

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
ESPECIALIDAD INGENIERIA SANITARIA



Ampliación y Mejoramiento del
Sistema del Alcantarillado de la
Ciudad de Jaén

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO SANITARIO

PRESENTADO POR:

GUSTAVO PABLO OLIVAS ARANDA

Promoción 88-1

LIMA - PERÚ - 1989

D E D I C A T O R I A

A mis Padres que me apoyaron durante mi trayectoria académica.

Gracias a Ellos y Principalmente Gracias a Dios por haberme Guiado.

A G R A D E C I M I E N T O

Agradezco al Ing. Luis Malnati Fano quién me brindó su Asesoría para el desarrollo de esta Tesis.

Y en forma muy especial, a los Ings. David Arriz P. y Ricardo Rojas quienes me brindaron sus conocimientos y apoyo incondicional para el desarrollo de esta Tesis.

S U M A R I O

Actualmente la Ciudad de Jaén cuenta en forma parcial con un sistema de alcantarillado el cual se encuentra dividido en once sistemas independientes los que presentan serios problemas en cuanto a su funcionamiento y disposición final originando atoros y contaminación.

La presente Tesis ha considerado las Normas del Ministerio de Vivienda y Construcción así como las informaciones de campo obtenidas para el diseño de las estructuras proyectadas, luego de analizar tres alternativas de solución contemplando todas ellas la necesidad de instalar una Planta de Tratamiento para estos desagües dado que en la actualidad tienen su disposición final directamente en el río o en tierras de cultivo pero en ambos casos sin tratamiento alguno.

Finalmente se plantea integrar todos los sistemas de alcantarillado en uno sólo facilitando la administración y operación del mismo, se aprovechará las instalaciones existentes y se reducirá la incidencia de enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

I N D I C E

CAPITULO I : GENERALIDADES	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Ubicación	3
1.3 Breve Reseña Histórica	3
1.4 Extensión	6
1.5 Topografía	7
1.6 Característica del Suelo	9
1.7 Clima y Meteorología	9
1.8 Medios de Comunicación	12
1.9 Población Urbana y Rural-Censos	14
1.10 Morbilidad y Mortalidad	16
1.11 Principales Actividades Económicas	16
1.12 Energía Eléctrica	25
1.13 Encuesta Informativa de Jaén	25
CAPITULO II : DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO	 28
2.1 Descripción de los Sistemas Actuales	28
2.2 Estado Actual de los Principales Elementos del Sistema	31
2.2.1 Conexiones domiciliarias	31
2.2.2 Colectores	32
2.2.3 Buzones	32
2.3 Replanteo del Sistema de Alcantarillado	34
2.4 Calidad de las Aguas Servidas	35
2.5 Volumen de Aguas Servidas	36
CAPITULO III : CONSIDERACIONES DE DISEÑO	40
3.1 Etapas y Períodos de Diseño	40
3.2 Expansión Urbana	41

	Pág.
5.6.2 Area de Drenaje A2-Colector Prolongación Micaela Bastidas.	93
5.6.3 Area de Drenaje A3-Colector Iquitos	95
5.6.4 Area de Drenaje A4-Colector Mariscal Ureta	96
5.6.5 Area de Drenaje A5-Colector Bolívar	98
5.6.6 Area de Drenaje A6 -Colector Mariano Melgar-Daniel A. Carrión y Colector Margen Derecha del Río Jaén.	99
5.6.7 Area de Drenaje A7 - Colector Junín -Dos de Mayo	102
5.6.8 Area de Drenaje A8 - Colectores Cruz de Chalpón-Prolong. Manco Cápac y Calle 19 - Prolong. Manco Cápac	104
5.6.9 Area de Drenaje A9	105
5.6.10 Area de Drenaje A10	106
5.6.11 Colector Circunvalación Izquierda	107
5.6.12 Colector Principal Margen Izquierda del Río Jaén	108
5.6.13 Colector Nº 2	108
5.6.14 Colector Circunvalación Derecha	109
5.6.15 Colector Principal Margen Derecha del Río Jaén	109
5.6.16 Colector Principal Montegrande (o Nº3)	110
5.7 Interceptor Río Jaén	110
5.8 Emisor Jaén	111
5.9 Red de Colectores	112
 CAPITULO VI : DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES	 130
6.1 Generalidades	130
6.2 Cámara de Rejas de Limpieza Manual	132
6.3 Medidor de Gastos Tipo Palmer-Baowlus	137
6.4 Tratamiento Primario : Lagunas de Estabilización Facultativas	143
6.5 Tratamiento Secundario : Lagunas de Estabilización Facultativa	154
 BIBLIOGRAFIA	 159

RELACION DE CUADROS

CUADRO N°

- Promedio Mensual de Factores Climatológicos y Meteorológico	1.01a
- Velocidad y Dirección de los Vientos	1.01b
- Causas y Dirección de los Vientos	1.02
- Causas de Morbilidad General 1986	1.02
- Causas de Morbilidad General 1987	1.03
- Causas de Mortalidad General 1986	1.04
- Causas de Mortalidad General 1987	1.05
- Enfermedades de Mayor Significación en Jaén	1.06
- Causas de Mortalidad Infantil 1987	1.07
- Tuberías Existentes de Alcantarillado	2.01
- Buzones Existentes	2.02
- Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos del Río Jaén	2.03
- Análisis Físicos y Químicos de los Desagues	2.04
- Aforos de Descargas de Desague	2.05
- Etapas y Períodos del Estudio	3.01
- Areas del Estudio por Etapas	3.02
- Densidades de Población	3.03
- Censos Poblacionales	3.04
- Síntesis de los Estimados de Población para Jaén	3.05
- Población Proyectada	3.06
- Caudales de Diseño de Alcantarillado	3.07
- Proyección de Conexiones Domiciliarias de Agua Potable	3.08
- Proyección de Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado	3.09
- Caudales de Diseño de Alcantarillado por Areas de Drenaje	3.10
- Cálculos Hidráulicos Alternativas I y II	4.01
- Cálculos Hidráulicos Alternativa III	4.02
- Costos de Inversión y Operación de Alternativa I	4.03

RELACION DE CUADROS

CUADRO N°

- Costos de Inversión y Operación de Alternativa II	4.04
- Costos de Inversión y Operación de Alternativa III	4.05
- Pendientes Mínimas para Tuberías de Alcantarillado	5.01
- Area de Drenaje 2 - Colector Prolong. M. Bastidas	5.02
- Area de Drenaje 3 - Colector Iquitos	5.03
- Area de Drenaje 4 - Colector Ureta	5.04
- Area de Drenaje 5 - Colector Simón Bolívar	5.05
- Area de Drenaje 6 - Colector D. A. Carrión	5.06
- Area de Drenaje 7 - Colector Junín - 2 de Mayo	5.07
- Area de Drenaje 8 - Colector Calle 19 - Cruz de Chalpón	5.08
- Cálculo Hidráulico Colector Circunvalación Izquierda	5.09
- Cálculo Hidráulico Colector N° 2	5.10
- Cálculo Hidráulico Colectores Circunvalación Derecha y Margen Derecha del Río Jaén	5.11
- Cálculo Hidráulico Colector Montegrande	5.12
- Cálculo Hidráulico Colector Margen Izquierdo del Río Jaén y Emisor	5.13
- Tubería de Alcantarillado Proyectada	5.14
- Metrado de Buzones Proyectados	5.15
- Caudales de Desague	6.01
- Condiciones de Trabajo en la Cámara de Rejas	6.02
- Valores para Curva de Calibración del Medidor Palmer-Bowlus	6.03
- Lagunas Primarias Facultativas	6.04
- Caudales Afluentes y Efluentes en Lagunas Primarias	6.05
- Lagunas Secundarias Facultativas	6.06

RELACION DE FIGURAS

DESCRIPCION	FIG. Nº
- Mapa del Perú - Ubicación de Cajamarca	1.1
- Departamento de Cajamarca - Ubicación de Jaén	1.2
- Estimados Demográficos para la Ciudad de Jaén	3.1
- Curva Teórica de Calibración del Medidor Palmer-Bowlus	6.1

RELACION DE PLANOS

DESCRIPCION	PLANO Nº
- Límites del Proyecto por Etapas, y Barrios Existentes	D-01
- Areas de Drenaje	D-02
- Primera Alternativa de Solución	D-03
- Segunda Alternativa de Solución	D-04
- Tercera Alternativa de Solución	D-05
- Diagrama de Flujo	D-06
- Red de Colectores Existentes y Proyectados-Cotas y Diámetros	D-07
- Red de Colectores Existentes y Proyectados-Pendientes y Longitudes	D-08
- Perfiles Longitudinales: Colectores Circunvalación Izquierda y Derecha.	D-09
- Perfiles Longitudinales: Colector Montegrande, Margen Derecha e Izquierda del Río Jaén, Nº2 y Emisor Jaén	D-10
- Cámara de Rejas y Medidor Palmer-Bowlus	D-11
- Laguna de Estabilización: Planta, Cortes y Detalles	D-12

CAPITULO I

GENERALIDADES

La Ciudad de Jaén cuenta en la actualidad con once sistemas independientes de alcantarillado que presentan serios problemas en cuanto a su funcionamiento y disposición final, originando atoros y contaminación.

La presente Tesis tiene por finalidad, mejorar tanto el servicio de alcantarillado como integrar todos los sistemas en uno sólo, eliminando las actuales descargas en diferentes puntos del Río Jaén, incluyendo zonas urbanizadas y habitadas, así como también se busca eliminar el uso de los desagües crudos en el riego agrícola con el consiguiente peligro para la salud pública. Estas descargas deberán ser concentradas en una Planta de Tratamiento y tener una adecuada disposición final.

Se ha coordinado para la obtención de la información que sirva de apoyo a esta Tesis a desarrollar con los Organismos que se indican :

SENAPA, Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), Ministerio de

Salud, Municipalidad, Proyecto Especial (Jaén-Bagua-San Ignacio) y Microrregión de Jaén; que nos permitirá efectuar la Proyección del Desarrollo que tendrá la Ciudad de Jaén en los próximos años, y así elaborar el proyecto con sustento sólido.

1.1 OBJETIVO

Este estudio tiene por finalidad :

- Mejorar el nivel de vida de los pobladores de la ciudad al dotarlos de un sistema eficiente de alcantarillado. Esto significará entre otras ventajas, menor incidencia de enfermedades gastro intestinales y parasitarias.
- Integrar todo el Sistema de Alcantarillado en forma tal que la administración y operación del mismo éste en manos de un personal idóneo que pueda operar el servicio con eficiencia.
- Proyectar los servicios y estructuras teniendo en cuenta los imprevistos de la naturaleza, ubicándolas en lugares idóneos.
- Reducir los costos de las obras, planificando el nuevo sistema en forma tal que puedan ser aprovechadas las instalaciones existentes sin desmedro de la buena operatividad del servicio.
- Evitar la intrusión de aguas pluviales a las redes de al-

cantarillado.

1.2 UBTCACTON

La Ciudad de Jaén está ubicada en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Jaén y es la capital de la Provincia.

Se encuentra en el Nor-Oriente del territorio nacional, en la región Ceja de Selva, entre las cotas 700 y 840 m.s.n.m., siendo sus coordenadas geográficas : Latitud Sur 5°44'2" y Longitud Oeste 78°48' (Figuras 1 y 2).

1.3 BREVE RESEÑA HISTORICA

El Pacificador La Gasca, después de derrotar a Gonzalo Pizarro pensó en fundar una ciudad en la región Nor-Oriente del país recién conquistado, para que sirviera de centro de irradiación misionera, al mismo tiempo que sería cabeza de un corregimiento.

Esta importante misión le fue encomendada a Diego Palomino quien fundó la Ciudad de Jaén De Bracamoros el año 1549. La denominación dada, Jaén, fue en memoria de su Provincia de origen en España y Bracamoros, por ser éste el nombre de la tribu de indios que habitaba la región.

La Ciudad juró su independencia el 4 de Junio de 1821. Bolívar la incluyó al Departamento de La Libertad y en 1862 pasó a formar parte del Departamento de Cajamarca.

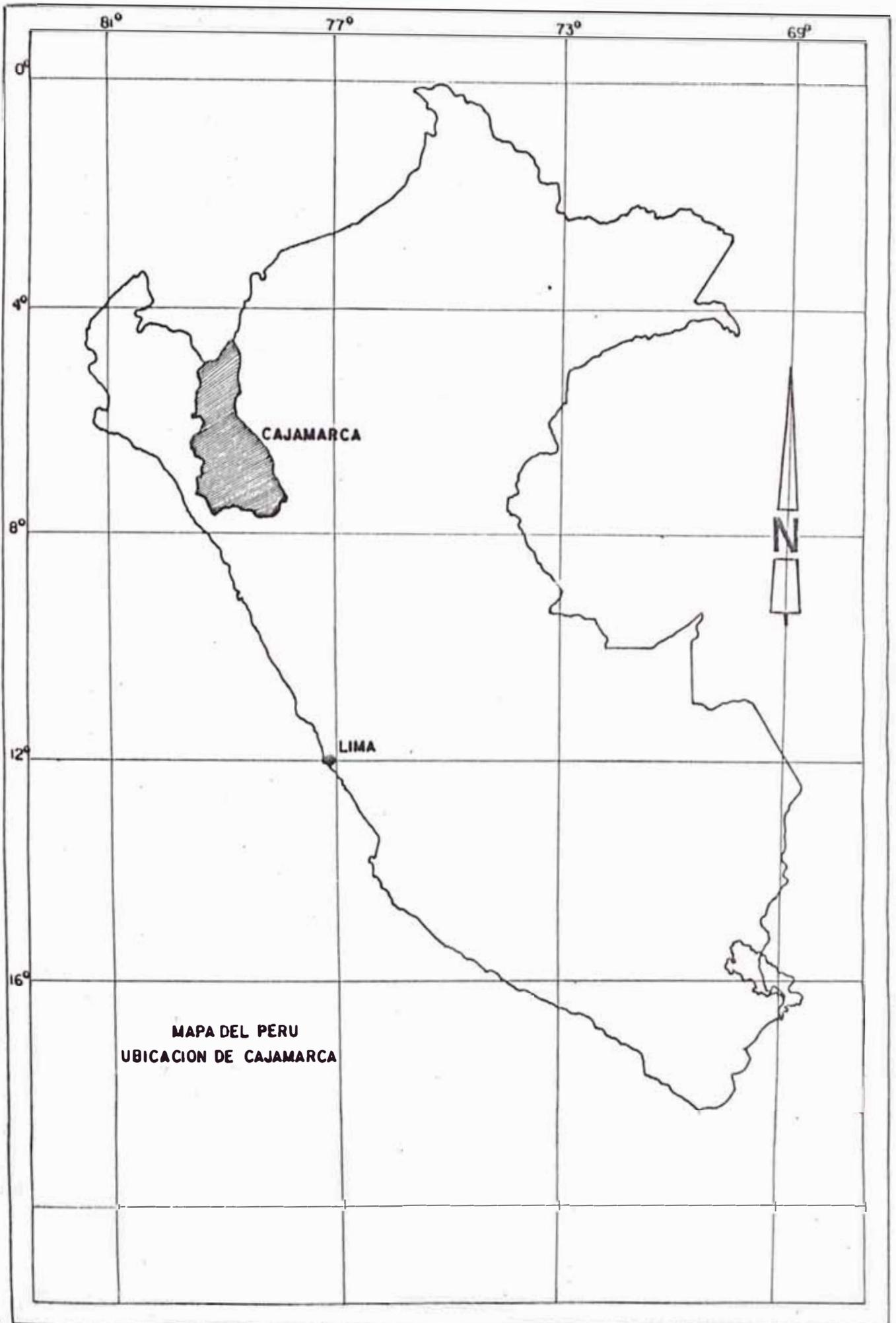


FIGURA N° 1.1

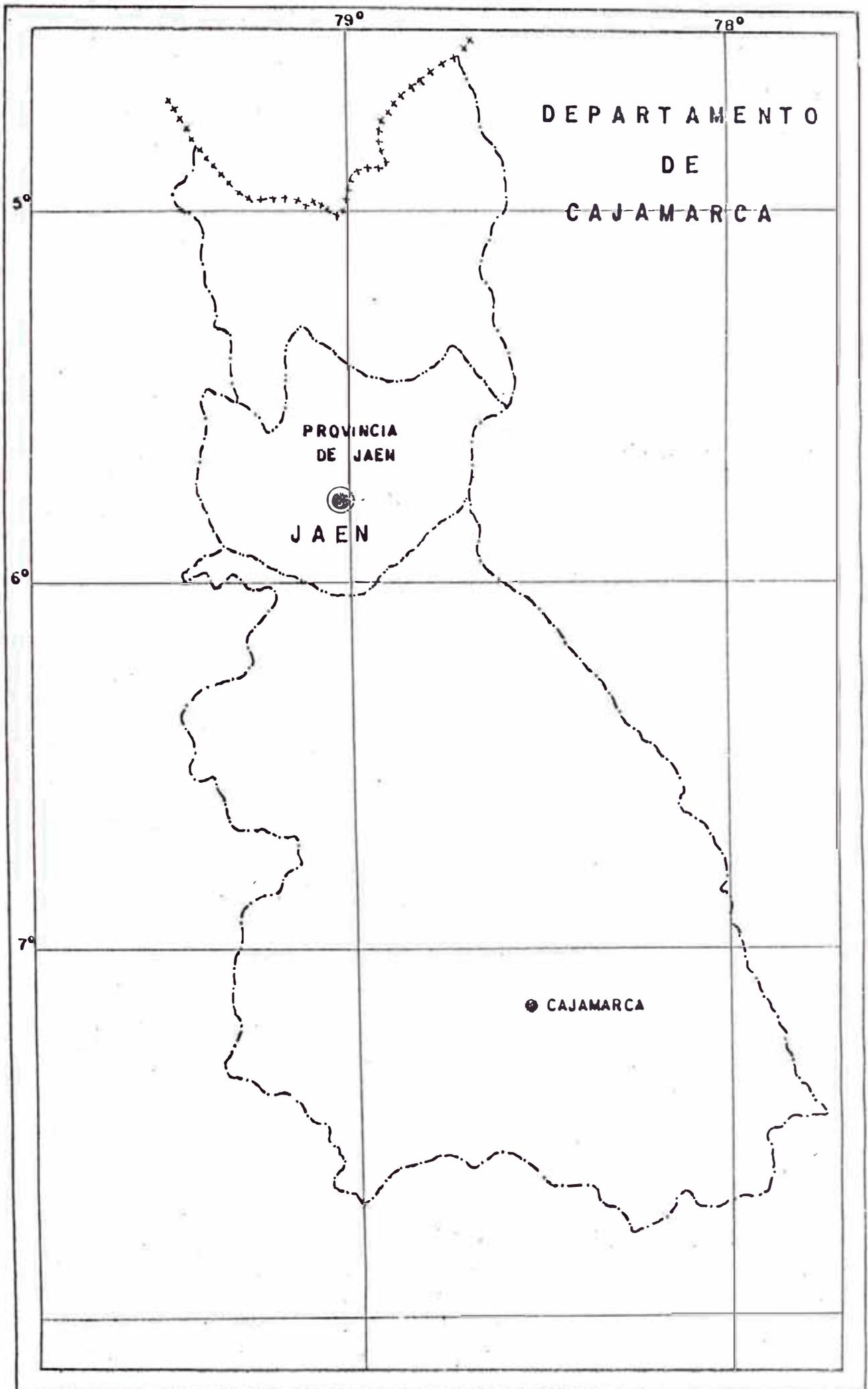


FIGURA N° 1.2

1.4 EXTENSION

El área ocupada por la Ciudad en 1988 es de 200 Hás. aproximadamente, que albergan 31,836 habitantes, de las cuales 160 Hás. tienen características definidas de consolidación urbana.

El Río Jaén que corre a lo largo de la quebrada, divide en dos partes a la ciudad. Estas dos partes se hallan unidas por tres puentes de concreto armado.

Políticamente, el Distrito de Jaén, limita :

- Por el Norte con el Distrito de La Coipa (Provincia de San Ignacio).
- Por el Sur con el Distrito de Colasy (Provincia de Jaén), Pinpingos y Choros (Provincia de Cutervo).
- Por el Este con Chontali (Prov. de Jaén), y
- Por el Nor Oeste con San José del Alto. (Prov. de Jaén).

El crecimiento urbano del centro poblado de Jaén se da a lo largo de las vías que llevan a San Ignacio (hacia el Norte), Chamaya (Hacia el Sur) y a Montegrande en el Nor Este de la ciudad.

La parte central de la ciudad está limitada por las calles Av. Villanueva Pinillos, Mariscal Castilla, Simón Bolívar y San Martín; en donde se concentran las principales activida-

des relacionadas con la labor administrativa y comercial.

En la Ciudad de Jaén se ubican los barrios de Miraflores, Magllanal, Morro Solar, SENAPA, Pueblo Nuevo, Cruce Monte Grande, Montegrande, Pueblo Libre, San Martín y Los Aromos.

1.5 TOPOGRAFIA

Por estar ubicada en la cabecera del valle, y al pie de la quebrada, la Ciudad de Jaén presenta fuertes declives que van paralelos al curso del río en algunos sectores o perpendiculares al mismo en otros.

La pendiente en el sentido Oeste-Este varía de 4% a 8%.

La ciudad está comprendida entre las cotas 705 m.s.n.m. y 835 m.s.n.m.

La ciudad está dividida en dos partes por el río Jaén; se apostó inicialmente en la margen izquierda, siendo este sector el más antiguo y el más extenso; la pendiente de este sector es la más pronunciada : Sector "A", el cual tiene un 62% de la población total actual.

El área de la margen derecha se localiza en los sectores "B" y "C" y es de menor extensión urbana, y representan el 38% de la población total actual.

PATS	Perú	CARACTERÍSTICA DE LA MJSMA	DESIGNACION
		Disco de bronce, 9 cm. diámetro	K-80-R
DEPARTAMENTO	Cajamarca	ESTABLECIDA POR (ORGANIZACION)	ELEVACION
		IGM	727.8984
PROVINCIA	Jaén	ORGANIZACION (FUNDIDO EN LA MARCA)	ORDEN
		Geodésico Inter-Americano	1º
LINEA	Chamaya-Jaén-Bellavista		(FINAL) (PRELIMINAR)
TRAMO		ESTAMPADO	DATUM
		K-80-R - IGM - 1968	

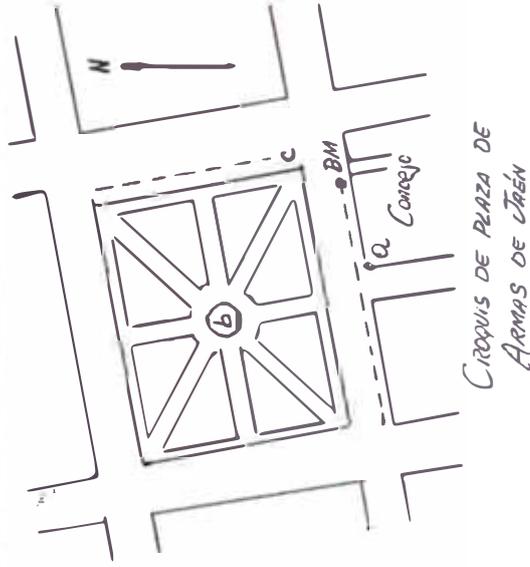
DESCRIPCION DETALLADA DEL PUNTO : A lo largo de la carretera Chamaya-Jaén-Bellavista; en el pueblo de Jaén. Partiendo del cruce en Chamaya, la marca está al norte a 12.7 millas, incrustada en la vereda del Concejo Provincial de Jaén. Está al costado sur-este a 7.50 Mts. del eje de la calle San Martín y a 0.20 Mts. más alto con respecto a la misma.- Está incrustada sobre una vereda de 29.60 Mts. de largo, por 2.80 Mts. de ancho y a 0.00 Mts. sobre el nivel de la vereda.- REFERENCIAS :

a).- Desde la esquina nor-oeste del Concejo Provincial de Jaén, con azimut magnético 80°, está a 10.45 Mts.

b).- Desde la pileta, situada al centro de la Plaza de Armas de Jaén, con azimut magnético 130°, está 46.05 Mts. y

c).- Desde la esquina sur-este de la Plaza de Armas en referencia, con azimut magnético 190°, está a 21.40 Mts.

