.1	517	3.9	651	1,168	7.0
32-37	2.8	467	3.5	583	1,050	6.3
38-43	3.2	533	3.4	566	1,099	6.6
44-49	2.2	367	2.4	401	768	4.6
50-55	1.8	300	1.7	283	583	3.5
56-60	1.2	200	1.1	183	383	2.3
60	2.6	433	2.3	383	816	4.9
<b>TOTAL :</b>	<b>48.9</b>	<b>8,149</b>	<b>51.1</b>	<b>8,516</b>	<b>16,665</b>	<b>100.0</b>

DETERMINACION DE LA TASA OCUPACIONAL EN PACASMAYO

La población económicamente activa constituye el 49%

de la población total y el 51% la constituyen los grupos etarios menores de 15 años y mayores de 60 años.

- Población Económicamente Activa = 8166 Hab.
- Población No Económicamente Activa = 8,499 Hab.

De la población económicamente activa la población ocupada es:

- Hombres : 78% de 3816 = 2976
- Mujeres : 22% de 4350 = 957
- TOTAL POBLACION OCUPADA : 3933 Hab.

CIUDAD	DATOS	POBLACION		
		HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Población Ocupada (1)		2976	957	3933
Población Económicamente Activa (2)		3816	4350	8166
Tasa Ocupacional ( 1/2)		78%	22%	100%

DISTRIBUCION DE LA POBLACION OCUPADA POR CENTRO SEGUN SUGRADO DE DEPENDENCIA

REFERENCIA		CENTRO	P A C A S M A Y O	
			VALOR ABSOLUTO	%
JEFE DE FAMILIA			2490	63.3
Otros	Trabajadores Asalariados (públicos y Privados)		869	22.1
Miembros que				
Integran la	Ayudantes Familiares		204	5.2
familia				
	Trabajadores Independientes		370	9.4
TOTAL :			3933	100.00
)				(

LUGAR DE TRABAJO DE LA POBLACION OCUPADA

	P A C A S M A Y O	
	Nº	%
En el Mismo Centro	3618	92
En su Area Rural	-	-
Otros Distritos del Valle	315	8
Fuera del Valle	-	-
T O T A L	3933	100

Según el tipo de ocupación se ha consignado en Cuadro las remuneraciones respectivas:

Jornales

Para la Industria, Comercio, Banca, Créditos y Seguros, Transportes, Minería y Ocupaciones conexas, Pesquería y Ocupaciones conexas, Servicios.

Empleados : Hombre y Mujeres : S/. 2,880.00

Obreros : " " : 96.00

Para la Actividad Agropecuaria y ocupaciones conexas:

Empleados : Hombres y Mujeres : S/. 2,670.00  
Obreros : " " : 89.00

Agricultura

Obrero : Diario S/. 89.00  
Semanal 788.51

Coop. Agraria:

Obrero : Diario S/. 122.80  
Semanal 891.30

Fábrica (Cemento)

Obrero : Diario  
Semanal S/. 3,374.72  
Mensual 11,508.48

Fábrica (Asbesto)

Obrero : Diario S/. 194.50  
Semanal 1,863.96



Servicios:

Servicios Comunales

Obrero:	Diario	S/.	96.00
	Semanal		672.00

Ministerio de Transportes

Obrero	:	Diario	S/.	
		Semanal	S/.	1,258.00
		Mensual	S/.	3,808.00 (con remuneraciones complementarias).
Obrero	:	Diario	S/.	96.00
		Semanal		672.00

Servicio Portuario

Obrero	:	Semanal	S/.	2,069.00
--------	---	---------	-----	----------

Entel Perú

Obrero	:	Semanal	S/.	2,923.00
--------	---	---------	-----	----------

Granja

Obrero	:	Diario	S/.	154.00
		Semanal	S/.	1,078.00

Fábrica (Velas)

Obrero : Diario S/. 126.00  
          Semanal " 1,197.00

Incubadora

Obrero : Diario S/. 90.00  
          Semanal 630.00

Industria

Obrero : Diario S/. 120.00  
          Semanal 850.00

EMPLEADOS

Profesor : Mensual S/. 9,670.00  
                                  9,034.00  
                                  11,980.00  
  
Auxiliar Educación 5,580.00 a más  
Auxiliar de Contab. 9,486.76  
Vendedor 2,900.00  
Reparador 11,400.00  
Policia Municipal 8,500.00  
Secretaria Particular 1,500.00 a S/. 2,800.00

Apuntador Campo	:	S/. 5,410.00
Almacenero	:	4,500.00
Planillero	:	6,500.00
Telefonista	:	4,760.00

Datos proporcionados por el Seguro Social de Pascamayo en el mes de Marzo de 1976.

Las tarifas de diferentes servicios tales como: eléctrico doméstico e industrial, de agua, desague, combustibles en la Localidad son los siguientes:

SERVICIO ELECTRICO

- a) Doméstico .- En base a conexiones domiciliarias, los precios por KWH son:
- Mínimo 15 Kwh S/. 33.00 al mes
  - Los siguientes 85 kwh S/. 2.20 kWh
  - El exceso S/. 2.00 KWH
- b) Industrial.- No es tarifado pues las instituciones afines tienen servicio propio.

SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

ALCANTARILLADO

- Doméstico

20 m<sup>3</sup> primeros S/. 0.60 c/m<sup>3</sup>

Exceso a partir de los 20 m<sup>3</sup> S/. 0.75 c/m<sup>3</sup>

- Comercial

Clase A

50 m<sup>3</sup> primeros S/. 1.00 c/m<sup>3</sup>

Exceso desde los 50 m<sup>3</sup> S/. 1.13 c/m<sup>3</sup>

Clase B

30 m<sup>3</sup> primeros S/. 1.00 c/m<sup>3</sup>

Exceso desde los 30 m<sup>3</sup> S/. 1.12 c/m<sup>3</sup>

- Industrial

Clase A

Cada m<sup>3</sup> a S/. 2.10

Clase B

Por m<sup>3</sup> S/. 2.05

AGUA POTABLE

- Doméstico :

20 m<sup>3</sup> iniciales S/. 2.40 c/m<sup>3</sup>

Exceso desde los 20 m<sup>3</sup> S/. 3.00 c/m<sup>3</sup>

- Comercial

Clase A

50 primeros m<sup>3</sup> a S/. 4.00 c/m<sup>3</sup>

Exceso desde los 50 m<sup>3</sup> S/. 4.50 c/m<sup>3</sup>

Clase B

30 primeros m<sup>3</sup> a S/. 4.00 c/m<sup>3</sup>

Exceso a partir de los 30 m<sup>3</sup> S/. 4.50 c/m<sup>3</sup>

- Industrial

Clase A

Cada m<sup>3</sup> a S/. 8.40

Clase B

Por cada m<sup>3</sup> S/. 8.20

CARACTERISTICAS SOCIO ECONOMICAS

COMBUSTIBLES

GASOLINA

84 Octanos - S/. 127.00 - galón

PETROLEO

Blanco S/. 86.00 - galón

ACEITE

Grado 40 S/. 8.00 - galón

Castrol S/. 1120 - galón

KEROSENE

Doméstico - S/. 22.00 - galón

Industrial - S/. 60.00 - galón

COMBUSTIBLES

Gasolina

Petróleo

Aceite

Kerosene

9.

RECURSOS NATURALES

Producción Agrícola.- Debido a la calidad del terreno y escasez del agua, la producción es casi nula, sin embargo existe una pequeña franja de vegetación a lo largo de la acequia en la parte alta que baja hasta terminar en las casas huertas donde siembran árboles frutales, cultivo de flores, hortalizas, legumbres pero en pequeña escala.

Fauna Marina.- La más importante fuente de sostén de la gran mayoría de habitantes.

Se caracteriza por la gran variedad de peces que se extraen del lugar, el número oscila entre las 50 o más especies, entre ellos citaremos:

-El Bonito.- Perteneciente a la orden de los teleosteos, su tamaño varía de 60 a 90 centímetros y su peso entre 3 a 8 kilogramos y de color azul.

- El suco o ~~coco~~. Pez de color rojizo, cubierto con escamas y de carne muy agradable, su tamaño varía de 40 a 60 cms.

- El Tollo - Perteneciente al orden de los selacios, su carne es preparada en diversas formas y en especial en cebiche.

Otras variedades tenemos: la raya, tapadera, pescadilla (merluza), lorna, robalo, lenguado, cojinoba, mojarilla, pejerrey, chita, cachama, pampanito y la gran variedad de peces de peña tramboyo, chirlo, borracho, etc; en ésta se aprecia la existencia de algas que es empleado en la alimentación por su gran contenido de yodo.



También como parte de la Fauna Marina destacan los mariscos ,pulpo, ancoco(holoturia), caracoles, cangrejos, muy-muy barquillos, langosta, etc y su extracción se lleva a cabo tanto en alta mar como en la orilla.

Fauna Terrestre.- Es muy limitada y se aprovecha la ~~escasa~~ vegetación para la crianza de cerdos, vacas, ovejas, asnos y cabras.

Asi mismo existen gran variedad de pájaros en lo que predominan: tórtolas, picaflores, canarios, tordos, chilalas, etc. Cuenta también con un número apreciable de granjas avícolas y hacen que la demanda se vea aliviada debido al bajo precio y ~~cantidad~~ para suplir las necesidades.

10.-

AUTORIDADES

De acuerdo a su categoría de Distrito, la localidad de Pacasmayo tiene como autoridades políticas:

- Juzgado de Paz
- Autoridades Municipales
- Jefatura de Policia
- Capitanía del Puerto
- Jefatura de PIP.

11.- COLEGIOS Y ESCUELAS

En la actualidad Pacasmayo, cuenta con 15 centros escolares que imparten educación inicial, primaria y secundaria tanto diurna como nocturna, siendo el número de alumnos mayor de 5,000 (año 1974).

Los centros educativos son:

1.-	Jardín de la Infancia	178	Estatales
2.-	Centro Escolar	80404	"
3.-	" "	80.405	"
4.-	" "	80406	"
5.-	" "	80407	"
6.-	" "	80421	"
7.-	" "	81033	"
8.-	" " Antonio Raimondi		"
9.-	" " María Goretti		"
10.-	Intituto Comercial Bolognesi		"

Particulares

- 11.- Centro Escolar Señor de los Milagros
- 12.- Centro Escolar Bolognesi
- 13.- " " Mixta Pacasmayo

14.- Centro Escolar Sagrado Corazón

15.- " " Ramón Castilla.

La situación escolar es la siguiente:

CENSO 1961

En edad escolar 4,653 Hab. (de 5 a 19 años)

Población de 6 a 16 años de edad: 3,613 Hab.

- Saben leer y escribir 2,988

<u>6 años</u>	<u>7 a 14 años</u>	<u>15 a 16 años</u>
130	2,303	555

- No saben leer ni escribir 625

<u>6 años</u>	<u>7 a 14 años</u>	<u>15 a 16 años</u>
261	351	13

Población de 17 años y más : 5,904 Hab.

- Alfabetos : 5,271 Hab.

-ANALFABETOS : 633 Hab.

CENSO 1972

En edad escolar 6,411 Hab. (de 5 a 19 años)

Población de 6 a 16 años de edad: 4,965 Hab.

- Saben leer y escribir : 4,192

<u>6 años</u>	<u>7 a 14 años</u>	<u>15 a 16 años</u>
201	3,251	740

- No saben leer ni escribir 773.

<u>6 años</u>	<u>7 a 14 años</u>	<u>15 a 16 años</u>
347	405	21

Población de 17 años y más: 9,318 Hab.

- Alfabetos : 7,569 Hab.

- Analfabetos : 749 Hab.

#### AÑO 1974

Cuenta con una población escolar de 5,105 alumnos.

#### 12.- OFICINAS PUBLICAS Y PRIVADAS

En la actualidad las necesidades de los habitantes del Puerto se ve aliviada por los servicios que prestan las Instituciones Públicas y Privadas existentes y que cumplen acertadamen-

te sus funciones a medida de sus posibilidades.

Entre las Públicas numeraremos:

- Banco de la Nación
- Correos y Telégrafos
- Oficina de Teléfonos (ENTEL PERU)
- Oficina de Agua Potable y Alcantarillado
- Empresa Pública de Servicios Agropecuarios (EPSA)
- Empresa Pública de Servicios Pesqueros (EPSEP)
- ~~FERTI~~ PERU( Antes SENAFER)
- Centro de Salud
- Resguardo Marítimo (ADUANA)
- Empresa Nacional de Puertos (ENAPU)
- Oficina de Caminos
- Oficina del Seguro Social del Perú.

Entre las Particulares tenemos:

- Banco de Crédito
- Banco Internacional
- Banco Popular
- Banco Nor Perú
- Planta Eléctrica San Andrés
- Servicentros

- Empresas de Transportes: TEPESA, PERU EXPRESS, NOR ANDINO, ROGGERO, etc.
- Agencias Funerarias
- Imprenta Diario Local "El Times Noticias"
- Radio Emisora " Pacasmayo"
- Academias

13.- ESTADISTICAS DE SALUD

Podemos tener una idea de la salud de los habitantes de Pacasmayo, en base a los datos de Morbilidad obtenidos en diversos meses, proporcionados por el Centro de Salud (Ver Formularios).

Haciendo un análisis podemos deducir lo siguiente:

- a) Que predominan las enfermedades de transmisión aérea (aire) tales como: tuberculosis, tos convulsiva, varicela, sarampión, bronquites, resfrío común; el modo de control sería higiene de las habitaciones, control de salas de espectáculos, locales escolares, desinfección, ventilaciones.

b) En lo referente a las enfermedades entéricas o de origen hídrico se observa que se han presentado casos aislados tales como: disentería, parasitosis intestinal y hepatitis en una proporción ínfima.

La forma de control radica en un adecuado servicio de agua, disposición de excretas: protección y hábitos higiénicos en la manipulación de alimentos.

### C A P I T U L O     I I I

#### OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD

En forma general la realidad sanitaria de Pacasma-  
yo es bastante aceptable. Como reseña describiré el estado de los  
servicios siguientes:

1.-                    AGUA POTABLE

El abastecimiento se inició el año 1930 y fué elabo-  
rado por la Comisión de Irrigación de Pimental.

Consta de las siguientes instalaciones:

- Captación.- El agua obtenida proviene de la ex-  
plotación de tres pozos cuyos rendimientos son: Pozo N°1, 16 lps;  
Pozo N°2 9 lps y Pozo N°4, 20 lps. Existiendo el Pozo N°3 pero  
que no presta servicios por estar arenado.

- Impulsión.- Los diámetros usados son de 6 pulga-  
das y de fierro fundido, el agua antes de ser entregada a los usua-  
rios tiene como único tratamiento la adición de cloro.

- Línea de Conducción.- Consta de dos líneas, una



- que sale del Reservoirio Apoyado, situado en la Zona Nor-Este aproximadamente a 1 km. de la ciudad, de 14 pulgadas de diámetro y la otra sale del Pozo N°1 que abastece a una parte de la ciudad, cuyo diámetro es de 8 pulgadas; ambas son de eternit.

- Conexiones Domiciliarias.- Son a base de plomo y plástico; existiendo también en determinadas zonas para el abastecimiento piletas.

## 2.- DISPOSICIONES DE ECRETAS

En la actualidad en la localidad de Pacasmayo existe un gran porcentaje de la población que cuenta con conexiones domiciliarias de desague y el complemento elimina en pozos ciegos o letrinas sanitarias o en forma inadecuada.

Respecto a la salud de los pobladores, de acuerdo a los cuadros estadísticos proporcionados por el Centro de Salud de la localidad su estado actual no tiene incidencia.

La red de desague cumple con su finalidad en forma positiva en algunas zonas y en otras se aprecian deficiencias (ato-

ros) : ya sea por arenamiento, falta de pendiente, objetos extraños etc).

3.- RECOLECCION DE BASURAS

Este servicio está a cargo de la Municipalidad de Pacasmayo.

La recolección es el lazo de unión entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final. Para la disposición domiciliaria se hace uso de depósitos de cartón, madera, lata, que son colocados en las puertas de las viviendas en espera del camión recolector, de esta manera la velocidad de recogida es alta, pero causa malestar a los peatones y tráfico, conduciendo a un aspecto estético inadecuado; se esta implantando paulatinamente el paquete sanitario (arrojar la basura envuelta en papel o plástico).

Para efectos de la recolección se ha dividido a la localidad en dos zonas y se lleva a cabo cada tres días en cada zona, en forma regular a una hora pre-establecida para lo cual se cuenta con un camión recolector y normalmente con cuatro hombres,

un chofer, dos trabajando 1 a cada lado del camión y un cuarto descargando en el vehículo.

La disposición final se hace a la altura del kilómetro 669 de la Panamericana Norte, margen izquierda, aprovechando las depresiones naturales del terreno, en las que son depositadas y dejadas sin recubrimientos pues carece de vehículos apropiados para el acunodo y apisonamiento, pero sin embargo no existen problemas de orden sanitario; roedores, moscas y otros vectores

4.-

#### MATADEROS O CAMALES

Es controlado por el Municipio de la localidad; se halla ubicado en la zona Norte- Oeste ocupando un área de 400 m<sup>2</sup>.

Citaré características saltantes:

- Esta ubicado fuera del casco urbano a una prudente distancia
- No existe problemas con la eliminación de los desagues pues éstos van a la red; previamete mediante sistemas de rejillas de las canaletas se ha retenido los intestinos y demás despojos.
- El suministro de agua es aceptable y proviene de la red.

El promedio de ganado que se sacrifica diariamente y la cantidad de agua empleada:

<u>NUMERO</u>	<u>GANADO</u>	<u>DOTACION</u>
15	Ovino	120 litros por animal
8	Porcino	150 " "
4	Vacuno	300 " "

- El control de la calidad de la carne esta a cargo de un Veterinario.
- Consta de los siguientes ~~compartimientos~~ compartimientos:
  - a) Entrada del ganado.
  - b) Oficina de Inspección Sanitaria
  - c) Zona de descanso y lavado.
  - d) Zona de ~~sacrificio~~ sacrificio.
  - e) Salida de la carne.
- El sacrificio se realiza todos los días por la tarde, e inmediatamente después es llevada la carne en camión cerrado a las instalaciones del mercado.

5.- MERCADOS

Existe en la localidad de Pacasmayo un solo mercado cuyo estado sanitario es bastante regular, su control y mantenimiento está a cargo del Municipio. Para cobrar el Derecho de Ingreso a los vendedores tiene dos sistemas, unos que van solo determinados días y pagan una tarifa diaria, mientras que los estables pagan una mensualidad fija.

Hoy día el actual mercado ha quedado insuficiente para alojar a un gran número de vendedores, razón por la cual han ocupado en forma permanente las dos cuadras del Pasaje Moore y los días lunes las calles adyacentes al mercado.

Cuenta con servicio de agua proveniente de la red y su servicio de desague va a la red pública, ambos se hallan en buen estado. La limpieza del mercado se realiza diariamente y por la ~~tarde cuando~~ ha cesado la actividad comercial: tanto a base de agua como recojo de desperdicios.

Cuenta con un restaurante interior cuya condición sanitaria de expendio de alimentos no es la higiénica requerida.

Esta dividido prácticamente en tres zonas:

- De expendio de toda clase de pescado y mariscos, los puestos son individuales, cuentan con servicio de agua y están hechos a base de mayólica.

- Para la venta de carne, predomina en estos puestos la mayólica y son colgados en ganchos para su expendio.
- Y los puestos que venden comestibles, hechos a base de ladrillo y cemento.

6.- LOCALES DE SALUD

De acuerdo a las Estadísticas del Centro de Salud, se observa que el estado de salud de la población es buena.

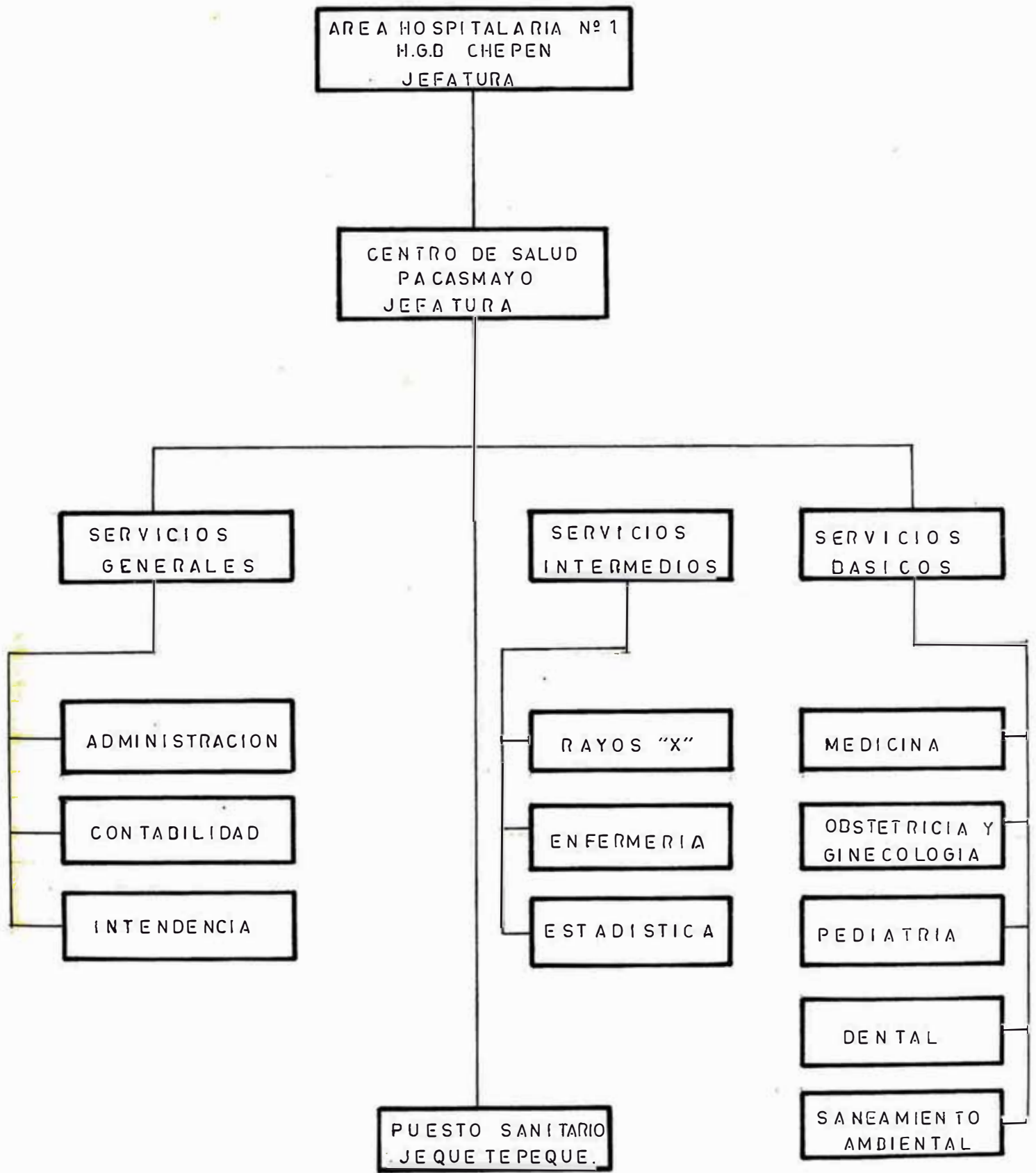
Además de consultorios de medicina general y odontología cuenta con una moderna Posta Asistencial del Seguro Social y un Centro de Salud.

El Centro Asistencial del Seguro Social fue inaugurado el 16 de Octubre de 1974. La adecuación del local, instalaciones, equipamiento y organización estuvo a cargo del Equipo Técnico Administrativo del Hospital Regional N°1 de Chiclayo.

Esta equipado:

- Consultorio de Medicina.
- " " Obstetricia.
- " Dental
- Tópico
- Servicio de Emergencia.

El Centro de Salud tiene por función prestar servicios a las personas cuyo estado de salud las requiera, sin distinción.



ORGANIGRAMA DEL CENTRO DE SALUD  
DE PACASMAYO

## C A P I T U L O    I V

---

### 1.                    PERIODO DE DISEÑO ADOPTADO

En todo diseño de un servicio público, en este caso de un Sistema de Alcantarillado Doméstico, el estudio de la población adquiere gran importancia.

Un estudio con datos estadísticos de buenas fuentes y teniendo en cuenta los factores que determinan el desarrollo o crecimiento de una población, podremos determinar la población por servir de acuerdo al período de diseño adoptado.

El presente proyecto se ha efectuado en base a un esquema director elaborado por la Dirección General de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda, el cual contempla el desarrollo futuro de la ciudad hasta el año 1994, estudio que fué llevado a cabo el año 1972.

### 2.                    FACTORES DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION

Toda población crece por nacimientos, decrece por muertes, crece o decrece por migración y aumenta por anexión.



Cada uno de estos elementos esta influenciado por factores sociales y- económicos, algunos de los cuales son inherentes a la comunidad, otros de origen nacional y aún mundial.

El factor de mayor importancia y menos previsible del cambio de población es la actividad comercial e industrial, ésta puede producir aumentos bruscos, crecimiento lento, condiciones estacionarias o declinaciones de población.

### 3.- CALCULO DE LA POBLACION FUTURA- DIVERSOS METODOS

Para la estimación del crecimiento demográfico de una población existen diversos métodos, siendo muy difícil que uno de ellos en forma aislada nos pueda dar cifras aproximadas o exactas para los años futuros, razón por la cual analizaremos los métodos conocidos y con los resultados hallados procederemos a ver cual será la probable población para el período de diseño adoptado, teniendo en cuenta los factores propios que influyen en el desarrollo y comparando con crecimientos de otras localidades análogas.

Se dispone de los datos Censales obtenidos en la Oficina Nacional de Estadística y Censos:

- Censo de 1940 : 6,635 Habitantes.
- Censo del 2 de Julio de 1961 : 11,956 Habitantes.
- Censo del 4 de Junio de 1972: 16,665 Habitantes.

Los métodos matemáticos a emplearse son:

A) Método Aritmético o Progresión Aritmética

Para aplicarlo se asume que la población aumenta en base a una progresión aritmética, cuya razón es el promedio de los incrementos entre los Censos. (Gráfico 3- 1).

La Fórmula es:  $P = P_0 + rt$

P = Población Futura

P<sub>0</sub> = Población Actual

r = Promedio de Incrementos

t = Tiempo transcurrido entre P y P<sub>0</sub>.

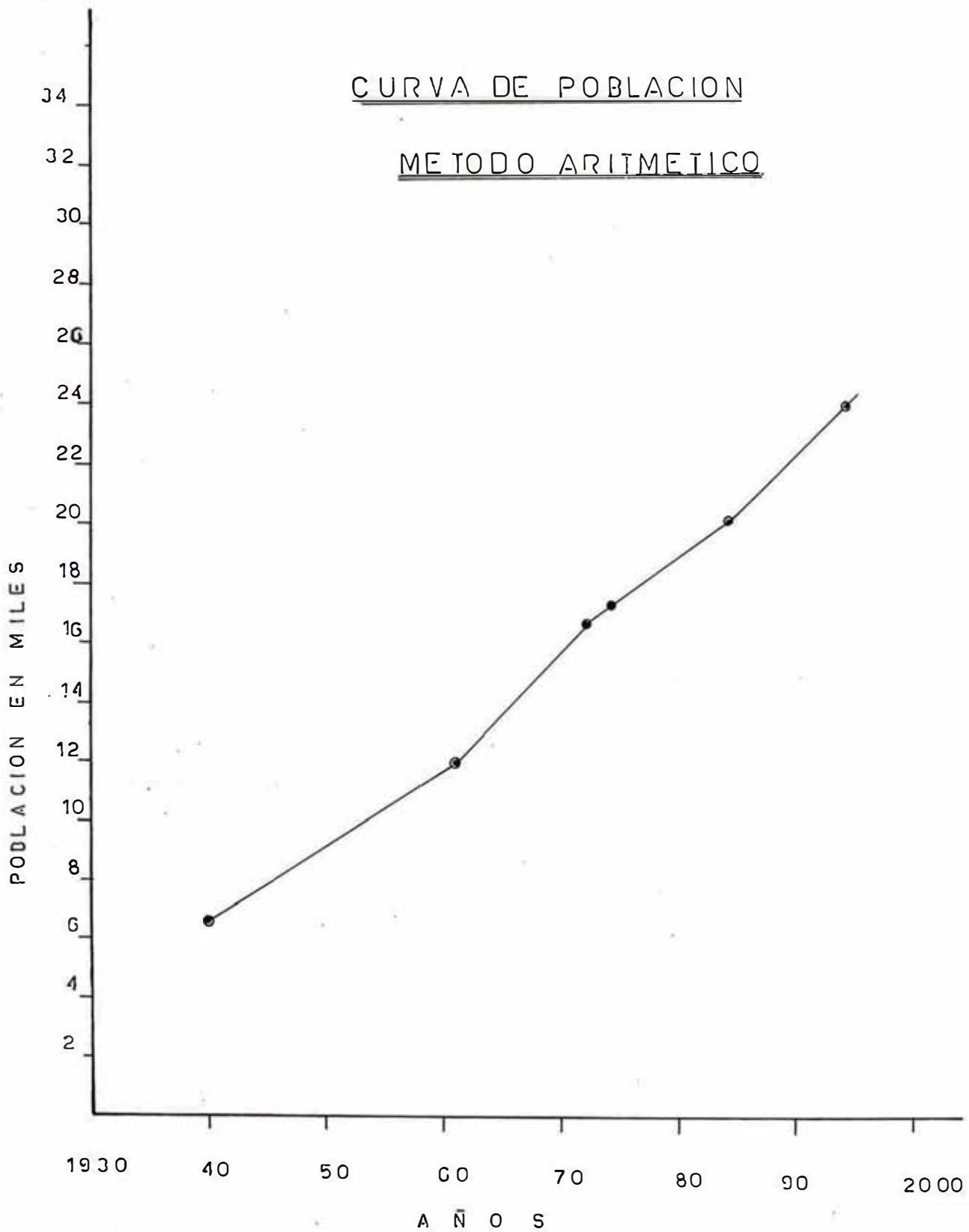
Así:

$$r_1 = \frac{11956 - 6635}{1961 - 1940} = \frac{5,321}{21} = 253 \text{ Hab/Año}$$

$$r_2 = \frac{16665 - 11956}{1972 - 1961} = \frac{4,709}{11} = 428 \text{ Hab/año}$$

CURVA DE POBLACION

METODO ARITMETICO



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE  
PACASMAYO  
GRAFICO 3-1

PROYECTO DE GRADO  
LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{253 + 428}{2} = \frac{681}{2} = 340 \text{ Hab/año}$$

Luego:

- P 1974 = P 1972 + rt = 16,665 + 340 x 2 = 17,345 Hab.
- P 1984 = P 1974 + rt = 17,345 + 340 x 10 = 20,745 Hab.
- P 1994 = P 1984 + rt = 20,745 + 340 x 10 = 24,145 Hab.

Como se puede observar este método no es adecuado pues establece un crecimiento muy bajo.

#### B) Método Geométrico o Progresión Geométrica

Da resultados más aproximados respecto a las poblaciones en proceso de desarrollo.

El crecimiento de la población es semejante a un capital impuesto a interés compuesto, donde el Interés representa el coeficiente de crecimiento anual o por décadas según el tiempo expresado en años o por décadas. Usamos la fórmula:

$$P = P_0 (1 + r)^t.$$

P = Población por calcular

Po = Población Actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual o por décadas

t = Tiempo en años o por décadas.

B.1.                    Que la tasa de crecimiento sea el promedio de las halladas entre los tres Censos (Gráfico 3- 2).

- P 1940 = 6635 Hab.

- P 1961 = 11956 Hab.

- T        = 21 años

- r        = ?

$$\text{Log. } \frac{P}{P_0} = t \log. (1 + r)$$

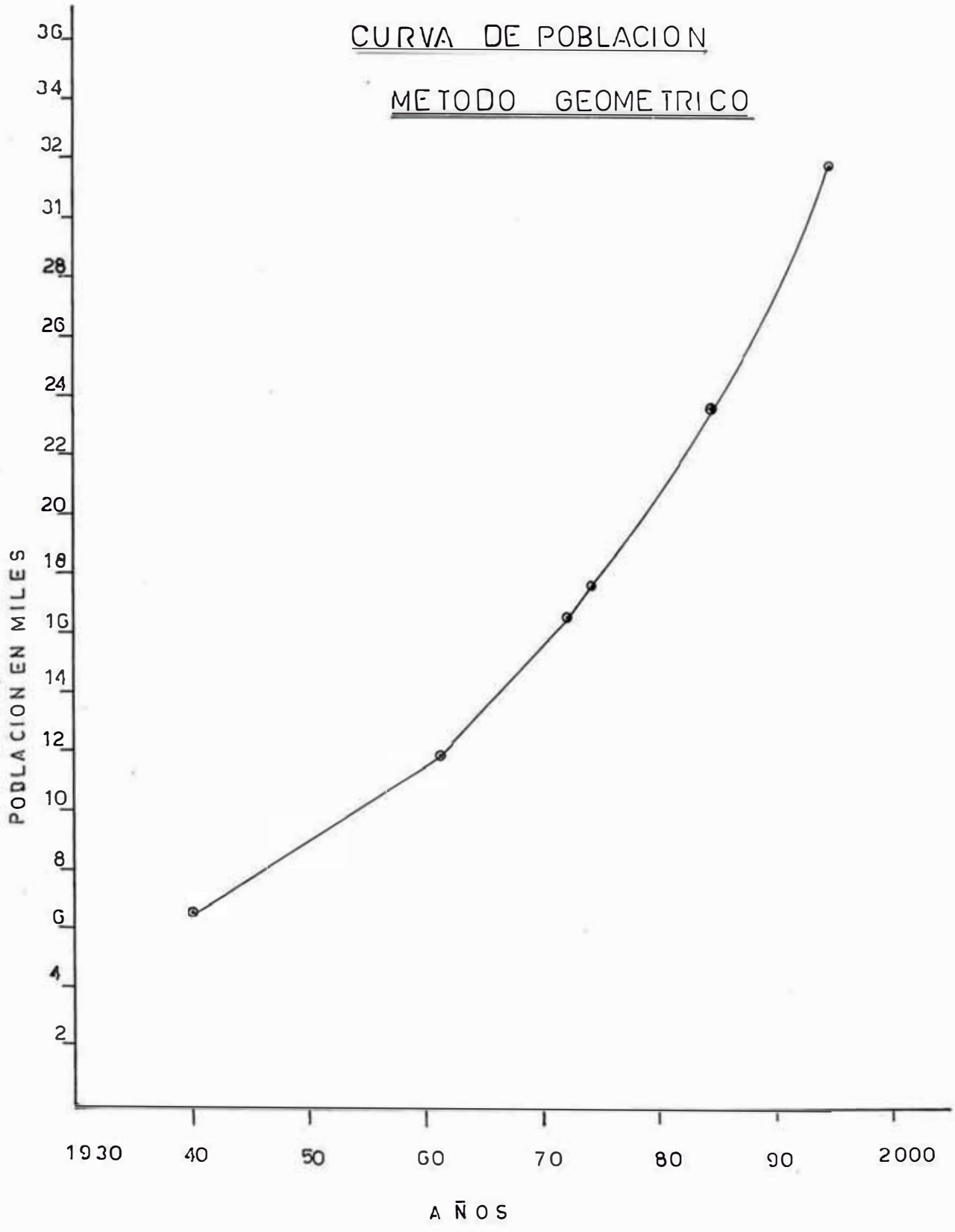
$$\text{Log. } \frac{11956}{6635} = 21 \log (1 + r)$$

$$\frac{1}{21} (0.255755) = \log (1 + r)$$

$$\text{Antilog. } (0.012179) = 1 + r$$

$$\underline{r = 0.0285}$$

CURVA DE POBLACION  
METODO GEOMETRICO



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE  
PACASMAYO  
GRAFICO 3-2  
LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

Tasa de crecimiento anual que equivales a un crecimiento de 32.4% por década.

$$P \ 1961 = 11,956 \text{ Hab.}$$

$$P \ 1972 = 16,665 \text{ Hab.}$$

$$- t = 11 \text{ años}$$

$$- r = ?$$

$$\text{Log. } \frac{16665}{11956} = 11 \log ( 1 + r )$$

$$\frac{1}{11} ( 0.144263 ) = \log ( 1 + r )$$

$$\text{Antilog. } ( 0.013114 ) = 1 + r$$

$$\underline{r = 0.031}$$

Tasa de crecimiento anual que equivale a un crecimiento de 35% por década.

