

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS

SANEAMIENTO DE CHULUCANAS

PROYECTO PARA OPTAR EL GRADO DE

INGENIERO CIVIL

ROBERTO GRANDA V. de V.

PROMOCION 1944

TABLA DE CONTENIDO

	Pág. N°
Oficio de remisión	
Consideraciones Generales	
Población presente y futura	1
Periodo de diseño adoptado	2
Sistema actual del Abastecimiento de Agua Potable y eliminación de aguas servidas.	3
Naturaleza de las Obras y su capacidad.	4
Levantamiento topográfico de la ciudad.	8
Plano Regulador.	21
Estimación de la Población Futura.	24
Cantidad de agua por evacuar.	27
Red de Alcantarillado.	31
Disposición del Efluente.	43
Emisor Final.	49
Análisis de precios y metrado.	55
Presupuesto.	62

PLANOS.-

	N°
Plano General de la Ciudad, mostrando el plan regulador y la red de desagües proyectada.	1
Levantamiento topográfico.- Dibujo por coordenadas de las poligonales.	2
Red de Desagües.- Fondo de buzones.	3
Red de Desagües.- Perfiles longitudinales.	4
Red de Desagües.- Perfiles longitudinales.	5

Red de Desagües.- Perfiles longitudinales.	6
Red de Desagües.- Perfiles longitudinales.	7
Buzones tipo y Cajas de Lavado.	8
Colectores y Emisor, con ubicación de la Planta de Tratamiento y Zona Irrigable.	9
Emisor.- Perfiles longitudinales.	10
Emisor.- Detalles de la tubería "In Situ".	11

Señor Director de la Escuela Nacional
de Ingenieros del Perú.

S. D. :

Tengo el agrado de presentar a su consideración, el "Proyecto de Alcantarillado para la Ciudad de Chulucanas", que me fuera designado para optar el título de Ingeniero Civil y que corresponde a la Promoción 1944 de la Sección Ingeniería Civil de la Escuela de su digna Dirección.

El presente Proyecto comprende la instalación de los servicios de alcantarillado público y la eliminación del efluente.- Para este trabajo ha sido necesario a más de los cálculos propios de esta clase de trabajos, de proceder al levantamiento topográfico de la Ciudad y sus alrededores, y de proyectar el Plan Regulador de Chulucanas.

Para la eliminación del efluente, se ha establecido que éste podrá utilizarse en las épocas de estiaje para la agricultura, previo tratamiento en una planta cuyas características se detallan.

Se acompaña también el Metrado y Presupuesto de las obras proyectadas.

Dios guarde a Ud. S.D.

Roberto Granda Vazquez de Velazco

Lima, Agosto de 1949

CONSIDERACIONES GENERALES

Situación y carácter de la Ciudad.- Población presente.

La ciudad de Chulucanas, es la capital de la provincia de Morropón, Departamento de Piura.- Se encuentra en la costa a una altura de 85 metros sobre el nivel medio del mar, su clima, natural de la zona norte del Perú, es muy caluroso durante todo el año, registrándose abundantes lluvias en la época de verano.

Chulucanas está situada al norte de la confluencia de los ríos Piura y Yapatera, dista 55 kilómetros de la ciudad de Piura, la capital del Departamento, a la cual está unida por un ramal de la carretera Panamericana.

Los habitantes de Chulucanas, se dedican al cultivo del algodón y del arroz, no existiendo en la actualidad ninguna industria especial, en su mayoría son colonos que trabajan en las haciendas de los alrededores.- El hecho de encontrarse en una zona progresista y de grandes perspectivas industriales, su fácil acceso y corta distancia de la ciudad de Piura, y en fin la próxima instalación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, son las bases para un rápido crecimiento de Chulucanas.

Según el censo de 1940, Chulucanas tenía una población de 11,953 habitantes.- Se estima que en la actualidad alcance a 14,000 habitantes.

Períodos de diseño adoptado.-

Las obras de alcantarillado se proyectan para un futuro de 30 años a que se estima alcanzará una población total de 30,000 habitantes.

Sistema actual de Abastecimiento de Agua Potable y eliminación de aguas servidas.-

La ciudad de Chulucanas no cuenta en la actualidad con servicios públicos de agua potable ni alcantarillado.- Los habitantes usan el agua del subsuelo que explotan algunos particulares, quienes la reparten en acémilas al precio de S/ 1.30 el metro cúbico.

El Ministerio de Fomento y Obras Públicas, ha terminado y está listo para ejecutarse el proyecto para el agua potable de Chulucanas, que consiste en la captación del agua subterránea por intermedio de dos pozos con sus respectivas estaciones de bombeo, red de distribución y tanque de almacenamiento y regulación.

La eliminación de los desperdicios humanos en la actualidad se hace principalmente por medio de silos ó pozos particulares que posee cada casa.- No existe sistema alguno para la eliminación de las aguas de lluvia.

La próxima ejecución del Proyecto de la red pública de agua potable, hace pués más urgente la necesidad de disponer del sistema de alcantarillado a la brevedad posible.

Debido a las fuertes lluvias que ocurren en el verano, se hace también imprescindible la eliminación rápida de las aguas pluviales, para evitar los daños y molestias que estos ocasionan.

Naturaleza de las obras y su capacidad.-

El presente proyecto contempla la construcción de una red pública de alcantarillado para la ciudad de Chulucanas.- La red proyectada será del sistema mixto, es decir capaz de evacuar los desagües domésticos y de lluvia, considerando una población futura de 30,000 habitantes.

Debido a la particular topografía de la ciudad, se encontró conveniente dividirla en dos zonas de drenaje, pues tiene al medio una lomada que divide las aguas a ambos lados hacia el norte y hacia el sur.- Partiendo de este principio se estudió el trazo de dos colectores Generales llamados Colector Panteón y Colector Cuartel, los que se reúnen en las afueras de la ciudad y de donde parte el Emisor final.

La red de colectores consta de tuberías de concreto con un diámetro mínimo de 6" que desembocan en los colectores generales ya citados.- La longitud total de la red dentro del perímetro de la ciudad es como sigue:

Tubería de 6"	10,450 mts.
„ „ 8"	2,305 „
„ „ 10"	779 „
„ „ 12"	435 „
„ „ 14"	419 „
„ „ 16"	464 „

Estas cifras incluyen un 5% extra de seguridad para roturas, despuntes, etc.

La disposición final del efluente será durante la época de lluvia, el río Piura, que tiene caudal suficiente para asegurar una dilución satisfactoria; en la época de sequía el desagüe pasará por una Planta de Tratamiento primario, utilizándose entonces el efluente para la irrigación.

El cálculo de los colectores se ha hecho bajo la base de una dotación por habitante y por día de 250 litros, considerando que el día de máximo consumo sea 30% más alto que el promedio diario anual, y que la descarga máxima horaria sea el 70% más alta que el promedio, se tiene que la máxima cantidad de desagüe doméstico por evacuar es de 190 litros por segundo, si a esto se agrega una contribución de 0.5 litros por segundo y por hectárea, por el agua de lluvia, la descarga máxima final será de 270 litros por segundo.

La velocidad máxima de escurrimiento para evitar sedimentación ha sido considerada según el siguiente cuadro tomado de C. V. Davis, Handbook of Applied Hydraulics, página 872.

Diámetro	Pendientes mínimas ordinarias		Pendientes mínimas extremas	
	Pendiente ‰	Velocidad a tubos lleno mts./seg.	Pendiente ‰	Velocidad a tubo lleno mets./seg.
8"	3	0.52	2.0	0.43
10"	2.2	0.55	1.5	0.46
12"	1.8	0.55	1.2	0.46
15"	1.4	0.58	0.85	0.46
18"	1.1	0.58	0.65	0.46
21"	0.96	0.61	0.60	0.49
24"	0.80	0.61	0.51	0.49

Los buzones ó cámaras de inspección, estarán colocados a las distancias máximas siguientes:

65	metros	para	tubería	de	6"
75	,,	,,	,,	,,	8"
100	,,	,,	,,	,,	10"
120	,,	,,	,,	mayor	de 10"

Los buzones se han numerado del 1 al 114 para el Colector Cuartel y del 115 al 214 para el Colector Panteoñ; todos ellos serán de 1.20 metros de diámetro y la boca de acceso de 0.60 metros de diámetro, con marco y tapa de fierro fundido.

En los tramos de arranque de la red, en donde la velocidad, es inferior a los límites establecidos, se colocarán cajas de lavado, hechas de concreto de forma cilíndrica, tendrán descarga automática por medio de un dispositivo de campana y sifón de fierro fundido.

La Planta de Tratamiento está considerada únicamente para la descarga de desagüe doméstico; consta de las siguientes estructuras:

Rejas

Desarenador

Tanque Imhoff

Lechos de Secado.

Se espera con esto tener una remoción de 60% en las ma-

terias suspendidas, 30% en la demanda Bioquímica de oxígeno y 50% en las bacterias.

Para la ejecución del presente Proyecto ha sido necesario levantar el plano de la ciudad a curvas de nivel, para esto se hicieron cinco poligonales principales, empleándose un teodolito Wild de 30" de aproximación y una cinta de acero de 25 metros.- Dichas poligonales se calcularon y compensaron por coordenadas, habiéndose nivelado todas las estacas partiendo del Bench Mark situado en la plaza de Armas con la cota 85.

Apoyándose en las poligonales anteriores se hizo el levantamiento detallado de la ciudad con ubicación de edificios públicos, fábricas, etc., para esto se corrieron 11 chicotes entre las poligonales.

Se ha estudiado también el plan regulador de Chulucanas, para someter a la ciudad a un mejor trazado en relación con la expansión de la población.

Levantamiento topográfico de la ciudad.-

El levantamiento topográfico de la ciudad se hizo con teodolito Wild con 30" de aproximación y cinta de acero de 25 metros de longitud.- Para el efecto se midieron cinco poligonales principales las que se calcularon y consiguieron por coordenadas; apoyándose en estas poligonales se corrieron once chicotes para el relleno de la población, habiéndose éstos calculado también por coordenadas.

La nivelación se partió de un Bench Mark, situado en la Plaza de Armas, con la cota 85, habiéndose usado un nivel para acotar todas las estacas de las poligonales.

El bidujo del plano se hizo a escala 1:2000, habiéndose interpolado curvas de nivel para cada metro de diferencia de altura.

El detalle de los cálculos aparece en los cuadros que se incluyen a continuación.

P O L I G O N A L N ° I
C I E R R E A N G U L A R

VERTICES	A N G U L O S		AZIMUT
	Observados	Compensados	
A	268° 53' 42"	268° 53' 46"	186° 52' 46"
B	185° 20' 10"	185° 20' 14"	192° 13' 00"
C	176° 30' 30"	176° 30' 34"	188° 43' 34"
D	180° 03' 15"	180° 03' 19"	188° 46' 53"
E	189° 23' 52"	189° 23' 56"	198° 10' 49"
F	266° 12' 15"	266° 12' 19"	284° 23' 08"
G	181° 11' 52"	181° 11' 56"	285° 35' 04"
H	181° 40' 15"	181° 40' 19"	287° 15' 23"
I	268° 47' 00"	268° 47' 04"	16° 02' 27"
J	182° 23' 45"	182° 23' 49"	18° 26' 16"
K	175° 55' 00"	175° 55' 04"	14° 21' 20"
L	181° 24' 25"	181° 24' 29"	15° 45' 49"
M	182° 43' 00"	182° 43' 05"	18° 28' 54"
N	177° 40' 00"	177° 40' 05"	16° 08' 59"
O	271° 09' 00"	271° 09' 05"	107° 18' 04"
P	170° 40' 52"	170° 40' 56"	97° 59' 00"

$$S \hat{e} = 2R (n + 2) -$$

$$S \hat{e} = 180 \times 18 = 3240$$

$$\hat{E} = 3240^{\circ} - 3239^{\circ} 58' 53'' = 00^{\circ} 01' 07''$$

POLIGONAL N° II
CIERRE ANGULAR

VERTICES	ANGULOS		AZIMUT
	Observados	Compensados	
O	188° 11' 22"	188° 11' 30"	295° 29' 34"
A ₁	282° 47' 15"	282° 47' 23"	38° 16' 57"
B ₁	131° 16' 22"	131° 16' 30"	349° 33' 27"
C ₁	265° 10' 30"	265° 10' 38"	74° 44' 05"
D ₁	173° 16' 46"	173° 16' 54"	68° 00' 59"
E ₁	237° 49' 40"	237° 49' 49"	125° 50' 48"
F ₁	245° 53' 30"	245° 53' 39"	191° 44' 27"
G ₁	170° 02' 30"	170° 02' 39"	181° 47' 06"
H ₁	94° 54' 30"	94° 54' 39"	96° 41' 45"
A	270° 10' 52"	270° 11' 01"	186° 42' 56"

El cierre angular se hizo por azimutes encontrándose un error de
- 00° 01' 26".