El terreno alrededor es plano.
No hay fotografía aérea.



(DESCRITA) O (RECUPERADA) POR Emilio Palomino T. ORGANIZACION IGM
MONOGRAFIA DE LA COTA FIJA
FECHA NOVIEMBRE 1970.

1.6 CARACTERISTICAS DEL SUELO

La ciudad de Jaén está ubicada en la Quebrada de Jaén. Los suelos donde se desarrolla la Ciudad son suelos transportados durante el cuaternario reciente, ubicados preferentemente en depósitos de pie de talud destacando los suelos finos y los depósitos fluvio-aluviales; presenta además una intensa meteorización del componente pétreo, estimándose provenientes, probablemente, de estructuras paleozoicas, observándose composiciones desde volcánicas hasta areniscas. Los suelos que dominan son de naturaleza calcárea, profundos y arcillosos, pH alrededor de 8.0.

Para fines de la estimación de la presión media actuante sobre tuberías podrá utilizarse un rango de densidad húmeda comprendida entre 1.85 a 2.00 gr/cm³.

Así mismo, información de trabajos similares indican que no se han reportado casos de agresividad de los suelos al concreto.

1.7 CLIMA Y METEOROLOGIA

El clima en la zona es cálido y húmedo y se identifica como de Selva Alta.

De acuerdo a la información obtenida de las Estaciones Meteorológicas de Jaén (Ver Cuadro N° 1.01a) podemos decir:

- La Temperatura varía entre 20° y 32°C siendo la promedio

anual de 24.4°C. El mes de Noviembre es el más caluroso con un promedio de 25.01°C y en el mes de Marzo es el de menor temperatura con un promedio de 24.21°C.

- La Precipitación Promedio Total Anual es de 851.2 mm., siendo el mes de Marzo el de mayor pluviosidad y el mes de Agosto de menor precipitación con 29.3 mm.
- La Humedad Relativa Anual Promedio es de 70.51% siendo la mínima registrada en el mes de Setiembre : 63.3% y la máxima en el mes de Abril : 77.38%.
- Los vientos predominantes en la zona son en el sentido Nor Este con velocidades que van de cero hasta seis metros por segundo.

1.8 MEDIOS DE COMUNICACION

La Ciudad de Jaén se comunica con el resto del país mediante medios de transporte terrestre, eventualmente aéreo y servicios de correos y telégrafo, teléfono y radio.

TRANSPORTE TERRESTRE : Existe una vía asfaltada que bordea la ciudad por su parte baja en una longitud de 3.3 Km. Sirve de límite entre la zona urbana y los terrenos de cultivo y es parte integrante de la Carretera Chamaya-Jaén-San Ignacio que corre de Sur a Norte. Esta Carretera, se une a la Carretera Marginal en Chamaya, a 20 Km. al Sur de Jaén.

La Carretera Chamaya-Jaén-San Ignacio es de doble sentido, totalmente asfaltada y une los centros poblados ubicados a lo largo de ella.

TRANSPORTE AEREO : Jaén sólo cuenta en la actualidad con un servicio eventual de Aero-Taxi Jaén-Chiclayo. Actualmente se trabaja en la construcción de un moderno aeropuerto. El emplazamiento se encuentra a 17 Kms. al Norte de la localidad en la zona denominada Shumba.

Años atrás se construyó un aeródromo que todavía sirve para el aterrizaje de avionetas (servicio de aero-taxis). La pista es de tierra y por falta de mantenimiento se encuentra en mal estado.

CORREOS Y TELEEGRAFOS : Existe una oficina postal y telegráfica.

TELEFONO : Actualmente funciona una oficina de Entel Perú en la ciudad, con lo cual Jaén queda comunicada telefónicamente con el resto del país.

RADIO : Existe una red local conformada por tres radio-emisoras privadas pertenecientes a Sociedades Anónimas (Radio Oriental y Radio Jaén) y al Vicariato de San Javier de Marañón (Radio Marañón), además de Radio Bagua, siendo limitado su servicio por falta de energía eléctrica.

Algunas estaciones de radios de Chiclayo llegan a la ciudad en forma muy deficiente, lo que no sucede con algunas emisoras ecuatorianas y colombianas que llegan nítidamente a los receptores.

1.9 POBLACION URBANA Y RURAL-CENSOS

La población del Distrito de Jaén según Censos es como sigue :

AÑO	POBLACION
1940	5,001
1961	20,212
1972	44,263
1981	56,663

Estas cifras incluyen tanto a la población rural como urbana.

Como el área es netamente agrícola, la población rural es mayor que la urbana pese a que la Tasa de Crecimiento Urbano es mayor; así en el Censo 1981 la población rural de Jaén alcanza el 57% mientras que la urbana, sólo el 43%.

El siguiente Cuadro nos muestra la proporción rural y urbana de Jaén.

AÑO	POBLAC. RURAL	POBLAC. URBANA
-----	-----	-----
1940	4,491	510
1961	15,792	4,420
1972	29,942	14,321
1981	32,307	24,356

Tanto en la región como en la Provincia de Jaén la población masculina supera la femenina en ambas áreas.

La población joven forma una base muy amplia en la pirámide de edades; quedando en la cúspide sólo un 14% de población mayor de 40 años.

POBLACION PROV. JAEN SEGUN EDAD Y SEXO

CENSO 1981

GRUPO DE EDAD	TOTAL	%	MUJERES	HOMBRES
-----	-----	---	-----	-----
0 - 14	67,879	54	32,725	35,154
15 - 39	40,194	32	19,409	20,785
40 - 64	14,196	11	6,855	7,841
65 a Mas	3,450	3	1,667	1,783
	-----		-----	-----
	125,719		60,656	65,063

1.10 MORBILIDAD Y MORTALIDAD

Las condiciones climatológicas de la zona (clima permanente húmedo) hace que las enfermedades del aparato respiratorio sean críticas, situándose en la primera causa de mortalidad en el Centro Urbano de Jaén (1986, 1987).

Por otro lado, la falta de tratamiento de las aguas usadas para consumo humano permite la proliferación de enfermedades infecciosas, convirtiéndose en otro factor importante de mortalidad y morbilidad.

En los Cuadros Nº1.02, 1.03, 1.04, 1.05, 1.06 y 1.07 se aprecian los porcentajes de morbilidad y mortalidad de las diez primeras enfermedades predominantes en la zona (Datos tomados del Centro de Salud Jaén - Area Hospitalaria Nº5 Jaén).

1.11 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS

Las actividades económicas de las región pueden clasificarse en : (Información obtenida en la Oficina Agraria Jaén).

1.11.1 Agrícola

Es la actividad más importante en los fértiles Valles de Jaén, Shumba, Chinchipe, San Ignacio. Destacándose la producción de café, yuca y arroz. Otros cultivos en seco como el maíz duro, amiláceo y frijol han experimentado un ligero aumento. Además se siem-

C U A D R O 1.02

A R E A H O S P I T A L A R I A N º 5 J A E N - S A N I G N A C I O
 A R E A H O S P I T A L A R I A N º 5 J A E N - S A N I G N A C I O
 M O R B I L I D A D G E N E R A L D E L A S D I E Z P R I M E R A S C A U S A S
 E N E L A R E A H O S P I T A L A R I A J A E N - S A N I G N A C I O A ñ o 1 9 8 6

Numero de Codigo	D A Ñ O S	Total de Daños	Porcentaje %
22	Enfermedades del Aparato Respiratorio	3559	22.3
2	Disentería y Gastroenteritis	1876	11.9
25	Enfermedades del Aparato Genitourinario	1452	9.1
34	Traumatismos y Envenenamientos	1281	8.0
28	Enfermedades de la Piel y Del tejido Celular Subcutaneo	947	5.9
33	Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos	942	5.9
9	Enfermedades Venereas	918	5.8
12	Todas las demas Enfermedades Infecciosas y parasitarias	912	5.7
10	Helminthiasis	757	4.8
24	Enfermedades de Otras Partes del Aparato Digestivo	538	3.4
T O D A S L A S E N F E R M E D A D E S		2733	17.2
T O T A L G E N E R A L		15915	100.0

CUADRO Nº 1.03
DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL
AÑO : 1987

Nº De Orden	Nº de Código	D A Ñ O S	TOTAL	%
1	22	Enf. del Apto Respiratorio	3,716	19.6
2	12	Todas las Enf. Infec. y parasitarias	2,411	12.7
3	34	Traumatismos y Envenenamientos	1,841	9.7
4	25	Enf. del Apto. Genitourinario	1,696	8.9
5	2	Disentería y Gastroamterocolitis	1,643	8.7
6	28	Enf. de la piel y del tejido celular subcutá.	1,117	5.9
7	33	Signos, síntomas y est. morb. mal definidos	1,068	5.6
8	19	Enf. del Sistema nervioso y de los sentidos	922	4.9
9	10	Helmintiasis	787	4.1
10	24	Otras Enf. del Apto. Digestivo	577	3.0
		Todas las Demás Enfermedades	3,200	16.8
T O T A L		G E N E R A L	18,978	100.0

FUENTE : Unidad Departamental de Salud Cajamarca
Establecimiento de Salud Nº 1 Jaén

C U A D R O 1.04

A R E A H O S P I T A L A R I A N º5 J A E N - S A N I G N A C I O
M O R T A L I D A D D E L A S D I E Z P R I M E R A S C A U S A S
E N E L A R E A D E S A L U D N º 5 J A E N A ñ o 1 9 8 6

Numero de Orden	Numero de Codigo	D . A Ñ O S	Total de Daños	Porcentaje %
1	2	D I S E N T E R I A Y G A S T R O E N T E R I T I S	124	17
2	22	E N F E R M E D A D E S D E L A P A R A T O R E S P I R A T O R I O	81	11
3	34	T R A U M A T I S M O S Y E N V E N E N A M I E N T O S	51	7
4	7	S A R A M P I O N	40	5.5
5	33	S I G N O S S I N T O M A S Y E S T A D O S M O R B O S O S M A L D E F I N I D O S	40	5.5
6	24	L A S D E M A S E N F E R M E D A D E S D E L A P A R A T O D I G E S T I V O	35	5
7	20	E N F E R M E D A D I Z Q U E M I C A D E L C O R A Z O N	34	4.6
8	21	E N F E R M E D A D D E L A P A R A T O C I R C U L A T O R I O	31	4.2
9	3	T U B E R C U L O S I S	28	4
10	19	E N F E R M E D A D E S D E L S I S T E M A N E R V I O S O Y D E L O S S E N T I D O S	28	4
T O D A S L A S D E M A S E N F E R M E D A D E S			235	32.2
T O T A L G E N E R A L			727	100.0

CUADRO Nº 1.05

DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD GENERAL

AÑO : 1987

Nº De Orden	Nº De Código	C A U S A S	TOTAL	%
1	22	Enf. del Apto Respiratorio	80	13.0
2	33	Signos, síntomas y est. morb. mal definidos	61	10.0
3	2	Disentería y Gastroanterocolitis	57	9.3
4	34	Traumatismos y Envenenamiento	54	8.8
5	12	Todas las demás Enfs. Infec. y pa rasitarias	41	6.7
6	21	Enf. del Apto. Circulatorio	40	6.5
7	20	Enf. Isquémica del Corazón	38	6.2
8	1	Fiebre Tifoidea y Paratifoidea	28	4.6
9	13	Tumores	28	4.6
10	15	Enf. de las glándulas Endocrinas y Transtornos de la Inmunidad	26	4.2
		Todas las Demás Enfermedades	160	26.1
T O T A L G E N E R A L			613	100.0

FUENTE : Unidad Departamental de Salud Cajamarca
Establecimiento de Salud Nº 1 Jaén.

CUADRO Nº 1.06

ENFERMEDADES DE MAYOR SIGNIFICACION EN LA ZONA

ENFERMEDAD	AÑO 1,986	ENERO 1,987
Paludismo (Casos Positivos)	3,042	337
IRA.	2,431	121
Enfermedades Respiratorias	2,218	107
EDA.	1,898	45
Enfs. Antiparasitarias	1,446	107
Parasitosis	787	43
Tifoidea (Casos Clínicos)	442	18
Desnutrición	162	10
Tuberculosis (Casos Positivos)	118	6

FUENTE : Unidad Departamental de Salud Cajamarca
Establecimiento de Salud Nº1 Jaén

CUADRO Nº 1.07

DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD DE NIÑOS MENORES

DE 5 AÑOS : 1987

Nº de Orden	Nº Códig.	C A U S A S	TOTAL	%
1	22	Enf. del Aparato Respiratorio	41	20.5
2	2	Disentería y Gastroenteritis	37	18.5
3	33	Signos, sínt. y est. morb. mal definidos	23	11.5
4	15	Enf. de las gland. Endocrinas y trastornos de la inmunidad	20	10.0
5	31	Ciertas afecciones en el período perinatal	17	8.5
6	12	Otras enfermedades infecciosas y parasitarias.	15	7.5
7	1	Fiebre Tifoidea y Paratifoidea	9	4.5
8	5	Tétanos	5	2.5
9	19	Enf. del Sistema nervioso y de los sentidos	4	2.0
10	17	Enf. de la sangre y de los órganos hematoyéticos.	4	2.0
		Todas las demás causas	25	12.5
		T O T A L	200	100.00

FUENTE : Unidad Departamental de Salud Cajamarca
Establecimiento de Salud Nº 1 Jaén.

bran cacao y frutales en menor escala.

1.11.2 Pecuaría

La población pecuaría está conformada preferentemente por el ganado vacuno, seguido de porcinos, ovinos, roedores, aves y en una menor proporción caprinos; no se está considerando ganado equino por ser una población no significativa.

La cría de ganado vacuno está dirigida a la producción de carne, existiendo número muy reducido de ganado vacuno de doble propósito y el ganado de producción de leche es casi nulo.

1.11.3 Maderera

La zona produce : Guayacán, Cedro, Ishpingo, Roble, Acerillo, Romerillo, Caña Guayaquil, Caña Brava y otras.

1.11.4 Comercial

Los productos anotados anteriormente tienen amplio mercado en las zonas costeras del país. Este hecho ha incrementado el comercio regional en los últimos años.

1.11.5 Industrial

Esta actividad se encuentra en un grado incipiente de desarrollo y está orientada a las actividades derivadas de la extracción forestal.

1.11.6 Otras

Las otras actividades como son : construcción, transporte, etc. tienen escasa participación dentro del producto regional.

La distribución de la PEA en las diferentes ramas de actividad es la siguiente :

PEA DE 15 AÑOS Y MAS SEGUN RAMAS DE ACTIVIDAD
EN LA CIUDAD DE JAEN

RAMAS DE ACTIVIDAD	%
Agricultura	33.0
Comercio e Industria	28.8
Gobierno	16.3
Servicios	4.2
Otros	17.7
T O T A L	100.0

FUENTE : Encuesta Socio Económica.

1.12 ENERGIA ELECTRICA

El Distrito cuenta con una central térmica administrada por Electro Norte con una potencia instalada de 880 Kw y una potencia real de 800 Kw.

El servicio es deficiente, funciona por sectores y sólo 12 horas diarias, de 6 pm. a 6 am. Esta deficiencia en los servicios domiciliarios alcanza también al alumbrado público.

1.13 ENCUESTA INFORMATIVA DE JAEN

La encuesta efectuada en Jaén ha sido tomada sobre un universo de 200 viviendas. Este universo está distribuido en los 10 barrios identificados en la ciudad.

Esta encuesta ha arrojado los siguientes resultados :

- El 80.7% de las encuestas tiene conexión de agua y 19.3% carecen de dicha conexión.
- Existe un promedio de 6.056 personas por casa.
- La información obtenida en las encuestas ha sido proporcionada mayormente por el Jefe de Familia (40%) en los Barrios de SENAPA y Cruce Montegrande, y por los hijos mayores (33%) en los Barrios Pueblo Nuevo y Morro Solar.
- El 25.5% del total de viviendas se ubican en el Barrio SENAPA, siendo abastecidas de agua en un 90.6% por el

SENAPA, lo que significa que sólo el 23% del total de viviendas del Centro Urbano de Jaén es abastecido por el SENAPA.

- El 48.1% de las viviendas cuentan con conexión de desagüe y el 51.9% de las viviendas no cuentan con conexión de desagüe, estando ubicadas mayormente, estas viviendas en los Barrios de Magllanal, Cruce Montegrande, Montegrande y Pueblo Libre.
- El 89% de las viviendas tienen puerta a la calle, el 6.6% es de tipo quinta y el 3.8% es de tipo callejón.
- Se ha encontrado un promedio de 1.167 familias por casa, ubicándose el mayor porcentaje de familias en los Barrios de SENAPA, Pueblo Nuevo y Morro Solar, teniendo el mayor promedio de familia por casa el Barrio Morro Solar : 1.247 Familias/Casa.
- Como dijimos, el promedio general es de 6.056 personas por casa, teniendo los Barrios de SENAPA y MORRO SOLAR un promedio mayor que el general, siendo de 6.74 y 6.39 respectivamente. En el Barrio de Montegrande el promedio es de 4.29 personas por casa, siendo el menos denso.
- En las viviendas con conexión, se utilizan los siguientes tipos de servicios de desagüe : conexión a la red pública independiente en un 56%, conexión a la red pública de uso común en un 5.8%, letrina en un 15%, pozo séptico en un

20% y otros en un 3%.

- En la Ciudad de Jaén el 22.5% de las viviendas no tienen conexión de agua.
- El promedio de consumo diario por vivienda sin conexión de agua es de 719.714 litros.
- En las viviendas sin conexión los servicios higiénicos de desague que se utilizan son : Pozo séptico en un 53.8% letrina en un 24% y otros en un 22.2%.
- Del total de casas sin conexión de agua, el 96.4% desea tener servicio de agua potable y el 95.4% desea tener servicio de desague.

CAPITULO II

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARTILLADO

Actualmente la Ciudad de Jaén cuenta con un sistema de alcantarillado que funciona por gravedad y es del tipo separativo, teniéndose se varias disposiciones finales que en algunos casos descargan al río Jaén y en otros son usados para riego agrícola.

No existen sistemas de desague pluvial y parte de las aguas de lluvia ingresa a los colectores. Estas aguas provienen de los patios internos que receptionan el agua que cae sobre los techos de las casas de la ciudad, y también de las aguas de lluvias que discurren por la ciudad e ingresan por los buzones.

La descripción y funcionamiento del sistema se ha obtenido en base a la información recopilada en el replanteo del sistema.

En los planos de replanteo de los sistemas de alcantarillado, se muestra la red de colectores existentes.

2.1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS ACTUALES

La red ha sido construida en su mayoría con tuberías de concreto simple fabricado dentro de diversas especificaciones y

sin que exista constancia de su calidad o procedencia.

La mayor parte de la red de colectores es de 8" de diámetro, el resto es de 6", 10" y 14".

En el sistema se aprecian dos sectores L

a) El Sector A, ubicado en la margen izquierda del río Jaén, tiene cinco puntos de disposición que son :

- El Colector Bolivar, al que descarga parte de Jaén Antigo y Magllanal (Parte Baja), termina en una acequía que pasa por la Calle Bolivar, a la altura de la Carretera a San Ignacio. Esta acequía riega algunos terrenos de cultivos y luego descarga el excedente en el río Jaén.

- El Colector Ureta, es el principal colector ya que en éste descargan los desagües de los siguientes barrios : Parte de Jaén Antigo, Pueblo Nuevo, Miraflores y la Parte Baja de Magllanal.

Este colector descarga directamente al río Jaén mediante un pequeño canal, aguas abajo del puente de la Carretera a San Ignacio.

- Disposición final entre las Calles Iquitos y Hospital, proveniente del Sector de Pueblo Libre.

Discurre por un Canal que se ha formado en la Calle Iquitos hasta el cruce con la Carretera a San Ignacio donde

es usado para riego. Continuamente produce aniegos de desague en el cauce de las Calles Iquitos y Hospital.

- Disposición final entre las Calles Prolong. Micaela Bastidas Garcilazo de La Vega (altura del Estadio), también proveniente del Sector de Pueblo Libre. Discurre por el canal a lo largo de la Calle Prolong. Micaela Bastidas hasta la carretera a San Ignacio.
- Disposición final entre las calles Prolong. Cajamarca y Calle Nº2, corresponde sólo a cuatro manzanas cuyos pobladores han instalado este pequeño colector (Barrio de Pueblo Libre). La descarga es mínima y se infiltra en terrenos vecinos.

b) Los Sectores B y C, ubicados en la margen derecha del río Jaén, tienen siete puntos de disposición :

- Descarga directa al río Jaén, entre las calles, Mariano Melgar y Prolong. Manco Cápac (altura de la Cárcel de Jaén).
- Disposición final en la Calle Mariano Melgar, cerca a la Av. Circunvalación derecha; descarga a través de un canal que se ha formado, al río Jaén.
- Disposición final en la Calle Libertad, a una Cuadra de la Av. Circunvalación Derecha, descarga a una acequia.
- Disposición final en la Calle Dos de Mayo, cerca de la Avenida Circunvalación Derecha, descarga a una acequia.
- Disposición final en la Calle Prolong. Manco Cápac, cerca de

la intersección con la Calle Marañon, descarga a una acequia.

- Disposición final entre las Calles 19 y Prolong. Manco Cápac, descarga en la misma acequia que la anterior.
- Disposición final entre la Calle 20 y Prolong. Manco Cápac, descarga en la misma acequia que la anterior.

Estas descargas parciales de desagües se producen al no existir la interconexión del sistema, porque muchas veces los moradores por su cuenta y sin dirección técnica han realizado la instalación de colectores, quedando estos independientes con respecto a los ya existentes.

2.2 ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DEL SISTEMA

2.2.1 Conexiones Domiciliarias

Del replanteo del sistema efectuado, se ha observado que las conexiones domiciliarias de los sectores SENAPA, Pueblo Nuevo y Miraflores se encuentran en buen estado. Las correspondientes al sector de Morro Solar están en regular estado por falta de mantenimiento.

Las tapas de las cajas de registro son de Fierro Fundido y Concreto, encontrándose algunas averiadas.

La distancia promedio entre la Caja de Registro y el

colector es de 5m.

2.2.2 Colectores

La red de colectores más antigua de desagües corresponde al sector de SENAPA, la que se instaló hace 29 años (1959), y los últimos colectores instalados fueron los del sector de Miraflores en 1983. Las tuberías son de concreto simple con una longitud total de 26,738 metros distribuidos tal como se aprecia en el Cuadro Nº 2.01.

CUADRO Nº 2.01

TUBERIAS EXISTENTES DE ALCANTARILLADO

DIAMETRO (Pulgadas)	LONGITUD (Metros)
6	274
8	26,146
10	280
14	38
T O T A L :	26,738

2.2.3 Buzones

Se han ubicado 198 buzones de inspección de concreto, con profundidades que varían entre 0.80 m. a 4.05 m., con diámetro interior 1.20 m. y 3 cajas de inspección.

En el sector de SENAPA la mayor parte de los buzones se encuentra en buen estado. En el Barrio de Pueblo Nuevo se han contabilizado nueve buzones en pésimas condiciones de los cuales cinco no tienen tapa.

En el Barrio de Morro Solar la mayor parte de lasas y tapas de los buzones han sido mal construidos, los fondos de las canaletas son inadecuados.