Considerando que la tasa de crecimiento anual sea el promedio:

$$r_p = \frac{0.0285 + 0.0310}{2}$$

$$\underline{r_p = 0.0297}$$

Luego:

$$P_{1974} = 16,665 (1 + 0.0297)^2 = 17,682 \text{ Hab.}$$

$$P_{1984} = 16,665 (1 + 0.0297)^{12} = 23,764 \text{ Hab.}$$

$$P_{1994} = 16,665 (1 + 0.0297)^{22} = 31,930 \text{ Hab.}$$

B.2. Considerando ~~como~~ tasa de crecimiento, la hallada e partir de los dos últimos Censos ( 1961 y 1972), donde :

$$r = 0.031 \text{ ( Gráfico 3 - 3 )}$$

$$P_{1974} = 16,665 (1 + 0.031)^2 = 17,715 \text{ Hab.}$$

$$P_{1984} = 16,665 (1 + 0.031)^{12} = 24,048 \text{ Hab.}$$

$$P_{1994} = 16,665 (1 + 0.031)^{22} = 32,613 \text{ Hab.}$$

B.3. Que la población siguiera la tasa de crecimiento de la población nacional actual que es de 3.1% (Gráfico 3- 4 ).

$$P_{1974} = 16,665 (1 + 0.031)^2 = 17,715 \text{ Hab.}$$

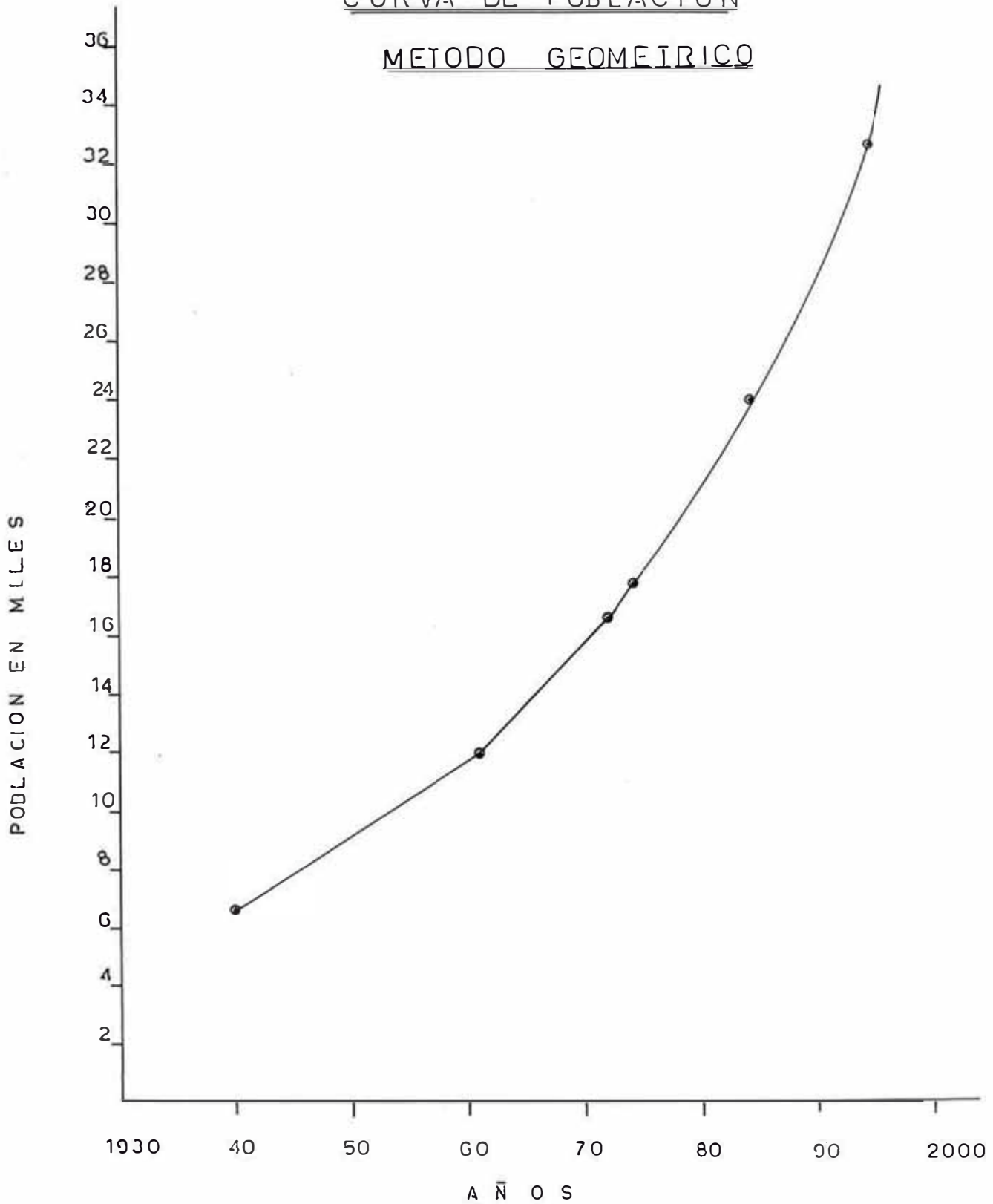
$$P_{1984} = 16,665 (1 + 0.031)^{12} = 24,048 \text{ Hab.}$$

$$P_{1994} = 16,665 (1 + 0.031)^{22} = 32,613 \text{ Hab.}$$



CURVA DE POBLACION

METODO GEOMETRICO

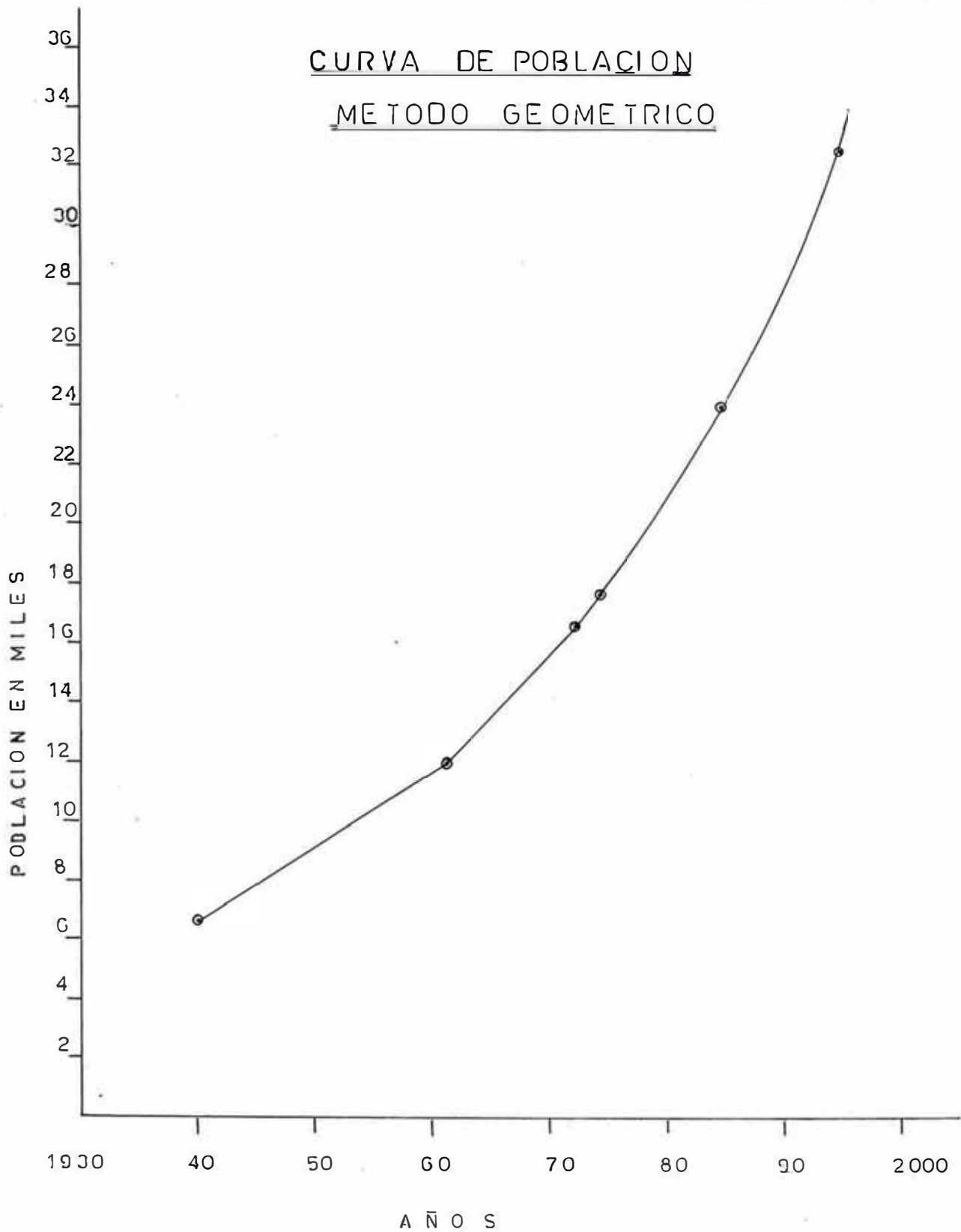


ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE PACASMAYO  
GRAFICO 3-3

---

PROYECTO DE GRADO  
LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

CURVA DE POBLACION  
METODO GEOMETRICO



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE PACASMAYO  
GRAFICO J-4  
PROYECTO DE GRADO  
LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

C) Método de la Parábola de 2do. Grado:

Considera que la población aumenta siguiendo la forma de una parábola de 2do. Grado (Gráfico 3- 5 ). La ecuación empleada:

$$Y = A + B X + C X^2$$

Y = Población Futura

A = Dato de Población Más Antigua

B = Constante por hallar

C = Constante por hallar.

X = Intervalos en Años.

<u>AÑO</u>	<u>POBLACIÓN</u>	<u>INTERVALO EN AÑOS</u>	<u>Y</u>	<u>A</u>	<u>X</u>	<u>X<sup>2</sup></u>
1940	6,635					
1961	11,956	21	11,956	6635	21	441
1972	16,665	11	16,665	6635	32	1024

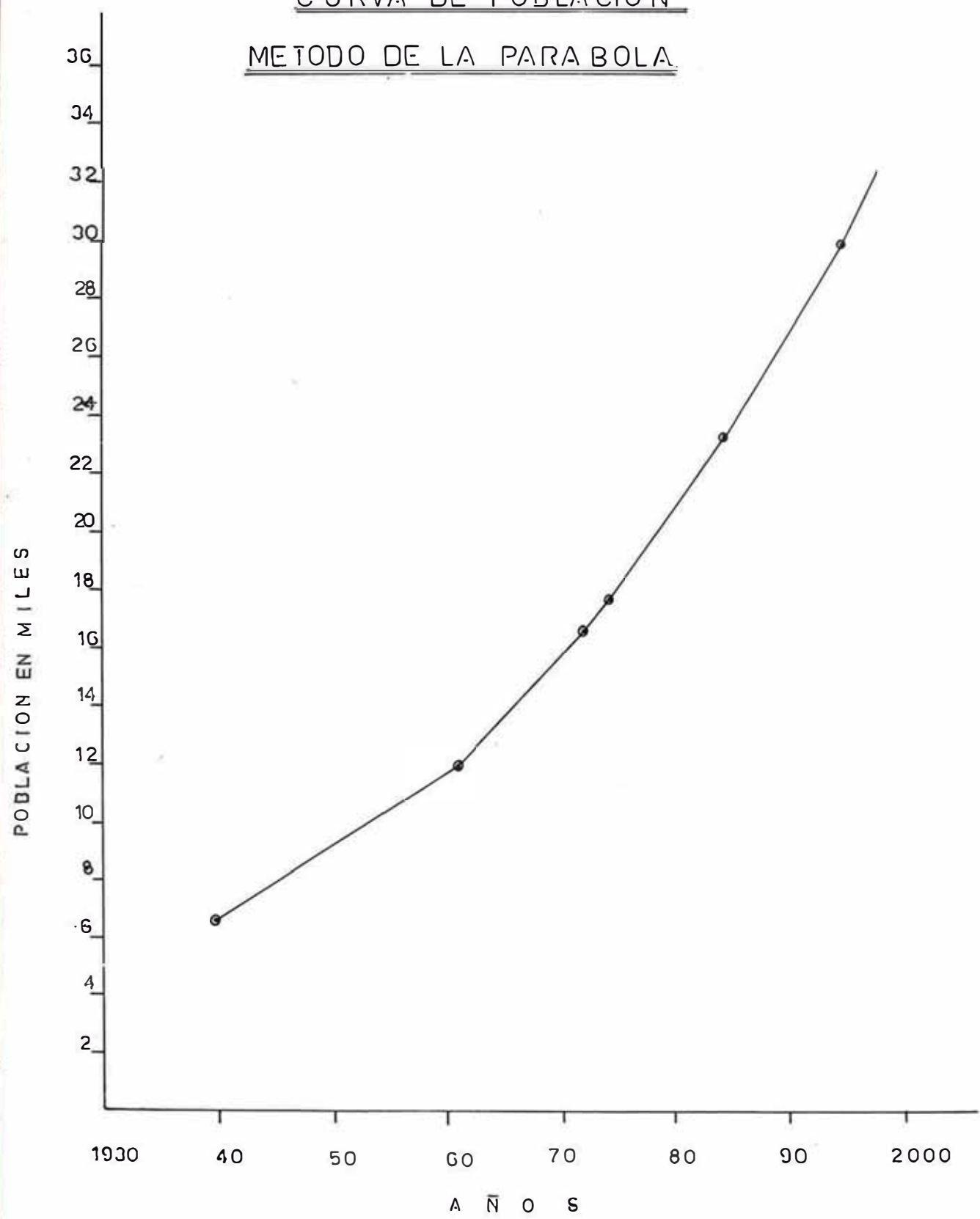
Reemplazando los datos en la fórmula general:

$$11,956 = 6635 + B (21) + C (441) \dots\dots\dots (1)$$

$$16,665 = 6635 + B (32) + C (1024) \dots\dots\dots (2)$$

CURVA DE POBLACION

METODO DE LA PARABOLA



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE PACASMAYO  
GRAFICO 3-5

---

PROYECTO DE GRADO  
LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS

Resolviendo nos da:

$$C = 5.5$$

$$B = 138.0$$

Luego la Ecuación de la Parábola es:

$$\underline{Y = 6635 + 138 X + 5.5 X^2}$$

$$P \ 1974 = 6,635 + 138 ( 34) + 5.5 ( 34)^2 = 17,585 \text{ Hab.}$$

$$P \ 1984 = 6,635 + 138 ( 44) + 5.5 ( 44)^2 = 23,355 \text{ Hab.}$$

$$P \ 1994 = 6,635 + 138 ( 54) + 5.5 ( 54)^2 = 30,125 \text{ Hab.}$$

Estos valores son semejantes a los hallados por el método del Interés Compuesto.

#### D) Método Gráfico:

Consiste en la construcción de una curva de los Censos de la población efectuados en los Años 1940, 1961 y 1972; luego prolongo la curva y con la misma pendiente se halla la población correspondiente a los Años que se desea (Gráfico 3- 6). Así:

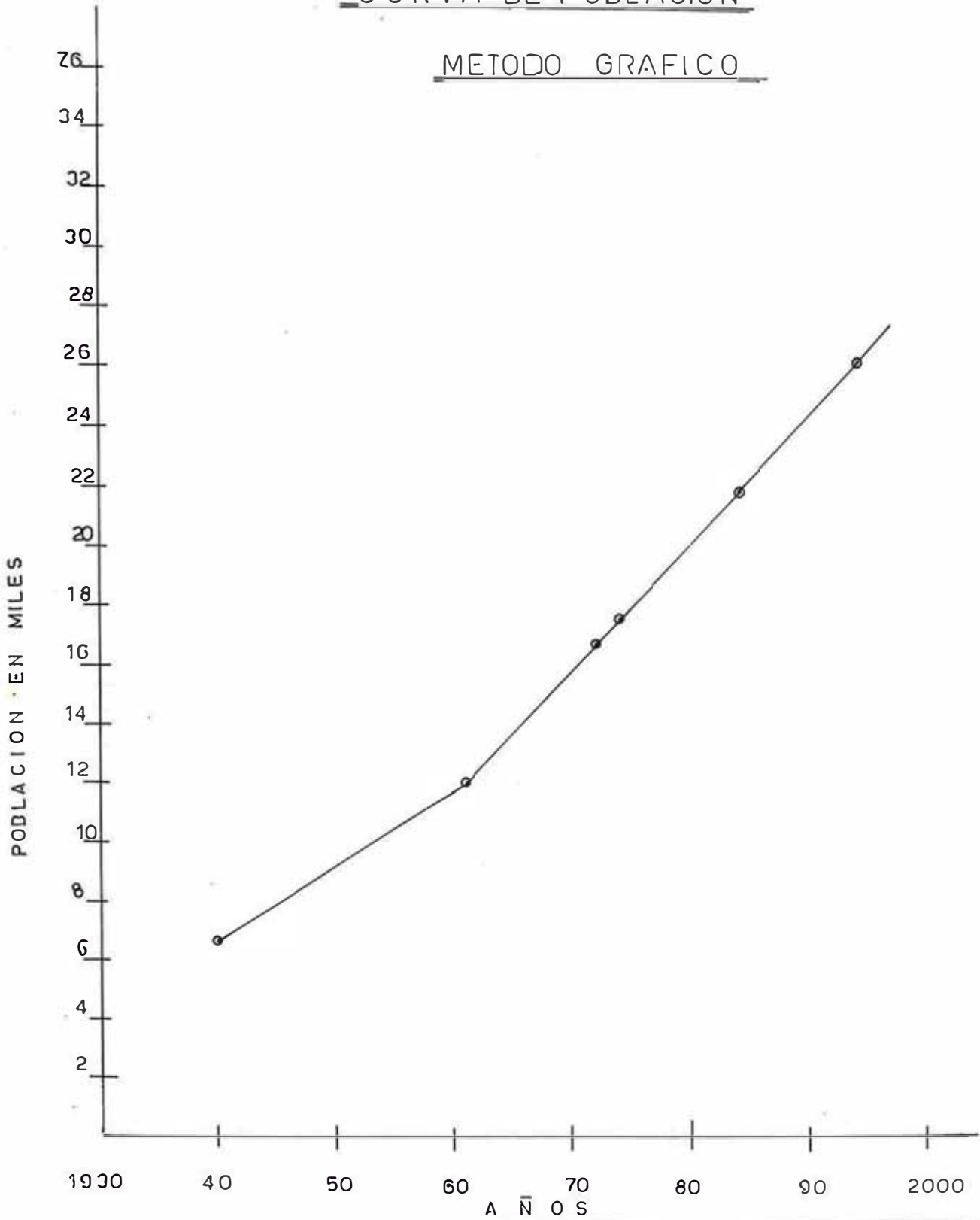
$$P \ 1974 : 17,550 \text{ Hab.}$$

$$P \ 1984 : 21,800 \text{ Hab.}$$

$$P \ 1994 : 26,080 \text{ Hab.}$$

CURVA DE POBLACION

METODO GRAFICO



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE POBLACION DE PACASMAYO  
GRAFICO 3-G

PROYECTO DE GRADO  
LUIS C CASTAÑEDA CAMPOS

E) Comparación con la Tasa de Crecimiento de Otras Poblaciones.-

Relacionando la Tasa de Crecimiento de Pacasmayo con las Tasas de Crecimiento de las ciudades siguientes:  
(Datos de Censos proporcionados por la Oficina Nacional de Estadística y Censos).

LOCALIDAD	POBLACION		TASA GEOMETRICA	
	1961	1972	POR DECADA (%)	ANUAL (%)
Pisco	28,519	43,510	46.8	3.90
Pimentel	7,387	10,520	37.9	3.30
Chepén	16,119	23,562	41.5	3.50
Salaverry	4,605	5,316	13.9	1.30

LOCALIDAD	POBLACION		TASA GEOMETRICA	
	1961	1972	POR DECADA (%)	ANUAL (%)
Lima	1'632,370	2'981,292	72.25	5.28
Trujillo	119,221	192,225	54.3	4.44
Chiclayo	99,578	154,722	49.2	4.10

PAIS	POBLACION		TASA DE CRECIMIENTO (%)
	1970	1972	
PERU	12'012,000	13'586,000	3.1
EE.UU.	196'920,000	204'800,000	1.2
UNION SOVIETIC.	233'105,000	242'768,000	1.2
JAPON	98'865,000	103'390,000	1.0
SUECIA	7'808,000	8'040,000	0.7
SUIZA	5'999,000	6'281,000	1.5
HOLANDA	12'455,000	13'019,000	1.3
ARGENTINA	22'691,000	23' 212,000	1.5

Datos proporcionados por el Instituto de Planeamiento de Lima.

Resumen General de los Resultados Hallados en el Cálculo de la Población Futura de Pacasmayo.

Según el Gráfico 3- 7:

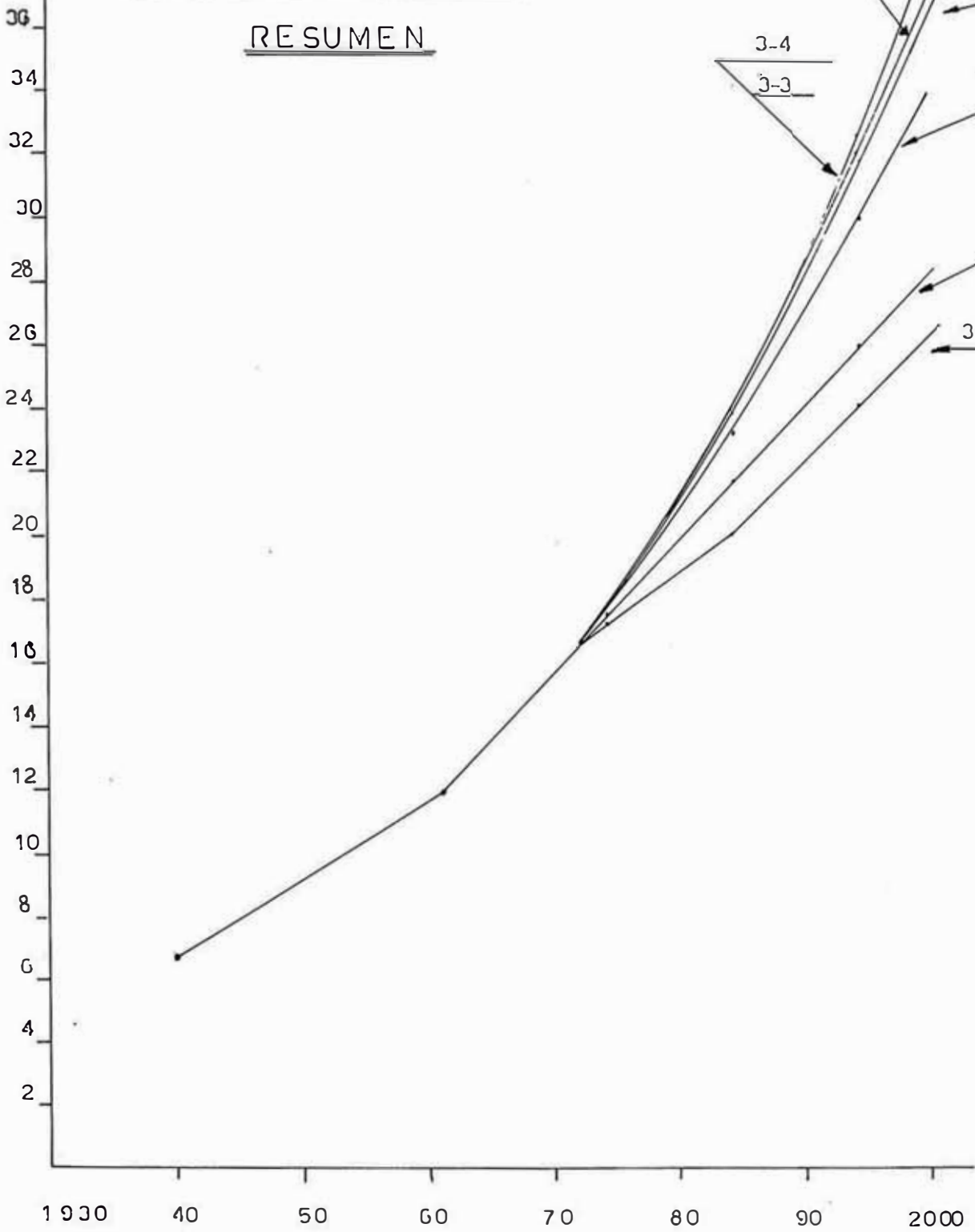
METODOS DE CALCULO	POBLACION EN LOS AÑOS		
	1974	1984	1994
<u>METODO ARITMETICO</u>	<u>17,345</u>	<u>20,745</u>	<u>24,145</u>
<u>Método Geométrico</u>			
- Tasa Promedio de los 3 Censos	17,682	23,764	31,930
- Tasa Promedio de 2 Censos	17,715	24,048	32,613
- Tasa de Crecimiento Nacional	17,715	24,048	32,613
<u>MET. DE LA PARABOLA DE 2do. GRADO</u>	<u>17,585</u>	<u>23,355</u>	<u>30,125</u>
<u>METODO GRAFICO</u>	<u>17,550</u>	<u>21,800</u>	<u>26,080</u>



# CURVAS DE POBLACION

## RESUMEN

POBLACION EN MILES



AÑOS

<p><u>RESUMEN:</u> 3-1: ARITMETICO 3-2: GEOMETRICO 3-3: " 3-4: " 3-5: PARADOLA 3-6: GRAFICO</p>	<p>ALCANTARILLADO DE PACASMAYO ESTUDIO DE LA POBLACION DE PACASMAYO PROYECTO DE GRADO LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS</p>
---	--

CRECIMIENTO DEMOGRAFICO VEGETATIVO

Para verificar el crecimiento vegetativo de Pacas-  
mayo se han tomado datos proporcionados por el Registro Civil de la  
Municipalidad, durante los últimos 15 años:

AÑO	NACIMIENTO	DEFUNCIONES	INCREMENTOS
1960	529	103	426
1961	498	91	407
1962	521	90	431
1963	558	114	444
1964	517	109	408
1965	492	91	401
1966	418	104	314
1967	350	81	269
1968	376	99	277
1969	368	107	261
1970	428	114	314
1971	320	85	235
1972	302	112	190
1973	266	86	180
1974	320	114	206

Que equivale a un crecimiento anual de 318

Habitantes.

4.- POBLACION DE DISEÑOFLUJOS CON EL EXTERIOR

Haremos un análisis de los aspectos fundamentales referidos a la organización y a la propagación de los flujos dentro del valle y fuera de él (Jequetepeque).

Respecto a la educación diremos que todos los Centros Urbanos del Valle a excepción de Pacasmayo, atraen a cierto número de población rural que sigue estudios primarios y secundarios, debido a la cercanía a los centros urbanos del Valle y por carecer Pacasmayo de población rural.

El flujo de pasajeros de la zona rural no se conoce con precisión, debido a que no existen vehículos expresos, pues el transporte es por vehículos de ruta, acémilas, bicicletas y a veces caminando.

El intercambio educacional entre las zonas urbanas del Valle lo podemos observar en el Cuadro siguiente:

SEGUN EL AÑO 1972:

	RESIDEN Y ESTUDIAN EN PACASMAY O	RESIDEN Y NO ES- TUDIAN EN PACAS- MAYO.	NO RESIDEN Y ESTUDIAN EN PACASMAYO
Nº	4,549	51	51
%	98.9	1.1	1.1

Es decir que se observa una compensación y el total de la población escolar de Pacasmayo es 4,600 alumnos en los tres niveles anteriores.

SEGUN EL AÑO 1974: Estudian en la actualidad 5,105 alumnos.

Pacasmayo, en razón de su carácter industrial, de su función portuaria y la ausencia de zona rural, no registra este tipo de flujos con gran intensidad que otros centros urbanos del Valle, pues sólo el 5.2% trabaja en la zona rural, en actividades agrícolas.

En base a los días de mayor movimiento comercial en Pacasmayo se ha observado una población flotante como consecuencia de venida de vendedores de los centros del Valle y personas que vienen a agenciarse de mercancía; así mismo la afluencia de vendedores provenientes de Chiclayo, Cajamarca, Trujillo y otros lugares que alcanzan el mayor número a fines de Julio, en el mes de Diciembre, fines de Marzo y feria de Pacasmayo.

LUGAR DE PROCEDENCIA	NUMERO DE VENEDORES
CHEPEN	656
SAN JOSE	11
TEMBIADERA	26
JEQUETEPEQUE	147
PUEBLO NUEVO	173
CHICLAYO, CAJAMARCA, TRUJILLO	61
<b>T O T A L :</b>	<b>1,074</b>

Los flujos de pasajeros entre Pacasmayo y el exterior se lleva a cabo mediante colectivos y omnibuses, así:

REFERENCIAS LOCALIDADES	P A C A S M A H O	
	MOV. PASAJEROS POR DIA	MOV. PASAJEROS POR SEMANA
CHEPEN	125	875
CAJAMARCA	12	84
TRUJILLO	96	672
CHICLAYO	54	378
SAN PEDRO	254	1,778
GUADALUPE	83	582
JEQUETEPEQUE	66	462
TEMBIADERA	30	210
SAN JOSE	6	42
<b>T O T A L :</b>	<b>726</b>	<b>5,083</b>

Los flujos hacia Lima se realizan a través de Compañías de omnibuses que tienen sus agencias en los diversos centros urbanos, a los cuales se les reserva un número determinado de asientos en cada vehículo, así para Pacasmayo:

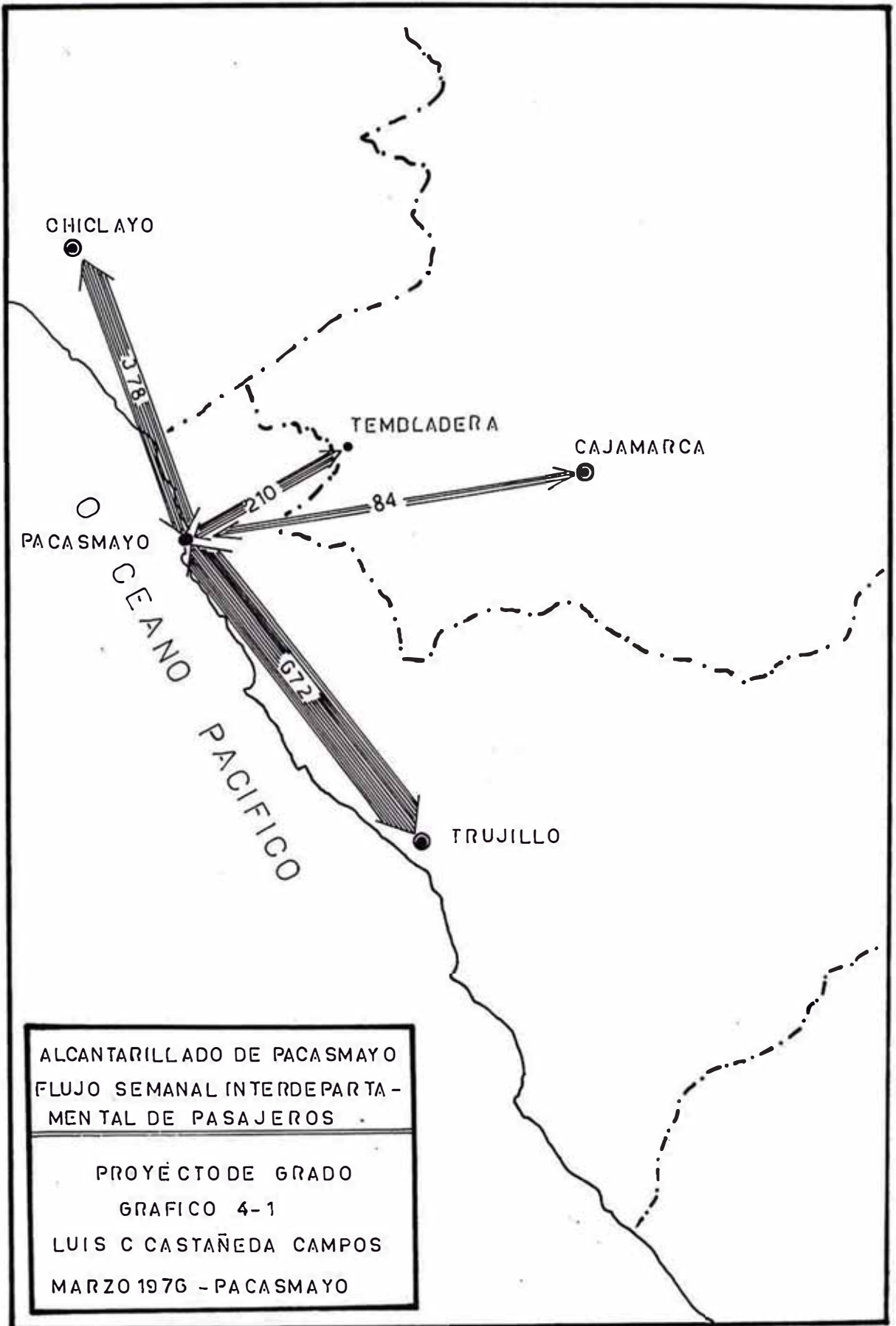
CENTRO	FLUJO	NUMERO DE AGENC. DE TRANSPORTE.	SALIDA	LLEGADA
			ASIENTO RESER- VADOS AL DIA	ASIENTO RESER- VADOS AL DIA
PACASMAYO		6	26	26

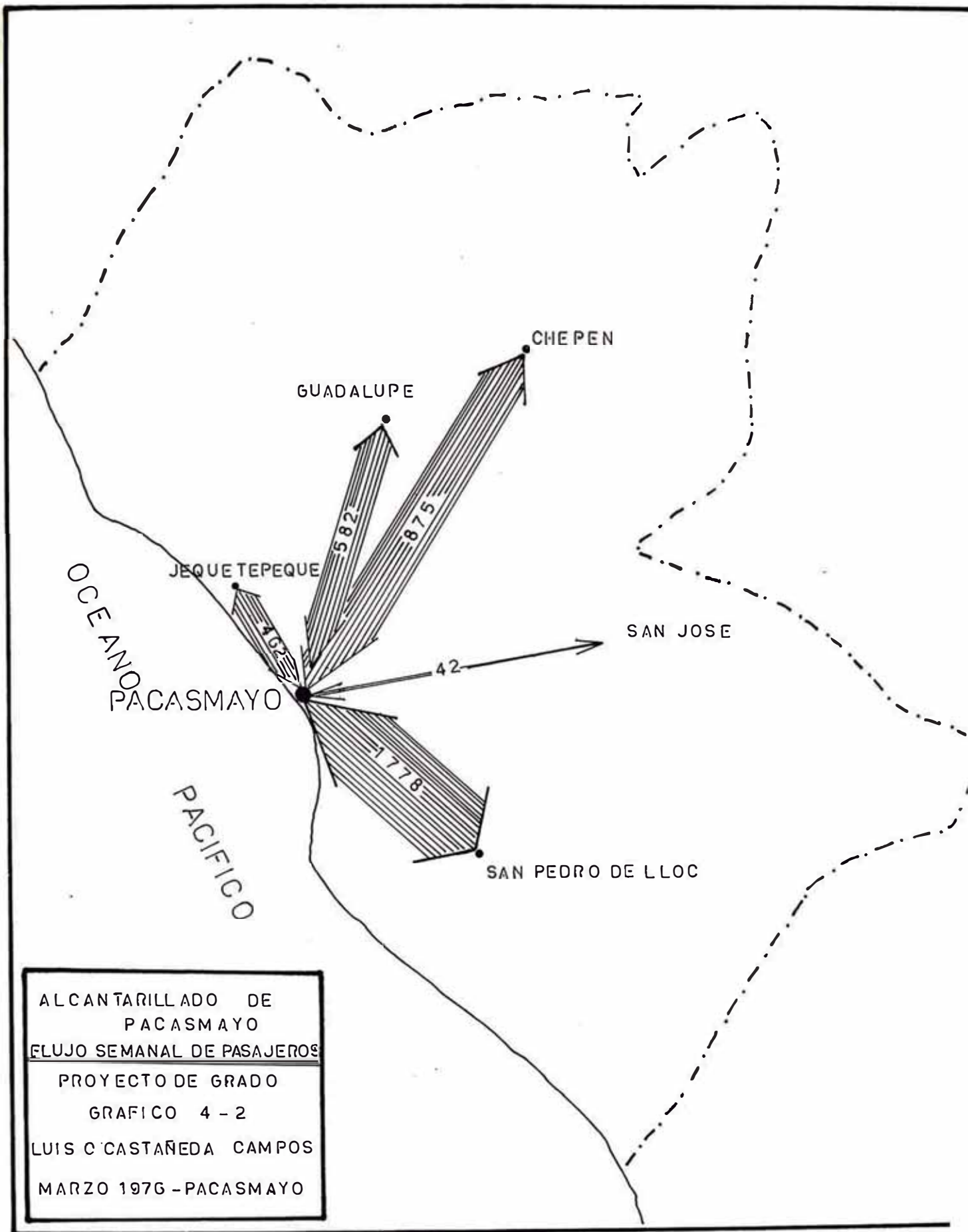
Fuente de Información: Censo efectuado por la CORLIB-Misión Francesa. Ver Gráficos 4.1- y 4.2.

#### ANALISIS DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO

Estudiando las Curvas de Proyección de Población (Gráfico 3-7) diremos que la del Método Aritmético nos da el límite inferior de crecimiento; la del gráfico no considera evolución en el desarrollo actual; la curva de la Parábola de 2do. Grado nos da una pauta de comparación para adoptar la curva adecuada.

Finalmente nuestra curva adoptada estará ubicada entre las curvas casi coincidentes del Índice de Crecimiento del País y la curva de Índice de Crecimientos Geométrico Promedio con tendencia a la primera.





ALCANTARILLADO DE  
 PACASMAYO  
 FLUJO SEMANAL DE PASAJEROS  
 PROYECTO DE GRADO  
 GRAFICO 4 - 2  
 LUIS C CASTAÑEDA CAMPOS  
 MARZO 1976 - PACASMAYO



COMPARACION CON OTRAS TASAS DE CRECIMIENTO

Comparando con el crecimiento de ciudades afines y cercanas; lo mismo con la tasa de Lima, de la Nación y países desarrollados.

Así con la ciudad de Chepén que es el centro comercial del Valle y mantener relaciones de mayor magnitud con los departamentos colindantes la tasa de crecimiento de Pacasmayo es inferior.

La tasa de Salaverry es inferior a pesar de su mayor movimiento portuario, pues se nota una efluencia hacia Trujillo.

Inferior a las tasas de Pisco y Pimentel por ser puertos principales en sus respectivos departamentos.

Con la ciudad de Trujillo que se esta desarrollando industrialmente en forma acelerada; respecto a Chiclayo centro comercial de renombre en la zona norte, el crecimiento de Pacasmayo esta por debajo de las mencionadas.

Respecto a las tasas de los países mencionados, estos tratan de controlar su crecimiento demográfico de acuerdo a su situación o estado de desarrollo.

Analizando lo anterior diremos que la tasa de Crecimiento de Pacasmayo estará entre los límites que corresponde a la ta-

sa geométrica promedio (2.97%) y las tasas de crecimiento de Pimentel, Chepén y Pisco.

### MIGRACIONES

Observando el cuadro de crecimiento demográfico vegetativo se nota una disminución en los nacimientos y estabilización de las defunciones por lo tanto una disminución en los incrementos anuales por lo tanto estará aumentando anualmente las INMIGRACIONES, esto debido a la creación de nuevas fuentes de trabajo.

Analizando matemáticamente las inmigraciones y el crecimiento vegetativo:

### CRECIMIENTO INMIGRATORIO

Según los últimos dos Censos:

Censo 1961	= 11,956 Hab. +
Crecimiento Inmigratorio en 11 años	= <u>758 Hab</u>
Censo 1972	= 12,714 Hab

La tasa de Crecimiento Geométrica Promedio será:

$$12,714 = 11,956 (1 + r)^{11}$$

$$\frac{1}{11} \log \frac{12,714}{11,956} = 1 + r$$

$$\underline{r = 0.55 \%}$$

CRECIMIENTO VEGETATIVO

$$\text{Censo 1961} = 11,956 +$$

$$\text{Crecimiento Vegetativo} = \underline{3,951}$$

$$\text{Censo 1972} = 15,907$$

$$15,907 = 11,956 (1 + r)^{11}$$

$$\frac{1}{11} \log \frac{15,907}{11,956} = 1 + r$$

$$\underline{r = 2.55\%}$$

Ahora analizando el crecimiento vegetativo desde 1961 agrupando en años con aumentos análogos, vemos como fluctúa la tasa:

$$\text{- Año 1961} = 11,956 \text{ Hab.} +$$

$$\text{Aumento en 4 años} = \underline{2,091 \text{ Hab.}}$$

$$\text{Año 1965} = 14,047 \text{ Hab.}$$

$$14,047 = 11,956 ( 1 + r )^4$$

$$\frac{1}{4} \log \frac{14,047}{11,956} = \log ( 1 + r )$$

$$\underline{r = 4.08 \%}$$

- Año 1965	= 14,047 Hab. +
Aumento en 5 años	<u>= 1,435 Hab.</u>
Año 1970	= 15,482 Hab.

$$15,482 = 14,047 ( 1 + r )^5$$

$$\frac{1}{5} \log \frac{15,482}{14,047} = \log ( 1 + r )$$

$$\underline{r = 1.95 \%}$$

- Año 1970	= 15,482 H-ab. +
Aumento en 2 años	<u>= 425 Hab.</u>
Año 1972	= 15,907 Hab.

$$15,907 = 15,482 ( 1 + r )^2$$

$$\frac{1}{2} \log \frac{15,907}{15,482} = \log ( 1 + r )$$

$$\underline{r = 1.33 \%}$$

Como conclusión adoptamos como Tasa de Crecimiento 3.0% para la localidad de Pacasmayo.

Esta justificado este crecimiento en el futuro por razones de industrialización de influencia periférica, capacidad de trabajo, empuje progresista y mejoramiento del nivel de vida; así:

- La tasa adoptada es una tasa adecuada a la localidad, no exagerada y menor que la Promedio Nacional ( 3.1%).

- Como resultado de la ampliación de Cementos Norte S.A. y el reequipamiento del Muelle Zonal, se contribuirá a dar mayores fuentes de trabajo.

- Debido al decaimiento de la actividad agrícola los ex dueños se han dedicado a reinvertir en la localidad: Restaurantes, ferreterías, granjas y otros.

- Otro factor que contribuirá a una situación de futuro ~~progreso~~ sería el embarque por el Puerto de los minerales explotados en las Minas de Michiquillay (Dpto. de Cajamarca); estudios que se hallan bastante adelantados y con cierto favoritismo para Pacasmayo.

La población de Diseño estimada para el presente Proyecto es la siguiente (Gráfico 4- 3 ).

AÑO	POBLACIÓN
1974	17,680
1984	23,756
1994	31,947

5.