P O L I G O N A L N o I I I
C I E R R E A N G U L A R

VERTICES	A N G U L O S		AZIMUT
	Observados	Compensados	
A ₁	156° 44' 30"	156° 44' 40"	272° 14' 14"
A ₂	108° 36' 15"	108° 36' 25"	200° 50' 39"
B ₂	207° 02' 00"	207° 02' 10"	227° 52' 49"
C ₂	162° 51' 00"	162° 51' 10"	210° 43' 59"
D ₂	206° 49' 00"	206° 49' 10"	237° 33' 09"
E ₂	136° 40' 00"	136° 40' 10"	94° 13' 19"
F ₂	146° 53' 37"	146° 53' 46"	161° 07' 05"
G ₂	121° 02' 10"	121° 02' 19"	102° 09' 24"
H ₂	107° 10' 43"	167° 10' 54"	89° 20' 18"
I	106° 42' 00"	106° 42' 09"	16° 02' 27"

El cierre angular se hizo por azimutes y se obtuvo un error de
00° 01' 36"

POLIGONAL N° IV
CIERRE ANGULAR

VERTICES	ANGULOS		AZIMUT
	Observados	Compensados	
F	186° 01' 45"	186° 01' 39"	204° 12' 28"
A ₃	267° 05' 00"	167° 04' 54"	291° 17' 22"
B ₃	180° 00' 00"	179° 59' 55"	291° 17' 17"
C ₃	267° 29' 00"	267° 28' 55"	18° 46' 12"
I	177° 16' 20"	177° 16' 15"	16° 02' 27"

El cierre angular se hizo por azimutes con un error de - 00° 00' 27"

P O L I G O N A L N ° V
C I E R R E A N G U L A R

VERTICES	A N G U L O S		AZIMUT
	Observados	Compensados	
C	92° 08' 30"	92° 08' 34"	104° 21' 34"
A ₄	174° 47' 15"	174° 47' 20"	99° 08' 54"
B ₄	234° 12' 40"	234° 12' 45"	153° 21' 39"
C ₄	261° 09' 00"	261° 09' 05"	234° 30' 44"
D ₄	201° 10' 45"	201° 10' 50"	255° 41' 34"
Est. 98	127° 01' 00"	127° 01' 05"	202° 42' 39"
E ₄	165° 10' 30"	165° 10' 35"	187° 53' 14"
F ₄	222° 55' 15"	222° 55' 20"	230° 48' 34"
F	327° 22' 10"	327° 22' 10"	18° 10' 49"

El cierre angular se hizo por azimutes y se obtuvo un error de
00° 00' 46"

		S			
LADO	AL		X	Y	VERTICE
			5000.00	5000.00	A
A-B	186°	118.83 -0.02			
		118.85	4985.66	4881.15	B
B-C	192°	176.98 -0.02			
		177.00	4947.32	4704.15	C
C-D	188°	236.08 -0.03			
		236.11	4911.06	4468.04	D
D-E	188°	197.33 -0.02			
		197.35	4880.56	4270.69	E
E-F	198°	193.10 -0.02			
		193.12	4817.12	4077.57	F
F-G	284°				
			4538.38	4149.02	G
G-H	285°				
			4420.87	4181.77	H
H-I	287°				
			4268.91	4228.95	I
I-J	16°				
			4313.97	4385.72	J
J-K	18°				
			4377.10	4575.11	K
K-L	14°				
			4403.65	4678.89	L
L-M	15°				
			4431.84	4778.78	M
M-N	18°				
			4495.84	4970.30	N

E N A D A S					
LADO	AZIM	X	Y	VERTICE	
N-U	16° 08'				
		4534.90	5105.18	U	
O-P	107° 18' 56				
	03				
	59	4767.84	5032.59	P	
P-A	97° 59' 56				
	03				
	59	5000.00	5000.00	A	

= 0.0013

		N A D A S			
LADO	AZI	X	Y	VERTICE	
		4534.90	5105.18	0	
O-A ₁	295° 2				
A ₁ -B ₁	38° 16	4361.89	5187.66	A ₁	
B ₁ -C ₁	349° 3	4471.11	5326.01	B ₁	
C ₁ -D ₁	74° 44	4452.62	5426.37	C ₁	
D ₁ -E ₁	68° 00	4655.78	5481.79	D ₁	
E ₁ -F ₁	125° 59.66	4825.10	5550.12	E ₁	
	-0.01				
F ₁ -G ₁	191° 59.67	4907.68	5490.45	F ₁	
	26.71				
	-0.03				
G ₁ -H ₁	181° 26.74	4860.58	5263.71	G ₁	
	46.39				
	-0.03				
H ₁ -A	96° 46.42	4852.96	5017.29	H ₁	
	17.27				
	-0.02				
	17.29	5000.00	5000.00	A	

$$E = 0.14^2 + 0.18$$

$$E_1 = \frac{0.20}{1591.20} \frac{18}{11.20} = 0.00011$$

		E N A D A S			
LADO	A		X	Y	VERTICE
			4361.89	5187.66	A ₁
A ₁ -A ₂	272°				
			4267.62	5191.35	A ₂
A ₂ -B ₂	200°	137.17 +0.02			
			4215.34	5054.20	B ₂
B ₂ -C ₂	227°	137.15 138.29 +0.04			
			4062.32	4915.95	C ₂
C ₂ -D ₂	210°	138.25 131.66 +0.03			
			3983.98	4784.32	D ₂
D ₂ -E ₂	237°	131.63 66.98 +0.02			
			3878.58	4717.36	E ₂
E ₂ -F ₂	194°	66.96 191.77 +0.03			
			3829.90	4525.62	F ₂
F ₂ -G ₂	161°	191.74 249.08 +0.05			
			3915.00	4276.59	G ₂
G ₂ -H ₂	102°	249.03 49.16 +0.05			
			4143.14	4227.48	
H ₂ -I ₂	89°	49.11			
			4268.91	4228.95	I
E = 0.56 ²					
E' = $\frac{0.62}{1545} = \frac{7}{5} = 0.0002$					

		E N A D A S			
LADO	A	X	Y	VERTICE	
		4817.12	4077.57	F	
F-A ₃	204°	194.91 -0.06			
A ₃ -B ₃	291°	194.97	4729.60	3882.61	A ₃
B ₃ -C ₃	291°		4566.60	3946.12	B ₃
C ₃ -I	18°		4218.73	4081.64	C ₃
			4268.91	4228.96	I
		+ 0.27			
		$\frac{0.27}{917.95} = 0.0003$			

LADO	A	E N A D A S			VERTICE
		X	Y		
C-A ₄	104°	24.84 +0.02	4947.32	4704.15	C
A ₄ -B ₄	99°	24.82 30.07 +0.03	5044.30	4679.33	A ₄
B ₄ -C ₄	153°	30.04 84.75 +0.01	5230.91	4649.29	B ₄
C ₄ -D ₄	234°	84.74 77.79 +0.02	5273.38	4564.55	C ₄
D ₄ -E ₉₈	255°	77.77 29.33 +0.02	5164.21	4486.78	D ₄
E ₉₈ -E ₄	202°	29.31 143.97 ±0.02	5049.14	4457.47	Est.98
E ₄ -F ₄	187°	143.95 108.37 +0.02	4988.81	4313.52	E ₄
F ₄ -F	230°	108.35 127.63 +0.03	4973.75	4205.17	F ₄
		127.60	4817.12	4077.57	F
		0.17			
		0.17 = 0.0002			
		1104			

Plan Regulador de la Ciudad de Chulucanas.-

Topografía y Generalidades.-

La topografía que presenta el Valle de Piura en esa zona, es poco accidentada.- La altura sobre el nivel del mar es de 85 metros.

Chulucanas es una ciudad de vida modesta en la actualidad, esperándose gran adelanto con la Implantación del Servicio de agua potable y desagüe.- La población casi en su totalidad está dedicada a trabajos de agricultura en las Haciendas aledañas.- El mercado principal es el arroz, ocupando dicha ciudad un lugar importante en la exportación de tal producto.

Estado actual de la ciudad y problema que afronta.-

La ciudad de Chulucanas obedece a un trazado irregular tipo damero en la que existe calles de diversos anchos que no han consultado reglamentación alguna.- Tanto la zona comercial como la cívica carecen de línea de separación, notándose una mezcla de edificios públicos en lugares comerciales y residenciales.

El actual Mercado está ubicado a 500 metros de la Plaza de Armas.- La ciudad carece por completo de áreas de recreo dentro de ella, siendo la Plaza de Armas de muy reducida extensión la única área libre con que cuenta la población.

El Cementerio, por ensanche natural de la ciudad no estudiado ha quedado casi dentro del núcleo urbano.

El Estadio está ubicado junto al Cementerio, no satisfaciendo las necesidades que requiere dicho local.

Se prevee una congestión futura en el centro mismo de la ciudad atendiendo a la concentración alrededor de la Plaza de Armas de la zona comercial y cívica, contando con arterias que en las condiciones actuales de trazado no satisfarían el normal desenvolvimiento del tráfico.

Trazado del Plan Regulador.-

El trazado obedece a una concepción del futuro normal desenvolvimiento de la ciudad.

Como arteria de circunvalación con características de by-pass se ha proyectado una avenida de 16 metros de ancho, la que circunscribe el área urbana actual y parte de la zona S.O. proyectada.

Además hay dos arterias en sentido ortogonal que divide la ciudad en 4 zonas.- La zona del barrio Residencial se ha proyectado en la parte Norte de la ciudad con un trazado que se adopta a las realidades económicas y sociales de la población.

Se ha creado una zona sub-centro de comercio en la parte N.O. de la ciudad, ocupando el Mercado el centro de dicha zona.

Estando el actual Cementerio dentro de una área urbana y otra residencial proyectada, ocupando el sitio de ensanche forzoso de la ciudad, se desprende la imperiosa necesidad de crear un nuevo Cementerio en la zona Este que concetúo la más

apropiada.- El Cementerio actual quedaría clausurado y encerrado dentro de una gran zona de área verde.

La ubicación del Estadio se ha proyectado en un lugar de fácil acceso por la Avenida de Circunvalación precediéndole un Parque a la fachada de dicho local.

Junto al Estadio, se ha proyectado un Jardín de la Infancia que goza de la tranquilidad necesaria, por estar relativamente separado de la población y de los lugares de tráfico.

Medidas que tomará el Concejo para mejor desenvolvimiento del Plan.-

- 1°.- Se someterá las propiedades a un retiro peulativo de fachada en la dimensión necesaria para obtener el ensanche requerido;
- 2°.- Se procederá a cortar las fachadas que tuvieran cuerpos salientes del eje imaginario de la línea de fachada; y
- 3°.- Se tendrá presente en las futuras construcciones la no inmiscuición de toda edificación ajena al tipo de la zona.

Estimación de la población futura.-

Son conocidos los métodos usados para predecir la población futura de una ciudad, en ellos, en términos generales, se ajustan los datos censales de años anteriores, a determinadas funciones matemáticas establecidas de los cuales, por simple extrapolación, se obtiene la población para los años futuros.- La experiencia ha demostrado que los métodos en uso dan una razonable aproximación, cuando se trata de poblaciones ya formadas, y con cierta fisonomía particular, por supuesto siempre que se posean un mínimo de datos censales, espaciados convenientemente.

En el caso de Chulucanas, se disponen únicamente de tres censos, estando los extremos distantes 64 años; es pues muy poco lo que se puede deducir con ellos, aún más, si se tiene en cuenta que el desarrollo de la población se verá gradualmente incrementado con las obras de agua potable próximas a instalarse y las de alcantarillado que se proyectan aquí.