El Barrio de Miraflores es el que registra buzones de inspección en buen estado, estos han sido construidos recientemente (1983).

CUADRO Nº 2.02
BUZONES EXISTENTES

PROFUNDIDAD (M)	CANTIDAD
- Caja rectangular hasta 1.00 M.	03
- Hasta 1.20	23
- Desde 1.20 hasta 1.50	49
- Desde 1.50 hasta 2.00	52
- Desde 2.00 hasta 3.00	21
- Desde 4.00 hasta 5.00	01
- Medición imposible	49

2.3 REPLANTEO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Hemos logrado efectuar el replanteo del alcantarillado de toda la Ciudad de Jaén.

Este trabajo ha consistido en la medición de la profundidad de las entradas y salidas de cada uno de los buzones existentes.

Este replanteo tuvo que realizarse por falta de planos actualizados y por haberse construido ampliaciones sin un plan integral de mejoramiento.

Solamente no se replantearon los buzones cuya inspección fue imposible por estar sus tapas atoradas o selladas.

En cuanto al estado de los buzones, podemos decir que sólo los comprendidos en el sector que administra SENAPA están operando normalmente y su construcción respeta las normas en cuanto a diámetro, tapa, techo y canaletas.

En otros sectores que están administrados por juntas privadas, la mayoría de los buzones han sido construidos sin obedecer las características reglamentarias. Así, en el sector de Morro Solar, en las calles Los Laureles y Marañón, los buzones tienen un techo-tapa de 5.00 m.x1.50 m.x0.20 m., dimensiones que hacen imposible su inspección.

La información del replanteo de buzones se ha vaciado en cartillas de inspección en las que para cada buzón se indica un

croquis de su ubicación tal como se observa en la hoja adjunta (Estas tienen 2 alternativas de llenado según la ubicación del buzón : intermedio o en esquina). En estas cartillas también se indica un detalle en la dirección de flujo (las flechas indican la existencia de tubería y el sentido del flujo) donde cada posible entrada y salida del buzón está numerada y aparte (De acuerdo a la numeración) se indica la profundidad de la tubería midiéndola a partir de la tapa del buzón y diámetro de cada una de ellas.

Para la identificación de los buzones se usó la numeración empleada por SENAPA Jaén.

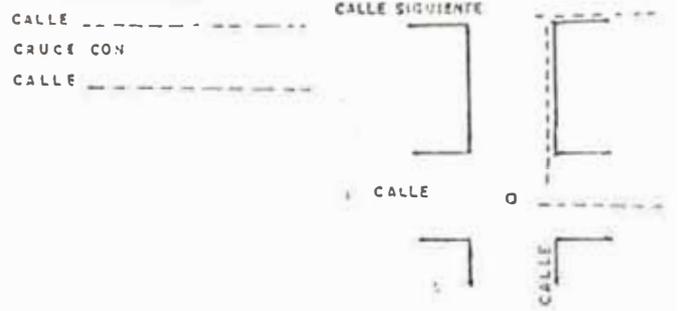
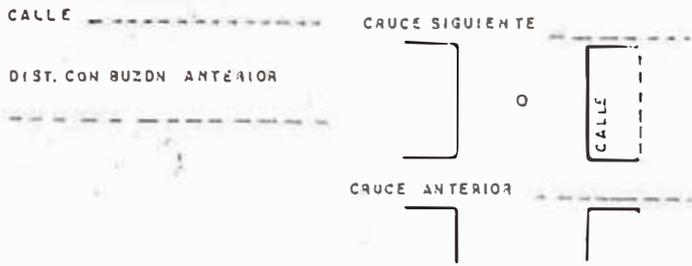
2.4 CALIDAD DE LAS AGUAS SERVIDAS

El sistema de alcantarillado, no tiene ningún dispositivo para medir el caudal de desague.

Las aguas servidas de la Ciudad de Jaén pueden considerarse que pertenecen al tipo doméstico; ya que no cuenta la ciudad con grandes industrias que pudieran afectar las cualidades físico-químicas de los mismos.

Se adjuntan los resultados de Análisis Físico-Químico y Bacteriológico de las muestras de agua del río Jaén antes, en, y después de la descarga de desagües (Cuadro Nº 2.03).

Además se efectuó el análisis de desague de una muestra tomada en el punto de descarga del Colector Bolívar, cuyos resul-

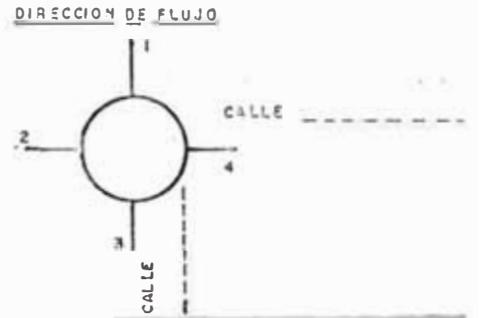


PROFUNDIDAD DEL BUZON _____

DISTANCIA DE FONDO DE TUBOS A TAPA DE BUZON

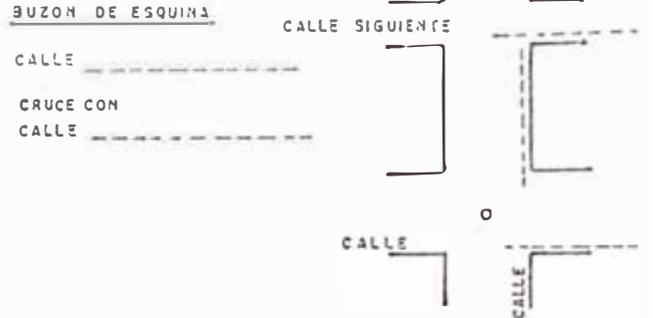
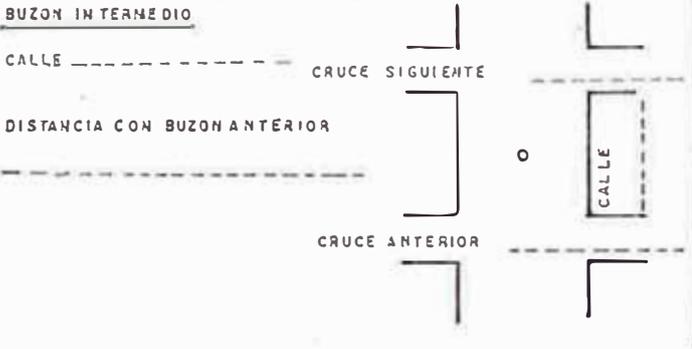
① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

BUZON N° _____



DIAMETROS DE TUBERIAS

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

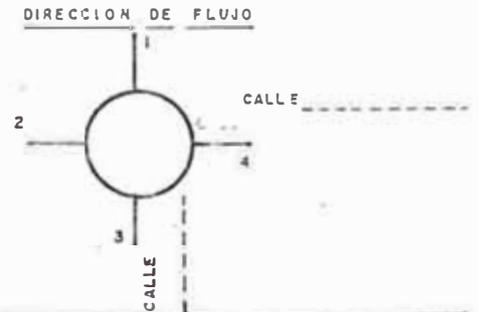


PROFUNDIDAD DEL BUZON _____

DISTANCIA DE FONDO DE TUBOS A TAPA DE BUZON

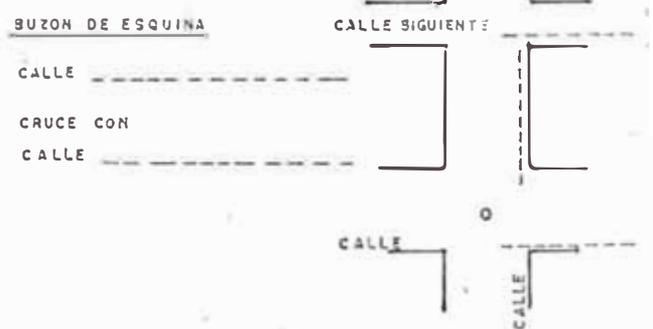
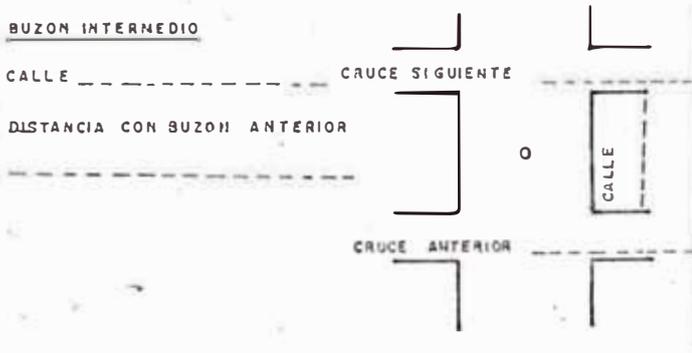
① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

BUZON N° _____



DIAMETROS DE TUBERIAS

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____



PROFUNDIDAD DEL BUZON _____

DISTANCIA DE FONDO DE TUBOS A TAPA DE BUZON

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

BUZON N° _____



DIAMETROS DE TUBERIAS

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

tados se adjuntan en el Cuadro N° 2.04.

2.5 VOLUMEN DE AGUAS SERVIDAS

Para esta Tesis se efectuó una medición en un día lluvioso mediante un vertedero colocado en la descarga del Colector Bolívar que sirve al Sector SENAPA cuyos resultados aparecen en el Cuadro N° 2.05.

El volumen actual de aguas servidas que se tiene en el Sector SENAPA es de 3,839 m³/día.

En los otros sectores se estima en aproximadamente 4,000 m³/día, estas aguas descargan directa o indirectamente al río Jaén.

Este volumen incluye la infiltración de agua de lluvia, que aporta un caudal regular a los colectores y esto se debe esencialmente a que las aguas de lluvias recolectadas en los techos de las viviendas se evacúan a la red de desague doméstico.

CUADRO Nº 2.03

ANALISIS FISICO-QUIMICOS Y BACTERIOLOGICO DE LAS

MUESTRAS DE AGUA DEL RIO JAEN

LABORATORIO : SENAPA - CHICLAYO

FECHA : 18 MARZO 1988

DETERMINACION	MUESTRA Nº 1 A 100 m. ANTES DE LA DESCARGA DE DE- SAGUES.	MUESTRA Nº 2 PUNTO DE DESCARGA DE LOS DESAGUES.	MUESTRA Nº 3 A 5 Km. DESPUES DE LA DESCARGA DE DE- SAGUES.
A.- ANALISIS FISICO QUIMICOS			
- Turbidez	3.5 UNT	16.0 UNT	4.0 UNT
- Olor	Sin olor	Putrefacto	Sin olor
- Sabor	Suigénemesis	Fétido	Poco amargo
- Temperatura	21°C	21°C	21°C
- pH	8.5	5.5	8.0
- Acidez	1.0 ppm	26.0 ppm	1.4 ppm
- Alcalinidad total	100.0 ppm	224.0 ppm	152.0 ppm
- Alcalinidad al pH	0.00 ppm	0.00 ppm	0.00 ppm
- CO	1.2 ppm	2.7 ppm	1.2 ppm
- Cloruros	100.0 ppm	808.0 ppm	196.0 ppm
- Dureza Total	164.0 ppm	192.0 ppm	156.0 ppm
- Sulfatos	110.0 ppm	164.0 ppm	104.0 ppm
- Fierro	0.2 ppm	0.3 ppm	0.1 ppm
- NH	Trazas	Trazas	Trazas
B.- ANALISIS BACTERIO- LOGICO			
- Presuntiva 24 hrs.	+	+	+
- Confirmativa 48 hrs.	+	+	+
- Completa			
a) Gas	+	+	+
b) Gram	-	+	+
- N.M.P			
Golif/100 ml	212	2,140	345

CUADRO Nº 2.04

LABORATORIO Nº 20 DE INGENIERIA SANITARIA

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS

REF.: A.F.Q. Nº008-88

CLASE DE MUESTRA : Agua de Desagües del Colector Bolívar
TOMA DE MUESTRA : Ultimo Buzón de la calle Bolívar, Cruces
Av. Bolívar y calle Hospital
LUGAR DE PROCEDENCIA : Distrito de Jaén, Provincia Jaén, Departa-
mento de Cajamarca.
FECHA DE RECEPCION EN EL LABORATORIO : 22 de Febrero de 1988

DETERMINACIONES	RESULTADOS
pH	6.90
Oxígeno Disuelto	0.00 mg/L como O.D
Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días 20°C.	60.00 mg/L como D.B.O
Sólidos Totales	552.00 mg/L
Sólidos Fijos	336.00 mg/L
Sólidos Volátiles	216.00 mg/L
Sólidos Suspendidos	360.00 mg/L
Sólidos Disueltos	192.00 mg/L
Sólidos Sedimentables	2.50 mg/L/hr.

CUADRO Nº 2.05
AFOROS DE DESCARGAS DESAGUE
SECTOR SENAPA - 11 MARZO 1988

HORA	VOLUMEN CONSUMTDO		VOLUMEN ACUMULADO
	(l/s)	(m3/h)	(m3/h)
0-1	49.21	177.16	177.16
1-2	49.21	177.16	354.32
2-3	43.83	157.79	512.11
3-4	39.39	141.80	653.91
4-5	39.39	141.80	795.71
5-6	39.39	141.80	937.51
6-7	43.83	157.79	1,095.30
7-8	49.21	177.16	1,272.46
8-9	49.21	177.16	1,449.62
9-10	43.83	157.79	1,607.41
10-11	43.83	157.79	1,765.20
11-12	43.83	157.79	1,922.99
12-13	43.83	157.79	2,080.78
13-14	43.83	157.79	2,238.57
14-15	49.21	177.16	2,415.73
15-16	43.83	157.79	2,573.52
16-17	43.83	157.79	2,731.31
17-18	43.83	157.79	2,889.10
18-19	43.83	157.79	3,046.89
19-20	43.83	157.79	3,204.68
20-21	43.83	157.79	3,362.47
21-22	43.83	157.79	3,520.26
22-23	39.39	141.80	3,662.02
23-24	49.21	177.16	3,839.22

CAPITULO III

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

En el presente Capítulo, se definen los parámetros de diseño para la ampliación y mejoramiento del Servicio de Alcantarillado de la Ciudad de Jaén; estos han sido considerados teniendo como base las "Normas y Requisitos para los Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado destinados a localidades urbanas" del M.V.C., así como las informaciones de campo obtenidas.

3.1 ETAPAS Y PERIODOS DE DISEÑO

Estando la población futura comprendida entre los 50,000 y 100,000 habitantes el período de diseño será de 20 años, el presente proyecto se ejecutará en tres (3) etapas :

Una etapa de emergencia donde se tomarán las medidas inmediatas para aliviar los problemas más urgentes del alcantarillado, y dos etapas para un período de servicios de 10 años cada una, de acuerdo a la siguiente distribución:

CUADRO N° 3.01
ETAPAS DEL ESTUDIO

ETAPA	PERIODO
Inmediata	1990
I	1991 - 2000
II	2001 - 2010

3.2 EXPANSION URBANA

3.2.1 Areas de Expansi3n

De acuerdo a la tendencia de crecimiento actual de la ciudad, los polos de expansi3n se vienen desarrollando principalmente en Morro Solar, Montegrande, Carretera a Chiclayo por el Sur, y Carretera a San Ignacio por el Norte.

En base a estas tendencias, a la disposici3n de 3reas libres para el desarrollo poblacional de la ciudad y a la proyecci3n del crecimiento poblacional, se han considerado las siguientes 3reas de expansi3n de acuerdo a las etapas consideradas :

CUADRO N° 3.02
AREAS DEL ESTUDIO POR ETAPAS

E T A P A	A R E A
Inmediata (Hasta el año 1990)	Area actual=290.47Hás
I (Hasta el año 2000)	322.53 Hás.
II (Hasta el año 2010)	410.15 Hás.

3.2.2 Densidades

De acuerdo a la topografía de la Ciudad de Jaén, ésta se encuentra dividida en dos partes por el río Jaén, y conforme un estudio de la Municipalidad de Jaén la Ciudad está clasificada en 3 sectores :

- a) El que se ubica en la margen izquierda del río Jaén, abarcando los Barrios de : Jaén Antiguo (SENAPA), Magllanal, Pueblo Nuevo, Pueblo Libre y Miraflores; a esta margen se le denomina Sector "A".
- b) El que se ubica en la margen derecha del río Jaén, llamada también Nuevo Jaén, abarcando los Barrios de Morro Solar, Los Aromos, San Martín de Porres; a esta margen se le denomina Sector "B".
- c) El que se ubica también en la margen derecha del río Jaén abarcando los Barrios de Cruce Montegrande y Montegrande, a éste se le denomina Sector "C".

Según el estudio de la Municipalidad de Jaén, la distribución de densidades de saturación para cada uno de los sectores es la siguiente :

CUADRO Nº 3.03
DENSIDADES DE POBLACION

SECTOR	DENSIDAD (HAB/HA)
A	147
B	164
C	200

En el desarrollo de la presente tesis se utilizarán estas densidades.

3.3 CRECIMIENTO POBLACIONAL

De acuerdo a la información del Instituto Nacional de Estadística (INE), los censos registrados en la Ciudad de Jaén en el área urbana dieron los siguientes resultados.

CUADRO Nº 3.04
CENSOS POBLACIONALES

AÑO	POBLACION
1940	510
1961	4,420
1972	13,780
1981	24,356

Consideraremos los siguientes métodos para la formulación de la hipótesis de crecimiento futuro :

- a) Método Aritmético
- b) Método Geométrico
- c) Método de Incrementos Variables
- d) Método de la Parábola de 2º Grado
- e) Método de los Mínimos Cuadrados.

a) Estimación de Crecimiento, según Método Aritmético :

$$P_F = P_A + rT$$

AÑO	POBLACION (HAB)	VARIACION (HAB)	TIEMPO (AÑOS)	r (HAB/AÑO)
1940	510			
		3,910	21	$r_1 = 186.19$
1961	4,420			
		9,298	11	$r_2 = 845.27$
1972	13,718			
		10,638	09	$r_3 = 1,182.00$
1981	24,356			
				$\bar{r}_4 = 737.82$

$$P_{1985} = 27,307 \text{ Hab.}$$

$$P_{1990} = 30,996 \text{ Hab.}$$

$$P_{2000} = 38,375 \text{ Hab.}$$

$$P_{2010} = 45,753 \text{ Hab.}$$

b) Estimación de Crecimiento, según Método Geométrico :

$$P_f = P_a (1 + r)^t$$

ANO	POBLACION (HAB)	TIEMPO (AÑOS)	r (%)
1940	510		
1961	4,420	21	$r_1 = 10.8$
1972	13,718	11	$r_2 = 10.8$
1981	24,356	09	$r_3 = 6.6$
1940 - 1981		41	$r_4 = 9.9$
			$r_5 = 9.5$

De acuerdo a los estimados del INE, la tasa de crecimiento disminuirá a 3.9 en el año 1995 y a 3.7 en el año 2000.

Como la tendencia es a disminuir no trabajaremos con la tasa promedio r_5 sino con la correspondiente al período intercensal 1972-1981 : $r_3 = 6.6\%$

$$r = 0.066 \text{ (Intercensal 72-81)}$$

$$P_{1985} = 31,451 \text{ HAB.}$$

$$P_{1990} = 43,293 \text{ HAB.}$$

$$P_{2000} = 82,033 \text{ HAB.}$$

$$P_{2010} = 155,441 \text{ HAB.}$$

$$r = 0.037 \text{ (TNE)}$$

$$P_{1985} = 28,165 \text{ HAB.}$$

$$P_{1990} = 33,774 \text{ HAB.}$$

$$P_{2000} = 48,573 \text{ HAB.}$$

$$P_{2010} = 69,854 \text{ HAB.}$$

$$r = 0.039 \text{ (TNE)}$$

$$P_{1985} = 28,382 \text{ HAB.}$$

$$P_{1990} = 34,366 \text{ HAB.}$$

$$P_{2000} = 50,385 \text{ HAB.}$$

$$P_{2010} = 73,868 \text{ HAB.}$$

c) Estimación de Crecimiento, según Método de Incrementos Variables :

$$P_F = P_n + m (A_1P) + \frac{m(m+1)}{2} (A_2P)$$

$$\text{Siendo : } A_1P = \frac{P_n - P_0}{n - 1}, \quad A_2P = \frac{(P_n - P_{n-1}) - (P_1 - P_0)}{n - 2}$$

Interponiendo los Datos Censales a fin de dividirlos en períodos de diez años obtenemos :

AÑO	POBLACION
1941	696
1951	2,558
1961	4,420
1971	12,873
1981	24,356

$$n = 5$$

$$P_n = 24,356$$

$$P_{n-1} = 12,873$$

$$P_1 = 2,558$$

$$P_0 = 690$$

$$A_1P = 5915, \quad A_2P = 3207$$

$$P_F = 24,356 + 5,915 m + 1,603.5 m (m+1)$$

$$(m = 0.4) \quad P_{1985} = 27,620 \text{ Hab.}$$

$$(m = 0.9) \quad P_{1990} = 32,422 \text{ Hab.}$$

$$(m = 1.9) \quad P_{2000} = 44,430 \text{ Hab.}$$

$$(m = 2.9) \quad P_{2010} = 59,645 \text{ Hab.}$$

d) Estimación de crecimiento, según Método de la Parábola de 2º Grado :

$$Y = AX^2 + BX + C$$

Tomando Como Año Base 1961

AÑO	X	X ²	Y
1961	0	0	4,420
1972	11	121	13,718
1981	20	400	24,356

Luego :

$$C = 4,420.00$$

$$B = 660.14$$

$$A = 16.83$$

$$Y = 16.83X^2 + 660.14X + 4,420 \dots \quad (\text{Año Base} = 1961)$$

$$P_{1985} = 29,957 \text{ Hab.}$$

$$P_{1990} = 37,718 \text{ Hab.}$$

$$P_{2000} = 55,764 \text{ Hab.}$$

$$P_{2010} = 77,176 \text{ Hab.}$$

e) Estimación de crecimiento, según Método de Ajuste Por Mínimos Cuadrados.

$$Y = a + bx$$

Serie 1940 - 1981 :

AÑO	POBLACION Y	TIEMPO X	XY	X ²
1940	510	0	0	0
1961	4,420	21	92,820	441
1972	13,718	32	438,976	1,024
1981	24,356	41	998,596	1,681
	43,004	94	1'530,392	3,146

$$N = 4$$

Las Ecuaciones Normales Son:

$$43,004 = 4a + 94b$$

$$1'530,392 = 94a + 3146b$$

Resolviendo, obtenemos :

$$a = - 2286.33 \quad , \quad b = 554.78$$

$$Y = - 2286.33 + 554.78X$$

$$P_{1990} = 25,453 \text{ Hab.}$$

$$P_{2000} = 31,000 \text{ Hab.}$$

$$P_{2010} = 36,548 \text{ Hab.}$$

Serie 1961 - 1981

AÑO	POBLACION Y	TIEMPO X	XY	X ²
1961	4,420	0	0	0
1972	13,718	11	150,898	121
1981	24,356	20	487,120	400
	42,494	31	638,018	521

$$N = 3$$

Las Ecuaciones Normales Son :

$$42,494 = 3a + 31b$$

$$638,018 = 31a + 521b$$

Resolviendo, obtenemos :

$$a = 3,921.96 \quad , \quad b = 991.23$$

$$Y = 3921.96 + 991.23X$$

$$P_{1985} = 27,712 \text{ Hab.}$$

$$P_{1990} = 32,668 \text{ Hab.}$$

$$P_{2000} = 42,580 \text{ Hab.}$$

$$P_{2010} = 52,492 \text{ Hab.}$$

CUADRO Nº 3.05

SINTESTIS DE LOS ESTIMADOS DE POBLACION PARA JAEN

METODO	1985	1990	2000	2010
H1 ARITMETICO	27,307	30,996	38,375	45,753
H2 GEOMETRICO :				
r = 6.6	31,451	43,293	82,033	155,441
r = 3.7	28,165	33,774	48,573	69,854
r = 3.9	28,382	34,366	50,385	73,868
H3 INCREMENTOS VARIABLES	27,620	32,422	44,430	59,645
H4 PARABOLA 2º GRADO	29,957	37,718	55,764	77,176
H5 MINIMOS CUADRADOS :				
Serie 40 - 81	-----	25,453	31,000	36,548
Serie 61 - 81	27,712	32,668	42,580	52,492

CONCLUSIONES DE LOS ESTIMADOS DEMOGRAFICOS PARA LA CIUDAD DE JAEN

El centro urbano de Jaén registra una tasa de crecimiento intercensal de 6.6% superior a la del país que fué de 3.6%. Tasas similares de crecimiento sólo están presentes en centros sometidos a fuertes presiones migratorias debido a las ventajas comparativas que ofrecen.