AREA BRUTA DE LA CIUDAD

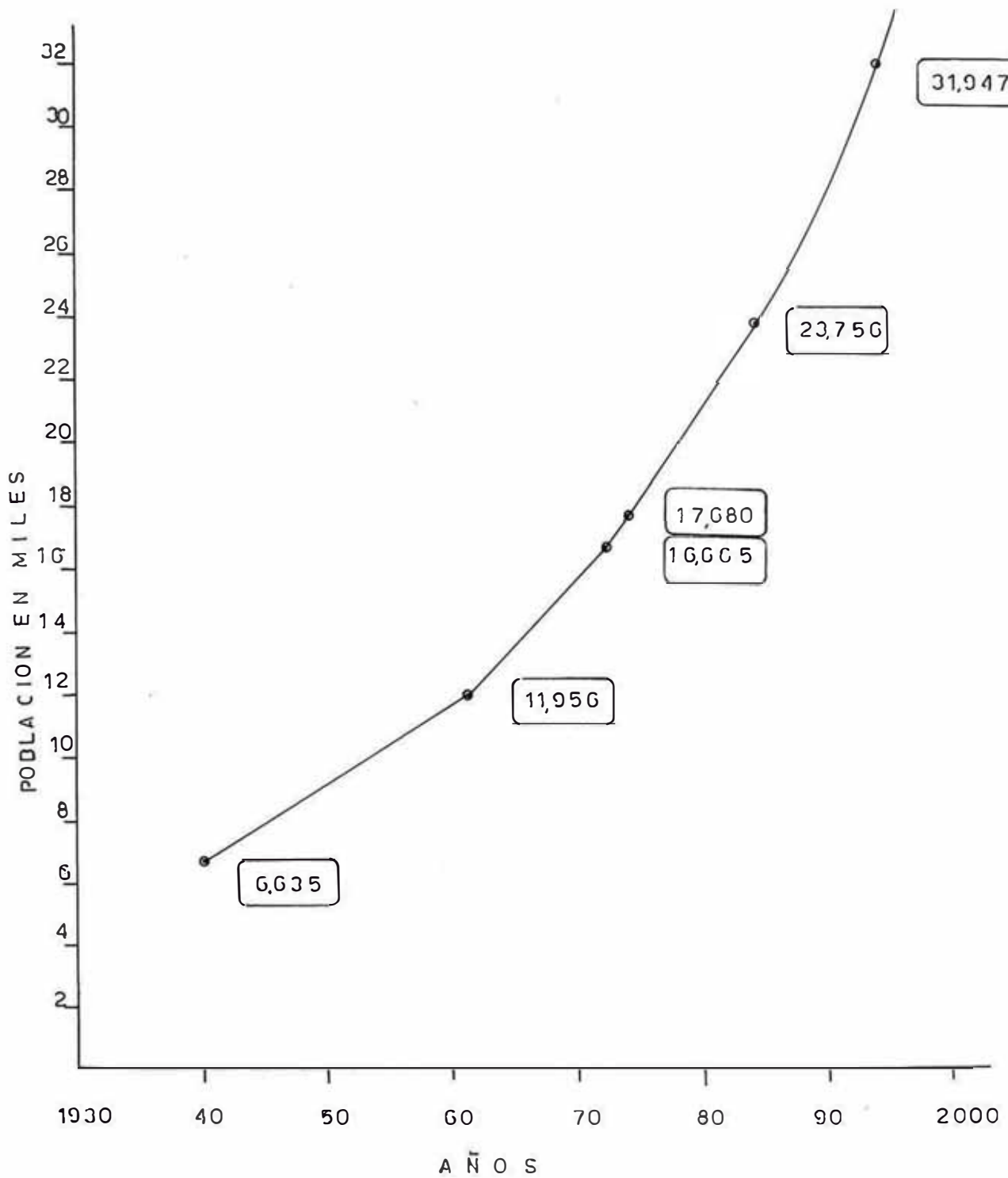
La extensión del Area Urbana al año 1972 alcanza aproximadamente 75 Has. La densidad promedio se estima en 220 Hab/Ha.

6.

PLAN REGULADOR O ESQUEMA DIRECTOR

Elaborado en Agosto de 1972 y comprende su estudio hasta el año 1994. Considera que los usos que se dan al suelo en la ciudad son Residencial, Comercial, Industrial y Recreacional; los que se han desarrollado con las siguientes deficiencias:

CURVA ADOPTADA



ALCANTARILLADO DE PACASMAYO  
ESTUDIO DE LA POBLACION DE PACASMAYO  
GRAFICO 4-3  
PROYECTO DE GRADO  
LUIS C CASTAÑEDA CAMPOS

- La existencia de usos industriales en áreas de vivienda.
- La dispersión de los ~~diferentes~~ locales de las entidades administrativas e industriales.
- La falta de una buena accesibilidad a las zonas comerciales y a la misma Plaza de Armas, dada la estrechez de las calles.

En cuanto a la expansión urbana, se orienta principalmente hacia las zonas incipientemente desarrolladas a lo largo de la Carretera Panamericana, sobre áreas relativamente planas y con facilidades para la dotación de vías y servicios.

El ordenamiento urbano se plantea hacia el mejoramiento vial existente y completamiento o distribución del equipamiento de la ciudad.

Las áreas de expansión propuestas se ubicaran en las zonas sur y sur-este(urbana) y nor -este a 179.7 Has. El afeas industrial se estima en 54 Has.



7. DENSIDAD DE LA POBLACION ACTUAL Y FUTURA

Las densidades planteadas estan en función del área de expansión las que deben consolidarse con el transcurso del tiempo.

Se efectuo un pequeño Censo Muestral tanto en la zona considerada Central como en la periférica.

CUADRO DE MUESTREO DE POBLACION

ZONA CENTRAL

MANZANA	AREA (Ha).	POBLACION ( Hab)	DENSIDAD PROMEDIO Hab/Ha.
1	0.0950	40	230 Hab/Ha.
2	0.1670	70	
3	1.6758	170	
4	0.3922	105	
5	0.1596	33	
6	0.1940	28	
8	0.4816	162	
9	0.2400	145	
10	0.4882	68	
11	0.1909	37	
12	0.3029	98	
18	0.1152	80	
	4,5024	1,036	

## ZONA PERIFERICA

MANZANA	AREA (Ha)	POBLACION (Hab)	DENSIDAD PROMEDIO Hab/ Ha.
7	1.1550	191	180 Hab/Ha.
13	2.2640	290	
14	0.4524	157	
15	0.4092	114	
16	0.5626	106	
17	0.3520	98	
	5.1976	956	

En base a estos valores promedio hemos asumido densidades de 180 Hab/ha. y 130 Hab/ha. para las zonas de expansión y en el cuadro siguiente se indica la población y densidades en relación con el área y tipos de uso de la tierra.

Z O N A	TIPOS DE USO	POBLACION Y DENSIDADES		
		EXTENSION HAS.	DENSIDAD BRUTA HAB/HA	POBLACION HABITANTES
CASCO ACTUAL	URBANO	75.0	220	16,500
A	URBANO	42.2	180	7,596
B	URBANO	62.5	130	8,126
C	INDUSTRIAL	53.9	-	--
TOTALES :	—	233.6	—	32,222

## C A P I T U L O    V

### CONDICIONES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

#### 1.            APORTES DE DESAGUES

El aporte de aguas servidas, residuales o exduídas comprende una combinación de líquidos sobrantes de viviendas, oficinas, establecimientos comerciales e industriales y de servicios públicos que circulan en conductos separados o combinados y que pueden estar mezcladas con aguas subterráneas y superficiales (de lluvias).

Los sistemas de drenaje pueden ser:

- SEPARATIVO.- En el cual circulan sólo aguas servidas.
- UNITARIO.- Circula líquido cloacal (aguas servidas y de lluvia.
- MIXTO .- Existen los dos sistemas anteriores.

Los aportes de líquido cloacal pueden ser:

A) DE ORIGEN DOMESTICO.- Aporte que proviene de viviendas , oficinas, establecimientos comerciales (restaurantes ,mercados, bares, tiendas), instituciones similares(hospitales, albergues, cuarteles), conteniendo únicamente desechos de origen doméstico y residuos de agua de cocina y baños. Dichos aportes varían de acuerdo a las condiciones de vida de los consumidores.

En dicho proyecto este aporte es casi el total de las aguas servidas que circulan por el sistema de alcantarillado.

B) DE ORIGEN INDUSTRIAL .- Predominan los residuos industriales procedentes de diversas fábricas e industrias. Dicho aporte depende de la existencia de grandes industrias. En nuestro caso el aporte es ínfimo pues las que se desarrollan en la localidad poseen sus propios sistemas de agua potable y desague (Pozos Sépticos).

C) DE SERVICIO PUBLICO.- Proveniente de diversos servicios tales como piscinas, grifos contra incendio, piletas, lavado de pistas y calles, riego de jardines y plazuelas, estadios y complejos deportivos.

Se considerará que este aporte (piletas, plazuelas y el estadio) no ingresará al alcantarillado.

D) POR INFILTRACION.- Resulta del ingreso de agua subterránea a los conductos por diversas razones:

- Uniones defectuosas y tubos rotos.
- Conexiones clandestinas.
- Cantidad y altura de la napa de agua en el subsuelo respecto a la profundidad de los conductos.

Por estar el manto acuífero a una altura que oscila entre 4.00 a 5.00 metros, no tenemos en cuenta este aporte.

E) DE LLUVIA.- En primer lugar por la escasez de lluvia es innecesario considerar este aporte.

Dichos aportes serán deducidos en forma global en base a estudios sobre el consumo actual de agua por parte de los habitantes.

2.

## FLUCTUACION DEL CAUDAL DE AGUAS NEGRAS

A. SITUACION ACTUAL DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE

Para conocer el consumo per cápita y global de los habitantes de Pacasmayo, emplearé diversos métodos:

- I.- Distribución de Consumo por Conexiones.
- II- Consumo Promedio según Datos de Ingresos Mensual.
- III - Consumo actual hallado por Aforos.
- IV- Según Eneuesta Mensual.

Dichos métodos serán descritos a continuación en forma explícita, y en base a los resultados obtenidos determinaremos el consumo actual.

I.- Distribución de Consumos por Conexiones.- Los datos numéricos de cada tipo de consumo fueron proporcionados por la Oficina de Agua Potable de Pacasmayo en el mes de Marzo.

T I P O	NUMERO DE CONEXIONES		
	CON MEDIDOR	SIN MEDIDOR	SUB TOTAL
DOMESTICO	1,419	572	1,991
COMERCIAL	137	36	173
INDUSTRIAL	3	--	3
T O T A L :	1,559	608	2,167

Porcentaje de Conexiones sin medidor	=	28%
Porcentaje de conexiones con medidor	=	72%

Número de Personas servidas al Año 1976

Población actual 18,800 habitantes.

Por información del Administrador, sólo el 70% poseen servicio o sea  $0.7 \times 18,800 = 13,160$  habitantes.

El número de personas por conexión es:

$13,160$  habitantes -  $2,167$  conexiones =  $6$  personas por conexión.

Se tomó el consumo mensual de cada tipo de conexión en un número determinado de usuarios:

CONSUMO DOMESTICO (Solo viviendas)

Consumo (litros/mes)	Nº de Personas	Consumo (litros/día)
73,000	7	2,433
41,000	9	1,366
37,000	5	1,233
18,000	3	600
28,000	4	933
39,000	6	1,300
25,000	8	833
24,000	5	800
38,000	7	1,266
33,000	8	1,100
<u>356,000</u>	<u>62</u>	<u>11,864</u>

Número de Conexiones: 62 personas    6 personas/conexión = 10  
Conexiones.

Consumo diario por conexión: 11,864 litros    10 conexiones  
día

= 1,186.4 litros  
día-conexión.

Consumo per cápita: 11,864 litros    62 personas = 191.3 litros/  
habitantes- día.

CONSUMO COMERCIAL (Hoteles, restaurantes, clubs y  
otros)

<u>Consumo (litros/mes)</u>	<u>Consumo (litros/día)</u>
31,000	1,033
33,000	1,100
200,000	6,667
45,000	1,500
<u>36,000</u>	<u>1,200</u>
345,000	11,500



345,000	11,500
213,000	7,100
65,000	2,166
37,000	1,233
59,000	1,966
<u>14,000</u>	<u>466</u>
<u>733,000</u>	<u>24,431</u>

Consumo diario por conexión : 24,431 litros 10 conexiones=  
día

2,443.1 litros  
día-conexión.

CONSUMO INDUSTRIAL ( Solo las enumeradas)

CAMAL =  $177 \text{ m}^3/30 \text{ días} = 5,900 \text{ litros/día- conexión}$

T.P.Z=  $1,000 \text{ m}^3/30 \text{ días} = 33,333 \text{ litros /día - conexión}$

GRANJA =  $180 \text{ m}^3/30 \text{ días} = \underline{6,000} \text{ " "}$

45,233 litros /día- tres conexiones

Consumo para el total de Conexiones

TIPO DE CONSUMO	CONSUMO POR CONEX. (litros/día)	NUMERO DE CONEXIONES	SUB - TOTAL (litros/día)
DOMESTICO	1,186.4	1,991	2'362,122.4
COMERCIAL	2,443.1	173	422,656.3
INDUSTRIAL	15,077.7	3	45,233.0
T O T A L :	-	-	2'830,011.7

El Consumo Promedio Diario es:

$$\frac{2'830,011.7 \text{ litros}}{\text{día}} = \underline{32.75 \text{ litros/segundo}}$$

El consumo Percápita Promedio es:

$$\frac{2'830,011.7 \text{ litros/día}}{13,160 \text{ Habitantes}} = 213 \frac{\text{litros}}{\text{Habitantes - día}}$$

II.- Consumo Promedio Según Datos de Ingreso Mensual

El gasto controlado por los sistemas de medición

de la Administración de Agua, referido a diferentes meses es el siguiente:

AÑO 1975	AÑO 1976	DIAS	m <sup>3</sup> /mes	m <sup>3</sup> / día	Litros/segund.
SET.		30	48,000	1,600	18.51
NOV.		30	51,000	1,700	19.67
DIC.		31	58,000	1,900	21.99
	ENERO	31	74,400	2,400	27.77
	FEBRERO	29	72,500	2,850	33.00
	MARZO	31	86,800	2,950	34.14
	ABRIL	30	66,000	2,200	25.46
	MAYO	31	65,100	2,100	24.30

Luego podemos deducir que varía el consumo entre un mínimo de 18.51 litros a un máximo de 34.14 litros/segundo y segundo

de acuerdo a ello tenemos:

Gasto Máximo Diario Anual = 34.14 lps.

Gasto Mínimo Diario Anual = 18.51 lps.

Gasto Promedio " " =  $(34.14 + 18.51) / 2 = 26.32$  lps.

Para una población servida de 13,160 habitantes el consumo per cápita será:

$$26.32 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}} \times \frac{86,400 \text{ segundos}}{1 \text{ día}} \times \frac{1}{13,160 \text{ Habitantes}} =$$

$$\frac{173 \text{ litros}}{\text{Habitante-día}}$$

### III.- Consumo Actual Hallado por Aforos

Para determinar el consumo actual de la población y dichas variaciones se efectuó **aforos** en el reservorio existente; **diariamente** y cada hora durante una semana en el mes de Marzo, para ello se hizo uso de las **bombas** disponibles.

#### DIMENSIONES DEL RESERVORIO:

- LARGO = 20.0 metros.	
- ANCHO = 16.0 "	VOLUMEN = 1,500 m <sup>3</sup>
- ALTURA = 4.7 "	AREA = 320 m <sup>2</sup>

#### RENDIMIENTO DE LOS POZOS:

16 lt/seg; 9 lt/sg ; 25 lt/sg.

En los Cuadros siguientes figuran los datos sobre los aforos horarios. El Caudal en cada caso fué hallado así:

La altura medida por el área ya establecida nos dá el volúmen; éste dividido cada hora representa el caudal correspondiente a dicha hora en litros por segundo.

CUADROS DE DATOS SOBRE AFOROS

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN (lts)	CAUDAL lt/seg
1	0.300	SABADO 6 de 1976	1 hora	96,120	26.7
2	0.277	"	"	88,920	24.7
3	0.263	"	"	84,240	23.4
4	0.318	"	"	101,880	28.3
5	0.321	"	"	102,960	28.6
6	0.434	"	"	138,960	38.6
7	0.452	"	"	144,720	40.2
8	0.452	"	"	144,720	40.2
9	0.440	"	"	140,760	39.1
10	0.433	"	"	138,600	38.5
11	0.451	"	"	144,360	40.1
12	0.456	"	"	145,800	40.5
13	0.463	"	"	148,320	41.2
14	0.452	"	"	144,720	40.2
15	0.453	"	"	145,080	40.3
16	0.425	"	"	136,080	37.8
17	0.403	"	"	128,880	35.8
18	0.397	"	"	127,080	35.3
19	0.363	"	"	116,280	32.3
20	0.291	"	"	93,240	25.9
21	0.376	"	"	88,200	24.5
22	0.291	"	"	93,240	25.9
23	0.270	"	"	86,400	24.0
24	0.269	"	"	86,040	23.9

CUADROS DE DATOS SOBRE AFOROS

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	Tiempo	VOLUMEN (litros)	CAUDAL lt/seg.
1	0.300	SABADO 6 de 1976	1 hora	96,120	26.7
2	0.277	"	1 hora	88,920	24.7
3	0.263	"	"	84,240	23.4
4	0.318	"	"	101,880	28.3
5	0.321	"	"	102,960	28.6
6	0.434	"	"	138,960	38.6
7	0.452	"	"	144,720	40.2
8	0.452	"	"	144,720	40.2
9	0.440	"	"	140,760	39.1
10	0.433	"	"	138,600	38.5
11	0.451	"	"	144,360	40.1
12	0.456	"	"	145,800	40.5
13	0.463	"	"	148,320	41.2
14	0.452	"	"	144,720	40.2
15	0.453	"	"	145,080	40.3
16	0.425	"	"	136,080	37.8
17	0.403	"	"	128,880	35.8
18	0.397	"	"	127,080	35.3
19	0.363	"	"	116,280	32.3
20	0.291	"	"	93,240	25.9
21	0.276	"	"	88,200	24.5
22	0.291	"	"	93,240	25.9
23	0.270	"	"	86,400	24.0
24	0.269	"	"	86,040	23.9

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN (litros)	CAUDAL lt/sec
1	0.320	DOMINGO 7 de 1976	1 hora	102,240	28.4
2	0.277	"	"	88,560	24.6
3	0.307	"	"	98,200	24.5
4	0.308	"	"	98,640	27.4
5	0.930	"	"	105,480	29.3
6	0.445	"	"	142,560	39.6
7	0.433	"	"	148,680	41.3
8	0.476	"	"	152,280	42.3
9	0.462	"	"	148,680	41.3
10	0.455	"	"	145,440	40.4
11	0.462	"	"	148,680	41.3
12	0.488	"	"	156,240	43.4
13	0.468	"	"	149,760	41.6
14	0.457	"	"	146,160	40.6
15	0.467	"	"	149,440	41.5
16	0.446	"	"	142,920	39.7
17	0.413	"	"	132,120	36.7
18	0.407	"	"	130,320	36.2
19	0.380	"	"	121,680	33.8
20	0.300	"	"	96,120	26.7
21	0.280	"	"	89,640	24.9
22	0.292	"	"	93,600	26.0
23	0.275	"	"	90,000	25.0
24	0.280	"	"	89,640	24.9



HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN (litros)	CAUDAL lit/s
1	0.276	LUNES 8 de 1976	1 hora	88,200	24.5
2	0.273	"	"	87,480	24.3
3	0.226	"	"	72,360	20.1
4	0.308	"	"	98,640	27.4
5	0.314	"	"	100,440	27.9
6	0.410	"	"	131,400	36.5
7	0.423	"	"	135,360	37.6
8	0.423	"	"	135,360	37.6
9	0.369	"	"	132,120	36.7
10	0.415	"	"	132,840	36.9
11	0.407	"	"	130,320	36.2
12	<b>0.412</b>	"	"	131,760	36.6
13	0.439	"	"	140,400	39.0
14	0.403	"	"	128,880	35.8
15	0.409	"	"	131,040	36.4
16	0.410	"	"	131,400	36.5
17	0.388	"	"	124,200	34.5
18	0.375	"	"	119,880	33.3
19	0.360	"	"	111,960	31.1
20	0.288	"	"	92,160	25.6
21	0.279	"	"	89,280	24.8
22	0.278	"	"	88,920	24.7
23	0.253	"	"	81,000	22.5
24	0.252	"	"	80,640	22.4

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN(litros)	CAUDAL lt/seg.
1	0.251	MARTES 9 de 1976	1 hora	80,280	22.3
2	0.254	"	"	81,360	22.6
3	0.210	"	"	67,320	18.7
4	0.276	"	"	88,200	24.5
5	0.390	"	"	92,880	25.8
6	0.387	"	"	123,840	34.4
7	0.399	"	"	127,800	35.5
8	0.400	"	"	128,160	35.6
9	0.404	"	"	129,240	35.9
10	0.399	"	"	127,800	35.5
11	0.399	"	"	127,800	35.5
12	0.390	"	"	124,920	34.7
13	0.401	"	"	128,520	35.7
14	0.394	"	"	126,000	35.0
15	0.401	"	"	128,520	35.7
16	0.391	"	"	125,280	34.8
17	0.371	"	"	118,800	33.0
18	0.366	"	"	117,009	32.5
19	0.335	"	"	107,280	29.8
20	0.275	"	"	87,840	24.4
21	0.263	"	"	84,240	23.4
22	0.276	"	"	88,200	24.5
23	0.208	"	"	66,600	18.5
24	0.207	"	"	66,240	18.4

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN (litros)	CAUDAL lt/seg
1	0.266	MIERCOLES 10 -1976	1 Hora	85,320	23.7
2	0.258	"	"	82,440	22.9
3	0.206	"	"	65,880	18.3
4	0.279	"	"	89,280	24.8
5	0.296	"	"	94,680	26.3
6	0.383	"	"	122,400	34.0
7	0.412	"	"	131,760	36.6
8	0.415	"	"	132,840	36.9
9	0.399	"	"	127,800	35.5
10	0.401	"	"	128,520	35.7
11	0.399	"	"	127,800	35.5
12	0.426	"	"	136,440	37.9
13	0.405	"	"	129,600	36.0
14	0.398	"	"	127,440	35.4
15	0.401	"	"	128,520	35.7
16	0.394	"	"	126,000	35.0
17	0.380	"	"	121,680	33.8
18	0.379	"	"	121,320	33.7
19	0.325	"	"	104,040	28.9
20	0.216	"	"	88,560	24.6
21	0.263	"	"	84,240	23.4
22	0.276	"	"	88,200	24.5
23	0.225	"	"	72,000	20.0
24	0.224	"	"	71,640	19.9

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO.	VOLUMEN (ls)	CAUDAL lt/seg
1	0.261	JUEVES 11 de 1976	1 Hora	83,520	23.2
2	0.266	"	"	84,960	23.6
3	0.249	"	"	79,560	22.1
4	0.295	"	"	94,320	26.2
5	0.299	"	"	95,760	26.6
6	0.396	"	"	126,720	35.2
7	0.415	"	"	132,840	36.9
8	0.423	"	"	135,360	37.6
9	0.410	"	"	131,400	36.5
10	0.407	"	"	130,320	36.2
11	0.404	"	"	129,240	35.9
12	0.432	"	"	138,240	38.4
13	0.409	"	"	131,040	36.4
14	0.398	"	"	127,440	35.4
15	0.406	"	"	129,960	36.1
16	0.399	"	"	127,800	35.5
17	0.385	"	"	123,120	34.2
18	0.379	"	"	121,320	33.7
19	0.343	"	"	109,800	30.5
20	0.279	"	"	89,280	24.8
21	0.263	"	"	84,240	23.4
22	0.276	"	"	88,200	24.5
23	0.242	"	"	77,400	21.5
24	0.240	"	"	77,040	21.4

HORA	ALTURA (mts)	DIA (MARZO)	TIEMPO	VOLUMEN (lts)	CAUDAL lt/sec
1	0.271	VIERNES 12 de 1976	1 Hora	86,760	28.1
2	0.269	"	"	86,040	23.9
3	0.255	"	"	81,720	22.7
4	0.302	"	"	96,840	26.9
5	0.299	"	"	95,760	26.6
6	0.426	"	"	136,440	37.9
7	0.443	"	"	141,480	39.3
8	0.443	"	"	141,480	39.3
9	0.429	"	"	137,520	38.2
10	0.419	"	"	133,920	37.2
11	0.435	"	"	139,320	38.7
12	0.443	"	"	141,840	39.4
13	0.414	"	"	132,480	36.8
14	0.427	"	"	136,800	38.0
15	0.438	"	"	140,040	38.9
16	0.407	"	"	130,320	36.2
17	0.385	"	"	123,120	34.2
18	0.382	"	"	122,400	34.0
19	0.360	"	"	115,200	32.0
20	0.290	"	"	92,880	25.8
21	0.265	"	"	84,960	23.6
22	0.288	"	"	92,160	25.6
23	0.253	"	"	81,000	22.5
24	0.252	"	"	80,640	22.4

El cuadro siguiente nos representa los promedios  
horarios de la Semana:

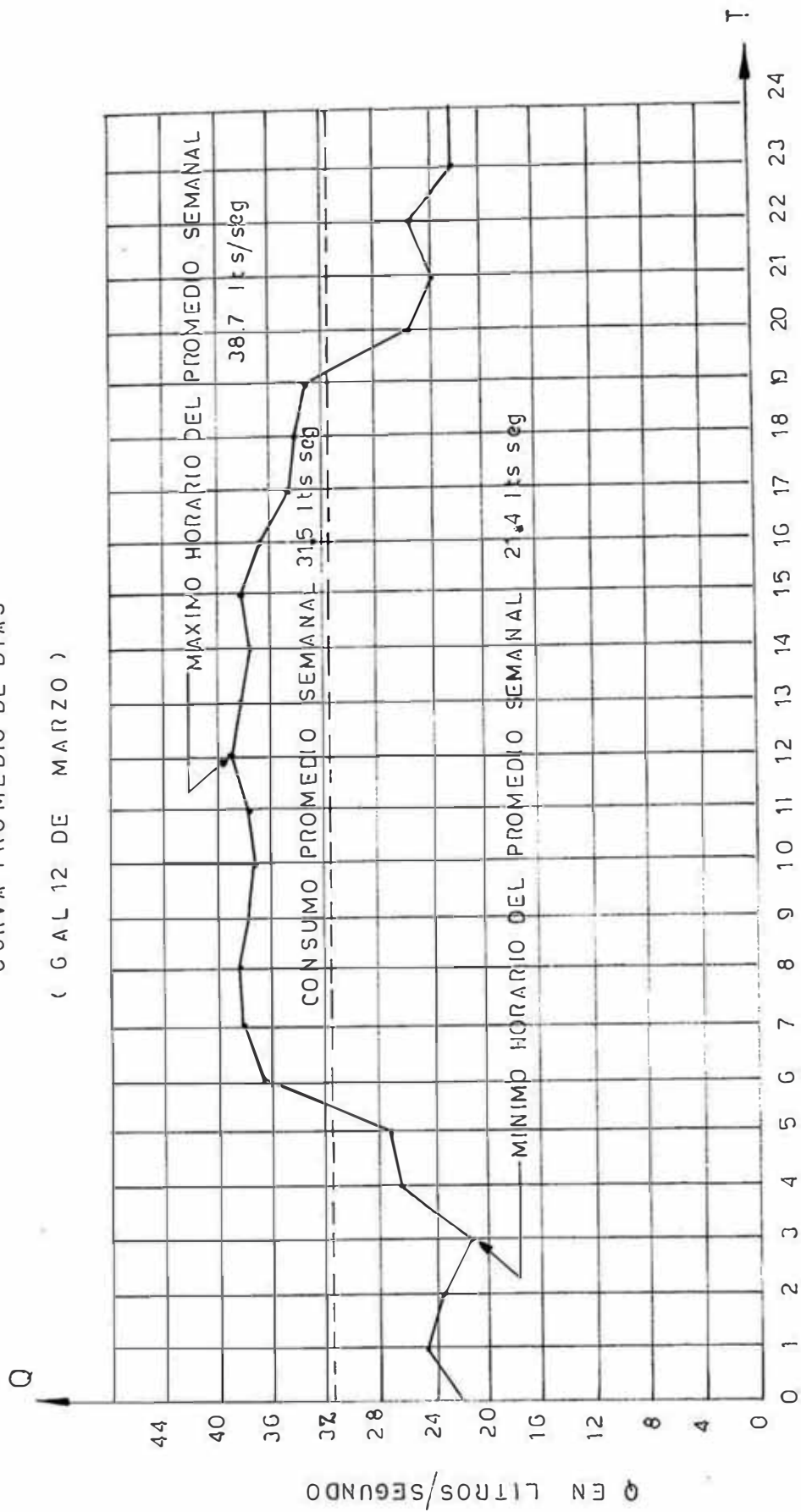
HORA	GASTO HORARIO TOTAL (l/seg)	GASTO PROMEDIO HORARIO (l/seg)	CONSUMO PROMEDIO SEMANAL (l/seg)	MAXIMO HORARIO DEL PROMEDIO SEMANAL (l/seg)	MINIMO HO- RARIO DEL PROMEDIO * SEMANAL (l/seg)	MAXIMO DIA- RIO SEMANAL (l/seg)
1	172.9	24.7				
2	166.6	23.8	31.5		*	34.2
3	149.8	21.4			21.4	
4	185.5	26.5				
5	191.1	27.3				
6	256.2	36.6				
7	267.4	38.2				
8	269.5	38.5				
9	263.2	37.6				
10	260.4	37.2				
11	263.2	37.6				
12	270.9	38.7		38.7		
13	266.7	8.1				
14	260.8	37.2				
15	264.6	37.8				
16	255.5	36.5				
17	242.2	34.6				
18	238.7	34.1				
19	218.4	31.2				
20	177.8	25.4				
21	168.0	24.0				
22	175.7	25.1				
23	154.0	22.0				
24	153.3	21.9				

756.0

# VARIACIONES DE CONSUMO

## CURVA PROMEDIO DE DIAS

( GAL 12 DE MARZO )



PROYECTO DE ALCANTARILLADO

VARIACIONES DE CONSUMO SEMANAL DE AGUA

PROYECTO DE GRADO

JULIO C. CASTANEDA CAMPOS

El Consumo Promedio Semanal =  $\frac{756 \text{ litros}}{24 \text{ seg.}}$  =

$\frac{31.5 \text{ lt}}{\text{seg.}}$

Consumo Pércapita para una Población Servida de 13,160 habitantes:

$\frac{31.5 \text{ lt}}{\text{seg.}} \times \frac{86400 \text{ seg.}}{1 \text{ día}} \times \frac{1}{13,160 \text{ hab.}} = 207 \frac{\text{litros}}{\text{Habitante-día}}$

#### IV- Según Encuesta Mensual

Se tomaron muestras referidas a los diferentes tipos de CONSUMO, durante el mes de Febrero (29 días); dichos datos fueron proporcionados por la Administración de Agua de Pacasmayo

CONSUMO DOMESTICO -		CENTROS DE TRABAJO -		COMERCIAL	
Nº DE PERSONAS	CONSUMO ( m3/mes)	Nº DE PERSONAS	CONSUMO (m3/mes)		
8	81	7	21		
8	85	6	39		
10	90	6	22		
5	41	7	55		
2	10	20	12		
5	19	20	165		
9	34	20	170		
2	26	15	59		
2	11	15	16		
6	64	8	14		
9	110	20	129		
7	65	20	45		
8	80	13	70		
6	35	2	8		
6	17	272	1,593		



El consumo Pércápita Promedio para los Usuarios

Muestreados:

$$1,593 \text{ m}^3/29 \text{ días} = 54,931 \text{ litros/día.}$$

$$54,931 \text{ lt/día} : 272 \text{ Habitantes muestreados} =$$

$$\underline{202 \text{ litros/Hab. - día}}$$

El Consumo Promedio diario para la Población Servida  
de 13,160 Habitantes.

$$202 \frac{\text{litros}}{\text{Hab-día}} \times \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}} \times 13,160 \text{ Hab.} = \underline{30.77 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}$$

CONSUMO DE SERVICIO PUBLICO

$$7 \text{ Plazuelas} = (26 \text{ m}^3/\text{mes}) \times 7 = 6.27 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$1 \text{ Estadio} = (29 \text{ m}^3/\text{mes}) \times 1 = 1.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$15 \text{ Piletas} = (0.5 \text{ m}^3/\text{día}) \times 15 = \underline{7.50 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$14.77 \text{ m}^3/\text{día} =$$

$$\underline{0.170 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}$$

CONSUMO INDUSTRIAL

T.P.Z. ( 8 horas de trabajo al día)

$$1,000 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{29 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg.}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} = 1.201/$$

CANAL ( 8 horas al día de trabajo).

$$\frac{177 \text{ m}^3}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{29 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg.}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} = 0.07 \text{ seg}$$

GRANJA

$$\frac{180 \text{ m}^3}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{29 \text{ días}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg.}} = \frac{0.07 \text{ seg}}{1.481 \text{ seg}}$$

Luego los Consumos serán:

CONSUMO PROMEDIO DIARIO

$$(30.77 + 0.17 + 1.48) \text{ l/seg} = \underline{32.42 \text{ l/seg}}$$

CONSUMO PERCAPITA

$$\frac{32.42 \text{ l}}{\text{seg}} \times \frac{86400 \text{ seg.}}{1 \text{ día}} \times \frac{1}{13.160 \text{ hab.}} = \underline{212 \text{ lt/hab-día}}$$

CONCLUSIONES

a.- Los resultados hallados en el método (I) son justificados y es de esperar que concuerden con la realidad, puesto que expresa el consumo neto industrial-comercial y doméstico.

b.- Los obtenidos en el método (II) no son representativos, pues lo ideal sería tener records de consumos diarios en dichos meses.

c.- Los resultados encontrados son bastante reales y los podemos tomar como pauta para asumir la dotación futura. Del Método (III) .

d.- Con los datos del Método(IV), los resultados concuerdan con los valores de los casos anteriores , por lo tanto estan dentro de los límites permisibles.

e.- Analizando en los casos(I), (III) y (IV) que son los mas representativos, el consumo per cápita esta por encima de los 200 litros/Hab. día.

f.- Asumimos la dotación per cápita y un gasto promedio del caso (III) en virtud de que en los métodos (I) y (IV) influye el número de muestras representativas de cada tipo de servicio y pueden incidir en el resultado.

Teniendo en consideración que los consumos de agua varían de acuerdo a ciertos factores, entre ellos:

- Importancia de la ciudad, el consumo está supeditado a las actividades predominantes y tamaño de ésta.

- Característica de la Población, la dotación per cápita depende de la situación económica de los consumidores y difiere en los distintos barrios de la ciudad.

- Industrias y Comercio, la instalación de industrias o centros comerciales tienen un gran efecto en el consumo total de agua.

- Medición, incluye de tal manera que evita derroche; a falta de sistemas de medición los abonados cuidadosos sostienen algo del gasto de agua de los negligentes y derrochadores.

Entre otros la calidad del agua, el costo, la presión, condiciones climatológicas dan como resultado variaciones diarias y horarias.

En nuestro proyecto se aprecia el máximo consumo en horas de la mañana y medio día y el mínimo en las primeras horas de la madrugada.

Según el caso (III) (Consumo Hallado por Aforos), las variaciones y porcentajes para el consumo actual de la ciudad de Pacasmayo, referidos al consumo promedio son los siguientes:

Consumo PROMEDIO DIARIO = 31.5 lt/seg.

" MINIMO HORARIO = 21.4 lt/seg

" MAXIMO HORARIO = 38.7 lt/seg

" MAXIMO DIARIO = 34.2 lt/seg (Domingo 7 de Marzo).

" CONSUMO PROMEDIO DIARIO = 100 %

" MINIMO HORARIO = 68%

" MAXIMO HORARIO = 123%

" MAXIMO DIARIO = 108%

ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURACONSUMO PERCAPITA

Como se mencionó anteriormente la cifra hallada en el trabajo de campo para el consumo per cápita actual es del orden de los 207 litros/hab.-día, lo que se tomará como referencia para establecer el consumo per cápita futuro.

Dicha dotación debe ser asumida en base a experiencias en otras localidades, comparando con ciudades de características análogas, en base a normas existentes en reglamentos y tomando como una información el consumo en otros países.

En el cuadro siguiente indicaremos los valores extremos de diferentes tipos de consumos observados en diferentes ciudades de los Estados Unidos (PROYECTO ICA).

CLASES DE CONSUMO	DOTACION LITROS/HAB.- DIA
DOMESTICO	de 60 a 420
COMERCIAL E INDUSTRIAL	de 40 a 400
PUBLICO	de 20 a 80
PERDIDAS Y DESPERDICIOS	de 40 a 160

Las dotaciones promedios varían de 400 a 600 litros/hab.-día, cifra que es bastante elevada ya que contribuyen factores tales como el clima con estaciones marcadas, uso generalizado de equi-

pos de aire acondicionado, calefacción, aumento creciente del comercio, la industria y otros factores que en Pacasmayo o bien no se presentan a le hacen reducida incidencia.

En la siguiente tabla hacemos referencia a consumos en comunidades norteamericanas, los cuales varían debido a diferencias en el clima, estándares de vida, tipo de actividad mercantil, comercial e industrial, costo del agua, presiones del sistema de distribución, administración y otros (FAIR, GEYER, OKUN).

CLASES DE CONSUMO	CONSUMO NORMAL		PROMEDIO
DOMESTICO	57	265	190
COMERCIAL E INDUSTRIAL	37.9-	379	245
PUBLICO	19	75.5	37.9
CONSUMO NO REGISTRADO	37.9-	151	94
<b>T O T A L :</b>	<b>151.8 -</b>	<b>870.5</b>	<b>567.0</b>

Como se puede apreciar los consumos promedios son elevados como consecuencia de los factores ya mencionados.

Con objeto de precisar cifras que incluyen los diferentes consumos promedios, se citan a continuación dotaciones de agua consumidas en Chile (ING. UNDA OPASO):

## Zonas de Edificios de Departamentos

(Aire acondicionado).....	1500	lt/Hab- día
Zona con riego de Jardines.....	500	"
Zona con edificación continua.....	400	"
Zonas Obreras mixtas.....	300	"
Zonas obreras.....	250	"
ALREDEDORES, CIERTOS SECTORES.....	200	"
Poblaciones rurales de 200 a 1000 habitan- tes.....	100	"

En dicho proyecto a modo de comparación incluiré informaciones proporcionadas por diferentes entidades sobre consumos per cápita asignados a localidades con características similares en cuanto a clima, ubicación y actividades predominantes.

- Así para la localidad de PISCO con clima análogo, similitud en actividad pesquera la firma SALIDRO ha asignado una dotación per cápita de 250 litros/Hab-día.

- Asimismo, esta firma, en el proyecto de saneamiento de la localidad de CHIPEN (La Libertad) que tiene características comunes, mas no es puerto se le asignó una dotación per cápita de 200 litros/Hab-día.

- Asimismo en un proyecto de grado (U.N.I.) para una localidad con características análogas que es MONSETU (Chiclayo) fué asigna-

da una dotación de 250 litros/Hab.-día

- El Ministerio de Vivienda considera en el Proyecto de la ciudad de Lambayeque una dotación de 200 litros/Hab-día.

Existen normas para Proyectos de Agua Potable en localidades urbanas, en las cuales nos basaremos, así:

- El Ministerio de Vivienda considera los valores

P O B L A C I O N	C L I M A	
	FRIO	TEMPERADO Y CALIDO
De 2000 a 10000	Hab. 120 l/Hab-día	150 l/Hab-día
De 10000 a 50000	Hab. 150 l/Hab-día	200 "
Mas de 50000	Hab. 200 l/Hab-día	250 "

- El Reglamento del Colegio de Ingenieros del Perú considera las mismas dotaciones mencionadas anteriormente.

- El Reglamento de la ESAL estipula dotaciones de acuerdo al tipo de habilitación:

RESIDENCIAL = 300 litros/Hab- día

POPULAR = 250 litros/Hab- día



### CONCLUSION

Teniendo en cuenta la experiencia en lo relativo a las dotaciones consideradas en los estudios o Proyectos ya mencionados para ciudades de características análogas; así mismo resaltando sus condiciones climatológicas y ubicación de la localidad (PUERTO) y previniendo una superación en el nivel de vida actual en base a mejoras futuras, se considera recomendable asumir una dotación per cápita futura equivalente a 250 litros/Hab-día.

### VARIACIONES DE CONSUMO

La determinación de la variación horaria es de gran importancia, pues se determina el gasto máximo horario en el día de mayor consumo en el año; de esta manera se tendrá confianza de que el sistema proyectado sea suficiente en capacidad para conducir dicho gasto.

