

870115

4
2y

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



"SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LOS POBLADOS
BENITO JUAREZ Y EJIDO EL GALLO, GUASAVE, SINALOA".

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

ANDRES CARRANZA FAMANIA

GUADALAJARA, JALISCO

JUNIO 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

I.- INTRODUCCION.	
I.1.- Recursos Naturales y Medio Ambiente del Municipio de Guasave, Sinaloa.....	1
I.1.1.- Localización geográfica.....	1
I.1.2.- Edafología.....	1
I.1.3.- Geomorfología.....	2
I.1.4.- Geología.....	2
I.1.5.- Hidrología.....	2
I.1.6.- Climatología.....	3
I.2 - Analisis Sociodemografico del Municipio de Guasave, Sinaloa.....	4
I.2.1.- Panorama demográfico.....	4
I.2.2.- Crecimiento demográfico.....	5
I.2.3.- Distribución de la población.....	5
II.- RED DE ATARJEAS.	
II.1.- Generalidades.....	8
II.1.1.- Redes unitarias y separativas.....	8
II.1.2.- Elementos que componen un sistema de alcantarillado.....	9
II.1.3.- Especificaciones hidráulicas.....	10
II.1.4.- Pozos de visita.....	13
II.1.5.- Especificaciones constructivas.....	14
II.2.- Memoria Descriptiva.....	16
II.2.1.- Planteamiento general de la solución...16	
II.2.2.- Criterio de proyecto.....	17
II.3.- Memoria de Cálculo.....	18
II.3.1.- Datos del proyecto.....	18
II.3.2.- Gastos de diseño.....	18
II.3.3.- Cálculo de la red.....	20
III.- ESTACION DE BOMBEO No. 1.	
III.1.- Generalidades.....	24
III.2.- Memoria de Cálculo Mecánico.....	25

III.2.1.- Datos del proyecto.....	26
III.2.2.- Número de equipos.....	26
III.2.3.- Emisor.....	26
III.2.4.- Dimensiones del cárcamo.....	27
III.2.5.- Carga total.....	27
III.2.6.- Selección de la bomba.....	28
III.2.7.- Potencia requerida.....	29
III.3.- Especificaciones Generales de Bombas y Motores.....	29
III.3.1.- Bomba centrífuga.....	29
III.3.2.- Motor eléctrico.....	31
III.3.3.- Piezas especiales y válvulas.....	33
III.3.4.- Instrumentación y control.....	34
III.4.- Especificaciones Generales de Subestación Eléctrica.....	35
III.5.- Especificaciones Generales del Centro de Control.....	36
III.5.1.- Partes integrales del tablero de control.....	38
III.6.- Planta de Emergencia y Equipo Auxiliar.....	39
III.7.- Cálculo Estructural del Cárcamo y Torre de Carga.....	42
III.7.1.- Análisis y Diseño del Cárcamo.....	42
III.7.2.- Análisis y Diseño de la Torre de Elevación.....	47
IV.- ESTACION DE BOMBEO No. 2.	
IV.1.- Memoria Descriptiva.....	49
IV.2.- Memoria de Cálculo Mecánico.....	49
IV.2.1.- Datos del proyecto.....	49
IV.2.2.- Número de equipos.....	49
IV.2.3.- Emisor.....	50
IV.2.4.- Dimensiones del Cárcamo.....	50
IV.2.5.- Carga Total.....	50
IV.2.6.- Selección de la Bomba.....	51
IV.2.7.- Potencia requerida.....	52

IV.3.- Especificaciones Generales de Bombas y Motores.....	52
IV.3.1.- Bomba centrífuga.....	52
IV.3.2.- Motor eléctrico.....	54
IV.3.3.- Piezas especiales y válvulas.....	57
IV.3.4.- Instrumentación y control.....	57
IV.4.- Especificaciones Generales de Subestación eléctrica.....	59
IV.5.- Especificaciones Generales del Centro de Control.....	60
IV.5.1.- Partes integrales del tablero de control.....	61
IV.6.- Planta de Emergencia y Equipo Auxiliar.....	62
IV.7.- Cálculo Estructural del Cárcamo y Torre de Carga.....	65
IV.7.1.- Análisis y diseño del cárcamo.....	65
IV.7.2.- Análisis y diseño de la Torre de Elevación.....	70
V.- PLANTA DE TRATAMIENTO.	
V.1.- Memoria Descriptiva.....	72
V.1.1.- Rejas y rejillas.....	72
V.1.2.- Desarenadores.....	73
V.1.3.- Tanques de sedimentación.....	74
V.1.4.- Estanques de estabilización.....	75
V.2.- Memoria de Cálculo.....	76
V.2.1.- Diseño hidráulico de las rejillas.....	77
V.2.2.- Diseño hidráulico del desarenador.....	78
V.2.3.- Diseño hidráulico del tanque de sedimentación.....	81
V.2.4.- Diseño hidráulico de la laguna de oxidación.....	84
V.3.- Diseño Estructural del Tanque de Sedimentación.....	85
V.I.- CONCLUSIONES.....	89
PLANOS.....	90

I.- INTRODUCCION.

El desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo dotar de un sistema de alcantarillado a las poblaciones de Benito Juárez y Ejido El Gallo, municipio de Guasave, Sinaloa. Actualmente estas comunidades no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario que les permita desalojar y disponer con seguridad sus aguas residuales; debido a esto, una parte de la población recurre al uso de fosas sépticas y otra, simplemente se deshace de las aguas de la manera mas sencilla que encuentran, sin tomar en cuenta la necesidad de un control sanitario.

I.1.- RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO DE GUASAVE, SINALOA.

I.1.1.- Localización Geografica.

Las comunidades de Benito Juárez y Ejido El Gallo se encuentran a 20 kms. al Norte de Guasave a un lado de la carretera internacional.

El municipio de Guasave se localiza en el Norte de la entidad entre los meridianos $108^{\circ} 05'26''$ y $108^{\circ} 47'24''$ longitud Oeste de Greenwich y los paralelos $25^{\circ} 19'04''$ al $25^{\circ} 56'36''$ de latitud Norte, ocupando una extensión territorial de 3464.41 kilómetros cuadrados. Esto lo ubica en octavo lugar en tamaño con respecto al resto de los municipios, y representa el 5.9% de la superficie estatal.

I.1.2.- Edafología.

El estudio de la composición orgánica de la corteza terrestre del municipio de Guasave ha determinado el predominio de suelos Castañozem o Chestnut prototipo de regiones de clima seco con deficiencia de humedad, por ello la vegetación se presenta en forma de zacates bajos que se propagan por rizomas.

Una característica muy importante de esta unidad edafológica es su riqueza en materia orgánica y un maíz café castaño en su superficie.

En el municipio se ha sabido aprovechar la calidad de estos suelos mediante su explotación agrícola, contrarrestando los problemas de humedad mediante la construcción de obras y sistemas de irrigación.

I.1.3.-Geomorfología.

Su orografía esta formada por amplias llanuras que integran el Valle Agrícola del municipio, que van de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental a la Sierra de Navachiste en las proximidades del Golfo de California. Las principales elevaciones orográficas son el Cerro de Guiguiricahui y el Cerro Cabezón de la Sierra de Navachiste que se localiza en la parte Oeste del municipio.

Por su proximidad con el mar existen; playas, marismas y esteros pantanosos.

I.1.4.-Geología.

La historia geológica del municipio muestra formaciones rocosas pertenecientes a los periodos cuaternario, pleistoceno y cenozoico; son de importancia algunas formaciones en la region Central y Norte correspondientes al periodo paleozoico y mezozoico.

Las componentes de estas formaciones geológicas son: gravas, limos y arcillas en forma de llanuras deltaicas con pequeñas franjas de talud y abanicos aluviales, que abarcan las comunidades de San Sebastian, La Entrada, Los Tastes, Pueblo Viejo, Nio, Gambino y Las Juntas.

En la parte Norte, Noroeste y Central del municipio existen formaciones que datan del periodo cuaternario actual, excepción de la Sierra de Navachiste que es el periodo terciario superior básico, compuesta por elevaciones volcánicas, lavas, brechas basálticas y andesitas basálticas.

I.1.5.- Hidrología.

El Rio Sinaloa o Petatlán, nace en el suroeste de Chihuahua en la confluencia de los Arroyos de Nahirora y Besanopa municipio de Guadalupe y Calvo; penetra al Estado de Sinaloa por el Poniente, precisamente por el municipio de Sinaloa de Leyva en donde recibe como afluentes los Arroyos de Magdalena, San Jose de Gracia y Bacubirito.

En su recorrido por el Estado, penetra al municipio de Guasave por su parte Noroeste, recibiendo como afluente el Arroyo Cabrera en la localidad de Brechito, Sindicatura de Benito Juarez.

Dentro del municipio, el Rio Sinaloa tiene un trayecto de 70

kilómetros. El Area de su cuenca hasta la estación hidrométrica de Jaina es de 8 179 kilómetros cuadrados y su escurrimiento medio anual de 1 239 millones de metros cúbicos.

A la ribera de su trayecto por el municipio se encuentran las poblaciones de Bamoá, Nio, Pueblo Viejo, Guasave, Jesus Maria, Tamazula y la Brecha, antes de vertir sus aguas al Golfo de California a un kilómetro de la comunidad de Las Juntas, sindicatura de La Brecha.

1.1.6.-Climatología.

El municipio manifiesta un clima desértico caluroso, sobre todo en su parte Oeste. La estación climatológica "El Nudo" localizada a los $108^{\circ}28'00''$ de longitud Oeste y los $25^{\circ}35'00''$ de latitud Norte, detecto en un periodo de observación de 20 años (1960-1980) una temperatura media anual de 24.3°C ; una máxima de 45.0°C y una mínima de -1.0°C .

Las temperaturas mas altas ocurren durante los meses de Junio a Octubre y los días mas frios de Noviembre a Marzo.

Esta misma estación climatológica en 40 años de observación (1940-1980), reporto una precipitación media de 428.6 milímetros; una máxima de 781.0; una mínima de 233.6 milímetros. La evaporación total promedio en el año es de 1 521.44 milímetros.

En el periodo de 1962 a 1981 la observación climatológica asienta el registro de tres heladas en el municipio, siendo la primera el 12 de Enero de 1962 y la última el 8 de Enero de 1971.

Por otra parte, la nubosidad indica un promedio de 200 días despejados y 134 nublados por año. De 1941 a 1980 la meteorología del municipio señala 6 días con fenómenos especiales (niebla).

El que el municipio sea un valle colindante con el mar, probablemente influya para que los vientos predominantes sean en dirección Suroeste alcanzando una velocidad de 2 m/seg.

Este mismo acercamiento hacia la costa facilito la penetración a Guasave del cicon "KUUT" en el año de 1981 y "PAUL" en 1982, este ultimo con vientos máximos de 195 kms/hr.

1.2.- ANALISIS SOCIODEMOGRAFICO DEL MUNICIPIO DE GASAVE, SINALOA.

1.2.1.- Panorama Demográfico.

El análisis demográfico del municipio de Guasave en cinco décadas muestra un crecimiento sostenido de su población, lo que permite ocupar en 1980 un cuarto lugar como municipio más poblado del Estado.

En 1930 era una Alcaldía que albergaba en su territorio a 25 940 personas, monto que en 1940 considero a 36 960 habitantes, lo que significa que en este periodo la población se incremento a un ritmo promedio del 3.2% por año.

Al dar inicio la década de los cincuentas, el municipio se integraba por 54 631 residentes, como consecuencia de haber aumentado en los cuarentas su tasa de crecimiento medio anual a un 4.0%.

El levantamiento censal de 1960 arroja para esta región un total de 91 024 habitantes, lo anterior significó incrementar en un 5.2% anual su índice de evolución.

Son los años sesenta cuando se presenta una disminución en el crecimiento que se sitúa en un 5.1% como promedio anual, por tal efecto en 1970 el monto poblacional incluyó a 149 663 personas.

El decenio de los setentas se caracterizó por una disminución en los niveles de fecundidad y por una baja mortalidad, tal situación entre otras cosas condujo al municipio a atenuar su tasa de crecimiento a un 4.0% anual que se reflejó en un monto poblacional cuantificado en 221 139 habitantes en el año de 1980. De permanecer inalterable este último índice de crecimiento se supone que Guasave requerirá 18 años para duplicar su población, a diferencia de la perspectiva de la década anterior que se fijó en 14 años.

En la siguiente tabla se muestra la tasa de crecimiento demográfico media anual del municipio y los años en que la población se duplicaría de mantener constante su ritmo de crecimiento.

MUNICIPIO DE GUASAVE.
INDICADORES DEL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO.
1930 - 1980

ANO	POBLACION	TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL. (%)	TIEMPO DE * DUPLICACION.
1930	26 940	--	--
1940	35 960	3.2	22
1950	54 631	4.0	18
1960	91 024	5.2	13
1970	149 663	5.1	14
1980	221 139	4.0	18

* Años en que la población se duplicará de mantener constante su ritmo de crecimiento.

1.2.2.- Crecimiento Demográfico.

Obligado resulta al hablar de crecimiento poblacional, resaltar la importancia de sus dos componentes: El crecimiento natural y el crecimiento social.

Es bien sabido que por su magnitud e influencia, el aumento natural es el principal agente del incremento poblacional de Guasave, por lo que la migración aunque no alcanza la misma cuantía de aquél no es menos importante.

La tasa de crecimiento observada de 1960 a 1970 fué de 5.1%, de lo que se presume un 4.6% correspondió al proceso vegetativo de la población y 0.5% al social. En 1980 el 4.0% de crecimiento fué conformado en un 3.7% por el movimiento natural y en 0.3% por el crecimiento social.

1.2.3.- Distribución de la población.

En Guasave el proceso de urbanización se ha caracterizado por el crecimiento de la mancha urbana a la par de una incorporación de nuevos centros urbanos de la población.

Utilizando el criterio censal de 1930 que establece que una área urbana debe reunir como mínimo a 2500 habitantes, se deduce que el proceso de urbanización del municipio ha sido dinámico.

En 1930 únicamente la cabecera municipal podía considerarse urbana por incluir al 10.4% de la población total (2802); para 1940 esta misma comunidad observaba un índice de población urbana del 13.5% por efecto de incluir a 4997 habitantes; en el transcurso de 1950 la ciudad ya incluía al 15.6% de los habitantes del municipio (8506 personas).

1950 significó para el municipio el año en que comienza a acelerarse su proceso de urbanización, figurando como centros urbanos los asentamientos de Guasave, Juan José Ríos y Adolfo Ruiz Cortínez, que en conjunto concentraban a 28006 personas (30.8%).

El Censo General de Población y Vivienda de 1970 detectó 72995 personas (48.48%) en las localidades urbanas de Guasave, Adolfo Ruiz Cortínez, Bamoa, Benito Juárez, El Burrión, Gabriel Leyva Solano, Juan José Ríos, León Fonseca, Tamazula, Bachoco y El Triunfo; diez años más tarde se sumaron a estas localidades El Cubilete y La Trinidad por lo que el índice de urbanización se elevó a 50.6% y a 111 815 el número de habitantes.

MUNICIPIO DE GUASAVE
POBLACION TOTAL URBANA Y RURAL
1930 - 1980

AÑO	TOTAL		URBANA *		RURAL	
	LOCALI DADES	HAB	LOCALI DADES	HAB	LOCALI DADES	HAB
1930	102	26940	1	2802	101	24138
1940	255	36960	1	4997	254	31963
1950	249	54631	1	8506	248	46125
1960	363	91024	3	28006	360	63018
1970	261	149663	11	72995	250	76668
1980	439	221139	13	111815	426	109324

* Comunidades de 2500 y mas habitantes.

De hecho existe otra clasificación que pretende una mejor vinculación entre lo cuantitativo y lo cualitativo; esta nueva estructuración en resultado de una serie de investigaciones y reflexiones efectuadas por expertos del Colegio de México, Institución que distingue lo urbano (15 000 y mas habitantes) de las comunidades mixtas (5 000 a 14 999 habitantes) y rurales (menos de 5 000 habitantes).

De acuerdo a este criterio en 1930 y 1940 la localidad de Guasave era prototipo del medio rural; en 1950 adquiere características de una comunidad en proceso de transición hacia lo urbano al estar poblada por 8 506 personas, para luego convertirse en 1960 en una ciudad pequeña; en este mismo año Juan José Ríos eleva su categoría a localidad de tipo mixto.

En 1970 Guasave seguía siendo una ciudad pequeña de 25 080 habitantes, mientras que Juan José Ríos, Ruiz Cortínez y Gabriel Leyva Solano constituyen al grupo de comunidades en transición urbanística. En 1980 Guasave y Juan José Ríos reúnen las características de una ciudad de pequeñas dimensiones, en tanto que Adolfo Ruiz Cortínez, Bamoa, Gabriel Leyva Solano y El Triunfo eran localidades intermedias.

La población rural del municipio se encuentra dispersa en numerosas localidades de diferentes categorías: Rancherías, Ranchos, Ejidos, Campos Agrícolas, Campos Pesqueros, Colonias Agrícolas y Congregaciones. En términos globales la participación porcentual del Sector Rural dentro del contexto general tiende a decrecer.

II.- RED DE ATARJEAS.

II.1.- GENERALIDADES.

A medida de que las ciudades han ido creciendo, los sistemas primitivos de eliminación de los residuos han sido reemplazados por los sistemas de alcantarillado. Incluso en las pequeñas poblaciones, la mayor seguridad proporcionada por la red de alcantarillado, su conveniencia y ausencia de molestias han conducido a su adopción siempre que los medios económicos lo permiten.

La red de alcantarillado tiene la misión de recoger las aguas residuales de las zonas habitadas y conducir las a un cierto punto para su evacuación. En muchas ocasiones, los líquidos residuales deberán someterse a un tratamiento mas o menos intenso antes de ser vertidos a un curso de agua o habrán de descargarse debidamente, de modo que no puedan ser causa de peligro para la salud pública u ocasionar perjuicios.

El establecimiento de un alcantarillado adecuado para una población exige un cuidadoso trabajo de ingeniería. Las alcantarillas deben de ser de dimensiones convenientes, pues en caso contrario podrán desbordarse y producir daños en las propiedades, peligros para la salud, y perjuicios en general. La determinación de las dimensiones necesarias exige la estimación de la cantidad de agua residual y el empleo de la hidráulica para establecer dichas dimensiones y la pendiente conveniente de las alcantarillas. Otra consideración importante es la velocidad del agua en las mismas. Si no es suficientemente grande, se depositarán los sólidos con la subsiguiente producción de olores y obstrucciones. Desde que el agua residual se recoge, se transforma en un peligro para la ciudad, debido al que potencialmente tiene para la salud y a la posible producción de perturbaciones en el curso del agua.

II.1.1.- Redes unitarias y separativas.

Actualmente, la construcción de alcantarillados se realiza casi exclusivamente por el sistema de redes separativas, excepto en aquellas poblaciones en las que ya se construyó hace muchos años siguiendo el procedimiento de redes unitarias. En las zonas urbanas de reciente desarrollo es una necesidad primordial el recoger las aguas residuales domésticas, y como las alcantarillas de aguas negras son relativamente pequeñas y de poco costo, pueden en general construirse sin gran demora. Durante años el agua de lluvia se evacuará por las cunetas de las calles y los cursos naturales del agua. Cuando la ciudad crece, sin embargo,

puede hacerse necesaria la conducción subterránea de las aguas pluviales, y entonces se construirá la red de alcantarillas pluviales. Muchas de las poblaciones que tenían una red unitaria de canalizaciones se desarrollaron ampliamente antes de que se estableciera el sistema para recoger las aguas residuales, y ya tenían redes de alcantarillas para las aguas de lluvia. Es interesante señalar que en los primeros después del 1800 estaba prohibido, en algunas ciudades, evacuar los residuos domésticos en las cloacas, pero después se recogieron todos los residuos líquidos en las alcantarillas de aguas pluviales, que así se transformaron en alcantarillas unitarias. Las posteriores extensiones de estas redes se proyectaron entonces como unitarias, a menudo con dispositivos para separar las aguas de tiempo seco, constituidas en gran parte por aguas residuales domésticas, de los grandes caudales del período de lluvias.

En los sistemas de nueva construcción, pueden utilizarse alcantarillas combinadas cuando los caudales de aguas pluviales estén tan contaminados que requieran un tratamiento igual que el de las aguas residuales. Aunque los primeros caudales de aguas pluviales en redes unitarias están altamente contaminados, la cuantía de los mismos es de tal orden y las corrientes receptoras están, contaminadas por las escorrentías de origen no urbano, que no parece practicable desde el punto de vista económico, el tratamiento de las aguas pluviales de las redes unitarias, aunque se han realizado algunas experiencias para el desarrollo de sistemas de tratamiento físico-químico adecuados a tal propósito.

Como regla general, las redes de alcantarillado de nueva construcción deben proyectarse para separar las aguas residuales de las pluviales, incluso hasta el punto de tener que establecer limitaciones muy estrictas respecto a la infiltración por las juntas de las conducciones.

Debe de señalarse que las redes de alcantarillado separativas han de ser inspeccionadas cuidadosamente para asegurar la inexistencia de conexiones ilegales con los tejados o drenajes, que puedan haberse efectuado después de la construcción de las alcantarillas.

II.1.2.- Elementos que componen un sistema de alcantarillado.

Los elementos que forman un sistema de alcantarillado son:

Albañal: Parte del sistema por medio del cual se conducen las descargas domiciliarias.

Atarjea o Alcantarilla Lateral: Es la alcantarilla con diámetro mínimo de 20 cms. que recibe las aportaciones de los albañales.

Subcolector o Alcantarilla Secundaria: Es la alcantarilla que recibe las aportaciones de las atarjeas.

Colector o Alcantarilla Maestra: Es la alcantarilla que recibe las aportaciones de de los subcolectores.

Interceptor: Es el conducto que tiene la función de interceptar, ya sea en forma parcial o total, el caudal de uno o varios colectores.

Emisor: Cuando el colector no recibe ninguna aportación recibe el nombre de emisor.

II.1.3.- Especificaciones Hidráulicas.

La mayor parte de las alcantarillas se proyectan como canales abiertos, y no como tuberías forzadas, aunque en ocasiones pueden ir llenas. Existen excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadoras de aguas residuales, que trabajan siempre a presión. Las alcantarillas de aguas residuales también pueden sobrecargarse debido a infiltraciones excesivas durante las tormentas, obstrucciones en las tuberías, o por una aportación de caudales mayores que aquellos para los que han sido calculadas.