Por estas circunstancias no se usaron para el cálculo de la población futura, todos los métodos conocidos, limitando el análisis a los métodos de la ecuación de segundo grado completa, y el del interés compuesto, los que se consideran más representativos del crecimiento de nuestras ciudades

Los datos de población disponibles son los siguientes:

Datos de población

Censo del año	1876	1,336	Habts.
„ „ „	1920	3,217	„
„ „ „	1940	11,958	„

Método de la ecuación completo de segundo grado.-

Reducción de las constantes de la ecuación $Y = A + Bx + Cx^2$

Año Censal	Año transcurrido x	x ²	Número de habitantes.
1876	0	0	1336
1920	44	1936	3217
1940	64	4096	11953

Sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas.

$$1336 = A \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$3217 = A + 44B + 1936 C \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$11953 = A + 64B + 4096 C \quad \dots \dots \dots (3)$$

Resolviendo el sistema se tiene para las constantes
los siguientes valores:

- A 1336
- B - 228
- C 6.16

En consecuencia la ecuación correspondiente a Chulucanas es:

$$Y = 1336 - 228x + 6.16 x^2$$

Para el año 1970 se tendrá:

$$X = 1970 - 1876 = 94$$

$$X^2 = 9936$$

$$Y = 1336 - 228 x 94 + 6.16 x 8836 = 30290$$

Método Geométrico.-

Por las consideraciones ya enunciadas sería ocioso utilizar directamente los datos de Chulucanas; es preferible entonces utilizar el criterio de Capello, quien basado en observaciones sobre las ciudades peruanas de la categoría de la nuestra, estableció que estas crecen geométricamente con una tasa anual cercana al 3%.

En nuestro caso para el año 1970

$$P_{70} = P_{40} (1 + 0.03)^{30}$$

$$P_{70} = 11,950 \times 1.03^{30}$$

$$P_{70} = 11,950 \times 2,43 = 29,050 \text{ Habts.}$$

Población adoptada para el diseño.-

Nos parece acertado considerar para 1970, 30,000 habitantes, que es un promedio redondeado de los resultados obtenidos en los dos métodos anteriores; esta cifra puede también mirarse como el resultado de multiplicar por 2.5 la población actual, práctica muy popular en los proyectos oficiales en los casos en que se carece de datos suficientes.

Cantidad de agua por evacuar.-

En el Proyecto de Agua Potable para la ciudad de Chulucanas, se ha considerado un consumo promedio de 200 litros por habitante y por día; sin embargo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1.- La población en la costa del Norte de la República, donde el clima es altamente caluroso pueden tener un consumo promedio mayor, el que se estima como 200 litros por habitante y por día.

2.- El desagüe industrial tiene muy poca relación con la población, muchas industrias obtienen el agua de fuentes diferentes al abastecimiento público.

3.- El futuro abastecimiento de Agua Potable, será por pozos perforados prácticamente en la misma ciudad, esto dá la posibilidad de aumentar la dotación muy rápidamente, abriendo nuevos pozos, lo cual significa un relativo bajo costo.

4.- Una red de alcantarillado cuidadosamente ejecutada y bien conservada es una estructura de duración muy grande, considerables errores de cálculo en la cantidad de agua por evacuar pueden significar en la mayoría de los casos solamente el aumento en la tubería al "diámetro superior" correspondiente a la cantidad primitiva, esto naturalmente eleva el costo inicial pero deja un saldo favorable si se tiene en cuenta el costo de futuras ampliaciones.- En efecto, tómesese por ejemplo 200 litros por segundo, con una pendiente hidráulica de 4,5 ‰, necesitan una tubería de 18"; 150 litros por segun-

do con la misma pendiente hidráulica, necesitarían 16"-1/2, es decir de todas maneras 18".- Si se usara una tubería de 16", esta sólo tendría capacidad para 140 litros por segundo, el exceso, 60 litros por segundo necesita una tubería de 12", la diferencia entre las dos relaciones es bastante clara.

Por último la posibilidad de nuevos usos del agua, tales como la instalación de plantas para aire acondicionado, afecta el futuro volumen de aguas negras.

Las consideraciones enunciadas, nos conducen a adoptar como cifra de diseño para la red de alcantarillado, 250 litros por habitante y por día.

Variaciones diarias y horarias.-

El volumen de agua descargado, varía no únicamente de una ciudad a otra sino también en los diferentes barrios de la ciudad, tanto como de una residencia familiar a una casa de departamento.

Podemos establecer las siguientes conclusiones:

- 1.- El volumen de desagüe en una cantidad indeterminada.
- 2.- El valor del coeficiente "n" de fricción, en tramos cortos de tuberías, es también indeterminado, después de algún tiempo de estar en servicio.
- 3.- En muchos casos debido a la diferencia de capacidad de dos tamaños de tubería consecutivos el mismo diámetro comercial, deberá usarse para llevar la cantidad estimada, sin tener en cuenta el valor de "n".

4.- Un ligero incremento en la altura de agua en los buzones, sobrepasará la diferencia teórica en la descarga.

A falta de datos se asume que el promedio del día de máximo consumo exceda un 30% al promedio diario anual, y la descarga máxima horaria en 70% al promedio del día de máximo consumo, se tendrá entonces:

Promedio diario anual:

$$\frac{30,000 \times 250}{36,400} = 87 \text{ lts./seg.}$$

Día de máximo consumo:

$$\text{Promedio: } 87 \times 1.3 = 112 \text{ lts./seg.}$$

$$\text{Máximo horario: } 112 \times 1.7 = 190 \text{ lts./seg.}$$

Descarga de agua de lluvia.-

Se carece en absoluto de estadísticas de cantidad y duración de las precipitaciones por lo cual se asume 0,5 lts./seg./Ha., lo que daría en total:

$$0,50 \times 160 \text{ Hectáreas} = 80 \text{ lts./seg.}$$

Si se considera la tormenta coincidiendo con el máximo horario la descarga máxima será entonces:

$$190 + 80 = 270 \text{ lts./seg.}$$

Gasto por metro lineal de tubería.-

Siendo la longitud total de la tubería de 18410 metros, considerando las ampliaciones

futuras según el plano regulador, el gasto por metro lineal será:

$$\frac{270}{18410} = 0,0146 \text{ lts./seg./ml.}$$

El diseño de redes, tomando como unidad el gasto por metro lineal de tubería, se ha vuelto impopular en los últimos años, sin que para ello existan razones de gran peso.- En el diseño de grandes colectores primarios el método de áreas es indudablemente el más apropiado pues con él se puede determinar rápida y fácilmente la extensión cubierta por colector; en el diseño de colectores de tercer orden y sobre todo en los arranques de la red, el método de gasto por metro lineal es mucho más expeditivo y suficientemente exacto dentro de los anchos márgenes que proporcionan los diámetros comerciales de las tuberías y de la inseguridad de los datos bases tales como dotación y densidad.

La incertidumbre existe necesariamente en la estimación de la cantidad de desagüe si a esto se agrega la dificultad de establecer el exacto valor del coeficiente "n" de fricción de la tubería, debido al carácter no uniforme de la superficie interior, excesivos refinamientos en el cálculo resultan completamente inconsistentes con los datos disponibles.

Red de Alcantarillado.-

Para el cálculo de la red de alcantarillado, se ha considerado conveniente dividir la ciudad en dos zonas de drenaje, sirviendo a cada una de ellas un colector principal denominado "Colector Panteón" y "Colector Cuartel", estos colectores se reúnen en las afueras de la ciudad para dar principio al emisor final.

Esta parte de la memoria descriptiva se refiere únicamente al cálculo y características de la red de desagües dentro de la ciudad, es decir, del buzón 1 al 114 y el 215 y 216 para el Colector Cuartel y del 115 al 214 y el 218, 217 y 220 para el Colector Panteón.- La parte correspondiente a las afueras de la ciudad se trata en capítulo aparte bajo la denominación de "Emisor Final".

Para el cálculo de la red se procedió a dibujar los perfiles de todas las calles en los que posteriormente se ha colocado la tubería proyectada y los buzones; indicándose en todos los casos las cotas del terreno y las de fondo, así como, las distancias parciales y totales, el diámetro de la tubería y pendiente.

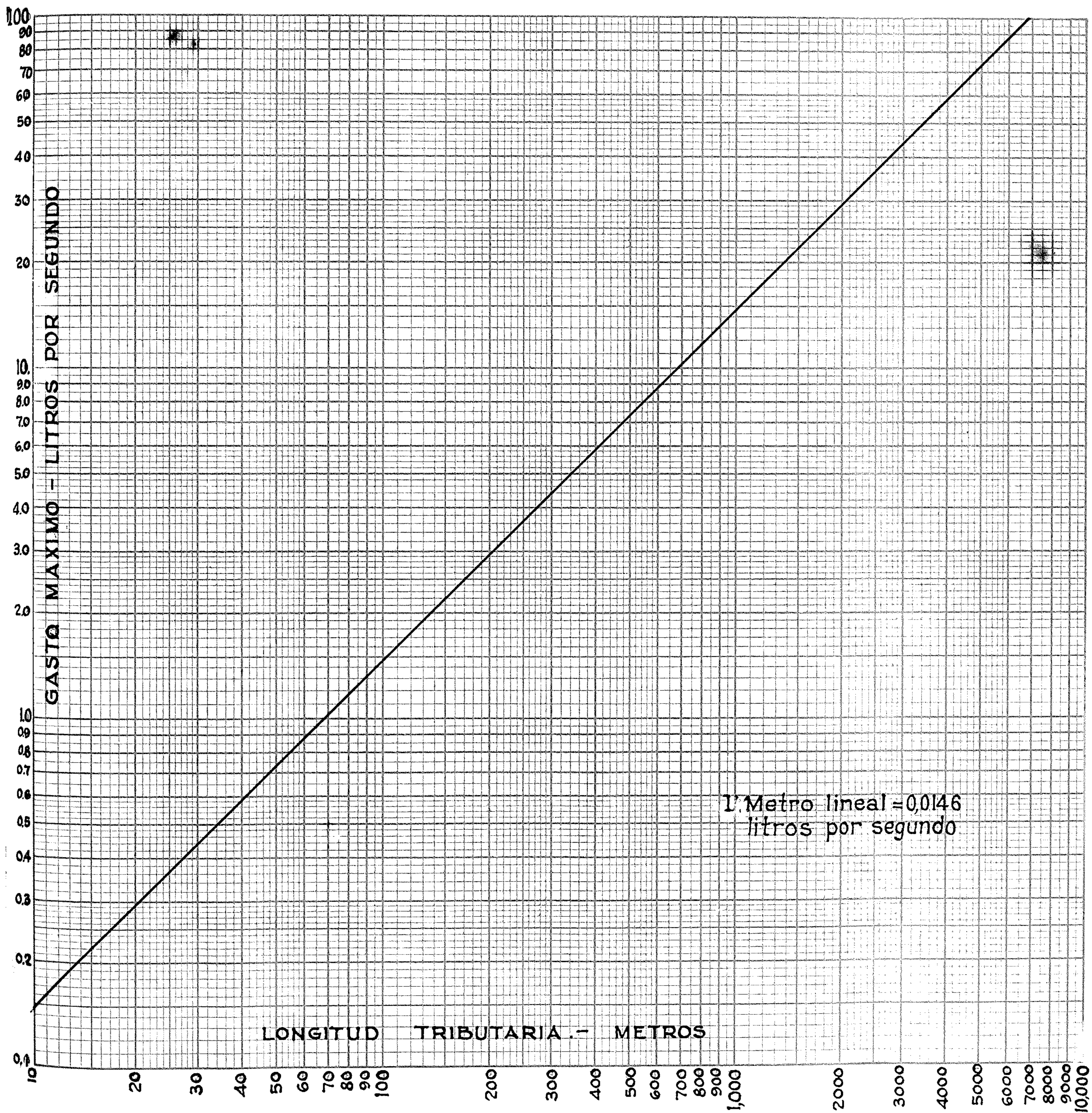
Después de varias tentativas en las que se modificó las pendientes y la dirección de escurrimiento, con el objeto de conformar las limitaciones expuestas anteriormente (Ver Naturaleza de las Obras y su Capacidad), se llegó a la solución final cuyo detalle de cálculo aparece a continuación y que es la que aparece en los planos correspondientes.

En el cálculo de los colectores se ha empleado la fórmula simplificada de Kutter por el Profesor H.E. Babbitt para $n = 0.013$ correspondiente a tubos de concreto.