La Provincia de Jaén presentó en 1981 una tasa de crecimiento urbano de 4.9% siendo superada sólo por provincias típicamente caracterizadas como puntos de atracción migratoria, tales como San Ignacio, Leoncio Prado, Satipo, Chanchamayo, Maynas, Manú y Rioja; todas ellas localizadas en zonas de selva.

Considerando que la tasa de natalidad de Jaén es menor que en otras áreas de la región, debe esperarse un incremento de ésta al aumentar los índices de desarrollo. Si embargo debe tenerse en cuenta que no obstante la mortalidad es baja, ésta también es menor que en el resto de la región por lo que cabría esperar una mayor incidencia en la tasa de crecimiento urbano.

Como la inmigración es la que más incide en la conformación de la tasa de crecimiento y se encuentra disminuyendo desde el año 1,972, se prevé que disminuirá a largo plazo, aunque en ciudades con estas características migratorias es difícil predecir su comportamiento en el futuro.

Además, en el año 1988, Electro Norte realizó un empadronamiento en la ciudad de Jaén el que arrojó una población total de 33,450 habitantes.

De acuerdo con estos considerandos, y en base al análisis del comportamiento demográfico regional esperaremos un crecimiento del 100% para la segunda etapa, ajustándose mejor a esto y al censo de 1988 realizado por Electro Norte una serie de Crecimiento Geométrico del tipo :

$$P_F = P_{81} (1 + 0.039)^t$$

Luego, la población futura a considerar será la que se muestra en el Cuadro Nº 3.06.

CUADRO Nº 3.06
POBLACION PROYECTADA

AÑO	POBLACION	DESCRIPCION
1981	24,356	
1988	31,836	
1989	33,078	MEDIDAS
1990	34,336	INMEDIATAS
1991	35,708	INICIO I ETAPA
1992	37,099	
1993	38,548	
1994	40,051	
1995	41,612	
1996	43,235	
1997	44,922	
1998	46,673	
1999	48,493	
2000	50,385	FINAL I ETAPA
2001	52,351	INICIO II ETAPA
2002	54,392	
2003	56,513	
2004	58,717	
2005	61,007	
2006	63,386	
2007	65,858	
2008	68,427	
2009	71,095	
2010	73,868	FINAL II ETAPA

3.4 DOTACION DE AGUA

La determinación de la dotación per cápita se ha efectuado teniendo como premisa el siguiente ajuste del número de conexiones.

El total de conexiones de marzo de 1988 era de 4152, de éstas 1297 pertenecen a SENAPA. Para elaborar la proyección de conexiones de agua potable (Cuadro N° 3.07) los datos a Marzo 1988 han sido ajustados según el crecimiento registrado en el SENAPA (3% anual). La distribución de las conexiones en las diversas categorías es en la siguiente forma :

CATEGORIA	SECTOR SENAPA		OTROS SECTORES		TOTAL
-----	-----		-----		-----
Doméstico-20	961	+	2238	=	3199
Comercial-30	265	+	617	=	882
Comercial-50	65			=	65
Industrial-60	6			=	6
	<u>1297</u>		<u>2855</u>		<u>4152</u>

Esta distribución se ha efectuado manteniendo la distribución relativa de categorías en el SENAPA. Por otro lado, teniendo en cuenta que en los "otros sectores" no existen conexiones categorizadas como Comercial-50 ni Industrial-60, las categorías Doméstico-20 y Comercial-30 han sido estimados teniendo

como referencia la distribución porcentual habida en el SENAPA del total agregado de sólo estas dos categorías.

De acuerdo a los resultados de una evaluación realizada por SENAPA en 1986 del consumo doméstico (mediante instalación de medidores en 30 domicilios) se obtuvo un promedio de consumo doméstico de 116.23 l/hab/día.

Estimamos que este valor promedio corresponde a la situación actual, sin embargo puesto que el servicio futuro abastecerá regularmente las 24 horas del día preveemos que el consumo doméstico será incrementado en 10% aproximadamente. Teniéndose en la actualidad ~~3199~~ conexiones domésticas de 6 personas cada una se tendría un consumo anual de 895,713.8 m³ para esta categoría.

Siguiendo con la tendencia de localidades similares a la estructura tarifaria de Jaén (separación en comercial de 30 m³/mes y 50 m³/mes) podemos asumir valores de 45 m³/mes para el primero y 85 m³/mes para el segundo.

Teniéndose como comercial de 30 un total de 882 usuarios y 65 usuarios como comercial de 50, se tendrá consumos de 476,280 m³ y 66,300 m³ al año.

En referencia al consumo industrial consideraremos un consumo promedio de 135 m³/mes por usuario.

Teniéndose 6 conexiones catalogadas como industriales se obtiene un consumo anual de 9,720 m³.

Calculándose los valores hallados tendremos :

$$\begin{array}{rclclcl} \text{D - 20} & 127.853 \times 6 \times 3199 \times 365 & = & 895,713.8 & \text{m}^3/\text{año.} \\ \text{C - 30} & 45 \times 882 \times 12 & = & 476,280 & \text{m}^3/\text{año.} \\ \text{C - 50} & 85 \times 65 \times 12 & = & 66,300 & \text{m}^3/\text{año.} \\ \text{I - 60} & 135 \times 6 \times 12 & = & 9,720 & \text{m}^3/\text{año.} \\ & & & \hline & & & 1'448,014 & \text{m}^3/\text{año.} \end{array}$$

El consumo total anual dividido entre la población anual servida arroja una dotación de 155.8 l/hab/día.

Teniéndose un porcentaje para consumo no contabilizado de 20% en el que se incluye fugas en las redes, se tendrá una dotación de 194.8 l/hab/día; adoptándose para la ciudad de Jaén : 200 l/hab/día.

3.5 POBLACION SERVIDA DE ALCANTARILLADO

A fines de 1987 el número de conexiones domiciliarias de desague era de 2752, que dan una población servida de **16,515** habitantes y representa el 53.9% de la población total de ese año.

La presente tesis considera elevar la población servida de alcantarillado a un 81% de la población total.

Esta cifra ha sido estimada considerando que el 90% de la población total contará con servicio de agua potable (5% de la población total prescindirá del servicio y el 5% restante de la población se autoabastecerá de los actuales pozos particulares, canales, etc.) y de esta población servida con agua potable, el 90% contará con servicios de desague.

3.6 PORCENTAJE DE CONTRIBUCION DE AGUA AL DESAGUE

Consideraremos que la contribución al desague es el 80% del consumo de agua.

3.7 VARIACIONES DE CONSUMO

Estos datos han sido estimados en base a información existente de aforos realizados por varios días en el reservorio de SENAPA.

La variación porcentual alcanza un máximo de 107% pero en razón de que estos aforos no representan una investigación anual, para mayor seguridad este valor se eleva a 120%, estableciéndose un máximo diario de 120% del consumo promedio anual de la demanda diaria.

De igual forma para establecer el máximo anual de la demanda horaria, la información existente en SENAPA de aforos realizados en varios días de distintos meses del año arrojó valores de 134%; visto que existen grandes desperdicios, no consi

deramos significativas estas cifras, pués el resultado obtenido no es aplicable a condiciones normales futuras y adoptamos por esta razón los valores que recomienda el Reglamento Nacional de Construcciones para poblaciones mayores de 10,000 habitantes y que son el 180% del promedio anual de la demanda diaria.

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de Variación Diaria} &= K_1 = 1.2 \\ \text{Coeficiente de Variación Horaria} &= K_2 = 1.8 \end{aligned}$$

3.8 CAUDALES DE DISEÑO

3.8.1 Caudal de Infiltración

La información existente en SENAPA de aforos del reservorio que abastece este sector indica un consumo acumulado promedio de 3323.14 m³/día, mientras que de las mediciones efectuadas en los desagües se obtuvo que para un día de lluvia, en el sistema de alcantarillado SENAPA, el volumen de aguas servidas fué de 3839 m³ /día, que corresponde a un área actual de 34.93 Has.

Luego, la diferencia entre la contribución del consumo de agua (80%) y el volumen aforado de desagües corresponderá al caudal de infiltración por lluvias que será de 0.1709 l/s/Ha.

En consecuencia, el volumen total por lluvias para el

año 2010 será de 80.44 l/s correspondientes al área proyectada de 470.6 Has. Se estima que en el futuro se deberá proyectar un sistema separado de drenaje pluvial con descarga final al Río Jaén.

3.8.2 Caudal de Contribución Desagues

En el cuadro adjunto N°3.07 se representan los caudales promedio diario y máximo horario, así como el caudal total de diseño.

3.9 NUMERO DE HABITANTES POR CONEXION

De acuerdo a la encuesta realizada existe un promedio de 6 habitantes/conexión.

3.10 CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO

Para determinar el número de conexiones domiciliarias, se ha utilizado la ecuación de crecimiento poblacional.

El número de conexiones domiciliarios correspondientes a los años 1985, 1986 y 1987 son reales, los datos han sido proporcionados por la administración de SENAPA - Jaén (ver cuadro N° 3.09).

CUADRO N° 3.07

CAUDALES DE DISEÑO - ALCANTARILLADO

AÑO	POBLACION TOTAL (HAB)	POBLACION SERVIDA (81%)	DOTACION (L/HAB/DIA)	CAUDAL PROMEDIO ANUAL (L/S)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (L/S)	CAUDAL INFILTRACION DE LLUVIAS (L/S)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)
2000	50,385	40,812	200	75.58	136.04	55.13	191.17
2010	73,868	59,833	200	110.80	199.44	80.44	279.88

CAUDALES DE DISEÑO - PLANTA TRATAMIENTO DESAGUES

AÑO	POBLACION TOTAL (HAB)	POBLACION SERVIDA (81%)	CONTRIBUCION AL DESAGUE (L/HAB/DIA)	CAUDAL PROMEDIO ANUAL (L/S)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)
2000	50,385	40,812	160	75.58	130.71
2010	73,868	59,833	160	110.80	191.24

CUADRO Nº 3.08

PROYECCION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE

AÑO	POBLACION	POBLACION	SERVIDA	Nº CONEXIONES
	TOTAL	%	HABITANTES	(A FIN DE AÑO)
1986	29,490	81.4	24,006	4,001
1987	30,641	80.7	24,728	4,121
1988	31,836	80.0	25,469	4,245
1989	33,078	84.0	27,785	4,631
1990	34,366	87.0	29,898	4,983
1991	35,708	90.0	32,136	5,356
1992	37,099	90.0	33,384	5,564
1993	38,548	90.0	34,692	5,782
1994	40,051	90.0	36,042	6,007
1995	41,612	90.0	37,446	6,241
1996	43,235	90.0	38,910	6,485
1997	44,922	90.0	40,428	6,738
1998	46,673	90.0	42,006	7,001
1999	48,493	90.0	43,644	7,274
2000	50,385	90.0	45,342	7,557
2001	52,351	90.0	47,112	7,852
2002	54,392	90.0	48,948	8,158
2003	56,513	90.0	50,862	8,477
2004	58,717	90.0	52,842	8,807
2005	61,007	90.0	54,906	9,151
2006	63,386	90.0	57,042	9,507
2007	65,858	90.0	59,272	9,879
2008	68,427	90.0	61,584	10,264
2009	71,095	90.0	63,986	10,664
2010	73,868	90.0	66,481	11,080

CUADRO Nº 3.09

PROYECCION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO

AÑO	POBLACION	POBLAC.	SERVIDA	NUMERO DE
	TOTAL	%	HABITANTES	CONEXIONES
1985	28,384	56.5	16,038	2,673
1986	29,490	54.9	16,190	2,698
1987	30,641	53.9	16,515	2,752
1988	31,836	53.0	16,873	2,812
1989	33,078	52.0	17,200	2,867
1990	34,366	60.0	20,620	3,437
1991	35,708	81.0	28,923	4,820
1992	37,099	81.0	30,050	5,008
1993	38,548	81.0	31,223	5,203
1994	40,051	81.0	32,441	5,406
1995	41,612	81.0	33,705	5,617
1996	43,235	81.0	35,020	5,836
1997	44,922	81.0	36,386	6,064
1998	46,673	81.0	37,805	6,300
1999	48,493	81.0	32,279	6,546
2000	50,385	81.0	40,811	6,801
2001	52,351	81.0	42,304	7,067
2002	54,392	81.0	44,057	7,342
2003	56,513	81.0	45,775	7,629
2004	58,717	81.0	47,560	7,926
2005	61,007	81.0	49,415	8,235
2006	63,386	81.0	51,342	8,557
2007	65,858	81.0	53,345	8,891
2008	68,427	81.0	55,426	9,238
2009	71,095	81.0	57,587	9,598
2010	73,868	81.0	59,833	9,971

CUADRO Nº 3.10

CAUDALES DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO POR AREAS DE DRENAJE

AREA DE DRENAJE	AREA (HAS)	DENSIDAD (HAB/HA)	POBLACION SERVIDA - 81% (HAB)	CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS (L/S)	CAUDAL DE INFILTRACION (L/S)	CAUDAL DE DISEÑO (L/S)
A1	52.18	147	6,214	20.71	8.92	29.63
A2	51.02	147	6,075	20.25	8.72	28.97
A3	9.04	147	1,077	3.59	1.55	5.14
A4	111.76	147	13,308	44.36	19.10	63.46
A5	32.97	147	3,926	13.09	5.64	18.73
A6	33.48	164	4,448	14.83	5.72	20.55
A7	29.37	164	3,902	13.01	5.02	18.03
A8	69.82	164	9,275	30.91	11.93	42.84
A9	51.91	164	6,896	22.98	8.87	31.85
	6.83	200	1,107	3.69	1.17	4.86
A10	22.25	200	3,605	12.02	3.80	15.82
TOTALES	470.60		59,833	199.44	80.44	279.88

CAPITULO IV

ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA LA DISPOSICION FINAL

La ciudad de Jaén cuenta con un sistema de desague que no cubre las necesidades de la población. Sólo tienen desague con ciertas deficiencias los siguientes barrios :

Miraflores

Magllanal Zona Baja

Morro Solar

SENAPA (Jaén Antiguo)

Pueblo Nuevo

Pueblo Libre

Todos los desagües tienen su disposición final directamente en el Río Jaén o en tierras de cultivo pero en ambos casos sin tratamiento alguno.

Las soluciones a este problema se plantean mediante tres alternativas; todas contemplan la necesidad de instalar una planta de tratamiento para estos desagües, dado que estas aguas servidas llegan al río y son utilizadas agua abajo (con mayor frecuencia en épocas de estiajes durante los meses de Junio, Julio y Agosto) para la siembra de arroz, lavado de ropa y bebida de los animales con el

consiguiente peligro de contaminación que este supone, indicándose además que aproximadamente 12 Kms. aguas abajo se ubica la localidad de Bellavista la cual se abastece con agua de esta fuente.

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Con el fin de estudiar y comparar las diversas soluciones del sistema de desagüe tomando en cuenta su construcción por etapas, se ha establecido un período de diseño de 20 años que a su vez se ha subdividido en períodos de 10 años cada uno.

Por otro lado se ha adoptado el criterio de considerar que al finalizar cada período, será necesario ampliar las instalaciones para atender la demanda adicional del período siguiente.

Con relación a la ejecución de las obras de Jaén, se ha establecido que; en la primera etapa será necesario servir a una población de 40,812 habitantes requiriéndose en consecuencia una capacidad de las estructuras para recibir un caudal de diseño de 191.17 l/s en el caso de colectores y 130.71 l/s en el caso de la planta de tratamiento.

En la segunda etapa la población servida se incrementará en 19,021 habitantes debiéndose en consecuencia ampliar las instalaciones para preveer un caudal de diseño de 279.88 l/s para los colectores y 191.24 l/s para la planta de tratamiento; estos valores consideran una dotación de agua de 200 l/hab/día y un retorno de 80% de este volúmen al desagüe con

variaciones horaria de 1.8.

Los montos considerados en la Operación y Mantenimiento de las alternativas corresponden a los sueldos pagados durante un año al personal requerido. Considerándose para tal efecto 14 sueldos mensuales más el 16.5% por aportes del empleador de los sueldos formulados por la Unidad de Operación del SENAPA para el primer trimestre de 1988 y para la localidad en estudio siendo estos de I/. 10,000. Mensuales para un obrero-artesano, y de I/. 16,000. Mensuales para un Ingeniero de Planta.

En las alternativas se han considerado para el efecto comparativo, sólo las estructuras proyectadas cuyos cambios producen alteraciones en los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Se ha considerado la solución de tratamiento biológico mediante lagunas de estabilización de tipo facultativo, descartándose las lagunas aireadas por la demanda de energía que estas suponen y que es escasa en la zona. Así mismo, para determinar el área que ocuparán las lagunas se ha considerado que por cada 5,000 habitantes se requerirá una hectárea de laguna.

4.2 PRIMERA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Consiste en tratar en un sólo punto el desague crudo del sistema de alcantarillado de Jaén, mediante una planta de tratamiento de 14.8 Has. La planta estaría conformada por una laguna de oxidación ubicada en el Este de la ciudad al lado izquierdo del río Jaén en la cota 685 msnm. A 1 Km. aproximadamente del puente que atraviesa el río Jaén y que es parte de la carretera a San Ignacio.

Recibirá por gravedad el desague de tres colectores, el N° 1 que recolecta el desague de las áreas urbanas ubicadas en la margen izquierda del río Jaén, zonas A2, A3, A4 y A5. El N° 2 que lleva el desague de la margen derecha, zonas A6, A7 y A8; y el N° 3 que recepciona el desague de las partes bajas de la margen derecha e izquierda, zonas A1, A9 y A10 y el desague de los colectores N° 1 y 2.

4.3 SEGUNDA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Consiste en tratar las aguas de la parte baja de Montegrande ubicada en el área A10 (22.25 Has.) con un gasto promedio de 6.68 l/s de los cuales se tratará 3.34 l/s (corresponde a 11.12 Has. Aproximadamente) mediante un tanque IMHOFF con su lecho de secado. Este planteamiento correspondería a una primera etapa, posteriormente, con el aumento de la población el desague descargará al colector N° 3 que se ampliará en la 2da etapa.

La descarga final de las aguas servidas tratadas en la primera etapa será un canal de excedente de regadio existente; el sistema funcionará por gravedad descargando finalmente al río Jaén.

El resto de la ciudad tendrá un sistema de desagües que funcionará también por gravedad.

Su tratamiento se hará mediante lagunas de estabilización, con descarga final, directa al río Jaén.

La ejecución del tanque IMHOFF ahorra en la etapa inicial la construcción del colector N° 3, que se ejecutará en la 2da etapa, reduciendo los costos de inversión, pero se construirá parte de este colector ya que forma parte del emisor al que descargan los colectores N° 1 y 2. Inicialmente se probó el reemplazo de la construcción del tanque IMHOFF por una pequeña laguna pero su costo era mayor por lo que se descartó la laguna de estabilización.

Las lagunas se ejecutarán por etapas. Ocuparán un área neta de 14.8 Has. En un área total de 16 Has., correspondiendo 10 Has. a la 1ra. etapa y las 4.8 Has. restantes a la 2da. etapa. Estas se ubicarán al lado izquierdo del río Jaén tal como se indica en el plano adjunto.

El costo estimado de esta alternativa aparece en el cuadro de Costos de Inversión y Operación.

4.4 TERCERA ALTERNATIVA

Consiste en un sistema separado de desague, con descargas a ambos lados del río que divide la ciudad. Cada zona descargará a un colector correspondiente y estos transportarán el líquido por gravedad a sus respectivas lagunas de estabilización, el primer grupo de lagunas se ubicará en la margen derecha del río Jaén a 0.850 Km. aproximadamente aguas abajo del puente de la carretera a San Ignacio. Se construirán 7.2 Hás. de lagunas y descargarán las áreas A6, A7, A8, A9 y A10 correspondientes a los barrios Morro Solar, Los Aromos, San Martín, Cruce Montegrande y Montegrande.

El segundo grupo de lagunas se ubicará al lado izquierdo del río Jaén, recibirá las aguas servidas de las áreas A1, A2, A3, A4 y A5, correspondientes a los barrios Pueblo Libre, Miraflores, Santa Rosa, Magllanal y SENAPA; con un área de lagunas de 7.6 Hás. Su ubicación será a 0.9 Km aproximadamente del puente de la carretera a San Ignacio. La descarga final después del tratamiento será al río Jaén.