Cuando el agua en un tubo o canal sale libremente por el extremo inferior se establecerá en seguida un régimen de corriente permanente y uniforme. Un régimen de corriente se denomina permanente cuando por un punto cualquiera, pasa el mismo volumen de líquido por cada unidad de tiempo. Se llama régimen de corriente uniforme a aquél en que no se producen variaciones de su velocidad a lo largo del trayecto de la conducción. En los casos normales de los proyectos de alcantarillas, la corriente puede suponerse permanente pudiendo considerarse que es uniforme en los tramos rectos de las alcantarillas, aunque se producirán variaciones de velocidad en los obstáculos y cambio de sección transversal de los tubos o canales, y que deben tomarse en cuenta al hacer los cálculos hidráulicos.

El agua se mueve en sentido descendente en los tubos o canales, por efecto de la fuerza de gravedad, y con la velocidad tal que la carga hidráulica disponible, compense los rozamientos, y una pequeña fracción de la misma se transforme en energía

cinética. El rozamiento o resistencia que debe vencerse será directamente proporcional a la rugosidad de la superficie del tubo o canal, a la superficie de contacto, a la densidad del líquido, y aproximadamente, al cuadrado de la velocidad.

La velocidad de las aguas residuales tiene gran importancia en los proyectos de alcantarillas. La experiencia indica que en las alcantarillas de aguas negras se requiere una velocidad no inferior a 0.6 mts/seg para evitar la sedimentación de los sólidos. La pendiente mínima admisible, es por ello, la que produzca esta velocidad cuando la alcantarilla fluya a sección llena. Bajo condiciones especiales, algunos departamentos de sanidad, permiten pendientes ligeramente menores que aquellas que dan una velocidad de 0.6 mts/seg, pero en este caso el ingeniero debe demostrar, con sus cálculos, que el espesor de la lámina correspondiente al caudal medio del proyecto, será por lo menos 0.3 veces el diámetro. Las velocidades mínimas deben de ser mayores de 0.45 m/seg con un tirante de agua mayor a 1.5 cms., o mayores que 0.30 m/seg con un tirante mayor al 25% del diámetro de la tubería.

Existen algunas fórmulas para el cálculo de las velocidades del agua en el sistema, siendo la más común la fórmula de CHEZY:

$$V = C \sqrt{RS}$$

V = Velocidad media en mts/seg.

R = Radio hidráulico, que se obtiene de dividir la sección total del tubo entre el perímetro mojado.

S = Pendiente o gradiente hidráulico.

C = Coeficiente.

El coeficiente C no es constante y varía, según Kutter, de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

En esta fórmula, n es un valor dependiente de la rugosidad de la superficie del tubo o canal. A continuación se da una tabla de valores experimentales de n:

n	CARACTER DE LA SUPERFICIE
0.009	Madera bien cepillada instalada con pendiente uniforme.
0.010	Cemento alisado. Tubos los mas lisos.
0.012	Madera no cepillada. Tubos de hierro fundido de rugosidad ordinaria.
0.013	Fábrica de ladrillo bien construida. Buen hormigón. Tubo de acero roblonado. Tubo de gres bien colocado.
0.015	Tubos de gres y de hormigón deficientemente unidos y desigualmente asentados. Fábrica de ladrillo corriente.
0.017	Ladrillo rugoso. Tubo de hierro tuberculado.
0.020	Tierra lisa o gravilla afirmada.
0.030	Zanjas y ríos en buen uso, algunas piedras y yerbajos.
0.040	Zanjas y ríos con fondos rugosos.

Hay que hacer notar que el valor de n afecta inversamente a la velocidad del agua en el conducto.

Existe también otra fórmula ideada por Manning para calcular el coeficiente C de la fórmula de Chezy que es:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

n = Mismo número empleado en la fórmula de Kutter.

R = Radio Hidráulico

Si nosotros sustituimos este valor de C dado por Manning en la fórmula de Chezy, obtenemos la fórmula de Manning:

$$v = c R^{1/2} s^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{1/6} R^{1/2} S^{1/2}$$

por lo tanto: $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

En los sistemas de alcantarillado actuales, las tuberías son hechas de gres o de hormigón; si se siguen buenos métodos de construcción y se hace con cuidado, el valor adoptado de n es de 0.013. En base a esto se han elaborado nomogramas para el uso de la fórmula de Manning con un valor de $n = 0.013$ en tubos de sección circular.

II.1.4.- Pozos de visita.

Los pozos de registro o visita son instalaciones complementarias de las alcantarillas, éstos se emplean como medio de acceso para la inspección y limpieza de la red. Se colocan a intervalos de 90 a 150 metros y en los puntos donde se produzca un cambio de dirección o de sección en la tubería, o una variación de pendiente. Las grandes alcantarillas de 1.5 metros o más de diámetro, son visitables, por lo que no necesitan pocos pozos de registro. La forma constructiva de las cámaras o pozos de registro se ha normalizado considerablemente, y en la mayor parte de las grandes ciudades se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Los registros tienen un marco y una tapa de hierro fundido con una abertura neta de 500 a 600 mm. El marco descansa sobre la obra de fábrica que se ensancha hasta alcanzar un diámetro de no menos de 1.0 metro y generalmente de 1.25 mts. a una distancia de 0.90 a 1.5 metros de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta que llega a la alcantarilla. Si la profundidad es menor de 4.0 mts., las paredes se hacen de 0.2 metros de espesor, y por cada 2 metros adicionales de profundidad, debe aumentarse este espesor en 0.1 metros. A veces se hacen las paredes de hormigón.

El fondo de las cámaras de registro se hace ordinariamente de hormigón, dando en su cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla. Los canales se recubren a veces con tubos de alcantarilla partidos o seccionados por su diámetro. En todo caso, la profundidad del canal debe ser aproximadamente igual al diámetro del tubo, para evitar que las aguas de la alcantarilla se extiendan sobre el fondo del pozo, ya que si así

ocurre pueden quedar retenidas las materias sólidas con probable producción de olores, a pesar de que la inclinación de fondo tiende a evitar este peligro. Los cambios de dirección se hacen en los canales.

En los puntos en que las derivaciones o tuberías secundarias enlazan con una alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación, manteniendo la superior con una pendiente razonable y estableciendo una caída vertical en el pozo de registro. Los pozos así construidos se denominan pozos de registro con caída. Si la caída es menor que 0.6 mts., generalmente se resuelve aumentando la pendiente de la alcantarilla en lugar de construir el registro de caída. Si se hace una caída de menos de 0.6 mts. en el pozo de registro, el fondo se dispone de modo que las aguas caigan en un canal inclinado, sin salpicar y sin que puedan sedimentar los sólidos arrastrados.

II.1.5.- Especificaciones constructivas.

En cualquier obra de ingeniería civil deberán ser considerados algunos aspectos básicos para su construcción, aquí mencionamos los más importantes en la construcción de sistemas de alcantarillas.

Análisis de los materiales: Este análisis se hace con el objeto de conocer las distintas clases de material que se va a remover en las excavaciones y tenerlos clasificados; esta clasificación depende de su dureza, y a la vez de ésta depende la herramienta para atacarlos. Generalmente los materiales se clasifican en tres tipos:

Material Tipo I.- A este tipo pertenecen todos los materiales que son removibles con herramientas de mano como palas; algunos ejemplos son: la arcilla suave, arena, arenas limosas, etc.

Material Tipo II.- Este tipo comprende los materiales semicompactos que pueden atacarse con zapapicos y barretas, por ejemplo: el tepetate semiduro, conglomerados de arcilla dura, etc.

Material Tipo III.- Se consideran materiales de este tipo todos los materiales que sólo pueden ser removidos con explosivos, quebradoras o herramientas mecánicas.

Esta clasificación es útil para obtener los costos de excavación en los distintos tipos de terreno.

Ancho de zanja: El ancho mínimo de ésta, está fijado por la

necesidad de amplitud para maniobrar con comodidad tanto al excavar como al colocar los tubos. Comúnmente se considera como ancho mínimo 0.6 metros.

Excavación de zanjas: Por excavación se entiende las maniobras que hay que ejecutar con los diferentes tipos de herramientas para alojar la tubería de la red por debajo de la superficie del terreno. Entre estas operaciones se consideran la limpieza y compactación de la plantilla y taludes de la zanja, la remoción del material producto de la excavación y la colocación del mismo a un lado de la zanja.

Si la profundidad es mayor de 2.4 metros, es conveniente hacer una excavación escalonada con el fin de poner una trampa hasta donde los peones que excavan puedan lanzar el material; ahí habrá otro peón para lanzar el material desde el escalón hasta el exterior de la zanja.

El uso de maquinaria es recomendable cuando el ancho y profundidad de la zanja son de valor considerable, debido a que los volúmenes de material por excavar son considerables.

Drenes: Cuando el nivel de la excavación esté por debajo del nivel freático se tendrá el problema de acumulamiento de agua en los lugares que se esté excavando. Esto nos produce retrasos en la construcción, ya que no se puede trabajar en presencia del agua; entonces es necesario desalojar el agua ya sea por bombeo, o dejando que circule hacia la tubería ya instalada.

En caso de que haya necesidad de bombear el agua, se procurará que en la superficie se forme un arroyo utilizando la guarnición de la banqueta y el acumulamiento del material producto de la excavación.

Cuando se esté utilizando la tubería ya instalada para drenar las aguas, se procurará hacer la limpieza de la tubería evitando la retención de tierra que llevan las aguas drenadas.

Ademes: Si el terreno en el cual se está excavando presenta poca cohesión, las paredes de la zanja van a tender a derrumbarse, en este caso es conveniente ademar la excavación. Por lo general este ademe es de madera.

Habrán casos en los que al estar excavando se encuentre con tubos que atraviesan la zanja. Es necesario evitar que estas tuberías sufran daño alguno, esto se logra sujetando estos tubos a travesaños colocados en la parte superior de la zanja.

Tubos: Los tubos empleados en una red de alcantarillado son de concreto simple con diámetros que varían de 20 a 61 cms., y de concreto armado de 60 cms. de diámetro en adelante.

Es recomendable que toda tubería utilizada en redes de alcantarillado se pinte en su interior con una emulsión asfáltica con el objeto de tapar los poros del tubo, disminuyendo así las filtraciones.

Plantilla: Cuando en las excavaciones se encuentren materiales que no ofrezcan las condiciones necesarias para sustentar la tubería y mantenerla en posición estable o cuando se haga la excavación en materiales tipo II o tipo III, es necesaria la aplicación de una plantilla con espesor de 10 cms., como mínimo, con un material que pueda ser compactado en forma uniforme.

La parte central de la plantilla deberá construirse dándole una forma semicircular con el fin de que la tubería se apoye adecuadamente, también se dejará alojamiento para las campanas de los tubos. Las plantillas se construirán antes de tender la tubería.

Colocación de la tubería: La colocación de los tubos se hace siempre con las campanas aguas arriba y conviene empezarla de aguas abajo con el propósito de que los tramos se pongan en servicio inmediatamente.

Los tubos pequeños son bajados generalmente a mano al fondo de la zanja, pero cuando el peso del tubo o la profundidad de la zanja ya no lo permitan, los tubos se bajarán utilizando cables que formen parte de un marco de madera y una o más poleas, también se pueden utilizar ganchos o algún dispositivo especial y con la ayuda de maquinaria.

Es recomendable que antes de colocar la tubería se compruebe la pendiente y alineación del tramo.

II.2.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

II.2.1.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA SOLUCION.

Para dotar del servicio de alcantarillado sanitario, se propone la construcción de un sistema separado de aguas negras compuesto por: atarjeas, colectores, subcolectores, descargas domiciliarias, estaciones de bombeo y tratamiento.

Atarjeas. - Se tendrá una red de atarjeas en su mayor parte en forma de peines, la profundidad mínima indispensable para que

se garantice la correcta descarga de los albañales y no corra riesgo de ruptura por aplastamiento por efecto de cargas externas.

Colectores. - Se tendrán dos: "El Colector Calle No.1" el cual recogerá las aportaciones de la localidad El Gallo y las de la parte Sureste de Benito Juárez y 30 mts. antes de descargarlas al cárcamo No.1, recibirá de los subcolectores Calle No.1 y Melchor Ocampo-Avenida No.5.

El segundo colector es el "Colector de Liga" el cual recogerá mediante una línea a presión la totalidad de las aportaciones de las localidades de El Gallo y Benito Juárez, para llevarlas hasta la Estación de Bombeo No.2.

Subcolectores. - Se tendrán dos: "El Melchor Ocampo-Avenida No.5" que recogerá las aportaciones de la Zona Norte de Benito Juárez y el Subcolector "Calle No.1", que recibirá las aportaciones de la Zona Noroeste de Benito Juárez.

Descargas Domiciliarias. - La recepción de la red de atarjeas de las aguas residuales domésticas, se hará a base de conexiones domiciliarias.

II.2.2.- CRITERIO DE PROYECTO.

La elaboración de este proyecto de alcantarillado se apoyó en las siguientes consideraciones:

a).- **Población de Proyecto.** - Tomando en cuenta la población actual, el medio económico en el que se encuentra ubicada la localidad, el periodo económico de proyecto recomendado, el tiempo probable en que se duplicara la población y auxiliados por algunos de los métodos de proyección de población, se determinó la población de proyecto recomendable de 20,000 habitantes.

b).- **Dotación - Aportación.** - De acuerdo con las necesidades del proyecto de agua potable, se realizó para 250 lts/hab/día, como valor de la dotación y en base a las normas de proyecto de alcantarillado se tomó como valor para la aportación un 75% del correspondiente a la dotación específica, ésto es 187.5 lts/hab/día.

9. . .

c).- Coeficiente de variación.- Para obtener el gasto máximo instantáneo se utilizó el coeficiente de Harmon.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

M = Coeficiente para obtener el gasto máximo instantáneo.

P = Número de habitantes (en miles).

d).- Dimensionamiento de la red.- Para obtener los diámetros de las atarjeas se usó la fórmula de Manning en función de las pendientes y velocidades de trabajo admisibles.

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

II.3.- MEMORIA DE CALCULO.

II.3.1.- Datos del proyecto.

Población actual.....7,000 habitantes.
Población del proyecto.....20,000 habitantes.
Dotación específica.....250 lts/hab/día.
Fórmulas.....Harmon y Manning.
Longitud de la red.....16,580 metros.

II.3.2.- Gastos de diseño.

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\# \text{ Hab.} \times 0.75 \times \text{D.E.}}{86,400}$$

$$Q_{\text{medio}} = \frac{20,000 \times 0.75 \times 250}{86,400}$$

$$\underline{Q_{\text{medio}} = 43,4028 \text{ lts/seg.}}$$

$$Q_{\text{minimo}} = 0.5 * Q_{\text{medio}}$$

$$Q_{\text{minimo}} = 0.5 * 43.4028$$

$$\underline{Q_{\text{minimo}} = 21.7014 \text{ lts/seg.}}$$

$$Q_{\text{max.}} = Q_{\text{medio}} * H$$

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{20}}$$

$$H = 2.6525$$

$$Q_{\text{max.}} = 43.4028 * 2.6525$$

$$\underline{Q_{\text{max.}} = 115.1259 \text{ lts/seg.}}$$

II.3.3.- Cálculo de la red.

UBICACION	CALLE	TIPO	GASTOS						PROR- UNIT	DIAN M2	VELOCIDADES			SPEAL		C.T.	C.P.	PROY	TIPO
			LOSI	GRIZ	GRIZ AC	GRIZ	GRIZ AC	GRIZ			VILL	TOTAL	TRIP	GULL	GULL				
A	1-2	90	0.6249	0.6249	0.1178	0.1178	5	20	0.98	0.52	0.52	0.0267	0.0203	23.80	22.60	3.00	3.10		
A	2-3	102	0.7087	0.7231	0.1335	0.2513	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0206	0.0348	23.01	22.01	3.60	3.70		
A	3-4	102	0.7087	1.4314	0.1335	0.2846	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0680	21.68	21.68	2.60	3.70		
A	4-5	100	0.6944	2.8702	0.1309	0.3157	4	20	0.66	0.43	0.39	0.0207	0.1625	22.65	21.19	3.40	3.70		
A	5-6	100	0.6944	3.2974	0.0990	0.2366	4	20	0.66	0.46	0.39	0.0207	0.1360	23.39	20.79	3.60	3.70		
B	1-2	74	0.5138	0.5138	0.0963	0.0963	4	20	0.66	0.48	0.39	0.0207	0.1593	22.10	20.29	3.60	3.70		
B	3-4	68	0.4722	0.4722	0.0890	0.0890	4	20	0.66	0.40	0.40	0.0216	0.0239	23.06	22.06	3.60	3.60		
B	5-6	102	0.7083	1.6943	0.1335	0.3194	4	20	0.66	0.40	0.39	0.0207	0.0915	23.01	22.01	3.60	3.70		
B	7-8	68	0.4722	2.4026	0.1335	0.4529	4	20	0.66	0.44	0.39	0.0208	0.1165	22.74	21.23	3.60	3.70		
R	4-5	100	0.6944	3.5692	0.1309	0.0690	11	20	1.08	0.55	0.55	0.0380	0.0139	23.63	21.65	2.90	2.90		
R	5-6	100	0.6944	4.2636	0.1309	0.8037	4	20	0.66	0.50	0.39	0.0207	0.1721	22.65	20.92	3.60	3.70		
R	8-9	68	0.4722	5.2080	0.0630	1.6293	4	20	0.66	0.52	0.39	0.0207	0.2054	22.40	20.52	3.60	3.70		
R	1-2	68	0.4027	0.4027	0.0759	0.0759	14	20	1.28	0.60	0.39	0.0207	0.2520	21.15	20.12	3.70	3.90		
C	1-2	68	0.4722	0.4722	0.0890	0.0890	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0163	23.56	22.56	2.70	2.70		
C	2-3	102	0.7083	1.5812	0.1335	0.2944	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0761	22.85	22.01	3.60	3.70		
C	3-4	102	0.7083	2.2918	0.1335	0.4219	4	20	0.66	0.44	0.39	0.0208	0.1102	22.58	21.35	3.60	3.70		
C	4-5	100	0.6944	3.4581	0.1309	0.6518	11	20	1.08	0.55	0.55	0.0380	0.0139	22.65	21.55	2.90	2.90		
C	5-6	100	0.6944	4.1525	0.1309	0.7827	7	20	0.85	0.49	0.39	0.0207	0.1667	22.54	20.92	3.60	3.70		
C	7-8	76	0.5277	9.8882	0.0995	2.5105	4	20	0.66	0.65	0.40	0.0218	0.1547	22.38	20.52	3.30	3.30		
Q	1-2	40	0.2777	0.2777	0.0524	0.0524	30	20	1.00	0.79	0.79	0.0566	0.0289	19.45	19.45	4.60	4.60		
Q	3-4	76	0.5277	0.5277	0.0995	0.0995	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0206	0.0256	22.65	21.65	3.30	3.30		
Z	2-3	102	0.7083	2.0814	0.1335	0.3849	4	20	0.66	0.46	0.46	0.0206	0.0198	23.05	22.05	3.30	3.30		
Z	3-4	102	0.7083	2.7497	0.1335	0.5184	4	20	0.66	0.42	0.39	0.0208	0.0952	22.79	21.55	3.50	3.70		
A	4-5	76	0.5277	3.5911	0.0995	0.9189	11	20	1.08	0.55	0.55	0.0379	0.0156	22.61	21.14	3.60	3.70		
A	5-6	100	0.6944	4.5462	0.0995	1.4897	4	20	0.66	0.51	0.39	0.0207	0.1915	22.50	20.79	3.10	3.10		
D	0-E	76	0.5277	15.0651	0.0995	3.4897	4	20	0.66	0.69	0.40	0.0207	0.1611	22.80	20.21	3.60	3.60		
D	2-3	102	0.7083	0.7083	0.1335	0.1335	4	20	0.66	0.72	0.49	0.0206	0.7319	22.21	19.55	5.50	5.60		
E	3-4	102	0.7083	1.4166	0.1335	0.2670	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0206	0.0341	23.05	22.05	2.60	3.70		
E	4-5	76	0.5277	0.5277	0.0995	0.0995	4	20	0.66	0.39	0.40	0.0215	0.0580	22.76	21.64	3.60	3.60		
E	4-5	100	0.6944	2.4387	0.1309	0.4974	4	20	0.66	0.46	0.39	0.0206	0.0256	22.50	21.50	3.60	3.70		
E	5-6	100	0.6944	3.3331	0.1309	0.6283	8	20	0.66	0.49	0.39	0.0207	0.1222	22.48	21.20	3.60	3.70		
F	E-F	14	0.1250	18.4152	0.0236	4.1416	3	25	0.64	0.66	0.45	0.0207	0.6007	22.49	20.90	6.20	6.20		
F	2-3	110	0.7638	0.7638	0.1440	0.1440	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0313	0.5875	22.22	18.20	6.00	6.00	
F	3-4	110	0.7638	1.5276	0.1440	0.2880	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0368	0.7037	22.07	18.30	3.60	3.70	
F	4-5	100	0.6944	2.2220	0.1309	0.4189	4	20	0.66	0.44	0.39	0.0207	0.0736	22.76	21.63	3.60	3.70		
F	5-6	100	0.6944	2.9164	0.1309	0.5499	4	20	0.66	0.47	0.39	0.0207	0.1071	22.48	21.19	3.60	3.70		
G	0-1	79	0.5708	21.8524	0.0982	4.7896	1	30	0.45	0.48	0.22	0.0207	0.1406	22.49	20.79	3.60	3.70		
G	0-1	100	0.6944	23.5460	0.1047	5.0252	1	30	0.43	0.47	0.22	0.0207	0.0599	22.22	19.10	8.10	7.90		
H	6-7	80	0.5554	0.5554	0.1047	0.1047	1	30	0.43	0.48	0.22	0.0207	0.6519	22.49	19.02	8.30	8.30		
H	7-8	116	0.8055	23.9078	0.1518	5.3770	2	35	0.52	0.59	0.31	0.0253	0.9445	22.16	18.84	8.30	7.70		
H	8-9	116	0.8055	24.7033	0.1518	5.2288	1	30	0.44	0.49	0.33	0.0311	0.9445	21.95	18.63	8.50	8.50		
H	9-10	106	0.7360	25.4493	0.1287	5.4675	1	30	0.44	0.54	0.36	0.0351	0.7242	21.86	18.51	8.50	8.00		
A	5-7	116	0.8055	0.8055	0.1518	0.1518	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0390	22.10	21.10	3.60	3.70		
A	7-8	116	0.8055	1.6110	0.1518	0.3036	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0780	21.84	20.64	3.60	3.70		
A	8-9	116	0.8055	2.4165	0.1518	0.4554	4	20	0.66	0.44	0.39	0.0209	0.1157	21.85	20.16	3.60	3.70		