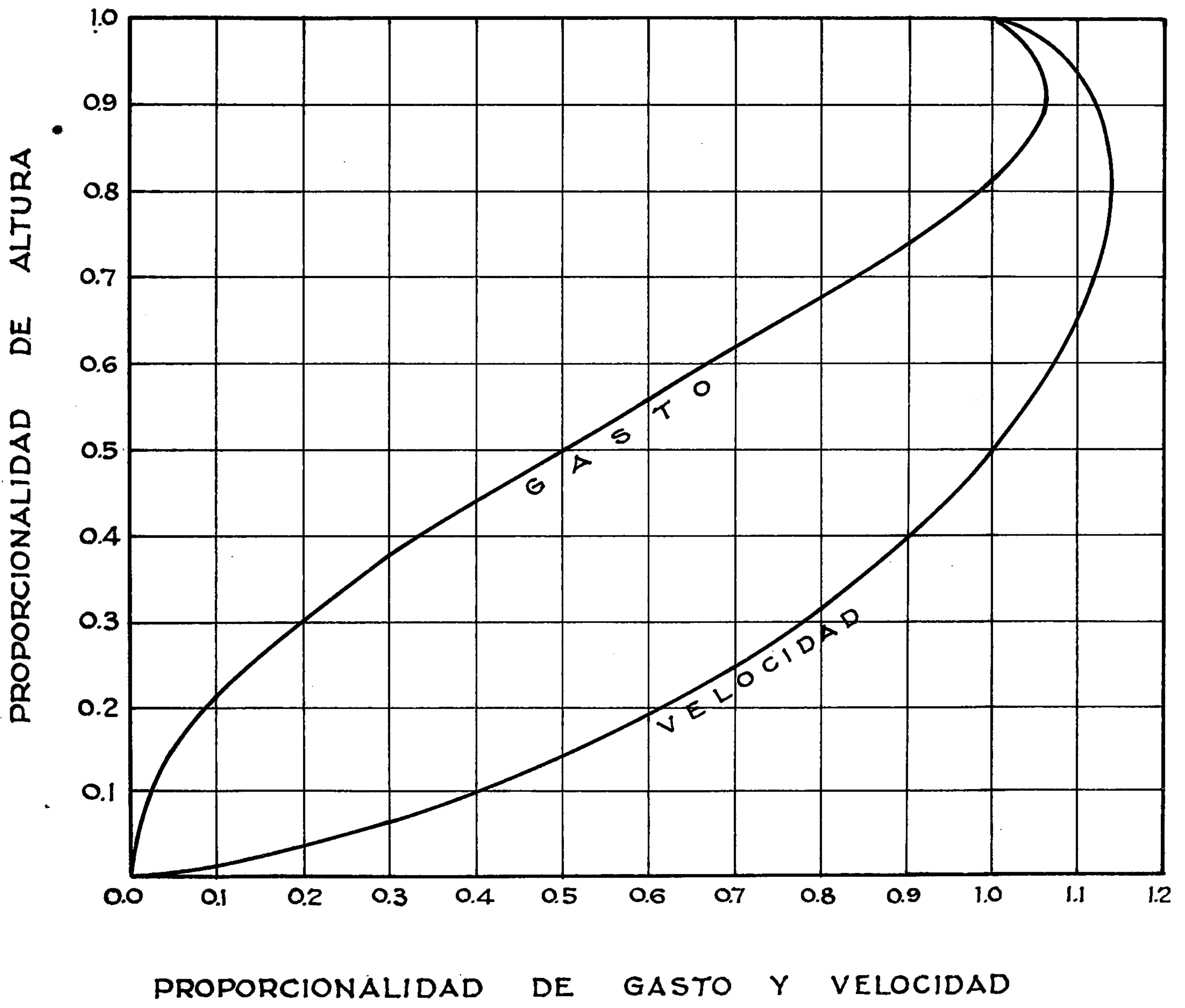
En los cuadros de cálculo figuran para cada tramo de tubería (de buzón a buzón), a más de las acotaciones respectivas, la longitud tributaria y el gasto correspondiente y las columnas necesarias para calcular la velocidad correspondiente a la máxima descarga en el tramo.

En los tramos de tubería en los que no se ha podido conseguir la velocidad mínima se colocan cajas de lavado.

Se incluye también un plano en el que se detalla el tipo de fondo que corresponde a cada buzón.



GASTO MAXIMO EN FUNCION DE LA LONGITUD TRIBUTARIA



ELEMENTOS HIDRAULICOS
DE LA SECCION CIRCULAR

CALLE TUI			Velocidades m/seg.			Observaciones
Del bu zón No	Al bu zón No	ura Nic	A tubo lleno	Propor cional	Real a Máx. des	
16	117	5	1.35	0.51	0.69	Recibe 50% de Cuzco 15-16
117	118	0	1.35	0.58	0.78	Contribuye Apurimac 118-119
118	133	0	1.45	0.64	0.93	Recibe Apurimac 116-118
133	134	5	1.45	0.69	1.00	
134	150	0	0.65	1.11	0.72	Recibe de Ayacucho 132-134
150	160	5	0.90	0.94	0.85	Recibe de Huancavelica
160	161	0	0.90	0.97	0.87	Contribuye a Junín 161-162
161	173	5	0.75	1.75	0.56	Recibe de Junín 159-161
173	174	0	0.75	0.81	0.61	Contribuye a Huánuco 174-175
<u>CALLE PIURA</u>						
18	19	0	1.85	0.42	0.78	Contribuye a Cuzco 19-20
19	120	0	1.85	0.35	0.65	Recibe de Cuzco 17-19
120	125	0	1.85	0.40	0.74	
125	126	0	0.75	1.02	0.76	Recibe Apurimac 119-125- y 124-125
126	143	0	0.75	1.04	0.78	
143	156	60	0.95	1.10	1.05	Recibe Ayacucho 135-143 y 142-143
156	157	20	1.15	1.09	1.25	Recibe Huancavelica 151 -156 y 155-156
157	169	50	1.15	1.09	1.25	
169	170	00	1.15	1.14	1.31	Recibe Junín 162-169 y 168-169
170	185	20	1.15	1.14	1.31	
185	186	40	1.40	1.12	1.57	Recibe Huánuco 175-185 y 184-185
186	209	40	1.40	1.12	1.57	
209	214	70	1.65	1.09	1.80	Recibe de Colón 208-209 50%
214	218	90	1.45	1.10	1.60	Recibe de Amazonas 213-214
218	219	00	1.45	1.11	1.61	
219	220	00	1.45	1.11	1.61	Contribuye a calle S/N. 220-221
<u>LAMBAYEQUE</u>						
4	22	30	0.90	0.64	0.60	Recibe de Puno 3-4
22	23	30	0.90	0.69	0.62	Contribuye a Cuzco 23-24
23	123	00	0.65	1.02	0.69	Recibe de Cuzco 21-23
123	139	60	0.65	1.10	0.72	Recibe de Apurimac 122-123
139	140	06	0.65	1.12	0.73	
140	141					Recibe de Ayacucho 138-140
141	170					Recibe 50% Ayacucho 140-141
170	154	0	0.90	0.77	0.69	Contribuye Huancavelica 154-155
154	166	0	0.90	0.51	0.46	Recibe Huancavelica 153-154
166	167	0	0.90	0.64	0.58	Contribuye Junín 167-168
167	182	0	0.90	0.94	0.85	Recibe Junín 165-167
182	183	0	0.90	0.96	0.87	Contribuye Huánuco 183-184
183	207	0	0.90	0.52	0.47	Recibe Huánuco 181-183
207	210	0	0.90	0.42	0.38	Recibe 50% del tramo anterior
210	212	0	0.90	0.90	0.36	Contribuye Amazonas 212-213
212	217	60	0.60	1.21	0.73	Recibe de Pisagua 206-217

Del bu zón No	Al bu zón No	Altura pelic de agua cms.	Velocidades m/seg.		Real a Máx.des	Observaciones
			A tubo lleno	Propor cional		
						Y
46	47	1.70	0.92	0.37	0.34	Comienzo Caja de Lavado
47	48	2.70	0.92	0.49	0.45	Contribuye a Cuzco 48-98
48	49	2.70	0.92	0.49	0.45	Comienzo
49	50	3.80	0.92	0.69	0.55	
50	102	4.40	0.92	0.67	0.62	Contribuye Ayacucho 102-103
CALLE TACNA						
99	100	2.10	1.58	0.49	0.77	Comienzo
100	101	3.40	1.08	0.58	0.63	
101	104	4.10	1.08	0.65	0.70	Contribuye Ayacucho 104-105
CALLE TARAPAC						
107	108	5.60	1.00	0.78	0.78	Recibe de Cuzco 106-107
108	109	6.20	1.00	0.90	0.90	
109	110	6.60	1.00	0.96	0.96	
110	111	7.20	1.00	0.97	0.97	
111	112	12.30	0.90	0.91	0.82	Recibe Ayacucho 105-111
112	114	12.90	0.90	0.94	0.85	Contribuye Junín 114-215
CALLE PUNO						
1	2	11.80	2.20	0.36	0.79	Comienzo Caja de Lavado
2	3	3.00	0.95	0.60	0.57	
3	4	3.90	0.95	0.66	0.63	Contribuye 50% Lambayeque 4-22
4	5	3.30	0.95	0.64	0.61	
5	6	4.00	0.95	0.68	0.65	Contribuye 50% Libertad 6-25
6	7	1.80	0.95	0.40	0.38	
7	13	9.30	0.95	1.08	1.02	Contribuye Lima 13-14
13	12	10.00	0.80	1.00	0.80	Recibe 12.5% de extensión futur
12	11	4.50	0.65	0.75	0.94	
11	10	3.60	0.65	0.64	0.42	
10	9	2.90	0.65	0.57	0.37	
9	8	2.90	0.65	0.57	0.37	Comienzo Caja de Lavado.
CALLE APURIMA						
115	116	3.00	0.65	0.59	0.38	Comienzo Caja de Lavado
116	118	3.70	0.65	0.68	0.44	Al jirón Tumbes 118-133
118	119	3.80	1.05	0.70	0.74	Del jirón Tumbes 117-118
119	125	4.30	1.05	0.75	0.79	Contribuye a Piura 125-126
124	125	4.00	0.88	0.82	0.62	" " " 125-126
62	124	3.37	0.85	0.65	0.56	
102	60	1.50	1.40	0.37	0.53	Comienzo

CALLE APURIMAC

Del bu zón No	Al bu zón No	Altura pelic de agua cms.	Velocidades m/seg.			Observacions
			A tubo lleno	Propor cional	Real Máx,des	
123	122	3.10	0.85	0.62	0.53	Contribuye a Lambayeque 123-129
122	121	1.80	1.30	0.40	0.152	Comienzo
121	29	1.40	1.78	0.34	0.61	Comienzo
29	31	1.40	1.15	0.83	0.95	Recibe 50% Callao 27-29

CALLE PAITA

32	60	1.90	0.80	0.72	0.58	Recibe 50% Lima 31-32
60	61	3.10	0.80	0.78	0.63	Contribuye Ica 61-63
S.N.						
30	33	1.50	1.35	0.37	0.50	Comienzo Contribuye Lima 33-44

CALLE CUZCO

15	16	2.50	0.85	0.49	0.42	Contribuye 50% Comienzo C.d L.
16	17	3.60	0.85	0.64	0.54	
17	19	2.40	0.85	0.53	0.45	
19	20	5.40	0.85	0.85	0.72	Recibe de Piura 18-19
20	21	6.00	0.85	0.90	0.76	
21	23	6.50	0.85	0.93	0.79	Contribuye Lambayeque 23-123
23	24	4.50	0.85	0.75	0.64	Recibe Lambayeque 22-23
24	26	5.00	0.85	0.81	0.69	
26	27	7.80	0.85	1.02	0.87	Recibe Libertad 25-26
27	28	1.50	1.70	0.40	0.68	Contribuye Lima 28-31
28	58	8.20	1.35	0.90	1.21	Recibe Lima 14-28 Cont. Ica 58-59
58	56	3.90	0.90	0.70	0.63	Contribuye Ica 58-59
56	53	3.00	0.90	0.70	0.63	Recibe 50% Arequipa 52-53
53	51	2.10	0.90	0.63	0.53	Contribuye 50% Arequipa 53-54
51	48	2.10	1.35	0.45	0.61	
48	98	4.40	1.05	0.65	0.69	Recibe Moquegua 47-48
98	99	5.10	1.05	0.72	0.76	
99	106	5.90	0.60	0.88	0.53	
106	107	6.50	0.60	0.93	0.56	Contribuye Tarapacá 107-108

CALLE AYACUCHO

127	128	2.50	0.60	0.55	0.33	Comienzo Caja de Lavado
128	129	3.90	0.60	0.71	0.43	
129	130	5.00	0.60	0.81	0.49	
130	131	5.90	0.60	0.88	0.53	
131	132	6.50	0.60	0.93	0.56	
132	134	7.40	0.60	0.99	0.59	Contribuye a Tumbes 134-150