CUADRO 4.02
CALCULOS HIDRAULICOS ALTERNATIVAS III

AREAS DE DRENAJE	COLECTOR	BUZONES		LONG. (M)	PENDIENTE (‰)	CAUDAL DISEÑO		DIAMETRO (PULG.)	A TUBO LLENO		RELACION Y/D
		DEL	AL			(L/S)	(L/S)		CAUDAL (L/S)	VELOC. (M/S)	
A10	COL. 3	483	485	184	8.33	12.02	8	29.9	0.75	0.90	0.442
A9,A10	COL. 3	485	487	225	5.00	38.69	12	68.4	0.97	1.00	0.538
A9,A10	COL. 3	487	491	405	3.20	38.69	12	54.7	0.77	0.84	0.621
A9,A10	COL. 3	491	493	125	17.00	38.69	12	126.1	1.78	1.58	0.380
A6,A7,A8	COL. 2	464	465	120	39.10	94.65	14	288.4	2.98	2.68	0.394
A6,A7,A8	COL. 2	465	466	120	32.60	94.65	14	263.4	2.74	2.52	0.414
A6,A7,A8	COL. 2	466	492	200	23.10	94.65	14	221.7	2.30	2.21	0.458
A6,A7,A8	COL. 2	492	493	80	20.00	94.65	14	206.3	2.14	2.10	0.475
A6,A7,A8,A9,A10	COL. 2	493	494	105	5.00	133.34	18	201.6	1.27	1.35	0.594
A6,A7,A8,A9,A10	COL. 2	494	P.T.	210	4.50	133.34	18	191.2	1.20	1.30	0.615
A2,A3,A4,A5	COL. 1	295	297	215	25.10	141.52	14	231.1	2.40	2.52	0.565
A2,A3,A4,A5	COL. 1	297	308	330	18.18	141.52	14	196.7	2.04	2.23	0.628
A1,A2,A3,A4,A5	COL. 1	308	311	300	30.00	162.23	14	252.6	2.63	2.79	0.583
A1,A2,A3,A4,A5	COL. 1	311	P.T.	100	16.52	162.23	14	187.5	1.95	2.19	0.719

ALTERNATIVA I DE ALCANTARILLADO
 COSTOS DE INVERSION Y OPERACION
 (EN MILES DE INTIS A PRECIOS DE MARZO DE 1988)

DESCRIPCION	OBRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A. INVERSION EN OBRAS (1)																				
1. Tubería C.S.N. ø8", 184 m. en 1ra y 150 m. en 2da. Etapa.										128										
2. Tubería C.R. ø 12", 730 m.																				
3. Tubería C.R. ø 14", 920 m.																				
4. Tubería F F ø14" con protección para cruzar río 50 m.(Cruce río)																				
5. Tubería C.R. ø 18", 300 m.																				
6. Tubería C.R. ø 20", 645 m.																				
7. Construcción de Buzones de 2.5m. de Alt. Promedio : 28 en 1ra. y 01 en 2da. Etapa.																				
8. Expropiación del Terreno, 16 Has. para lagunas.																				
9. Construcción de 14.8 Has. de lagunas de estabiliz.:10 Has. en 1ra. y 4.8 Has. en 2da. Etapa.																				
Disposición final del desague										15,360										
B. OPERACION Y MANTENIMIENTO																				
1. Personal : 2 Obreros		326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
10 % Ingeniero		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
TOTAL (A + B)		352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352	352
VALORES ACTUALIZADOS (2)																				
		76,714																		

(1) Incluye el 25% de Gastos Generales y Utilidades. En las tuberías está incluido el precio del transporte, trazo y replanteo, excavación de zanjas, nivelación de fondos, repase de costados, colocación de tuberías, prueba hidráulica, relleno y apisonado de zanjas, y eliminación de desmonte.
 (2) Tasa de descuento empleada = 12%

CUADRO Nº 4.04
ALTERNATIVA II DE ALCANTARILLADO
COSTOS DE INVERSION Y OPERACION
(EN MILES DE INTIS A PRECIOS DE MARZO DE 1988)

DESCRIPCION	OBRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A. INVERSION EN OBRAS (1)																				
1. Tubería C.S.N. ø8", 334 m en 2da Etapa.										286										
2. Tubería C.R. ø12", 730 m. en 2a. Et.										1,681										
3. Tubería C.R. ø 14", 920 m.																				
4. Tubería F F ø14" con protección para cruzar río, 50m. (Cruce río)										2,471										
5. Tubería C.R. ø 18", 300 m.										1,125										
6. Tubería C.R. ø 20", 645 m.										1,044										
7. Construcción de Buzones de 2.5m. de Alt. Promedio : 19 en 1ra. y 10 en 2da. Etapa.										572										
8. Expropiación del Terreno, 16 Has. para lagunas.										27,200										
9. Construcción de 14.8 Has. de lagunas de estabiliz.: 10 Has. en 1ra. y 4.8 Has. en 2da. Etapa.										32,000										
Disposición final del desague										36										
Construcción de un Tanque IMHOFF, 3.34 L/S.										830										
B. OPERACION Y MANTENIMIENTO																				
1. Personal : Obreros										652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652
10% Ingeniero										26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
TOTAL (A + B)										678	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678
VALORES ACTUALIZADOS (2)										77,956										

(1) Incluye el 25% de Gastos Generales y Utilidades. En las tuberías está incluido el precio del transporte, trazo y replanteo, excavación de zanjas, nivelación de fondos, repase de costados, colocación de tuberías, prueba hidráulica, relleno y apisonado de zanjas, y eliminación de desmonte.

(2) Tasa de descuento empleada = 12%

* 4 Obreros en la 1ra. Etapa y 2 Obreros en la 2da. Etapa.

CUADRO Nº 4.05

ALTERNATIVA III DE ALCANTARILLADO
 COSTOS DE INVERSION Y OPERACION
 (EN MILES DE INTIS A PRECIOS DE MARZO DE 1988)

DESCRIPCION	OBRAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A. INVERSION EN OBRAS (1)																				
1. Tubería C.S.N. ø8", 184 m.		158																		
2. Tubería C.R. ø 12", 755 m.		1,739																		
3. Tubería C.R. ø 14", 1695 m.		4,553																		
4. Tubería C.R. ø 18", 695 m.		2,450																		
5. Construcción de 33 Buzones Standard de 2.5 m. de Profundidad Promedio.		992																		
6. Expropiación de 16 Has. de terreno.		27,200																		
7. Construcción de 14.8 Has. de lagunas de estabilización: 10 Has. en 1ra. y 4.8 Has. en 2da. Etapa.		32,000								15,360										
8. Disposiciones finales de desagües		72																		
B. OPERACION Y MANTENIMIENTO																				
1. Personal : 4 Obreros 10% Ingeniero	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652
TOTAL (A + B)	69,134	678	678	678	678	678	678	678	678	16,038	678	678	678	678	678	678	678	678	678	678
VALORES ACTUALIZADOS (2)		79,144																		

(1) Incluye el 25% de Gastos Generales y Utilidades. En las tuberías está incluido el precio del transporte, trazo y replanteo, excavación de zanjas, nivelación de fondos, repase de costados, colocación de tuberías, prueba hidráulica, relleno y apisonado de zanjas, y eliminación de desmonte.
 (2) Tasa de descuento empleada = 12%

4.5 CONCLUSIONES

De conformidad con los cuadros adjuntos de Costos de Inversión y Operación de las alternativas planteadas se llega a la siguiente conclusión.

La alternativa N°1 es la más económica en cuanto a inversión con 76,714 miles de intis.

Las alternativas N° 2 y N° 3 con costos de 77,956 y 79,144 miles de intis respectivamente y cuyos diseños aparecen graficados en los planos adjuntos no podrán competir con la primera por sus mayores costos de inversión y de operación y mantenimiento.

Por lo tanto adoptaremos la primera alternativa como la solución para el sistema de alcantarillado de la ciudad de Jaén, cuyo diseño se muestra en el Capítulo siguiente.

Una posible variante de la disposición final del efluente tratado en la laguna de estabilización sería su utilización para riego agrícola de las zonas aledañas, en las que el cultivo predominante es el café, que es una planta de tallo alto. Se hace esta consideración debido a una costumbre observada en los agricultores de la zona baja de preferir los desagües para el riego (en vez de agua del río) por obtener mejores rendimientos en la cosecha, es así que en la actualidad riegan sus cultivos con los desagües crudos de la ciudad. Ahora, ya que el caudal de aguas servidas a disponer es conside-

rable (191.24 l/s para el año 2010) podría incluso construirse un puente agrícola que permita repartir las aguas servidas tratadas tanto para irrigar los márgenes izquierdo y derecho del río Jaén, en caso de optarse por esta utilización para riego en vez de su disposición al río. Esto desde el punto de impacto ambiental podría analizarse más detalladamente y en forma más extensa por lo que podría ser, materia de discusión de una tesis, aunque a simple vista se apreciarían los beneficios siguientes :

- Se contribuiría a preservar mejor las condiciones del río Jaén al evitar la disposición final en él de las aguas tratadas.
- Se garantizará la irrigación agrícola en las zonas bajas de Jaén (aún en períodos de estiaje en que el caudal del río Jaén resulta insuficiente), claro está que habría que capacitar a los agricultores y controlar esta actividad para no crear un problema de salud.

CAPITULO V

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

5.1 PLANTEAMIENTO GENERAL

Las obras consideradas en la presente Tesis, deben resolver en forma integral los problemas derivados de la eliminación en las aguas servidas de Jaén por un período de 20 años.

Los principales objetivos que se han tenido en cuenta al diseñar las ampliaciones y mejoras del servicio de Alcantarillado de Jaén son los siguientes :

- Dentro del criterio de utilizar las estructuras del sistema existente, se ha considerado mejorar las condiciones de trabajo de la misma, aliviando los tramos que se encuentran sobrecargados y cambiando algunos tramos de los colectores que por su estado de conservación, no ofrecen garantía de un funcionamiento normal de la misma.
- Extender el servicio de Alcantarillado a las zonas urbanas actuales que carecen de él y proveer el drenaje de las áreas posibles de expansión futura mediante el diseño de nuevas redes principales.

- Concentrar la disposición de las aguas residuales que en la actualidad se encuentran dispersadas por diferentes puntos de la ciudad, conduciéndola desde los lugares donde se disponen actualmente hasta una zona apropiada donde se le dará el tipo y grado de tratamiento que requieran y donde no signifique una molestia y peligro para la población.

5.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROYECTADO

El sistema funcionará de la siguiente manera :

MARGEN IZQUIERDO DEL RIO JAEN : Tendrá 5 áreas de drenaje, cada una de las cuales tendrá un colector principal; estas se distribuirán así :

- El área de drenaje A1 (52.18 Has), para la cual no se ha diseñado el colector de descarga en esta zona por no encontrarse urbanizada en la actualidad, y además no se tiene plano urbanístico proyectado. Se plantea que en el futuro este colector desaguará directamente al colector principal Margen Izquierdo del Río Jaén.
- El área de drenaje A2 (51.02 Has), cuyos desagües serán co^llectados por el colector Prolongación Micaela Bastidas (ubicado en la calle del mismo nombre). Este trabajará con una longitud total de 243.2 m. de los cuales 70 m. son tubería existente y el resto proyectada, luego descargará al colector Circunvalación Margen Izquierda, que se ubica

en la Avenida del mismo nombre (en la carretera a San Ignacio). Recibirá la descarga del barrio de Pueblo Libre.

- El área de drenaje A3 (9.04 Has) desaguará al colector Iquitos (ubicado en la calle del mismo nombre) el cual tiene 142 m. de tubería existente y 280 m. de tubería proyectada. Este es el área de drenaje más pequeña y se consideró por la distribución actual del sistema de alcantarillado.

El colector Iquitos descargará al colector Circunvalación Izquierda. Los desagües descargados corresponden a un sector del barrio de Pueblo Libre.

- El área de drenaje A4 (111.76 Has) desaguará al colector Mariscal Ureta, colector principal de este sector (ubicado en la calle del mismo nombre) y recibirá la descarga de los desagües de los barrios de : Miraflores, Pueblo Libre, Magllanal y una parte del casco central de la ciudad. Este colector tiene casi en su totalidad tubería existente : 467 m. de diámetro 8" y 462 m. de diámetro 10", y una longitud de 304 m. de tubería proyectada de diámetro 8".

El colector Ureta descargará al colector Circunvalación Izquierda.

- El área de drenaje A5 (32.97 Has) tiene como colector principal al Simón Bolívar (ubicado en la calle del mismo nombre).

Este recibirá la descarga del sector SENAPA correspondiente al caso central (Jaén antiguo). Este colector consta de 668 m. de tubería existente y 199 m. de tubería proyectada. También descargará al colector Circunvalación Izquierda.

MARGEN DERECHA DEL RIO JAEN : Constará con 4 áreas de drenaje, teniendo cada una de ellas un colector principal, estas se distribuirán así :

- El área de drenaje A6 (33.48 Has) será colectada por el colector Daniel Carrión - Mariano Melgar (ubicado a lo largo de las calles del mismo nombre). Recibirá la descarga de los desagües de una parte del barrio de Morro Solar. Este colector tendrá 798 m. de tubería existente y 75 m. de tubería proyectada, para luego desaguar al colector principal Margen Derecha del Río Jaén.
- El área de drenaje A7 (29.37 Has) descargará sus desagües al colector Junín - Dos de Mayo (ubicado a lo largo de las calles del mismo nombre). Recibirá la descarga de la otra parte del barrio Morro Solar. Este colector tendrá 650 m. de tubería existente y 103 m. de tubería proyectada, y luego desaguará al colector Circunvalación Derecha.
- El área de drenaje A8 (69.82 Has), cuyos desagües será colectados por dos colectores : El primero que pasará por las calles La Marina, Mesones, Muro, Calle 19 y Prolonga-

ción Manco Cápac; el segundo que pasará por las calles Cruz de Chalpón y Prolongación Manco Cápac. Ambos se encontrarán en el buzón Nº 434 (Cruce La Marina y Prolong. Manco Cápac) para descargar al colector Nº 2. Los barrios que descarguen serán : Los Aromos, San Martín, Cruce Montegrande, y parte del Morro Solar.

- El área de drenaje A9 (58.74 Has) se ha considerado como un área de expansión futura, de acuerdo a la tendencia actual de crecimiento de la Ciudad de Jaén. Por no encontrarse urbanizada ni contar con plano urbanístico proyectado no se ha diseñado la red de colectores de esta área pero sí se ha previsto la descarga de los desagües al colector Montegrande ó Nº3.
- El área de drenaje A10 (22.25 Has), corresponde al barrio de Montegrande y descargará sus desagües al colector Montegrande ó Nº 3.

El funcionamiento final del sistema será :

EN EL SECTOR A :

Las áreas A1, A2, A3, A4 y A5 descargarán al colector principal margen izquierda del río Jaén.

EN EL SECTOR B :

El área A6, a través del colector Daniel A. Carrión, y las

áreas A7 y A8 a través del colector N° 2 y Circunvalación derecha, descargarán al colector principal margen derecha del río Jaén.

EN EL SECTOR C :

Las áreas A9 y A10 descargarán al colector principal Montegrande 6 N° 3.

Los colectores principales Margen Derecha del río Jaén y Montegrande se unen en el Interceptor Cruce del Río Jaén, para luego de un recorrido de 72 m. se intersectará con el colector principal Margen Derecho Río Jaén para descargar al emisor final, teniendo este emisor una longitud de 600 m. hasta llegar a la Planta de Tratamiento de Desagües (Laguna de Estabilización).

5.3 METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE CAUDALES POR AREAS DE DRENAJE

Las áreas de drenaje consideradas comprenden :

- Area de Expansión.
- Area urbanizada.

Luego, el caudal de contribución de cada área de drenaje será la suma de las contribuciones del área de expansión y del área urbanizada.

5.3.1 Area de Expansión

Es la zona no urbanizada en la actualidad pero que, de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la ciudad, se prevee que para el futuro será habitada.

Para la determinación del caudal del área de expansión de cada área de drenaje se efectuó el areado respectivo, para luego, en base a la densidad de saturación correspondiente, dotación y porcentaje de contribución al desague, establecer el caudal de desague de cada área de expansión.

5.3.2 Area Urbanizada

Es la zona que ya se encuentra habitada (se incluye viviendas que no tengan servicio de alcantarillado).

Para la determinación del caudal del área urbanizada de cada área de drenaje se procedió en forma similar al caudal del área de expansión.

5.3.3 Coeficiente de Descarga

Nos representará el caudal de contribución por unidad de longitud de colector.

Para su determinación se ha procedido así :

1º Se determinó el caudal de diseño para el área urbanizada.

2º Se midió toda la tubería, tanto existente como proyectada del área urbanizada.

3º Dividiendo el paso 1º entre el paso 2º se ha obtenido el coeficiente de descarga en l/s/m.

Para saber el caudal que descargará en forma parcial cada tramo de tubería, bastará multiplicar el coeficiente de descarga por la longitud del tramo respectivo, obteniéndose la descarga parcial del tramo.

Para determinar el caudal total que pasará por un tramo de tubería se le sumará a la descarga parcial del tramo la descarga acumulada, obteniéndose la descarga total del tramo.

En el acápite 5.6 mostraremos la determinación de los coeficientes de descarga para cada área de drenaje.

5.4 CALCULO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA PROYECTADA

El diámetro de las tuberías se calcula en base a la Ecuación de Manning para canales :

$$Q_D = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde :

Q_D = Caudal de diseño, en m^3/s .

A = Area mojada, en m^2

R = Radio hidráulico, en m.

S = Pendiente de la tubería, en m/Km ó $^{\circ}/\infty$.

n = Coeficiente de Kutter = 0.013.

El caudal de diseño será conducido considerando un tirante de 3/4 partes del diámetro de la tubería como máximo.

Las velocidades en cada tramo deberán estar en el rango de 0.60 - 3.00 m/s .

Las pendientes mínimas de cada tramo serán de acuerdo a las normas establecidas por el Ministerio de Vivienda, habiéndose utilizado para los colectores principales :

CUADRO N° 5.01

PENDIENTES MINIMAS PARA TUBERTAS DE ALCANTARILLADO

(Velocidad Mínima = 0.60 m/s)

DIAMETRO (Pulg.)	PENDIENTE MIN. ADM. ($^{\circ}/\infty$)	CAUDAL MIN. (L/s)
8"	4.0	18.91
10"	2.9	29.88
12"	2.2	43.09
14"	1.7	57.86
16"	1.4	75.72
18"	1.2	96.74
20"	1.0	117.67

5.5 CALCULO DEL TIRANTE Y VELOCIDAD REAL

Se ha efectuado utilizando Tablas de Cálculo Hidráulico para canales circulares; las que han sido incorporados en un programa a fin de obtener los resultados en forma computarizada.

Los pasos seguidos en este programa en forma resumida son :

- Se introducen los datos : Calle, Nº de buzón inicial y final del tramo, cotas de tapa, cotas de fondo, longitud, coeficiente de descarga; descargas parcial, acumulada y total del tramo, diámetro tentativo y pendiente.
- Se calcula el caudal que transportaría el tramo si trabajase a tubo lleno (Q_0), esto se hace empleando la Fórmula de Manning.
- Se calcula la velocidad que se desarrollaría en el tramo a tubo lleno (V_0), esto se hace dividiendo el caudal a tubo lleno entre el área de la sección a tubo lleno ($V_0=Q_0/A_0$).
- Se entra con la relación entre los caudales real y a tubo lleno (Q/Q_0) a una tabla de canales circulares que nos da la relación tirante/diámetro (Y/D) y la relación entre las velocidades real y a tubo lleno (V/V_0).
- A partir de la relación Y/D se obtiene el tirante (Y).
- A partir de la relación V/V_0 se obtiene la velocidad real (V).

- Se verifican si los valores (Y/D) y velocidad están conforme lo indicado en el acápite 5.4, si no lo están se modifica el diámetro y se corre el programa hasta obtener resultados satisfactorios.

5.6 DISEÑO DE COLECTORES DE LAS AREAS DE DRENAJE

A continuación se muestra cómo se ha determinado los coeficientes de descarga para cada área de drenaje, en base a los cuales se han diseñado los respectivos colectores en forma computarizada conforme se muestra en los Cuadros Nº 5.02 al 5.13.

5.6.1 Area de Drenaje A1

Corresponde a una área de expansión, proyectada para ser cubierta en la segunda etapa.

El caudal de diseño proyectado será de 29.63 L/s. Como se menciona en el acápite 5.2, el colector correspondiente a esta área de drenaje no lo diseñaremos por no existir plano urbanístico proyectado.

5.6.2 Area de Drenaje A2-Colector Prolongación Micaela Bastidas

Se presenta el cálculo de la tubería proyectada y la verificación de la capacidad de la tubería existente,

para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 51.02 Hás.
- Area Urbanizada = 33.50 Hás.
- Area de Expansión = 17.52 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias Area Urbana =
33.50 Hás. x 0.1709 L/s/Ha = 5.72 L/s.
- Caudal de Desagues Area Urbana = 13.3 L/s.
- Caudal por Infiltración de lluvias Area Expansión =
17.52 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 3.0 L/s.
- Caudal de Desagues Area de Expansión = 6.95 L/s.
- Longitud Total de Tubería = 6648.2 m.
(Tub. de Relleno y del Colector)
- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :
 C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$

$$C_d = \frac{13.30 + 5.72}{6648.2} = 2.8609 \times 10^{-3} \text{ L/s/m}$$

Luego, el coeficiente de Descarga será $C_d=2.8609 \times 10^{-3}$ L/s/m. Este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán al colector Prolongación Micaela Bastidas los colectores de relleno existentes y proyectados del área de dre-

naje A2.

De acuerdo al cálculo del diámetro de la tubería, tal como se aprecia en el Cuadro N° 5.02, vemos que la tubería proyectada para este colector será de 8", de concreto simple normalizado; además tanto la tubería existente (También de diám. 8") como la proyectada trabajará bien hasta el final del período de diseño, ya que la relación Tirante/Diámetro máxima será de 0.22, la velocidad mínima será de 0.73 m/s y la máxima de 0.97 m/s.

5.6.3 Area de Drenaje A3-Colelector Iquitos

Se presenta el cálculo de la tubería proyectada y la verificación de la capacidad de la tubería existente, para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 9.04 Hás.
- Area Urbanizada = 9.04 Hás.
- Area de Expansión = 0.00 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
9.04 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 1.55 L/s.
- Caudal de desagues área urbanizada = 3.59 L/s.
- Caudal de desagues área de expansión = 0.00 L/s.
- Longitud Total de Tubería = 1644.6 m.
(Tub. de relleno y del colector)

- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :
 C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$
$$C_d = \frac{3.59 + 1.55}{1644.6} = 3.1254 \times 10^{-3} \text{ L/s/m/}$$

El Coeficiente de Descarga será $C_d = 3.1254 \times 10^{-3}$ L/s/m. Este Coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán al colector Iquitos los colectores de relleno existente y proyectados del área de drenaje A3.

De acuerdo al cálculo del diámetro de la tubería, tal como se aprecia en el Cuadro N° 5.03, vemos que la tubería proyectada para este colector será de 8", de concreto simple normalizado; además tanto la tubería existente (También de diám. 8") como la proyectada trabajará bien hasta el final del período de diseño, ya que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.24; la velocidad mínima será de 0.78 m/s. y la máxima de 1.14 m/s.

5.6.4 Area de Drenaje A4-Colector Mariscal Ureta

Se verificará si el actual colector Mariscal Ureta tiene capacidad para transportar el caudal proyectado.

- Area Total = 111.76 Há.s.
 - Area Urbanizada = 94.92 Há.s.
 - Area de Expansión = 16.84 Há.s.
 - Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
94.92 Há.s. x 0.1709 L/s/Ha. = 16.22 L/s.
 - Caudal de infiltración de lluvias área de expansión =
16.84 Há.s x 0.1709 L/s/Ha. = 2.88 L/s.
 - Caudal de desagues área urbanizada = 37.68 L/s.
 - Caudal de desagues área de expansión = 6.68 L/s.
 - Longitud Total de Tubería = 18,270 m.
(Tub. de relleno y del colector)
 - Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :
- C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$
$$C_d = \frac{37.68 + 16.22}{18,270} = 2.9502 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

El Coeficiente de Descarga será $C_d = 2.9502 \times 10^{-3}$ L/s/m. Este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargará al colector Ureta los colectores de relleno existentes y proyectados del área de drenaje A4.

Este colector, además de la tubería existente de 8" y 10", requerirá de proyectar un tramo en paralelo 8" de 304 m de

longitud para la segunda etapa (De lo contrario se hubiera tenido una relación Tirante-Diámetro de $Y/D = 0.87$ en el tramo a aliviar). Este tramo proyectado será paralelo al tramo existente comprendido entre los buzones N° 186 al 246.

La relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.70, la velocidad mínima será de 1.29 m/s. y la máxima de 2.60 m/s. (Ver Cuadro N° 5.5).

5.6.5 Area de Drenaje A5-Colector Bolívar

Se presenta el Cálculo de la tubería proyectada y la verificación de la capacidad de la tubería existente, para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 32.97 Hás.
- Area Urbanizada = 21.75 Hás.
- Area de Expansión = 11.22 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
21.75 Hás. x 0.17093 L/s/Ha. = 3.72 L/s.
- Caudal de infiltración de lluvias área de expansión =
11.22 Hás x 0.1709 L/s/Ha. = 1.92 L/s.
- Caudal de desagues área urbanizada = 8.64 L/s.
- Caudal de desagues área de expansión = 4.45 L/s.
- Longitud Total de Tubería = 4,508.6 m.
(Tub. de relleno y del colector)

- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :

C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$

$$C_d = \frac{8.64 + 3.72}{4,508.6} = 2.7414 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

El Coeficiente de Descarga será $C_d = 2.7414 \times 10^{-3}$ L/s/m. Este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán al colector Bolívar los colectores de relleno existentes y proyectados del área de drenaje A4.

Este colector trabajará con tubería existente y proyectada de 8" de concreto simple normalizado (Ver Cuadro adjunto), ya que tendrá capacidad suficiente para coleccionar el caudal que descargará esta área de drenaje hasta el final del período de diseño. Del Cuadro N° 5.05, se observa que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.58, la velocidad mínima será de 0.65 m/s, y la máxima de 2.59 m/s.