FRIGACION CALL	SERIE	LORO	SANTO		PRFD-		DIAM	VELOCIDADES			GTLT	GRAL	C.T.	C.F.	PROP	TIRANTA		
			GRAL	GRAL AC	SERIE	SERIE AC		LIBRE	TIRO	VTL							VERAL	VHTF
A	9-10	106	0 7360	3 1878	0 1387	0 8941	4	20	0 66	0 48	0 39	0 0206	0 1527	21 01	19 71	3 60	3 70	
A	8-8	64	0 4722	0 4722	0 0890	0 8831	4	20	0 66	0 60	0 39	0 0207	0 1754	21 76	19 29	3 60	3 70	
B	6-7	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	5	20	0 74	0 42	0 42	0 0232	0 0347	22 18	21 15	3 60	3 60	
B	A-0	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0228	21 84	20 64	3 60	3 70	
B	B-C	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 46	0 46	0 0264	0 0179	22 01	21 01	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	2 8844	0 1518	0 4816	4	20	0 66	0 45	0 39	0 0207	0 1237	21 09	20 57	3 60	3 70	
B	A-8	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	11	20	1 09	0 55	0 56	0 0342	0 0138	21 05	20 89	2 90	2 90	
B	H	9-10	106	0 7360	5 0413	0 1387	4	20	0 66	0 29	0 39	0 0207	0 1856	21 95	20 11	3 60	3 70	
B	M-9	116	0 8055	3 8731	0 1518	0 7224	4	20	0 66	0 61	0 39	0 0207	0 0228	21 01	20 81	3 60	3 70	
B	A-8	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 63	0 45	0 0252	0 1994	21 07	19 65	3 40	3 40	
B	B	6-7	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 64	0 40	0 0207	0 4422	21 78	19 02	3 90	4 00
B	B-C	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0390	22 15	21 15	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 64	0 40	0 0207	0 0780	22 01	20 69	3 60	3 70	
B	B-C	68	0 4722	0 4722	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0228	21 06	19 77	3 60	3 70	
B	9-10	106	0 7360	4 0969	0 1387	0 8941	4	20	0 66	0 70	0 44	0 0246	0 6679	21 76	18 75	4 60	4 70	
B	C-D	76	0 5277	12 7628	0 0890	2 4844	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0206	22 01	21 01	3 60	3 70	
B	6-7	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 40	0 40	0 0215	0 0374	22 21	21 21	3 60	3 60	
B	C-D	76	0 5277	12 7628	0 0890	2 4844	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	22 01	21 01	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	2 1387	0 1518	0 4031	4	20	0 66	0 43	0 39	0 0207	0 1035	21 77	20 71	3 60	3 70	
B	C-D	76	0 5277	0 5277	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 51	0 51	0 0303	0 0174	21 50	20 50	3 10	3 10	
B	7-8	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 49	0 39	0 0207	0 1681	21 79	20 25	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 49	0 39	0 0206	0 0256	21 66	20 95	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	3 4719	0 1518	0 6544	4	20	0 66	0 69	0 44	0 0327	0 2294	21 89	19 78	3 60	3 70	
B	C-D	76	0 5277	0 5277	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 5616	21 61	18 40	5 50	5 60	
B	9-10	106	0 7360	4 7356	0 1387	0 8926	4	20	0 66	0 46	0 46	0 0254	0 0305	22 22	21 22	3 60	3 70	
B	0-C	76	0 5277	19 0261	0 0890	0 8926	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	21 77	20 77	3 60	3 70	
B	6-7	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 43	0 39	0 0209	0 1024	21 61	20 77	3 60	3 70	
B	D-C	76	0 5277	0 5277	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 46	0 46	0 0254	0 0305	22 22	21 22	3 60	3 70	
B	7-8	116	0 8055	2 1387	0 1518	0 4031	4	20	0 66	0 43	0 39	0 0206	0 0256	21 89	20 89	3 60	3 70	
B	0-C	76	0 5277	0 5277	0 0890	0 0890	10	20	1 06	0 54	0 54	0 0334	0 0148	21 79	20 79	2 90	2 90	
B	B-9	116	0 8055	3 4719	0 1518	0 6544	4	20	0 66	0 49	0 39	0 0207	0 1681	21 83	20 00	3 60	3 70	
B	D-E	76	0 5277	0 5277	0 0890	0 0890	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	21 89	20 89	3 60	3 70	
B	9-10	106	0 7360	4 7356	0 1387	0 8926	4	20	0 66	0 54	0 39	0 0206	0 2294	21 89	19 54	3 60	3 70	
B	E-F	18	0 1250	23 8967	0 0296	4 4026	1	30	0 66	0 60	0 39	0 0207	0 0322	22 06	18 12	7 70	7 70	
B	6-7	116	0 8055	0 8055	0 1518	0 1518	4	20	0 66	0 41	0 41	0 0222	0 0363	22 22	21 22	3 60	3 60	
B	F	7-8	116	0 8055	0 6249	0 1178	0 1178	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0301	22 05	21 05	3 60	3 70
B	F	7-8	116	0 8055	2 2359	0 1518	0 4214	4	20	0 66	0 43	0 39	0 0207	0 1083	21 81	20 69	3 60	3 70
B	F	7-8	116	0 8055	3 0414	0 1518	0 5732	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 1473	21 83	20 33	3 60	3 70
B	F	7-8	116	0 8055	0 6249	0 1178	0 1178	4	20	0 66	0 60	0 39	0 0206	0 1630	21 82	19 77	3 60	3 70
B	9-10	106	0 7360	2 7774	0 1387	0 7119	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0776	21 80	18 10	8 30	8 20	
B	F-0	90	0 6249	28 0850	0 1178	5 2323	1	30	0 66	0 39	0 39	0 0207	0 0315	22 20	21 20	3 60	3 70	
B	6-7	160	0 6544	0 6544	0 1204	0 1204	4	20	0 66	0 40	0 40	0 0220	0 0252	22 16	21 16	3 60	3 60	
B	7	80	0 5556	0 5556	0 1047	0 1047	4	20	0 70	0 42	0 39	0 0207	0 0995	22 05	20 80	3 60	3 70	
B	7	80	0 5556	0 5556	0 1047	0 1047	4	20	0 91	0 49	0 49	0 0286	0 0194	21 95	20 95	3 20	3 20	
B	7	80	0 5556	0 5556	0 1047	0 1047	4	20	0 77	0 43	0 43	0 0242	0 0259	21 89	20 89	3 40	3 40	
B	H	90	0 5185	0 5185	0 1047	0 1047	4	20	0 66	0 89	0 59	0 0207	0 1567	21 88	20 34	2 60	2 60	
B	H	90	0 6249	0 6249	0 1178	0 1178	4	20	0 66	0 49	0 49	0 0206	0 0106	21 82	20 82	2 90	2 90	
B	B-9	116	0 8055	4 0413	0 1518	0 7617	4	20	0 66	0 51	0 39	0 0207	0 0268	21 86	20 86	3 60	3 70	
B	F-8	90	0 6249	0 6249	0 1178	0 1178	10	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 2846	21 76	19 88	3 60	3 70	
B	0-H	80	0 5556	0 5556	0 1047	0 1047	4	20	0 66	0 57	0 39	0 0206	0 2846	21 76	19 88	3 60	3 70	
B	9-10	106	0 7360	5 3577	0 1387	1 1229	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 2846	21 76	19 88	3 60	3 70	
B	0	40	0 2081	14 4550	0 0793	6 2345	1	30	0 51	0 53	0 34	0 0574	0 5999	21 70	17 92	8 60	8 60	

ORIGACION CALL	RETR	LDDP	SARDE		PREP- 12212	DIAR PTCP	VELOCIDADES			GILL	GPHL GPHL	C.T.	C.P.	PPCP	TIRAR			
			GRAL.	GRAL.AC			GRIL.	GRIL.AC	VILL.							VIRAL	VIRI	
h	12-13	84	0.5902	0.5902	0.1113	0.1113	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0285	-1.47	20.47	3.60	3.70	
h	13-14	85	0.5902	1.1804	0.1113	0.2226	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0569	-1.33	20.13	3.60	3.70	
h	9-11	70	0.4861	0.4861	0.0916	0.0916	4	20	1.09	0.55	0.55	0.0239	0.0143	-1.54	20.54	2.90	2.90	
h	14-15	102	0.7083	2.3725	0.1335	0.4077	4	20	0.66	0.44	0.39	0.0208	0.1142	-1.15	19.75	3.60	3.70	
h	18-18	102	0.7083	3.0831	0.1335	0.5012	4	20	0.66	0.48	0.39	0.0208	0.1403	-1.06	19.38	3.60	3.70	
h	9-8	70	0.4861	0.4861	0.0916	0.0916	4	20	0.69	0.39	0.39	0.0218	0.0226	-1.27	20.27	3.60	3.60	
h	16-17	90	0.6249	4.1941	0.1178	0.7906	3	20	0.57	0.47	0.35	0.0180	0.2335	-0.97	18.97	3.90	4.00	
h	17-19	90	0.6249	4.0190	0.1178	0.9084	3	20	0.57	0.49	0.35	0.0180	0.2693	-0.80	18.70	3.90	4.00	
h	19-18	100	0.6249	0.6249	0.1178	0.1178	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0335	-0.73	19.73	3.60	3.70	
h	8-7	70	0.4861	5.9995	0.0916	1.1309	3	20	0.57	0.52	0.35	0.0180	0.3240	-0.78	18.43	3.90	4.00	
h	P-0	84	0.5923	0.5923	0.1099	0.1099	5	20	0.74	0.42	0.42	0.0232	0.0252	-2.30	21.30	3.40	3.80	
h	12-13	85	0.5902	1.1735	0.1113	0.2212	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0566	-1.09	20.09	3.60	3.70	
h	17-14	85	0.5902	1.7627	0.1113	0.3325	4	20	0.66	0.41	0.39	0.0207	0.0850	-1.67	20.54	3.60	3.70	
h	14	P-11	84	0.5923	0.5923	0.1099	0.1099	9	20	0.94	0.50	0.50	0.0295	0.0198	-2.00	20.08	3.10	3.10
h	14-14	102	0.7083	3.0583	0.1335	0.5759	4	20	0.66	0.47	0.39	0.0208	0.1459	-1.54	20.70	3.60	3.70	
h	15-15	102	0.7083	3.7636	0.1335	0.7084	3	20	0.58	0.45	0.35	0.0181	0.2091	-1.42	19.74	3.90	3.90	
h	P-0	84	0.5923	0.5923	0.1099	0.1099	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0280	-1.54	20.50	3.60	3.70	
h	16-17	90	0.6249	4.9718	0.1178	0.9371	3	20	0.57	0.49	0.35	0.0180	0.2788	-1.27	19.46	3.90	4.00	
h	17-18	90	0.6249	4.5967	0.1178	1.0549	3	20	0.57	0.51	0.35	0.0180	0.3115	-1.17	19.21	3.90	4.00	
h	Q-F	84	0.5923	12.1795	0.1099	2.2957	2	20	0.47	0.53	0.34	0.0149	0.3584	-1.04	18.22	5.20	5.40	
h	11-12	86	0.5989	0.5989	0.0733	0.0733	4	20	0.66	0.30	0.30	0.0206	0.0189	-2.50	21.50	3.40	3.70	
h	17-13	85	0.5902	0.5902	0.1113	0.1044	4	20	0.70	0.40	0.40	0.0218	0.0446	-2.00	20.99	3.60	3.60	
h	17-14	85	0.5902	1.5692	0.1113	0.2954	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0256	-1.92	20.90	3.60	3.70	
h	14-15	102	0.7083	2.2775	0.1335	0.4294	3	20	0.60	0.39	0.35	0.0181	0.1260	-1.64	20.56	3.60	3.90	
h	15-16	102	0.7083	2.9859	0.1335	0.6229	4	20	0.66	0.47	0.39	0.0208	0.1436	-1.64	20.56	3.60	3.70	
h	P-0	90	0.6249	3.6107	0.1178	0.6017	4	20	0.47	0.50	0.34	0.0149	0.3181	-1.64	19.94	3.60	3.70	
h	17-16	90	0.6249	4.2756	0.1178	0.7955	3	20	0.57	0.47	0.35	0.0180	0.2158	-1.17	19.48	3.90	4.00	
h	18-19	86	0.5922	17.0123	0.1124	3.1832	2	20	0.54	0.57	0.37	0.0214	0.6434	-1.25	18.01	5.80	5.90	
h	19-20	90	0.6249	0.6249	0.1178	0.1178	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0301	-2.03	19.73	3.60	3.70	
h	R-0	70	0.4861	1.1110	0.0916	0.2094	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0536	-2.63	21.63	3.60	3.70	
h	R-10	100	0.6249	0.6249	0.1178	0.1178	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0335	-1.04	20.04	3.60	3.70	
h	12-11	80	0.6249	1.2193	0.1178	0.2487	6	20	0.62	0.45	0.45	0.0256	0.0515	-20.56	19.64	3.60	3.70	
h	20-19	84	0.5923	3.0134	0.1099	0.5689	4	20	0.66	0.49	0.39	0.0208	0.1444	-2.00	18.09	3.90	4.00	
h	10-10	42	0.2816	21.0396	0.0541	3.9423	1	20	0.66	0.39	0.39	0.0207	0.0664	-2.63	21.63	3.60	3.70	
h	10-10	42	0.2816	21.0396	0.0541	3.9423	2	20	0.59	0.44	0.38	0.0218	0.0107	-21.10	17.63	6.50	6.60	
h	10-10	46	0.3194	21.3590	0.0602	4.0025	1	20	0.45	0.46	0.31	0.0319	0.6699	-2.71	17.70	7.40	7.70	
h	8-7	82	0.5694	0.5694	0.1072	0.1072	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0274	-2.17	17.17	3.60	3.70	
h	11-11	86	0.6055	1.3749	0.1518	0.2841	3	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0664	-2.63	21.63	3.60	3.70	
h	6-5	116	0.8055	2.1094	0.1818	0.4109	4	20	0.66	0.43	0.39	0.0207	0.1056	-21.71	20.38	3.60	3.70	
h	9-11	106	0.7365	2.9164	0.1367	0.5496	4	20	0.66	0.47	0.34	0.0206	0.1413	-21.57	19.52	3.60	3.70	
h	11-11	74	0.5138	24.7892	0.0869	6.6490	1	20	0.42	0.47	0.31	0.0297	0.8335	-21.21	17.65	8.00	8.10	
h	6-7	82	0.5694	0.5694	0.1072	0.1072	7	20	0.66	0.39	0.39	0.0208	0.0274	-2.63	21.63	3.60	3.70	
h	L-11	92	0.6396	0.6396	0.1204	0.1204	5	20	0.74	0.42	0.42	0.0232	0.0275	-2.22	21.22	3.50	3.80	
h	7	N-11	74	0.5138	0.5138	0.0969	0.0969	4	20	0.66	0.39	0.39	0.0209	0.0246	-2.06	21.06	3.60	3.70
h	7-11	116	0.8055	2.5275	0.1818	0.4764	4	20	0.66	0.45	0.39	0.0207	0.1224	-22.11	20.76	3.60	3.70	
h	8-11	74	0.5138	0.5138	0.0969	0.0969	6	20	0.78	0.43	0.43	0.0244	0.0210	-2.71	20.81	3.60	3.70	
h	8-9	116	0.8055	3.8468	0.1818	0.7251	3	20	0.67	0.46	0.35	0.0180	0.2135	-21.79	20.30	3.60	4.00	
h	9-11	74	0.5138	0.5138	0.0969	0.0969	8	20	0.96	0.50	0.50	0.0300	0.0171	-21.67	20.57	3.10	3.10	
h	9-10	106	0.7365	8.0965	0.1367	0.9607	3	20	0.67	0.49	0.35	0.0180	0.2828	-21.69	19.55	3.90	4.00	
h	10	P-L	92	0.6396	30.6246	0.1204	5.7301	1	20	0.50	0.51	0.32	0.0569	0.5373	-21.54	17.58	8.00	8.20

UBICACION	CALLE	RUBRO	LONG	DANTON				PRND-1887R	DIAR	RTPD	VELOCIDADES				G.T.	C.P.	PROP	TIRANTE
				GRAT.	GRAT. AC	GRIP.	GRIP. AC				YTL.	YPRAL	YRIP	Q.TILL.				
L	6-7	82	0 5694	0 5694	0 1073	0 1073	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0200	0 0274	21 35	21 35	3 60	3 70	
L	7-8	116	0 8055	1 3743	0 1510	0 2591	5	20	0 75	0 43	0 43	0 0236	0 0589	21 22	21 02	3 60	3 60	
8	H-L	92	0 6380	0 6380	0 1204	0 1204	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0208	0 0307	21 79	20 79	3 60	3 70	
L	8-9	116	0 8055	2 8192	0 1510	0 5313	4	20	0 66	0 46	0 39	0 0207	0 1366	21 51	20 42	3 60	3 70	
9	H-L	92	0 6380	0 6380	0 1204	0 1204	4	20	0 93	0 49	0 49	0 0292	0 0219	21 69	20 69	3 10	3 10	
L	9-10	106	0 7360	4 1940	0 1387	0 7904	3	20	0 57	0 47	0 36	0 0180	0 2327	21 77	19 96	3 90	4 00	
10	L-M	60	0 4166	95 1362	0 0785	6 5990	1	36	0 51	0 53	0 34	0 0574	0 6117	21 76	17 41	8 70	8 70	
9	6-7	92	0 5694	0 5694	0 1073	0 1073	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0208	0 0274	21 22	21 22	3 60	3 70	
7	L-M	60	0 4166	0 5166	0 0785	0 0785	5	20	0 77	0 43	0 43	0 0243	0 0212	21 22	21 22	3 40	3 40	
8	7-8	116	0 8055	1 7915	0 1510	0 3376	4	20	0 66	0 40	0 39	0 0207	0 0067	21 07	20 89	3 60	3 70	
8	L-M	60	0 4166	0 4166	0 0785	0 0785	4	20	0 93	0 49	0 49	0 0293	0 0142	21 91	20 91	3 10	3 10	
9	8-9	116	0 8055	3 0136	0 1510	0 5679	4	20	0 66	0 47	0 39	0 0207	0 1489	21 96	20 43	3 60	3 70	
9	L-M	60	0 4166	0 4166	0 0785	0 0785	13	20	1 21	0 40	0 40	0 0379	0 0110	21 77	20 77	2 80	2 80	
9	9-10	106	0 7360	4 1662	0 1387	0 7851	3	20	0 57	0 47	0 36	0 0180	0 2312	21 74	19 97	3 90	4 00	
10	F-J	76	0 5277	79 8291	0 0995	7 4636	1	36	0 52	0 56	0 36	0 0589	0 6759	21 71	17 35	9 30	9 20	
J	6-7	82	0 5694	0 5694	0 1073	0 1073	4	20	0 75	0 42	0 42	0 0236	0 0242	21 14	21 19	3 50	3 50	
7	F-J	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	21 07	21 07	3 60	3 70	
J	7-8	116	0 8055	1 9026	0 1510	0 3564	4	20	0 66	0 41	0 39	0 0209	0 0911	21 12	20 77	3 60	3 70	
8	F-J	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	5	20	0 97	0 51	0 51	0 0306	0 0173	21 96	20 96	3 10	3 10	
J	8-9	116	0 8055	3 2958	0 1510	0 6099	4	20	0 66	0 48	0 39	0 0207	0 1847	21 92	20 90	3 60	3 70	
4	8-9	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	21 74	20 74	3 60	3 70	
J	9-10	106	0 7360	4 4995	0 1387	0 8481	3	20	0 57	0 48	0 35	0 0180	0 2487	21 65	19 84	3 90	4 00	
10	J-1	76	0 5277	44 8563	0 0995	8 4312	1	36	0 52	0 57	0 37	0 0589	0 7612	21 80	17 27	9 90	9 80	
J	6-7	82	0 5694	0 5694	0 1073	0 1073	5	20	0 76	0 43	0 43	0 0240	0 0237	21 26	21 26	3 40	3 40	
7	H-1	75	0 5208	0 5208	0 0962	0 0962	5	20	0 73	0 41	0 41	0 0221	0 0236	21 16	21 16	3 60	3 60	
7	J-1	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	4	20	0 66	0 39	0 39	0 0206	0 0256	21 12	21 12	3 60	3 70	
J	7-8	116	0 8055	2 4224	0 1510	0 4568	4	20	0 67	0 45	0 39	0 0211	0 1149	21 11	20 82	3 60	3 70	
8	H-1	75	0 5208	0 5208	0 0962	0 0962	8	20	0 94	0 50	0 50	0 0296	0 0176	21 95	20 95	3 10	3 10	
8	J-1	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	6	20	0 91	0 49	0 49	0 0287	0 0184	21 92	20 92	3 20	3 20	
8	8-9	116	0 8055	4 2774	0 1510	0 8063	3	20	0 57	0 47	0 25	0 0180	0 2374	21 96	20 34	3 90	4 00	
9	H-1	75	0 5208	0 5208	0 0962	0 0962	12	20	1 12	0 57	0 57	0 0353	0 0147	21 86	20 86	2 90	2 90	
9	J-1	76	0 5277	0 5277	0 0995	0 0995	11	20	1 11	0 56	0 56	0 0349	0 0151	21 65	20 65	2 90	2 90	
1	9-10	106	0 7360	6 0619	0 1387	1 1427	3	20	0 57	0 52	0 35	0 0180	0 3364	21 87	19 99	3 90	4 00	
10	H-1	75	0 5208	51 4390	0 0962	9 4721	1	36	0 49	0 56	0 37	0 0558	0 9270	21 71	17 15	10 60	10 50	
10	H-8	40	0 2291	77 1174	0 0432	16 1628	1	45	0 57	0 64	0 42	0 0902	0 8554	21 72	17 05	12 50	12 50	
9	10-EST	15	0 0000	115 1259	0 0000	21 7014	1	61	0 57	0 61	0 39	0 1657	0 6949	21 71	16 85	13 60	16 00	

Explicación de la tabla anterior:

En la columna No. 1 se indica la calle sobre la cual se localizan cada uno de los tramos de la red.