CALLE AYACUCHO

Del bu zón No	Al, be zón a	Altura pelíc de agua cms.	Velocidades m/seg.			Observaciones
			A tubo lleno	Propor cional	Real Máx. des	
134	135	2.30	0.88	0.58	0.53	Comienzo
135	143	4.20	0.88	0.70	0.62	Contribuye Piura 143-156
143	142	9.00	0.95	1.10	1.05	" " 143-156
142	141	8.60	0.95	1.08	1.02	Recibe Lambayeque 139-141
140	138	4.40	0.60	0.72	0.43	Contribuye Lambayeque 141-170
138	137	3.90	0.60	0.69	0.41	Recibe 50% Libertad 136-137
44	63	13.80	0.65	1.04	0.68	Recibe de Lima 33-44 y 43-44
63	88	12.50	1.00	1.00	1.00	Contribuye a Ica 63-64
88	89	12.75	1.00	1.01	1.01	Recibe de Ica 61-63
89	102	6.90	0.65	0.98	0.64	Contribuye a Arequipa 89-92
102	103	10.00	0.60	1.00	0.60	Recibe de Arequipa 55-89
103	104	10.40	0.60	1.02	0.61	Recibe de Moquegua 50-102
104	105	12.80	0.60	1.10	0.66	
105	111	13.40	0.60	1.12	0.67	Recibe de Tacna 101-104

CALLE COLON

209	208	4.50	0.70	0.77	0.54	Contribuye a Piura 209-214
208	207	3.70	0.70	0.69	0.48	Recibe 50% Lambayeque 183-207

CALLE HUANCAYO

144	145	2.50	0.55	0.53	0.30	Comienzo Caja de Lavado
145	146	4.10	0.55	0.72	0.40	
146	147	5.10	0.55	0.82	0.45	
147	148	5.70	0.55	0.88	0.48	
148	149	7.10	0.55	0.98	0.54	
149	150	7.80	0.55	1.07	0.56	Contribuye a Tumbes 150-160
150	151	9.00	0.75	0.98	0.74	Recibe de Tumbes 134-150
151	156	9.60	0.75	0.99	0.75	Contribuye a Piura 156-157
156	155	7.10	0.70	0.98	0.69	" " " 156-157
155	154	6.50	0.70	0.93	0.65	Recibe Lambayeque 141-154
154	153	3.50	0.80	0.65	0.52	Contribuye Lambayeque 154-166
153	152	2.60	0.80	0.53	0.42	Comienzo
152	35	4.10	0.90	0.72	0.65	Contribuye Callao 35-36
35	42	8.20	1.10	0.91	1.00	Recibe de Callao 34-35
42	65	5.30	0.90	0.84	0.76	Recibe de Lima 180-42
65	66	5.70	0.90	0.88	0.79	Contribuye a Ica 66-67
66	91	12.00	0.95	0.98	0.93	Recibe de Ica 64-66
91	92	12.50	0.95	1.00	0.95	Contribuye a Arequipa 92-94

CALLE LIBRE		Altura pelic de agua cms.	Velocidades m/seg.			Observaciones
Del bu zón No	Al bu zón No		A tubo lleno	Propor cional	Real a Máx.des	
6	25	5.40	0.65	0.85	0.55	Recibe Puno 5-6
25	26	6.30	0.65	0.93	0.62	Contribuye Cuzco 26-27
121	136	3.20	1.05	0.62	0.66	Comienzo
136	137	3.85	0.70	0.75	0.53	
137	93	3.32	0.70	0.75	0.53	Recibe 50% 137-136
93	152	5.30	1.05	0.64	0.67	
152	163	6.10	0.60	0.85	0.52	
163	164	3.20	0.60	0.91	0.55	Contribuye a Junín 164-165
164	179	3.32	1.05	0.62	0.66	Recibe de Junín 37-164
179	180	6.10	1.05	0.67	0.71	Contribuye a Huánuco 180-181
180	202	6.70	0.80	0.91	0.72	Recibe de Huánuco 178-180
202	203	7.70	0.80	0.95	0.76	
203	204	4.70	0.80	4.00	0.80	Contribuye a Amazonas 204-211
204	205	6.70	0.65	0.90	0.59	Recibe Amazonas 199-204
205	206	6.70	0.65	0.95	0.62	Contribuye Pisagua 206-217
CALLE CALLAO						
27	29	9.40	0.60	0.97	0.60	Recibe de Cuzco 26-27
29	30	10.60	0.60	1.02	0.61	Recibe de Apurimac 121-29
30	34	11.20	0.60	1.05	0.63	
34	35	11.60	0.60	1.07	0.64	Contribuye Huancavelica 35-42
35	36	5.70	0.60	0.87	0.52	Recibe Huancavelica 152-35
36	37	6.50	0.60	0.94	0.56	
37	176	5.30	0.60	0.84	0.50	
176	178	5.70	0.60	0.87	0.52	Contribuye Huánuco 178-180
178	197	2.90	0.90	0.57	0.51	Recibe Huánuco 177-178
197	198	3.80	0.90	0.64	0.58	
198	199	4.40	0.90	0.69	0.62	Contribuye Amazonas 199-204
199	200	8.60	0.85	0.94	0.80	Recibe Amazonas 196-199
200	201	9.00	0.85	0.96	0.81	Contribuye Pisagua 201-206
CALLE LIMA						
13	14	10.60	0.80	1.02	0.82	Recibe Puno 12-13 y 7-13
14	28	11.00	0.80	1.04	0.83	Contribuye Cuzco 28-58
28	31	3.60	0.65	0.64	0.42	Recibe de Cuzco 27-28
31	32	4.80	0.65	0.77	0.50	Recibe Apurimac 29-31
32	33	5.30	0.65	0.84	0.55	
33	44	15.00	1.00	0.81	0.81	Recibe S/N. 30-33
43	44	11.60	0.70	1.07	0.75	Contribuye Ayacucho 44-45
42	43	11.20	0.70	1.05	0.75	Recibe Huancavelica 35-42
41	42	6.00	0.60	0.90	0.54	Contribuye Huancavelica 42-65

CALLE LIMA

De l zón No	bu Al bu zón la	Altura peñic de agua cms.	Velocidades m/seg.			Observaciones
			A tubo lleno	Propor cional	Real a Máx. des	
40	41	5.30	0.60	0.84	0.50	Recibe de Junín 37-40
39	40	3.50	0.98	20.67	0.66	
38	39	2.40	0.98	0.51	0.51	Comienzo
38	188	1.80	1.25	0.45	0.56	Comienzo
188	189	2.50	1.25	0.53	0.66	
189	195	3.30	1.25	0.64	0.70	Contribuye Amazonas 195-196
194	195	4.80	0.65	0.86	0.56	" " 195-196
193	194	3.80	0.65	0.78	0.52	Recibe de Pisagua 192-193

CALLE ICA

12	57	1.70	1.40	0.37	0.44	Comienzo
57	58	2.40	1.20	0.52	0.62	
58	59	10.80	0.65	1.02	0.66	Recibe Cuzco 28-58 y 56-58
59	61	11.20	0.65	1.05	0.68	
61	63	11.60	0.65	1.07	0.68	Contribuye Ayacucho 63-88
63	64	10.80	0.65	1.02	0.66	Recibe Ayacucho 45-63
64	66	11.20	0.65	1.05	0.68	Contribuye Huancavelica 66-91
66	67	7.20	0.65	0.85	0.55	Recibe Huancavelica 65-66
67	80	7.60	0.65	0.88	0.57	Contribuye Junín 80-81
80	78	4.50	0.60	0.85	0.51	" " 80-81
78	77	3.90	0.60	0.77	0.47	Recibe Huánuco 76-77
77	74	5.10	0.60	0.92	0.55	Contribuye Huánuco 77-84
74	73	3.80	0.60	0.83	0.50	Recibe 50% Amazonas 72-73
73	69	2.50	0.60	0.76	0.46	Contribuye 50% Amazonas 73-190
69	68	2.50	0.60	0.53	0.32	Comienzo-Caja de lavado

CALLE AREQUIPE

10	52	2.00	1.45	0.42	0.61	Comienzo
52	53	2.90	0.95	0.58	0.55	Contribuye 50% Cuzco 53-56
53	54	2.80	0.95	0.70	0.67	Recibe 50% de Cuzco 51-53
54	55	4.50	0.95	0.77	0.73	
55	89	5.30	0.95	0.84	0.80	Contribuye Ayacucho 89-102
89	92	15.60	0.70	1.01	0.71	Recibe Ayacucho 88-89
92	94	21.00	0.80	1.07	0.86	Contribuye Junín 94-96
86	94	9.00	0.70	1.07	0.75	" " 94-96
87	86	8.50	0.70	1.05	0.73	Recibe Huánuco 85-86
86	83	2.90	0.90	0.58	0.52	
83	82	2.90	0.90	0.58	0.52	Comienzo

CALLE JUNIN

Del bu zón No	Al zón	de ra	Altura pelic de agua cms.	Velocidades m/seg.			Observaciones
				A tubo lleno	Propor cional	Real Máx.des	
158	159	9	2.90	0.65	0.57	0.37	Comienzo Caja de Lavado
159	161	6	3.90	0.65	0.70	0.46	Contribuye a Tumbes 161-173
161	162	4	9.60	0.60	1.10	0.66	Recibe de Tumbes 160-161
162	169	4	11.10	0.60	1.14	0.68	Contribuye a Piura 169-170
169	168	1	4.70	0.80	0.77	0.62	" " " 169-170
168	167	7	4.10	0.80	0.72	0.58	Recibe de Lambayeque 166-167
167	165	3	6.50	0.80	0.94	0.75	Contribuye Lambayeque 167-18
165	164	0	6.00	0.80	0.90	0.72	Recibe Libertad 163-164
164	37	9	4.40	0.80	0.76	0.61	Comienzo
37	40	4	2.10	0.95	0.47	0.45	"
40	79	3	2.00	1.15	0.44	0.51	"
79	80	0	3.00	1.15	0.60	0.69	
80	81	4	10.80	0.65	1.04	0.68	Recibe Ica 78-80 y 67-80
81	94	7	11.40	0.65	1.06	0.69	
94	96	8	24.10	1.10	1.21	1.34	Recibe Arequipa 87-94 y 92-94
96	114	9	24.20	1.10	1.21	1.34	
114	215	0	28.40	1.05	1.18	1.24	Recibe Tarapacá 112-114
215	216	0	28.40	1.05	1.18	1.24	

CALLE AMAZONAS

214	213	4	13.70	0.90	1.03	0.93	Contribuye Piura 214-218
213	212	2	13.20	0.90	1.02	0.92	Recibe Lambayeque 210-212 y 217-218
212	211	1	7.80	0.80	1.01	0.81	
211	204	8	7.40	0.80	0.97	0.78	Recibe Libertad 203-204
204	199	3	5.00	0.80	0.80	0.64	Recibe de Callao 198-199
199	196	8	8.70	0.80	1.05	0.84	Contribuye Callao 199-202
196	195	6	8.40	0.80	1.05	0.84	Recibe Lima 194-195 y 189-195
195	190	3	5.00	0.80	0.80	0.64	
190	73	0	4.50	0.80	0.75	0.60	Recibe 50% de Ica 69-73
73	72	6	3.90	0.80	0.70	0.56	Contribuye 50% Ica 73-74
72	71	1	3.20	0.80	0.62	0.50	
71	70	4	2.10	0.80	0.47	0.38	Comienzo Caja de Lavado

CALLE HUANOCA

171	172	9	2.90	0.60	0.58	0.35	Comienzo Caja de Lavado
172	174	7	4.00	0.60	0.72	0.43	
174	175	4	6.80	0.75	0.82	0.62	Recibe Tumbes 173-174
175	185	7	5.80	0.75	0.87	0.65	Contribuye a Piura 185-186
185	184	4	10.80	0.85	1.04	0.88	" " " 185-186
184	183	3	10.60	0.85	1.03	0.89	Recibe de Lambayeque 182-183
183	181	7	7.40	0.70	0.87	0.61	Contribuye Lambayeque 183-207

CALLE HUANUCO

L O S

Del bu zón No	Al bu zón No	Altura pelic de agua cms.	Velocidades m/seg.		Observaciones	
			A tubo lleno	Propor cional		
181	180	7.20	0.70	0.85	0.60	Recibe de Libertad 179-180
180	178	7.00	0.90	0.84	0.76	Contribuye Libertad 180-202
178	38	2.00	1.40	0.42	0.59	Comienzo
138	76	2.00	1.20	0.44	0.53	"
76	77	2.70	1.20	0.55	0.66	Contribuye Ica 77-78
77	84	6.30	0.60	0.79	0.52	Recibe Ica 74-77
84	85	7.00	0.60	0.84	0.50	
85	86	7.40	0.60	0.87	0.52	Contribuye Arequipa 86-87
<u>CALLE PISAGUA</u>						
206	201	11.10	0.65	1.04	0.68	Contribuye Lambayeque 217-212
193	192	3.20	0.90	0.62	0.56	Recibe de Callao 280-201
192	191	2.10	0.90	0.45	0.40	Contribuye Lima 193-194
206	217	15.00	0.60	1.08	0.60	Comienzo Caja de Lavado

Disposición del Efluente.-

Las formas de disposición final del efluente de desagües de Chulucanas, pueden ser:

- 1.- Vertimiento en el río Piura; ó
- 2.- Utilización para la agricultura.