5.6.6 Area de Drenaje A6-Colector Mariano Melgar-Daniel A. Carrión y Colector Margen Derecha del Río Jaén.

Se presenta el cálculo de la tubería proyectada y la verifi-

cación de la capacidad de la tubería existente, para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 33.48 Hás.
- Area Urbanizada = 27.68 Hás.
- Area de Expansión = 5.80 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
27.68 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 4.73 L/s.
- Caudal de infiltración de lluvias área expansión =
5.80 Hás x 0.1709 L/s/Ha. = 0.99 L/s.
- Caudal de desagües área urbanizada = 12.26 L/s.
- Caudal de desagües área de expansión = 2.57 L/s.

Para el diseño de este colector, dada las características de esta área de drenaje, tendremos dos coeficientes de descarga : uno para el área urbana y otro para el área de expansión.

- Longitud de Tubería del área de expansión (Buzones 463 a 467) = 380 m.
- Longitud de Tubería del área Urbanizada = 5,094.3 m.
- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :

C_{d1} (L/s/m)

$$C_{d1} = \frac{\text{Caudal Total Desagües Area Urbana}}{\text{Longitud Tubería Area Urbana}}$$

$$C_{d1} = \frac{12.26 + 4.73}{5,094.3} = 3.3351 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

- Cálculo del Coeficiente de Descarga del Area de Expansión:

C_{d2} (L/s/m.)

$$C_{d2} = \frac{\text{Caudal Desagues Area Expansión}}{\text{Longitud Tubería Area Urbana}}$$

$$C_{d2} = \frac{2.57 + 0.99}{380} = 9.3684 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

Luego, el coeficiente de descarga para el área urbana será $C_{d1} = 3.3351 \times 10^{-3}$ L/s/m.; este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán al colector Mariano Melgar-Daniel A. Carrión los colectores de relleno existentes y proyectados del área de drenaje A6. Este colector trabajará casi todo con tubería existente de 8" de concreto simple normalizado a excepción del último tramo que será tubería proyectada de 8" (Ver Cuadro adjunto), ya que tendrá capacidad suficiente para coleccionar el caudal que descargará el área urbana actual hasta el final del período de diseño.

Del Cuadro Nº 5.06 se observa que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.48, la velocidad mínima será de 0.68 m/s, y la máxima de 1.55 m/s.

El coeficiente de descarga para el área de expansión proyectada será $C_{d2} = 9.3684 \times 10^{-3}$ L/s/m.; este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargará al colector principal margen derecha del río Jaén, cuyo cálculo se muestra más adelante.

5.6.7 Area de Drenaje A7-Colector Junín-Dos de Mayo

Se presenta el cálculo de la tubería proyectada y la verificación de la capacidad de la tubería existente, para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 29.37 Hás.
- Area Urbanizada = 19.45 Hás.
- Area de Expansión = 9.92 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
19.45 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 3.32 L/s.
- Caudal de desagues área urbanizada = 8.62 L/s.
- Caudal de desagues área de expansión = 4.39 L/s.

Por no existir planos de expansión proyectados no se ha diseñado las tuberías del área de expansión, pero sí se considera que el caudal de desagues del área de expansión descargará a los buzones ubicados en la parte alta de la Calle Junín.

- Longitud Total de Tubería = 3,879.3 m.
(Tub. de relleno y del colector)

- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :

C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$

$$C_d = \frac{8.62 + 3.32}{3,879.3} = 3.0779 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

El Coeficiente de Descarga será $C_d = 3.0779 \times 10^{-3}$ L/s/m. Este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán al colector Junín-Dos de Mayo los colectores de relleno existentes y proyectados del área de drenaje A7.

Este colector trabajará íntegramente con tubería de 8" de los cuales 650 m. son tubería existente y 102.6 m. son tubería proyectada, de concreto simple normalizado. (Ver cuadro adjunto), ya que tendrá capacidad suficiente para coleccionar el caudal que descargará este área de drenaje. Del Cuadro Nº 5.07 se observa que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.69, la velocidad mínima será de 0.75 m/s., y la máxima de 1.35 m/s. Estos valores se encuentran dentro del rango permisible para un sistema de alcantarillado.

5.6.8 Area de Drenaje A8-Colectores Cruz de Chalpón-Prolong. Manco Cápac y Calle 19-Prolong. Manco Cápac

Se presenta el cálculo de la tubería proyectada y la verificación de la capacidad de la tubería existente, para el caudal que descargará esta área de drenaje.

- Area Total = 69.82 Hás.
- Area Urbanizada = 37.68 Hás.
- Area de Expansión = 32.14 Hás.

- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
37.68 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 6.44 L/s.

- Caudal de desagues área urbanizada = 16.68 L/s.

- Caudal de desagues área de expansión = 14.23 L/s.

- Longitud total de Tubería = 8,538.4 m.
(Tub. de relleno y del colector)

- Cálculo del Coeficiente de Descarga Area Urbana :
 C_d (L/s/m)

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total Desagues Area Urbana}}{\text{Longitud de Tubería}}$$

$$C_d = \frac{16.68 + 6.44}{8,538.4} = 2.7078 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

El Coeficiente de Descarga será $C_d = 2.7078 \times 10^{-3}$ L/s/m.

Este coeficiente es el que ha servido para realizar el cálculo del caudal que descargarán a los colectores Cruz

de Chalpón-Prolong. Manco Cápac y Calle 19-Prolong. Manco Cápac, los colectores de relleno existentes y proyectados del área de drenaje A8.

Estos colectores trabajarán con tubería de 8" : 329 m. de tubería existente y 244.8 m de tubería proyectada, y tubería de 10": 78m de tubería proyectada.

Del Cuadro N° 5.08 se observa que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.70, la velocidad mínima será 0.46 m/s. y la máxima de 1.59 m/s.

5.6.9 Area de Drenaje A9

Corresponde a un área de expansión, proyectada para ser cubierta en la segunda etapa. Abarcará 58.74 Hás., de las cuales 51.91 Hás. corresponderán al sector B y 6.83 Hás. al sector C.

Se ha considerado que la descarga se realizará al colector principal Montegrando o N° 3. El caudal de diseño proyectado será de 36.71 L/s.

- Area Total = 58.74 Hás.
- Area Urbanizada = 0.00 Hás.
- Area de Expansión = 58.74 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área expansión =
58.74 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 10.04 L/s.
- Caudal de desagües área de expansión = 26.67 L/s.

- Cálculo del Coeficiente de Descarga Área de Expansión :
 C_d (L/s/m.).

Por no existir para esta área un plano urbanístico proyectado no se han proyectado los colectores de relleno.

Luego, el coeficiente de descarga se ha calculado en base a la tubería proyectada del colector principal Montegrando 6 N° 3.

- Longitud Total de Tubería = 915 m.
(Sólo de colector principal)

$$C_d = \frac{\text{Caudal de Desagues}}{\text{Longitud de Tubería}}$$
$$C_d = \frac{26.67 + 10.04}{915} = 40.1202 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

El diseño del colector Montegrando se muestra más adelante.

5.6.10 Area de Drenaje A10

Esta área corresponde al Barrio de Montegrando. Dado que esta área no cuenta con un plano urbanístico proyectado, sólo se ha diseñado colectores de relleno en las calles establecidas en la actualidad.

- Area Total = 22.25 Hás.
- Caudal por infiltración de lluvias área urbana =
22.25 Hás. x 0.1709 L/s/Ha. = 3.80 L/s.
- Caudal de desagües = 12.02 L/s.
- Longitud de Tubería = 1,075.6 m.
- Cálculo del Coeficiente de Descarga : C_d (L/s/m.).

$$C_d = \frac{\text{Caudal Total de Desagües}}{\text{Longitud de Tubería}}$$
$$C_d = \frac{12.02 + 3.80}{1075.6} = 14.708 \times 10^{-3} \text{ L/s/m.}$$

5.6.11 Colector Circunvalación Izquierda

Este colector recibirá la descarga de las áreas de drenaje A2, A3 y A4, que corresponden al Sector A de la ciudad.

Tendrá una longitud total de 1198 m., de los cuales, los primeros 747.6 m., servirán para la descarga del área A2, hasta el buzón N° 288; a los 828.8 m. descargarán las áreas A2 y A3 hasta el buzón N°289; a los 1166.4 m. descargarán las áreas A2, A3 y A4 hasta el buzón N° 293; y el buzón N° 294 recibirá la descarga de las áreas A2, A3, A4 y A5, a la vez que servirá como inicio del colector principal margen izquierdo del río Jaén.

Los cálculos se presentan en el Cuadro No 5.09, en el cual se observa que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.71, la velocidad mínima será 0.73 m/s. y la máxima de 2.24 m/s., valores que se encuentran dentro del rango permitido para un sistema de alcantarillado.

5.6.12 Colector Principal Margen Izquierdo del río Jaén

Este recibirá la descarga del colector Circunvalación Izquierda. Colectará los desagües de las áreas A1, A2, A3, A4 y A5.

Abarcará desde el buzón N° 294 hasta el buzón N° 497, en que se encontrará con el interceptor cruce río Jaén. Este colector recibirá un caudal de 145.43 L/s., y será de tubería de concreto reforzado diámetro 14".

De los cálculos hidráulicos vemos que la relación Tirante-Diámetro máxima será $Y/D = 0.64$, la velocidad mínima será de 1.95 m/s. y la máxima de 2.68 m/s.; estos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles. (Ver Cuadro N° 5.13).

5.6.13 Colector N° 2

Recibirá la descarga que se produzca en el área de drenaje A8, comprenderá desde el buzón N° 434 al N° 458 con una longitud total de 586 m., con tubería de 10" de concreto simple normalizado.

Los cálculos se muestran en el Cuadro Nº 5.10 trabajará con una relación Tirante-Diámetro de 0.66, y una velocidad de 0.86 m/s.

En su recorrido este colector no recibirá desagües de conexiones domiciliarias, ha tenido que diseñarse por la topografía del terreno, para poder descargar al colector Circunvalación Derecha.

5.6.14 Colector Circunvalación Derecha

Está proyectado para que reciba la descarga del colector Nº2 y del área de drenaje A7.

El caudal que recibirá será de 67.6 L/s. desde el buzón Nº 457 al Nº 463 en una longitud total de 234.2 m. de tubería de los cuales 87.8 m. son de diámetro 8" de concreto simple normalizado y 146.4 m. son de diámetro 16" de concreto reforzado.

La relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.71 y 0.50 para los tramos de 8" y 16" respectivamente. (Ver Cuadro Nº 5.11).

5.6.15 Colector Principal Margen Derecha del Río Jaén

Está proyectado para recibir la descarga del colector Circunvalación Derecha y del área de drenaje A6, colectando un caudal total de 81.42 L/s. que abarca desde el buzón

Nº463 al Nº 496, en una longitud total de 476 m., de 14" y de concreto reforzado.

El cálculo se presenta en el Cuadro Nº 5.11, en donde vemos que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.41, la velocidad mínima será 2.07 m/s. y la máxima de 2.49 m/s.

5.6.16 Colector Principal Montegrando (ó Nº3)

Se ha diseñado para recibir la descarga de las áreas de drenaje A9 y A10.

Colectará un caudal total de 52.50 L/s. En su recorrido tendrá una longitud total de 1188 m. Distribuyéndose de la siguiente manera : 342 m. de tubería de 8" de concreto simple normalizado y 528 m. de tubería de 12" de concreto reforzado. Los cálculos se presentan en el Cuadro Nº 5.12, de donde vemos que la relación Tirante-Diámetro máxima será de 0.78, la velocidad mínima será de 0.84 m/s y la máxima de 2.12 m/s.

Descargará junto con el colector principal margen derecha del río Jaén al interceptor cruce río Jaén.

5.7 INTERCEPTOR RIO JAEN

Colectará las descargas de los colectores principales margen derecha río Jaén y Montegrando (o Nº 3), reuniendo un caudal

total de 133.92 L/s.

Comprenderá del buzón N° 496 al 497 con una longitud de 72 m., y será de tubería de Fierro de diámetro 18".

La tubería en el cruce del río pasará a 1.50 m. en promedio por debajo del lecho del río y llevará anclajes de concreto cada 6 m.

La construcción de este colector se realizará en épocas de estiaje del río Jaén, entre los meses de Agosto hasta Octubre. Para la ejecución misma se construirá un canal provisional que servirá para desviar el río que viene aguas arriba.

El cálculo de este interceptor se presenta en el Cuadro N° 5.11, donde vemos que trabajará con una relación Tirante-Diámetro de $Y/D = 0.73$ y una velocidad de 1.12 m/s.

5.8 EMISOR

El emisor Jaén recibirá la descarga del colector principal Margen Izquierdo del río Jaén y del Interceptor cruce del río Jaén centralizando así la totalidad de los desagües para descargarlos finalmente a la Laguna de Estabilización proyectada.

El emisor tendrá una longitud total de 600 m. desde el buzón N° 497 al N° 503 con tubería de concreto reforzado de diámetro 20". Transportará un caudal de 279.88 L/s.

Del cálculo hidráulico vemos que trabajará con una relación Tirante-Diámetro máxima de $Y/D = 0.75$, la velocidad mínima será de 1.79 m/s. y la máxima de 2.86 m/s. (Ver Cuadro Nº 5.13).

5.9 RED DE COLECTORES

El sistema de alcantarillado será del tipo separativo; todo el sistema trabajará por gravedad y descargará en la parte baja de la ciudad, donde las aguas recibirán tratamiento, mediante el sistema de lagunas de estabilización, para reducir su carga orgánica.

Se han proyectado tuberías que varían de 8" hasta 20", tal como se aprecia en los Cuadros adjuntos y buzones que van desde 1.20 m. hasta 4.60 m. de acuerdo a como se presenta la topografía de la ciudad.

En la red de colectores, existen 5 buzones a los que llegan tuberías que descargan a una altura de 1.20 m ó más del fondo del buzón, por lo que se preveé el empleo de dispositivos de caída especial para evitar la erosión del fondo del buzón por la caída de agua. Estos buzones serán los Números 438, 458, 461, 496 y 497.

De acuerdo al diseño del sistema de alcantarillado, existen buzones que no cuentan con la profundidad adecuada para recibir la descarga de tuberías proyectadas. Estos tendrán que reemplazarse por otros buzones que cumplan con la profundidad

requerida para los fines del presente diseño. Estos buzones a profundizar son los que figuran con los Números 44, 46, 50, 58, 235, 254, 283, 407, 420, 422 y 441.

La gran mayoría de la tubería proyectada será de 8"

CALLE	BUZON	DEL	AL	EXT. SUP:EXT. INF:	INF:	EXT. SUP:	EXT. INF:	Coefic. i	Descarga i	Descarga i	Descarga i	Long	total	Diam	Q	S	CONDIC. REALES	A TUBO LLENO			
		(m.)	(m.)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(m)	(m)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	y (mm)	V(m/sg)	Bo	Vo
		233	730.50	726.50	728.90	725.21	72	3.1254	0.23	1.90	2.13	200	2.13	200	2.13	51.25	0.110	22.00	0.9	74.25	2.36
		233	726.50	724.15	725.16	722.91	38	3.1254	0.12	2.27	2.39	200	2.39	200	2.39	59.21	0.110	22.00	0.97	79.81	2.54
		247	724.15	722.51	722.91	721.45	32	3.1254	0.10	2.77	2.87	200	2.87	200	2.87	45.63	0.120	24.00	0.94	70.06	2.23
		254	722.51	719.56	720.50	718.76	64	3.1254	0.20	3.50	3.70	200	3.70	200	3.70	27.19	0.170	34.00	0.89	54.08	1.72
		267	718.76	718.29	718.76	716.59	32	3.1254	0.10	3.70	3.80	200	3.80	200	3.80	67.81	0.120	24.00	1.14	85.41	2.72
		275	716.59	715.28	715.64	714.08	74	3.1254	0.23	4.21	4.44	200	4.44	200	4.44	21.08	0.200	40.00	0.85	47.62	1.52
		280	714.08	713.37	713.17	712.17	55	3.1254	0.17	4.80	4.97	200	4.97	200	4.97	18.18	0.220	44.00	0.85	44.22	1.41
		280A	712.17	712.62	712.17	711.42	55	3.1254	0.17	4.97	5.14	200	5.14	200	5.14	13.64	0.240	48.00	0.78	38.31	1.22

* Tuberia existente

CALLE	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga	Descarga	Descarga	Descarga	Diam	Q	S	CONDIC.	REALES	A TUBO LLENO			
DEL	AL	EXT. SUP	EXT. INF	(m.)	(1/s/m)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(mm)	(l/s)	(c/oo)	y/D	y (mm)	V(m/sg)	Bo	Vo	
	186	731.21	728.90	729.57	727.32	48	1.4751	0.07	37.90	37.97	200	37.97	45.92	0.520	1104.00	2.28	70.28	2.24
	207	728.90	726.78	727.32	725.02	50	1.4751	0.07	37.97	38.04	200	38.04	46.00	0.520	1104.00	2.28	70.34	2.24
	213	726.78	724.18	725.02	722.80	72	1.4751	0.11	38.04	38.15	200	38.15	30.41	0.590	1118.00	1.95	57.20	1.82
	231	724.18	722.23	722.80	720.99	64	1.4751	0.09	38.15	38.24	200	38.24	28.28	0.620	1124.00	1.92	55.16	1.76
M. URETA	246	722.23	721.84	720.99	720.43	10	1.4751	0.01	38.24	38.25	200	38.25	56.00	0.500	1100.00	2.47	77.62	2.47
	252	721.84	720.36	720.07	718.93	60	1.4751	0.09	38.25	38.34	200	38.34	19.00	0.700	1140.00	1.64	45.21	1.44
	258	720.36	718.01	718.93	716.03	58	2.9502	0.17	58.56	58.73	250	58.73	50.00	0.470	1117.50	2.60	132.97	2.71
	271	718.01	714.12	716.03	712.08	104	2.9502	0.30	61.29	61.59	250	61.59	37.98	0.520	1130.00	2.41	115.89	2.36
	274	714.12	712.35	712.08	709.81	94	2.9502	0.28	61.59	61.87	250	61.87	24.15	0.590	1147.50	2.01	92.41	1.88

* Tuberia existente

** Tuberia proyectada en paralelo a tuberia existente

ALCANTARILLA																		
CALLE	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga: total	Descarga: parcial	Descarga: acumulada	Diam	Q	S	CONDIC. REALES	A TUBO LLENO					
														(m.)	(1/s)	(1/s)	(mm)	(l/s)
	128	743.83	741.20	742.12	739.50	58	2.7414	0.16	8.57	8.73	200	8.73	45.17	0.240	48.00	1.42	59.71	2.22
	133	741.20	736.99	739.50	735.29	58	2.7414	0.16	8.73	8.89	200	8.89	72.59	0.220	44.00	1.66	88.37	2.81
	165	736.99	735.15	735.29	733.36	52	2.7414	0.14	9.03	9.17	200	9.17	34.46	0.260	52.00	1.3	60.89	1.94
	168	735.15	732.89	733.36	733.14	52	2.7414	0.14	9.17	9.31	200	9.31	4.23	0.470	94.00	0.65	21.33	0.68
	176	732.89	730.05	730.54	728.82	80	2.7414	0.22	9.55	9.77	200	9.77	21.50	0.310	62.00	1.13	48.09	1.53
	187	730.05	728.50	728.11	727.05	50	2.7414	0.14	9.99	10.13	200	10.13	21.20	0.320	54.00	1.16	47.76	1.52
	206	726.94	726.94	726.75	725.38	50	2.7414	0.14	10.13	10.27	200	10.27	27.40	0.300	60.00	1.26	54.29	1.73
	214	724.27	724.70	722.33	722.33	76	2.7414	0.21	10.62	10.83	200	10.83	31.19	0.300	60.00	1.34	57.91	1.84
	232	722.35	722.35	722.33	720.44	66	2.7414	0.18	11.17	11.35	200	11.35	28.64	0.310	62.00	1.31	55.51	1.77
	245	720.45	720.45	720.44	718.38	70	2.7414	0.19	17.44	17.63	200	17.63	29.42	0.390	78.00	1.54	56.26	1.79
	259	717.98	717.98	718.38	715.98	56	2.7414	0.15	17.95	18.10	200	18.10	42.86	0.360	72.00	1.77	67.90	2.16
	266	715.18	715.18	715.98	713.98	60	2.7414	0.16	18.10	18.26	200	18.26	33.33	0.380	76.00	1.62	59.88	1.91
	272A	713.00	713.00	713.98	711.80	60	2.7414	0.16	18.26	18.42	200	18.42	36.33	0.380	76.00	1.69	62.52	1.99
	273A	711.80	711.80	711.27	711.27	66	2.7414	0.18	18.42	18.60	200	18.60	8.00	0.580	116.00	1.00	29.34	0.93
	273A	712.67	712.67	711.27	709.49	13	2.7414	0.04	18.60	18.64	200	18.64	136.92	0.260	52.00	2.59	121.36	3.86

* Tuberia existente

ALCANTARILLA																		
CALLE	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga	Descarga	Descarga	total	Diam	Q	S	CONDIC. REALES	A TUBO LLENO				
DEL TAL	EXT. SUP:EXT. INF:	(m.)	(m.)	(m.)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(l/s)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	y (mm):V(m/sg): Qo ; Vo				
	325	739.02	736.46	737.76	735.08	66.0	3.3351	0.22	1.85	2.07	200	2.07	40.60	0.110	22.00	0.8	56.09	2.10
	327	736.46	734.35	735.08	733.09	44.0	3.3351	0.15	2.07	2.22	200	2.22	45.23	0.110	22.00	0.84	59.75	2.22
DANIEL A.	328	734.35	733.72	733.09	732.43	22.0	3.3351	0.07	2.45	2.52	200	2.52	30.00	0.120	24.00	0.76	56.81	1.81
CARRION	329	733.72	730.90	732.43	729.60	84.0	3.3351	0.28	5.21	5.49	200	5.49	33.69	0.200	40.00	1.08	50.20	1.92
	335	730.90	729.42	729.60	727.92	74.0	3.3351	0.25	5.74	5.99	200	5.99	22.70	0.240	48.00	0.97	49.42	1.57
	344	729.42	728.25	727.92	726.75	56.0	3.3351	0.19	6.25	6.44	200	6.44	20.89	0.260	52.00	1	47.40	1.51
	359	728.25	727.54	726.75	725.95	64.0	3.3351	0.21	6.44	6.65	200	6.65	12.50	0.290	58.00	0.83	36.67	1.17
	369	727.54	724.81	725.95	723.41	68.0	3.3351	0.23	6.83	7.06	200	7.06	37.35	0.220	44.00	1.21	63.39	2.02
	423	724.81	721.80	723.41	720.50	80.0	3.3351	0.27	7.06	7.33	200	7.33	36.37	0.240	48.00	1.23	62.55	1.99
	445	721.80	721.40	720.50	720.00	16.0	3.3351	0.05	7.33	7.38	200	7.38	31.25	0.240	48.00	1.18	57.98	1.85
MARIANO	445A	721.40	719.80	720.00	718.28	66.0	3.3351	0.22	7.65	7.87	200	7.87	25.06	0.260	52.00	1.13	52.95	1.69
	450	719.80	718.68	718.28	717.68	54.0	3.3351	0.18	8.14	8.32	200	8.32	11.11	0.320	64.00	0.84	34.57	1.10
MELGAR	453A	718.68	716.76	717.68	714.99	50.0	3.3351	0.17	9.38	9.55	200	9.55	53.80	0.240	48.00	1.55	76.08	2.42
	453A	716.76	714.84	714.99	713.64	54.0	3.3351	0.18	9.83	10.01	200	10.01	25.00	0.300	60.00	1.2	51.86	1.65
	459	714.84	715.60	713.64	713.30	74.8	3.3351	0.25	10.01	10.26	200	10.26	4.55	0.480	96.00	0.68	22.12	0.70