En la columna No. 2 se colocan los nombres de las calles que limitan a cada tramo de la red.

En la columna No. 3 se anota la longitud de cada uno de los tramos del sistema, en metros.

En la columna No. 4 se anota el gasto máximo parcial (en litros/segundo) correspondiente a cada tramo. Este gasto es el producto del gasto máximo unitario por la longitud del tramo en cuestión.

El gasto máximo unitario se obtiene al dividir el gasto máximo total entre la longitud total de la red.

En la columna No. 5 se indica el gasto máximo acumulado correspondiente a cada tramo. Para obtener estos gastos hay que ir siguiendo la red, desde aguas arriba hasta el final. El gasto del tubo receptor se obtiene con la suma de los gastos acumulados de los tubos que descargan en él, más el gasto parcial que le corresponde conducir.

En la columna No. 6 se coloca el gasto mínimo parcial de cada tramo.

En la columna No. 7 se coloca el gasto mínimo acumulado de los tramos de la red.

Para el cálculo de la red existen valores mínimos de gasto que se dan en la siguiente tabla. Esto significa que cuando los gastos máximos o mínimos acumulados sean menores a dichos gastos se tomarán éstos para el cálculo de las velocidades.

DIAMETRO (cms)	No. DESCARGAS SIMULTANEAS	APORTACION (lps)	GASTO MINIMO (lps)
20	1	1.5	1.5
25	1	1.5	1.5
30	2	1.5	3.0
38	2	1.5	3.0
45	3	1.5	4.5
51	5	1.5	7.5

En la columna No. 8 se anota la pendiente (en milésimas) de los tramos.

En la columna No. 9 se indica el diámetro (en centímetros) de la tubería de cada tramo. Este diámetro es medido en el interior del tubo. La obtención de este diámetro se explica mas adelante.

En la columna No. 10 se anota la velocidad de las aguas negras cuando la tubería trabaja completamente llena.

La velocidad a tubo lleno, el gasto a tubo lleno y el diámetro de la tubería se puede encontrar de dos maneras, una es haciendo uso de los nomogramas de Manning (ver diagrama al final de este capítulo) para circulación de aguas en tubos llenos y la otra es utilizando su fórmula.

La manera de utilizar el nomograma es la siguiente:

Unimos con una línea recta los valores correspondientes al gasto y la pendiente, prolongando esta línea hasta cruzar los ejes del diámetro y velocidad, obteniendo así estos valores. Por lo general el valor del diámetro obtenido no va ser un diámetro comercial, y como para la construcción de nuestra red tenemos que utilizar diámetros comerciales, entonces unimos con otra línea recta el valor de nuestra pendiente y el diámetro comercial inmediata superior al diámetro antes obtenido, prolongando esta línea hasta cruzar los ejes de gasto y velocidad para obtener los valores de gasto a tubo lleno, velocidad a tubo lleno y diámetro de la tubería.

La manera de utilizar la fórmula de Manning se hace por tanteos, suponiendo diferentes diámetros hasta encontrar el que cumpla con nuestro gasto y pendiente.

En la columna No. 11 se coloca la velocidad de las aguas negras cuando la tubería trabaja parcialmente llena. Para encontrar esta velocidad se puede utilizar la gráfica para diseño de tuberías parcialmente llenas (ver diagrama al final de este capítulo), o bien, la fórmula de Manning.

Los datos que necesitamos para utilizar la gráfica para tuberías parcialmente llenas son; el gasto real y el gasto a tubo lleno. Se obtiene una relación dividiendo el gasto real entre el gasto a tubo lleno, con este valor entramos al eje horizontal de la gráfica y subimos una línea recta hasta cortar la curva de gastos. De ahí trazamos una horizontal que atraviese toda la gráfica, el punto que nuestra línea horizontal cruza al eje ver-

lical corresponde a un factor que al multiplicarlo por el diámetro de la tubería obtenemos el tirante de aguas negras correspondiente al gasto y velocidad real. Para obtener la velocidad real se traza una línea vertical desde el punto, donde nuestra línea horizontal anterior cruzó la curva de velocidades, hasta el eje horizontal, obteniendo así un nuevo factor que al multiplicarlo por la velocidad a tubo lleno encontramos la velocidad real.

La manera de utilizar la fórmula de Manning es haciendo tanteos para diferentes tirantes, hasta encontrar el que cumpla con nuestro gasto y pendiente.

En la columna No. 12 se encuentra la velocidad mínima. Para hallar ésta se utiliza la gráfica para diseño de tuberías parcialmente llenas con la relación de gasto mínimo entre gasto a tubo lleno. Se obtiene también el tirante a velocidad mínima.

Todas las velocidades se anotan en mts/seg.

En la columna No. 13 se coloca el gasto a tubo lleno, en metros cúbicos por segundo.

En la columna No. 14 se anota la relación del gasto real entre el gasto a tubo lleno.

En la columna No. 15 se anota la cota del terreno correspondiente al inicio del tramo.

En la columna No. 16 se encuentra la cota de la plantilla, también en el inicio de cada tramo.

En la columna No. 17 se coloca la profundidad de la excavación en la parte final de cada tramo. Esta se obtiene restando la cota de plantilla, de la cota del terreno.

En la columna No. 18 se anota el tirante de las aguas negras correspondiente a la velocidad mínima de éstas.

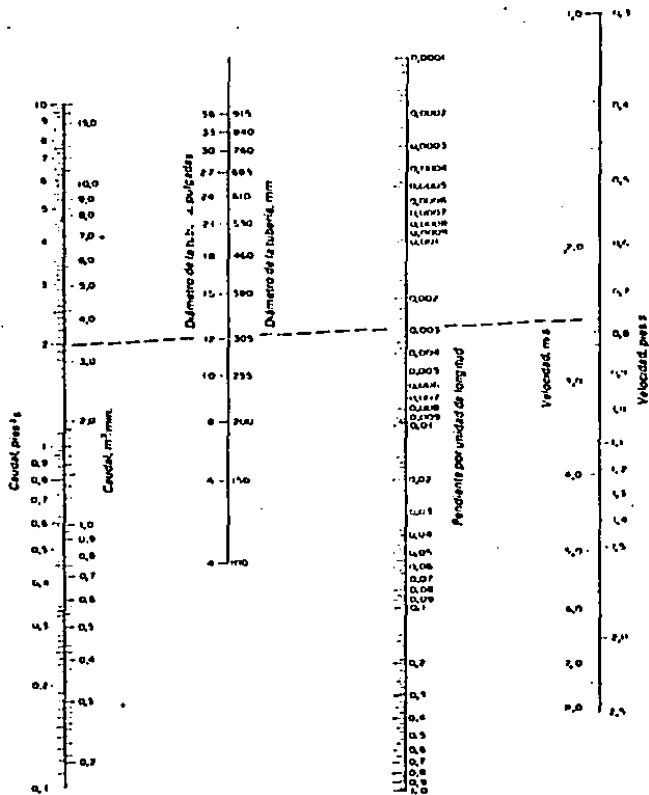


DIAGRAMA PARA LA ECUACION DE MANNING PARA TUBERIAS CIRCULARES A SECCION LLENA.

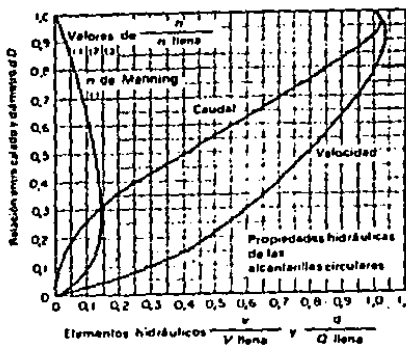


DIAGRAMA PARA LA ECUACION DE MANNING PARA TUBERIAS CIRCULARES PARCIALMENTE LLENAS.

III.- ESTACION DE BOMBEO No. 1.

III.1.- Generalidades.

Al proyectar un sistema de saneamiento, es a veces necesario concentrar las aguas negras de una zona baja en un punto adecuado, desde el cual puedan ser elevadas con bombas. En la construcción de las atarjeas en zonas de topografía plana la pendiente que se requiere para lograr las velocidades adecuadas, exige excavaciones profundas. Algunas veces es más económico elevar las aguas negras por medio de equipos de bombeo, que seguir construyendo atarjeas con excavación profunda.

Para hacer funcionar una instalación de tratamiento de aguas negras, se necesita una cierta carga. Si las aguas negras llegan a la instalación de tratamiento a una profundidad demasiado grande para que se pueda lograr la carga requerida por gravedad, es preciso instalar bombas para elevar las aguas negras.

Las bombas principales deben estar provistas, en general, de tres unidades por lo menos, con tal capacidad que cuando la mayor este fuera de servicio por reparaciones, las otras puedan bombear el gasto máximo de aguas negras. Las capacidades de las bombas deben estar en proporción con los caudales de aguas negras que haya que manejar. La fuerza motriz debe tomarse de dos fuentes cuando menos. Las estaciones de bombeo más pequeñas deben contar con equipo doble. Toda la instalación de bombeo debe estar debidamente alojada y en el caso de bombas accionadas por electricidad, los motores deben estar colocados por encima de la superficie del terreno.

Los fabricantes de bombas para aguas residuales especifican el tamaño de esfera que puede atravesar la bomba. Una bomba con un conducto de descarga de 100 milímetros puede impulsar una esfera de 75 mm, mientras que una de 250 mm de descarga puede admitir esferas de 200 mm. La aspiración de la bomba suele ser un 25 % mayor que la descarga. El tamaño de descarga normalmente usado más pequeño es de 75 mm.

Las bombas inafascables se fabrican del tipo vertical y horizontal, aunque las verticales son las más utilizadas por necesitar menos espacio, eliminar los puntos altos en los conductos de aspiración y permitir la separación de bomba, y motor.

Las estaciones de bombeo de gran tamaño suelen incorporar rejas e, incluso desarenadores antes de las bombas. Las rejas y desarenadores tienen por misión proteger las bombas y prolongar su vida útil.

Las bombas y el pozo de bombeo deben dimensionarse conjuntamente a fin de que el diseño sea adecuado. La mínima capacidad de bomba a utilizar depende del tamaño de la tubería de impulsión ya que hay que mantener los valores de velocidad de circulación que sean autolimpiantes (del orden de 0,6 mts/seg). La bomba más pequeña que puede conectarse a una tubería de impulsión de, por ejemplo, 100 mm de diámetro, ha de tener una capacidad del orden de 280 l/min.

Puesto que el caudal de agua residual es variable la estación de bombeo ha de ser capaz de ajustarse a tales variaciones. En las estaciones pequeñas, la bomba se dimensiona para el caudal punta, dejando acumular los caudales menores en el pozo de bombeo hasta que haya un volumen suficiente que permita funcionar la bomba durante un período mínimo de 2 minutos. Para evitar que el número de arranques y paradas de la bomba sea muy alto, la práctica normal es que el pozo de bombeo tenga un volumen tal que asegure que la bomba no se pondrá en funcionamiento más de una vez cada 5 minutos.

Para una velocidad en la aspiración de 0,6 mts/seg, se requiere una sumergencia de 300 mm. Asimismo, es normal dejar un resguardo por encima del nivel máximo, el cual suele ser de 500 milímetros.

Las estaciones de bombeo de mayor tamaño pueden utilizar bombas de diferentes capacidades para ajustar el caudal de impulsión al de llegada. Cada bomba entra en funcionamiento al alcanzar un nivel de agua predeterminado en el pozo de bombeo. Estas estaciones disponen de un mínimo de tres bombas de forma que pueda bombearse el máximo caudal cuando la bomba de mayor capacidad este fuera de servicio.

El arranque de las bombas puede realizarse por medio de dispositivos flotadores dispuestos con cadenas o sobre unas varillas, por burbujeo de aire, o con interruptores de mercurio colocados en boyas ubicadas en el pozo de bombeo, siendo los dos últimos sistemas los más utilizados en las estaciones de bombeo modernas. Cuando se emplean interruptores de mercurio con boyas, no se necesita suministro de aire.

A fin de evitar la creación de condiciones sépticas en el pozo de bombeo, este debe ser de dimensiones reducidas, y su solera se dispone con pendiente hacia las tomas de las tuberías de aspiración para evitar la acumulación de sólidos. En las estaciones grandes, el pozo de bombeo puede estar dividido en dos compartimentos conectados con una abertura, la cual puede cerrarse por medio de una compuerta o válvula para permitir las

operaciones de limpieza o reparaciones. Hay que prever la ventilación del pozo de bombeo para que no se produzca una condensación excesiva y acumulación de olores.

III.2.- Memoria de cálculo mecánico.

III.2.1.- Datos del proyecto.

Cota de terreno en la estación.....	21.71 m.
Cota de plantilla de la tubería de llegada a la estación.....	16.84 m.
Diámetro de la tubería de llegada a la estación..	610 mm.
Cota de terreno en el sitio de descarga del emisor.....	21.49 m.
Cota de plantilla del emisor al llegar a la descarga.....	19.69 m.
Longitud del emisor.....	800 m.
Gasto máximo.....	115.13 lts/seg.
Gasto medio.....	43.40 lts/seg.
Gasto mínimo.....	21.70 lts/seg.

III.2.2.- Número de equipos.

De acuerdo con los gastos de proyecto se determina que el número de equipos a instalar en la estación de bombeo sean tres, con una capacidad de 57.6 lts/seg cada uno, para satisfacer las necesidades de proyecto.

Los equipos funcionarán como sigue: Dos en operación y uno de reserva, alternando su operación cuando se requiera dar mantenimiento o servicio a las bombas en operación.

III.2.3.- Emisor.

El emisor a presión que transportará las aguas negras desde la estación de bombeo No. 1 será de 356 mm. (14 in.) de diámetro, material asbesto - cemento y 800 metros de longitud.

III.2.4.- Dimensiones del cárcamo.

La capacidad util del cárcamo de bombeo será igual al volumen correspondiente al caudal máximo durante 2 minutos.

$$V = 2 \text{ min} \times 60 \text{ seg/min} \times 115.13 \text{ lts/seg}$$

$$V = 13.816 \text{ lts.} = 13.82 \text{ metros cúbicos.}$$

$$\text{Si } D = 5 \text{ mts. y } h = 0.75 \text{ mt.}$$

$$V = 14.73 \text{ metros cúbicos.}$$

Por lo tanto, para las dimensiones del cárcamo que será del tipo húmido, se preselecciona una bomba vertical inatascable que satisface las condiciones de proyecto.

Las dimensiones del cárcamo serán:

Diámetro.....5.00 mts.

Profundidad.....7.50 mts.

Volumen de operación.....14.73 m³.

Tirante de operación.....0.75 mts.

III.2.5.- Carga total.

a) Carga estática máxima:

$$H_e = 25.24 - 15.81 = 9.43 \text{ m.}$$

b) Pérdidas en la columna: $H_c = KLQ^2$

$$D = 203.2 \text{ mm.} \quad n = 0.011 \quad K = 6.30$$

$$Q = 57.6 \text{ Lts/seg} \quad L = 7.00$$

$$H_c = 6.30 \times 7.00 \times (0.0576)^2 = 0.15 \text{ m.}$$

c) Pérdidas en piezas especiales: $H_{pe} = KLQ^2$

$$D = 203.2 \text{ mm.} \quad n = 0.011 \quad K = 6.30$$

$$Q = 57.6 \text{ Lts/seg}$$

Longitud Eq.

4 codos 90°	23.20
1 carrete	2.80
1 carrete	2.20
1 carrete	1.00
	<hr/>
	29.20

$$H_{pe} = 5.30 + 29.20 + (0.0576)^2 = 0.61 \text{ m.}$$

d) Carga de velocidad:

$$H_v = (1.78)^2 / 19.62 = 0.16 \text{ m.}$$

Carga total máxima:

$$H_{tmax} = 9.43 + 0.15 + 0.61 + 0.16$$

$$H_{tmax} = 10.35 \text{ m.}$$

Carga total mínima:

$$H_{tmin} = 10.35 - 0.75$$

$$H_{tmin} = 9.60 \text{ m.}$$

III.2.6.- Selección de la bomba.

La selección de la bomba se lleva a cabo con:

$$Q = 57.6 \text{ Lts/seg. y } H_t = 10.35 \text{ m.}$$

Bomba seleccionada:

Marca:	Worthington
Tipo:	Vertical inatascable
Modelo:	6 FLJD - 15
Velocidad:	860 r.p.m.
Paso sólidos:	76.2 mm.
Eficiencia:	67.5 %

III.2.7.- Potencia requerida.

Para $H_{max.} = 10.35 \text{ m}$

$Q = 57.6 \text{ l.p.s.}$

$$P = \frac{0.0576 \pm 1100 \pm 10.35 \pm 0.986}{75 \pm 0.675} = 12.77 \text{ H.P.}$$

Para $H_{min.} = 9.60 \text{ m}$

$$P = \frac{0.0576 \pm 1100 \pm 9.60 \pm 0.986}{75 \pm 0.675} = 11.85 \text{ H.P.}$$

III.3.- Especificaciones generales de bombas y motores.

III.3.1.- Bomba centrífuga.

Bomba centrífuga inatascable (Non-Clog), tipo cárcamo húmedo, para manejar aguas negras sin tratar, a temperatura normal, completa incluyendo aceitera para lubricación de chumaceras de soporte intermedias, base y tubería de descarga con bridas, para trabajar en las siguientes condiciones de servicio (vertical):

Líquido a manejar.....	Aguas negras sin tratar.
Gasto de diseño.....	57.6 l.p.s.
Carga de diseño.....	10.35 m.
Carga dinámica mínima.....	9.60 m.
Cota piso de motores.....	22.21 m.
Cota piso cárcamo húmedo.....	14.71 m.
Nivel de succión.....	15.01 m.
Altura campana de succión sobre el piso del cárcamo.....	0.30 m.
Longitud total de la bomba incluyendo campana de succión.....	7.35 m.
Cota máxima del agua.....	16.84 m.
Cota mínima del agua.....	15.81 m.

Características generales de la bomba.

Velocidad de trabajo.....	860 r.p.m.
Eficiencia mínima garantizada.....	67.5 +/- 1%
Potencia en el eje de la bomba.....	12.77 H.P.
Potencia del motor recomendado.....	15.00 H.P.
Diámetro mínimo del codo de succión.....	152 mm.

Diámetro mínimo de la descarga..... 203 mm.
 Diámetro mínimo de la tubería de
 descarga..... 203 mm.
 Sentido de rotación..... Contrario a las maneci-
 llas del reloj, vista
 desde el motor.
 Paso de esfera máximo..... 75 mm

Datos de construcción.

Caja. - De hierro fundido de grano fino, sin poros producidos por gases o arenas, similar al de las clases 20 a 35 de las especificaciones de la A.S.T.M. A-48-46. Succión en la parte inferior, cuerpo de caracol de una sola plaza incluyendo la descarga, con caras maquinadas para recibir el soporte de chumaceras y la campana de succión. La descarga deberá ir provista de brida maquinada y barrenada, por una presión de trabajo de 8.7 kg/cm². de acuerdo con las especificaciones de la A.S.T.M.

La caja deberá someterse a una prueba hidrostática de 5.8 kg/cm².

Impulsor. - De hierro fundido, de grano fino sin poros provocados por gases o arenas, similar al de las clases 20 a 35 de las especificaciones A-48-46 de la A.S.T.M. tipo cerrado con dos aspas para proporcionar el paso de esfera especificado.

Caja de empaque. - Deberá ser de la profundidad adecuada para proporcionar un servicio eficiente provista con empaques tipo "U" y "Taza" que no requieren ajuste.

Chumacera inferior. - Construida de bronce fosforado con caja separada de la caja de empaque, lubricada por grasa a presión. El dispositivo de lubricación será localizado sobre la placa de la base del motor en un lugar perfectamente accesible y contará con un tubo de acero galvanizado o cobre hasta las chumaceras, de un diámetro mínimo de 9.5 mm.

Flecha del impulsor. - De acero al cromo (13%) similar al de las especificaciones de A.I.S.I. 410 del diámetro adecuado para transmitir la potencia del motor y prevenir flexiones y vibraciones a la velocidad de trabajo. Dicho diámetro mínimo se determinará considerando esfuerzos combinados de torsión y tensión (éste último provocado por el empuje axial).

La flecha deberá ir provista en la caja de empaques de un manguito de acero al cromo (13%).

Flechas intermedias.- Las flechas intermedias de acoplamiento al motor deberán suministrarse de acero rolado en frio, similar al de las especificaciones A.I.S.I. C-1045, torneadas y rectificadas a dimensiones exactas, con rosca en sus extremidades para fijarse al cople del mismo material, incluyendo funda protectora construida en acero de la misma calidad.

Las chumaceras para dichas flechas serán de bronce fosforado. Los anteriores componentes deberán ir protegidos por un tubo de acero cédula 40, de un diámetro mínimo de 254 mm, con bridas de 8.7 kg/cm² en sus extremos para acoplarse a la base del motor y el soporte de la chumacera de la bomba.

Tubo de descarga.- La bomba deberá suministrarse con tubo de descarga de acero cedula 40 A.S.A. de un diámetro mínimo de 100 mm, con bridas de 8.7 kg/cm² en ambos extremos. La descarga sera localizada por encima de la placa de la base del motor.

Anillos de desgaste.- Tanto el impulsor como la carcasa deberán proporcionarse con anillos de desgaste removibles, que deberán ser de acero al cromo con contenido mínimo de 11% de cromo.

Lubricación.- La lubricación de las flechas intermedias se efectuará por medio de una aceitera con control de alimentación automático por medio de un solenoide y depósito de aceite de nivel visible, localizada sobre la placa de la base del motor.

Base.- Las bombas deberán ser proporcionadas con la base adecuada para recibir el motor eléctrico y todos sus accesorios así como el tubo de descarga de las mismas.

El proveedor deberá proporcionar planos generales y de despiece así como curvas de trabajo certificadas y momentos de inercia del impulsor. Todas las dimensiones deberán ser expresadas en el sistema métrico decimal.

III.3.2.- Motor eléctrico.

Motor eléctrico vertical, jaula de ardilla, flecha hueca, servicio intemperie, con las siguientes características y normas generales:

Condiciones de servicio.

Potencia..... 15 H.P.