El Ministerio de Vivienda en sus normas para proyectos en localidades urbanas considera los siguientes coeficientes de variaciones respecto al promedio diario:

- Máximo Anual de la demanda diaria: 1.2 a 1.5
- Máximo Anual de la demanda horaria:

Para poblaciones de 2,000 a 10,000 habitantes hasta 2.5

Para poblaciones Mayores de 10,000 habitantes 1.8

Teniendo en cuenta los porcentajes asumidos en localidades afines, en los diversos proyectos considerados:

LOCALIDADES	COEFICIENTES ASUMIDOS	
	Gasto Máximo Diario	Gasto Máximo Horario
PISCO	1.30	1.80
CHEPEN	1.30	1.80
MONSEFU	1.40	1.65
LAMBAYEQUE	1.35	1.80

De acuerdo a estos valores se adoptó para el valor del Máximo Diario la cifra de 140% sobre el consumo promedio diario

En relación al porcentaje a la hora de máximo consumo, se tiene en cuenta que los aforos se hicieron en verano, estación que es muy calurosa razón por la que se determinó una gran demanda de agua para uso doméstico, por lo que no se observó una hora de máximo consumo marcada, siendo necesario recurrir a criterios comparativos para establecer dicho factor de variación.

En base a ello y siendo necesario disponer de cierta seguridad en dicha variación, dado que los caudales hallados tienen influencia directa en el diseño de la red se ha establecido el valor de 180% del Promedio como cifra para el Máximo horario.

Los porcentajes asumidos respecto al promedio son los siguientes:

CONSUMOS	PORCENTAJES
PROMEDIO DIARIO ANUAL	100.0%
MAXIMO HORARIO	180.0%
MAXIMO DIARIO	130.0%
MINIMO DIARIO	40.0%
MAXIMO MAXIMORUM	234.0%

Las variaciones de acuerdo al consumo per cápita para la población de Pacasmayo al final del Período de diseño son las siguientes:

#### 1ra.- Etapa

Comprende del año 1972, al año 1984, período en el cual el número de Habitantes por abastecer será de 24,096 con una dotación per cápita de 250 litros/Hab-día Así:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Promedio} &= (250 \text{ litros/Hab-día} (24,096 \text{ hab}) (1 \text{ día}/86,400 \text{ seg}) = 69.7 \text{ l/seg} \\ \text{Consumo Maximo Horario} &= 1.8 \times 69.7 &= 125.5 \text{ " } \\ \text{Consumo Máximo Diario} &= 1.3 \times 69.7 &= 90.6 \text{ " } \\ \text{Consumo Mínimo Diario} &= 0.4 \times 69.7 &= 27.9 \text{ " } \\ \text{Consumo Maximo Maximorum} &= 1.8 \times 1.3 \times 69.7 &= 163.1 \text{ l } \end{aligned}$$

2da. Etapa

Abarca desde el año 1984 al año 1994 y el número de Habitantes por servir será de 32,222 con la dotación arriba mencionada Así:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Promedio} &= (250 \text{ l/hab-día}) (32,222 \text{ hab}) (1\text{día}/86,400\text{seg}) = 93.1 \text{ l/seg} \\ \text{Consumo Máx. Horario} &= 1.8 \times 93.2 = 167.8 \text{ " } \\ \text{Consumo Max. Diario} &= 1.3 \times 93.2 = 121.2 \text{ " } \\ \text{Consumo Mínimo Diario} &= 0.4 \times 93.2 = 37.3 \text{ l/seg} \\ \text{Consumo Máximo Maximorum} &= 1.8 \times 1.3 \times 93.2 = 218.1 \text{ l/seg} \end{aligned}$$

B.- PRODUCCION DE DESAGUES

VARIACIONES DE DESCARGAS

Con la finalidad de conocer las variaciones del caudal total de las descargas de desague en Pacasmayo es necesario efectuar aforos que para mayor representatividad deben efectuarse en los meses de mayor consumo, en el caso corresponde al mes de Marzo, en el cual el consumo de agua fue mayor.

Dichos aforos fueron omitidos debido a que dichas variaciones fueron tomadas por la Oficina de Administración de Agua Potable de Pacasmayo en dicho mes, durante una semana. Los valores proporcionados fueron los siguientes:

- Descarga promedio semanal = 21 l/seg

- Descarga máximo horario semanal = 26 l/seg.
- Descarga mínimo horario semanal = 17 l/seg

La relación del máximo horario al promedio semanal:

$$\frac{26}{21} = 124\%$$

El porcentaje de variación del mínimo horario al promedio semanal:

$$\frac{17}{21} = 80\%$$

Analizando los valores correspondientes al gasto entregado a la población y el caudal drenado por los colectores. Se observa una diferencia la que se debe que el agua empleada en riego de jardines, parques y suministros a la población en zonas sin servicio de desague no ingresa a las redes de alcantarillado.

Ademas se observó un anormal funcionamiento de la red dando lugar a represamientos y atoros; tambien un porcentaje de aguas servidas se pierden por otras deficiencias.

Mediante la relación siguiente:

- Consumo Promedio Semanal= 31.5 l/seg
- Descarga Promedio Semanal = 21.0 l/seg

La razón entre el consumo y la descarga de la Poblacion

es:

$$21.0 / 31.5 = 66.7\%$$

Dicha diferencia o sea el 33.3% es alta comparada con el de ciudades análogas y que poseen servicios de agua potable y alcantarillado en buen estado.

Como el presente proyecto considera el mejoramiento del servicio de desagüe; a la par debería mejorarse el de agua potable, estimaremos que el 80% de la dotación de agua ingresa al Sistema de Alcantarillado (valor justificado por normas ya establecidas, entre ellas las del Ministerio de Vivienda) y la diferencia, el 20% no ingresa al Sistema de Alcantarillado.

En el estudio de las dotaciones de agua potable se consideran los valores de 180%, 130%, 40% y 234% como porcentajes para las variaciones del máximo horario, máximo diario, mínimo diario y máximo maximorum respectivamente.

Estos porcentajes que se ajustan a las condiciones futuras de Pacasmayo pueden aplicarse para el proyecto de alcantarillado; en base a dichos valores asumidos los aportes de desagüe serán así:

1ra. etpa

Aporte Promedio	= 0.8 x 69.7 = 55.76 l/seg
Aporte Máximo Horario	= 0.8 x 125.5 = 100.40 l/seg
Aporte Máximo Diario	= 0.8 x 90.6 = 72.48 l/seg
Aporte Mínimo Diario	= 0.8 x 27.9 = 22.32 l/seg
Aporte Máximo Maximorum	= 0.8 x 163.1 = 130.48 l/seg

2da. Etapa

Aporte Promedio	=	0.8 x 93.2	=	74.56 l/seg
Aporte Máximo Horario	=	0.8 x 167.8	=	132.24 l/seg
Aporte Maximo Diario	=	0.8 x 121.2	=	96.96 l/seg
Aporte Mínimo Diario	=	0.8 x 37.3	=	29.84 l/seg
Aporte Maximo Maximorum	=	0.8 x 218.1	=	174.40 l/seg

En función de estos valores y tomando como base el aporte máximo maximorum se procederá al cálculo del Sistema de alcantarillado.

## C A P I T U L O VI

### REACTUALIZACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

#### LIDADES

El Proyecto contempla la ampliación y mejoramiento del Sistema existente dando una solución a los problemas derivados de la eliminación de las aguas servidas dentro de los 22 años de duración del Período de diseño contemplado.

El estudio considera las necesidades de la población de acuerdo al Plan Urbano de 1972 que se ha dividido en dos etapas.

Los datos de diseño se han obtenido del estudio de Agua Potable y se han numerado las calles para mejor identificación.

#### 1.- ESTADO DEL SISTEMA EXISTENTE

Fue diseñado el año 1940 y su construcción data del año 1944, se empleó el sistema separativo y el vertimiento final tiene como punto de dilución el mar.

Los colectores principales comprenden los siguientes recorridos:

a.- Desde el Buzón N°79"B hasta el Buzón 41 B, con longitud 565 metros y diámetro 10 pulgadas (Ladislao Espinar); desde el Buzón N°41 B al Buzón N°43 B con longitud de 100 metros y diámetro



10 pulgadas (Calle 2 de Mayo); del Buzón N°43 B al Buzón N°2 B, con 64 metros de longitud y diámetro 10 pulgadas (Calle Elias Aguirre)

b.- Comprende desde el Buzón N°10 B hasta el Buzón N°6 B (calle Independencia) con 153 metros de longitud y diámetro 10 pulgadas; desde el Buzón N°6 B hasta el Buzón N°2 B con 309 metros de longitud y 10 pulgadas de diámetro (Malecón Grau); desde el Buzón N°2 B al Buzón N°1 B de 36 metros de longitud y 12 pulgadas de diámetro (Malecón Grau).

El metrado del Sistema existente de acuerdo a diámetros:

DIAMETRO (PULG)	LONGITUD (MIS)
8	5,207
10	1,191
12	36
<b>TOTAL</b>	<b>6,434</b>

Los buzones están numerados del 1 B al 8 1 B, que hacen un total de 105.

Con el objeto de averiguar el estado del Sistema existente para determinar las condiciones hidráulicas de trabajo se realizaron los cálculos respectivos que nos servirán para efectuar

las modificaciones correspondientes.

Dichos cálculos han sido efectuados teniendo en cuenta que por las tuberías circularán los aportes futuros de desagüe; con ayuda de las fórmulas GANQUILLET-KUTTER ( $n = 0.013$ ) hallamos los caudales y velocidades a tubo lleno de acuerdo al diámetro y pendiente existente según TABLA VI-3 y TABLA VI-4, de acuerdo a los caudales proporcionales TABLA VI-5, hallamos los tirantes o altura de lámina de agua y velocidades de servicio.

Estos cálculos están contenidos en cuadros del proyecto.

## 2. DESCRIPCION DEL SISTEMA PROYECTADO

El presente proyecto tiene por objeto resolver en forma técnica y económica la eliminación de aguas servidas de la ciudad de Pacasmayo en su actual extensión y en la futura, de acuerdo al período de diseño que es 22 años.

El sistema diseñado es del tipo sanitario o sea tendrá capacidad para conducir las máximas descargas domésticas y de la pequeña industria o artesanía. Por condiciones climáticas, geológicas, y económicas se ha desestimado los aportes de precipitación pluvial e infiltración pues en Pacasmayo las lluvias son insignificantes y se sabe que la napa freática ocupa un estrato más profundo que los colectores.

Los objetivos en que se basa el sistema proyectado son:

a.- Uso máximo de las actuales instalaciones, mejoramiento de sus condiciones de trabajo ya sea aliviando los tramos, sobrecargas o modificando aquellas que no ofrecen garantías de conservación y normal funcionamiento.

b.- Ampliación de las redes en la actual zona urbana, con previsión del drenaje de las posibles áreas de expansión futura mediante el diseño de nuevas redes.

c.- Solución del problema de la disposición final de las aguas servidas conduciéndolas a lugares adecuados (lejos de la zona urbana), donde se les dará el tipo de tratamiento necesario que conlleve a no ocasionar molestias ni peligros futuros.

El sistema comprende acuerdo al plan urbano de 1972 la división de la ciudad en tres zonas, las cuales serán drenadas por cuatro colectores principales, un secundario, un interceptor y su impulsión final mediante el emisor.

COLECTOR N°1 El caudal que drena es 39.521 l.p.s.

TRAMO	UBICACION (CALLE)	LONGITUD (MIS)	DIAMETRO (PULG)
B" 288"- B"8B"	Calle 22	554	8
B"8B"- B"2B"	Malecón Grau	381	10
B"2B"- B"92A"	Malecón Grau	64	12

COLECTOR N°2 Drena 27.529 l.p.s.

<u>TRAMO</u>	<u>UBICACION (CALLE)</u>	<u>LONGITUD (MTS)</u>	<u>DIAMETRO (PULG)</u>
B"238"- B"75A"	Manco Capac	332	8
B"75A"- B"76A"	Perón	63	8
B"76A"- B"84A"	2 de Mayo	185	8
B"84A"- B"88A"	2 de Mayo	256	10

COLECTOR N°3 - El caudal que drena es 9.301 l.p.s.

<u>TRAMO</u>	<u>UBICACION (CALLE)</u>	<u>LONGITUD (MTS)</u>	<u>DIAMETRO (PULG)</u>
B"356"- B"360"	Larco Herrera	240	10
B"360"- B"361"	Malecón Grau	52	10

COLECTOR N°4

<u>TRAMO</u>	<u>UBICACION (CALLE)</u>	<u>LONGITUD (MTS)</u>	<u>DIAMETRO (PULG)</u>
B"9" - B"147	Calle 9	882.0	12
B"147"- B"148"	Calle 9	64.0	14
B"148"- B"150"	Calle 19	134.0	14
B"150"- B"128"	Esperanza	269.0	14
B"128"- B"7A"	San Martín	75.0	14
B"7A"- B"12A"	Delicias	79.0	14
B"12A"- B"20A"	Andrés Bázuri	108.0	14
B"20A"- B"55A"	Vista Alegre	229.5	14
B"55A"- B"88A"	Ladislao Espinar	566.0	14

COLECTOR SECUNDARIO - Drena un caudal de 10.841 l.p.s.

TRAMO	UBICACION (CALLE)	LONGITUD (MIS)	DIAMETRO (PULG)
B"46A"- B"55A"	Ladislao Espinar	387.5	8

INTERCEPTOR .- Refúne los caudales de los colectores N°2 y N°4. Drena un caudal de 165.059 l.p.s.

TRAMO	UBICACION ( CALLE)	LONGITUD (MIS)	DIAMETRO (PULG)
B"88A"- B"89A"	2 de Mayo	107.5	18
B"89A" -B"91A"	Elias Aguirre	57.5	18
B"91A"- B"92A"	Malecón Grau	61.0	18
B"92A" -B"361"	Melecón Grau	52.0	18

EMISOR.- Todas las características respectas a la longitud, diámetro, tipo de tuberías serán dados a conocer después de los cálculos respectivos de la cámara de bombeo.

### 3.- CALCULO DE COLECTORES

En el cálculo de las condiciones hidráulicas del sistema de alcantarillado de Pacasmayo, se ha empleado las Ecuaciones de GANQUILLET- KUTER para condiciones de trabajo a tubo lleno, con un

coeficiente de rugosidad  $n = 0.013$ ; las cuales han sido deducidas a partir del valor "C" (coeficiente de flujo que depende de la naturaleza de las paredes del conjunto, del valor  $n$ ).

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}} \left( 23 + \frac{0.00155}{S} \right)}$$

El valor de la velocidad "V" deducido de:  $V = C \sqrt{RS}$

$$V = \frac{50 d \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}} \dots\dots\dots \text{FORMULA (I)}$$

El valor del caudal "Q" deducido de:  $Q = V.A.$

$$Q = \frac{39.25 d^3 \sqrt{S}}{0.598 + \sqrt{d}} \dots\dots\dots \text{FORMULA (II)}$$

$n =$  Coeficiente de rugosidad (n)

$R =$  Radio medio hidráulico (mts)

$S =$  Pendiente (m/m)

$d =$  Diámetro (m)

$V =$  Velocidad (m/seg)

$Q =$  Caudal (m<sup>3</sup>/seg)

En base a los valores del diámetro y de la pendiente hallamos los valores del caudal y la velocidad a tubo lleno según las Tablas VI-3 y VI-4 que abrevian los cálculos de las fórmulas I) y II) luego con auxilio de la tabla de elementos proporcionales, se calculan los elementos hidráulicos: gasto, velocidad y tirante para la situación de trabajo o sea para el tubo parcialmente lleno, según tabla VI -5 o Gráfico VI-6.

El dimensionamiento de las alcantarillas se ha hecho asegurando que para el caudal de diseño, la altura del tirante alcance como máximo el 75% del diámetro.

La velocidad mínima de escurrimiento será de 0.60 m/seg. y se ha tratado de no llegar a velocidades de 3.0 m/seg. admisibles en tubos de concreto.

En los arranques de colectores (tramos iniciales) las velocidades están por debajo de la mínima, para solucionar esta situación se variaron los diámetros y pendientes sin obtener resultados favorables; hemos desechado la idea de ubicar Cajas de lavado, pues se sabe que son la causa de conexiones cruzadas que contaminan el sistema de agua potable.

Como recomendación proponemos que periódicamente se aplique agua en los buzones valiéndose de camiones cisternas o de mangueras conectadas a grifos de incendio, también es recomendable el empleo de equipos para la limpieza de sedimentos en los colectores.

En las líneas de alcantarillado las pendientes mínimas variarán con los diámetros y serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima.

En caso de arranques, se ha considerado una pendiente mínima de 10 % para los 300 mts. iniciales.

### 3.A. Caudales de Diseño

Teniendo en consideración que la población mas probable para el período de diseño adoptado es de 32.222 habitantes y de acuerdo a la dotación de agua ya calculado hemos asumido que el 80% de esta dotación ingresará al Sistema de Alcantarillado. Asi los caudales de diseño serán:

#### PRIMERA ETAPA

Descarga Promedio =  $69.7 \text{ l/seg} \times 0.8 = 55.8 \text{ l.p.s.}$

" Máximo horario =  $125.5 \text{ l/seg} \times 0.8 = 100.4 \text{ l.p.s.}$

" Máximo diario =  $90.6 \text{ l/seg} \times 0.8 = 72.5 \text{ l.p.s}$

" Máximo Diario =  $27.9 \text{ l/seg} \times 0.8 = 22.3 \text{ l.p.s.}$

" Máximo Maximumum =  $163.1 \text{ l/seg} \times 0.8 = 130.5 \text{ l.p.s.}$

#### SEGUNDA ETAPA

Descarga Promedio =  $93.2 \text{ l/seg} \times 0.8 = 74.6 \text{ l.p.s.}$

" Máximo Horario =  $167.8 \text{ l/seg} \times 0.8 = 134.2 \text{ l.p.s}$



Descarga Máximo Diario =  $121.2 \text{ l/seg} \times 0.8 = 97.0 \text{ l.p.s.}$

" Mínimo Diario =  $37.3 \text{ l/seg} \times 0.8 = 30.0 \text{ l.p.s.}$

" Máximo Maximorum =  $218.1 \text{ l/seg} \times 0.8 = 174.5 \text{ l.p.s.}$

En los cuadros VI-1 y VI-2 en forma detallada se menciona las áreas a servir y las descargas por metro lineal

Para el efecto de los cálculos hidráulicos de colectores (principales- secundarios) de relleno e interceptor) He usado mal estado y variación de pendientes. Así:

- Se agregó un tramo de 28 mts. de longitud ( $n= 0.013$ ), de 12 pulgadas de diámetro del Buzón 1 B al Buzón 92 A
- Se modificarán 35 buzones por variación de altura.
- Se cambió tuberías (no se modificó diámetros) por variación de pendientes y mal estado:

Tuberías de 8" se cambió 1011 mts.

" " 10" " " 702 mts.

" " 12" " " 36 mts.

Dichas modificaciones y su ubicación se mencionan en los cuadros de cálculos del proyecto.

Hago mención de un PROYECTO ELABORADO POR EL MINISTERIO DE FOMENTO EL AÑO 1958, del cual calculé las condiciones hidráulicas de trabajo con los datos de diseño del presente proyecto y efec-

túe las modificaciones respectivas para adecuarlo al actual. Las modificaciones respectivas son:

- El número de buzones modificados es 23 por variación de altura.

- Las tuberías modificadas por cambio de diámetro:

70.0 mts. de tubería de 8" por tubería de 10"  
 536.5 " " " " 8" " " " 14"  
 446.0 " " " " 12" " " " 14"

- Se sustituyeron las siguientes longitudes de tuberías (no se modificó el diámetro).

635.5 mts. de tubería de 8"  
 186.0 " " " " 10"  
 278.0 " " " " 18"

- Se diseñarán 10 caídas de 1.00 mts. de altura a más:

UBICACION (CALLE)	BUZONES	ALTURA (MIS)
Perón	74A- 75A	1.44
2 de Mayo	78A- 79A	1.50
2 de Mayo	87A- 88A	1.49
Delicias	5A- 7 A	1.66
San Martín	6A- 7 A	1.66
Andrés Bázuri	10A- 12 A	1.54
Delicias	11A- 12A	1.66
Ancash	30A- 31A	1.05
Vista Alegre	21A- 31A	1.05
San Martín	70A- 79A	1.00

Detalladamente las modificaciones en los Cuadros de Cálculos del Proyecto.

En la Zona Actual se ha considerado la instalación de 68 buzones y 5667 mts. de tubería de diámetro:

5116 mts de tubería de 8" de diámetro.

292 " " " 10" de diámetro

259 " " " 14" "

Se instalarán dos caídas:

UBICACION (CALLE)	BUZONES	ALTURA (MIS)
San Martín	127- 128	3.73
Esperanza	9A- 128	2.78

En la Zona A se instalarán 122 buzones y 9596 mts. de tubería de diámetros:

9510 mts. de tubería de 8" de diámetro.

86 mts. " " 14" "

Son tres el número de caídas con altura de:

UBICACION (CALLE)	BUZONES	ALTURA (MIS)
Calle 19	180-151	2.46
Federico LLontop	209-151	2.00
Sarmiento	178- 153	2.44

En la Zona B por instalarse 172 buzones y 14,838 mts.

de tubería de diámetros:

13,759 mts de tubería de 8" de diámetro

882 " " " 12" "

197 " " " 14" "

Se instalarán doce caídas con altura mínima de 0.98

mts a más:

UBICACION (CALLE)	BUZONES)	ALTURA (MIS)
Calle 15	163- 57	0.98
Calle 16	96- 99	1.33
Calle 16	161- 99	1.53
Calle 17	114- 117	1.53
Calle 17	159- 117	1.53
Calle 18	144- 146	1.43
Calle 18	157- 146	1.43
Vista Alegre	202- 148	1.88
Calle 20	19 3- 148	2.38
Calle 19	187- 148	2.38
Alamiro Calderón	202- 149	2.00
Delicias	209- 149	2.51

### 3.B. Materiales Empleados para Tuberías y Accesorios.

Para el Sistema de Alcantarillado pueden usarse varios tipos de tubería, entre las más conocidas podemos citar: asbesto-cemento, policloruro de vinilo (PVC), acero, fierro fundido y concreto.

Sea cual fuere el material a emplearse, deberá reunir las siguientes condiciones:

1. Durables, por resultar costoso su reemplazo.
2. Resistentes a la erosión, ácidos, álcalis y gases.
3. Fáciles de manipular, transportar e instalar.
4. Resistencia estructural.
5. Disponibilidad de tuberías y accesorios y diámetros adecuados.
6. De constitución homogénea.
7. De sección circular, espesor uniforme y peso de acuerdo con las especificaciones correspondientes.
8. ~~Completamente~~ lisas, es decir no presentan defectos como grietas, abolladuras y aplastamientos.
9. Bajo costo.

Haremos una descripción somera de cada tipo de tuberías:

### Tuberías de Asbesto-Cemento

Están constituidas por una mezcla de cemento y fibras de asbesto obteniéndose un tubo de composición homogénea, compacta y lisa.

Las principales características son:

- 1.- Completa homogeneidad.
- 2.- Peso relativamente bajo.
- 3.- Resistencia elevada a los esfuerzos producidos por la presión interna, externa y flexión.
- 4.- Anillos de jebe en las uniones.
- 5.- Un coeficiente de flujo alto (Hazen William  $C=140$ ) lo que resulta conveniente en velocidades altas, significando menor costo de bombeo .
- 6.- Sumamente resistente a la conexión.
- 7.- Son fáciles de cortar para adaptar accesorios o ramales.

Los inconvenientes en este tipo son:

- 1.- Es atacable por ácidos y desagües sépticos.
- 2.- Fácil erosión.
- 3.- Es quebradizo.

### Tuberías de P.V.C.

Se obtienen por polimerizando el monómero cloruro de vinilo lo que con el revestimiento de fibra de vidrio y resina políester forman el tubo plástico.

Las características principales son:

- 1.- Bajo peso específico que permite un fácil manipuleo.
- 2.- De mantenimiento nulo que hace una duración mayor que otro tipo de tubería.
- 3.- Resistente a la corrosión, no la afectan los productos químicos; ácidos, aceites, sales en solución y otros materiales corrosivos.

Tiene como inconvenientes:

- 1.- Poca resistencia a la tracción.
- 2.- Costo elevado.
- 3.- Diámetros existentes en el mercado de 1/2" hasta 10"

### Tuberías de Concreto

Son fabricadas mediante la colocación del concreto en moldes, ya sea a mano o a máquina, luego compactados por centrifugación,

vibración ó girocompresión, los moldes pueden estar o no provistos de una canastilla de fierro, según sean los tubos de concreto simples o armados.

Los tubos son llevados a cámaras especiales para su curado que pueden ser: a vapor, por inmersión en pozos-o aspersion.

Los diferentes elementos que son el cemento, arena, agregados, agua y refuerzo metálico de acuerdo a normas ya establecidas.

Sus principales características son:

- 1.- Puede soportar elevadas cargas externas.
- 2.- Costo sumamente bajo.
- 3.- Son impenetrables a los elementos acidíferos contenidos en los desagües.

Sus principal desventaja es:

- 1.- Es muy pesada

#### Tuberías de Fierro Fundido

Se obtiene refundiendo el hierro cochino, obteniéndose el fierro gris.

Su principales ventajas son:

- 1.- Buena resistencia estructural.



2.- Resistencia a los ácidos.

3.- Altamente resistente a la corrosión

Sus principales inconvenientes son:

1.- Tuberculización por acción de cierto tipo de aguas.

#### Tuberías de acero

Es aquel hierro que posee suficiente proporción de carbono para endurecerse cuando sufre enfriamiento rápido.

Sus principales características son:

1.- Alta resistencia a cargas externas.

2.- Poco peso, menor que la del concreto y hierro fundido.

3.- Gran flexibilidad.

4.- Gran variedad en el mercado.

Las desventajas de este tipo son:

1.- Menos durable y más costosa que la de otros materiales.

2.- Debilidad a los ataques de los ácidos.

Accesorios

Los accesorios que se insertan en las tuberías son de distintos materiales, según el tipo de tuberías.

Para conectar tuberías de diferentes material, generalmente se usa transiciones o adaptadores.

Para el presente proyecto se han empleado en el Sistema de Alcantarillado, tuberías de concreto:

Diámetro	8"	Tub.	Concreto	Simple	Normalizado
"	10"	"	"	"	"
"	12"	"	"	Armado	
"	14"	"	"	"	"
"	18"	"	"	"	"

3.C.- Reglamentación de Construcción

Las condiciones de diseño han sido tomadas del Reglamento Nacional de Construcciones, Anexo 3, Título II, Capítulo 3-II-VII: Obras de Alcantarillado.

Dicho Reglamento en la actualidad norma la preparación de proyectos de agua potable y alcantarillado en localidades urbanas.

Diámetro.- El diámetro(de) mínimo de los colectores será de 200 m.m. (8"), que aún en ciertos casos es excesivo tiene como ventajas que facilita el uso de equipos de limpieza, un menor ries-

go por atoros, permiten un mejor empalme con la conexión domiciliaria, el colector no se debilita tanto y la pendiente mínima origina menor excavación a comparación con un diámetro menor.

Velocidad,- De acuerdo a criterios se han establecido dos rangos de variación de la velocidad.

Por experiencias se sabe que a velocidades menores de 0.30 m/seg. se produce sedimentación de arenas muy finas por lo que se ha tomado como velocidad mínima 0.60 m/seg. En el caso extremo se ha asumido como velocidad máxima permisible 3.0m /seg. velocidades mayores ocasionan erosión en las tuberías

Pendiente.- Las pendientes mínimas de diseño, de acuerdo a los diámetros y para las condiciones de tubo lleno serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0.60 m/seg.

DIAMETRO (pulg)	PENDIENTE MINIMA ( o/oo )	CAUDAL A TUB O LLENO (l/seg)	VELOCIDAD MINIMA (m/seg)
8	4.0	18.9	0.60
10	2.9	29.88	0.60
12	2.2	43.09	0.60
14	1.7	57.86	0.60
16	1.4	75.72	0.60
18	1.2	96.74	0.60
20	1.1	123.52	0.60

Profundidad.- El alcantarillado se proyectará a una profundidad tal que aseguren las siguientes condiciones:

- 1.- Deberán estar ubicadas por debajo de las conexiones de agua potable más o menos de 0.20 m. a 0.10 m y una distancia horizontal de 2.00 mts.
- 2.- Como protección de las cargas externas debe existir una profundidad mínima de 1.00 mts. desde la superficie hasta el borde superior del tubo.
- 3.- Drenan por lo menos las 2/3 de los lotes, que dan frente y que descarguen por gravedad con una pendiente mínima de 15 o/oo.
- 4.- En caso de mucha profundidad los lotes pueden ser drenados a través de los lotes vecinos ubicados en la parte más baja o en su lugar la construcción de colectores a una adecuada profundidad que lleguen a los buzones de reunión.

Ubicación.- Dar lugar a una recolección adecuada de los desagües de los lotes.

- 1.- En las calles de hasta 20 mts. de ancho se proyectará una línea de alcantarillado en el eje de la calle.

2.- Cuando lo anterior no se posible, se instalará en la parte más baja del perfil transversal de la calle a una distancia no menor de 1.00 mtsl del borde de la acera y no menor de 2.00 mts. de la línea de propiedad.

3.- En las calles de más de 20 mtes. de ancho se instalará el calcantarillado a cada lado de la calzada siempre que el número de conexiones lo justifique.

Cámaras de Inspección.- Se ubicarán buzones en los arranques, empalmes de tuberías, cambios de dirección, variación de diámetros y cambios de pendiente.

1.- El diámetro interior será de 1.20 mts. y su altura variable, siendo la mínima de 1.20 mts.

2.- La distancia máxima entre buzones podrá ser de hasta 120 mts. para diámetros de 24 pulgadas a menores.

3.- En un cambio de diámetro en el buzón deberá haber coincidencia de claves cuando sea de menor a mayor.

4.- En el fondo se harán canaletas directoras de flujo,

serán de sección semicircular y su diámetro será igual de las tuberías que convergen en el buzón.

5.- Las tuberías que llegan a los buzones con una altura mayor de una metro se diseñarán caídas con dispositivos especiales.

INSTALACION DE COLECTORES DE DESAGUE- ESPECIFICACIONES  
TECNICAS

Dichas normas han sido preparadas por la Dirección General de Obras Sanitarias del Ministerio de Vivienda.

TRAZO.- El trazo de los colectores, se hará evitando en lo posible la rotura de pavimentos existentes, especialmente los de concreto. Se procurará llevarlos por zonas que correspondan a jardines, adoquinado o fajas laterales de tierra. El trazo o alineamiento, gradientes, distancia y otros deberán ajustarse estrictamente a los planos y perfiles del Proyecto Oficial.

EXCAVACION DE ZANJAS.- La profundidad mínima de excavación para colocar en las tuberías será tal que tenga un enterramiento mínimo de 1.00 mts. sobre las campanas de las uniones.

El ancho de la zanja en el fondo debe ser tal que exista un juego de 0.15 mts. como mínimo y 0.30 mts. como máximo entre la cara exterior de las campanas y la pared de la zanja. Las distancias

standards son:

DIAMETRO	Centímetros	15	20	25	30	38	46	53	61
	Pulgadas	6	8	10	12	15	18	21	24
Con Entibado		60	100	100	110	120	130	140	150
Sin entibado		60	70	70	80	90	100	110	120

El fondo de la zanja deberá quedar seco y firme y en todo los conceptos aceptable como fundación para recibir el tubo. Figura N°1, Figura N°2 y Figura N°3.

En caso de suelos inestables estos serán removidos hasta la profundidad requerida y el material removido será reemplazado con piedra bruta y luego se ejecutará una base de hormigón arenoso apisonado de 0.30 m. de espesor o de concreto de  $f'c = 80 \text{ kg/cm}^2$  conforme a Figura N°4, El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente, según la razante del proyecto aumentado, con espesor del tubo respectivo y los 0.30 mts. de la base de hormigón. Los excesos de excavación serán corregidos empleando hormigón de río, apisonado por capas no mayores de 0.20 mts de espesor de modo que la resistencia corregida sea cuando menor igual a la del terreno adyacente.

En la apertura de la zanja se tendrá cuidado de no dañar y mantener en funcionamiento las instalaciones de servicios públicos, así como los cables de líneas telefónicas y energía eléctrica.

TUBERIAS DE CONCRETO PARA ALCANTARILLADO.  
CLASES DE TENDIDO Y TIPO DE RELLENO.

FIGURA N°1. ZANJA CON FONDO PLANO FACTOR DE CARGA 1.1

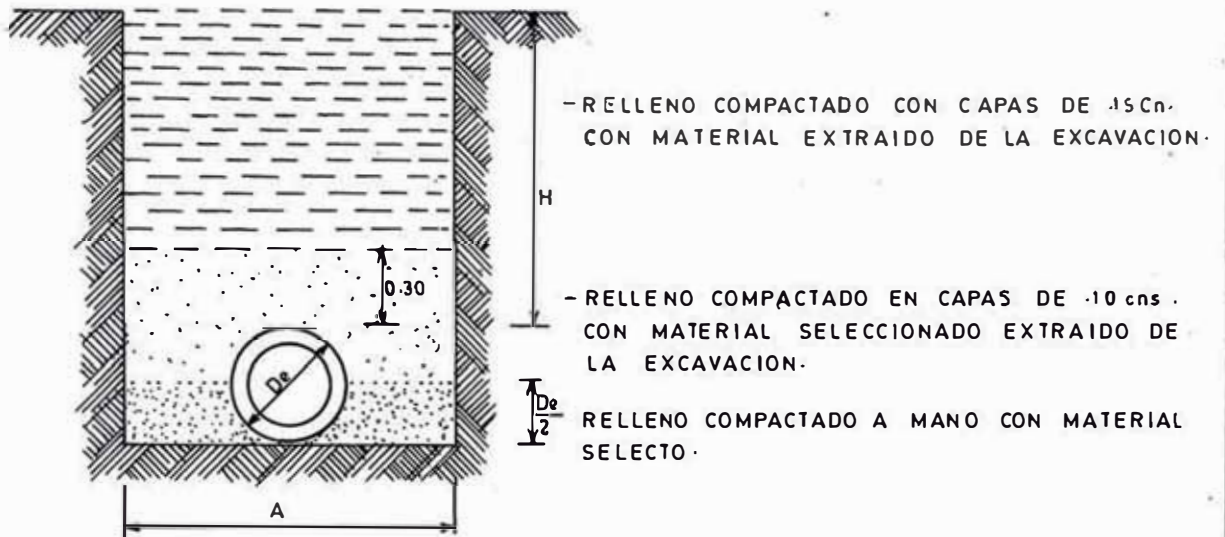
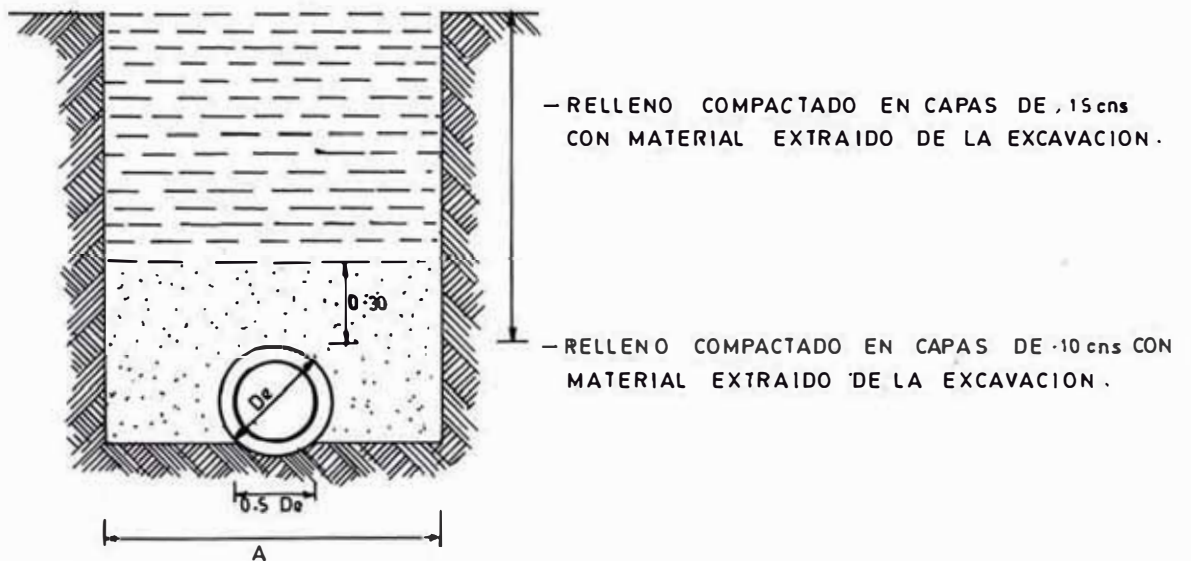
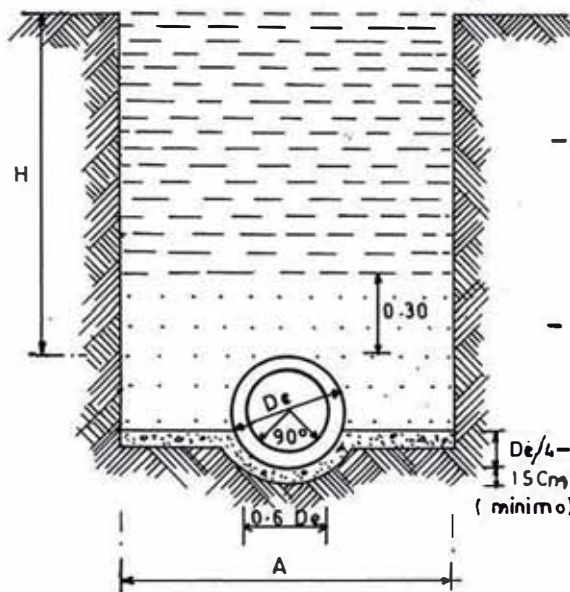


FIGURA N° 2. ZANJA CON FONDO ADOPTADO A LA FORMA DEL TUBO  
FACTOR DE CARGA 1.5





**FIGURA N° 3.-ZANJA CON FONDO PROFUNDIZADO-FACTOR DE CARGA 1.9**

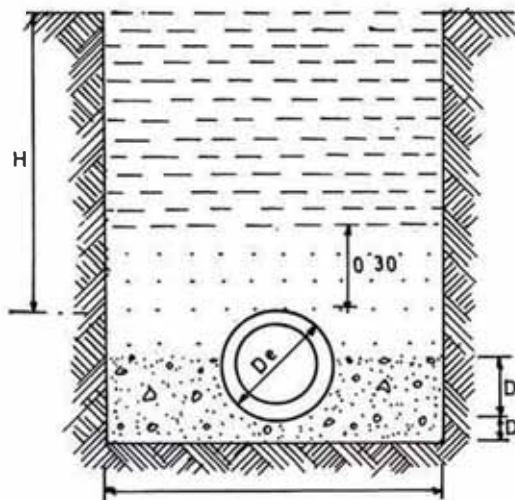


- RELLENO CON MATERIAL EXTRAIDO DE LA EXCAVACION EN CAPAS DE 10 Cn. DE ESPESOR.

- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO COMPACTADO EN CAPAS DE 10 Cn. DE ESPESOR.

$D_e/4$  - RELLENO CON MATERIAL GRANULAR (ARENA) 15 Cn UNIFORMEMENTE COMPACTADO. ( minimo)

**FIGURA N° 4.-SUELO INESTABLE-FACTOR DE CARGA 3.0**



- RELLENO CON MATERIAL EXTRAIDO DE LA EXCAVACION COMPACTADO EN CAPAS DE 15 Cn. DE ESPESOR.

- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO COMPACTADO.

$D_e/4$  - RELLENO DE CONCRETO SIMPLE  $F_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$  O MEJOR.

Cuando el fondo de la zanja sea de roca, se excavará hasta 0.15 mts. por debajo del asiento del tubo y se rellenará luego con arena y hormigón fino . Figura N°5 y Figura N°6, En el caso de que la excavación se pasara de los límites establecidos se rellenará con un material adecuado.