Estudiamos cada una de estas alternativas.

1.- Vertimiento en el río Piura.-

De los cuadros de descargas del río Piura, se deduce que si bien es cierto que en las épocas de verano llega a tener una descarga de cerca de 200 metros cúbicos por segundo, en la época de sequía, escasamente pasa los 200 litros por segundo; en estas condiciones y para el caso de vertimiento directo; se tendría para la dilución $200 \times 1000 \div 30,000 = 6,7$ litros por segundo por cada mil personas.- Siendo el número necesario para evitar molestias (malos olores, etc.), el de 50 litros por segundo por cada mil personas, se desprende que en estas condiciones debe usarse alguna clase de tratamiento previo.

2.- Utilización para la agricultura.-

Podía decirse en general que no hay método de tratamiento de desagües tal que la venta de los productos del proceso exceda de las cargas fijas de interés y amortización, y el costo de mantenimiento y operación.- Los productos del tratamiento son: gas, lodo y desagüe purificado algunas veces también se considera la recuperación de grasa, pero esta es de importancia sólo en los casos de ciertos desagües industriales.

El gas recolectado de los tanques de digestión, puede ser usado para calentar esos mismos tanques y a veces puede generar la potencia suficiente para un tratamiento biológico completo; bajo determinadas circunstancias el gas puede ser vendido siendo el beneficio suficientemente valioso como para justificar la construcción de tanques especiales de digestión.

El valor comercial del lodo probablemente cubrirá el costo para transportarlo a una distancia no muy grande, en determinadas circunstancias sin embargo, el trayecto es tan largo que deberá pagarse por él, esto es justificable únicamente cuando haya que hacer una gran inversión en otros métodos de disposición de lodos.

Los elementos fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasio), contenidos tanto en el desagüe mismo, como en los sólidos removibles, tienen poco valor en agricultura.- El principal beneficio se obtiene del uso del desagüe como agua de irrigación en regiones en las que no se puede obtener agua más barata de otra fuente.

La disposición final del desagüe sobre la superficie de la tierra, es en realidad el método más primitivo de tratamiento de desagüe.- Hay también una cierta urgencia instintiva de devolver a la tierra tanta como sea posible aquellos elementos fertilizantes que le fueron extraídos en las cosechas; pero una irrigación con desagües con desagües no pueden competir económicamente con otros métodos de tratamiento, a no ser que las fuentes de agua en la región sean pobres y que existan apreciadas extensiones de tierras disponibles y baratas.

Conclusión.-

En nuestro caso se dispone de una cierta extensión de tierra que podría usarse para la agricultura; la utilización de los desagües de Chulucanas sería forzosa puesto que en la época de sequía no se dispone de agua suficiente en el Río; por otro lado en esta misma época es indispensable tratar los desagües antes de su vertimiento en el Río; una planta de tratamiento para este último propósito, requerirá instalaciones completas, mientras que si se usa el efluente para irrigación, el factor dominante es únicamente el cultivo controlado en éste último caso un tratamiento primario se considerara suficiente.

Durante la estación lluviosa no se requeriría el desagüe para la irrigación y además la dilución directa en el río será tan grande que no significaría peligros de ninguna clase.

La planta de tratamiento funcionaría pués únicamente en las épocas de sequía, debiendo entonces estar preparada para tratar el gasto promedio máximo diario.- Desde que en la época de creciente del río el sistema de alcantarillado de Chulucanas, lleva por ser un sistema mixto los desagües de lluvia de la población, y no funcionando la planta en esa época, debería proveerse de una línea de descarga directa hasta el río.

Planta de Tratamiento.-

Por las consideraciones anteriores la planta deberá ser capaz de tratar 112 litros por segundo que es el promedio del día de máximo consumo.- El grado de tratamiento es función del uso de las tierras irrigadas, se establece para Chulucanas un

tratamiento primario con irrigación controlada, pudiendo considerarse ésta última como tratamiento secundario.

El tratamiento primario consistirá de sedimentación digestión de lodos y lechos de secado para los lodos.

Para este propósito se dispondrá de lo siguiente:

a).- Rejas.- La primera fase del tratamiento estará compuesta de rejas gruesas separadas de 3 á 6 centímetros, ésta abertura permitirá pasar las materias fecales y el papel que quedarán incluidos en el lodo del tanque de sedimentación, de ésta manera, la materia menos ofensiva quedará atrapada y podrá ser retirada afuera.

Las rejas se colocarán con una inclinación de 1:3 para aumentar la superficie de atrapamiento, facilitar la limpieza y evitar la excesiva pérdida de carga, estas con el material atrapado.- El canal donde se encuentra la reja permitirá al desagüe tener una velocidad por lo menos de 60 centímetros por segundo para evitar la sedimentación de la arena.- Para evitar inundaciones en caso de excesiva carga, se proveerá de un by-pass.

El área neta de las aberturas entre barras será de 3 veces el área de la tubería que descarga a la reja.

El material retenido por las rejas será quemado o enterrado según se encuentre más conveniente en la operación de la planta, se espera recoger de 0.5 a 1.0 metros cúbicos por año, por cada mil personas contribuyentes.

b).- Desarenador.- La inclusión de un desarenador es indispensable, debido a que se trata de un sistema combinado de desagües domésticos y de lluvia, la remoción del material grueso obtenido en el desarenador facilitará el manejo del lodo producido.

Las partículas pesadas de arena y grava que se encuentran en un desagüe municipal sedimentarán fácilmente si la velocidad se reduce a 30 centímetros por segundo, velocidades más altas, se llevarían consigo la arena y más bajas, permitirían la sedimentación de partículas de materia orgánica.

El período de retención será de 90 segundo y la velocidad se mantendrá constante por intermedio de descarga proporcional tal que se tenga: $U = ch$.

c) Tanque Imhoff de las siguientes características:-

Sedimentación: período de retención: 2 horas, para esto debería tener un volumen de:

$$112 \times 2 \times 3600 = 806,400 \text{ litros} = 806.4 \text{ mts.}^3$$

Con estas condiciones se espera tener una remoción de 60% en los sólidos suspendidos, 30% en la demanda Bioquímica de oxígeno y cerca del 50% en las bacterias.

Digestión de lodos, para sedimentación simple y una temperatura promedio de 10°C corresponde una capacidad de 28 litros por habitante (Imhoff-Fair Sewage Treatment, página 211) por consiguiente el volumen necesario será:

$$28 \times 30,000 = 840,000 \text{ litros} = 840 \text{ mts.}^3$$

Lechos para secado de lodos.-

El lodo diferido proveniente del tanque Inhoff, será secado en lechos de arena, expuestos al aire y al sol.- Estos lechos estarán formados por una capa de 30 á 40 centímetros de espesor formada por grava ó piedra partida de tamaño decreciente sobrepuesta por una capa de arena de 10 a 15 centímetros de espesor.

Los lechos serán drenados por tubería con juntas separados ó perforados.- Podrá usarse tubos de 6" separados de 20 á 25 centímetros.

Se estima que el área necesaria para el secado de lodos es de 0,09 metros cuadrados por persona, por consiguiente se necesitará:

$$0.09 \times 30,000 = 2,700 \text{ metros cuadrados.}$$

El número de lechos será por lo menos dos, debiendo llevarse a una altura aproximada de 20 centímetros.

Control de Sembríos.-

El efluente de la planta de tratamiento no será usado de ninguna manera para regar verduras ó fresas, ó cualquier otro vegetal que deba ser ingerido crudo por las personas.- Si se producen comestibles que van a ser cocinados, el desagüe no deberá ser aplicado a la tierra por lo menos un mes antes de la cosecha. Arboles frutales y similares podrán permitirse, siempre que se comprueben que los frutos no tocarán el suelo.- Se podrá hacer pastar ganado, pero se excluirá definitivamente las vacas lecheras.

Emisor final.-

Se trata en este capítulo del trazo y características de los colectores y emisor final de las descargas de desagües de Chulucanas.

Déjido ya el destino de las aguas negras, se tiene que el punto de descarga en el río Piura, debe ser forzosamente aguas abajo del poblado de "La Encantada", para librar a sus moradores de posibles molestias con el efluente.- Teniendo en cuenta esta consideración, se ha trazado las líneas de descarga. Los colectores "Cuartel" y "Panteón", se reunirán en el buzón E-0 de donde parte el emisor final.- Del buzón E- parte una derivación hacia la planta de tratamiento, para este efecto estará provisto de dos compuertas para poder enviar el agua en la dirección que se desee.

Para el cálculo de estas líneas, se tienen las siguientes limitaciones:

Colector "Cuartel"	gasto	120	l.p.s.
	longitud	1002	metros.
	cota al comienzo	60.36	metros.
Colector "Panteón"	gasto	180	l.p.s.
	longitud	762	metros.
	cota al comienzo	59.00	metros.
Emisor Final	gasto	270	l.p.s.
	longitud	2175	metros.
	cota final	56.00	metros.

En resumen se tiene que existen tres puntos extremos fijos (Cota de fondo al comienzo de los Colectores "Cuartel" y "Panteón", y la cota de fondo de descarga del río Piura) y un punto intermedio "variable", (la cota de fondo del encuentro de las tres líneas); las distintas cotas de este último punto, dan origen a diversas combinaciones de diámetros, de las cuales una es la de menor costo.- Analicemos estas combinaciones.

I.- Cota principio Emisor:- 58.17

Tramo	i.‰	D	Q máx.	long. total	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	2.30	18"	140	1002	100	100,200
Panteón	1.06	21"	145	762	120	90,000
Emisor	1.15	2-21"	285	4350	120	<u>100,200</u>
					Total.	719,200

II.- Cota Principio Emisor:- 58.02

Tramo	1.‰	D	Q máx.	long. total.	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	2.30	18"	140	1002	100	100,200
Panteón	1.06	21"	145	762	120	90,000
Emisor	1.00	0.70m.	300	2275	155	<u>391,000</u>
					Total	581,200

III.- Cota Principio Emisor:- 57.26

Tramo	i.‰	D	Q máx.	long. total.	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	3.40	16"	120	1002	75	76,500
Panteón	2.58	18"	150	762	100	76,200
Emisor	0.58	2-24"	280	4350	140	<u>617,000</u>
					Total	769,700

IV.- Cota principio Emisor:- 57.06

Tramo	i.‰	D	Q. máx.	long. total	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	3.40	16"	120	1002	75	76,500
Panteón	2.58	18"	150	762	100	76,200
Emisor	0.50	0.80m.	300	2175	180	<u>396,000</u>
					Total	448,700

V.- Cota principio Emisor:- 58.65

Tramo	i.‰	D	Q. máx.	long. total	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	1.87	18"	125	1002	100	100,200
Panteón	0.60	24"	150	762	140	105,000
Emisor	1.36	24"	205	2175	140	308,000
		16"	72	2175	75	<u>165,000</u>
					Total	678,200

VI.- Cota Principio Emisor:- 58.55

Tramo	i.‰	D	Q. máx.	Long. total	Costo Unitario	Costo total
Cuartel	1.87	18"	125	1002	100	100,200
Panteón	0.60	24"	150	762	140	105,000
Emisor	1.16	0.70m.	310	2175	155	<u>341,000</u>
					Total	<u>546,200</u>

Se ha considerado la instalación de tuberías de diámetros comerciales que actualmente se fabrican en el país, es decir hasta 24" para diámetros mayores la tubería será hecha "In situ"

RESUMEN

Solución N°	I	II	III	IV	V	VI
Costo Miles de Soles.	719.2	581.2	769.7	448.7	678.2	546.2

Del cuadro anterior se deduce que la solución más conveniente es la N° IV.