Arranque.....	Par normal, baja corriente de arranque.
Número de fases.....	3
Voltaje.....	440 Volts.
Frecuencia.....	60 c.p.s.
Velocidad.....	860 r.p.m.
Aislamiento.....	Clase "B" de las especificaciones del AIEE o similar.
Eficiencia mínima a plena carga.....	88 %
Factor de potencia mínimo a plena carga.....	0.80
Tipo de servicio.....	Continuo.
Temperatura.....	65°C. de elevación de temperatura sobre una temperatura ambiente de 40°C.
Altura de operación sin m.....	20 m
Normas generales de construcción.	

Dimensiones.— Las dimensiones del motor eléctrico estarán de acuerdo con las normas N.E.M.A.

Armazón.— El armazón deberá construirse de un anillo de acero laminado, tapa superior y base de fierro fundido. La tapa superior deberá llevar una caja sellada para los baleros de empuje axial. La base estará provista de agujeros de montaje para adaptarse sobre el cabezal de la bomba y será integral a la carcasa.

Todos los componentes del armazón deberán estar cuidadosamente maquinados, para permitir el alineamiento perfecto de la flecha, uniformidad del entrehierro y un funcionamiento silencioso y exento de vibraciones.

Caja de conexiones.— La caja de conexiones deberá construirse en una forma tal que pueda girarse para admitir la

alimentación de corriente en cualquier dirección.

Rotor.— El diseño del rotor deberá ser tal que en construcción sea sólido. Los anillos y las barras de corto circuito deberán ser de cobre o aluminio, unidas rigidamente.

Flecha.— De acero al carbón, hueca, del diámetro y espesor necesario para transmitir la potencia del motor a la velocidad de trabajo y soportar sin sufrir deformaciones el empuje axial producido por la bomba durante su funcionamiento. Dicha flecha deberá prolongarse hacia la base del motor.

Chumaceras.— El motor deberá proporcionarse con rodamiento de bolas, prelubricadas proyectadas para absorber las cargas axiales que producen el peso de la flecha e impulsor y el empuje axial de esta última. Los baleros deberán dar un servicio continuo de 5 años como mínimo.

Ventilación.— La ventilación dirigida deberá aspirar el aire por la parte inferior e impulsarlo por las aberturas de la parte superior del motor. El ventilador deberá ir acoplado a la flecha.

Dispositivo de seguridad.— El dispositivo de seguridad deberá consistir en un trinquete de no retroceso, para impedir la rotación del motor en sentido opuesto al normal.

Notas.— El motor deberá ser suministrado con protección de pintura anticorrosiva.

Deberá colocarse sobre el anclaje del motor, una placa de características.

El proveedor deberá suministrar los siguientes datos en unidades del sistema métrico decimal: Momento de inercia del motor, corriente de arranque, par de arranque, curvas certificadas de la eficiencia y factor de potencia, así como planos indicando dimensiones y partes.

III.3.3.— Piezas especiales y válvulas.

1.— Las piezas especiales de hierro fundido se ajustaran a las normas A.S.A. clase 125 B16a y B16a-1.

2.— Las válvulas de compuerta de hierro fundido serán de vástago fijo de acuerdo con las especificaciones, dimensiones y tolerancias de las normas A.S.A. B16.10.

3.— Las piezas especiales de acero llevarán bridas de cara

plana para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm²., de acuerdo con las normas A.S.A. B16e. El espesor de las paredes de las piezas especiales serán igual al de las normas A.S.A.B36.10, para tuberías de acero soldada.

4.- Las tuberías y piezas especiales de acero se suministrarán con protección anticorrosiva interior y exterior. Previamente deberán someterse a un procedimiento de limpieza por medio de cincel y cepillos eléctricos, para eliminar rebabas, salpicaduras y residuos de carbón, escorias en los cordones de soldadura, además de un baño con solventes no grasos para eliminar residuos de aceite y grasa. Finalmente se aplicará un sopleteo con arena en las superficies interiores y exteriores hasta lograr el metal al gris blanco.

El recubrimiento de protección para las superficies interiores y exteriores se efectuará con una película plástica a base de resinas sintéticas utilizando un imprimador inhibidor epóxico a base de cromato de zinc o similar, con un espesor mínimo de 50 micras y una aplicación de 2 capas de acabado epóxico no esterificado de color blanco hasta lograr un espesor total de 150 a 200 micras. La aplicación deberá hacerse con pistola de aire.

III.3.4.- Instrumentación y control.

El control para el arranque, paro y alternación de las bombas de la estación estará constituido por:

A.- Unidad sensible a los cambios de nivel compuesta por:

1.- Bulbo flexible de plástico.

2.- Un tubo de acero inoxidable de 50 mm. de diámetro y 7.00 mts. de longitud, en cuyo interior se alojan los electrodos. Dicho tubo se unirá en su parte inferior con el bulbo flexible de plástico y su extremo superior será roscado para que mediante un cople, se una a la caja de terminales. Contará con una brida a 12 cms. abajo del extremo superior del tubo para fijar la unidad al piso de motores. Cinco centímetros arriba de la brida el tubo contará con dos perforaciones, una para respiración con diámetro de 3.2 mm. y la otra, con diámetro de 9.5 mm. con objeto de colocar en ella un codo tapón para el llenado del bulbo.

3.- Cuatro electrodos de acero inoxidable, soportados por cable de cobre con aislamiento TW para 600 volts. La función de dichos electrodos es abrir o cerrar circuitos conforme suba o baje el nivel del agua, de acuerdo con las siguientes cotas:

NIVEL ELECTRODO	DISTANCIA A PISO DE MOTORES	FUNCION
15.56 m.	5.65 m.	Arranca bomba 1
15.81 m.	6.40 m.	Paro bomba 1
16.84 m.	5.37 m.	Arranca bomba 2
16.09 m.	6.12 m.	Paro bomba 2

4.- Caja de terminales a prueba de agua colocados en el extremo superior del tubo. Deberá poseer un mecanismo que permita acortar o alargar la longitud del cable de soporte, con objeto de subir o bajar los electrodos. Dicho mecanismo consistirá en un buje candado, colocado en el fondo de la caja, y el cual, mediante un empaque circular asegura un sello hermético entre el tubo del inciso 2 y la caja de terminales, la cual deberá tener una salida roscada para tubo de 19 mm. donde se alojarán los conductores para efectuar la conexión entre los electrodos y los relevadores.

B.- Cuatro relevadores de inducción de dos contactos con dos devanados independientes, de 440 volts y 60 c.p.s., los relevadores serán tipo industrial para servicio pesado, con clavijas terminales para enchufar en sus bases. Se suministrarán con cubiertas preferiblemente de plástico transparente o metálicas. Las bobinas serán de alambre magneto de cobre barnizado. Los contactos serán de plata y de diámetro adecuado a la capacidad conductiva requerida por el servicio al que se van aplicar, estarán montados sobre láminas flexibles de bronce fosforado. Su diseño deberá permitir que operen satisfactoriamente a una temperatura ambiente de 40°C. y a un voltaje 15% inferior o 10% superior al voltaje nominal; la vida útil mínima no deberá ser inferior a 10 veces operaciones sin carga. Estos relevadores se suministrarán con un lote de material misceláneo para efectuar la conexión entre ellos y los electrodos. Se alojarán en el centro de control.

C.- Alternador automático para el funcionamiento de dos bombas en operación y una de reserva. Operará de tal manera que, si la bomba a la cual corresponde su turno de arranque, no lo efectúa, deberá arrancar la unidad que esta de reserva. Operará a 440 volts y 60 c.p.s. Se alojará en el centro de control.

III.4.- Especificaciones generales de subestación eléctrica.

Para la estación de bombeo se requiere una subestación reductora que deberá operar en la forma mas eficiente posible,

esta parte se refiere a los requerimientos técnicos que debe cumplir esta subestación.

Transformador.

Capacidad:	45 KVA.
Número de fases:	3
Frecuencia en ciclos por seg:	60
Tensión en el primario:	13.2
Tensión en el secundario:	440/220 volts.
Conexión en el secundario:	Estrella con neutro fuera del tanque.
Conexión en el primario:	Delta.
Número de derivaciones:	4 de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo del voltaje nominal de alta tensión.
Sobre elevación de temperatura:	Operación en forma continua con sobre elevación de temperatura de 65°C. sobre un ambiente máximo de 55°C
Altura de operación s.n.m.:	20 mts.
Servicio:	Intemperie.
Eficiencia:	La eficiencia a carga plena será cuando menos 98%.

III.5.- Especificaciones generales del centro de control.

Gabinete metálico para servicio interior, usos generales, tipo I de las normas NEMA, constituido de lámina de acero laminado en frío No. 12 U.S.G.(2.78 mm. de espesor), soldada eléctricamente a perfiles de acero estructural, para formar una unidad prismática, rígida, autosoportada y de frente muerto cuyas dimensiones modulares son:

2,032 mm. de frente.
508 mm. de fondo.
2,285 mm. de altura.

Cada equipo de control se instalará en una caja removible de lámina, de dimensiones apropiadas al tamaño del mismo. A su vez dicha caja se alojará en el gabinete, de tal manera que el equipo mencionado, quede aislado de todos los demás. Cada caja deberá estar protegida por una puerta de tamaño adecuado, montada en la parte fija del gabinete y con bisagras que permitan una abertura mínima de 100°.

La puerta deberá tener una sección rectangular desmontable, en la que se instalarán las estaciones de botones, switches selectores o lámparas piloto, con el fin de poder extraer la caja con su equipo de control, sin desconectar los elementos antes mencionados. Además la puerta contará con una placa de identificación, en la que se indique el equipo que se está controlando.

Cada uno de los interruptores o arrancadores contará con un mecanismo, que permita su operación manual desde el exterior del gabinete, cuando la puerta se encuentre cerrada, al mismo tiempo impedir que esta sea abierta cuando el interruptor o arrancador este en servicio. Dicho mecanismo deberá contar con una indicación que muestre si el interruptor se encuentra en servicio o fuera de él. También el mecanismo mencionado, será susceptible de bloquearse, en la posición de fuera de servicio mediante un candado.

El alambrado será de clase I tipo C, de las especificaciones de la NEMA. Esto es que el proveedor deberá conectar los arrancadores por el lado de la línea y hacer desde ellos las conexiones a tablillas terminales, que se montarán en la parte estacionaria de la estructura adyacente a la unidad. Las últimas conexiones serán de fuerza y control en arrancadores del tamaño 3 o menores y únicamente de control en los arrancadores de tamaño 4 y 5.

El gabinete deberá poseer espacio suficiente, tanto en sentido vertical como horizontal, para alojar los cables con los cuales se efectuarán las conexiones; las cuales deberán hacerse con cable flexible, de calibre y aislamiento adecuados a las características eléctricas de los aparatos que alimenten. Para la conexión a tierra, se dispondrá de una barra electrolítica, de sección adecuada, la cual conectará el gabinete y cada uno de los equipos al sistema general de tierra.

Todos los elementos estructurales metálicos deberán someterse a un tratamiento anticorrosivo, del tipo fosfatización o similar, antes de la aplicación del acabado, el cual consistirá de imprimador anticorrosivo y tres manos de esmalte horneado gris claro.

Quando la cantidad y tamaño de los equipos de control así lo requiera, se proveerán los gabinetes necesarios idénticos al antes descrito para alojar dichos equipos., Todo espacio no utilizado en el frente de un gabinete, deberá cubrirse con una lámina removible.

III.5.1.- Partes integrales del tablero de control.

1.- Interruptor general en aire, termomagnético, de disparo automático y cierre manual, en caja moldeada de material aislante, tipo industrial, trifásico, para operar a una tensión de 440 volts, 60 Hz, con capacidad conductiva normal de 70 Amp., e interruptiva de 14,000 A. r.m.s. simétricos.

2.- Tres combinaciones interruptor arrancador, constituida por los siguientes elementos:

a) Interruptor en aire tipo termomagnético, de disparo automático y cierre manual, en caja moldeada de material aislante, 3 polos, para operar a una tensión de 440 volts, 60 c.p.s., con capacidad conductiva normal de 40 A., e interruptiva de 14,000 A. r.m.s. simétricos.

b) Arrancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador. Tendrá protección contra bajo voltaje y sobrecarga en dos fases. Controlará de 15 H.P., 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., con una sobre elevación de temperatura de 65°C. sobre una temperatura ambiente de 40°C. Deberá suministrarse con elementos térmicos adecuados a la potencia del motor.

c) Estación de botones "arrancar-parar" de contacto momentáneo.

d) Luces piloto rojo y verde.

3.- Tres selectores de tres posiciones manual-auto-fuera para operar los equipos de bombeo manual o automáticamente.

4.- Equipo de medición en baja tensión, para cada uno de los motores, constituido por los siguientes elementos:

a) Amperímetro de C.A. con escala de 0 - 100 Amp. con carátula cuadrada de 114 mm. por lado, precisión +/- 1% del total de la escala, con número y aguja de color negro sobre fondo blanco, para servicio interior.

b) Tres transformadores de corriente alterna, servicio interior, con aislamiento para 1 K.V. 60 Hz., tipo dona y relación de transformación 100/5 Amp.

c) Un conmutador de fases de cuatro pasos para amperímetro.

5.- Equipo de medición en el lado del alimentador principal.

a) Voltímetro para C.A. con escala de 0 - 600 volts.

b) Transformador de potencial con R.T. 440/120 volts.

c) Conmutador de fases de cuatro pasos para voltímetro.

6.- Transformador para alumbrado tipo seco, monofásico, capacidad de 3 KVA, clase A y relación de transformación de 440-120/127 V, 60 Hz.

III.6.- Planta de emergencia y equipo auxiliar.

Planta generadora de electricidad que desarrolla 30 K.W., en servicio continuo y 35 K.W., en servicio de emergencia, constituido por:

Motor.

Combustión interna diesel de 4 tiempos, servicio intermitente, con potencia de 63 H.P. y velocidad de 1800 r.p.m., para operar a 300 m. s.n.m.

Sistema de enfriamiento: Por medio de agua, radiador con malla protectora, bomba centrífuga, ventilador impulsado por poleas y bandas "V", termostato, indicador de temperatura, control de paro automático en caso de temperatura elevada o baja presión de aceite lubricante.

Sistema de combustible: Inyección directa, de alta presión con filtros primario y secundario de cartuchos reemplazables.

Sistema de arranque: Eléctrico de 12 volts, C.D. con: motor de arranque, botón de arranque, switch "en servicio - fuera de servicio", generador y regulador automático para cargar el

acumulador, indicador de carga de la batería, acumulador de 12 volts, 21 placas, 30 Amp., cables de conexiones.

Equipo adicional: Control de acelerador, gobernador mecánico automático con 3% de regulación de frecuencia, ajustado para 60 c.p.s., filtro de aire tipo saco, silenciador de escape, cubierta para el mismo, estructura de acero para montar el grupo gobernador. Los instrumentos con que deberá contar serán: un horímetro y un tacómetro.

Generador.

De corriente alterna, con capacidad para 37.50 K.V.A., en servicio continuo a u.f.p. de 0.8 de 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., 1800 r.p.m., elevación de temperatura de 80°C. sobre una temperatura ambiente de 40°C. acoplado al motor por medio de cople flexible, alineamiento permanente, montado en bastidor de acero estructural, integral con el motor.

Deberá ser una unidad compacta, con campo rotatorio de polos laminares con devanados amortiguadores

Con capacidad para arrancar motores eléctricos de 1.0 a 1.5 K.V.A. por cada H.P.

Equipado con: Regulador de voltaje automático, reóstato de ajuste de voltaje de +/- 5%, amperímetro y voltímetro. Interruptor general en aire, termomagnético, disparo automático, cierre manual, 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., capacidad conductiva normal de 70 Amp., e interruptiva de 14,000 A.r.p.m. simétricos.

Equipo de arranque semejante a la marca Synchro-Start que mediante dispositivos adecuados controlan en forma totalmente automática el arranque, parada y funcionamiento de la unidad. Si al fallar el suministro normal de energía eléctrica, el motor no arranca, un control permite que en él mismo, se efectúen arranques y paradas parciales de corta duración, con intervalos de 30 segundos durante un lapso de 90 segundos, tiempo límite para que el motor arranque.

En caso de no arrancar, se enciende una lámpara indicando falla en el sistema de arranque. Tan pronto como el motor de combustión interna trabaje normalmente, se desconecta el circuito de arranque

Los dispositivos necesarios que forman el equipo de arranque automático, son los que a continuación se indican:

a) Caja de conexiones, relevadores y dos lámparas indicadoras. Estas lámparas indicarán las siguientes fallas parando inmediatamente la unidad y operando una bocina de alarma.

Lámpara blanca: Indica falla en el sistema de arranque.

Lámpara roja: Indica baja presión del lubricante, Alta temperatura del fluido de enfriamiento o Sobrevelocidad.

b) Un interruptor de presión que enciende una lámpara indicadora y a la vez para la unidad por baja presión del aceite lubricante.

c) Un interruptor de temperatura que enciende una lámpara indicadora y a la vez deja fuera de servicio a la unidad cuando la temperatura del fluido de enfriamiento del motor sobrepase la normal.

d) Un switch de dos elementos con dos juegos de contactos, uno para el paro automático de la unidad, en caso de sobre velocidad y el otro para la desconexión del motor de arranque a una velocidad calibrada, cuando el motor de combustión interna encuentra un régimen de operación normal.

e) Reloj de operación automática semanal estandar sin reserva de cuerda con interruptor horario, 2 polos tipo sencillo, 12 volts, 40 Amp/ polo, 60 c.p.s.

f) Mantenedor de carga para el acumulador del motor, consistente en un transformador, un rectificador del silicón y lámpara piloto montados en un gabinete.

g) Dispositivo de tiempo ajustable de 0 - 15 minutos en la parada de la unidad. Al restablecerse la corriente normal y quedar satisfecho el operador, cuando este retardador y al cumplir el tiempo fijado, detiene la operación de la planta siempre y cuando persistan las condiciones normales de operación.

h) Interruptor de control de 3 posiciones, "Automático - Manual - Fuera". Este interruptor permitirá dejar fuera de servicio la unidad y operarla manual o automáticamente, se instalará en el gabinete correspondiente a la planta de emergencia.

i) Equipo de transferencia automático con capacidad para 70 Amp., 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., que hace el cambio del alimentador de la Cia. de energía eléctrica, a la planta de emergencia, cuando falla la corriente, o el voltaje desciende a un valor menor del 70% de su valor nominal y restablece la

alimentación normal, cuando nuevamente el voltaje alcanza un 90% de dicho valor.

Se instalará en el gabinete correspondiente a la planta de emergencia.

Contará con relevadores sensitivos de voltaje ajustables, uno en cada fase.

III.7.- Cálculo estructural del cárcamo y torre de carga.

Especificaciones de Resistencia y Constantes de Cálculo:

Concreto de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$.

Acero de refuerzo de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

$f_c=90 \text{ kg/cm}^2$

$f_s=2100 \text{ kg/cm}^2$

$k=0.3136$

$j=0.8955$

$R=12.6373$

III.7.1.- Análisis y Diseño del cárcamo.

Losa de cubierta.

Suponemos: $h=15 \text{ cms}$

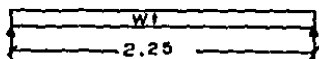
Peso propio: $W_1 = 1.5 \times 1.5 \times 2.400 = 540 \text{ kg/m}^2$

Carga viva: $W_2 = 1.5 \times 1.5 \times 300 = 675 \text{ kg/m}^2$

$$W_t = \frac{540 + 675}{2} = 607.5 \text{ kg/m}^2$$

La losa se analizará haciendo una similitud de losa rectangular.

Si $b=100 \text{ cms.} \Rightarrow W_t = 660 \text{ kg/m.}$



$$m = \frac{a}{L} = \frac{2.25}{5.25} = 0.43 < 0.5$$

Por lo tanto se calculará como viga simple apoyada armada en una sola dirección ($b = 1.00 \text{ mts.}$).

$$M_{\max} = \frac{660 \text{ t} (2.25)^2}{8} = 417.66 \text{ kg.m}$$

$$M_{\max} = 41\,766 \text{ kg.cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{41\,766}{12.64 \text{ t} 100}} = 5.75 \text{ cms.}$$

Dejamos el peralte de 15 cms.

$$d = 12 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{41\,766}{2100 \text{ t} 0.90 \text{ t} 12} = 1.84 \text{ cms}^2.$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14}{f_y} b d = \frac{14}{4200} \text{ t} 100 \text{ t} 12 = 4.0 \text{ cm}^2.$$

Armado principal = 0 #3 a 15 cms.

$$A_{s1} = 0.002 \text{ t} 100 \text{ t} 12 = 2.4 \text{ cms}^2.$$

Acero por temperatura = 0 #3 a 29 cms.

Trabe T1.

Suponemos b = 15 cms. y h = 25 cms.

Peso propio: 0.15 x 0.25 x 2400 = 90 kg/m.

Peso losa: 0.27 x 0.5 x 650 = 89 kg/m.

$$Q = 179 \text{ kg/m.}$$

El peso total del equipo es de 1750 kg. cada uno. Incrementándolo 30% debido al impacto y dividiéndolo entre las dos trabes que lo soportan, se obtiene que:

$$P = 1750 \div 1.3 \div 0.5 = 1137.5 \text{ kg.}$$

$$M_{\text{max}} = \frac{179 \div (1.56)^2}{8} + \frac{1137.5 \div (1.56)}{4} = 498.08 \text{ kg. m}$$

$$M_{\text{max}} = 49\ 808 \text{ kg. cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{49\ 808}{12.64 \div 15}} = 16.21 \text{ cms.}$$

$$d = 20 \text{ cms.}, \quad h = 25 \text{ cms.}$$

$$As = \frac{49\ 808}{2100 \div 0.90 \div 20} = 1.32 \text{ cm}^2.$$

$$As_{\text{min}} = 0.00666 \div 12 \div 15 \div 20 = 1.0 \text{ cm}^2$$

Armadura principal = 2.0 #3

$$V = \frac{QL}{2} + \frac{P}{2} = \frac{179 \div 1.56}{2} + \frac{1137.5}{2} = 703.37 \text{ Kgs.}$$

$$Vc = 0.53 \sqrt{200} (15) (20) = 2248.6 \text{ Kgs.}$$

$$Vn = \frac{703.37}{0.85} = 833.38 \text{ Kgs.} < Vc.$$

Se colocarán estribos del #2 a 25 cms.