* Tuberia existente

AREA DE DRENAJE N98 - COLECTOR CALLE 19 - CRUZ DE CHALPON

CUADRO N° 5.08

BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga	Descarga	total	Diam	Q	S	CONDIC. REALES	A TURO LLENO
CALLE			(m.)	(1/s/ml)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	Qo
DEL TAL	EXT. SUP:EXT. INF:	EXT. SUP:EXT. INF:	(m.)	(1/s/ml)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	Qo
LA MARINA	367 1406 723.10 721.65 721.08 720.45 74.0	* 2.7078 0.20 11.51 11.71 200 11.71 10.00 0.410 82.00 0.94 32.80 1.04										
M. MURO	406 1405 721.65 722.14 720.40 719.60 80.0	* 2.7078 0.22 11.90 12.12 200 12.12 10.00 0.430 86.00 0.95 32.80 1.04										
	405 1405A 722.14 720.59 719.60 719.32 26.0	* 2.7078 0.08 21.29 21.37 200 21.37 10.00 0.590 118.00 1.11 32.80 1.04										
CALLE 19	405A 1412 720.59 718.55 719.00 717.06 72.0	* 2.7078 0.19 21.68 22.07 200 22.07 26.94 0.440 88.00 1.59 53.83 1.71										
	1412 1427 718.55 717.64 717.06 716.10 75.0	* 2.7078 0.20 22.57 22.77 200 22.77 12.80 0.570 114.00 1.25 37.11 1.18										
PROLONG.												
MANCO	1427 1434 717.64 717.34 716.95 715.78 78.0	2.7078 0.21 34.59 34.80 250 34.80 4.74 0.700 175.00 0.95 40.94 0.83										
CAPAC												
	1407 1407A 722.31 721.26 720.85 720.06 28.0	2.7078 0.08 0.54 0.62 200 0.62 28.21 0.060 12.00 0.46 55.09 1.75										
CRUZ DE	1407A 1413A 721.26 720.05 720.96 719.05 34.0	2.7078 0.09 0.95 1.04 200 1.04 29.71 0.080 16.00 0.58 56.53 1.80										
CHALPON	1413A 1413 720.25 719.59 719.05 718.14 35.6	2.7078 0.10 1.04 1.14 200 1.14 25.56 0.080 16.00 0.53 52.44 1.67										
	1413 1433 719.59 717.96 718.14 715.76 76.4	2.7075 0.21 1.48 1.69 200 1.69 18.10 0.120 24.00 0.59 44.13 1.40										
PROLONG.												
MANCO	1433 1434 717.96 717.34 716.76 716.14 70.8	2.7078 0.19 5.70 5.89 200 5.89 3.75 0.300 60.00 0.72 30.68 0.98										
CAPAC												

* Tuberia existente

CALLE	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	ALCANTARILLA												
						Descarga	Descarga	Descarga	total	Diam	Q	S	CONDIC.	REALES	A TUBO LLENO			
DEL	AL	EXT. SUP	EXT. INF	(m.)	(1/s)	(1/s)	(1/s)	(mm)	(1/s)	(mm)	(1/s)	(0/00)	Y/D	Y	(mm)	V(m/s)	Q ₀	I. Vo
	203A	720.56	719.85	718.65	44.0	2.8609	0.13	10.40	10.53	200	10.53	13.86	0.360	72.00	1.01	38.61	1.23	
	203A	719.85	719.07	718.65	717.87	44.0	2.8609	0.13	10.53	200	10.66	17.73	0.320	64.00	1.06	43.67	1.39	
	203B	719.07	718.24	717.87	717.04	45.0	2.8609	0.13	10.66	200	10.79	18.44	0.320	64.00	1.08	44.54	1.42	
COLECTOR	281	718.24	717.42	717.04	716.22	68.8	2.8609	0.20	14.53	200	14.73	11.92	0.460	92.00	1.08	35.81	1.14	
	282	717.42	717.32	716.22	715.82	179.8	2.8609	0.22	15.31	200	15.53	4.00	0.640	128.00	0.73	20.74	0.66	
	283	717.32	717.06	715.82	715.64	145.0	2.8609	0.13	16.34	200	16.47	4.00	0.680	136.00	0.74	20.74	0.66	
CIRCUN-	283A	717.06	716.85	715.64	715.46	140.0	2.8609	0.11	16.47	200	16.58	4.00	0.680	136.00	0.74	20.74	0.66	
VALACION	284	716.85	716.66	715.46	715.24	153.0	2.8609	0.15	17.63	200	17.78	4.00	0.710	142.00	0.75	20.74	0.66	
	285	716.66	716.52	715.19	714.96	160.0	2.8609	0.17	19.08	250	19.25	3.70	0.520	130.00	0.75	36.17	0.74	
	285A	716.52	716.5	714.96	714.73	160.0	2.8609	0.17	19.25	250	19.42	3.70	0.520	130.00	0.75	36.17	0.74	
IZQUIERDA	286	716.5	716.08	714.33	714.08	164.0	2.8609	0.18	20.08	250	20.26	3.70	0.530	132.50	0.76	36.17	0.74	
	286A	716.08	715.1	714.08	713.88	163.8	2.8609	0.18	20.26	250	20.44	3.70	0.530	132.50	0.76	36.17	0.74	
	287	715.1	713.88	713.88	712.62	180.2	2.8609	0.23	24.08	250	24.31	14.84	0.400	100.00	1.3	72.44	1.48	
	288	713.88	712.62	712.62	711.37	181.2	2.8609	0.23	26.74	250	26.97	15.51	0.440	110.00	1.4	74.06	1.51	

Continúa ...

CALCULO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO

CUADRO Nº 5.10

		ALCANTARILLA																
CALLE	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga	Descarga	Descarga	total	Diam	Q	S	CONDIC.	REALES	A TUBO LLENO			
DEL	AL	EXT.	SUP	EXT.	INF	(m.)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	y	(mm)	V(m/sg)	Bo	Vo
INTERCEP.																		
CRUCE	496	497	699.61	699.90	696.32	72	0.00	0.00	133.70	133.70	450	133.70	2.30	0.730	1328.50	1.12	153.53	0.97
RIO JAEN																		
	434	435	717.34	717.82	715.68	715.42	80	0.00	0.00	42.17	42.17	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	435	436	717.82	718.28	715.42	715.20	67	0.00	0.00	42.17	42.17	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	436	437	718.28	718.54	715.20	714.98	67	0.00	0.00	42.17	42.17	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
COLECTOR																		
	437	437A	718.54	718.60	714.98	714.77	65	0.00	0.00	42.17	42.17	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	437A	438	718.60	718.55	714.77	714.56	65	0.00	0.00	42.17	42.17	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	438	439	718.55	718.10	714.56	714.30	80	0.00	0.00	42.92	42.92	300	3.20	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	439	439A	718.10	717.55	714.30	714.04	80	0.00	0.00	42.92	42.92	300	3.2	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77
	439A	458	717.55	718.30	714.04	713.80	82	0.00	0.00	42.92	42.92	300	3.2	0.660	1198.00	0.86	54.70	0.77

CALCULO HIDRAULICO DE ALCANTARILLADO

CUADRO N° 5.11

TRAMO	BUZON	COTA DE TAPA	COTA DE FONDO	Long	Coefic.	Descarga parcial	Descarga total	Diam	Q	S	CONDIC. REALES	A TUBO LLENO			
DEL	AL	SUP:EXT. INF:EXT.	SUP:EXT. INF:EXT.	(m.)	(l/s/m)	(l/s)	(l/s)	(mm)	(l/s)	(o/oo)	y/D	Qo			
COLECTOR	457	458A	719.83 : 719.32 : 718.43	717.99	43.9	3.0779	0.14	17.76	17.90	10.02	0.520	1104.00	1.07	32.83	1.05
CIRCUN-	458A	458	719.32 : 718.30 : 717.99	715.89	43.9	3.0779	0.13	17.90	18.03	4.00	0.710	1142.00	0.75	20.74	0.66
VALACION	458	461A	718.30 : 717.25 : 713.70	713.52	46	3.3417	0.15	66.56	66.71	4.09	0.500	1200.00	1.06	133.19	1.06
DERECHA	461A	461	717.25 : 716.41 : 713.52	713.30	46	3.3417	0.15	66.71	66.86	4.09	0.500	1200.00	1.06	133.19	1.06
COLECTOR	461	463	716.41 : 715.60 : 713.30	713.10	54.4	3.3417	0.18	67.42	67.60	4.09	0.500	1200.00	1.06	133.19	1.06
MARGEN	463	464	715.60 : 711.62 : 710.27	710.27	80	9.3684	0.75	77.86	78.61	35.37	0.370	1129.50	2.39	274.33	2.85
DERECHA	464	465	711.62 : 707.71 : 710.27	706.36	100	9.3684	0.94	78.61	79.55	39.10	0.370	1129.50	2.49	288.43	3.00
COLECTOR	465	466	707.71 : 704.45 : 706.36	703.10	100	9.3684	0.94	79.55	80.49	32.60	0.380	1133.00	2.33	263.37	2.74
MARGEN	466	467	704.45 : 702.14 : 703.10	700.79	100	9.3684	0.94	80.49	81.43	23.10	0.410	1143.50	2.07	221.70	2.30
COLECTOR	467	496	702.14 : 699.61 : 700.79	698.26	96	0.0000	0.00	81.43	81.43	26.35	0.400	1140.00	2.16	236.78	2.46
INTERSEP.	496	497	699.61 : 696.53 : 696.32	696.32	72	0.0000	0.00	133.92	133.92	2.90	0.730	1329.50	1.12	153.53	0.97
COLECTOR	497	498	696.53 : 696.32 : 696.32	696.32	72	0.0000	0.00	133.92	133.92	2.90	0.730	1329.50	1.12	153.53	0.97

CUADRO Nº 5.14

TUBERIA DE ALCANTARILLADO PROYECTADA

DIAMETRO	MATERIAL	LONGITUD (m.)
8"	C.S.N.	22,389
10"	C.S.N.	748
12"	C.R.	1,528
14"	C.R.	915
16"	C.R.	143
18"	F·F·	72
20"	C.R.	593

C.S.N. = Concreto simple normalizado

C.R. = Concreto reforzado

F·F· = Fierro Fundido

CUADRO Nº 5.15

BUZONES PROYECTADOS

PROFUNDIDAD HASTA	CANTIDAD
1.50 m.	257
2.00 m.	43
2.50 m.	27
3.00 m.	16
3.50 m.	13
4.00 m.	9
4.50 m.	1
5.00 m.	1

CUADRO N° 5.2

COEFICIENTES DE DESCARGA POR AREA DE DRENAJE

AREA DE DRENAJE	AREA TOTAL (HAS)	CAUDAL DE DISEÑO AREA URBAN. (L/S)	CAUDAL DE DISEÑO AREA EXPANS. (L/S)	LONGITUD DE TUBERIA AREA URBAN. (M)	LONGITUD DE TUBERIA AREA EXPANS. (M)	COEF. DE DESCARGA AREA URBAN. (L/S/M x 10 ⁻³)	COEF. DE DESCARGA AREA EXPANS. (L/S/M x 10 ⁻³)
A1	52.18	0.00	29.63	-	330.0	-	89.7878
A2	51.02	19.02	9.95	6,648.2	-	2.8609	-
A3	9.04	5.14	-	1,644.6	-	3.1254	-
A4	111.76	53.90	9.56	18,270.0	-	2.9502	-
A5	32.97	12.36	6.37	4,508.6	-	2.7414	-
A6	33.48	16.99	3.56	5,094.3	380.0	3.3351	9.3684
A7	29.37	11.94	6.09	3,897.3	-	3.0779	-
A8	69.82	23.12	19.72	8,538.4	-	2.7078	-
A9	58.74	-	36.70	-	915.0	-	40.2093
A10	22.22	15.82	-	1,075.6	-	14.6895	-

CAPITULO VI

DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

6.1 GENERALIDADES

El sistema de tratamiento escogido es el de Lagunas de Estabilización por ser uno de los métodos más económicos y con el que se obtiene resultados aceptables.

Desde el punto de vista de Salud Pública nos interesa cubrir los objetivos siguientes :

- Protección Epidemiológica, a través de la disminución de organismos patógenos presentes en las aguas residuales (Parásitos y bacterias);
- Protección Ecológica, a través de la disminución de la carga orgánica (DBO) de las aguas residuales, lográndose de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto (OD) en estos cuerpos receptores se vea menos comprometido;
- ^URevis~~o~~o directo del agua servida tratada en la agricultura, evitando los riesgos e inconvenientes del reuso de aguas servidas crudas como es un hábito acostumbrado entre los agricultores de la zona baja de Jaén.

Una de las formas más efectivas de abaratar los costos de construcción de un Proyecto de Lagunas de Estabilización es el empleo de unidades en serie. Este concepto no solamente es compatible con el propósito de cada laguna, sino que para un clima tropical como el de Jaén, es la mejor forma de alcanzar altas eficiencias. Por ello emplearemos un sistema de Lagunas en Serie : Primarias y Secundarias.

En cuanto al uso de tratamiento previo, experiencias en países en vías de desarrollo sobre "Sistemas de Tratamiento de Lagunas que reciben aguas servidas crudas y de otros que usan rejillas, desarenadores o sedimentadores (Plantas convencionales), indican que es mejor diseñar las lagunas para recibir aguas crudas. Los desarenadores y los sedimentadores no se recomiendan por cuanto es más fácil aumentar las frecuencias de limpieza de las lagunas, que la operación diaria de desarenadores y sedimentadores. No se justifica pasar lodos de un sedimentador primario a un digestor y a un lecho de secado, cuando la laguna en sí es un excelente digestor. Además, es un contrasentido construir estructuras con períodos de retención de minutos (desarenadores) y horas (sedimentadores), previamente a un reactor cuyo período de retención se mide en días Laguna de Estabilización" (Ref.1).

Así, en concordancia con lo aconsejado por las experiencias recientes, incluiremos únicamente como pretratamiento un sistema de rejillas para la eliminación de material flotante.

6.2 CAMARA DE REJAS DE LIMPIEZA MANUAL

Se ha proyectado una cámara de rejas para un gasto máximo de 279.88 L/s. (correspondiente al año 2010), de 0.90 m. de ancho, 1.15 m. de altura total y 0.50 m. de tirante de agua.

Las rejas formarán un ángulo de 45° con la horizontal, estando constituidas por 28 barras de sección rectangular de platinas de Fierro de 1 1/2" x 1/4" y 2.5 cm. de espacio libre entre ellas.

La pendiente del fondo de la cámara antes y después de la criba será de 10 %.. La criba será desmontable para facilitar su reparación o reemplazo.

En el Cuadro 6.02 se muestran las condiciones de trabajo (Velocidad antes de la criba, velocidad a través de la reja y tirante de agua) para las condiciones de gasto mínimo, promedio y máximo del final de cada período.

CUADRO Nº 6.01

AÑO	CAUDALES DE DESAGUE (L/S)		
	Q_{MTN}	Q_P	Q_{MAX}
2000	92.92	130.71	191.17
2010	135.84	191.24	279.88

CALCULO Y DISEÑO DE LA CAMARA DE REJAS

Las condiciones de trabajo en la Cámara de Rejas dependen de la pendiente y la sección, por lo que después de probarse con varias pendientes y anchos de cámara se seleccionó una pendiente de $S = 10\%$ y un ancho de la cámara $b = 0.90$ m.

Los cálculos empleados son :

- De la Fórmula de Manning tenemos :

$$v = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde ; v = Velocidad antes de la criba (m/s).

R = Radio Hidráulico = Area/Perímetro.

$S = 0.01$

$n = 0.013$

Luego; reemplazando y resolviendo obtenemos (Y = Tirante de agua en metros) :

$$0.069475 v^3 = \left(\frac{0.9Y}{0.9 + 2Y} \right)^2 \quad \dots\dots(6.1)$$

- De la Ecuación de continuidad tenemos :

$$Q = A \times v$$

$$Q = (0.9 \times Y) \times v$$

Entonces :

$$0.9 Y = \frac{Q}{v} \quad \dots(6.2)$$

Reemplazando (6.2) en (6.1) obtenemos la siguiente ecuación :

$$0.0136145 v^5 + 0.4202 v^3 Q^2 + 0.1513 v^3 - Q^2 = 0 \quad \dots(6.3)$$

Luego, reemplazando en la Ecuación (6.3) los gastos mínimos promedios; y máximos para cada etapa obtenemos las velocidades respectivas antes de la criba (v). Reemplazando los valores de " v " en la ecuación obtenemos el tirante de agua (Y). Estos resultados se muestran en el Cuadro 6.02.

Para determinar las velocidades a través de la reja emplearemos la relación de vacíos (E) :

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Donde : a = Espacio libre entre barras = 1"

t = Espesor de las barras = 1/4"

E = Relación de vacíos (adimensional)

Luego, el valor de E será de 0.80.

Entonces :

$$v = V \times E \quad \dots(6.4)$$

Donde : v = Velocidad antes de la criba.

V = Velocidad a través de la criba.

E = Relación de vacíos.

Con la ecuación (6.4) obtenemos las velocidades a través de la reja que se muestran en el Cuadro 6.02

CUADRO Nº 6.02
CONDICIONES DE TRABAJO EN LA CAMARA DE REJAS

		CAUDAL $Q(M^3/S)$	VELOC. ANTES DE LA REJA $v (M/S)$	VELOC. A TRAVES DE LA REJA $V (M/S)$	TIRANTE DE AGUA $Y (M)$
2	Q	0.09292	0.31	0.39	0.33
0	Q	0.13071	0.38	0.48	0.38
0	Q	0.19117	0.49	0.61	0.43
2	Q	0.13584	0.40	0.50	0.38
0	Q	0.19124	0.49	0.61	0.43
1	Q	0.27988	0.62	0.78	0.50
0	Q	0.27988	0.62	0.78	0.50

PERDIDA DE CARGA EN LA REJA

La pérdida de carga será calculada con la Fórmula de Metcalf & Eddy que se caracteriza por su simplicidad :

$$h_f = 1.143 \frac{V^2 - v^2}{2g} \dots(6.5)$$

Donde :

h_f = Pérdida de carga, en metros.

V = Velocidad a través de las barras, en m/s.

v = Velocidad antes de la reja, en m/s.

g = Aceleración gravitacional = 9.8 m/s².

Luego :

$$h_f = 1.143 \times \frac{(0.61)^2 - (0.49)^2}{2 \times 9.8} = 0.008 \text{ m.}$$

Verificaremos la pérdida de carga para el caso en que la reja este 50% "sucia", es decir, para el doble de los valores de las velocidades :

$$\begin{aligned} V' &= 2V = 1.22 \text{ m/s.} \\ v' &= 2v = 0.98 \text{ m/s.} \end{aligned} \quad h'_f = 1.143 \times \frac{(1.22)^2 - (0.98)^2}{2 \times 9.8} = 0.03 \text{ m}$$

Vemos que las pérdidas de carga son mínimas: 0.8cm. y 3cm. para la reja limpia y 50% sucia respectivamente.

REMOCION Y DISPOSICION FINAL DEL MATERIAL RETENIDO EN LA REJA.

La limpieza será ejecutada con rastrillos manuales. El

material sacado será enterrado para evitar problemas de malos olores, debiendo ser cubierto el material con una capa de tierra de 0.25-0.35 m. de espesor.

6.3 MEDIDOR DE GASTOS TIPO PALMER-BOWLUS

Siendo necesario conocer el gasto de aguas servidas a tratar se ha previsto la instalación de un medidor a continuación de la Cámara de Rejas.

Se ha elegido un aforador Palmer-Bowlus por las siguientes ventajas :

- Su construcción es muy fácil.
- Tiene igual grado de precisión que el Canal Parshall.

El aforador proyectado será de forma rectangular, consiste en un estrechamiento de las paredes de un canal rectangular de 0.60 m. de ancho hasta reducir la sección a un ancho de 0.40 m. para provocar el flujo crítico. El canal tendrá una altura total de 1.00 m.

CALCULOS PARA CONSTRUIR LA CURVA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR

Sabemos que a partir del Principio de Energía Específica se cumple que cuando el flujo es crítico (Energía Mínima) tenemos la siguiente Ecuación :

$$\frac{Q^2 B}{g A^3} = 1 \quad \dots(6.6)$$

Donde :

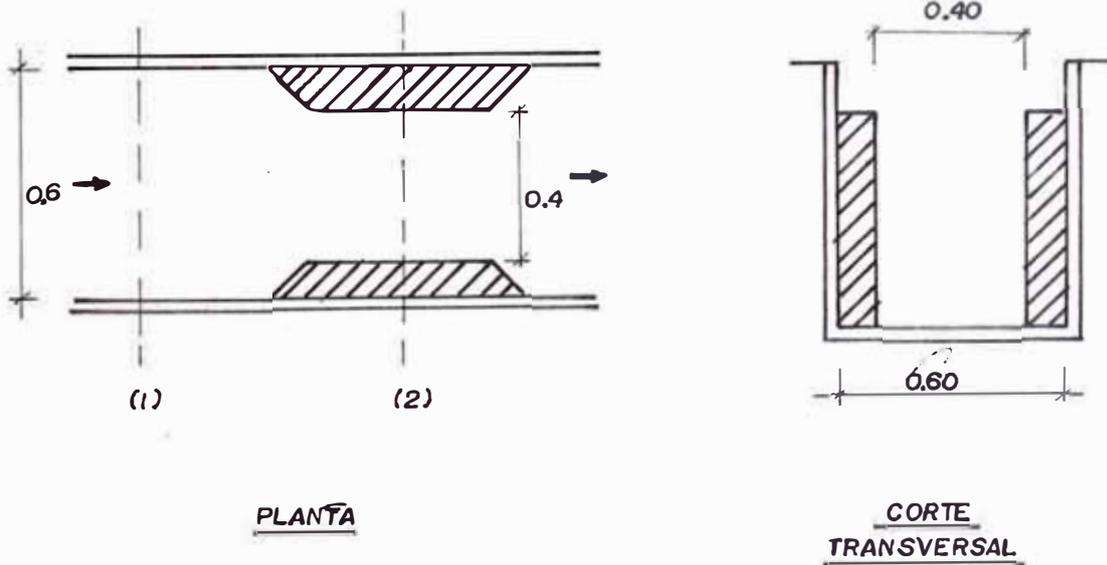
Q = Caudal, en m³/s.

B = Ancho Superficial, en m.

g = Aceleración gravitacional = 9.8 m/s²

A = Area de la sección mojada, en m²

Además, tomaremos un ancho de canal B = 0.6 m. y un ancho de garganta en el estrechamiento de b = 0.4 m. como se muestra en el esquema :



Igualando Energía Específica en la sección (1) y (2) :

$$Y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Y_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Como $V = Q/A$:

$$Y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = Y_2 + \frac{Q^2}{2gA_2^2} \quad \dots(6.7)$$

Donde :

Y_1 = Tirante de agua antes del estrechamiento.

Y_2 = Tirante de agua en el estrechamiento = Tirante Crítico.