Tubería "In Situ".-

La tubería del Emisor fabricada "in situ", será de concreto y tendrá 0.80 mts. de diámetro interior, 0.12 mts. de espesor y en la parte inferior tendrá la forma de semi-ortógona regular circunscrita en una circunferencia de diámetro igual al interior más dos veces el espesor.

El concreto será de 1 parte de cemento por 2 de arena y 3 de piedra partida de 1" de diámetro como máximo, llevará 21 litros de agua por saco de cemento, considerando 15% de pérdidas hará un volumen de 0.44 m³. por metro lineal.

La armadura longitudinal será de 7 fierros de 1/2", la que irá montada en una hélice de 1/2" de 0.092 mts. de paso y tendrá 0.90 mts. de diámetro que hace un desarrollo de 7.00 mts. por metro lineal de tubería.- Tanto la armadura longitudinal como la transversal es el 2 % de concreto.

Para la ejecución de la obra, se seguirán los siguientes pasos:

a).- Nivelación y preparación de la zanja.- Habiéndose practicado la excavación de la zanja de un ancho uniforme de 1.05 mts., ésta excavación terminará 0.18 mts. más alto que

la cota de fondo señalada en el perfil, luego sólo poco antes de comenzar a armar las formas se practicará la excavación suplementaria que se hará como se explica en el plano titulado "Emisor Final".-"Detalle de los conductos", quedando en ésta forma terminada la excavación.

b).- Preparación del fondo de la zanja para el vaciado.-

En los casos en que el fondo de la zanja esté construído por archilla, será posible mantener la forma de la zanja humedeciéndola a intervalos regulares.- En todos los demás casos en que no será posible mantener limpio el espacio entre las formas y el terreno habrá que humedecerlo y esparcir cemento puro, ó lechada de cemento apisonándolo húmedo.- Antes de vaciar la mezcla no deberá existir material suelto dentro de la zanja el cual al mezclarse con el concreto bajará sus cualidades.

c).- Juntas de construcción.- Longitudinalmente estas irán a la mitad de la altura de ambos lados, dejándose una ranura para aumentar la superficie de contacto, las juntas transversales se harán alternadamente en la mitad superior é inferior.- Para mantener limpia la superficie de las juntas longitudinales, éstas se protegerán con una capa de arena húmeda que se colocará tan luego haya comenzado a armar la mezcla; antes de proceder a vaciar la segunda parte se quitará la arena, limpiándose la superficie y cubriéndola con una capa de mortero 1:2.

d).- Curado del concreto.- Después del vaciado, las formas deberán de mantenerse húmedas y una vez secadas deberá rociarse

el concreto con agua durante tres semanas.- Esto es muy importante si se quiere tener una impermeabilización adecuada.

e).- Impermeabilización.- La impermeabilización se conseguirá exclusivamente por:

- I.- Correcta proporción y tamaño de los agregados.
- II.- Correcto vaciado y compactación de la mezcla.
- III.- Cuidadosa preparación de las juntas conforme se han indicado.
- IV.- Mantenimiento de la humedad durante las tres primeras semanas.
- V.- Correcta proporción de agua.

El enlucido con solución de silicato de sodio que se indica en las especificaciones, se adopta solo como medio de seguridad para la perfecta impermeabilización.

f).- Composición de los agregados.- El concreto que se usará será de una parte de cemento por dos de arena y tres partes de piedra partida de granulación heterogénea que tendrá 1" de diámetro como máximo, la cantidad de agua se usará para el batido será de 5.5 galones (21 litros) por saco de cemento.

Análisis de Precios y Metrado.-

Excavación de zanjas.- Se considera que en Chulucanas hasta 2.0 metros de profundidad el terreno es arcilla y a más de 2.0 metros conglomerado.

El jornal básico considerado para un peón es de S/ 5.00 por día.

El rendimiento es como sigue:

En terreno de arcilla comparte : 2.5 mt³/día.

En terreno de conglomerado : 1.5 --"--

De lo anterior se deduce los siguientes precios unitarios:

Para terreno de arcilla : S/ 2.00/mt³

Para terreno conglomerado : S/ 3.00/mt³

Teniendo en cuenta que el ancho promedio mínimo de zanja es 82 centímetros se tendrán los siguientes volúmenes de excavación para diferentes alturas:

h metros	0.75	1.25	1.70	2.00	2.20	2.60	3.00	3.40	3.80	4.50	7.00
a metros	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.86	0.90	1.06	1.18	1.25	1.50
V mts. ³	0.60	1.04	1.40	1.64	1.80	2.24	2.70	3.20	4.48	5.63	10.50
Costo hasta 2 mts.	1.20	2.07	2.80	3.28	3.28	3.44	3.60	3.76	4.70	5.00	6.00
Costo después de 2 mts.	--	--	--	--	0.53	1.72	2.96	4.36	7.04	10.30	21.10
Costo total.	1.20	2.07	2.80	3.28	3.81	5.16	6.56	8.12	11.74	15.30	27.10

Nivelación de zanjas, limpieza de bordes, repasar costados.-

Personal: 1 maestro S/ 10.00
2 peones 10.00
Total:.. S/ 20.00

Avance: 10 metros por hora ó sea 80 metros al día.

Costo Unitario: S/ 20.00 ÷ 80 = S/ 0.25/metro lineal.

Relleno de zanjas.-

Personal: 2 peones S/ 10.00

Avance: 4 metros cúbicos por hora = 32 mt³/día.

Costo unitario: 10 ÷ 32 = S/ 0.32/mt³

Pisoneo y arreglo de pavimento.-

Personal: 2 peones S/ 10.00

Avance: 4 metros lineales por hora = 32 mt/día

Costo Unitario: 10 ÷ 32 = S/ 0.31/ml.

Calafateo.- Tubería de 6"

a).- Materiales: por junta

Cemento : 0,0120 barriles = S/ 0,26

Arena : 0.04

Total. S/ 0.30

b).- Mano de Obra:

Personal: 1 maestro S/ 10.00

2 peones 210.00

Total. S/ 20.00

Avance : 30 juntas diarios

Costo Unitario 20.00 ÷ 30 = S/ 0.33

Mano de Obra y Materiales 0.30 ÷ 0.33 = S/ 0.63/junta, ó sea

0.63 ÷ 1.80 = S/ 0.65/metro lineal.

Colocación de tubos en las zanjas.-

Personal 1 maestro S/ 10.00

3 peones 15.00

Total. S/ 25.00

Avance : 25 metros diarios.

Costo Unitario : $25 \div 25 = S/ 1.00/ml.$

Buzones.-

Profundidad promedio	2.45 mts.
Diámetro interior	1.20 -"-
Diámetro exterior	1.50 -"-
Espesor tapa	0.15 -"-
Diámetro entrada	0.60 -"-
N° de buzones	249

Volumen de concreto.- Mezcla 1:3:6.-

Paredes	$\frac{\pi}{4} (1.50^2 - 1.20^2) 2.45 \times 249 = 386 \text{ mts.}^3$
Piso	$\frac{\pi}{4} 1.50^2 \times 0.25 \times 249 = 110 \text{ mts.}^3$
Tapa	$\frac{\pi}{4} (1.50^2 - 0.60^2) \times 0.15 \times 249 = 55$
Total	$386 \div 110 \div 55 = 551 \text{ mts.}^3$

Cemento: $\frac{14.4}{1+3+6} 1.44 \text{ barriles/ml}^3$

Arena $0.106 \times 1.44 \times 3 = 0.46 \text{ ml}^3/\text{mts.}^3$

Piedra $0.106 \times 1.44 \times 6 = 0.92 \text{ ml}^3/\text{mts.}^3$

Total	Cemento $1.44 \times 386 = 560 \text{ barriles}$
	Arena $0.46 \times 386 = 154 \text{ mt}^3$
	Piedra $0.92 \times 386 = 308 \text{ mt}^3$

Refuerzo $10.7 \text{ Kg/Buzón} \times 249 = 2660 \text{ Kg.}$

Enlucido: sea

área media $\frac{\pi}{4} \times 1.20^2 \div 1.20 \times 1.95 = 1.14 \div 7.40 = 8.54 \text{ m}^2$

Espesor del enlucido: 0.015 mts.

Volumen del enlucido: $8.54 \times 0.015 = 0.128 \text{ mt}^3$

Volumen total $0.128 \times 249 = 32.0 \text{ mt}^3$
Mezcla 1:3
Cemento 3,6 barriles/ mt^3
Arena $1.0 \text{ mt}^3/\text{mt}^3$
total cemento $32 \times 3.6 = 116.0$ barriles
Arena $32 \times 1.0 = 32.0 \text{ mt}^3$

Encofrado.-

Perímetro $\pi \times 1.20 = 3.77$ mts.
Area media $3.77 \times 2.80 = 9.43 \text{ mts.}^2$
 $9.43 \times 14 = 132$ pies cuadrados.
Techo 12 piezas de $2'' \times 16'' \times 4'$ = 128 pies^2
1 pieza de $4'' \times 8'$ = 10 pies^2
Total $132 \div 128 \div 10 = 270 \text{ pies}^2$
Séis usos: $249 \div 6 = 42$
Area total $42 \times 270 = 11,400 \text{ pies}^2$

Escalones:

Número de escalones: 791
Escalones de $314''$ de 0.64 mts. de longitud: 1.43 Kg/ml.
Peso total: $791 \times 1.43 = 1130 \text{ Kg.}$

Clavos y alambre.-

1.7 Kg. por buzón $1.7 \times 249 = 424 \text{ Kg.}$

Tapas y marcos de fierro fundido.-

127 Kg./buzón $127 \times 249 = 31500 \text{ Kg.}$

Cajas de Lavado.-

Volumen de concreto para piso y paredes, mezcla 1:3:6.

Profundidad 2.50 mts.

Diámetro interior 1.20 mts.

Diámetro exterior 1.50 mts.

Número de cajas 14 N°

Espesor tapa 0.15 mts.

Diámetro entrada 0.60 mts.

Paredes = $\frac{\pi}{2} 2.50 (1.5^2 - 1.2^2) \times 14 = 24.5 \text{ mts.}^3$

Fisos = $\frac{\pi}{2} \times 1.5^2 \times 14 \times 0.5 = 6.2 \text{ mt}^3$

Tapa = $\frac{\pi}{2} (1.56^2 - 0.60^2) \times 14 \times 0.15 = 3.1 \text{ mt}^2$

Total 24.5 + 6.2 + 3.1 = 33.8 mts.³

Cemento $\frac{14.4}{1+3+6} = 1.44 \text{ barriles/mt}^3$

Arena = 0.106 x 1.44 x 3 = 0.46 mt³/mt³

Piedra = 0.106 x 1.44 x 6 = 0.92 mt³/mt³

Total

Cemento 1.44 x 33.8 = 49.0 barriles

Arena 0.46 x 33.8 = 15.5 mt³

Piedra 0.92 x 33.8 = 31.0 mt³

Refuerzo 10.7 Kg/caja = 150 Kgs.

Area media $\frac{\pi}{4} 1.20^2 \times \pi \times 1.20 \times 2.00 = 1.14 \div 7.50 = 8.64 \text{ mt}^2$

Volumen 8.64 x 0.015 x 14 = 1.81 mt³

Mezcla 1:3

Cemento 3.6 x 1.81 = 6.6 barriles

Arena 1.0 x 1.81 = 1.8 mts.³

Encofrado.-

Por unidad = 270 pies cuadrados.

Area total (Séis usos) $\frac{270 \times 14}{6} = 630 \text{ pies cuadrados.}$

Escalones.-

Número total de escalones 56

Peso total $56 \times 1.43 = 80 \text{ Kg.}$

Clavos y alambre.-

1.7 Kg. por unidad $1.7 \times 14 = 24 \text{ Kg.}$

Tapas y marcos de fierro fundido.-

127 Kg. por unidad $127 \times 14 = 1780 \text{ Kg.}$

Tubería "In situ".-

Volumen de concreto calculado incluyendo 15% de exceso
 $= 0.44 \text{ mt}^3/\text{ml.}$ - Mezcla 1:2:3.