El material proveniente de la zanja deberá ser retirado a una distancia no menor de 1.50 mts. de los bordes de la zanja para seguridad de la zanja, facilidad y limpieza de la misma.

No se deberá abrir un tramo de zanja mientras en la obra no se cuente con la tubería necesaria.

DRENAJE DE LA ZANJA.- En la operación de drenaje se empleará el método normal de depresión de la napa mediante bombeo directo, en la construcción de los colectores que así lo exijan o en los casos que se requiera se empleará la depresión indirecta (Well-Point).

Se debe contar con un número y capacidad de unidades de bombeo, para que en el momento de la instalación y prueba de los tubos, éstos se encuentren completamente libres respecto a la napa de agua deprimida. Igualmente se efectuará bombeos en los momentos requeridos, para evitar la inundación continua de las zanjas que lavarían el solado y destruiría la consistencia del fondo del terreno y paredes de la zanja.

TRANSPORTE Y MANIPULEO DE LA TUBERÍA.- Durante el Trans-

FIGURA N°5....PROTECCION DE TUBERIAS FACTOR DE CARGA 5.0

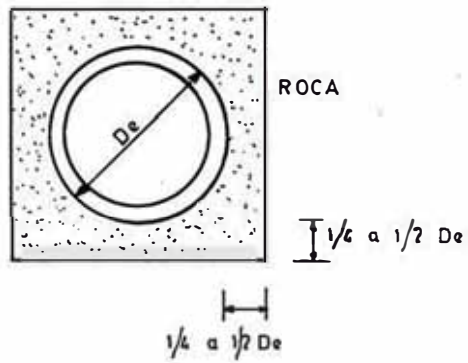
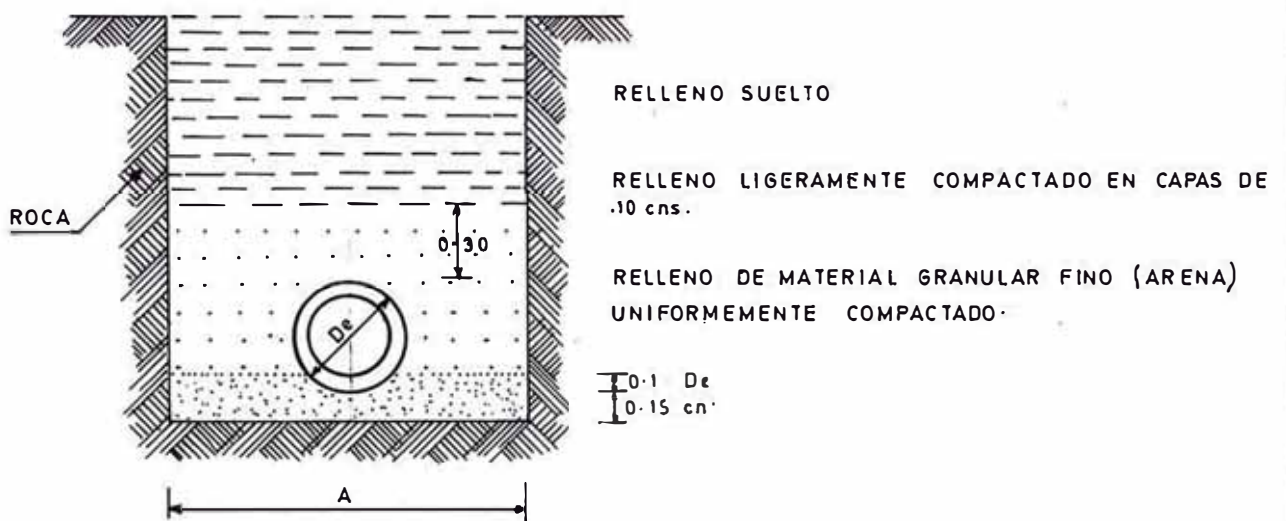


FIGURA N°6....SUELO DE ROCA.



porte y acarreo de la tubería deberá tenerse el mayor cuidado evitando ser golpeada. Cada tubo será revisado al recibirse del proveedor para constatar que no tienen defectos visiboes ni prsentan rajaduras.

Durante la descarga y colocación dentro de la zanja los tubos no deberán dejarse caer; los tubos que estuvieron dañados aunque estén instalados deberán retirarse de la obra.

RELLENO DE ZANJAS.- Se ~~efectu~~ará a las 12 horas de ejecutadas las juntas colafateadas de los tubos .

Se hará un primer relleno hasta la canzar medio tubo, empleando material escogido, zarandeando, colocado en capas de 0.15 mts. compactadas para evitar desplazamientos laterales de la tubería. Luego se rellenará hasta cubrir la altura de 0.30 mts. sobre la tubería con el material extraído finamente pulverizado, libre de piedras, raíces y terrones grandes por capas de 0.15 metros, regadas y compactadas con pisón neumático.

Se completará el relleno de la zanja con material extraído por capas de 0.15 mts. de espesor máximo, regadas a la humedad, apisonadas y bien compactadas.

No debe emplearse en el relleno tierra que contenga materias orgánicas en cantidades litéreas, ni raíces, arcillas. No debe emplearse material cuyo peso seco sea menor de 1,600 kg/m<sup>3</sup>.

No deben arrojarse a la zanja piedras grandes por lo menos hasta que el relleno haya alcanzado una altura de 1.00 mts. sobre el lomo del tubo o parte superior del colector de concreto.

Esquemas de tipo de relleno y clase de tendido en las figuras, 1,2,3,4,5,6,7, y 8.

BUZONES .- El primer trabajo debe ser la construcción de los buzones, que en el proceso de llenado primero serán los fondos y luego los muros y nunca en forma inversa; estos serán los que determinen la nivelación y alineamiento de la tubería. Se dejarán las aberturas necesarias para recibir las tuberías de los colectores y empalmes previstos.

Los buzones serán de tipo standard, con 1.20 mt. de diámetro interior contruídos de concreto de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  para los muros y fondos de 0.15 mts. y 0.20 mts. de espesor respectivamente.

En suelos saturados de agua el fondo será de concreto armado de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  de 0.30 mts. de espesor así como tambien los muros. Llevarán tapa y marco de fierro fundido de 125 kgs. de peso total provista de charnela y con abertura circular de 0.60 mts. de diámetro; el peso de la tapa será de 70 kgs. mínimo y el marco de 55 kgs.

Los buzones de mas de 3.00 mts. de profundidad, llevarán escalines de fierro de 3/4" de diámetro espaciados a 0.30 mts.

• Sobre el fondo, se construirán las medias capas o canaletas que permitan la circulación de desague entre las llegadas y salidas del buzón. Iqas canaletas serán de igual diámetro que las tuberías de los colectores que converjan al buzón; su sección será semicircular en la parte inferior y luego las paredes laterales se harán verticales hasta llegar a la altura del diámetro de la tubería, el falso fondo o berna tendrá una pendiente de 20% hacia él o los ejes de los colectores.

# INSTALACION DE TUBERIAS EN TERRAPLENES.

FIGURA N° 7.— EN SUELO FIRME

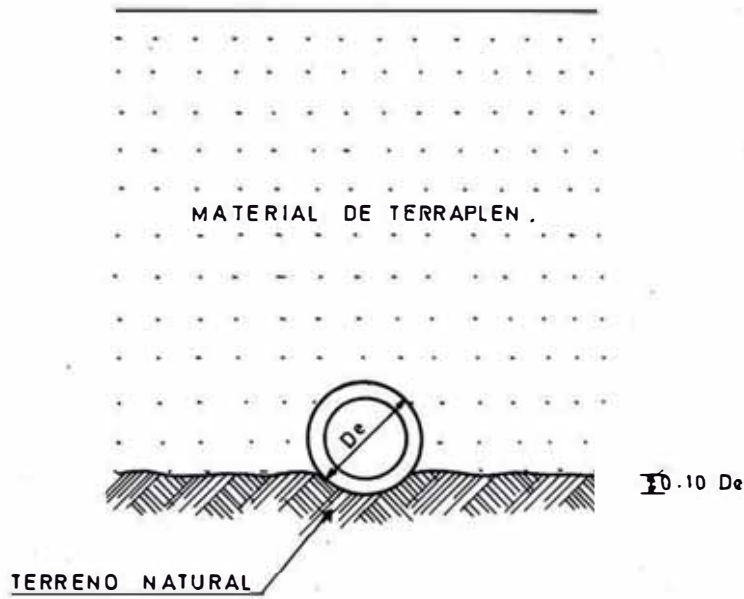
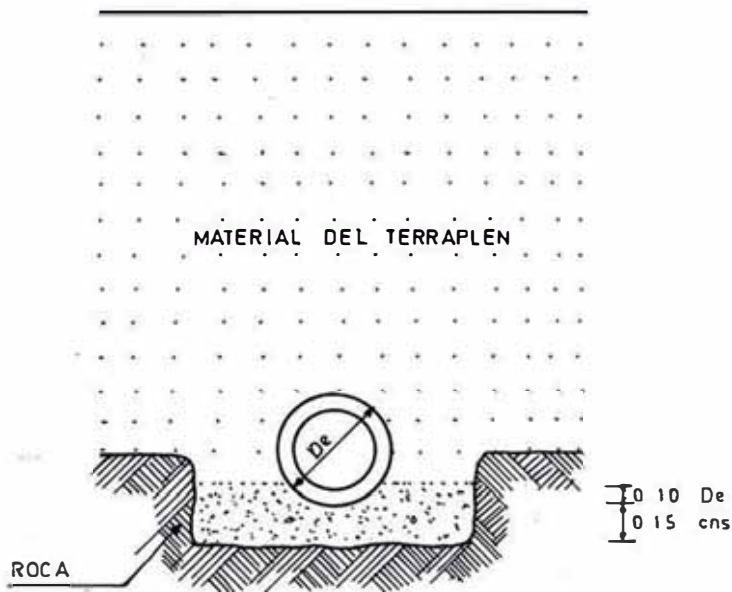


FIGURA N° 8.— EN ROCA



La cara interior de los buzones será enlucida con acabado fino, con una capa de mortero en proporción 1:3 de cemento-arena y de media pulgada de espesor. Todas las esquinas y aristas vivas serán redondeadas.

El techo será de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  reforzado según planos, con refuerzos necesarios en la boca de ingreso.

En los buzones en que las tuberías no llegan a un mismo nivel se podrán colocar caídas cuando éstas serán de más de 1.20 mt

COLOCACION Y CALAFATEO DE LAS TUBERIAS.- Colocados los tubos se enchufarán convenientemente, debiendo mirar las campanas hacia aguas arriba, se les centrará y alineará perfectamente.

El alineamiento de la tubería se hará utilizando dos cordeles, uno en la parte superior de la tubería y otro al lado de ella, para conseguir de esta manera el alineamiento vertical y horizontal respectivamente.

LA TUBERÍA Y SUS RESPECTIVOS DOLLARES o campanas deben cuidarse que estén completamente limpios, a fin de que la adherencia de la mezcla de calafateo con la junta sea lo más perfecto.

En el calafateo de la unión se usará mortero de cemento arena en proporción 1:2, la arena debe ser de río. fina y limpia.

Se usará una cantidad de agua que apenas humedezca la mezcla en seco, se preparará la cantidad necesaria para el calafateo de una sola cabeza; no deberá usarse la mezcla humedecida que tenga más de media hora preparada. Exteriormente los bordes de la unión deberán ser ter-

minados en bisel, con mortero, hasta formar un anillo tronco-cónico con generatriz inclinada de  $45^\circ$  sobre el eje del tubo.

El interior de las tuberías serán cuidadosamente limpiadas de toda suciedad o residuos de mortero: a medida que progrese el trabajo, y los extremos de cada tramo que han sido inspeccionados y aprobados, serán protegidos con tapones de madera, de forma que impidan el ingreso de tierra y otras materias extrañas.

El relleno sobre juntas no se permitirá sino han transcurrido 12 horas de su ejecución.

EMPOTRAMIENTO PARA CONEXIONES DOMICILIARIAS..- Los empotramientos para conexiones domiciliarias se colocarán frente a toda casa o parcela donde puede existir una construcción futura. Los ramales de tubería se llevarán hasta la acera; y su eje estará a  $45^\circ$  al del alcantarillado .

La pendiente del ramal no será menor de 1% ni mayor de 10% y deberá tener profundidad necesaria para que la parte superior del tubo de empotramiento pase por debajo de cualquier tubería de agua potable y con una separación mínima de 0.20 mts. La profundidad mínima del tubo en la acera será de 0.80 mts. medidos a partir de la parte superior y la máxima de 2.00 mts.

Cuando la profundidad de la tubería de la calle sea tal que aún colocando el ramal de empotramiento con la pendiente máxima admisible, se llegue a la acera a una profundidad mayor de 2.00 mts se usarán empotramientos con bajantes construídas con tubería (Figura 9-10-11 y 12).



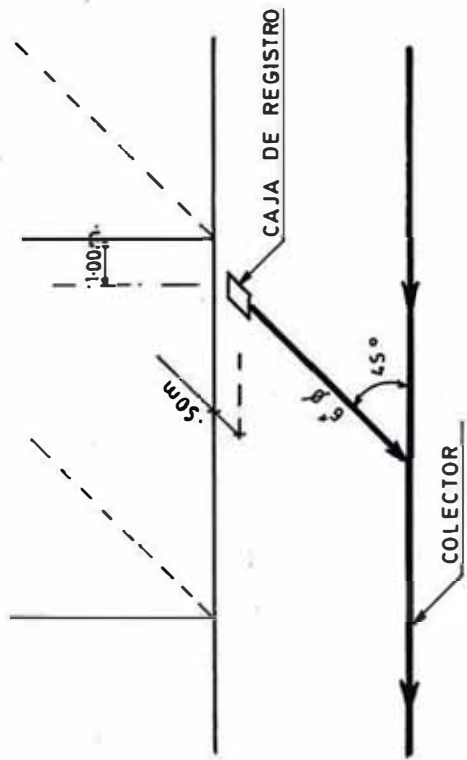
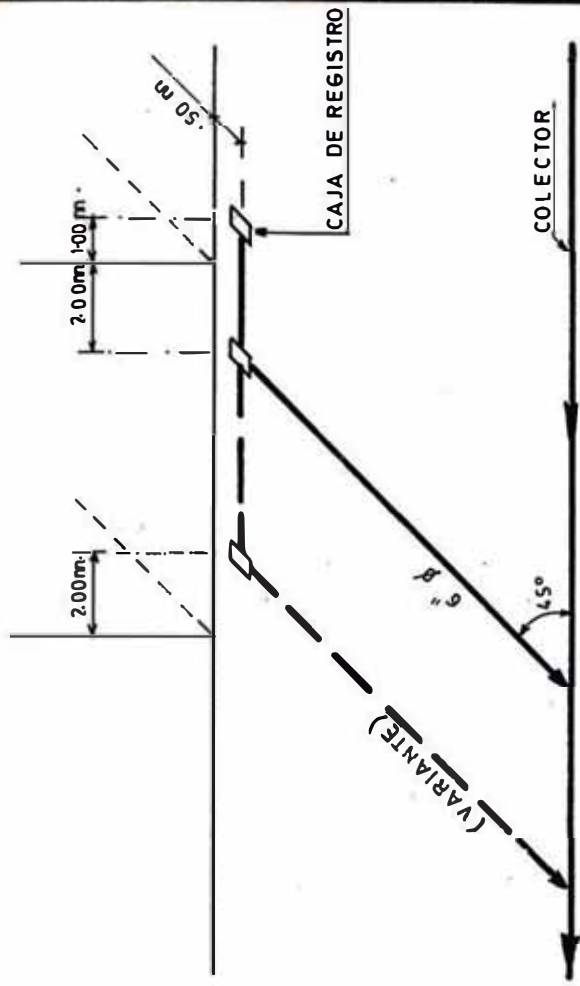
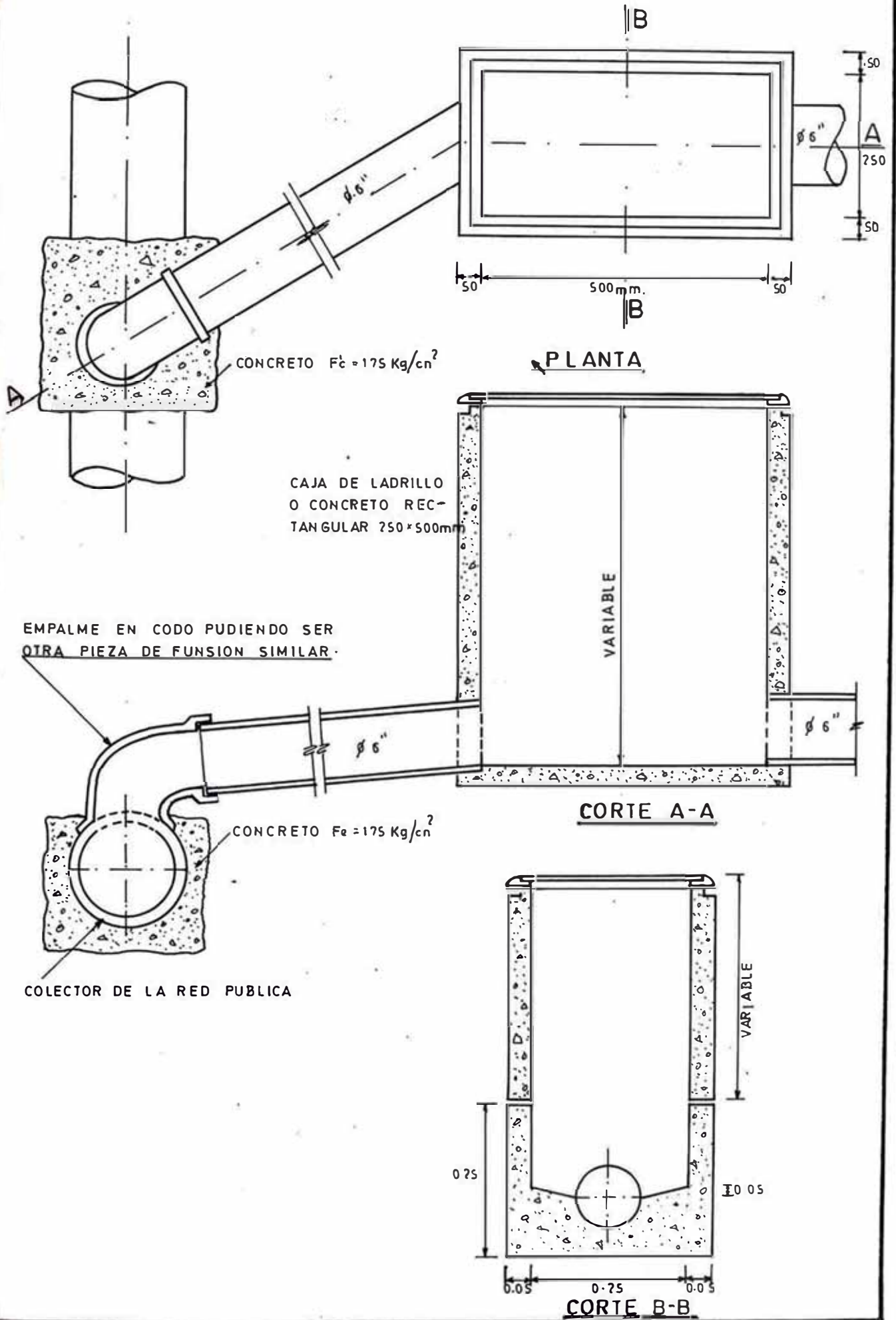
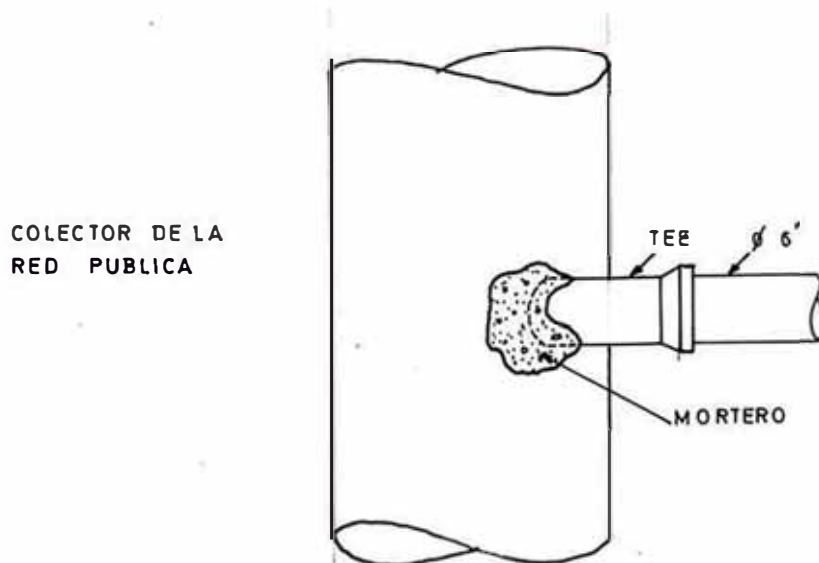
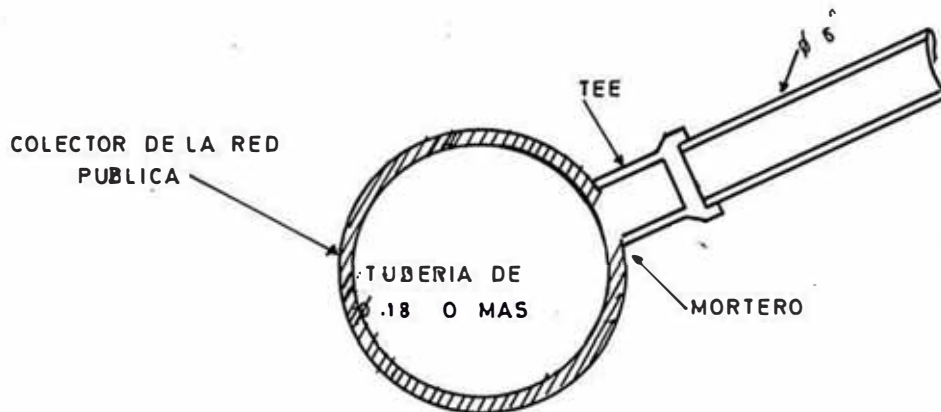
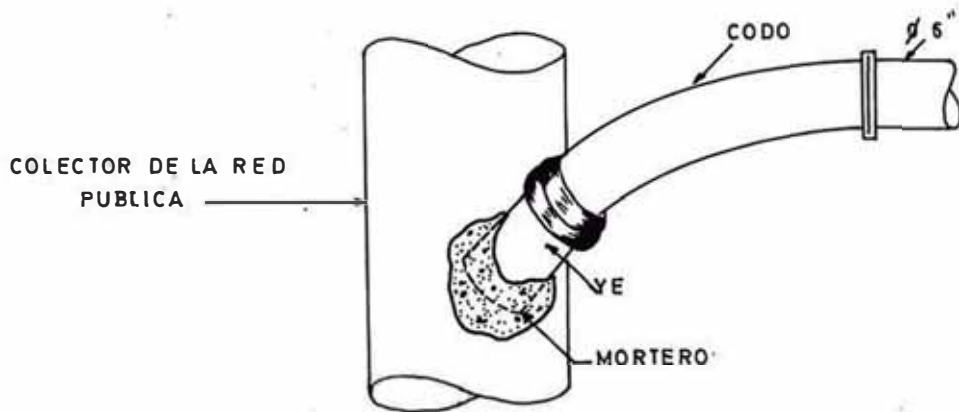
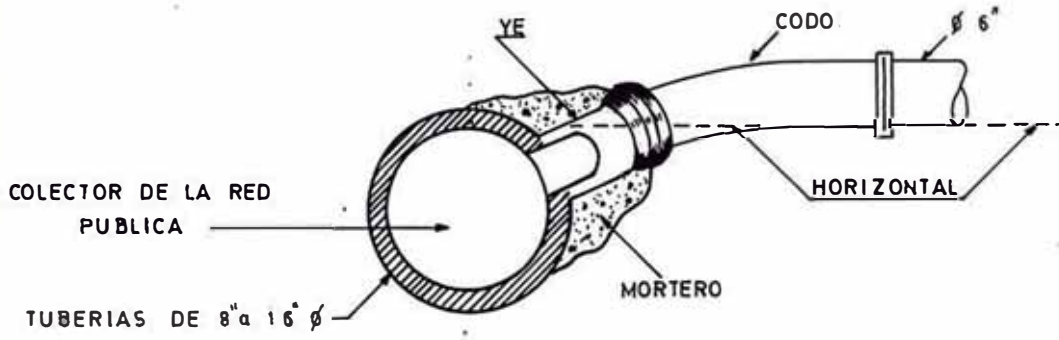


FIGURA N° 9. — TIPO DE CONECCIONES DOMICILIARIAS.

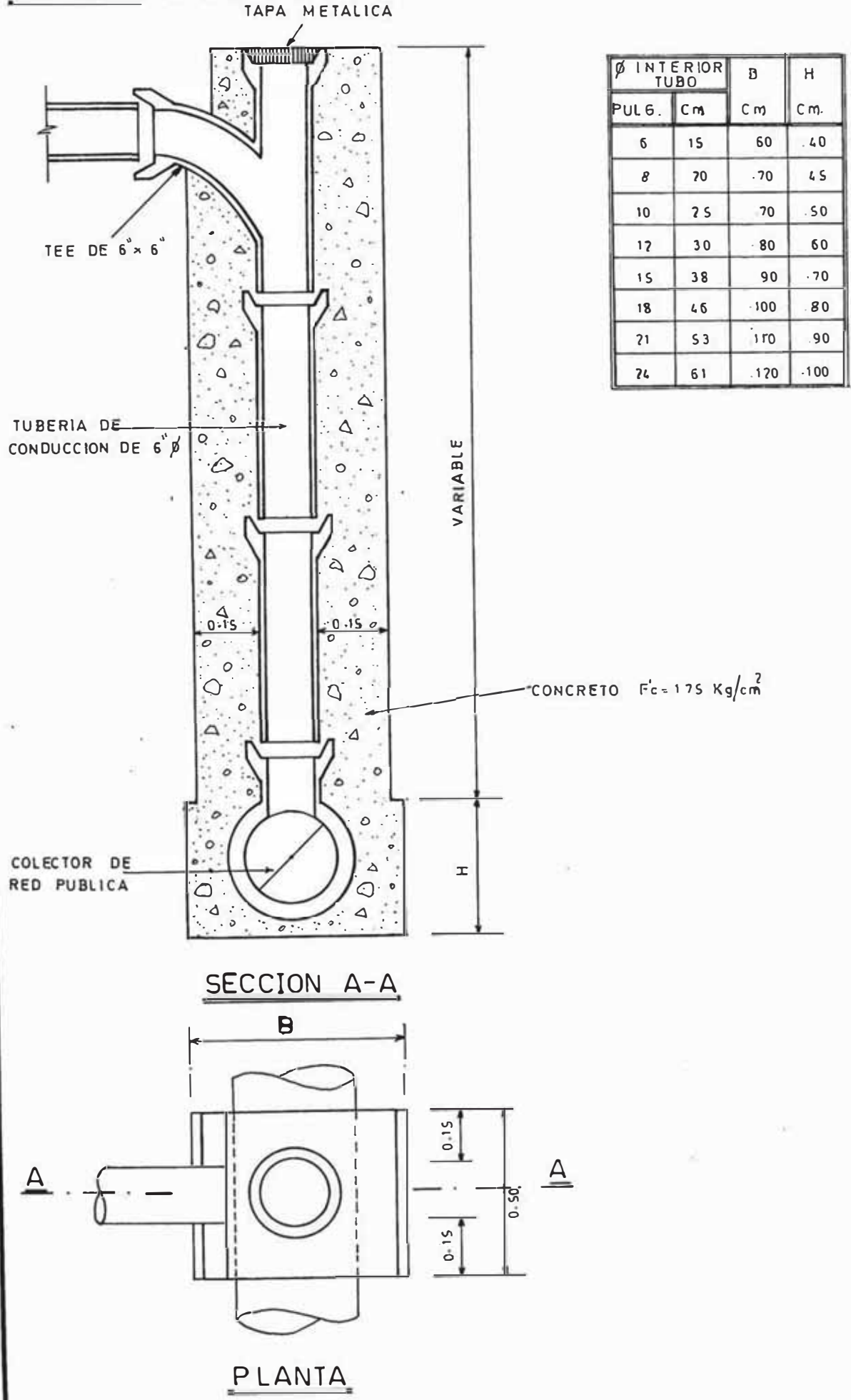
FIGURA N° 10.- CONECCION DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO.



**FIGURA N° 11. ELEMENTOS DE EMPOTRAMIENTO.**



**FIGURA..12 ELEMENTO DE CONDUCCION VARIANTE .**



PRUEBA DE LAS TUBERIAS .- Una vez terminado un tramo y antes de efectuarse el relleno de la zanja se realizarán las pruebas de pendiente, de alineamiento e hidráulica de las tuberías.

La prueba de pendientes , se efectuará nivelando fondos, terminados en buzones y nivelados las claves de la tubería cada 10 mts. cuando la pendiente de la línea de o sea más de 30/100 y cada 5 mts. cuando la pendiente es inferior a 30/100.

La prueba de alineamiento , se realizará haciendose pasar por el interior de todos los tramos una pieza o bola de sección transversal circular cuyo diámetro tenga los siguientes valores de acuerdo al diámetro de las tuberías:

DIAMETRO DEL TUBO	DIAMETRO DE LA BOLA
8"	19 cms.
10"	24 cms.
12"	29 cms.
14"	34 cms.
16"	39 cms.
18"	45 cms.
21"	52 cms.

La Prueba hidráulica, se realizará enrazando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón, aguas arriba del tramo en prueba y taponeando la tubería de salida en el buzón de aguas abajo.

Durante la prueba, la tubería no deberá perder por filtración más de la cantidad permitida a continuación expresada en cm<sup>3</sup>/mi/mt, según la relación siguiente:

$$K = \frac{F.L.}{P} \quad \text{donde} \quad P = \frac{V}{T}$$

V= Volúmen perdido en la prueba (cm<sup>3</sup>)

L =Longitud probada (metros)

T= Tiempo de duración de la prueba (minutos)

P= Pérdida en el tramo (cm<sup>3</sup>/min)

K= Coeficiente de Prueba.

VALORES DE F y K

DIAMETRO	Pulg.	8	10	12	14	16	18	21	24	26	30
	m.m.	200	250	300	350	400	450	533	600	650	780
(F) Filtración Tolerada:											
cm <sup>3</sup> /min/mts.		25	32	38	44	50	57	67	76	85	96
Interpretación de Valores	K > 1	K = 1					K < 1				
	Prueba Buena	Prueba Tolerable					Prueba Mala				

En los dos últimos casos se localizará la fuga y se re-



parará. Una vez constatado el ~~correcto~~ resultado de las pruebas podrá rellenarse la zanja.

REPOSICION DE PAVIMENTOS.- La reposición de pavimentos se hará de acuerdo con las reglas ordinarias de trabajo para cada clase de afirmado y pavimento y las que se indican:

-En las calles sin pavimento se dejará la superficie del terreno parejo, tal como estaba antes de la excavación.

- En las calles con pavimento se mantendrá la superficie del relleno a nivel de la calle, mientras se repare el mismo.

- Todos los afirmados deben ser repuestos al nivel que tenían al ser levantados y en correspondencia con el de las superficies inmediatas.

- Todos los materiales de los que se repongan deberán tener las mismas características de los extraídos.

- La arena extraída de los empedrados y adoquines podrá volver a ser empleada si estuviera limpia y exenta de tierra o materias extrañas.

- En pavimentos de concreto se usará el de la clase  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y su cura se extenderá por un período mínimo de 7 días. En ningún caso se dará tráfico sobre pavimento de concreto antes de los 15 días de haberlo reconstruído.



MEDIDAS DE SEGURIDAD.- Para proteger a las personas y evitar peligros a la propiedad y vehículos, se deberán colocar barreras, señales, linternas rojas o personal de guardianía, que deberán mantenerse durante el progreso de la obra hasta que la calle esté segura para el tráfico y no ofrezca ningún peligro.

Donde sea necesario cruzar zanjas abiertas se colocarán puentes apropiados para peatones o vehículos.

Los grifos contra incendio, válvulas, tapas de buzones etc., se deberán dejar libres de obstrucciones durante la obra; así mismo tomar las precauciones necesarias para mantener el servicio de los canales, drenes y otros cursos de agua encontrados durante la construcción.

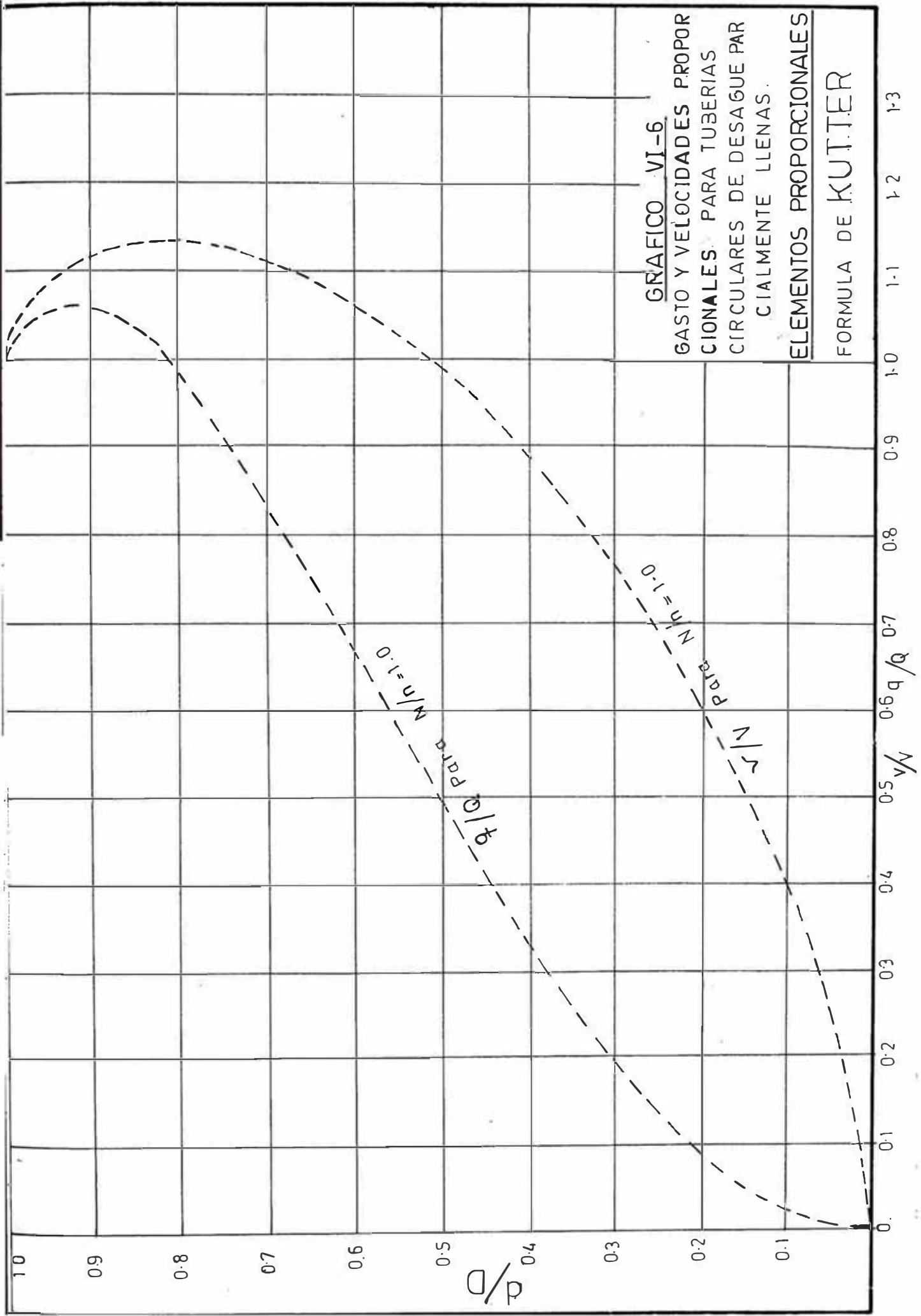
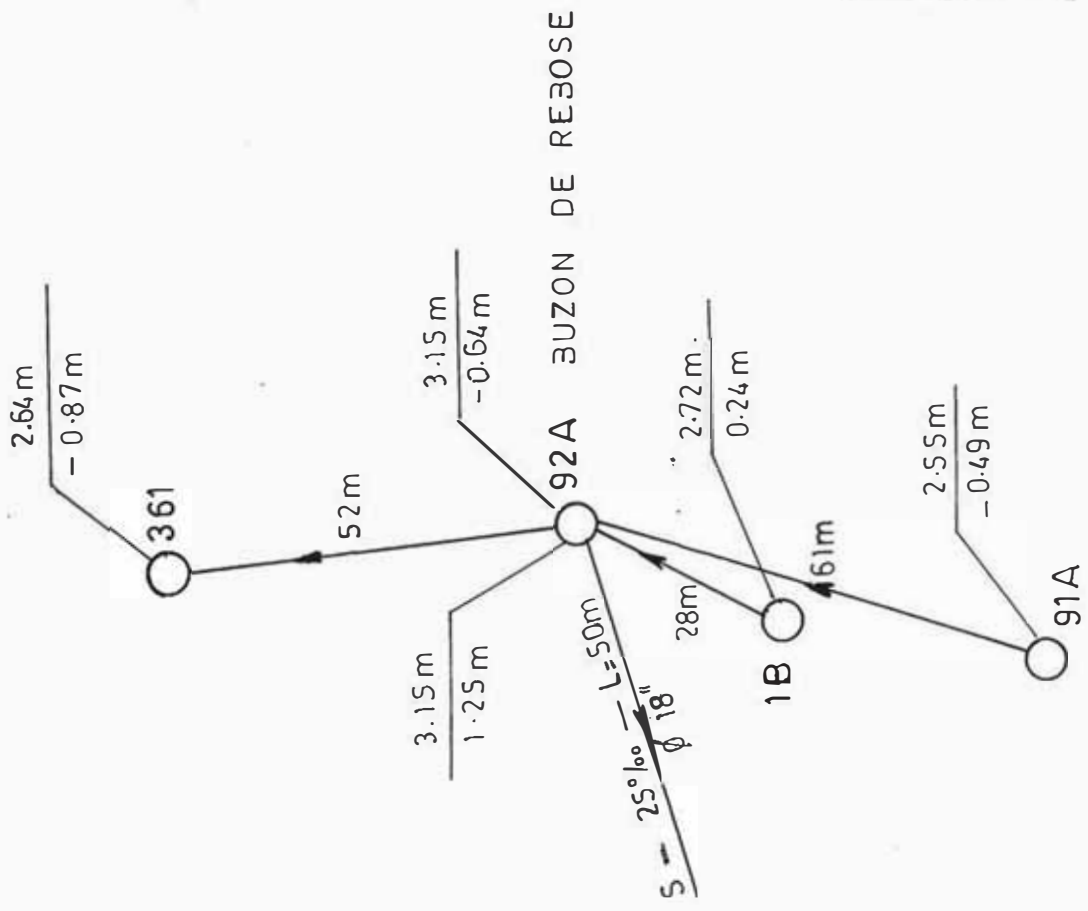


GRAFICO VI-6  
 GASTO Y VELOCIDADES PROPORCIONALES PARA TUBERIAS CIRCULARES DE DESAGUE PARCIALMENTE LLENAS.  
 ELEMENTOS PROPORCIONALES  
 FORMULA DE KUTTER



ALCANTARILLADO-PACASMAYO  
 PROYECTO DE GRADO.  
 LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS.  
 DETALLE BUZON DE REBOSE.  
 ESC. 1:1000  
 GRAFICO... 4C-2

## C A P I T U L O VII

### DISPOSICION FINAL DE LOS DESAGUES

La topografía de la ciudad de Pacasmayo por ser demasiado accidentada, es necesario concentrar el caudal de las agua servidas. En una zona fácil de acceso y altura adecuada para evitar excesivas excavaciones. Siendo indispensable para solucionar este problema la construcción de una Estación de Bombeo, la cual estará ubicada en la zona nor oeste de la localidad en la prolongacion del Malecón Grau. El desague ingresará a la cámara mediante una tubería de  $\varnothing$  18" de concreto armado en la cota- 0.91 m.s.n.m.