Trabe T2.

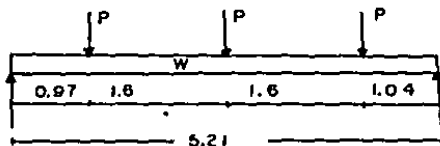
Suponemos $b = 20$ cms. y $h = 60$ cms.

Peso propio: $0.2 \times 0.60 \times 2400 = 288$ kg/m.

Peso losa: $660 \times 1.0 = 660$ kg/m.

$$w = 948 \text{ kg/m}$$

Carga por peso del equipo: $P = 1137.5$ kgs.



$$R_A = 4199 \text{ kgs.}$$

$$M_{\max} = 590.182 \text{ kg cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{590.182}{12.64 \times 20}} = 48.32 \text{ cms}$$

$$d = 55 \text{ cms.}, \quad h = 60 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{590.182}{(2160)(0.90)(55)} = 5.68 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s_{\min}} = (14/4200)(20)(55) = 3.67 \text{ cm}^2.$$

Acero principal $\approx 4 \text{ } \#5$

$$V_{\min} = 4199 \text{ kgs.}$$

$$V_n = \frac{4199}{0.85} = 4940 \text{ kgs.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{200} (20)(55) = 8244 \text{ kgs.} > V_n$$

Para $s = 20$ cms.

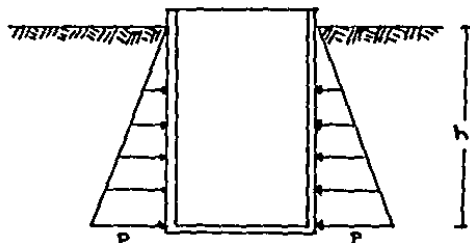
$$A_{v_{\min}} = 3.5 \frac{(20 + 20)}{4200} = 0.33 \text{ cm}^2.$$

Estribos del #2 a 20 cms.

Cilindro de concreto.

Peso volumétrico del terreno (γ) = 1800 kgs/m^3 .

Angulo de fricción del material: $\phi = 30^\circ$.



$$P_{\max} = \gamma \cdot h \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 1800 \cdot 7 \cdot \frac{0.5}{1.5} = 4200 \text{ kg/m}^2.$$

Suponemos $t = 25$ cms de acuerdo a normas establecidas para estructuras en contacto con agua.

$$C = (4200)(5.25)(1.0)(0.5) = 11025 \text{ kgs.}$$

$$\text{Esfuerzo} = \frac{11025}{25 \cdot 100} = 4.41 \text{ kgs/cm}^2.$$

$$A_{s_{\min}} = 0.002 \cdot 100 \cdot 25 = 5 \text{ cm}^2. \Rightarrow 2.5 \text{ cm}^2/\text{cara.}$$

Acero horizontal / cara = 0 #3 a 28 cms.

$$A_{s_{\min}} = 0.0012 \cdot 100 \cdot 25 = 3 \text{ cm}^2. \Rightarrow 1.5 \text{ cm}^2/\text{cara.}$$

Acero vertical / cara = 0 #3 a 45 cms.

Losa de fondo.

Se analizará como losa rectangular armada en dos direcciones.

Peso losa cubierta:	$(23.76)(0.15)(2400) =$	8553 kgs.
menos orificios:	$(1.36)(1.03)(3)(0.15)(2400) = (-)$	1513 kgs.
	$(0.8)(0.8)(0.15)(2400) = (-)$	230 kgs.
Trabes T1:	$(0.15)(0.25)(1.36)(2400)(6) =$	734 kgs.
Trabes T2:	$(0.2)(0.6)(5)(2400)(2) =$	2880 kgs.
Cilindro:	$(0.25)(5.25)(3.14)(7.35)(2400) =$	72736 kgs.
Peso equipo:	$(3)(1750) =$	5250 kgs.
		<hr/>
		88410 kgs.

$$W_t = \frac{88410}{21.65} = 4084 \text{ kg/m}^2.$$

$$W_s = W_t = 4084 \times 0.5 = 2042 \text{ kg/m}^2.$$

$$M_{\text{max}} = \frac{2042 \times (5.25)^2}{8} = 70350 \text{ kg m}$$

$$d = \sqrt{\frac{703500}{(12 \times 64)(100)}} = 23.59 \text{ cms.}$$

$$d = 25 \text{ cms}$$

$$A_s = \frac{703500}{(2100)(0.89)(25)} = 15.06 \text{ cm}^2.$$

Acero principal = 0.45 a 13 cms. en ambas direcciones.

$$A_{st} = 0.002 \times 100 \times 30 = 6 \text{ cm}^2.$$

Acero por temperatura = 0.03 a 23 cms. en ambas direcciones.

III.7.2.- Análisis y Diseño de la torre de Elevación.

Cilindro.

$$P = 1100 \times 5.00 = 5500 \text{ kg/m}^2.$$

$$T = (5500)(2.2)(0.5) = 6050 \text{ kgs.}$$

$$A_s = \frac{6050}{0.87(2100)} = 3.60 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s_t_h} = 0.002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2.$$

Acero horizontal = 0 #3 a 17 cms.

$$A_{s_v} = 0.0012 \times 100 \times 20 = 2.4 \text{ cm}^2.$$

Acero vertical = 0 #3 a 29 cms.

Losa del fondo.

$$\text{Peso cilindro} = (0.2)(2.2)(3.14)(5.0)(2400) = 16580 \text{ kgs.}$$

$$W_t = \frac{16580}{3 \times 8} (0.5) = 2182 \text{ kg/m}^2.$$

$$M_{\text{max}} = \frac{2182 \times (2.2)^2}{8} = 13200 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{132000}{(12.64)(100)}} = 10.22 \text{ cms.}$$

$$d = 11 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{132000}{(2100)(0.89)(11)} = 6.42 \text{ cm}^2.$$

Acero principal = 0 #3 a 10 cms en ambas direcciones.

$$A_{s_t} = 0.002 \times 100 \times 15 = 3 \text{ cm}^2.$$

Acero por temperatura = 0 #3 a 45 cms. en ambas direcciones.

IV.- ESTACION DE BOMBEO No. 2 (GABRIEL LEYVA SOLANO).

IV.1.- Memoria descriptiva.

Dada la topografía del terreno y a fin de poder descargar las aguas residuales a la planta de tratamiento se requerirá de esta estación de bombeo.

IV.2.- Memoria de cálculo mecánico.

IV.2.1.- Datos del proyecto.

Cota de terreno en la estación.....	17.57 m.
Cota de plantilla de la tubería de llegada.....	15.13 m.
Diámetro de la tubería de llegada.....	610 mm.
Cota del terreno en el sitio de descarga del emisor.....	17.27 m.
Cota de plantilla del emisor al llegar a la descarga.....	18.80 m.
Longitud del emisor.....	500 m.
Gasto máximo.....	115.13 lts/seg.
Gasto medio.....	43.40 lts/seg.
Gasto mínimo.....	21.70 lts/seg.

IV.2.2.- Número de equipos.

De acuerdo a los gastos de proyecto se determina que el número de equipos a instalar en la estación de bombeo sean tres, con una capacidad de 57.6 l.p.s. cada uno, para satisfacer las condiciones de proyecto.

Los equipos funcionarán como sigue: Dos en operación y uno de reserva, alternando su operación cuando se requiera y para proporcionarles un mantenimiento satisfactorio.

IV.2.3.- Emisor.

El emisor que transportará las aguas negras desde la estación de bombeo hasta la caja de descarga en la planta de tratamiento será de 356 mm (14 pulgadas) de diámetro, material asbesto - cemento y 500 mts. de longitud.

IV.2.4.- Dimensiones del cárcamo.

La capacidad útil del cárcamo de bombeo será igual al volumen correspondiente al caudal máximo durante 2 minutos.

$$V = 2 \text{ min} \times 60 \text{ seg/min} (115.13 \text{ lts/seg})$$

$$V = 13.816 \text{ lts} = 13.82 \text{ metros cúbicos}$$

$$\text{Si } D = 5.00 \text{ mts. y } h = 0.75 \text{ mt.}$$

$$V = 14.73 \text{ metros cúbicos}$$

Por lo tanto, para las dimensiones del cárcamo que será del tipo húmedo, se preselecciona una bomba vertical inatascable que satisface las condiciones de proyecto, por lo tanto, con sus medidas y la distribución considerada del equipo se determina:

Diámetro.....5.00 mts.

Profundidad.....5.00 mts.

Volumen de operación...14.73 m³

Tirante de operación...0.75 mts.

IV.2.5.- Carga total.

a) Carga estática máxima:

$$H_e = 23.10 - 14.17 = 8.93 \text{ m.}$$

b) Pérdidas en la columna:

$$D = 203.2 \text{ mm.} \quad n = 0.011 \quad K = 6.30$$

$$Q = 57.6 \text{ lts/seg} \quad L = 4.50 \text{ m.}$$

$$H_c = 6.30 \times 4.50 \times (0.0576)^2 = 0.09 \text{ m.}$$

c) Pérdidas en piezas especiales: $H_{pe} = K L Q^2$

$$D = 203.2 \text{ mm.} \quad n = 0.011 \quad K = 6.30$$

$$Q = 57.6 \text{ lts/seg}$$

$$\text{Le 4 codos de } 90^\circ = 23.20 \text{ m.}$$

$$\text{Un carrete} = 2.80$$

$$\text{Un carrete} = 4.70$$

$$\text{Un carrete} = 1.00$$

$$31.70 \text{ mts.}$$

$$H_{pe} = 6.30 \times 31.70 \times (0.0576)^2 = 0.66 \text{ m.}$$

d) Carga de velocidad:

$$H_v = (1.78)^2 / 19.62 = 0.16 \text{ m}$$

Carga total máxima:

$$H_{t.\text{max}} = 8.93 + 0.09 + 0.66 + 0.16$$

$$H_{t.\text{max}} = 9.84 \text{ m.}$$

Carga total mínima:

$$H_{t.\text{min.}} = 9.84 - 0.75$$

$$H_{t.\text{min.}} = 9.09 \text{ m.}$$

IV.2.6. - Selección de la bomba.

La selección de la bomba se lleva a cabo con:

$$Q = 57.6 \text{ lts/seg. y } H_t = 9.84 \text{ m.}$$

Bomba seleccionada:

Marca: Worthington.

Tipo: Vertical inatascable.

Modelo: 6 FLJD - 15

Velocidad: 860 r.p.m.

Eficiencia: 67.5 %
Paso de sólidos: 76 2 mm.

IV.2.7.- Potencia requerida.

Para $Q = 57.6$ l.p.s. y $Ht. max. = 9.84$

$$P = \frac{0.0576 \cdot 1100 \cdot 9.84 \cdot 0.986}{75 \cdot 0.675} = 12.14 \text{ H.P.}$$

Para $Ht. min. = 9.09$ m

$$P = \frac{0.0576 \cdot 1100 \cdot 9.09 \cdot 0.986}{75 \cdot 0.675} = 11.22 \text{ H.P.}$$

IV.3.- Especificaciones generales de bombas y motores.

IV.3.1.- Bomba centrífuga.

Bomba centrífuga vertical inatascable (Non-Clog), tipo cárcamo húmedo, para manejar aguas negras sin tratar, a temperatura normal, completa incluyendo aceitera para lubricación de chumaceras de soporte intermedias, base y tubería de descarga con bridas, para trabajar en las siguientes condiciones de servicio:

Líquido a manejar.....	Aguas negras sin tratar.
Gasto de diseño.....	57.60 l.p.s
Carga de diseño.....	9.84 m.
Carga dinámica mínima.....	9.09 m.
Cota piso de motores.....	18.07 m.
Cota piso cárcamo húmedo.....	13.07 m.
Nivel campana de succión.....	13.37 m.
Altura de campana de succión sobre el piso del cárcamo.....	0.30 m.
Longitud total de la bomba incluyendo campana de succión.....	4.85 m.
Cota máxima del agua.....	15.13 m.
Cota mínima del agua.....	14.17 m.

Características generales de la bomba.

Velocidad de trabajo.....860 r.p.m.
Eficiencia mínima garantizada.....67.5 +/- 1%

Potencia en el eje de la bomba.....12.14 H.P.
 Potencia del motor recomendado.....15 H.P.
 Diámetro mínimo del codo de succión.....152 mm.
 Diámetro mínimo de la descarga.....203 mm.
 Diámetro mínimo de la tubería
 de descarga.....203 mm.
 Sentido de rotación.....Contrario a las maneci-
 llas del reloj, vista
 desde el motor.
 Paso de esfera máximo.....76 mm.

Datos de construcción.

Caja.- De hierro fundido de grano fino, sin poros producidos por gases o arenas, similar al de las clases 20 a 35 de las especificaciones de la A.S.T.M. A-48-46. Succión en la parte inferior, cuerpo de caracol de una sola pieza incluyendo la descarga, con caras maquinadas para recibir el soporte de chumaceras y la campana de succión. La descarga deberá de ir provista de brida maquinada y barrenada, para una presión de trabajo de 8.7 kg/cm² de acuerdo con las especificaciones del A.S.T.M.

La caja deberá someterse a una prueba hidrostática de 5.8 kg/cm².

Impulsor.- De hierro fundido, de grano fino sin poros provocados por gases o arenas, similar al de las clases 20 a 35 de las especificaciones A-48-46 de la A.S.T.M. tipo cerrado con dos aspas para proporcionar el paso de esfera especificado.

Caja de empaque.- Deberá ser de la profundidad adecuada para proporcionar un servicio eficiente provista con empaques tipo "U" y "Taza" que no requieren ajuste.

Chumacera inferior.- Construida de bronce fosforado con caja separada de la caja de empaque, lubricada por grasa a presión. El dispositivo de lubricación sera localizado sobre la placa de la base del motor en un lugar perfectamente accesible y contará con un tubo de acero galvanizado o cobre hasta la chumacera, de un diámetro mínimo de 9.5 mm.

Flecha del impulsor - De acero al cromo (13%) similar al de las especificaciones A.I.S.I. 410 del diámetro adecuado para transmitir la potencia del motor y prevenir flexiones y vibraciones a la velocidad del trabajo. Dicho diámetro mínimo se determinará considerando esfuerzos combinados de torsión y tensión (éste último provocado por el empuje axial).

La flecha deberá ir provista en la caja de empaques de un manguito de acero al cromo (13%).

Flechas intermedias - Las flechas intermedias de acoplamiento al motor deberán suministrarse de acero rolado en frío, similar al de las especificaciones A.I.S.I. C-1045, torneadas y rectificadas a dimensiones exactas, con roscas en sus extremidades para fijarse al cople del mismo material, incluyendo funda protectora construida en acero de la misma calidad.

Las chumaceras para dichas flechas serán de bronce fosforado. Los anteriores componentes deberán ir protegidos por un tubo de acero cédula 40, de un diámetro mínimo de 254 mm. con bridas de 8.7 kg/cm² en sus extremos para acoplarse a la base del motor y el soporte de la chumacera de la bomba.

Tubo de descarga - La bomba deberá suministrarse con tubo de descarga de acero cédula 40 A.S.A. de un diámetro mínimo de 100 mm. con bridas de 8.7 kg/cm² en ambos extremos. La descarga será localizada por encima de la placa de la base del motor.

Anillos de desgaste - Tanto el impulsor como la carcasa deberán proporcionarse con anillos de desgaste removibles, que deberán ser de acero al cromo con contenido mínimo de 11% de cromo.

Lubricación - La lubricación de las flechas intermedias se efectuará por medio de una aceitera con control de alimentación automático por medio de un solenoide y depósito de aceite de nivel visible, localizada sobre la placa de la base del motor.

Base - Las bombas deberán ser proporcionadas con la base adecuada para recibir el motor eléctrico y todos sus accesorios así como el tubo de descarga de las mismas.

El proveedor deberá proporcionar planos generales y de despiece así como curvas de trabajo certificadas y momentos de inercia del impulsor. Todas las dimensiones deberán ser expresadas en el sistema métrico decimal.

IV.3.2.- Motor eléctrico.

Motor eléctrico vertical, jaula de ardilla, flecha hueca, servicio intermitente, con las siguientes características y normas generales:

Condiciones de servicio.

Potencia.....15 H.P.

ArranquePar normal, baja corriente de arranque.

Número de fases.....3

Voltaje440 volts.

Frecuencia60 c.p.s.

Velocidad.....860 r.p.m.

AislamientoClase "B" de las especificaciones del - AIEE o similar.

Eficiencia mínima a plena carga..... 84 %

Factor de potencia mínimo a plena carga.....0.80

Tipo de servicio.....Continuo.

Temperatura65°C. de elevación de temperatura sobre una temperatura ambiente de 40°C

Altura de operación s. n. m.....20 m.

Normas generales de construcción.

Dimensiones - Las dimensiones del motor eléctrico estarán de acuerdo con las normas del N.E.M.A.

Armazón.- El armazón deberá construirse de un anillo de acero laminado, tapa superior y base de fierro fundido. La tapa superior deberá llevar una caja sellada para los baleros de empuje axial. La base estará provista de agujeros de montaje para adaptarse sobre el cabezal de la bomba y será integral a la carcasa.

Todos los componentes del armazón deberán estar cuidadosamente maquinados, para permitir el alineamiento perfecto de la flecha, uniformidad del entrehierro y un funcionamiento silencioso y exento de vibraciones.

Caja de conexiones.- La caja de conexiones deberá construirse de una forma tal que pueda girarse para admitir la alimentación de corriente en cualquier dirección.

Rotor.- El diseño del rotor deberá ser tal que en construcción sea sólido. Los anillos y las barras de corto circuito deberán ser de cobre o aluminio, unidas rigidamente.

Flecha.- De acero al carbón, hueca, del diámetro y espesor necesario para transmitir la potencia del motor a la velocidad de trabajo y soportar sin sufrir deformaciones el empuje axial producido por la bomba durante su funcionamiento. Dicha flecha deberá prolongarse hacia la base del motor.

Chumbreras.- El motor deberá proporcionarse con radamiente de bolas, prelubricadas, proyectadas para absorber las cargas axiales que producen el peso de la flecha e impulsor y el empuje axial de esta última. Los baleros deberán dar un servicio continuo de 5 años como mínimo.

Ventilación.- La ventilación dirigida deberá aspirar el aire por la parte inferior e impulsarlo por las aberturas de la parte superior del motor. El ventilador deberá ir acoplado a la flecha.

Dispositivo de seguridad.- El dispositivo de seguridad deberá consistir en un trinquete de no retroceso, para impedir la rotación del motor en sentido opuesto al normal.

Notas.- El motor deberá ser suministrado con protección de pintura anticorrosiva.

Deberá colocarse sobre el armazón del motor, una placa de características.

El proveedor deberá suministrar los siguientes datos en unidades del sistema métrico decimal: Momento de inercia del motor, corriente de arranque, par de arranque, curvas certificadas de la eficiencia y factor de potencia, así como planos indicando dimensiones y partes.

IV.3.3.- Piezas especiales y válvulas.

1.- Las piezas especiales de hierro fundido se ajustarán a las normas A.S.A. clase 125 B16a y B16a-1.

2.- Las válvulas de compuerta de hierro fundido serán de vástago fijo de acuerdo a las especificaciones, dimensiones y tolerancias de las normas A.S.A. B16.10.

3.- Las piezas especiales de acero llevarán bridas de cara plana para una presión de trabajo de 19.5 kg/cm², de acuerdo con las normas A.S.A. B16e. El espesor de las paredes de las piezas especiales será igual al de las normas A.S.A. B36.10, para tubería de acero soldada.

4.- Las tuberías y piezas especiales de acero se suministrarán con protección anticorrosiva interior y exterior. Previamente deberán someterse a un procedimiento de limpieza por medio de cincel y cepillos eléctricos, para eliminar rebabas, salpicaduras y residuos de carbón, escorias en los cordones de soldadura, además de un baño con solventes no grasos, para eliminar residuos de aceite o grasa. Finalmente se aplicara un sopleteo con arena de las superficies interiores y exteriores hasta lograr el metal al gris blanco.

El recubrimiento de protección para las superficies interiores y exteriores se efectuará con una película plástica a base de resinas sintéticas utilizando un imprimador inhibidor epóxico a base de cromato de zinc o similar, con un espesor mínimo de 50 micras y una aplicación final de dos capas de acabado epóxico no esterificado de color blanco hasta lograr un espesor total de 150 a 200 micras. La aplicación deberá hacerse con pistola de aire.

IV.3.4.- Instrumentación y control.

El control para el arranque, paro y alternación de las bombas de la estación estará constituido por:

A.- Unidad sensible a los cambios de nivel compuesta por:

1.- Bulbo flexible de plástico.

2.- Un tubo de acero inoxidable de 51 mm. de diámetro y 4.50 mts. de longitud, en cuyo interior se alojan los electrodos. Dicho tubo se unirá en su parte inferior con el bulbo flexible de plástico y su extremo superior será roscado para que mediante un cople, se una a la caja de terminales. Contará con una brida de

12 cms. abajo del extremo superior del tubo para fijar la unidad al piso de motores. Cinco centímetros arriba de la brida el tubo contará con dos perforaciones, una para respiración con diámetro de 3.2 mm. y la otra, con diámetro de 9.5 mm. con objeto de colocar en ella un codo tapón para el llenado del tubo.

3.- Cuatro electrodos de acero inoxidable, soportados por cable de cobre con aislamiento TW para 600 volts. La función de dichos electrodos es abrir o cerrar circuitos conforme suba o baje el nivel del agua, de acuerdo con las siguientes cotas:

COTA ELECTRODO	DISTANCIA A PISO DE MOTORES	FUNCION
15.13	2.94	Arranca bomba 1
14.38	3.96	Para bomba 1
14.92	3.15	Arranca bomba 2
14.17	3.90	Para bomba 2

4.- Caja de terminales a prueba de agua, colocada en el extremo superior del tubo. Deberá poseer un mecanismo que permita acortar o alargar la longitud del cable de soporte, con objeto de subir o bajar los electrodos. Dicho mecanismo consistirá en un buje candado, colocado en el fondo de la caja, y el cual, mediante un empaque circular asegura un sello hermético entre el tubo del inciso 2 y la caja de terminales, la cual deberá tener una salida roscada para tubo de 18 mm. donde se alojarán los conductores para efectuar la conexión entre los electrodos y los relevadores.