Volumen total de concreto $= 0.44 \times 2175 = 960 \text{ mt}^3$

Cemento $= \frac{14.4}{1+2+3} = \frac{14.4}{6} = 2.4 \text{ barriles}/\text{mt}^3$

Arena $= 0.106 \times 2.4 \times 2 = 0.49 \text{ mt}^3/\text{mt}^3$

Piedra $= 0.106 \times 2.4 \times 3 = 0.73 \text{ mt}^3/\text{mt}^3$

Total

Cemento $2.4 \times 960 = 2300 \text{ barriles}$

Arena $0.49 \times 960 = 470 \text{ mt}^3$

Piedra $0.73 \times 960 = 700 \text{ mt}^3$

Acero.-

Refuerzo transversal (2%): $7 \text{ mts.} \times 0.99 = 6.9 \text{ Kg./ml.}$

Refuerzo longitudinal (2%): $7 \text{ mts.} \times 0.99 = 6.9 \text{ Kg./ml.}$

Total Transversal $6.9 \times 2175 = 15000 \text{ Kg.}$

Longitudinal $6.9 \times 2175 = 15000 \text{ Kg.}$

Encofrado interior.- $\pi \cdot 0.80 \times 2175 \times 14 = 77.000 \text{ pies}^2$

exterior.- $\frac{\pi \cdot 1.00}{2} \times 2175 \times 14 = 47600 \text{ pies}^2$

Total $\frac{77.000 + 47600}{2} = 124,600 \text{ pies}^2$

Séis usos $\frac{124,600}{6} = 20.760 \text{ pies cuadrados.}$

Transporte.-

a).- Tubería.

Diám.	Long.	Tubo	Peso		Kilos por metro	Para Chulucanas.	
			collar	total		Long.total	Peso
6	1.82	62.0	5.5	67.6	37.0	9.952	388.300
8	1.82	86.0	7.8	93.8	51.3	2.196	118.900
10	1.82	121.0	10.6	131.6	72.2	742	56.500
12	1.82	165.0	15.2	180.2	99.0	415	43.200
14	1.82	217.0	19.8	236.8	129.5	399	54.800
16	2.44	315.0	29.4	344.4	141.0	442	65.500
Total							727.200

b).- Cemento.-

Para el calafateo de la tubería	121	barriles
Para los buzones	560	"-
Para las cajas de lavado	49	"-
Enlucido buzones	116	
Enlucido cajas de lavado	7	
Tubería "In situ".	2.300	

3,153 barriles

3.153 barriles = 580.000 Kilos

c).- Hierro.-

Refuerzo buzones	2,660	Kg.
Refuerzo cajas de lavado	150	"
Refuerzo tubería "In situ"	30,000	
Escalines buzones	1,130	
Escalines cajas de lavado	80	
Clavos y alambre buzones	424	
Clavos y alambre cajas de lavado	24	
Tapas y marcos para buzones	31,500	Kg.
Tapas y marcos para cajas de lavado	1,780	

67,748 Kg.

SANEAMIENTO DE CHULUCANAS

SERVICIO DE DESAGUES

Presupuesto

A.- Movimiento de Tierras.-

Excavación de zanjas en terreno de arcilla hasta una profundidad de 2 mts. y el resto conglomerado; nivelación, limpieza, relleno, pisoneo y arreglo del pavimento.- Apuntalamiento para las zanjas de más de 3 mts.

	<u>Unitario</u>	<u>Total</u>
291 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho en la base, 0.75 m. de profundidad promedio.-	1.20	349.20
1826 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho, de 1.28 m. de profundidad promedio.-	2.07	3,779.82
3850 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho de 1.70 m. de profundidad promedio.-	2.80	10,780.00
3074 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho, de 2.20 m. de profundidad promedio.-	3.80	11,681.20
2011 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho de 2.60 m. de profundidad promedio.-	5.16	10,356.65
1691 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho, de 3.00 m. de profundidad promedio.-	6.56	11,076.05
637 ml. Excavación de zanjas de 0.60m. de ancho, de 3.40 m. de profundidad promedio.-	8.12	5,159.70
2313 ml. Excavación de zanjas de 0.80 m. de ancho, de 3.80 m. de profundidad promedio.-	11.75	27,177.75
1492 ml. Excavación de zanjas de 0.80m. de ancho, de 4.80 m. de profundidad promedio.-	15.30	22,827.60

Van:..... S/ 103,187.97

	<u>Unitario.</u>	<u>Totál</u>
Vienen:.....		S/103,188.97
15783 ml. Nivelación de zanjas, limpieza de bordes y repasar costados.-	0.25	3,945.75
291 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 1.00 m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	0.50	145.50
1826 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 1.40m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	0.60	1,095.60
3850 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 1.80m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	0.75	2,887.50
3074 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 2.20m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	0.90	2,766.60
2011 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 2.60 m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	1.10	2,212.10
1691 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 3.00 m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	1.35	2,282.85
168 ml. Relleno de zanjas de 0.60m. de ancho, 3.80 m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	1.90	319.20
60 ml. Relleno de zanjas de 0.60 m. de ancho, 4.50m. de profundidad promedio, pisoneo y arreglo del pavimento.-	2.30	138.00
5043 m3. Eliminación de desmonte.-	5.00	25,215.00

Total Movimiento de Tierras:.. S/ 144,196.07

B.- Red de tuberías.-

Tubería de concreto reforzado tipo "Hume" para 10 lbs. de presión, incluyendo 5% por roturas y sobrantes; calafateo con mezcla cemento y arena 1:1, prueba hidráulica y composturas.

		<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>
5742 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 6"x 6' x 10 lbs.-		21.00		120582.00
1267 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 8"x 6' x 10 lbs.-		22.40		28380.80
428 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 10"x 6' x 10 lbs.-		31.80		13610.40
239 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 12"x 6' x 10 lbs.-		32.80		7839.20
231 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 14"x 6' x 10 lbs.-		50.00		11550.00
610 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 16"x 8' x 10 lbs.-		72.60		44286.00
320 N°	Tubos de concreto reforzado tipo "Hume" de 18"x 8' x 10 lbs.-		80.00		25600.00
9952 ml.	Colocación y calafateo tubería de 6" mezcla 1:1.-	1.30	0.40	12937.60	3980.80
2196 ml.	Colocación y calafateo tubería de 8" mezcla 1:1.-	1.40	0.50	3074.40	1098.00
742 ml.	Colocación y calafateo tubería de 10" mezcla 1:1.-	1.50	0.60	1113.00	445.20
415 ml.	Colocación y calafateo tubería de 12" mezcla 1:1.-	1.70	0.70	705.50	290.50
399 ml.	Colocación y calafateo tubería de 14" mezcla 1:1.-	1.80	0.80	718.20	319.20

Van:..... S/18548.70 257982.10

Vienen:..... S/ 18548.70 257982.10

	<u>M.de O.</u>	<u>Material</u>	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>
1444 ml. Colocación y calafateo tubería de 16" mezcla 1:1.-	1.90	0.90	2743.60	1299.60
762 ml. Colocación y calafateo tubería de 18" mezcla 1:1.-	2.00	1.00	1524.00	762.00
15883 ml. Prueba y compostura de tuberías.-	0.30	0.30	4243.80	4243.80
727.2 Ton. Transporte a pie de obra.-	100.00		72720.00	
Total red de tuberías: S/			<u>99780.10</u>	<u>264287.50</u>

C.- Buzones.-

Construcción de 213 buzones para la red y 36 para el Emisor, de 2.25 m. de profundidad promedio, diámetro interior de 1.20 m., base y costados de concreto 1:3:6, de 0.20 x 0.15 m. de espesor respectivamente.- Cubierta de 0.15 m. de concreto armado 1:2:4 con fierros de 3/8" distanciados 0.10 m. y corrugados.- Enlucido interiormente con mezcla 1:3.- Pasos de acero para los buzones que tienen más de 1.50 m. de profundidad (primer paso a 0.80 m. de la superficie, los siguientes a 0.35m.).- Marcos y tapas de fierro fundido de 127 Kgs. de peso.

	<u>M.de O</u>	<u>Material</u>	<u>M.de O</u>	<u>Material</u>
1250 m3. Excavación adicional.-	3.80		4750.00	
250 m3. Relleno de los costados.-	1.50		375.00	
1250 m3. Eliminación de desmonte.-	5.00		6250.00	
609 brs. Cemento.-		19.20		11692.80
191 m3. Arena.-		13.00		2483.00
308 m3. Piedra.-		17.50		5390.00
2660 Kgs. Acero de refuerzo (10.7 Kgs. por buzón).-		1.70		4522.00
1130 Kgs. Acero para escalones de 3/4".-		1.70		1751.00
424 Kgs. Clavos y alambre.-		6.00		2544.00
Van:..... S/			<u>11375.00</u>	<u>28382.80</u>

	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>
Vienen:..... S/			792.50	2135.50
630 p ² Madera para formas.-		1.60		1008.00
14 N° Encofrado y desencofrado.-	15.00		210.00	
28 m ³ . Batido y colocación de concreto.-	20.00		560.00	
14 N° Enlucido interior.-	15.00		210.00	
14 N° Tapas y marcos de f°fd° de 127 Kgs. de peso total.-	10.00	165.00	140.00	2310.00
14 N° Campana y sifón y tuberías de f°fd° colocado.-	11.00	198.00	154.00	2772.00
14 N° Tubería conexión a la red de agua y llave reguladora, todo colocado.-	11.00	44.00	154.00	616.00
13 Ton. Transporte a pié de obra.	100.00		1300.00	
Total Cajas de lavado			S/3520.50	8841.50

E.- Tubería del Emisor:-

La tubería será de concreto con armadura metálica, fabricada en el sitio, tendrá 0.80 mts. de diámetro interior, y una longitud total de 2175 metros, tendrá 0.12 mts. de espesor y en la parte inferior tendrá la forma de un semioctógono regular circunscrito por una circunferencia de 1.04 mts. de diámetro.- El concreto será de mezcla 1:2:3, siendo la piedra partida de 1" de diámetro máximo, llevará 21 litros de agua por saco de cemento.- Considerando un 15% de pérdidas hará un volumen de 0.44 mt³. por ml. de tubería.- El refuerzo longitudinal estará formado por 7 Ø de 1/2" é irá montada en una hélice de 1/2" y de 0.0 91 mts. de paso y de 0.92 mts. de diámetro.

Los moldes serán preparados especialmente usando madera cepi-llada en forma que el acabado interior será en concreto armado.- Al acabado interior se aplicará como pintura una solución de silicato de sodio de 140 gramos por litros de agua con el fin de impermeabilizar la tubería, esta maniobra se ejecutará cada 24 horas hasta completar tres capas.- Antes serán probadas las filtraciones y resanadas.

2300 bls. Cemento.-	19.20		44160.00
470 m ³ . Arena.-	13.00		6110.00
700 m ³ . Cascajo.-	17.50		12250.00
Van:..... S/			62520.00

Vienen:.....S/

62520.00

	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>
2175 ml. Elaboración de concreto 1:2:3 son 0.44 m ³ /ml.-	5.50		12250.00	
3.000 Kg. Acero de 1/2" para re- fuerzo transversal y lon- gitudinal.-		1.70		5100.00
20.760 p ² Madera para encofrado, 6 usos.-		1.60		33216.00
2175 ml. Prueba y resane.-	0.50	1.00	1087.50	2175.00
2175 ml. Enlucido con silicato de sodio, tres capas.-	1.50	0.10	3262.50	217.50
460 Ton. Transporte a pié de obra	100.00		46000.00	
Total Tubería del Emisor. S/ <u>62600.00</u> <u>103228.50</u>				

<u>RESUMEN.-</u>	<u>O.de M.</u>	<u>Material</u>	<u>Total.</u>
A.- Movimiento de Tierras.-----	144196.07		144196.07
B.- Red de Tuberías.-----	99780.10	264287.50	364067.60
C.- Buzones.-----	133780.00	87832.80	221612.80
D.- Cajas de Lavado.-----	3520.50	8841.50	12362.00
E.- Tubería del Emisor.-----	62600.00	103228.50	165828.50
Totales:.... S/ 443876.67 464190.30 908066.97			

PRESUPUESTO GENERAL.-

Total Mano de Obra y Materiales.-----S/	908066.97
Dirección Técnica y Administración.-----	90806.03
Instalación de Campamentos, alquiler de equipos, Seguros y Leyes Sociales.-----	90806.03
Imprevistos.-----	90321.00
S/	
<u>TOTAL GENERAL:1'180000.00</u>	