Enumeramos dos alternativas en la elección de la estación de bombeo :

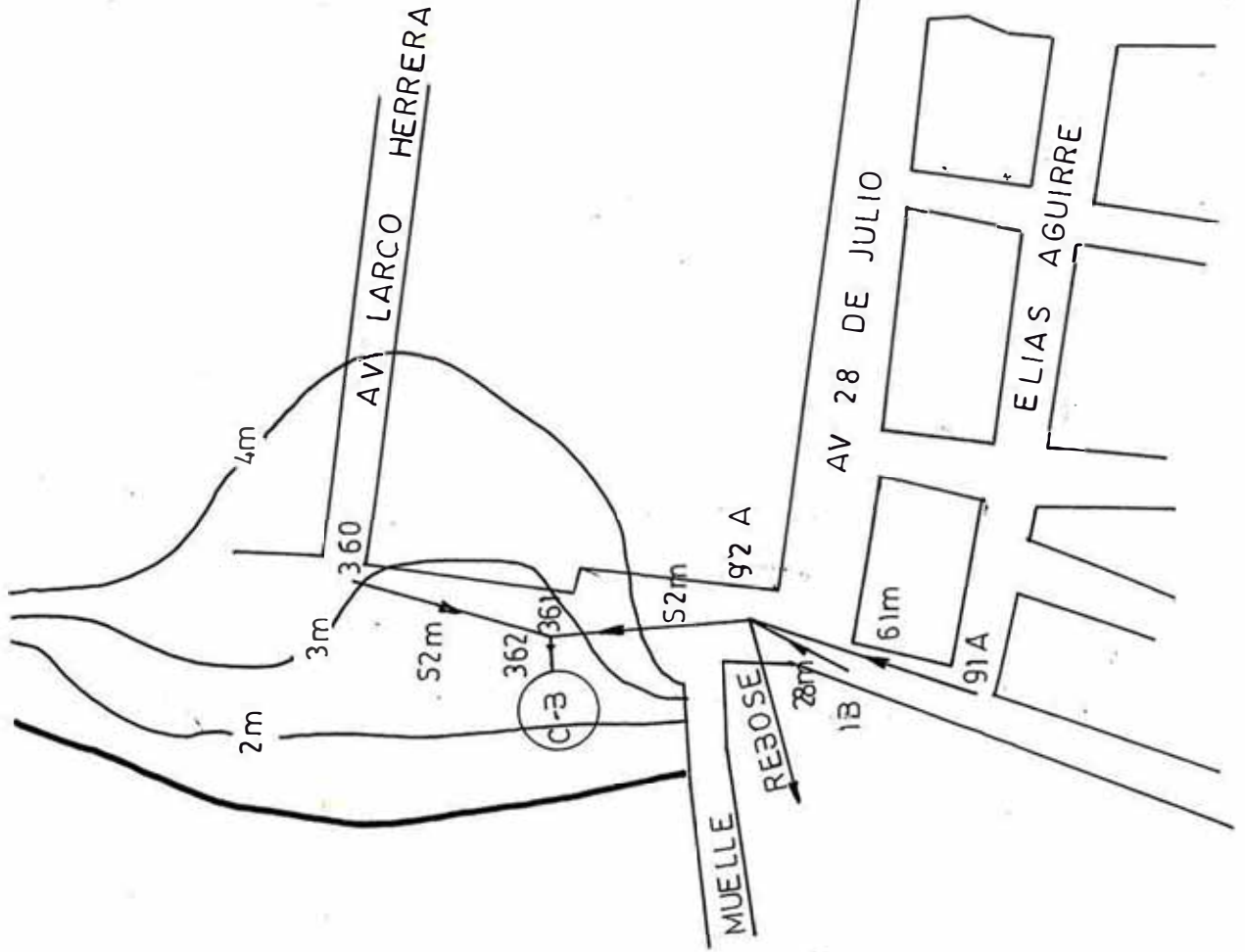
a) Considerando dos compartimientos.-

- Pozo Húmedo, donde se concentrarán los desagues.
- Pozo Seco, se montarán motores, bombas y demás controles.

b) Considerando un solo compartimiento.-

- Pozo Húmedo, concentración de desagues y motor- bomba sumergida.

FORMA.- Puede ser circular o rectangular.



ALCANTARILLADO - PACASMAYO  
 PROYECTO DE GRADO  
 LUIS C. CASTAÑEDA CAMPOS.  
 UBICACION DE LA CAMARA  
 DE BOMBEO DE DESAGUE  
 ESCALA 1:2000  
 GRAFICO VII-7

TAMAÑO.- Definido por el caudal, dimensiones del equipo de bombeo, nivel de llegada de la tubería y cotas del terreno.

Deben de ser de fácil acceso a los diferentes compartimientos para efectuar el mantenimiento necesario.

Estructuras impermeables.

Buena ventilación.

#### TIPOS Y CONDICIONES DE USO DE LAS BOMBAS PARA DESAGUE

Pueden ser:

- Centrífugas
- Reciprocantes
- Eyectores neumáticos.

Tienen mayor uso las centrífugas y reciprocantes las que son accionadas por motores eléctricos o de combustión, teniendo mayor uso los primeros y los de combustión de acuerdo a las circunstancias.

De manera general deben reunir las siguientes características:

- a) Fácilmente desmontables.
- b) Materiales no corrosibles en su fabricación.

#### BOMBAS CENTRIFUGAS

De acuerdo a la ubicación motor-bomba, pueden ser:

- a) Eje Horizontal

-Puede estar ubicada en el nivel inferior o superior de la cámara, siendo lo más recomendable el Primer caso, a fin de que las bombas puedan funcionar cebadas.

- Bajo costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Es necesario dos cámaras.

Ocupan gran espacio horizontal, por lo tanto mayor área de construcción

- Daños al motor e interrupción de la planta cuando se producen inundaciones.

#### b) Eje Vertical

##### b.1.- Bomba No Sumergida

- Es necesario dos cámaras, la bomba en cámara seca.
- Debido a su ubicación trabajan celadas.
- El motor está acoplado a la bomba por medio de ejes verticales protegiendo contra posibles inundaciones.
- Costo elevado de instalación, operación y mantenimiento.

##### b.2.- Bomba Sumergida

- La diferencia con la anterior radica en que la bomba está sumergida en la cámara húmeda.
- El motor ubicado en un lugar protegido de inundaciones.
- Dificultad en el mantenimiento e inspección de la bomba
- Se requiere de una sola cámara.

c) Motor y Bomba Sumergidas

- Conjunto motor-bomba acoplados entre sí.
- Empleo de una sola cámara.
- Acarrea serios problemas en mantenimiento y operación.

BOMBAS RECIPROCANTES

- Ocupan gran espacio y de costo elevado.
- Usadas cuando la altura de aspiración o presión de descarga elevadas.

EYECTORES NEUMATICOS

- Compartimientos cerrados en los que ingresa el desague y mediante aire comprimido se les impulsa.
- Adecuado para instalaciones pequeñas, debido a su baja eficiencia.

Los desagües pueden contener una gran variedad de sólidos (palos, trapos, rocas, etc). Estos pueden atascar la bomba y dañar las partes rotatorias lo que lleva a reducir la eficiencia y deterioro de la unidad. Para solucionar este problema se han diseñado las bombas no atorables, las que poseen sus impulsores con alabes o paletas espaciadas adecuadamente que permiten la entrada de sólidos en la bomba y su paso a través de la descarga.

De acuerdo a los conceptos anteriores y teniendo en cuenta una serie de eventualidades, se adoptará las BOMBAS CENTRIFUGAS VER-



TICALES ( NORCLOG) y se diseñará dos cámaras: Pozo Seco (se instalarán las bombas) y pozo húmedo (descargarán los desagües) en la estación de bombeo.

#### DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACION DE BOMBEO

Los caudales máximos y mínimos de aguas negras hallados para las condiciones iniciales y futuras de trabajo sirven de base para el cálculo de la capacidad y número del equipo de bombeo, así mismo el volumen de la cámara húmeda.

Datos de diseño considerando las dos etapas previstas de acuerdo al crecimiento estimado de la población:

Primera Etapa.- Comprende hasta el año 1984.

Caudal Mínimo	=	22.3	=	23 l/seg.
Caudal Promedio	=	55.8	=	56 l/seg.
Caudal Máximo	=	130.5	=	131 l/seg

Segunda Etapa.- Comprende hasta el año 1994

Caudal Mínimo	=	30.0	=	30 l/seg.
Caudal Promedio	=	74.6	=	75 l/seg
Caudal Máximo	=	174.5	=	175 l/seg

#### EQUIPO DE BOMBEO

No hay regla fija que determine el número de bombas y sus capacidades a emplearse, sin embargo impone una limitación el tiem-

po máximo de retención para que de esta manera no se obtenga un volumen grande de la cámara húmeda y emplear mayor número de bombas.

Se debe tener en cuenta en la elección a la par del aspecto técnico adecuado el económico.

Los equipos de bombeo seleccionados de acuerdo a las etapas previstas serán:

- Para la Primera Etapa:

Una bomba de 60 litros/seg de capacidad

Dos bombas de 70 litros/seg. de capacidad.

Manteniendose una bomba de 70 l/seg. como unidad de reserva.

- Para la Segunda Etapa:

-Una bomba de 75 lts/seg de capacidad.

Dos bombas de 100 lts/seg de capacidad

Una bomba de 100 l/seg como unidad de reserva.

#### CAMARA HUMEDA

En el cálculo de la capacidad de la cámara húmeda se debe tener en cuenta las siguientes limitaciones:

a. El tiempo de retención de las aguas negras en la cámara húmeda debe ser como máximo dos horas para evitar problemas sépticos.

En general el tiempo de almacenaje no debe ser ni muy corto ni muy grande.

b. El tiempo de arranque y parada consecutivo de una bomba no debe ser menor de 15 minutos, bombeos a tiempos menores pueden ocasionar desperfectos en el funcionamiento de la instalación.

Criterios que pueden ser adoptados en el diseño de la capacidad de la Cámara Húmeda.

1. Considerando que funciona el equipo seleccionado para la 2da. Etapa, bombeando durante 10 minutos:

$$\text{Volúmen} = (0.075 + 0.105) \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 10 \text{ min} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min.}} = 108 \text{ m}^3$$

2. Adoptando un período de retención de 10 minutos para el gasto promedio futuro:

$$\text{Volúmen} = (0.075) \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 10 \text{ min} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 45$$

3. Un período de retención de 15 minutos para el gasto promedio futuro:

$$\text{Volúmen} = 0.075 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 15 \text{ min.} \times \frac{60}{1 \text{ min.}} = 67 \text{ m}^3$$

4. Adoptando el 5% del volúmen promedio futuro bombeado en el día:

$$\text{Volúmen} = 0.075 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 86400 \text{ seg} \times 0.05 = 322 \text{ m}^3$$

5. Tomando como período de retención 30 minutos para el gasto mínimo horario futuro:

$$\text{Volumen} = 0.030 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 30 \text{ min.} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min.}} = 54 \text{ m}^3$$

Se ha obtenido una serie de valores referidos a la capacidad de la cámara húmeda, se ha adoptado para esto como solución el acápite 3.- o sea una capacidad de 67 m<sup>3</sup>. Dicha cámara almacenará los desagües correspondientes al final del período de diseño por lo que en los inicios de su funcionamiento estará sobredimensionada.

ANALISIS DE LOS PERIODOS DE RETENCION, LOS EQUIPOS SELECCIONADOS Y VOLUMEN DE LA CAMARA HUMEDA CALCULO DEL TIEMPO DE RETENCION EN FUNCION DEL VOLUMEN DE LA CAMARA HUMEDA

a) Para Gastos Actuales

- Para el gasto mínimo

$$T = \frac{6700}{17} = 65.7 = 1 \text{ hora } 16 \text{ minutos}$$

$$17 \frac{1}{\text{seg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min.}}$$

- Para el Gasto Promedio

$$T = \frac{6700}{21 \times 60} = 53 \text{ minutos}$$

- Para el Gasto máximo

$$T = \frac{6700}{26 \times 60} = 43 \text{ minutos}$$

b) Para Caudales de la Primera Etapa

a- Para el gasto mínimo

$$T = \frac{6700}{22.3 \times 60} = 50 \text{ minutos}$$

- Para el Gasto Promedio

$$T = \frac{6700}{55.8 \times 60} = 20 \text{ minutos}$$

- Para el gasto máximo horario

$$T = \frac{6700}{130.5 \times 60} = 8.5 \text{ minutos}$$

c) Para Caudales de la 2da. Etapa

- Para el gasto mínimo

$$T = \frac{6700}{30 \times 60} = 37 \text{ minutos}$$

- ~~Para~~ el gasto promedio

$$T = \frac{6700}{74.6 \times 60} = 15 \text{ minutos}$$

- Para el gato máximo horario

$$T = \frac{67000}{174.5 \times 60} = 6.4 \text{ minutos}$$

Analizando los valores vemos que el tiempo de retención para el gasto mínimo actual no permitirá la descomposición del desague y el tiempo de retención para el gasto máximo futuro es corto pero es justificable por ser el maximorum

CHEQUEO DE TIEMPO DE VACEADO DE LA CAMARA HUMEDA CON BIAS DIFERENTES

CAPACIDADES DE LAS BOMBAS ADOPTADAS

a) Con las Bombas para la Primera Etapa

Calculando el volumen de desague que debe almacenarse para la primera etapa, considerando un período de retención de 15' para el gasdto promedio correspondiente a esta etapa.

$$\text{Volumen} = 0.0558 \times 15 \times 60 = 50 \text{ m}^3$$

Determino los tiempos para esta etapa en función del volumen hallado:

- Tiempo de retención para el gasto mínimo:

$$T = 50000 / 22.3 \times 60 = 37.5'$$

- Tiempo de retención para el gasto promedio:

$$T = 50000 / 55.8 \times 60 = 15.0'$$

- Tiempo de retención para el gasto máximo horario:

$$T = 50000 / 130.5 \times 60 = 6.4'$$

Con los tiempos calculados determino si la capacidad de los equipos es suficiente para bombear el volumen almacenado en esta etapa:

- Cuando se almacena el gasto mínimo con la bomba de 60 l/seg.

$$V = 0.060 \times 13.9 \times 60 = 50 \text{ m}^3$$

- Cuando se almacena el gasto promedio empleando la bomba de 60 l/seg

$$V = 0.060 \times 15 \times 60 = 54 \text{ m}^3$$

- Cuando se almacena el gasto máximo, utilizando las bombas de 60 y 70 l/seg:

$$V = 0.130 \times 6.4 \times 60 = 50 \text{ m}^3$$

Dichos equipos poseen la capacidad requerida ya que satisfacen el bombeo del caudal almacenado para esta etapa.

b) Con las Bombas para la Segunda Etapa

- Cuando se bombea el gasto mínimo, empleando la bomba de 75 l/seg

$$V = 0.075 \times 14.9 \times 60 = 67 \text{ m}^3$$

- Cuando se bombea el gasto promedio usando la bomba de 75 l/seg

$$V = 0.075 \times 15 \times 60 = 67.5 \text{ m}^3.$$

- Cuando se bombea el gasto máximo, empleando las bombas de 75 l/seg y 100 l/seg.

$$V = (0.075 + 0.100) \times 6.4 \times 60 = 67.2 \text{ m}^3$$

Los volúmenes bombeados por los equipos suben el volumen almacenado en esta etapa.

#### CARACTERISTICAS DE LA ESTACION DE BOMBEO

Se ha considerado una cámara de forma circular en la que se distingue un compartimento para la cámara húmeda y la otra para la seca, separadas por una pantalla vertical de 0.30 mts.

#### CAMARA HUMEDA

Recibe la descarga de los desagües mediante una tubería de concreto armado de diámetro 18" en la cota- 0.91 m. y a continuación ha sido diseñada un sistema de rejillas con la finalidad de interceptar los materiales flotantes cuyos tamaños puede alterar el funcionamiento de las bombas. El sistema de limpieza puede ser manual o mecánico, siendo menos complicado y más usado el primero empleando un rastrillo.

Sistema de Rejas.- El espaciamiento de las barras está determinado por el paso libre que tiene la bomba de tal modo que las partículas que pasan no causen problemas en las bombas, dichos espaciamientos varían de 1" a 2".

Como el sistema de limpieza será Manual la inclinación de las barras pueden formar ángulos de 30° a 60° con la horizontal.

Las barras se colocarán con su dimensión menor transversal a la dirección de flujo y sostenida en los extremos, pues otro tipo de soportes u anclajes dificulta la limpieza.



Usaré barras de 2 m. de longitud de dimensiones 1 1/2" x 1/4" espaciadas entre sí 2", formando con la horizontal un ángulo de 45° empleando 14 barras en un ancho de 0.75 m.

DIAMETROS DE SUCCION Y DESCARGA DE LAS BOMBAS

- Para la Bomba de 60 l/seg

a) Tubería de Succión

$$Q = 0.060 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\varnothing = \text{succión} = 8" = 0.20 \text{ m.}$$

$$Q = V \times A = V \times 3.14 \times 0.1^2$$

$$V = \frac{0.060}{3.14 \times 0.1^2} = 1.91 \text{ m/seg}$$

b) Tubería de descarga

$$Q = 0.060 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\varnothing = \text{impulsión} = 6" = 0.15$$

$$V = \frac{0.060}{3.14 \times 0.075^2} = 3.39 \text{ m/seg}$$

- Para la Bomba de 70 l/seg

a) Tubería de Succión

$$Q = 0.070 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\varnothing = \text{Succión} = 8" = 0.20 \text{ m.}$$

$$v = \frac{0.070}{3.14 \times 0.1^2} = 2.22 \text{ m/seg}$$

b) Tubería de Impulsión

$$Q = 0.070 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\phi = \text{impulsión} = 6'' = 0.15 \text{ m.}$$

$$v = \frac{0.070}{3.14 \times 0.075^2} = 3.96 \text{ m/seg}$$

NIVEL DE CEBADO

Para que las bombas puedan operarse automáticamente necesitan estar cebadas, por esta razón se mantiene en la cámara de aguas negras un tirante mínimo de parada, para que en condiciones normales de trabajo funcionen con una carga positiva de aspiración.

Dicha altura será 2 1/2 veces el  $\phi$  de la descarga de la bomba, desde el eje de la misma o sea  $2.5 \times 6'' \times 2.5 = 0.38 \text{ m.}$

Luego el nivel mínimo de parada tendrá en relación con el fondo de la cámara húmeda una altura de 1.13 mts.

$$\text{Tirante de Cebado} = 0.38 \text{ mts}$$

Altura del eje de la bomba al fondo de la

$$\text{Cámara} = \underline{0.75 \text{ mts}}$$

$$1.13 \text{ mts}$$

CALCULO DEL DIAMETRO Y MATERIAL DE LA TUBERIA DE IMPULSION

Consideraciones Asumidas

1.- La tubería será elegida para el período de diseño o sea 22 años

2.- Se comprará como materiales a usarse tuberías de fierro fundido y Asbesto cemento clase 75.

3.- Se empleará el Abaco de Hazen Williams para determinar las pérdidas de carga en diferentes diámetros de acuerdo a los materiales, así:

- Tubería de Asbesto Cemento      C = 140

- Tubería de Fierro Fundido      C = 100

4.- Se construirán gráficos de curvas de caudales de bombeo VS pérdida de carga en los diferentes diámetros para la longitud de tubería; L = 458 mts.

5.- Se ~~tendrá~~ tendrá en cuenta que el diámetro elegido, produzca pérdidas de carga razonables ya que tiene incidencia en el costo de la potencia requerida.

6.- Se considerará que por dicha tubería circulará el gasto promedio futuro o sea: Caudal = 74.6 l/seg = 75 l/se

CALCULOS PARA GRAFICAR CURVAS DE CAUDALESVS PERDIDA DE CARGAC = 140 (Asbesto cemento) - Clase 75

LONGITUD = 458 mts

Q ( l/seg)	60	70	75	130	175
∅ (pulg)	8	8	8	8	8
S (o/oo)	15	19.5	22	58	105
hf (m)	6.87	8.93	10.07	26.56	48.09
V (m/seg)	1.9	2.2	2.34	4.1	5.6
∅ (pulg)	10	10	10	10	10
S (o/oo)	5.1	6.5	7.5	22	36
hf ( m)	2.33	2.98	3.43	10.07	16.50
V (m/seg)	1.2	1.37	1.47	2.6	3.6
∅ (pulg)	12	12	12	12	12
S (o/oo)	2	2.6	2.9	8.2	14.4
hf (m)	0.92	1.19	1.33	3.75	6.59
V (m/seg)	0.81	0.94	1.00	1.75	2.4
∅ (m/seg)(pulg)	14	14	14	14	14
S (o/oo)	0.97	1.28	1.45	4.00	7
hf (m)	0.44	0.58	0.66	1.83	3.20
V (m/seg)	0.59	0.70	0.75	1.3	1.7
∅ (pulg)	16	16	16	16	16
S (o/oo)	0.5	0.65	0.75	2.1	3.6
hf(m)	0.23	0.28	0.34	0.96	1.65
V (m/seg)	0.46	0.53	0.57	1.0	1.35
∅ (pulg)	18	18	18	18	18
S (o/oo)	0.29	0.38	0.43	1.2	2.1
hf(m)	0.13	0.17	0.19	0.55	0.96
∅ (m/seg)	0.37	0.43	0.45	0.79	1.6

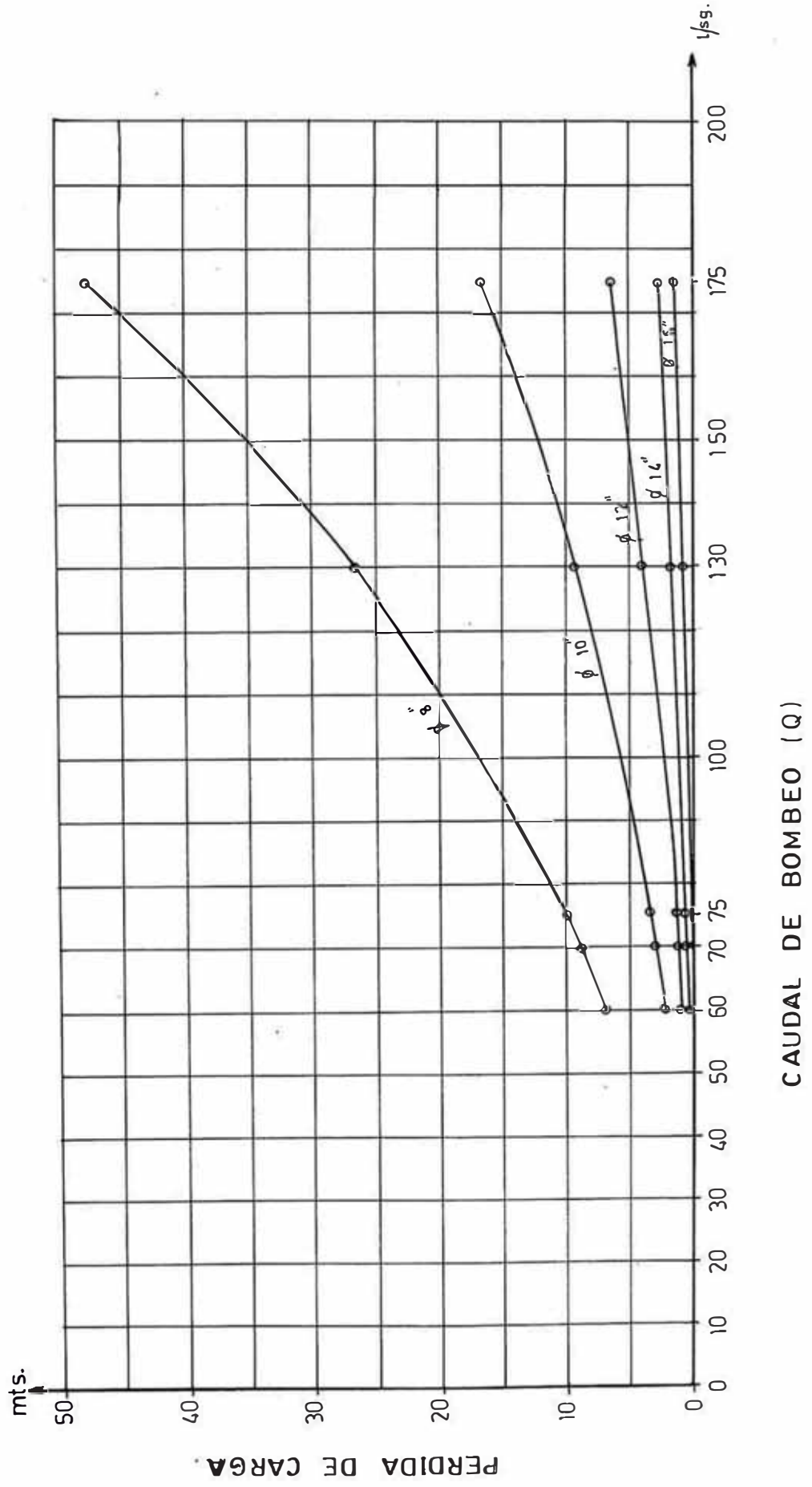
C = 100 ( OF OF )L = 458 mts

Q (l/seg)	60	70	75	130	175
Ø (pulg)	8	8	8	8	8
S (o/oo)	15.00	35.00	40	100	175
hf (m)	11.45	16.00	18.3	45.00	80.15
V (m/seg)	1.83	2.15	2.17	4.00	5.00
Ø (pulg)	10	10	10	10	10
S (o/oo)	8.70	12	13	37	60
hf (m)	3.98	5.49	5.95	16.94	27.48
V (m/seg)	1.8	1.4	1.5	2.6	3.6
Ø (pulg)	12	12	12	12	12
S (o/oo)	3.50	4.8	5.6	14	25
hf (m)	1.60	2.20	2.56	6.41	11.45
V (m/seg)	0.80	0.95	1.1	1.7	2.3
Ø (pulg)	14	14	14	14	14
S (o/oo)	1.80	2.4	2.7	7.2	12
hf (m)	0.82	1.10	1.24	3.29	5.50
V (m/seg)	0.6	0.71	0.75	1.3	1.7
Ø (pulg)	16	16	16	16	16
S (o/oo)	0.91	1.3	1.45	3.8	6.3
hf (m)	0.42	0.60	0.66	1.74	2.88
V (m/seg)	0.47	0.55	0.59	1.00	1.33
Ø (pulg)	18	18	18	18	18
S (o/oo)	0.56	0.75	0.85	2.3	3.6
hf (m)	0.25	0.34	0.39	1.05	1.65
V (m/seg)	0.38	0.45	0.47	0.83	1.1

CURVAS PERDIDAS DE CARGA  $\sqrt{S}$  CAUDALES DE BOMBEO .

C = 140 ( ASBESTO CEMENTO )

LONGITUD DE TUBERIA DE IMPULSION 458 mts



CURVAS PERDIDAS DE CARGA VS CAUDALES DE BOMBEO

C-100 ( FIERRO FUNDIDO )

LONGITUD DE TUBERIA DE IMPULSION = 458 m.

PERDIDA DE CARGA ( hf )

l/sg.

200

175

150

130

100

75

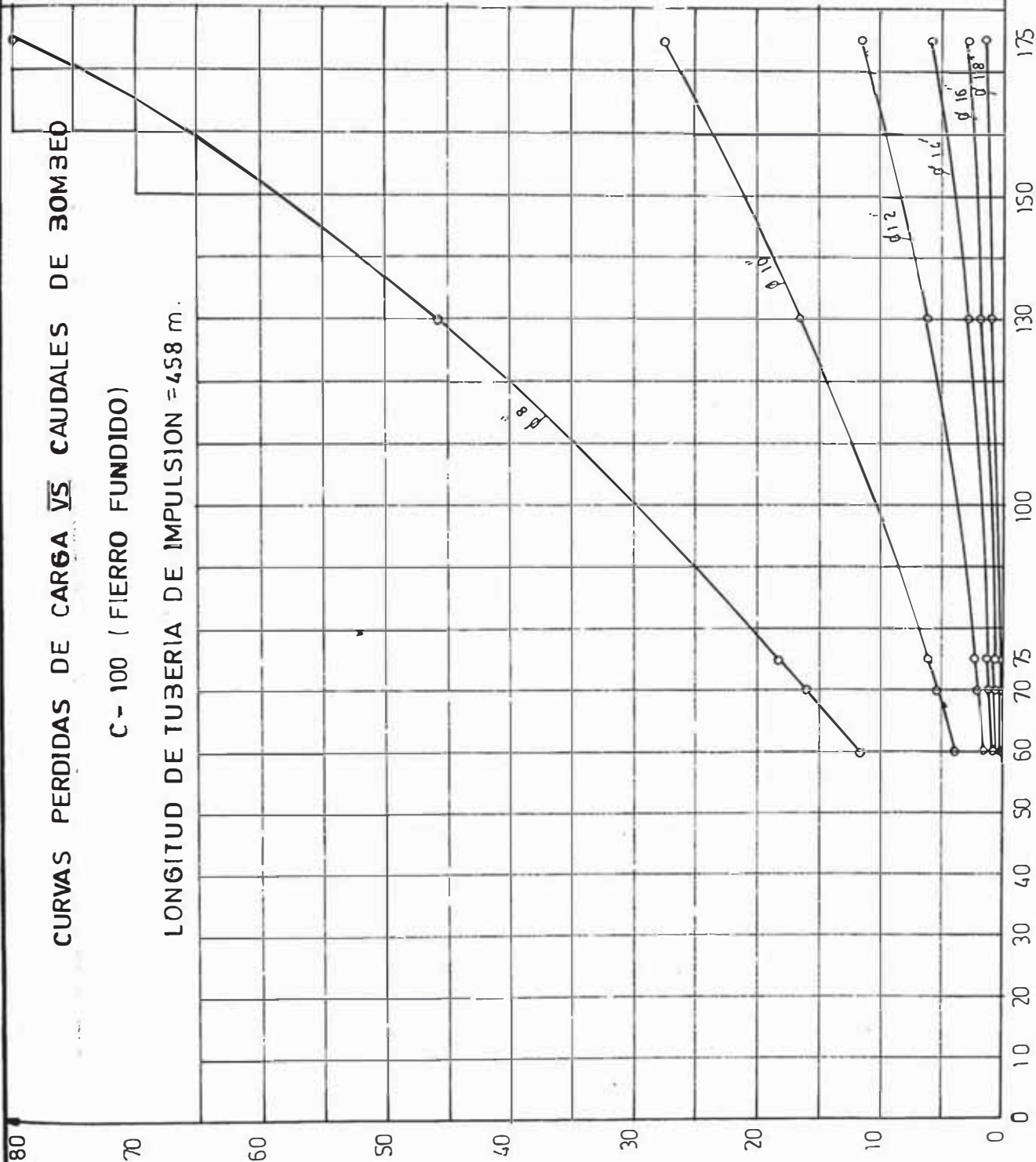
50

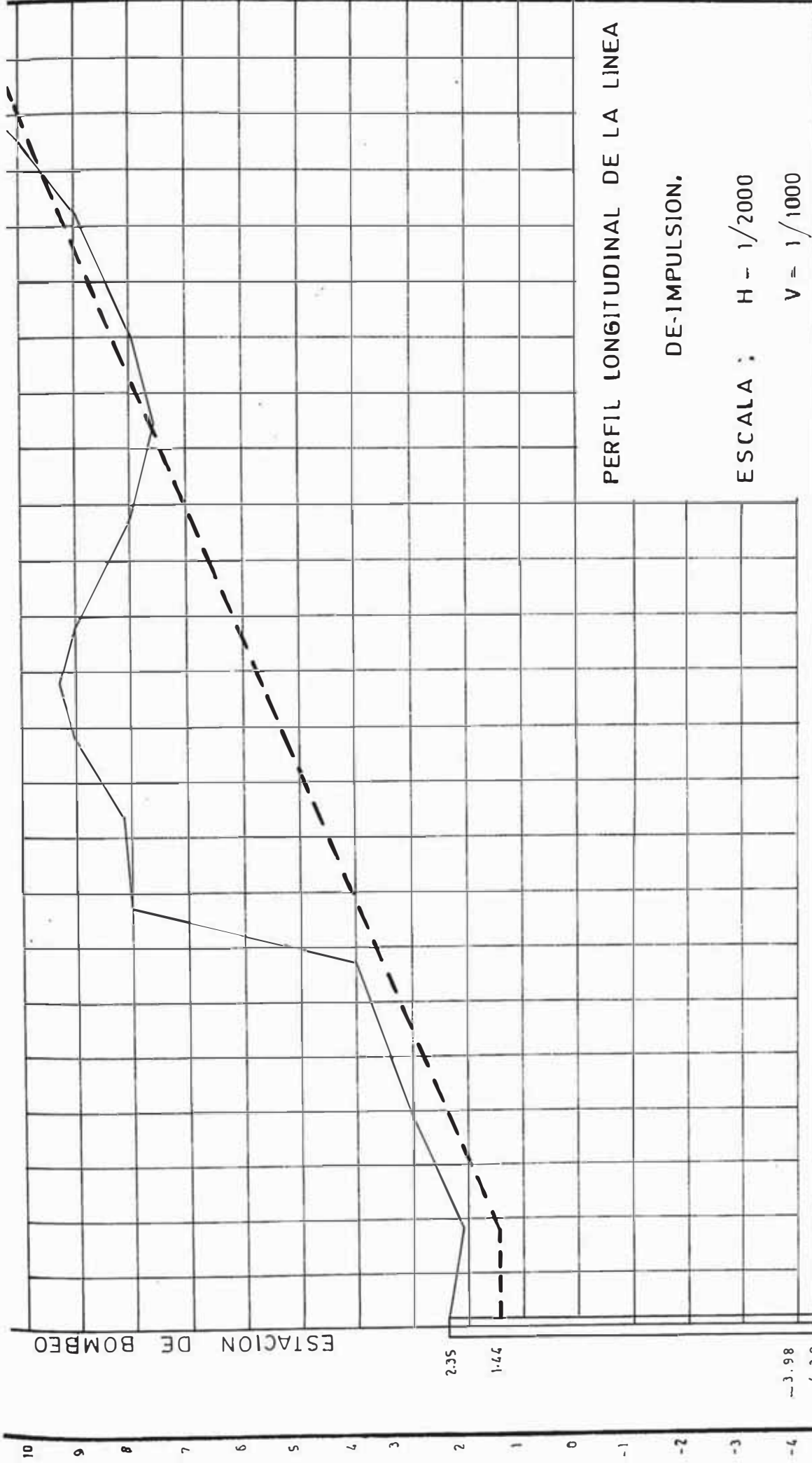
30

10

0

CAUDAL DE BOMBEO ( Q )





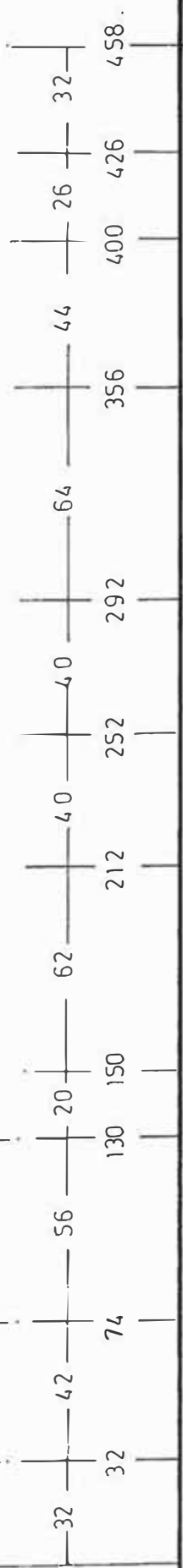
PERFIL LONGITUDINAL DE LA LINEA DE IMPULSION.

DE-IMPULSION.

ESCALA : H = 1/2000

V = 1/1000

LINEA DE IMPULSION TUBERIA : ASBESTO CEMENTO Ø 14" - CLASE 75





DIAMETRO Y TIPO DE MATERIAL ADOPTADOS

Después de hallar las pérdidas de carga y velocidades en base a los caudales y diversos diámetros graficamos las curvas ya mencionadas, observando que en un término medio tanto en Asbesto-Cemento como en fierro fundido el diámetro de 14" produce pérdidas de carga razonables así mismo, las velocidades están dentro del rango permisible mayores a 0.55 m/seg inferiores a 2.40 m.

- Verificamos este diámetro empleando la fórmula de BRESSE, usada para determinar el diámetro más económico.

Teóricamente el diámetro de una línea de impulsión puede ser cualquiera. Si se adaptara un diámetro relativamente grande resultarían pérdidas de carga pequeñas y la potencia del sistema de bombeo sería reducida, dando lugar a un costo menor del equipo de bombeo, sin embargo el costo de la tubería sería elevado. Si al contrario, se establece un diámetro relativamente pequeño, resultarán pérdidas de carga elevadas, exigiendo mayor potencia de las máquinas. El costo de la tubería será bajo y los sistemas de bombeo serán costosos, consumiendo mayor energía.

Teniendo en cuenta estas pautas se debe escoger el diámetro adecuado.

La fórmula que rige la elección es la siguiente:

$$D = K \sqrt{Q}$$

D = Diámetro más económico, expresado en mts.

K = Coeficiente que depende del precio de la energía eléctrica, de los materiales y maquinarias empleadas

Se ha determinado valores de K de acuerdo a la velocidad de circulación en la tubería. Así:

Para	K = 0.9	V = 1.60 m/seg
	K = 1.1	V = 1.06 m/seg
	K = 1.3	V = 0.75 m/seg
	K = 1.5	V = 0.57 m/seg

Q = Caudal expresado en metros cúbicos por segundo, considerando que circula el gasto promedio futuro. Q = 0.075 m<sup>3</sup>/seg.

$$D = K \sqrt{Q}$$
$$D = 1.3 \sqrt{0.075} = 0.356 \text{ m} = 14''$$

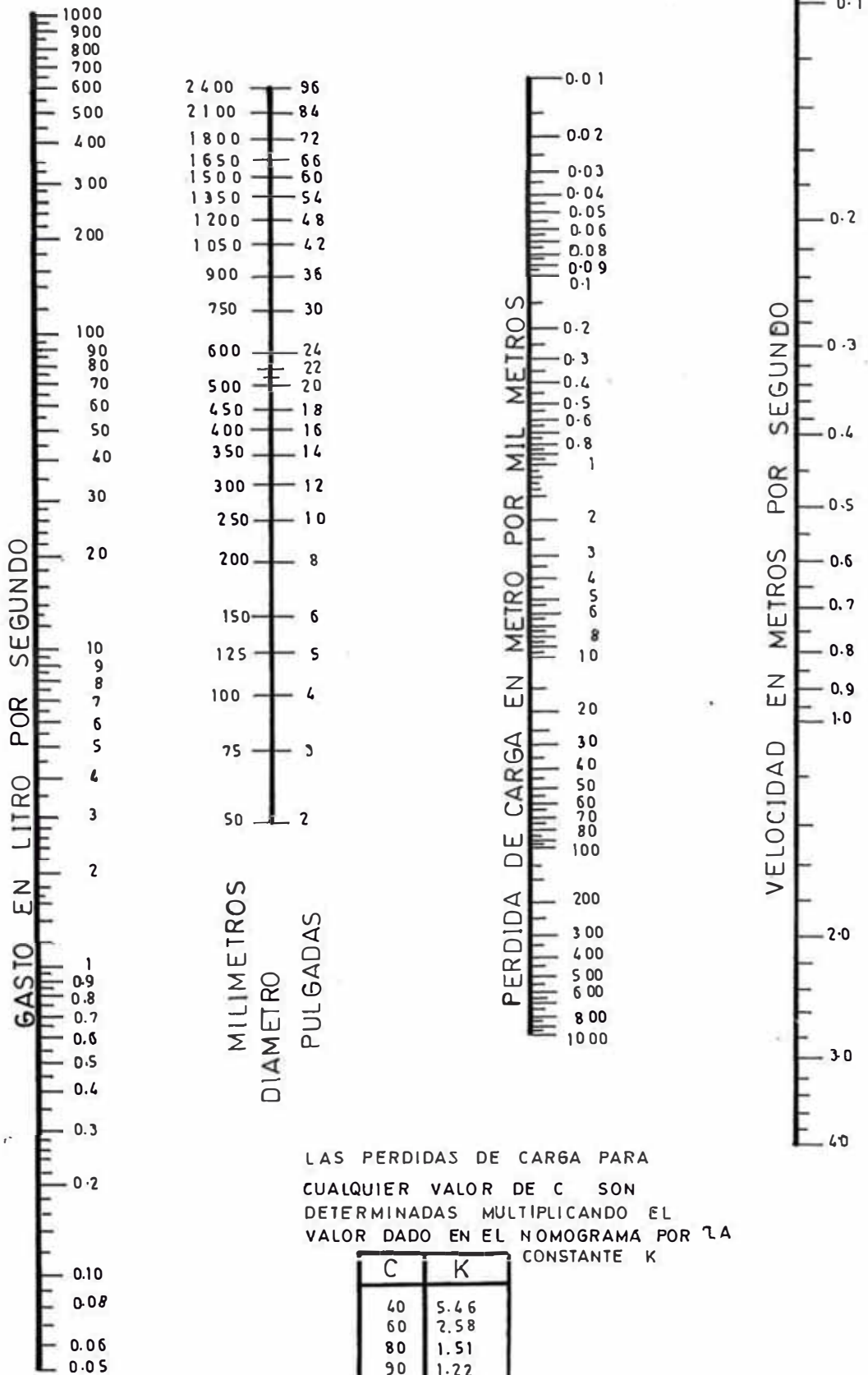
Luego el diámetro de la tubería de impulsión será catorce pulgadas (14").