B.- Cuatro relevadores de inducción de dos contactos con dos devanados independientes, de 220 volts y 60 c.p.s. Los relevadores serán del tipo industrial para servicio pesado, con clavijas terminales para enchufar en sus bases. Se suministrarán con cubiertas preferiblemente de plástico transparente o metálicas. Las bobinas serán de alambre magneto de cobre barnizado. Los contactos serán de plata y de diámetro adecuado a la capacidad conductiva requerida por el servicio al que se van a aplicar; estarán montados sobre láminas flexibles de bronce fosforado. Su diseño deberá permitir que operen satisfactoriamente a una temperatura ambiente de 40°C y a un voltaje 15% inferior o 10% superior al voltaje nominal; la vida útil mínima no deberá ser inferior a 10 veces operaciones sin carga. Estos relevadores se suministrarán con un lote de material misceláneo para efectuar la conexión entre ellos y los electrodos. Se alojarán en el centro de control.

C.- Alternador automático para el funcionamiento de dos bombas en operación y una de reserva. Operará del tal manera que, si la bomba a la cual corresponde su turno de arranque, no lo efectúa, deberá arrancar la que esta de reserva. Operará a 440 volts y 60 c.p.s. Se alojará en el centro de control.

IV.4.- Especificaciones generales de subestación eléctrica.

Para la estación de bombeo se requiere una subestación reductora que deberá operar en la forma mas eficiente posible, esta parte se refiere a los requerimientos técnicos que debe cumplir esta subestación.

Transformador.

Capacidad:	45 KVA
Número de fases:	3
Frecuencia:	60 c.p.s
Tensión en el primario:	13.2
Tensión en el secundario:	440/220 volts.
Conexión en el secundario:	Estrella con neutro fuera del tanque.
Conexión en el primario:	Delta.
Número de derivaciones:	4 de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo del voltaje nominal de alta tensión.
Sobre elevación de temperatura:	Operación en forma continua con sobre elevación de temperatura de 65°C. sobre un ambiente máximo de 55°C.
Altura de operación s.n.m.:	20 mts.
Servicio:	Intemperie.
Eficiencia:	La eficiencia a carga plena será cuando menos del 98%.

IV.5.- Especificaciones generales del centro de control.

Gabinete metálico para servicio interior, usos generales, tipo I de las normas NEMA, constituido de lámina de acero rolada en frío No. 12 U.S.G. (2.78 mm. de espesor), soldada eléctricamente a perfiles de acero estructural, para formar una unidad prismática, rígida, autosoportada y de frente muerto cuyas dimensiones modulares son:

2,032 mm. de frente
508 mm. de fondo.
2,285 mm. de altura

Cada equipo de control se instalará en una caja removible de lámina, de dimensiones apropiadas al tamaño del mismo. A su vez dicha caja se alojara en el gabinete, de tal manera que el equipo mencionado, quede aislado de todos los demás. Cada caja deberá estar protegida por una puerta de tamaño adecuado, montada en la parte fija del gabinete y con los cerros que permitan una abertura mínima de 100^o.

La puerta deberá tener una sección rectangular desmontable, en la que se instalarán las estaciones de botones, switches selectores o lámparas piloto, con el fin de poder extraer la caja con su equipo de control, sin desconectar los elementos antes mencionados. Además la puerta contará con una placa de identificación, en la que se indique el equipo que se está controlando.

Cada uno de los interruptores o arrancadores contará con un mecanismo que permita su operación manual desde el exterior del gabinete, cuando la puerta se encuentre cerrada. Al mismo tiempo, impedir que esta sea abierta cuando el interruptor o arrancador este en servicio. Dicho mecanismo deberá contar con una indicación que muestre si el arrancador o interruptor se encuentra en servicio o fuera de él. También el mecanismo mencionado, será susceptible de bloquearse, en la posición de fuera de servicio mediante un candado.

El alambrado será de clase I tipo C, de las especificaciones del NEMA. Esto es que el proveedor deberá conectar los arrancadores por el lado de la línea y hacer desde ellos las conexiones a tablas terminales, que se montarán en la parte estacionaria de la estructura adyacente a la unidad. Las últimas conexiones serán de fuerza y control en arrancadores de tamaño 3 o

menores y solo de control en los arrancadores de tamaño 4 y 5.

El gabinete deberá poseer espacio suficiente, tanto en sentido vertical como horizontal, para alojar los cables con los cuales se efectuarán las conexiones; las cuales deberán hacerse con cable flexible, de calibre y aislamiento adecuados a las características eléctricas de los aparatos que alimenten. Para la conexión a tierra, se dispondrá de una barra electrolítica, de sección adecuada, la cual conectará el gabinete y cada uno de los equipos al sistema general de tierra.

Todos los elementos estructurales metálicos deberán someterse a un tratamiento anticorrosivo, del tipo fosfatización o similar, antes de la aplicación del acabado, el cual consistirá de imprimador anticorrosivo y tres manos de esmalte horneado gris claro.

Cuando la cantidad y tamaño de los equipos de control así lo requiera, se proveerán los gabinetes necesarios idénticos al antes descrito para alojar dichos equipos. Todo espacio no utilizado en el frente de un gabinete, deberá cubrirse con una lámina removible.

IV.5.1.- Partes integrales del tablero de control.

1.- Interruptor general en aire, termomagnético, de disparo automático y cierre manual, en caja moldeada de material aislante, tipo industrial, trifásico, para operar a una tensión de 440 volts, 60 Hz., con capacidad conductiva normal de 70 Amp. e interruptiva de 14,000 A. r.m.s. simétricos.

2.- Tres combinaciones interruptor - arrancador, constituida por los siguientes elementos:

a) Interruptor en aire tipo termomagnético, de disparo automático y cierre manual, en caja moldeada de material aislante, 3 polos, para operar a una tensión de 440 volts, 60 c.p.s., con capacidad conductiva normal de 40 A. e interruptiva de 14,000 A. r.m.s. simétricos.

b) Arrancador magnético a tensión reducida tipo autotransformador. Tendrá protección contra bajo voltaje y sobre carga en dos fases. Controlará un motor de 15 H.P., 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., con una sobre elevación de temperatura de 65°C sobre una temperatura ambiente de 40°C. Deberá suministrarse con elementos térmicos adecuados a la potencia del motor.

c) Estación de botones "arrancar - parar" de contacto momentáneo.

d) Luces piloto rojo y verde.

3.- Tres selectores de tres posiciones manual-auto-fuera para operar los equipos de bombeo manual o automáticamente.

4.- Equipo de medición de baja tensión, para cada uno de los motores, constituido por los siguientes elementos:

a) Amperímetro de C.A. con escala de 0 - 100 Amp. con carátula cuadrada de 114 mm por lado, precisión $\pm 1\%$ del total de la escala, con número y agua de color negro sobre fondo blanco, para servicio interior.

b) Tres transformadores de corriente alterna, servicio interior, con aislamiento para 1 K.V. 50 Hz., tipo dona y relación de transformación 100/5 amps.

c) Un conmutador de fases de cuatro pasos para amperímetro.

5 - Equipo de medición en el lado del alimentador principal.

a) Voltímetro para C.A. con escala de 0 - 660 volts.

b) Transformador de potencial con R.T. 440/120 volts.

c) Conmutador de fases de cuatro pasos para voltímetro.

6 - Transformador para alumbrado tipo seco, monofásico, capacidad de 3 KVA, clase A y relación de transformación de 440-220/127 V, 60 Hz.

IV.6.- Planta de emergencia y equipo auxiliar.

Planta generadora de electricidad que desarrolla 30 K.W., en servicio continuo y 25 K.W. en servicio de emergencia, constituido por:

Motor.

Combustión interna diesel de 4 tiempos, servicio intermitente, con potencia de 63 H.P. y velocidad de 1800 r.p.m., para operar a 300 m. s.n.m.

Sistema de enfriamiento: Por medio de agua, radiador con malla protectora, bomba centrífuga, ventilador impulsado por

poleas y bandas "V", termostato, indicador de temperatura, control de paro automático en caso de temperatura elevada o baja presión de aceite lubricante.

Sistema de combustible: Inyección directa, de alta presión con filtros primario y secundario de cartuchos reemplazables.

Sistema de arranque: Eléctrico de 12 volts, C.D. con: Motor de arranque, botón de arranque, switch "en servicio - fuera de servicio", generador y regulador automático para cargar el acumulador, indicador de carga de la batería, acumulador de 12 volts, 21 placas, 30 Amp., cables de conexiones.

Equipo adicional: Control de acelerador, gobernador mecánico automático con 3% de regulación de frecuencia, ajustado para 60 c.p.s., filtro de aire tipo seco, silenciador de escape, cubierta para el mismo, estructura de acero para montar el grupo gobernador. Los instrumentos con que deberá contar serán: un horímetro y un tacómetro.

Generador.

De corriente alterna, con capacidad para 37.50 KVA, en servicio continuo a un f.p. de 0.80 de 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s. 1800 r.p.m. elevación de temperatura de 60°C., sobre una temperatura ambiente de 40°C. acoplado al motor por medio de cople flexible, alineamiento permanente, montado en bastidor de acero estructural, integral con el motor.

Deberá ser una unidad compacta, con campo rotatorio de polos laminares con devanados amortiguadores.

Con capacidad para arrancar motores eléctricos de 1.0 a 1.5 KVA por cada H.P.

Equipado con: Regulador de voltaje automático, reostato de ajuste de voltaje de +/- 5%, amperímetro y voltímetro, interruptor general en aire, termomagnético, disparo automático, cierre manual, 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., capacidad conductiva normal de 70 Amp., e interruptiva de 14,000 A. r.m.s. simétricos.

Equipo de arranque semejante a la marca Synchro-Start que mediante dispositivos adecuados controlan en forma automática el arranque, parada y funcionamiento de la unidad. Si al fallar el suministro normal de energía eléctrica, el motor no arranca, un control permite que en él mismo, se efectúen arranques y paradas parciales de corta duración, con intervalos de 30 seg. durante un

lapso de 90 seg., tiempo límite para que el motor arranque.

En caso de no arrancar, se enciende una lámpara indicando falla en el sistema de arranque. Tan pronto como el motor de combustión interna trabaje normalmente, se desconecta el circuito de arranque.

Los dispositivos necesarios que forman el equipo de arranque automático, son los que a continuación se indican:

a) Caja de conexiones, relevadores y dos lámparas indicadoras. Estas lámparas indicarán las siguientes fallas parando inmediatamente la unidad y operando una bocina de alarma.

Lámpara blanca: Indica falla en el sistema de arranque.

Lámpara roja: Indica baja presión del lubricante, Alta temperatura del fluido de enfriamiento o sobre velocidad.

b) Un interruptor de presión que enciende una lámpara indicadora y a la vez para la unidad por baja presión del aceite lubricante.

c) Un interruptor de temperatura que enciende una lámpara indicadora y a la vez deja fuera de servicio a la unidad cuando la temperatura del fluido de enfriamiento del motor sobrepase la normal.

d) Un switch de dos elementos con dos juegos de contactos, uno para el paro automático de la unidad, en caso de sobre velocidad y el otro para la desconexión del motor de arranque a una velocidad calibrada, cuando el motor de combustión interna encuentra un régimen de operación normal.

e) Reloj de operación automática semanal estándar sin reserva de cuerda con interruptor horario, 2 polos tipo sencillo, 12 volts, 40 Amp/polo, 60 c.p.s.

f) Mantenedor de carga para el acumulador del motor, consistente en un transformador, un rectificador del silicón y lámpara piloto montados en un gabinete.

g) Dispositivo de tiempo ajustable de 0 - 15 minutos en la parada de la unidad. Al restablecerse la corriente normal y quedar sin carga el generador, arranca este retardador y al cumplir el tiempo fijado, detiene la operación de la planta siempre y cuando persistan las condiciones normales de operación.

h) Interruptor de control de 3 posiciones. " Automático - Manual - Fuera" Este interruptor permitirá dejar fuera deser-

vicio la unidad u operarla manual o automáticamente, se instalará en el gabinete correspondiente a la planta de emergencia.

i) Equipo de transferencia automático con capacidad para 70 Amp., 440 volts, 3 fases, 60 c.p.s., que hace el cambio del alimentador de la Cia. de energía eléctrica, a la planta de emergencia, cuando falla la corriente, o el voltaje desciende a un valor menor del 70% de su valor nominal y restablece la alimentación normal, cuando nuevamente el voltaje alcanza un 90% de dicho valor.

Se instalará en el gabinete correspondiente a la planta de emergencia.

Contará con relevadores sensitivos de voltaje ajustables, uno en cada fase.

IV.7.- Cálculo estructural del cárcamo y torre de carga.

Especificaciones de Resistencia y Constantes de Cálculo:

Concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

$f_c = 90 \text{ kg/cm}^2$

$f_s = 2100 \text{ kg/cm}^2$

$k = 0.3136$

$j = 0.8955$

$R = 12.6373$

IV.7.1.- Análisis y Diseño del cárcamo.

Losa de cubierta. Suponemos $h=15 \text{ cms.}$

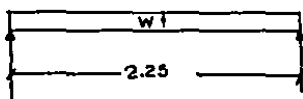
Peso propio: $0.15 \times 1.0 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}^2$.

Carga viva: $\dots\dots\dots = 300 \text{ kg/m}^2$.

$$w_t = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = 660 \text{ kg/m}^2$$

La losa se analizará haciendo una similitud de losa rectangular

Si $b = 100 \text{ cms.} \Rightarrow W_t = 660 \text{ kg/m.}$



$$m = \frac{a}{L} = \frac{2.25}{5.25} = 0.43 < 0.5$$

Por lo tanto se calculará como viga simplemente apoyada armada en una sola dirección ($b=100 \text{ cms.}$).

$$M_{\text{max}} = \frac{660 \cdot 1 \cdot (2.25)^2}{8} = 417.66 \text{ kg m}$$

$$M_{\text{max}} = 41766 \text{ kg.cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{41766}{12.64 + 100}} = 5.75 \text{ cms.}$$

Dejamos el peralte de 15 cms.

$$d = 12 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{41766}{2100 + 0.90 + 12} = 1.84 \text{ cms}^2.$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14}{1y}bd = \frac{14}{4200} + 100 + 12 = 4.0 \text{ cms}^2.$$

Armado principal = 0. #3 a 15 cms.

$$A_{st} = 0.002 + 100 + 12 = 2.4 \text{ cms}^2.$$

Ajere por temperatura = 0. #3 a 29 cms.

Trabe T1.

Suponemos $b=15$ cms. y $h=25$ cms.

Peso propio: $0.15 \times 0.25 \times 2400 = 90$ kg/m.

Peso losa: $0.27 \times 0.5 \times 660 = 89$ kg/m.

$$W = 179 \text{ kg/m.}$$

El peso total del equipo es de 1750 kgs. cada uno. Incrementándolo 30% debido al impacto y dividiéndolo entre las dos traveses que lo soportaran, se obtiene que:

$$P = 1750 \times 1.3 \div 0.5 = 1137.5 \text{ kgs.}$$

$$M_{max} = \frac{179 \times (1.56)^2}{8} + \frac{1137.5 \times (1.56)}{4} = 498.08 \text{ kg.m}$$

$$M_{max} = 49\ 808 \text{ kg.cm.}$$

$$d = \sqrt{\frac{49\ 808}{12.64 \times 15}} = 16.21 \text{ cms.}$$

$$d = 20 \text{ cms.}, \quad h = 25 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{49\ 808}{2100 \times 0.90 \times 20} = 1.32 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s_{min}} = (14/4200) \times 15 \times 20 = 1.0 \text{ cm}^2.$$

Armado principal = 2.0 #3

$$V = \frac{Wl}{2} + \frac{P}{2} + \frac{179 \times 1.56}{2} + \frac{1137.5}{2} = 708.37 \text{ kgs.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{200} (15)(20) = 2248.6 \text{ kgs.}$$

$$V_n = \frac{708.37}{0.85} = 833.38 \text{ kgs.} < V_c.$$

Se colocaran estribos del #2 a 25 cms.

Trabe T2.

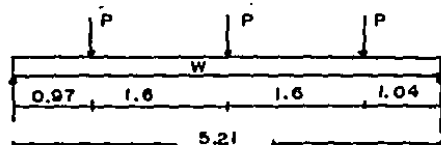
Suponemos $b=20$ cms. y $h=60$ cms.

Peso propio: $0.2 \times 0.60 \times 2400 = 288$ kg/m

Peso losa: $660 \times 1.0 = 660$ kg/m

$$W = 948 \text{ kg/m.}$$

Carga por peso del equipo $P = 1137.5$ kgs



$$R_a = 4199 \text{ kgs.}$$

$$M_{\max} = 590\,182 \text{ kg.cm}$$

$$d = \sqrt{\frac{590\,182}{12.64} + \frac{20}{2}} = 48.32 \text{ cms}$$

$$d = 55 \text{ cms.}, \quad h = 60 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{590\,182}{(2100)(0.90)(55)} = 5.68 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s_{\min}} = (14/4200)(20)(55) = 3.67 \text{ cm}^2.$$

Acero principal = 4_Ø_#5

$$V_{\max} = 4199 \text{ kgs.}$$

$$V_n = (4199/0.85) = 4940 \text{ kgs.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{200} (20)(55) = 8244 \text{ kgs.} > V_n$$

Para $s=20$ cms.

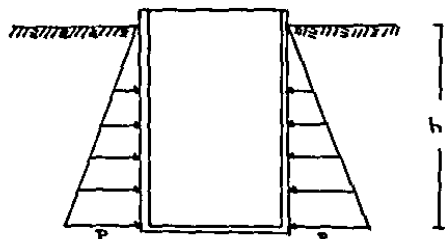
$$A_{v_{\min}} = 3.5 \frac{(20 + 20)}{4200} = 0.33 \text{ cm}^2.$$

Estribos del # 2 a 20 cms.

Cilindro de concreto.

Peso volumétrico del material (γ) = 1800 kgs/m^3 .

Angulo de fricción del material: $\phi = 30^\circ$.



$$P_{\max} = \gamma \cdot t \cdot h \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 1800 \cdot 4.5 \cdot \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 2700 \text{ kgs/m}^2.$$

Suponemos $t = 25$ cms. de acuerdo a normas establecidas para estructuras de concreto en contacto con agua.

$$C = (2700)(5.25)(0.5) = 7087.5 \text{ kgs.}$$

$$\text{Esfuerzo} = \frac{7087.5}{25 + 100} = 2.84 \text{ kgs/cm}^2.$$

$$A_{s_{\min}} = 0.002 \cdot 100 \cdot 25 = 5 \text{ cm}^2. \Rightarrow 2.5 \text{ cm}^2/\text{cara.}$$

Área horizontal / cara = 0 #3 a 28 cms.

$$A_{s_{\min}} = 0.0012 \cdot 100 \cdot 25 = 3 \text{ cm}^2. \Rightarrow 1.5 \text{ cm}^2/\text{cara.}$$

Área vertical / cara = 0 #3 a 45 cms.

Losa de fondo.

Se analizará como losa rectangular armada en dos direcciones.

Peso losa cubierta: (23.75)(0.15)(2400) =	8553 kgs.
menos orificios: (1.35)(1.03)(3)(0.15)(2400) = (-)	1513 kgs.
(0.60)(0.80)(0.15)(2400) = (-)	230 kgs.
Trabes T1: (0.15)(0.25)(1.35)(2400)(5) =	734 kgs.
Trabes T2: (0.20)(0.60)(5.0)(2400)(2) =	2880 kgs.
Cilindro: (0.25)(5.25)(3.14)(4.85)(2400) =	47971 kgs.
Peso equipo: (3)(1750) =	5250 kgs.
	<hr/>
	63645 kgs.

$$Wt = \frac{63645}{21.65} = 2940 \text{ kg/m}^2.$$

$$Ws = Wt + 0.5 = 1470 \text{ kgs/m}^2.$$

$$M_{max} = \frac{1470 \cdot 3 \cdot (5.25)^2}{8} = 5065 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{506500}{(12.64)(100)}} = 20.02 \text{ cms.}$$

$$d = 25 \text{ cms.}$$

$$As = \frac{506500}{(2100)(0.89)(25)} = 10.84 \text{ cm}^2$$

Acero principal es Ø #4 a 11 cms. en ambas direcciones.

$$Ast = 0.002 + 100 + 30 = 6 \text{ cm}^2.$$

Acero por temperatura es Ø #2 a 29 cms. en ambas direcciones.

IV.7.2.- Análisis y Diseño de la torre de Elevación.

Cilindro.

$$P = 1100 \times 7.0 = 7700 \text{ kg/m}^2$$

$$T = (7700)(2.2)(0.5) = 8470 \text{ kgs.}$$

$$A_s = \frac{8470}{0.8(2100)} = 5.04 \text{ cm}^2.$$

$$A_{s_{\text{hmin}}} = 0.002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Acero horizontal} = 0 \text{ \#3 a } 14 \text{ cms.}$$

$$A_{s_{\text{vmin}}} = 0.0012 \times 100 \times 20 = 2.4 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Acero vertical} = 0 \text{ \#3 a } 29 \text{ cms.}$$

Losa de fondo.

$$\text{Peso del cilindro: } (0.2)(2.2)(3.14)(7.0)(2400) = 23210 \text{ kgs.}$$

$$w_t = \frac{23210}{3.8} (0.5) = 3054 \text{ kg/m}^2.$$

$$M_{\text{max}} = \frac{3054 \times (2.2)^2}{8} = 1848 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{184800}{(12.64)(100)}} = 12.09 \text{ cms.}$$

$$d = 15 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{184800}{(2100)(0.89)(15)} = 6.89 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Acero principal} = 0 \text{ \#3 a } 10 \text{ cms. en ambas direcciones.}$$

$$A_{st} = 0.002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Acero por temperatura} = 0 \text{ \#3 a } 35 \text{ cms. en ambas direcciones.}$$

V.- PLANTA DE TRATAMIENTO.

V.1.- Memoria Descriptiva.

El sistema de tratamiento para nuestras aguas residuales consistirá en pretratamiento a base de rejillas y desarenador, tratamiento primario en tanque de sedimentación y tratamiento secundario en laguna de oxidación.

V.1.1.- Rejas y Rejillas.

Existen dos métodos para la eliminación de los sólidos flotantes y suspendidos en las aguas residuales. Un método consiste en interponer una reja, usualmente de barras metálicas, en el canal donde fluye el agua residual. El material retenido en la reja es removido y eliminado. El otro método es consiste en emplear un desmenuzador, o reja cortante, el cual intercepta el material grueso y lo corta en pequeños pedazos que regresan al flujo de aguas residuales.