Q = Caudal

A_1 = Area de la sección mojada antes del estrechamiento =
 $B \times Y_1 = 0.6 Y_1$

A_2 = Area de la sección mojada en el estrechamiento = $b Y_2 =$
 $0.4 Y_2$

Luego; de la ecuación (6.6) tenemos que :

$$\frac{Q^2}{A_2^2} = \frac{g \times A_2}{0.4} \quad \dots(6.8)$$

Reemplazando (6.8) en (6.7)

$$Y_1 + \frac{Q^2}{2g A_1^2} = Y_2 + \frac{A_2}{2 \times 0.4} \quad \begin{array}{l} A_2 = 0.4 Y_2 \\ A_1 = 0.6 Y_1 \end{array}$$

Luego :

$$Y_1 + \frac{Q^2}{2g(0.6 Y_1)^2} = Y_2 + \frac{0.4 Y_2^2}{2 \times 0.4} \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$Y_1 = \frac{3}{2} Y_2 - \frac{Q^2}{7.056 Y_1^2} \quad \dots(6.9)$$

A partir de la Ecuación (6.9) encontramos los valores de Y_1 , Y_2 y Q por medio de iteraciones sucesivas siguiendo los siguientes pasos :

- 1º Asumimos un tirante crítico Y_2 .
- 2º Calculamos el gasto con el tirante Y_2 asumido; empleando la ecuación (6.6).
- 3º Asumimos un tirante Y_1 para reemplazarla en la Ec. (6.9) juntamente con el Y_2 asumido y el Q calculado en el 2º Paso.
- 4º Reemplazamos el nuevo Y_1 obtenido en el paso (3) y así sucesivamente hasta que el valor de Y_1 no varíe, momento en el cual habremos obtenido un punto de la curva de calibración del aforador.
- 5º Procedemos a asumir otro Y_2 y repetimos los pasos anteriores.

Así procedemos hasta obtener varios puntos para construir la

curva de calibración del medidor Palmer-Bowlus que se muestra en la Figura 6.1.

A continuación se muestran los valores obtenidos luego de las iteraciones respectivas :

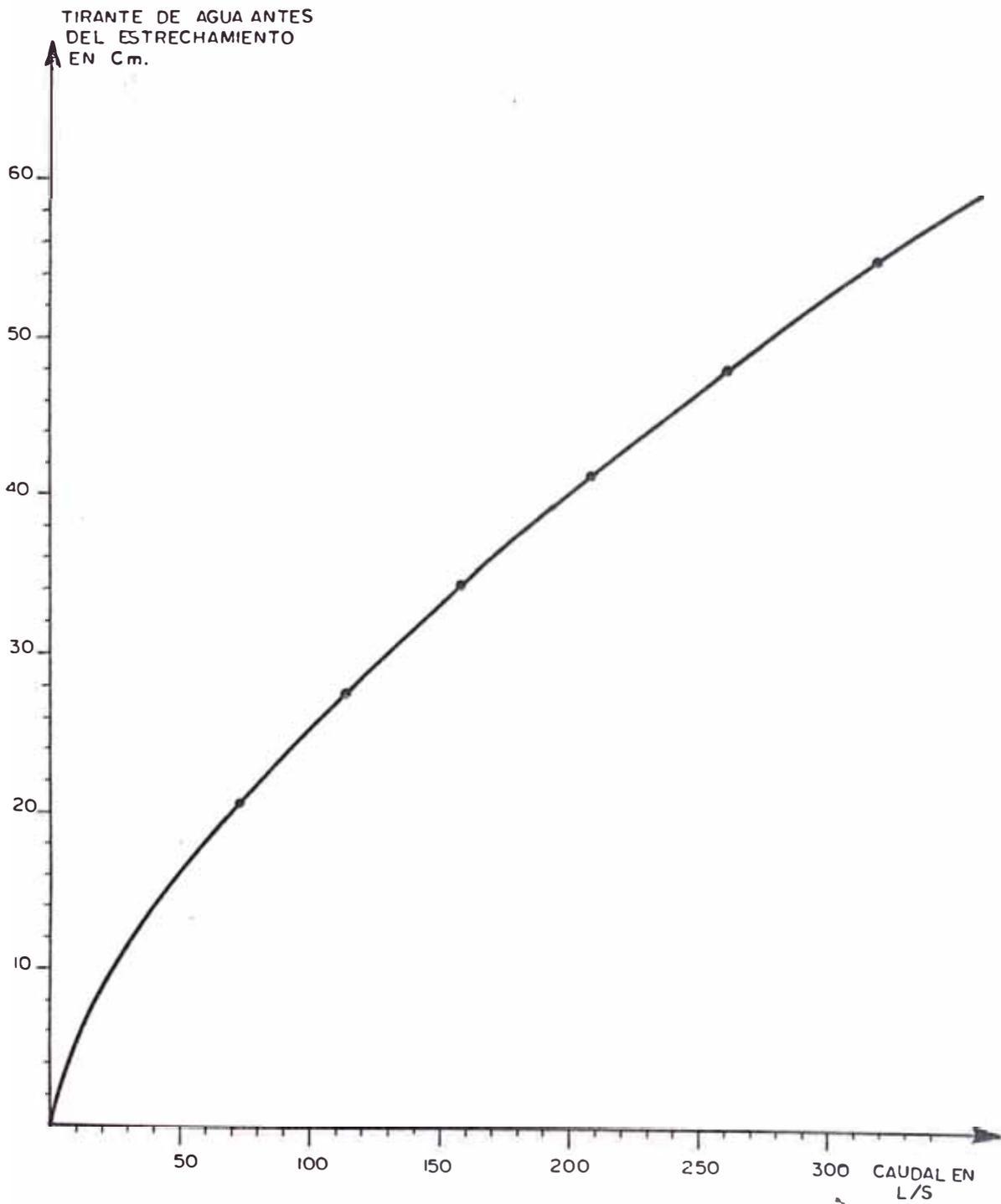
CUADRO Nº 6.03
VALORES PARA CURVA DE CALIBRACION
DEL MEDIDOR PALMER-BOWLUS

	Tirante antes del estrecha- miento. Y_1 (M)	Tirante en el estrechamien- to. Y_2 (M)	Q L/s
1er. Pto.	0.208	0.15	72.75
2do. Pto.	0.277	0.20	112.00
3er. Pto.	0.346	0.25	156.52
4to. Pto.	0.415	0.30	205.76
5to. Pto.	0.484	0.35	259.28
6to. Pto.	0.553	0.40	316.78

La determinación del tirante de agua se realizará por intermedio de una poza de conservación ubicada aguas arriba, a una distancia de 0.60 m. del inicio del estrechamiento y estará conectada a 5 cms. del fondo del canal a través de un tubo de PVC de 2" de diámetro.

FIG. 6.1

CURVA TEORICA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR PALMER-BOWLUS



6.4 TRATAMIENTO PRIMARIO: LAGUNAS DE ESTABILIZACION FACULTATIVAS

Para el diseño emplearemos el Método de Tasa de Trabajo, siendo los parámetros básicos de diseño los siguientes :

- Temperatura ambiental promedio, en el mes más frío : 24.21°C.
- Temperatura del desague, en el mes más frío : 26.21°C (*).
- Dirección predominante de los vientos : Nor-Este.
- Contribución estimada de la DBO : 48 gr. de DBO/Hab./día.
- Caudal estimado de evaporación e infiltración : 20 mm/día.
- Profundidad : 1.80 m.
- Tiempo de retención : Mayor de 5 días.

DETERMINACION DE LA MAXIMA CARGA SUPERFICIAL APLICABLE :

Emplearemos el modelo recomendado por el CEPIS (Ref. 2).

$$CS_A = 357.4 \times 1.085^{T-20} \quad \dots(6.10)$$

Donde :

CS_A = Carga superficial máxima aplicable, en Kg. DBO/Ha/día.

T = Temperatura promedio del desague, en °C.

(*) Este valor ha sido estimado en base a la recomendación de F. Yanez de considerar la temperatura de la laguna 2°C mayor que la del ambiente según sus observaciones en San Juan, Lima-Perú; y Guanacaste, Costa Rica (Ref. 2).

Luego :

$$CS_A = 357.4 \times 1.085^{(26.2-20)} = 593 \text{ Kg. DBO/Ha./día.}$$

Este valor obtenido de $CS_A = 593 \text{ Kg. DBO/Ha./día}$ está muy cercano al límite estudiado por Mc Garry y Pescod (600 Kg.DBO/Ha./día - 25°C) para climas tropicales, por lo que adoptaremos como carga superficial de trabajo un valor más conservador :

$$CS = 500 \text{ Kg. DBO/Ha./día.}$$

DETERMINACION DEL AREA DE LAGUNAS PRIMARIAS :

$$A = \frac{L_0}{CS} \quad \dots(6.11)$$

Donde :

A = Area de laguna necesaria, en Hectáreas.

L_0 = DBO_5 del afluente, en Kg. DBO/día.

CS = Carga superficial (o tasa) de trabajo, en Kg. DBO/Ha/día

Los requerimientos de área para cada 5 años se muestran en el Cuadro 6.04.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS PRIMARIAS :

Las recomendaciones para el diseño de lagunas indican que es deseable un mínimo de 2 unidades.

Para este diseño hemos escogido un total de tres unidades (para el final del período de diseño) de dimensiones iguales. De las tres, dos unidades funcionarán para la primera etapa mientras que la tercera entrará en funcionamiento al comienzo de la segunda etapa.

Además adoptaremos para el dimensionamiento de cada laguna una relación Largo/Ancho = 2 por convenir una forma ligeramente alargada por la pendiente del terreno (reduciendo el movimiento de tierras).

Luego :

Area Total requerida al año 2010 : 57,440 m²

Número de Unidades en Paralelo al 2010 : 3 Lagunas.

Area de cada Laguna : $\frac{57,440 \text{ m}^2}{3} = 19,150 \text{ m}^2$.

Sea : a = Ancho, L = Largo = 2a, A = Area

$$A = L \times a = 2 a^2 = 19,150 \text{ m}^2$$

Luego tendremos; para cada una de las tres Lagunas :

CUADRO 6.04

LAGUNAS PRIMARIAS FACULTATIVAS

AÑO	POBLACION SERVIDA	CAUDAL DESAGUES M ³ /DIA	INFILTRACION LLUVIAS M ³ /DIA	CAUDAL TOTAL M ³ /DIA	CARGA ORGANICA APLICADA KG DBO/DIA	AREA TOTAL DE LAGUNAS REQUERIDA M ²	VOLUMEN TOTAL DESAGUES (**) M ³	NUMERO LAGUNAS EN PARA LELO	PERIODO RETENCION DIAS	TASA DE TRABAJO KG DBO/HA/DIA
1991	28,924	4,627.8	4,337.2	8,965.0	1,388.4	27,770	68,940	02	7.7	363
1995	33,706	5,393.0	4,526.5	9,919.5	1,617.9	32,360	68,940	02	7.0	422
2000	40,812	6,529.9	4,763.2	11,293.2	1,959.0	39,180	68,940	02	6.1	511
2005	49,416	7,906.6	5,856.6	13,763.2	2,372.0	47,440	103,410	03	7.5	413
2010	59,833	9,573.3	6,950.0	16,523.3	2,872.0	57,440	103,410	03	6.3	500

(*) Calculada en base a una contribución de 48 gr. DBO/HAB./DIA

(**) Calculada para una profundidad de 1.80 m. y un área de 19,150 m² por laguna.

Largo	:	200 m
Ancho	:	96 m
Profundidad	:	1.80 m
Area	=	19,200 m ²

CALCULO DE LA CALIDAD DEL EFLUENTE PRIMARIO

Analizaremos la remoción de DBO y coliformes fecales.

a) Cálculo de la DBO del Efluente :

Usaremos el siguiente modelo que supone mezcla completa :

$$\frac{L_p}{L_o} = \frac{1}{K_f \times PR + 1} \quad \dots(6.12)$$

Donde :

L_p = DBO₅ del efluente

L_o = DBO₅ del afluente

K_f = Constante de reacción por DBO en Lagunas Facultativas (Días⁻¹).

PR = Período de retención en días.

El valor de K_f es 1.2 para $T = 35^\circ\text{C}$ (Ref. 9), y este valor varía con la temperatura siguiendo la relación :

$$K_{35^{\circ}\text{C}} / K_f = 1.085^{(35-T)} \quad \dots(6.13)$$

Luego, siendo $T = 26.2^{\circ}\text{C}$, tendremos :

$$K_f = \frac{1.2}{1.085^{(35-26.2)}} = 0.58 \text{ Días}^{-1}$$

Utilizando la Ecuación (6-12) para un PR = 6 Días :

$$\frac{L_p}{L_0} = \frac{1}{0.58 \times 6 + 1} = 0.223$$

Siendo la DBO_5 del afluente de 178 mg./L, tendremos :

$$L_p = 0.223 \times 178 = 40 \text{ mg./L}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ del Efluente Primario} = L_p = 40 \text{ mg./L}$$

La eficiencia de las Lagunas Primarias estaría dada por la relación :

$$E = 100 \left(1 - \frac{L_p}{L_0} \right)$$

$$E = 100 (1 - 0.223) = 77.7\%$$

b) Cálculo de la remoción de Organismos Patógenos en las Lagunas Primarias

La Constante de Remoción de coliformes fecales en Lagunas Facultativas Primarias ha sido establecida por la siguiente relación :

$$K_{bp} = 0.512 \times 1.65^{T-20} \quad \dots(6.14)$$

Luego, para $T = 26.2^{\circ}\text{C}$, tendremos :

$$K_{bp} = 1.3 \text{ Días}^{-1}$$

El Factor de Dispersión "d", también llamado número de dispersión del reactor, es adimensional y puede ser calculado con la fórmula :

$$d = \frac{1.158 |PR (W + 2Z)|^{0.489} \times W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} \times (L \times Z)^{1.489}} \quad \dots(6.15)$$

Donde :

W = Ancho de la Laguna, en metros.

L = Largo de la Laguna, en metros.

T = Temperatura, en $^{\circ}\text{C}$.

Z = Profundidad, en metros.

Siendo las dimensiones de las Lagunas Primarias de 200 m x 96 m x 1.8 m., tendremos al reemplazar en la Ecuación (6.15) :

$$d = 0.34$$

La Ecuación propuesta por Thirimurthy es :

$$\frac{N_p}{N_o} = \frac{4 a e^{0.5d}}{(1-a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} \dots(6.16)$$

Donde :

$$a = 1 + 4 \times K_b \times PR \times d \dots(6.17)$$

N_p y N_o = Número de bacterias coliformes fecales (por 100 ml) en el efluente y afluente respectivamente.

Reemplazando $K_b = 1.3 \text{ Días}^{-1}$, $PR = 6 \text{ Días}$, $d = 0.34$ en la Ecuación (6.17) obtenemos : $a = 3.41$

Luego, a partir de la Ecuación (6.16) :

$$\frac{N_p}{N_o} = 0.00552$$

Lo que implica una eficiencia de remoción de coliformes (en Lagunas Primarias) de :

$$E = 100 \times \left(1 - \frac{N_p}{N_o} \right) = 100 \times (1 - 0.00552)$$

$$E = 99.45\%$$

=====

c) Cálculo de la Carga Orgánica a la Laguna Secundaria

Primeramente se ha determinado el caudal efluente, para esto afectaremos al caudal afluente con la pérdida por evaporación e infiltración, y con el incremento por lluvia :

- Caudal por evaporación e infiltración (Estimado) = 20 mm/Día = 0.02 m/Día
- Caudal por lluvia (Dato del SENAMHI para mes más lluvioso) = 133.5 mm/mes = 0.0045 m/día

Con estos parámetros se ha obtenido el caudal efluente primario tal como se muestra en el Cuadro 6.5, de donde vemos que al final del período de diseño tendremos un gasto total efluente primario de 15,633 m³/Día.

Siendo la DBO_{TOTAL} del efluente primario de 40 mg/L tendremos una carga orgánica de :

$$\begin{aligned} \text{Carga Orgánica Total a la Laguna Secundaria (Año 2010)} &= 15,633 \text{ m}^3/\text{Día} \times 40 \text{ gr/m}^3 \times \frac{1}{1000} \text{ Kg/gr} \\ &= 625 \text{ Kg. DBO/Día.} \end{aligned}$$

CUADRO Nº 6.05
CAUDALES AFLUENTES Y EFLUENTES EN LAS LAGUNAS PRIMARIAS

AÑO	AREA DE LAGUNAS M ²	CAUDAL AFLUENTE M ³ /DTA	PERDIDA EVAP-INFIL. M ³ /DTA	INCREMENT. LLUVIAS M ³ /DTA	CAUDAL EFLUENTE M ³ /DTA
1991	27,770	8,965.0	555.4	125.0	8,534.6
1995	32,360	9,919.5	647.2	145.6	9,417.9
2000	39,180	11,293.2	783.6	176.3	10,685.9
2005	47,440	13,763.2	948.8	213.5	13,027.9
2010	57,440	16,523.3	1,148.8	258.5	15,633.0

DIMENSIONAMIENTO DE DIQUES EN LAGUNAS PRIMARIAS :

El borde libre previsto para lagunas tiene por objeto evitar el rebose del agua por efecto del oleaje producido.

La altura de las olas está ligada a la velocidad del viento y también a la mayor dimensión de la laguna y duración del viento; de esto se desprende que, a mayor tamaño de la laguna, el dique a construirse tendrá que ser más alto para la misma profundidad de agua (Ref. 7).

Una fórmula muy sencilla de calcular estos efectos es :

$$h = 0.6 \sqrt[4]{F} \quad \dots(6.18)$$

Donde :

h = Amplitud de la semi-onda, o sea altura de la cresta de la ola sobre el nivel medio, en metros.

F = Longitud del mayor segmento de recta que puede ser inscrito en la laguna, en Kms.

Entonces, teniendo cada unidad un largo de 200 m. y un ancho de 96 m., la diagonal de 222 m. será el mayor segmento de recta inscriptible en la laguna, de donde :

$$h = 0.6 \sqrt[4]{0.222} = 0.41 \text{ m.}$$

Luego, siendo de 0.41 m. la máxima altura del oleaje que podría producirse elegiremos un borde libre de 0.60 m.

Las características del dique de las Lagunas Primarias serán :

Sección Transversal	=	Trapezoidal
Longitud Base Mayor	=	16.0 m.
Longitud Base Menor	=	4.0 m.
Talud Típico Paredes	=	1/2.5
Altura del Dique	=	2.40 m.
Tirante de Agua	=	1.80 m.
Borde Libre	=	0.60 m.

6.5 TRATAMIENTO SECUNDARIO: LAGUNAS DE ESTABILIZACION FACULTATIVAS

Determinación del Area de Lagunas Secundarias

Tomaremos un período de retención de 6 días y una profundidad de agua de 1.50 m.

Entonces calcularemos el área requerida así :

$$A = \frac{Q \times PR}{h} \quad \dots(6.19)$$

Donde :

A = Area requerida, en metros cuadrados

Q = Caudal a la Laguna Secundaria, en m³/Día

PR = Período de Retención, en días.

h = Profundidad, en metros.

Los requerimientos de área para cada período se muestran en el Cuadro 6.6, así como la carga orgánica aplicada.

Vemos que todos los tiempos de retención son mayores de 5 días lo que es satisfactorio.

Dimensionamiento de las Lagunas Secundarias

Se tendrá tres unidades en paralelo : Dos funcionarán para la primera etapa mientras que la tercera entrará en funcionamiento al comienzo de la segunda etapa.

Adoptaremos una relación Largo/Ancho = 2.3 para obtener un an

CUADRO 6.06

LAGUNAS SECUNDARIAS FACULTATIVAS

AÑO	CAUDAL TOTAL M ³ /DIA	CARGA APLICADA KG DBO/DIA	AREA REQUERIDA M ²	VOLUMEN DE LAGUNAS (*) M ³	NUMERO LAGUNAS EN PARA- LELO	TIEMPO RETENCION DIAS	TASA DE TRABAJO KG DBO/HA/DIA
1991	8,534.6	341	34,140	62,784	02	7.4	81
1995	9,417.9	377	37,672	62,784	02	6.7	90
2000	10,685.9	427	42,745	62,784	02	5.9	102
2005	13,027.9	521	52,112	94,176	03	7.2	83
2010	15,633.0	625	62,532	94,176	03	6.0	100

(*) Ha sido calculado considerando un área de 20,928 m por laguna, y un tirante de agua de 1.50 m.

cho similar al de las Lagunas Primarias.

Las dimensiones de cada laguna serán :

Largo	=	218.00 m.
Ancho	=	96.00 m.
Profundidad	=	1.50 m.
Area	=	20,928.00 m ² .

Cálculo de la Calidad del Efluente Secundario

a) Cálculo de la DBO del Efluente

Del Cuadro 6.6 vemos que el período de retención mínimo será de 6 días. De la Ec. (6.13) obtuvimos que para 26.2°C, la constante de reacción por DBO era $K_f = 0.58 \text{ Días}^{-1}$.

Luego, reemplazando estos valores en la Ec. (6.12) tendremos :

$$\frac{L_p}{L_o} = 0.223$$

Siendo la DBO_5 del afluente secundario de 40 mg/L :

$$L_p = 0.223 \times 40 = 9 \text{ mg/L}$$

DBO_5 del Efluente = 9 mg/L
Secundario

La eficiencia de remoción de DBO de las Lagunas Secundarias sería :

$$E = 100 \times \left(1 - \frac{L_p}{L_0} \right) = 100 \times (1 - 0.223)$$

$$E = 78\%$$

b) Cálculo de la Remoción de Organismos Patógenos en las Lagunas Secundarias

La constante de remoción de coliformes fecales en Lagunas Facultativas Secundarias ha sido establecida por la siguiente relación :

$$K_{bs} = 0.601 \times 1.108^{T-20} \quad \dots(6.20)$$

Luego, para $T = 26.2^{\circ}\text{C}$, tendremos :

$$K_{bs} = 1.135 \text{ Días}^{-1}$$

Siendo las dimensiones de cada unidad de 218 m x 96 m x 1.5 m., el factor de dispersión al ser calculado conforme la Ec. (6.15) será de :

$$d = 0.21$$

Teniendo $K = 1.135$ Días , $PR = 6$ Días, y $d = 0.21$, el valor del parámetro "a" (de la Fórmula de Thirimurty) calculada con la Ec. (6.17) será $a = 2.59$.

Luego, reemplazando estos valores calculados en la Fórmula de la Ec. (6.16) :

$$\frac{N_p}{N_o} = 0.0018$$

DIMENSIONAMIENTO DE DIQUES EN LAGUNAS SECUNDARIAS

Las características de los Diques serán :

Sección Transversal	=	Trapezoidal
Longitud Base Mayor	=	14.50 m.
Longitud Base Menor	=	4.00 m.
Talud Típico Paredes	=	1/2.5
Altura del Dique	=	2.10 m.
Tirante de Agua	=	1.50 m.
Borde Libre	=	0.60 m.

BIBLIOGRAFIA

1. SAENZ, Rodolfo. "Lagunas de Estabilización y otros Sistemas Simplificados para el Tratamiento de Aguas Residuales ". Lima, CEPIS/OPS/OMS, 1985.
2. YANEZ, Fabián. "Avances en el Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización". Lima, CEPIS/OPS/OMS, 1982.
3. YANEZ, Fabián. "Reducción de Organismos Patógenos y Diseño de Lagunas de Estabilización en Países en Desarrollo". Santiago de Chile, XIX Congreso de AIDIS, 1984.
4. YANEZ, Fabián. "Manual de Métodos Experimentales. Evaluación de Lagunas de Estabilización". Lima, CEPIS/OPS/OMS, 1982. Serie Técnica Nº 24.
5. NORIEGA P., Ruddy. "Tratamiento de Desagues - 1era. Parte". Lima, 1987.
6. WORLD HEALTH ORGANIZATION. "The Engelberg Report". Suiza, Banco Mundial/OMS, 1985.
7. LOTHAR HESS, Max. "Aspectos Prácticos de Construcción de Lagunas de Estabilización". Lima, CEPIS/OPS/OMS, Curso para Ingenieros, 1980.

8. ROJAS, Ricardo. "Aspectos Hidráulicos en Lagunas de Estabilización". Lima, CEPIS/OPS/OMS, Curso para Ingenieros, 1980.
9. GLOYNA, E. F. "Estanques de Estabilización de Aguas Residuales" Ginebra. OMS, 1973.