- Un análisis comparativo entre la tubería de asbesto cemento y fierro fundido.

- a) La tubería de asb esto cemento tiene gran demanda, y fácil para conseguirla en el mercado.
- b) Escasez en el mercado y poco usada.
- c) La de asbesto cemento el costo es menor
- d) La pérdida de carga en la tubería de asbesto cemento son menores.

# NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE HAZEN - WILLIAMS

C=100



LAS PERDIDAS DE CARGA PARA  
CUALQUIER VALOR DE C SON  
DETERMINADAS MULTIPLICANDO EL  
VALOR DADO EN EL NOMOGRAMA POR LA  
CONSTANTE K

C	K
40	5.46
60	2.58
80	1.51
90	1.22
100	1.00
110	0.838
120	0.713
130	0.615
140	0.536

Usaremos como material para la línea de impulsión la tubería de Asbesto Cemento.

La tubería de impulsión será de asbesto cemento clase 75 y diámetro 14".

CALCULO DE LA POTENCIA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Se tendrá que determinar la altura dinámica total que incluye la altura estática más las pérdidas de carga por fricción y accesorios.

Altura Estática de Bombeo.- Que es hallada de la siguiente manera:

Cota máxima de Descarga	=	10.50 mts
Cota de llegada en la Cámara Húmeda.	=	<u>0.91 mts</u>
		11.41
Tirante de Nivel de Parada	=	1.94 mts
Tirante de Cebado	=	<u>1.13 mts</u>
ALTURA ESTÁTICA TOTAL :	=	14.48 mts

CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA

Determinación de las pérdidas de carga locales originados por accesorios expresados en función de longitudes equivalente de tubería.

Consiste en sumar a la longitud del tubo, longitudes que corresponden a la misma pérdida de carga que ocasionarían las piezas existentes en la tubería. A cada pieza especial corresponde una cierta longitud ficticia y adicional; teniéndose en cuenta todas las piezas y demás causas de pérdidas se llega a una LONGITUD VIRTUAL DE TUBERÍA.

Mediante la Fórmula:  $L = \frac{K D}{f}$  se obtiene una longitud equivalente de tubo que corresponde a una pérdida de carga equivalente a la pérdida local.

L = Longitud equivalente de tubería.

K = Coeficiente variable en cada caso especial (válvulas, accesorios etc).

D = Diámetro de la tubería

f = Coeficiente de fricción, promedio igual a 0.02

Para simplificar usaremos la Tabla de Longitudes Equivalentes:

Tubería de Succión: El diámetro es de 8"

Entrada	= 3.50
1 codo de 8" x 90°	= 5.50 mts
1 válvula de compuerta de 8"	= 1.40 mts.
1 codo de 8" x 90°	= 5.50 mts
Longitud de tubería Ø 8"	= <u>1.28 mts</u>
LONGITUD EQUIVALENTE	= 17.18 mts

Tubería de Descarga: El diámetro es 6"

1 Válvula Check de 6"	= 12.50 mts
1 codo de 6" x 90°	= 4.30 mts.
1 válvula de compuerta de 6"	= 1.10 mts.
1 codo corto de 6" x 45°	= 2.30 mts.
Longitud de tubería $\varnothing$ 6"	= <u>4.67 mts</u> (1.44 + 3.23)
<b>LONGITUD EQUIVALENTE:</b>	<b>=24.87 mt</b>

Las pérdidas de carga para cada tipo de bombeo serán:

Equipo de Bombeo de 60 l/seg

Tubería de Succión: Aplicando Hazen Williams

$$\begin{aligned}
 Q &= 60 \text{ l/seg} & S &= 250/1000 \\
 \varnothing &= 8" & \text{Tenemos} & & V &= 1.91 \text{ m/seg} \\
 C &= 100
 \end{aligned}$$

$$hf = \frac{25}{1000} \times 17.18 \text{ m} = 0.43 \text{ m}$$

Tubería de Descarga: Usando Hazen - Williams

$$\begin{aligned}
 Q &= 60 \text{ l/seg} & S &= 995/1000 \\
 \varnothing &= 6" & \text{Se obtiene} & & V &= 3.39 \text{ m/seg} \\
 C &= 100
 \end{aligned}$$

LONGITUDES EQUIVALENTES A PERDIDAS LOCALES (expresadas en metros de tubería rectilínea)

DIAMETRO D mm pulg.	Codo 90° Radio largo		Codo 90° Radio medio		Codo 90° Radio corto		Codo 45°		Curva 90° R/D=1/2		Curva 90° R/D=1		Curva 45°		Entrada normal		Entrada de Borda		Valvula de compuerta abierta		Valvula tipo globo abierta		Valvula de angulo abierta		Te paso directo		Te salida lateral		Te salida lateral bilateral		Valvula de diafragma		Salida de Tuberia		Valvula de retencion tipo liviana		Valvula de retencion tipo pesado		
	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	
13	0.3	0.4	0.5	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6	0.7	0.4	1.1	1.6	0.7	0.4	1.1	1.6	0.7	0.4	1.1	1.6
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.2	0.5	0.5	1.6	2.2	0.5	0.5	1.6	2.2	0.5	0.5	1.6	2.2
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.2	8.2	4.8	0.5	1.7	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2	0.7	0.7	2.1	3.2	0.7	0.7	2.1	3.2	0.7	0.7	2.1	3.2
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0	0.9	0.9	2.7	4.0	0.9	0.9	2.7	4.0	0.9	0.9	2.7	4.0
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8	1.0	1.0	3.2	4.8	1.0	1.0	3.2	4.8	1.0	1.0	3.2	4.8
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	3.5	14.0	1.1	4.2	6.4	1.1	1.1	4.2	6.4	1.1	1.1	4.2	6.4	1.1	1.1	4.2	6.4
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	4.3	17.0	1.3	5.2	8.1	1.3	1.3	5.2	8.1	1.3	1.3	5.2	8.1	1.3	1.3	5.2	8.1
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7	2.2	2.2	6.3	9.7	2.2	2.2	6.3	9.7	2.2	2.2	6.3	9.7
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	6.7	23.0	3.2	8.4	12.9	3.2	3.2	8.4	12.9	3.2	3.2	8.4	12.9	3.2	3.2	8.4	12.9
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1	4.0	4.0	10.4	16.1	4.0	4.0	10.4	16.1	4.0	4.0	10.4	16.1
150	6	3.4	4.2	4.9	2.3	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3	5.0	5.0	12.5	19.3	5.0	5.0	12.5	19.3	5.0	5.0	12.5	19.3
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0	6.0	6.0	16.0	25.0	6.0	6.0	16.0	25.0	6.0	6.0	16.0	25.0
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0	7.5	7.5	20.0	32.0	7.5	7.5	20.0	32.0	7.5	7.5	20.0	32.0
300	12	6.1	7.9	9.6	4.6	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0	9.0	9.0	24.0	38.0	9.0	9.0	24.0	38.0	9.0	9.0	24.0	38.0
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0	11.0	11.0	28.0	45.0	11.0	11.0	28.0	45.0	11.0	11.0	28.0	45.0

$$h_f = \frac{95}{1000} \times 24.87 \text{ m} = 2.36 \text{ m}$$

EQUIPO DE BOMBEO DE 70 l/seg

Tubería de Succión : Se empleará Hazen -Williams

$$\begin{aligned} Q &= 70 \text{ l/seg} & S &= 35 \text{ o/oo} \\ \phi &= 8'' & \text{se logra} & V = 2.22 \\ C &= 100 \end{aligned}$$

$$h_f = \frac{35}{1000} \times 17.18 = 0.60 \text{ m}$$

Tubería de Descarga: Con Hazen -Williams

$$\begin{aligned} Q &= 70 \text{ l/seg} & S &= 130 \text{ o/oo} \\ \phi &= 6'' & \text{Obtenemos} & V = 3.96 \text{ m/seg} \\ C &= 100 \end{aligned}$$

$$h_f = \frac{130}{1000} \times 24.87 = 3.23 \text{ m}$$

LINEA DE IMPULSION

Equipo de Bombeo de 60 l/seg

$$\begin{aligned} Q &= 60 \text{ l/seg} & S &= 0.95 \text{ o/oo} \\ \phi &= 14'' & \text{Se obtiene} & V = 0.60 \text{ m/seg} \\ C &= 140 \end{aligned}$$



Longitud Impulsión = 461.28 m.

$$hf = 461.28 \times \frac{0.95}{1000} = 0.44 \text{ m}$$

$$hf = 0.22 \text{ m. ( Para Yee 6" x 14" )}$$

$$hf \text{ TOTAL} + 0.44 + 0.22 = 0.66 \text{ m.}$$

EQUIPO DE BOMBEO DE 70 l/seg

$$Q = 70 \text{ l/seg}$$

$$S = 1.3 \text{ o/oo}$$

$$\varnothing = 14''$$

tenemos

$$V = 0.70 \text{ m/seg}$$

$$C = 140$$

Longitud de Impulsión = 461.28 m.

$$hf_3 = 461.28 \times \frac{1.3}{1000} = 0.60 \text{ m}$$

$$hf_4 = 0.31 \text{ m ( Para Yee 6" x 14" )}$$

$$hf \text{ TOTAL} = 0.60 \text{ m} + 0.31 = 0.91 \text{ m}$$

Luego las alturas dinámicas para cada tipo de bombas será la suma de la altura estática de bombeo, más las pérdidas de carga de los diversos accesorios, Tendremos:

ALTURA DINAMICA DEL EQUIPO DE BOMBEO DE 60 l/seg

$$HDT = 14.48 + 0.43 + 2.36 + 0.66 =$$

$$HDT = 17.93 \text{ mts.}$$

ALTURA DINAMICA DEL EQUIPO DE BOMBEO DE 70 l/seg

$$HDT = 14.48 + 0.60 + 3.23 + 0.91 =$$

$$HDT = 19.22 \text{ mts.}$$

Con los datos ya calculados se determinará la potencia de cada bomba de acuerdo a su capacidad.

La fórmula a usarse será la siguiente:

$$\text{Potencia (H.P.)} = \frac{(\text{Peso específico}) \times Q \text{ (Caudal de bombeo)} \times \text{Hdt (Altura dinámica)}}{75 \times e \text{ (eficiencia del motor -bomba)}}$$

Potencia de la Bomba de 60 l/seg

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 60 \text{ l/seg}$$

$$Hdt = 17.93 \text{ mts}$$

$$\text{Eficiencia del motor} = 0.80$$

$$\text{Eficiencia de la bomba} = 0.75$$

$$\text{Eficiencia global} = 0.8 \times 0.75 = 0.6$$

$$\text{POTENCIA (H.P.)} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.060 \text{ m}^3/\text{seg} \times 17.93 \text{ m}}{75 \times 0.6}$$

$$\text{POTENCIA} = 24 \text{ H.P.}$$

Potencia de la Bomba de 70 l/seg

$r = 1000 \text{ kg/m}^3$

$Q = 70 \text{ l/seg}$

$HDT = 19.22 \text{ m.}$

$\text{Eficiencia del motor} = 0.80$

$\text{Eficiencia de la bomba} = 0.75$

$\text{Eficiencia global} = 0.80 \times 0.75 = 0.6$

$$\text{Potencia} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.070 \text{ m}^3/\text{seg} \times 19.22 \text{ m.}}{75 \times 0.6}$$

POTENCIA = 30 H.P.

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE LOS TIPOS DE BOMBAS A USAR

BOMBA DE 60 lps - (Calculada)

Tipo de Eje	: Vertical
Caudal	: 60 l/seg
Altura Dinámica	: 19.93 mts
Rendimiento	: 60%
Potencia	: 24 H.P.

Bomba de 70 lps (Calculada)

Tipo de Eje	: Vertical
Caudal	: 60 l/seg
Altura dinámica	: 19.22 mts

Rendimiento : 60%  
 Potencia : 30 H.P.

CARACTERISTICAS PROPORCIONADAS POR LOS FABRICANTES

WIESE REPRESENTACIONES S.A. (Chiclayo)

EQUIPO DE BOMBEO DE 60 l/seg

B O M B A		MOTOR ELECTRICO	
TIPO DE EJE	VERTICAL MODELO FGD-L	TIPO DE EJE	VERTICAL HUECO
Caudal	60 l/seg	Modelo	R 160 -L
Altura Dinámica	18 mts	Tensión en voltios	600 V
Rendimiento	78%	Frecuencia en ciclos	60
Potencia	24 H.P.	Potencia	10 H.P.
Velocidad	1480 R.P.M.	Velocidad	1480 R.P.M.
N.P.S.N.	2 mts		
Marca	Hidrostal		
PRECIO	533,000.00	PRECIO	465,340.00

EQUIPO DE BOMBEO DE 70 l/seg

BOMBA		MOTOR ELECTRICICO	
TIPO DE EJE	VERTICAL	TIPO DE EJE	HUECO
Caudal	70 l/seg	Modelo	R 180 M
Altura Dinámica	20 mts	Tensión en voltios	600 V
Rendimiento	80%	Frecuencia en ciclos	60
Potencia	25 H.P.	Potencia	25 H.P.
Velocidad	1600 R.P.M.	Velocidad	1600 R.P.M.
N.P.S.N.	2 mts		
Marca	HIDROSTAL		
PRECIO	533,000.00	PRECIO	567,842.00

ENRIQUE FERREYROS Y CIA S.A. (Trujillo)EQUIPO DE BOMBEO DE 60 l/seg

BOMBA		MOTOR	
Tipo de Eje	Vertical	Tipo de Eje	Vertical
Caudal	60 L. seg	Modelo	160-L
Altura Dinámica	19 mts.	Tensión en voltios	220 V.
Rendimiento	75%	Frecuencia en ciclos	60
Potencia	20 H.P.	Potencia	24 H.P.
Velocidad	1750 R.P.M.	Velocidad	1800 R.P.M.
N.P.S.H.	2.5 mts		
Marca	Hidrostral E5D-H		
PRECIO	325,630.00	PRECIO	306,658.00

EQUIPO DE BOMBEO DE 70 l/seg

B O M B A		M O T O R	
Tipo de Eje	Vertical	Tipo de Eje	Vertical
Caudal	70 l/seg	Modelo	180 L
Altura Dinámica	28 mts	Tensión en voltios	220 V
Rendimiento	73%	Frecuencia en ciclos	60
Potencia	36 H.P.	Potencia	36 H.P.
Velocidad	1750 R.P.M.	Velocidad	1800 R.P.M.
N.P.S.H.	2 mts.		
Marca	HIDROSTAL F 4D-H		
PRECIO	505,000.00	PRECIO	438,098.—

Después del cálculo de los equipos de Bombeo y la línea de impulsión el desague será vertido al buzón de reunión para su posterior disposición final.

EVACUACION DE LAS AGUAS NEGRAS

Los métodos de evacuación de las aguas negras comprenden su descarga:

- a) Subterránea (percolación)
- b) Sobre la superficie del terreno (aprovechamiento agrícola)
- c) En una masa de agua o en una corriente (evacuación por dilución).

Las aguas negras pueden evacuarse, sea con tratamiento previo o sin él, según la capacidad del agua o terreno que las reciban, para admitir la carga que se coloque en ellos sin causar prejuicios.

Considerando la disposición final sin tratamiento en las diferentes descargas:

- Para el caso (a) merece muchas objeciones pues constituye un peligro para la calidad del agua subterránea, produciendo probable contaminación de la capa freática.

- Para el punto (b) su empleo agrícola daría lugar a las siguientes desventajas:

Actitud desfavorable de los usuarios al empleo de las cosechas regadas con dichas aguas.

Poca área disponible.

Debido a la topografía, los costos serían elevados para adecuarlo.

El agua de los desagües podría ser empleado para la creación de un centro de recreación (parque).

- Para el caso (c) se emplearía como curso receptor las aguas del litoral peruano. Se producirán los siguientes inconvenientes

- La mayor parte del litoral es empleado como zona de verano y su vertimiento en forma directa daría lugar a problemas de estética, septicidad y problemas para la salud de las personas.

- Limitación o eliminación de la flora y fauna marina debido a la presencia de sustancias tóxicas, reducción de oxígeno disuelto turbidez y otros que **alteran** la ecología

Previamente a elegir un tipo de tratamiento se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Topografía del terreno.
- Area suficiente para adecuar el tratamiento
- Características del desague y el curso receptor
- Distancias permisibles a centros poblados.
- Condiciones climatológicas.

Enumerando las posibles alternativas de tratamiento:

a) Tratamiento Primario .- Al proceso en el que se emplearán dispositivos para la remoción de materia sobrenadante o sedimentable por medios físicos y mecánicos.

Puesto que gran parte de la materia suspendida en las aguas negras es sedimentable y de naturaleza orgánica, dicho tratamiento remueve mucho sedimento a la vez que reduce las D.B.O. del líquido.

Para eliminar materia gruesa se emplean:

- Cámaras de rejas
- Equipos trituradores.

Para sólidos sedimentables generalmente se usa:



- Tanque de sedimentación.
- Tanques septicos.
- Filtros : ~~intermitentes~~ de arena, magnetita o carbón

b) Tratamiento Secundario.- Al proceso de purificación suplementaria por medio de procesos biológicos, siendo del tipo aeróbico. Los dispositivos más aprovechables para el tratamiento secundario son:

- Filtros Percoladores
- Lodos activados.

Otro sistema sería las lagunas de estabilización o sea el tratamiento de las aguas servidas mediante procesos físicos químicos y biológicos.

#### CARACTERISTICAS DE LOS LIQUIDOS RESIDUALES

La materia orgánica y mineral son índices de valorización. Entre las determinaciones más significativas que nos permitirán tener una visión de conjunto:

TEMPERATURA .- Pues la mayor o menor intensidad de las reacciones químicas y procesos biológicos dependen de este factor según el medio donde se manifiestan.

TURBIEDAD.- Nos permite una visión de materias extrañas en suspensión: arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, plankton y otros microorganismos

COLOR.- Indica presencia de materiales ya sea orgánicos o industriales.

- Aparente: Originado por las sustancias en solución y suspensión.

- Real : O Verdadero originado por las sustancias en solución.

OLOR .- Muestra el grado de septización del líquido residual; fresco, rancio o séptico.

Además puede indicar la presencia de cierto tipo de sustancias orgánicas o industriales.

SOLIDOS .- Son indicadores de condiciones indeseables de compuestos que se desean eliminar.

Sólidos Totales = fijos (mineral) + (volátiles orgánicos)

Sólidos Totales disueltos + suspendidos (sedimentables y no sedimentables).

ACIDEZ.- Indica que las aguas residuales han recibido desechos ácidos (de industrias) o de áreas mineras.

ALCALINIDAD.- Indicador de líquidos cloacales doméstico-.

DETERMINACION DEL pH .- Puede reemplazar a los dos análisis anteriores en ciertas ocasiones.

CLORUROS.- Como ion cloro se encuentra presente en gran proporción en los líquidos cloacales pues es muy usado en la alimentación del hombre.

Su presencia puede suministrar una información adicional, indicativa del mayor o menor grado de polucion de las mismas.

SULFATOS.- Se encuentra en gran abundancia en las aguas residuales, causan varios problemas entre los que enumeramos:

-En combinación con la materia orgánica y las bacterias sulfo-reductoras originan problemas de corrosión en las tuberías de desague(conc reto).

-Pueden originar problemas de malos olores al ser reducidos por las bacterias reductoras y se da origen al ácido sulfídrico ( $H_2S$ ).

NITROGENO.- La determinación de las diversas formas del nitrógeno, nitratos, nitritos, nitrógeno orgánico y amoniacal) en aguas residuales es de particular interés.

- En los afluentes para estimar el grado de transformación que se opera en las diferentes etapas, es decir si se satisface los requerimientos de los microorganismos que actúan en la materia orgánica.
- En los afluentes, para conocer el grado de estabilización de los líquidos tratados.

OXIGENO DISUELTTO .- Indicador del grado de frescura o ranciedad así como también la necesidad de preverles o no facilidades, para un adecuado control de sus olores. Es conjuntamente con el análisis de la demanda bioquímica de Oxígeno el análisis de mayor importancia.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.- Determinación de mayor significación dentro de los análisis de aguas residuales

Viene a ser la cantidad de oxígeno requerido para la respiración de los microorganismos responsables de la estabilización (oxidación) de la materia orgánica a través de su actividad metabólica en medio aerobio.

BIOLOGICO.- Determinación de organismos: bacterias, algas, protozoarios que son de interés ya que su actividad metabólica, está íntimamente asociada con la estabilización de la gran variedad de complejos orgánicos presentes en los líquidos cloacales.

Así como también organismos responsables de la existencia de enfermedades de origen hídrico: tifoidea, cólera, disentería, poliomielitis, hepatitis y otras.

ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL DESAGUE EXISTENTE Y DEL

CURSO RECEPTOR

Dichos análisis han sido efectuados en el laboratorio del Programa Académico de Ingeniería Sanitaria, con las muestras adecuadas.

INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Clase de Muestra : Desague del Emisor  
Procedencia : Pacasmayo- La Libertad.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
- Recuento Total de Placa	2.1 x 10 <sup>6</sup> colonias /ml
- Báculos Coliformes (número más probable)	1.5 x 10 <sup>8</sup> coliformes/100 ml.

Se han usado los métodos recomendados por Standard Methods. de la APHA- AWWA- WPCF.

RECUENTO TOTAL.- Cuenta en Placa con Agar Nutritivo, incubado a 37°C + 0.5°C durante 24 horas.

BACILOS COLIFORMES.- Tubos múltiples de fermentación con caldo lactosado incubados a 37°C ± 0.5°C durante 24 horas.

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

Clase de Muestra : Comienzo del Emisor (Desague)

Procedencia : Pacasmayo- La Libertad

DETERMINACIONES

RESULTADOS

- pH a 20°C	7.2
- Oxígeno disuelto	0.0 mg/l como O.D.
- Demanda bioquímica de Oxígeno a 5 días a 20°C	200.0 mg/l como D.B.O.
- Sólidos Totales	1594 mg/l
- Sólidos Fijos	940 mg/l
- Sólidos Volátiles	654 mg/l
- Sólidos Disueltos	1474 mg/l
- Sólidos Suspendidos	120 mg/l
- Sólidos Sedimentables	1.2 mg/l/hr.

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO: CURSO RECEPTOR

DETERMINACIONES

RESULTADOS

Clase de Muestra: Desague con agua de mar (emisión final)

Procedencia: Pacasmayo - La Libertad.

DETERMINACIONES

RESULTADOS

- pH a 20°C	7.9
- Oxígeno disuelto	7.0 mg/l como O.D.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días a 20°C	2.0 mg/l como D.B.O.

- Sólidos Totales	3.752 mg/l
- Sólidos fijos	3,160.0 mg/l
- Sólidos Volátiles	592.0 mg/l
- Sólidos Disueltos	3,742.0 mg/l
- Sólidos Suspendidos	10.0 mg/l
- Sólidos Sedimentables	0.2 mg/l/hr

Haré un parangón de masas receptoras de acuerdo al uso y tratamiento que se les puede dar:

En receptores acuáticos utilizados para fines recreacionales (baño, deportes, acuáticos), es necesario limitar la calidad bacteriológica del afluente, para evitar que los usuarios adquieran enfermedades de origen hídrico.

En lo que respecta a pesquería es necesario insistir en la calidad bacteriológica, química cuando se sospecha la presencia de sustancias tóxicas, o la presencia de contaminantes orgánicos especialmente aquellos que ejercen una apreciable demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que puedan reducir el contenido de oxígeno disuelto (OD) por debajo del mínimo requerido para la subsistencia y normal reproducción de las especies.

MASAS RECEPTORAS

Clasificación	Uso	Normas de Calidad	Tratamiento Requerido
A	Recreacional cultivo de	Materia cloacal no visible Indice coliforme 100 a 1000/100 cm <sup>3</sup> (N.M.P.) OD cer- cano a saturación.	Sedimentación cloración
B	Pesquería en general.	OD entre 3 mg/l a 5mg/lt. Color no mayor de 40 uni- dades.	Sedimentación

EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, expidió un Reglamento para el control sanitario de la contaminación y polución de los cursos naturales de agua, uno de cuyos capítulos clasifica en seis categorías todos los cursos de agua desde el punto de vista de su calidad física, química y bacteriológica. Los cursos de agua de 1°, 2° y 3° categoría son aceptables para ser usadas como potables, las intermedias de acuerdo a su composición química y concentración de califormes establece los tipos de tratamiento para posterior uso. La clase 6° constituye cursos no recuperables o sea constituyen alcantarillas a cielo abierto.



DESCRIPCION DE 5°CLASE: que corresponde a nuestro curso receptor.

Características

- 1.- Sólidos flotantes: variable
- 2.- Grasas y aceites: en pequeñas cantidades
- 3.- Olores: En cantidades variables
- 4.- N.M.P. (número mas probable) de coliformes: sin límites establecido.
- 5.- D.B.O. a 5 días y 20°C mayor de 4 mg/l
- 6.- O.D. menor de 4 mg/l
- 7.- PH: entre 5 y 9

OBSERVACIONES

- 1.- Constituye un curso natural receptor de desechos.
- 2.- No podrá ser usado para fines potables y agrícolas

ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO : LAGUNAS DE BIO-OXIDACION

Esta alternativa es factible adoptarla teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Descargar el afluente tratado en un curso de agua próximo a la zona de tratamiento para evitar costos adicionales.
- Evitar la contaminación del curso receptor.
- Es un tratamiento de elevado porcentaje de eficiencia en la remoción del D.B.O.

- Se evacuará el afluyente al mar.
- El afluyente final es mejorado en cuanto a calidad mediante el proceso biológico manifestándose la oxidación y estabilización de la materia orgánica en condiciones aerobias. Además se produce la aglomeración de partículas suspendidas y de sólidos disueltos.
- Sistema de disposición final sencillo.
- Amplia disponibilidad de terreno para su construcción.

#### LAGUNAS DE OXIDACION

Son estanques de configuración sencilla de gran área en los cuales se llevan a cabo procesos físicos, químicos y biológicos con la finalidad de estabilizar la materia orgánica.

Los fenómenos básicos responsables por la depuración de la materia orgánica en una laguna son:

- Dilución en el agua y oxidación por aereación superficial.
- Biooxidación aerobica por causa del oxígeno disuelto en el agua proporcionando por la actividad fotosintética de microorganismos clorofilados.
- Acción anaerobica.

#### ELEMENTOS DE DISEÑO

El fenómeno natural de autodepuración en lagunas de estabilización variará según los siguientes factores:

Condiciones climatológicas y geográficas

- Latitud
- Altitud
- TEMPERATURA.- tiene un efecto decisivo en los siguientes aspectos de funcionamiento: crecimiento de algas y bacterias, temperaturas que oscilan entre 4°C y 35°C
- LUZ SOLAR.- Factor importante en el proceso fotosintético en las actividades de las algas.
- VELOCIDAD Y DIRECCION DE LOS VIENTOS.- Tratar de lograr una ubicación favorable de las lagunas de tal manera que no altere el proceso de mezclado ni pueda destruir los diques mediante acción erosiva.
- PRECIPITACION.- Es considerada nula debido a la escasez de lluvias
- HUMEDAD RELATIVA
- Evaporación.

PARAMETROS DE DISEÑO

El diseño de una laguna de estabilización debe llevarse a cabo considerando los siguientes aspectos:

- 1.- Selección del sitio.
- 2.- Forma de la laguna
- 3.- Area
- 4.- Profundidad
- 5.- Diques
- 6.- Estructura de la entrada
- 7.- Estructura de salida

8.- Sistema de varias lagunas

9.- Cercas y señales

10- Período de retención

Haciendo una análisis de cada uno de loa aspectos:

1.- SELECCION DEL SITIO

Para evitar problemas con el vecindario respecto a los malos olores, debe haber una distancia prudencial a la comunidad mas cercana, la que debe ser aproximadamente 800 metros.

Poner mucha atención a las características del suelo y fuentes subterráneas de agua.

Así mismo el costo y la topografía del terreno.

2.- FORMA DE LA LAGUNA

La forma no tiene mayor importancia, por lo que siempre es posible escoger la que dé un movimiento de tierras más económico.

Evitar las irregularidades: islas, golfos etc. para evitar acumulaciones de materias flotantes y se obstaculice la acción del viento que favorece el mezcleo de los componentes.

3.- AREA

El área depende de la carga permisible o sea de la demanda bioquímica de oxigeno que se permita aplicarle por unidad de área diariamente.

#### 4.- PROFUNDIDAD

La profundidad efectiva es aquella que puede ser atravesada por la luz solar. Se recomienda que la profundidad mínima sea de 1.0 m. para evitar el crecimiento de plantas en el fondo de la laguna.

Es conveniente que el nivel pueda oscilar 0.50 m. durante el funcionamiento con el propósito de eliminar larvas que pudieran crecer en las orillas.

En algunos casos es conveniente usar profundidades mayores que las recomendadas en lagunas aeróbicas.

#### 5.- DIQUES

Deben ser construídos de tal modo que sea fácil el mantenimiento y limpieza.

Las orillas de las lagunas deben estar siempre libres de hierbas y maleza. Los taludes se diseñan por lo general en la relación UNO (vertical y TRES (horizontal), teniendo siempre en cuenta el tipo de terreno.

La parte superior debe tener de 3 m. a 4 m. para facilitar el paso de los vehículos de mantenimiento.

La altura del dique debe ser por lo menos 0.70 mts. mas altas que el nivel máximo del agua; si la altura es mucho mayor interfiere en la acción de los vientos

#### 6.- ESTRUCTURA DE ENTRADA

Consiste en una tubería que descarga en el centro de la laguna cuando este es pequeño, o a 15 mts. de la orilla cuando es grande.

Cuando la descarga es al mismo nivel del fondo, debe diseñarse una losa de fondo para proteger el fondo de la erosión y facilitar la limpieza pues se produce gran sedimentación.,

#### 7.- ESTRUCTURA DE SALIDA

Las salidas deben estar cerca o en las orillas a prudencial distancia de la entrada con el fin de evitar cortocircuitos.

#### 8.- SISTEMA DE VARIAS LAGUNAS

Por estudios se ha comprobado que es muy ventajosa la flexibilidad de operación que permite el uso de varias lagunas en un mismo sistema, con lagunas diseñadas para operar en paralelo es posible poner sólo una en operación cuando el sistema es puesto a trabajar por primera vez.

Cuando las lagunas operan en serie, prácticamente todos los sólidos sedimentables son depositados en la primera.

#### 9.- CERCAS Y SEÑALES

Es imprescindible instalar cercas y señales prohibiendo el paso, las señales indican la naturaleza de la instalación y las cercas evitan el acceso de animales.

#### 10.- PERIODO DE RETENCION

No está claro cual es un período de retención más conveniente, ni una relación directa entre el período de retención y la eficiencia del proceso de purificación.

Si se ha llegado a establecer que el período de retención es menor en las lagunas anaeróbicas y no se justifican tiempos mayores de cinco días, pues el comportamiento sería similar a la aeróbica.

Los períodos de retención para las lagunas aeróbicas y facultativas oscilan entre 5 y 150 días.

#### TASAS DE TRABAJO

Todo tipo de tratamiento en este caso las lagunas de estabilización, se construyen con la finalidad de disminuir el carácter agresivo de las aguas negras: contaminación bacterial y la demanda bioquímica del oxígeno.

Luego las tasas de trabajo deben ser de tal magnitud que permitan una operación satisfactoria de las lagunas, que proporcionen un afluente en el cual la remoción de la DBO y la contaminación bacteriana, sea alta.

Las tasas de trabajo varían de acuerdo con el clima y situación geográfica, asimismo, las tasas varían según se quiera que la laguna sea aeróbica o anaeróbica.

Se diseña en base a la carga orgánica, y se expresa usualmente en Kg. de D.B.O. por día por hectárea, o en número de habitantes servidos por hectárea.

De acuerdo a estudios investigaciones y criterios usualmente adoptados en diferentes países y en el nuestro determinaré la tasa de trabajo para el presente proyecto, tratando de lograr optima eficiencia.

#### EXPERIENCIAS EFECTUADAS EN VARIOS PAISES

Se hace mención a diferentes trabajos llevados a cabo en varias partes del mundo, tendientes a definir el comportamiento de las lagunas de estabilización al ser sometidas a diferentes condiciones de trabajo con desagues tipo doméstico.



LUGAR DE LA EXPERIENCIA Y DESCRIPCION DE LA MISMA	INTENSIDAD DE LA CARGA APLICADA Kg. D.B.O./Ha.x día	REMOCION D.B.O. %	REMOCION BACTERIAL NMP de Califormes
Universidad de Florida- Funcionamiento satisfactorio de lagunas de estabilización aeróbicas	220- 330		
Israel Lagunas anaeróbicas Lagunas aeróbicas	2300 250	70	
Sao Paulo Lagunas en serie: Anaeróbicas Aeróbicas	600 100	96	99.8
Washington Lagunas anaeróbicas Lagunas aeróbicas	220 - 300 18- 45	85 85	99 99
Africa			92.7

Datos obtenidos de un curso sobre lagunas de estabilización dictado por la Organización Panamericana de la Salud en Lima el año 1967.

DATOS SOBRE LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN NORTH DAKOTA (según TOWNE yDAVIS)

Recopilación obtenida del Libro Tratamiento de Aguas Negras y Desechos Industriales de BARNES.

D A T O S	L O C A L I D A D E S				
	KADONA	WALL	LEMON	MADDOCK	WISHEK
1.- Poblacion Servida	584	556	2,760	741	1,241
2.- Fecha de Construcción	1953	1951	1951	1949	1952
3.- Area Superficial: Acres	3.0	8.9	27.1	11.7	7.8
Has.	1.2	3.6	11.0	4.7	3.2
4.- Profundidad Promedio :					
Pies	4.4	1.2	5.7	4.0	3.0
Metros	1.3	0.37	1.7	1.2	0.9
5.- Volumen: Millones de					
Galones	4.3	3.5	50.4	15.3	7.3
Metros cubicos	16,300	13,300	191,000	58,000	17,700
6.- Carga de la D.B.O.					
lb/Acre-día	22.9	7.0	6.8	9.3	13.0
Kg/Ha- día	25.6	7.8	7.6	10.4	14.6
7.- Población Real:					
Personas/Acre	195	62	102	63	159
Personas/Ha.	482	154	251	158	388
8.- Rendimiento: % Remoción					
de D.B.O.	90.4	87.1	89.6	95.8	84.3
de sólidos suspendidos	66.7		70.5	65.2	24.4

CRITERIOS DE OSWALD SOBRE LOS PARAMETROS DE DISEÑO

Datos obtenidos del libro Tratamientos de Agua Residual de Gustavo Rivas Mijares.

<u>TIPO DE LAGUNA</u>	<u>CARGA ORGANICA</u> Kg DBO/Ha x día	<u>PROFUNDIDAD</u> (mts)	<u>EFICIENCIA (%) EN</u> <u>REMOCION DE DBO</u>
Aerobia	225	0.3 a 0.6	80
Anaerobia	335 a 700	25 a 4.0	70
Facultativa	70 a 190	0.9 a 1.5	85 a 95

ESTUDIOS REALIZADOS POR LA UNIVERSIDAD DE SAO PAULO

(FACULTAD DE HIGIENE)

<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>ANAEROBIA</u>	<u>LAGUNAS FACULTATIVA</u>	<u>AEROBIA</u>
Area (Acres)	0.5	13	2
Profundidad (pulgs)	96	36	50
Período de retención(días)	38	5.6	50
Temperatura (°C)	12.5	12	7
DBO influente (ppm)	1200	116	200
Carga DBO lb/Acre-Día	680	170	60
% Remoción DBO	77	59	82
O <sub>2</sub> Disuelto en p.p.m.	-	1	8

LAGUNAS DE ESTABILIZACION DE SAN JUAN

Ubicados en la Carretera Panamericana Sur en el Km.

17.5 al OS- 0 de la ciudad de Lima.

Fueron diseñadas 21 lagunas en base a una laguna piloto, con características y resultados siguientes:

DESCRIPCION

- 1.- Forma rectangular
- 2.- Volumen neto 900 m<sup>3</sup>
- 3.- Area 1000 m<sup>2</sup>.
- 4.- Gasto promedio 4 l/seg
- 5.- Tiempo promedio de retención, 4 días.
- 6.- Profundidad del líquido 0.9 m.
- 7.- Carga promedio de materia orgánica 620 kg DBO/ha.

EFICIENCIAS

- 1.- Reducción de la D.B.O. 66% promedio.
- 2.- Reducción Bacteriana 60 promedio

DIMENSIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS

DATOS PARA LOS CALCULOS DE LAGUNAS FACULTATIVAS

Temperatura Promedio del Agua	=	20°C
Temperatura del Aire	=	23°C
Humedad relativa	=	55%
Velocidad del viento	=	15 km/hora
DBO a 5 días y 20°C	=	200 ppm = 0.20 kg/m <sup>3</sup>
Tasa de Trabajo	=	250 kg DBO/ha. día

Profundidad Util	= 1.50 m.
Altura Sobre Nivel de Superficie del influyente de cada laguna	= 0.50 m.
Caudal Promedio Futuro	= 75 l/seg

CALCULOS DEL PROYECTO

VOLUMEN DE DESAGUE DESCARGADO POR DIA :

$$\begin{aligned}
 \text{VOLUMEN} &= Q \text{ Promedio } \times 86,400 \text{ seg} \\
 &= 0.075 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 86,400 \text{ seg} \\
 &= 6480 \text{ m}^3/\text{día}.
 \end{aligned}$$

SUPERFICIE DE LAS LAGUNAS

Demanda bioquímica del Oxigeno = 200 ppm = 0.20 kgDBO/m<sup>3</sup>

Demanda Bioquímica en Kg/día:

$$\text{DBO} = 6480 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 0.20 \frac{\text{kg. DBO}}{\text{m}^3} = 1,296 \text{ kg DBO/día}$$

Area de las Lagunas:

$$= \frac{1,296 \text{ kg DBO/día}}{250 \text{ kg DBO/Ha-día}}$$

Area = 5.18 Ha.

Considerando cuatro lagunas cuyas áreas serán:

$$\text{Area de cada una} = \frac{51800 \text{ m}^2}{4}$$

$$= 12,950 \text{ m}^2 = 1,295 \text{ Ha.}$$

Dimensiones de las Lagunas:

$$\text{LARGO} = 140.0 \text{ m.}$$

$$\text{ANCHO} = 92.5 \text{ m.}$$

#### PERIODO DE RETENCION

$$\text{PR} = \frac{\text{Area de cada laguna} \times \text{altura util}}{\text{VOLUMEN DE DESCARGA EN CADA UNA AL DIA}}$$

$$\text{PR} = \frac{12,950 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}}{1620 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$\text{PR} = 12 \text{ días.}$$

#### CALCULO DEL CAUDAL DEL EFLUENTE DE CADA LAGUNA

$$\text{Caudal Efluente} = \text{Caudal Influyente} + \text{Caudal Precipitacion} - \text{Caudal Infiltración} - \text{Caudal Evaporación.}$$

Caudal de Evaporación: Aplicando la Fórmula de Meyer

$$\text{EM} = 15 (V_w - V) \left( 1 + \frac{W}{16} \right)$$

- EM = Evaporación mensual en m.m.  
 Vw= Presión de vapor a la temperatura del agua en mm. de Hg.  
 V = Presión de vapor a la temperatura del aire, multiplicada por la  
 humedad relativa, en m.m. de Hg.  
 W = Velocidad del viento en Km/hora.

---

TABLA DE VARIACIONES DE LA PRESION DE VAPOR DE AGUA CON LA TEMPERATURA

---

TEMPERATURA

---

0    1    3    5    7    9    11    13    15    19    20    21    23    25    27    28    29    30

---

PRESION

---

4.58 4.75 5.63 6.54 7.60 8.70 9.9 11.35 12.80 14.65 16.55 17.50 18.80 21.30 23.80 27. 28.60  
 30.20 31.

---

TEMPERATURA EN °C.

PRESION DE VAPOR DE AGUA EN m.m. de Hg.

DATOS OBTENIDOS DEL CURSO LAGUNAS DE ESTABILIZACION LLEVADO A CABO  
POR LA ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (LIMA 1967)

Vw= 17.50

V = 21.30 x 0.55 = 11.72

W = 15 Km/hora.

$$EM = 15 (17.50 - 11.72) \left( 1 + \frac{15}{16} \right)$$

$$= 168 \text{ mm/mes.}$$

$$\text{Evaporación diaria} = 168 \text{ mm} / 30$$

$$= 5.6 \text{ mm/día}$$

$$\text{Caudal de Evaporación} = 5.6 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \times 12,950 \text{ m}^3 \times 10^{-3}$$

$$= 72.5 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Caudal Efluente} = \text{Caudal Influyente} - \text{Caudal Evaporación}$$

$$= 1620 \text{ m}^3/\text{día} - 72.5 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$= 1547.5 \text{ m}^3/\text{día} = 179 \text{ l/seg}$$

#### CONSTRUCCION DE LAS LAGUNAS

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos a realizarse :

##### A) REPLANTEO

El primer paso después de localizada la laguna en los planos será el replanteo en el terreno, de acuerdo a lo indicado en los planos. Este trabajo topográfico nos ubicará las áreas netas, ubicación de estructuras, terraplanes y profundidad a excavarse.

##### B) DESMONTE

El desmonte consiste en el corte de material vegetal no necesario y su retiro, todo este material debe ser sacado de los límites de la propiedad y de la carretera de acceso.



C) DESPALME

El despalme consiste en el retiro del material no inapropiado, ya sea para el fondo de las cajas, fundación de los diques u otro tipo de estructuras.

D) EXCAVACION

Se ejecutaran por lo general mecánicamente con el fin de obtener los niveles deseados de las secciones respectivas.

Cuando sea necesario por medidas de seguridad del personal y obra, se empleará entibado. Asi mismo disponer obras provisionales de drenaje.

C) ESCARIFICACION

Profundizar hasta 15 centímetros en el terreno que se va a formar los terraplenes y mediante maquinarias tratar de lograr una liga íntima entre el terreno natural y el material de los terraplenes.

F) FORMACION DE TERRAPLENES

Se construyen con el material producto de las excavaciones o del obtenido mediante préstamos.

Se coloca en capas sucesivas cuyo grado de humedad, espesor, compactación sea del orden del 95% mediante la prueba de PROCTOR dicha compactación se debe efectuar sin pisonos, rodillos u otro tipo de maquinaria hasta lograr el grado de compactación deseado.

G) REFINE DE SECCIONES

De terraplenes o diques se efectúa con una motoniveladora, empleando material selecto en las zonas que falta, para obtener los perfiles deseados.

H) PREPARACION DE FONDOS

De acuerdo a las cotas establecidas en los planos y logros que el fondo sea impermeable o sellarlo con material impermeable de espesor 0.20 m. como mínimo.

I) ESTRUCTURAS DE ENTRADA

Debe diseñarse de manera que se evite los cortes circuitos, zonas muertas y aprovechar la acción de los vientos.

En nuestro caso es recomendable que el influente descargue a unos 15 mts. de la orilla o a una distancia del talud igual a  $1/4$  o  $1/3$  de la longitud de la laguna.

J) ESTRUCTURA DE SALIDA

Debe estar cerca e inmediata a una de las orillas y lejos de las salidas, con el fin de evitar corto circuitos. En si la ubicación de la entrada nos determina la localización.

K) ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION

Empleando varias lagunas en paralelo y se diseñará un canal que repartirá los caudales mediante compuertas.

Desde el buzón de Reunión, el cual recibe el desague de la cámara de bombeo, se diseñará un canal rectangular de paredes de ladrillo revestivo con mortero y fondo de concreto armado, el cual distribuirá los gastos a las diferentes lagunas y éstos serán regulados mediante compuertas.

CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL.

Fórmula de CHEZY para Canales

$$V = C \sqrt{R_H S} \dots\dots\dots (1)$$

Fórmula de CHEZY con coeficiente de MANNING

$$C = \frac{1}{n} R h^{1/6} \dots\dots\dots (2)$$

Sustituyendo (2) en (1) y teniendo en cuenta  $Q = AV$

$$\frac{Q}{A} = \frac{1}{n} R h^{1/6} R h^{1/2} \sqrt{S}$$
$$\frac{nQ}{S} = ARh^{2/3} \dots\dots\dots (3)$$

Mediante la ecuación (3) calcularemos las dimensiones del canal :

PRIMER TRAMO

$$L = 57 \text{ m.}$$

$$Q = 0.075 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

$$n = 0.010 \text{ (cemento)}$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m.}$$

$$\text{ANCHO} = 2a$$

$$\text{ALTURA UTIL} = a$$

$$\text{ALTURA DE SEGURIDAD} = 0.20 \text{ m.}$$

$$\text{ALTURA TOTAL DEL CANAL} = (a + 0.20) \text{ m.}$$

CALCULOS

$$\text{AREA} = 2 a \times a = 2 a^2$$

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{2 a^2}{4 a} = \frac{a}{2}$$

Sustitución de Datos en la Ecuación (3)

$$\frac{(0.010) (0.075)}{\sqrt{0.0007}} = (2 a^2) \left( \frac{a}{2} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{2}{2^{2/3}} \times a^2 \times a^{2/3}$$

$$= \frac{2}{2^{0.66}} \times a^{8/3} = \frac{2}{1.58} \times a^{8/3}$$

$$= 1.26 \times a^{8/3}$$

$$\frac{(0.010) (0.075)}{1.26 \sqrt{0.0007}} = a^{8/3}$$

$$\frac{0.00075}{1.26 \times 0.026} = a^{8/3}$$

$$\frac{0.00075}{0.033} = a^{8/3}$$

$$\left( \frac{0.00075}{0.033} \right)^{0.375} = a$$

$$(0.0227)^{0.375} = a$$

$$a = 0.24 \text{ m}$$

$$2a = 0.48 \text{ m.}$$

$$\text{ANCHO} = 0.48 \text{ m.}$$

$$\text{ALTURA} = 0.24 \text{ m.}$$

$$\text{ALTURA TOTAL} = 0.44 \text{ m.}$$

Aplicando la Ecuación (1) hallamos el valor de la Velocidad :

$$V = C \sqrt{R_H S}$$

$$\text{Siendo } C = \frac{1}{n} R_h^{1/6}$$

$$V = \frac{1}{n} R_H^{1/6} \sqrt{R_h S}$$

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{S}$$

$$V = \text{m/seg.}$$

$$n = 0.010$$

$$R_h = \frac{a}{2} = \frac{0.24}{2} \text{ m} = 0.12 \text{ m.}$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m.}$$

$$V = \frac{1}{0.010} \times (0.12)^{0.66} \times (0.0007)^{0.5}$$

$$V = \frac{1}{0.10} \times 0.246 \times 0.0264$$

$$V = 0.65 \text{ m/sg.}$$

SEGUNDO TRAMO

$$L. = 107 \text{ m}$$

$$Q = 0.0563 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

$$n = 0.010$$

$$S = 0.007 \text{ m/m.}$$

$$\text{ANCHO} = 2a$$

$$\text{ALTURA UTIL} = a$$

$$\text{ALTURA TOTAL} = a + 0.20$$

### CALCULOS

Sustituyendo Datos en la Ecuación (3)

$$\left( \frac{0.010 \times 0.0563}{1.26 \times 0.0007} \right)^{0.375} = a$$

$$\left( \frac{0.000563}{0.033} \right)^{0.375} = (0.017)^{0.375} = a$$

$$a = 0.22 \text{ m.}$$

$$2a = 0.44 \text{ m.}$$

$$\text{ANCHO} = 0.44 \text{ m.}$$

$$\text{ALTURA} = 0.22 \text{ m.}$$

$$\text{ALTURA TOTAL} = 0.42 \text{ m.}$$



El Valor de la Velocidad Mediante la Ecuación (1)

$$V = \frac{1}{n} = R_h^{1/6} \sqrt{R_h s}$$

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{s}$$

$$V = \frac{1}{0.010} \times (0.11)^{0.66} \times (0.0007)^{0.5}$$

$$V = \frac{1}{0.010} \times 0.233 \times 0.0264$$

$$V = 0.61 \text{ m/sg.}$$

### TERCER TRAMO

$$L = 107 \text{ m.}$$

$$Q = 0.038 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

$$n = 0.010$$

$$s = 0.0007 \text{ m/m.}$$

CALCULOS

Sustitución de datos en la Ecuación (3)

$$\left( \frac{0.010 \times 0.038}{1.26 \times 0.0007} \right)^{0.375} = a$$

$$\left( \frac{0.0038}{0.033} \right)^{0.375} = (0.0115)^{0.375} = a$$

$$a = 0.19 \text{ m}$$

$$2a = 0.38 \text{ m}$$

$$\text{ANCHO} = 0.38 \text{ m}$$

$$\text{ALTURA} = 0.19 \text{ m}$$

$$\text{ALTURA TOTAL} = 0.39 \text{ m.}$$

El valor de la velocidad aplicando (1)

$$v = \frac{1}{n} R_h^{1/6} \sqrt{R_h S} = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{S}$$

$$V = \frac{1}{0.01} \times (0.095)^{0.66} (0.007)^{0.05} = \frac{1}{0.01} \times 0.211 \times 0.0264$$

$$V = 0.56 \text{ m/sg.}$$

#### CUARTO TRAMO

$$L = 107$$

$$Q = 0.019 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

$$n = 0.010$$

$$S = 0.0007 \text{ m/m.}$$

#### CALCULOS

Sustituyendo los datos en la Ecuación (3)

$$\left( \frac{0.010 \times 0.019}{1.26 \times 0.0007} \right)^{0.375} = a$$

$$\left( \frac{0.00019}{0.033} \right)^{0.375} = (0.00575)^{0.375} = a$$

$$a = 0.15 \text{ m}$$

$$2a = 0.30 \text{ m}$$

ANCHO = 0.30 m.

ALTURA = 0.15 m.

ALTURA TOTAL = 0.35 m.

El Valor de la Velocidad según (1)

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} \sqrt{S} = \frac{1}{0.01} \times (0.075)^{0.66} (0.0007)^{0.5}$$

$$= \frac{1}{0.01} \times 0.18 \times 0.0264$$

$$V = 0.48 \text{ m/sg.}$$

RESUMEN DE LOS CALCULOS HIDRAULICOS

TRAMO	Q (Lps) Promedio	I (m/m)	ALTURA (mts)	VELOCIDAD (m/sg)	L (m)	Hf (m)	C O T A S		ANCHO
							Inicio	Final	(m)
1	75.0	0.0007	0.24	0.65	57.0	0.040	10.500	10.460	0.48
2	56.3	0.0007	0.22	0.61	107.0	0.075	10.460	10.385	0.44
3	38.0	0.0007	0.19	0.56	107.0	0.075	10.385	10.310	0.38
4	19.0	0.0007	0.15	0.48	107.0	0.075	10.310	10.235	0.30

CALCULO DEL DIAMETRO DE INGRESO

Pérdidas de Carga en :

SALIDA  $\emptyset$  10" = 16.0

CODO 10" x 90° = 6.7

LONGITUD EQUI

VALENTE = 38.5  
61.2

$\emptyset$  = 10"

Q = 17 l/sg      S = 0.5 m/km.

C = 140      Hf = 0.5 x 61.2 = 0.03 m.

Con el tirante mas desfavorable y Q = 19 l/sg.

$$\begin{array}{r} 10.50 \text{ m} + \\ \underline{0.15} \\ 10.60 \\ \underline{0.03} \\ 10.57 \text{ m} - \\ \underline{10.00 \text{ m} -} \\ 0.57 \text{ m} ; \text{‰} = \frac{0.57}{38.5} = 14.8 \text{ ‰} \end{array}$$

S = 14.8 ‰       $\emptyset$  = 6"

Q = 19 l/sg.

C = 140

Con Tirante igual a 0.24 m y Q = 75 l/sg.

$$\begin{array}{r}
 10.50 \quad \text{m} \quad + \\
 \hline
 0.24 \\
 10.76 \quad \text{m} \quad - \\
 \hline
 0.03 \\
 10.73 \quad - \\
 10.00 \\
 \hline
 0.73 \quad ; \quad \text{‰} \quad \frac{0.73}{38.5} = 19.0 \quad \text{‰}
 \end{array}$$

S = 19 ‰

Q = 75 l/sg      Ø = 10"

C = 140

Adoptamos como diámetro de Ingreso de las lagunas 10" y de Concreto simple normalizando.

CALCULO DE DIAMETRO DE SALIDA

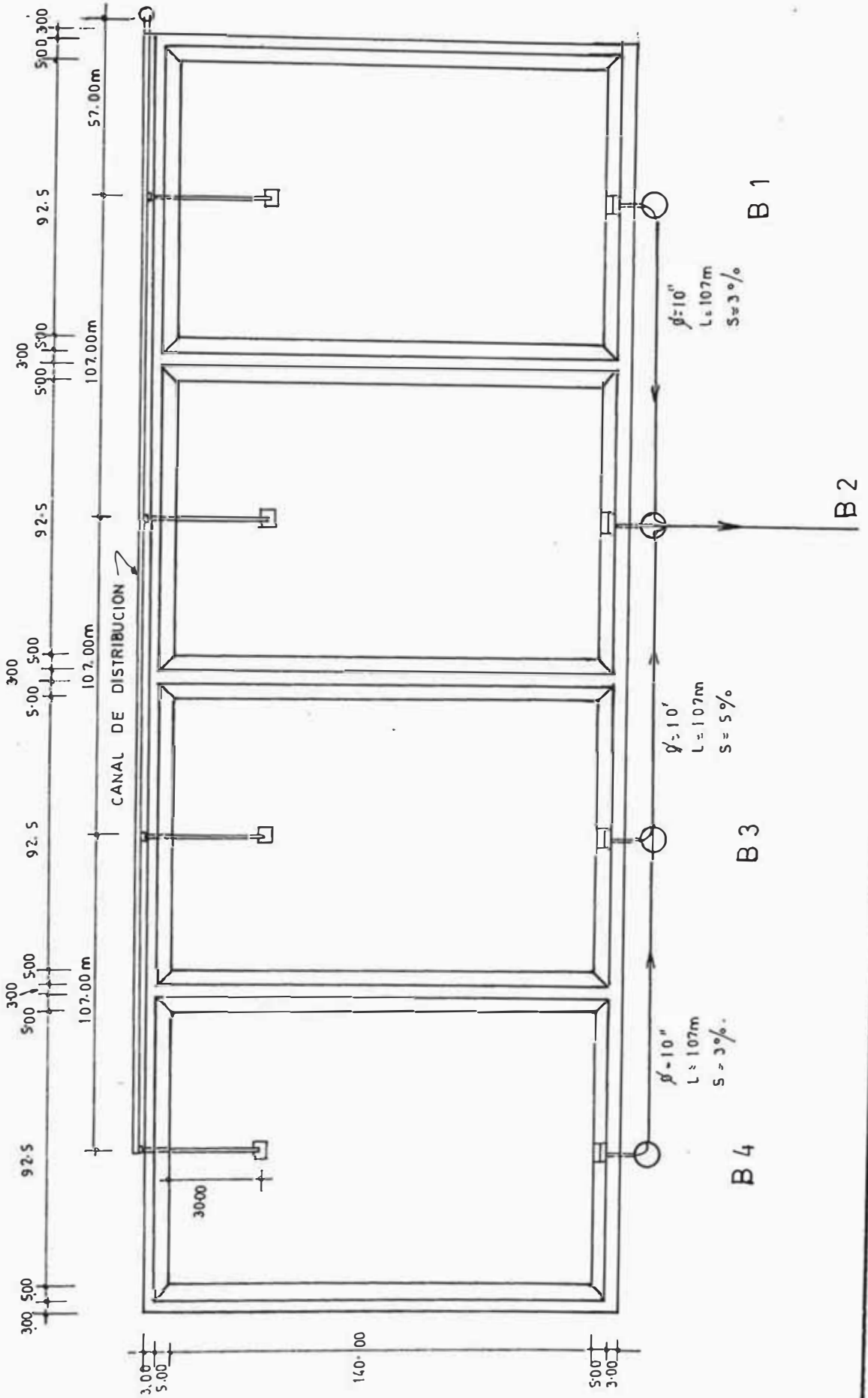
Diseñaré buzones que recolectarán los desagües de las diferentes lagunas, los cuales se reunirán en un buzón del cual se inicia el emisor que llevará las aguas tratadas a la disposición final : El mar.

Los buzones serán de 1.20 m. de profundidad y de dimensiones normales Ø = 1.20 m y ancho = 0.15 m (muro).

Los diferentes diámetros de salida serán de  $\varnothing$  10" de concreto simple.

Es de esperarse que con este tratamiento adoptado : lagunas de oxidación la remoción de D.B.O. sea del orden de 90 a 95% y de esta manera disminuir la acción potencial del efluente y si fuera necesario aplicar cloración para reducir la población bacterial.

# DISPOSICIONES DE LAS LAGUNAS Y DIQUES.





# DIAMETROS Y BUZONES EN SALIDA DE LAGUNAS.

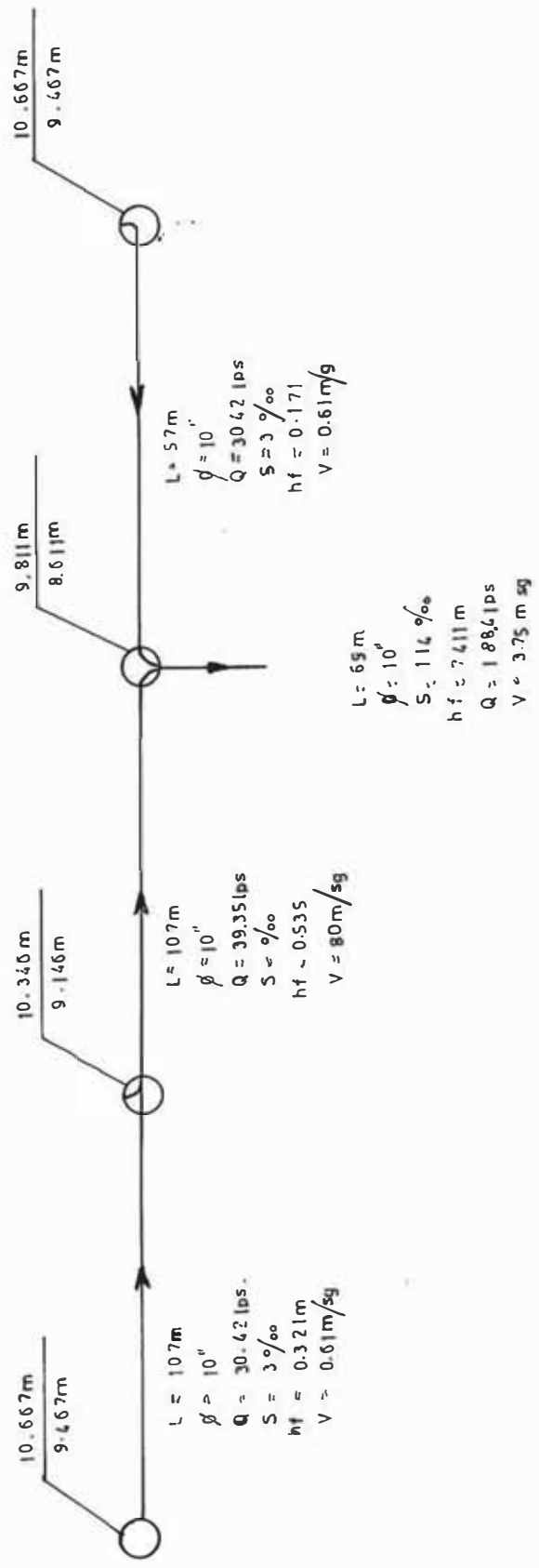
B1

B2

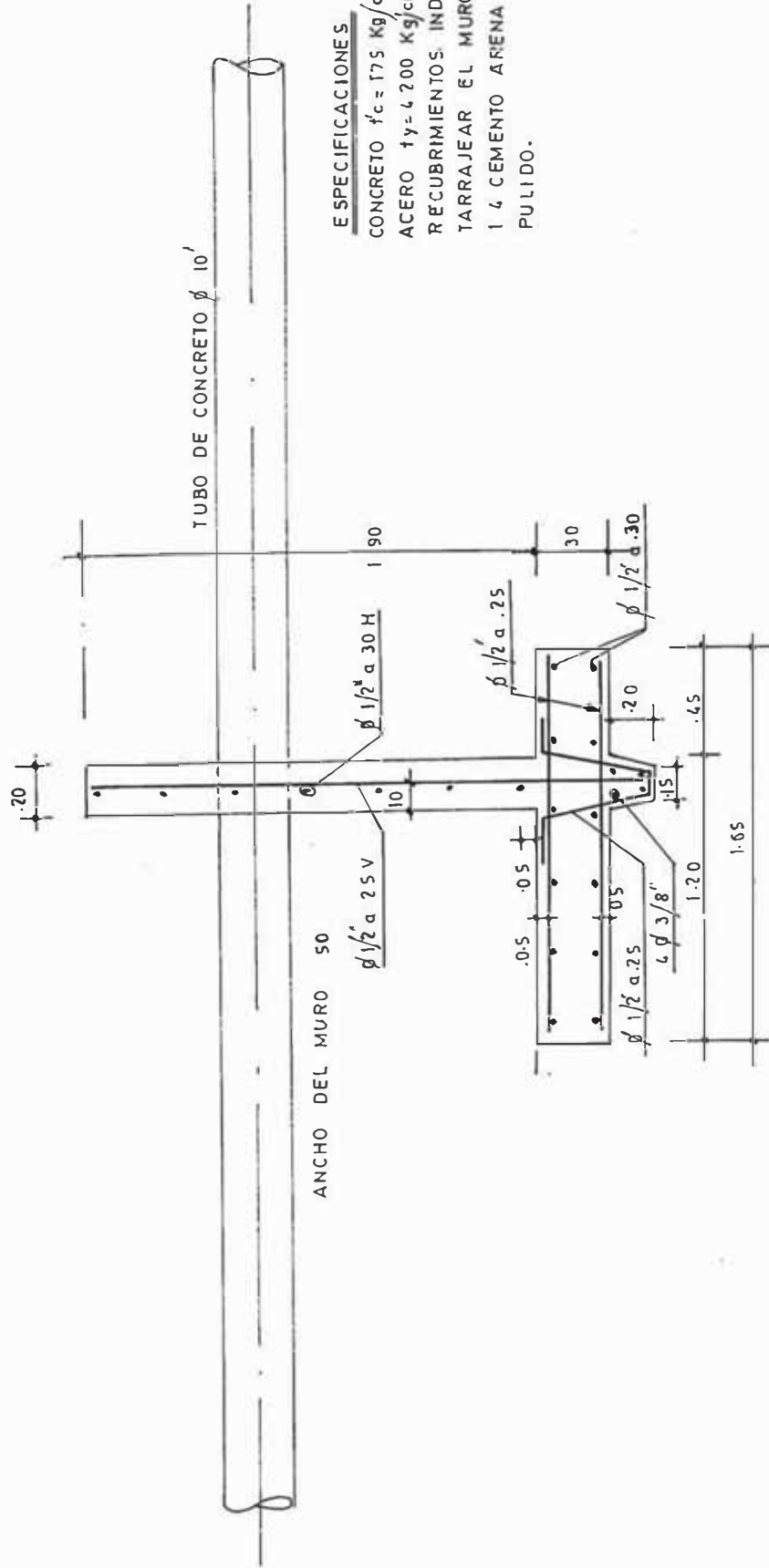
B3

B4

$L = 11m$   
 $\beta = 10''$   
 $S = 3\text{‰}$   
 $Q = 30.42\text{ lps}$   
 $h = 0.033$



# MURO DE CARGA DEL EMISOR



## ESPECIFICACIONES

CONCRETO  $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS INDICADOS

TARRAJEAR EL MURO CON MESCLA

1 4 CEMENTO ARENA Y ACABADO

PULIDO.

METRADO, COSTOS Y PRESUPUESTOS

El presente proyecto incluye obras sanitarias y obras civiles. Se ha considerado:

- I.- ALCANTARILLADO (REDES DE RELLENO Y TRONCAL)
- II.- CÁMARA DE BOMBEO DE DESAGUE
- III.- LINEA DE IMPULSION
- IV.- LAGUNAS DE ESTABILIZACION
- V.- DISPOSICION FINAL (EMISOR)

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL
			M. de O.	Mat.	
<u>I.- ALCANTARILLADO</u>					
<u>COLECTORES DE RELLENO y TRONCALES</u>					
<u>A.- MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					
Excavación en Zanja en Terreno Areno-Arcilloso					
			<u>Tub. Ø 8"</u>		
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	16,910	86		1'454,260
Profundidad hasta 2.50 m.	ml.	3,450	122		420,900
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	725	142		102,950
Profundidad hasta 4.50 m.	ml.	90	206		18,540
			<u>Tub. Ø 10"</u>		
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	439	86		37,754

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO			CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL			
	Mano de Obra	Materiales	Materiales			Mano de Obra	Materiales	Materiales	
Profundidad hasta 2.50 m.	122			759	m.l.	92,754			
Profundidad hasta 3.50 m.	142			52	m.l.	7,384			
<u>Tub. Ø 12"</u>									
Profundidad hasta 1.50 m.	110			36	m.l.	3,960			
Profundidad hasta 3.50 m.	168			28	m.l.	4,704			
<u>Tub. Ø 14"</u>									
Profundidad hasta 1.50 m.	135			449.5	m.l.	60,632.5			
Profundidad hasta 2.50 m.	215			346	m.l.	74,390			
Profundidad hasta 3.50 m.	286			58	m.l.	16,598			
Profundidad hasta 4.50 m.	342			193	m.l.	66,006			
Profundidad hasta 5.50 m.	382			281	m.l.	107,342			
<u>Tub. Ø 18"</u>									
Profundidad hasta 1.50 m.	180			50	m.l.	9,000			
Profundidad hasta 2.50 m.	720			13.5	m.l. n	9,720			
Profundidad hasta 3.50 m.	1205			212.5	m.l.	256,062.5			
Profundidad hasta 4.50 m.	1205			60	m.l.	72,300			

DESCRIPCION	Unidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	
		Cantidad	Mano de Obra	Material	Mano de Obra
<b>B.- REFINE, NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS</b>					
Para Tub. Ø 8"	ml.	21,175	19		402,325
Para Tub. Ø 10"	ml.	1,250	24		30,000
Para Tub. Ø 12"	ml.	64	24		1,536
Para Tub. Ø 14"	ml.	1327.5	24		31860
Para Tub. Ø 18"	ml.	336	28		9408
<b>C.- PREPARACION DE CAMA DE APOYO</b>					
Para Tub. Ø 8"	ml.	21,175	18		381,150
Para Tub. Ø 10"	ml.	1,250	18		22,500
Para Tub. Ø 12"	ml.	64	18		1,152
Para Tub. Ø 14"	ml.	1,327.5	22		29,205
Para Tub. Ø 18"	ml.	336	55		18,480
<b>D.- TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA</b>					
Tub. Ø 8"					
Profundidad de 1.50 m.	ml.	16,910	48		811,680
Profundidad de 2.50 m.	ml.	3,450	59		203,550
Profundidad de 3.50 m.	ml.	725	66		47,850
Profundidad de 4.50 m.	ml.	90	73		6,570

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO			COSTO TOTAL	
	Unidad	Cantidad	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra Materiales
<u>Tub. Ø 10"</u>					
Profundidad hasta 1.50m.	ml.	439	67		29,413
Profundidad Hasta 2.50 m.	ml.	759	69		52,371
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	52	72		3,744
<u>Tub. Ø 12"</u>					
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	36	75		2,700
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	28	84		2,352
<u>Tub. Ø 14"</u>					
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	449.5	259		11,6420.5
Profundidad hasta 2.50 m.	ml	346	277		95,842
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	58	295		17,110
Profundidad hasta 4.50 m.	ml.	193	312		60,216
Profundidad hasta 5.50 m.	ml.	281	336		94,416
<u>Tub. Ø 18"</u>					
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	50	258		12,900
Profundidad hasta 2.50 m.	ml.	13.5	282		3,807
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	212.5	300		63,750
Profundidad hasta 4.50 m.	ml.	60	318		19,080
					-214

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO				COSTO TOTAL	
	Unidad	Cantidad	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales

E.- PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE

Tub. $\phi$ 8"	m1.	21,175	6	8	12,7050	159,400
Tub. $\phi$ 10"	m1.	1,250	8	12	10,000	15,000
Tub. $\phi$ 12"	m1.	64	10	14	640	896
Tub. $\phi$ 14"	m1.	1327.5	11	22	14602.5	29,205
Tub. $\phi$ 18"	m1.	336	13	24	4,368	8,064

F.- RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA

<u>Tubería <math>\phi</math> 8"</u>						
Profundidad hasta 1.50 m.	m1.	16,910	72	12	1,217,520	202,920
Profundidad hasta 2.50 m.	m1.	3,450	115	15	396,750	51,750
Profundidad hasta 3.50 m.	m1.	725	124	20	89,900	14,500
Profundidad hasta 4.50 m.	m1.	90	132	24	11,880	2,160

<u>Tubería <math>\phi</math> 10"</u>						
Profundidad hasta 1.50 m.	m1.	439	84	12	36,876	5,268
Profundidad hasta 2.50 m.	m1.	759	123	15	93,357	11,385
Profundidad hasta 3.50 m.	m1.	52	136	20	7,072	1,040

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO			COSTO TOTAL
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra Materiales	
<u>Tubería Ø 12"</u>						
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	36	106	12	3816	432
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	23	161	20	4,508	560
<u>Tubería Ø 14"</u>						
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	449.5	136	13	61,132	5,843.5
Profundidad hasta 2.50 m.	ml.	346	159	15	55,014	5,190
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	58	171	20	9,918	1,160
Profundidad hasta 4.50 m.	ml.	193	173	25	33,389	4,825
Profundidad hasta 5.50 m.	ml.	281	181	30	50,861	8,430
<u>Tubería Ø 18"</u>						
Profundidad hasta 1.50 m.	ml.	50	142	12	71,00	600
Profundidad hasta 2.50 m.	ml.	13.5	159	15	2,146.5	202.5
Profundidad hasta 3.50 m.	ml.	212.5	171	20	36,337.5	4,250
Profundidad hasta 4.50 m.	ml.	60	173	25	10,380	1,500



DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales
<b>G.- ELIMINACION DE DESMONTAJE DE ZANJA</b>						
Tubería de ø 8"	ml.	21,175	22		465,850	
Tubería ø 10"	ml.	1,250.00	26		32,500	
Tubería ø 12"	ml.	64	30		1,920	
Tubería ø 14"	ml.	1,327.5	36		47,790	
Tubería ø 14"	ml.	336	48		16,128	
<b>H.- SUMINISTRO DE TUBERIA (incluye 3 % por desperdicios)</b>						
Tubería ø 8"	ml.	21,810		373		8,135,130
Tubería ø 10"	ml.	1,287		556		715,572
Tubería ø 12"	ml.	67		1,597		106,999
Tubería de ø 14"	ml.	1,367.5		2,147		2,936,022.5
Tubería ø 18"	ml.	346		3,095		1,070,870

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO			COSTO TOTAL		
	Unidad	Cantidad	Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales
<u>BUZONES</u>						
Buzones Típicos de Diámetro						
1.20 m.	u.	207	6,840	9,360	1'415,880	1'937,520
Profundidad hasta 2.00 m.	u.	49	8,232	11,760	403,368	576,240
Profundidad hasta 3.00 m.	u.	24	18,792	19,980	451,008	479,520
Profundidad hasta 4.00 m.	u.	9	24,312	26,530	218,808	238,770
Profundidad hasta 5.00 m.	u.	1	29,611	28,314	29,611	28,314
Profundizar Buzones Un Promedio de 0.35 m.	u	35	2,500	10,800	87,500	378,000
Caidas en promedio de 1.81 m.	u.	15	1,430	1,890	21,450	28,350
<u>OBRAS VARIAS</u>						
Rotura y Reposición de Asfalto	m1.	3,315	72	108	238,680	358,020

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO	TOTAL
			Mano de Obra	Materiales		
Rotura y Reposición de Em pedrado	m1.	1,210	74		89,540.77	
<u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u>	u.	708	3,746	3,204	2'652,168	2'268,432
					<u>13'843,345</u>	<u>19'802,340</u>
<u>II. - CAMARA DE BOMBEO DE DESAGUE</u>						
Incluye Obras Civiles, Sanita rias y Eléctricas. Así mismo						
Accesorios y Tubería						
EQUIPO DE BOMBEO						
-Una Bomba de 60 l/sg. y motor eléctrico	u.	1		632,288		632,288
-Dos Bombas de 70 l/sg. y dos Motores eléctricos	u.	2		943,098		1'886,196
					<u>1'497,650</u>	<u>5'299,834</u>

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales
<b>III.- LINEA DE IMPULSION</b>						
A.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	m1.	458	154		70,532	
B.- REFINE, NIVELACION Y CON FORMACION DE FONDOS	m1.	458	28		12,824	
C.- PREPARACION DE CAMA DE APOYO	m1.	458	23		10,534	
D.- TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA	m1.	458	240		109,920	
E.- PRUEBA HIDRAULICA, DESIN FECCION Y RESANE	m1.	458	42	38	19,236	17,404
F.- RELLENO Y COMPACTACION	m1.	458	64	45	29,312	20,610
G.- ELIMINACION DE DESMONTE	m1.	458	36		16,488	
H.- SUMINISTRO DE TUBERIA $\phi$ 14" A.C. Clase 75, INCLU YE % DE DESPERDICIOS	m1.	474	102	2,190	48,348	1'038,060
					<u>317,194</u>	<u>1'076,074</u>

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales
<u>IV.- LAGUNAS DE ESTABILIZACION</u>						
<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>						
Excavación para la Formación de las Cajas	m <sup>3</sup>	45,690	77		3'518,130	
Relleno de Cajas	m <sup>3</sup>	4,569	69		315,261	
Conformación de Taludes de Lagunas, debidamente compactados y estabilizados.	m <sup>3</sup>	9,700	204		1'978,800	
<u>REVESTIMIENTO DE LAS LAGUNAS</u>						
Revestimiento interior de las Lagunas mediante Arcilla en una altura de 0.20 m.	m <sup>2</sup>	51,800	23	37	1'191,400	1'916,600
<u>CANAL DE DISTRIBUCION</u>						
Estructura de ladrillo King-Kong y Losa de fondo de Concreto f'c = 175 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>l.</sup>	378	960	1,920	362,880	725,760
<u>INGRESO AL CANAL</u>						
Cámara de ladrillo igual al canal	u.	4	600	1,100	2,400	4,400

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO		TOTAL
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales	

Suministro e Instalación de Tubería $\phi$ 10" concreto (espi- ga y campana), codos, tendi- do, anclaje y prueba.	ml.	154	106	556	16,324	85,624
Suministro e Instalación de compuer ta de fierro en cámara de Ladrillo	u.	4	1,800	9,800	7,200	39,200
Losa de descarga de 0.30 x 2.50 x3. CO; f'c = 175 kg/m <sup>2</sup>	u.	4	4,800	12,000	19,200	48,000

SISTEMA DE SALIDA DEL EFLUENTE

Estructura de concreto armado f'c = 175 kg/m <sup>2</sup>	u.	4	8,400	14,400	33,600	57,600
Suministro e instalación de vertederos	u.	4	2,400	4,800	9,600	19,200
Suministro e instalación de tubería $\phi$ 10"	ml.	40	300	580	12,000	23,200

7'466,795      2'919,584

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO		COSTO TOTAL	
			Mano de Obra	Materiales		
			Mano de Obra	Materiales	Mano de Obra	Materiales
<b>V.- DISPOSICION FINAL (EMISOR)</b>						
A.- MOVIMIENTO DE TIERRAS	ml.	443	86		38,098	
B.- REFINE NIVELACION Y CON FORMACION DE FONDOS	ml.	443	24		10,632	
C.- CÁMA DE APOYO (PREPARACION)	ml.	443	18		7,974	
D.- TENDIDO Y COLOCACION	ml.	443	67		29,681	
E.- PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE	ml.	443	8	12	3,544	5,316
F.- RELLENO Y COMPACTACION	ml.	443	84	12	37,212	5,316
G.- SUMINISTRO DE TUBERIA Ø 10" CONCRETO	ml.	456		556		253,536
<b>BUZONES</b>						
Hasta Una profundidad de 2.00m.	u.	5	6,840	9,360	34,200	46,800
Protección a la Tubería	ml.	3	23,200	49,000	69,600	147,000
					<u>230,941</u>	<u>457,968</u>

RESUMEN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

	<u>MANO DE OBRA</u>	<u>MATERIALES</u>
I.- ALCANTARILLADO	13'843,345	19'802,340
II.- CAMARA DE BOMBEO	1'497,650	5'299,834
III.- LINEA DE IMPULSION	317,194	1'076,074
IV.- LAGUNAS DE ESTABILIZACION	7'466,795	2'919,584
V.- DISPOSICION FINAL	230,941	457,968
	<hr/>	
	23'355,925	29'555,800

52'911,725

SON: CINCUENTAIDOS MILLONES NOVECIENTOS ONCE MIL SETECIENTOS  
VEINTICINCO SOLES ORO



B I B L I O G R A F I A

- Apuntes del Curso de Alcantarillado Dictados por el Ing. Ricardo Corzo Gordillo.
- Instituto Nacional de Obras Sanitarias  
"Normas de Proyectos y Mantenimiento de Cloacas Venezuela.
- Reglamento Nacional de Construcciones
- Normas y Especificaciones Técnicas  
D.G.O.S. del Ministerio de Vivienda
- Datos Técnicos.  
Oficina de Agua Potable de Pacasmayo.
- Datos de Censos  
CORLIB- Misión Francesa
- **Tratamiento** de Aguas Negras  
Barnes
- Manual de Hidráulica:  
Azevedo Netto
- Revista de D.A.E.  
Edición Brasileña - ~~Septiembre~~ 1969.
- Curso Sobre Lagunas de Estabilización  
Organización Panamericana de la Salud- Julio 1967.
- Tratamiento Biológico.  
Organización Panamericana de la Salud- Agosto 1968.
- Tratamiento de Aguas Residuales  
Gustavo Rivas Mijares.
- Purificación y Remoción de Aguas Residuales  
Fair -Geyer y Okun
- Alcantarillado  
Babbit- Baumann