Los objetos de gran tamaño se pueden eliminar por medio de rejas de barras, las cuales consisten en un conjunto de barras dispuestas verticalmente formando aberturas cuya anchura es del orden de 25 mm. La mayor parte de las rejas incorporan mecanismos de limpieza.

Las rejillas o rejas finas se suelen utilizar en las plantas de tratamiento, a veces como único elemento y a veces a continuación de las rejas gruesas. Estos dispositivos tienen aberturas de aproximadamente 6 mm.

La pérdida de carga que se produce en las rejas depende de sus características constructivas, así como de la velocidad de aproximación del agua, la cual es, normalmente de 0.3 a 0.6 metros/segundo. La pérdida de carga suele calcularse a partir de la ecuación básica del flujo a través de un orificio. Los fabricantes de equipo acostumbran a dar información sobre este aspecto en sus folletos, aunque generalmente, la pérdida en las rejas que no están obstruidas suele ser pequeña, e insignificante comparada con la que se produce en las que está parcialmente obstruidas.

En plantas pequeñas se utilizan rejas de limpieza manual. Las rejillas finas no se suelen utilizar en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Su uso más extendido es en el tratamiento de efluentes industriales que contengan sólidos de tamaño y carácter más uniforme que los contenidos en las aguas residuales domésticas.

V.1.2.- Desarenadores.

Las medidas para la eliminación de las arenas o cascajos contenidos en las aguas residuales son de gran importancia ya que estos materiales pueden interferir con algunos de los procesos subsiguientes en la planta de tratamiento.

Una parte de la carga de sólidos suspendidos en las aguas residuales municipales consiste en materias inorgánicas tales como arenas, fragmentos de metal, cáscaras de huevo, etc. Estas arenas no son deseables en los tratamientos biológicos y, además, pueden dar lugar a un excesivo desgaste de los equipos mecánicos.

El principio de los desarenadores consiste en que las arenas son más pesadas que los sólidos orgánicos en suspensión. La función de la cámara del desarenador es hacer decrecer la velocidad del flujo del agua residual, solo lo suficiente para permitir que las partículas con mayor peso específico se asienten en la parte inferior de la cámara, mientras el material orgánico con menor peso específico es arrastrado nuevamente por la corriente.

Mediante experimentación se ha encontrado que la velocidad de arrastre para las partículas de arena con diámetro de 0.2 mm. y peso específico de 2.65 es de 0.23 m/seg. Mientras que la velocidad de arrastre para partículas del mismo diámetro, pero con peso específico de 1.10 (materia orgánica) es de 0.056 m/seg. Por lo tanto, si el tanque se dimensiona de manera que la velocidad horizontal del flujo varíe dentro del rango acotado por las velocidades de arrastre dadas anteriormente, las arenas serán eliminadas sin que las partículas orgánicas se vean afectadas. A fin de asegurar que la arena recogida esté limpia, la velocidad horizontal generalmente adoptada es muy cercana a la de arrastre de la arena.

Un tiempo de retención igual a un minuto en el tanque de sedimentación ha demostrado ser efectivo. El problema es mantener un flujo estable con una velocidad cercana a la deseable, esto se debe a que el volumen de flujo de aguas residuales varía ampliamente. Bajo condiciones normales el gasto punta de aguas residuales puede llegar a ser 2.5 veces el gasto nocturno. Esta gran variación en los gastos complica el diseño de un desarenador debido a que es difícil mantener una velocidad constante en el tanque bajo todas las condiciones de flujo.

En plantas de tratamiento pequeñas, los desarenadores son normalmente del tipo de limpieza manual. Dos o más cámaras de retención son usualmente construidas con el objeto de eliminar el

problema de las variaciones en el gasto de aguas residuales. Una vez obtenidas las dimensiones de las cámaras o tanques, deberá incluirse en el diseño un sistema de control de flujos, ya sea el de vertedor de demasías, o el que cuenta con dos canales, uno para flujos bajos y el otro para flujos altos. Este sistema de control deberá ser diseñado para permitir un flujo suave y libre de remolinos. Se deberá proporcionar una profundidad mínima de 30 cms. por debajo de la plantilla de la tubería. Una válvula de drenaje deberá ser instalada cerca del vertedero con el fin de facilitar la remoción de las arenas.

V.1.3.- Tanques de sedimentación.

Tradicionalmente, el tratamiento primario ha consistido en el empleo de procesos de sedimentación para eliminar los sólidos suspendidos de naturaleza orgánica.

Las aguas residuales son normalmente sometidas a una serie de procesos, cada uno diseñado para lograr un propósito específico. El equipo usado para remover las arenas elimina teóricamente el material inorgánico de 0.2 mm. de diámetro o mayor. La sedimentación es empleada para remover las partículas de tipo mineral más pequeñas, así como también los más ligeros pero sedimentables sólidos orgánicos. Un tanque con este propósito es a menudo llamado tanque de sedimentación o clarificador.

La velocidad de sedimentación de los sólidos es afectada por la viscosidad del agua, la cual está en función de la temperatura, por el peso específico de las partículas, por su resistencia friccionante al asentamiento, y por otros factores.

Los clarificadores primarios se diseñan, generalmente, para eliminar partículas con velocidades de sedimentación comprendidas entre 0.3 y 0.7 mm/séq. La eliminación de los sólidos suspendidos comprendidos dentro del intervalo indicado, oscila entre 30 y 50%, dependiendo en parte de la concentración inicial. La eliminación de DBO está asociada a la de sólidos suspendidos y, a menudo, se supone que varía con la carga de superficie. Las eliminaciones que se consiguen en la práctica varían notablemente según el origen y edad del agua residual.

Los tiempos de retención en los clarificadores primarios, son generalmente cortos, del orden de 1 a 2 horas para el caudal punta. La combinación de estos valores con los de cargas de superficie de 1 a 2.5 m³/m²/hrs., da lugar a unas profundidades variables entre 1 y 5 metros, aunque en la práctica, los tanques nunca tienen profundidades inferiores a 2 m. ni superiores a 5 m.

Tanques rectangulares.

Una de las mayores ventajas de los tanques rectangulares estriban en la disminución de la posibilidad de formación de cortos circuitos y en su uso mas eficaz de la superficie del terreno disponible. Las entradas se diseñan de forma que se minimizen los efectos producidos por las diferencias de densidad y las corrientes de velocidad. Los dispositivos de entrada típicos suelen estar formados por una tubería dotada de un conjunto de codos dispuestos verticalmente y espaciados a lo largo del extremo del tanque, deflectores perforados, tuberías o canales con aberturas provistas de deflectores, tubería única girada de forma que el caudal se descargue contra la pared del extremo del tanque, vertederos simples, vertederos sumergidos con rampas ascendentes hasta unos deflectores horizontales, etc. La estructura de entrada debe diseñarse en forma que no retenga espumas o sólidos sedimentables.

El sistema de deflectores deberá ser instalado al frente de las entradas a distancias del orden de 60 a 90 cms.; la parte sumergida oscila entre 45 y 60 cms. dejando una zona de 5 cms. de altura de agua por encima del borde superior, para que los sólidos flotantes no queden retenidos. Los deflectores de espumas se colocan delante de los vertederos de salida y se extienden entre 15 y 30 cms. por debajo de la superficie del agua.

Las salidas en los tanques rectangulares consisten en unos vertederos situados en el extremo final de estos. Las cargas sobre vertedero oscilan entre 120 y 370 m³/día por metro lineal de vertedero, siendo este último valor el utilizado para el caudal punta.

Aún cuando no existen proporciones óptimas para los tanques, el valor medio de la relación longitud/ancho suele ser de 4:1 y la profundidad media del orden de 3.5 mts. La solera suele construirse con una ligera pendiente hacia el cuenco de fangos para facilitar el vaciado de los tanques.

V.1.4.- Estanques de estabilización.

Un método de tratamiento de aguas residuales para comunidades rurales consiste en almacenar el efluente de los procesos de tratamiento anteriores en una laguna artificial en la cual el proceso se basa en sedimentación y oxidación. Estos lugares de almacenaje son generalmente llamados estanques de estabilización o lagunas de oxidación.

El mecanismo de tratamiento de los estanques de estabilización depende ampliamente en la interacción de bacterias y algas. Las bacterias convierten la materia orgánica corruptible en productos más estables y, en este proceso, elementos nutrientes necesarios para el crecimiento de algas son liberados. Las algas, utilizando estos nutrientes, producen un excedente de oxígeno mediante fotosíntesis y de este modo se crean y mantienen condiciones aerobias para las bacterias. El mezclado se consigue, normalmente, por medios naturales (viento, calor, fermentación) pero puede aumentarse por medio de aireadores mecánicos o difusores de aire. Debido a los procesos fotosintéticos que se llevan a cabo, la luz solar es esencial para la oxidación.

Los factores climáticos pueden afectar la operación de los estanques de estabilización, especialmente en los meses fríos. Durante el periodo en que los estanques pueden ser cubiertos por una capa de hielo, la actividad fotosintética de las algas se detiene debido a la falta de luz y los procesos aerobios dan paso a los procesos anaerobios.

Los estanques aerobios son construidos, normalmente, para funcionar con profundidades entre 1.0 y 1.5 mts. Si la profundidad es menor, se promueve el crecimiento de plantas acuáticas, mientras que si es mayor se interfiere el mezclado y la transferencia de oxígeno desde la superficie. Los taludes típicos de los diques son construidos entre 1:3 y 1:4.

La forma de un estanque de estabilización parece ser un factor crítico, y no existe unanimidad en decidir si una laguna es suficiente o deben usarse varias de ellas en serie. La boca de entrada a la laguna deberá localizarse lo suficientemente lejos de la orilla de esta zona para permitir la circulación accionada por el viento.

El estanque de estabilización deberá localizarse a una distancia mínima de 600 mts. de las zonas residenciales y, si es posible, deberá ser construido en el lado de sotavento. El estanque deberá ser rodeado por una cerca adecuada con una altura de 2.0 mts. o más. Los diques deben ser diseñados pensando en la eventual limpieza de la maleza que puede proliferar.

V.2.- Memoria de Cálculo.

Q_{max} = 115 lts/seg.

Q_{min} = 21.7 lts/seg.

V.2.1.- Diseño Hidraulico de las Rejillas.

Las barras normalmente usadas en este tipo de elementos son de 3/8 de pulgada y la separación entre ellas suele ser de 3 cms. El diseño de las rejillas esta basado en mantener las velocidades mínima y máxima entre el rango de restricciones que varía entre 0.3 y 0.6 mts/seg respectivamente.

Area del canal de llegada.

$$Q = A \cdot V$$

$$A = \frac{0.115}{0.6} = 0.1917 \text{ m}^2$$

El ancho libre entre rejillas, considerando una sección cuadrada es:

$$A = b \cdot h$$

$$A = b^2$$

$$b = \sqrt{0.1917} = 0.4378 \text{ mts.}$$

$$b = h = 43.8 \text{ cms.}$$

$$n \text{ de espacios} = \frac{43.8}{3} = 14.6$$

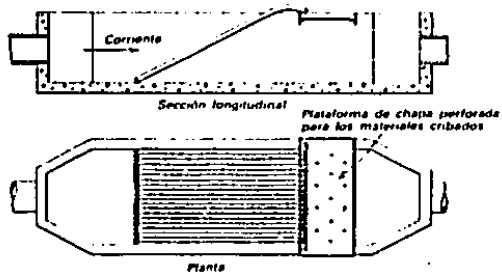
Tendremos entonces 15 espacios y 16 barras.

$$b = 16(0.95) + 15(3) = 60 \text{ cms.}$$

Por lo tanto la sección del canal será:

$$\text{Ancho} = 60 \text{ cms. y Altura} = 60 \text{ cms.}$$

La siguiente figura muestra la forma del canal de llegada y la manera que deben colocarse las rejillas.



V.2.2.- Diseño Hidraulico del Desarenador.

Velocidad de diseño = 0.2 mts/seg.

Tiempo de retención = 1 minuto.

Longitud requerida (L_r) = (0.2 m/seg)(60 seg) = 12 mts.

Area necesaria para gasto máximo:

$$A = \frac{0.115}{0.2} = 0.575 \text{ m}^2.$$

Area necesaria para gasto mínimo:

$$A_{\min} = \frac{0.021}{0.1} = 0.21 \text{ m}^2.$$

Suponiendo un tirante mínimo de 30 cms. el ancho del canal será:

$$A_{\min} = b \times h$$

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

$$b = \frac{0.21}{0.30} = 0.7 \text{ mts.}$$

Revisión de la sección a gasto máximo.

$$A = b \cdot h$$

$$h = \frac{0.575}{0.7} = 0.82 \text{ mts.}$$

Cálculo del volumen de azolves.

Las cantidades observadas en diferentes plantas de tratamiento varían entre 0.0025 y 0.10 m³ de azolves por cada 1000 m³ de aguas negras. En nuestro caso utilizaremos 0.020 m³ por cada 1000 m³ de aguas negras. El periodo de limpieza será de 15 días.

$$\text{Azolve} = Q \cdot P \cdot C$$

Q = Gasto máximo (m³/día)

P = Periodo de limpieza (días)

C = Cantidad de arenas (m³/m³)

$$\text{Azolve} = 9936 \cdot 15 \cdot \left(\frac{0.020}{1000}\right) = 2.98 \text{ m}^3.$$

$$\text{Área superficial} = 12 \cdot 0.7 = 8.4 \text{ m}^2.$$

$$\text{Altura azolve} = \frac{2.98}{8.4} = 0.35 \text{ mts.}$$

Sección en el vertedor.

El vertedor será de ciudad proporcional para uso en desarenador de canal de sección transversal

$$Q = Cq \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Q = Gasto máximo.

b = Ancho del canal.

h = Altura de la lámina en la cresta del vertedor.

C_q = Coeficiente de gasto adimensional que suele oscilar entre 0.64 y 0.74

Sustituyendo nuestros valores obtenemos $h = 0.20$ mts.

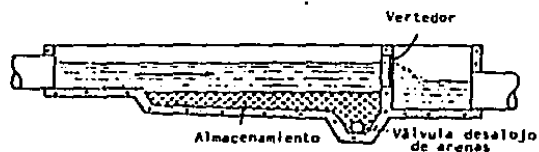
$H_{tot} = H_{azolve} + H_{tirante} + H_{vertedor} + \text{bordo libre}$

Si bordo libre = 0.13 mts.

$H_{tot} = 0.35 + 0.82 + 0.20 + 0.13$

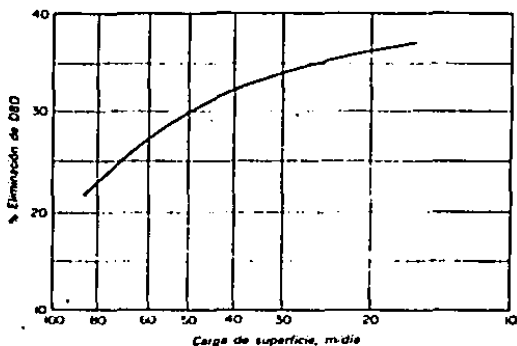
$H_{tot} = 1.5$ mts.

La siguiente figura muestra la forma de un desarenador de limpieza manual.



V.2.3.- Diseño Hidraulico del Tanque de Sedimentación.

De acuerdo con la siguiente grafica obtenemos que para la eliminacion del 35% de DBO, la carga de superficie es igual a 26.5 m³/día.



Superficie total necesaria (S_n):

$$S_n = \frac{33336}{26.5} = 374.94 \text{ m}^2$$

$$S_n = b \cdot l$$

$$S \cdot l = 4b$$

$$S_n = b \cdot 4b$$

$$b = \sqrt{\frac{374.94}{4}} = 9.68 \text{ mts.}$$

$$b = 10 \text{ mts.}$$

$$L = \frac{374.94}{10} = 37.5 \text{ mts.}$$

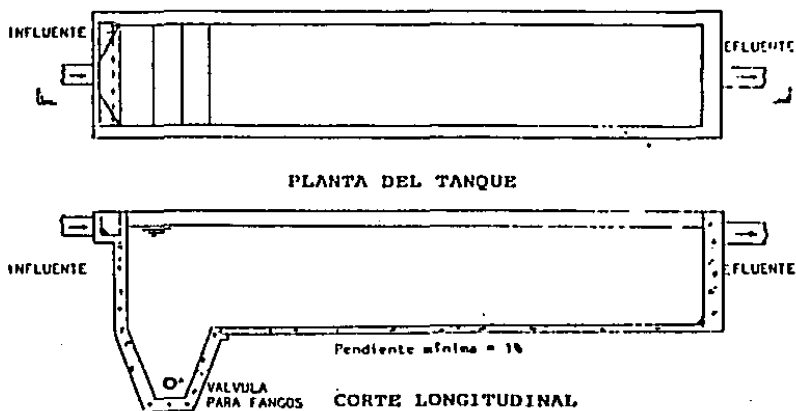
La profundidad del tanque depende del tiempo de retención a gasto máximo. Tomaremos un tiempo de retención mínimo de 2 hrs.

$$H = \frac{Q_{\max} \cdot \text{Tiempo de retención}}{\text{Área superficial}}$$

$$H = \frac{0.115 \cdot 7200}{10 \cdot 37.5} = 2.21 \text{ mts.}$$

Por lo tanto la altura del tanque de sedimentación, incluyendo el bordo libre, será igual a 2.5 mts.

La siguiente figura muestra la forma de un tanque rectangular de sedimentación de limpieza manual.



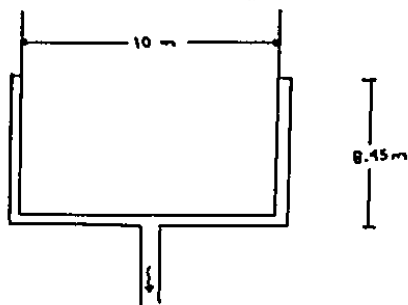
Cálculo del vertedor.

$$\text{Carga sobre vertedor} = 370 \text{ m}^3/\text{día/m}$$

$$\text{Longitud vertedor} = \frac{Q_{\text{max}}}{\text{Carga vertedor}}$$

$$L = \frac{9936}{370} = 26.85 \text{ m.}$$

El vertedor sera de la siguiente forma:



Sustituyendo nuestros valores en la formula para vertedores obtenemos una altura de 0.017 mts. la cual es menor que nuestro borde libre.

Cálculo de las canaletas.

$$A_n = \frac{0.115}{0.6} = 0.1917 \text{ m}^2.$$

Si $b = 30 \text{ cms.}$

$$h = \frac{0.1917}{0.3} = 0.64 \text{ mts.}$$

Por lo tanto la sección de las canaletas será:

$$b = 30 \text{ cms. y } h = 70 \text{ cms.}$$

V.2.4.- Diseño Hidraulico de la Laguna de Oxidación.

El DBO para una agua residual despues de tratamiento primario es de 150 mg/lit. y el efluente debe tener un DBO no mayor a 20 mg/lit. La carga de superficie para aguas con tratamiento primario es de 100 Lq/Ha/dia.

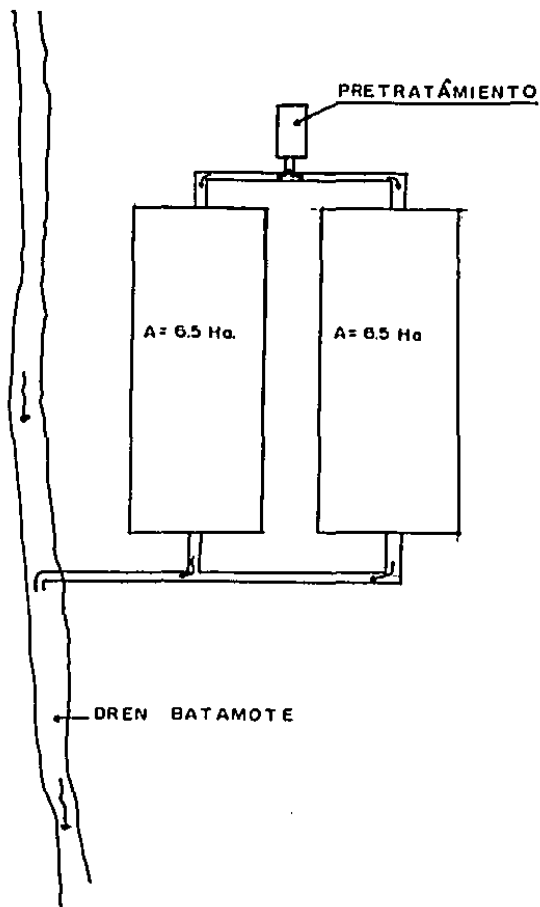
$$\text{Area laguna} = \frac{9936.4 (150 - 20)}{100 \cdot 1000} = 13 \text{ Has.}$$

Se fija la profundidad de la laguna en 1 mt.

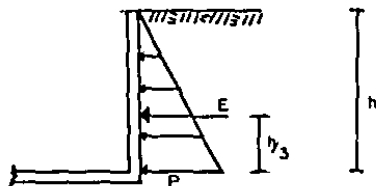
Se tendran dos lagunas de oxidacion de 6.5 Has. cada una.

El efluente de la laguna de oxidación sera vertido al dren Batamote

En la siguiente pagina se muestran las lagunas de oxidación.



V.3.- Diseño Estructural del Tanque de Sedimentación.



$$h = 2.5 \text{ mts.}$$

$$\gamma = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$P = 1800 \cdot 2.5 + \frac{0.5}{1.5} = 1500 \text{ kg/m}^2$$

Tomando una franja de 1 mt. de ancho tenemos que:

$$E = \frac{P \cdot h \cdot h}{2} = \frac{1500 \cdot 1 \cdot 2.5}{2} = 1875 \text{ kgs.}$$

$$\text{Mmax} = E \cdot h/3 = 1875 \cdot 0.8333 = 1562.5 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{156250}{12.64 + 100}} = 11.12 \text{ cms.}$$

$$d = 12 \text{ cms. y } t = 15 \text{ cms.}$$

$$A_s = \frac{156250}{2100 + 0.90 + 12} = 6.89 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ármedo principal} = 0.43 \text{ a } 10 \text{ cms.}$$

$$A_{st} = 0.002 + 100 + 12 = 2.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Acero por temperatura} = 0.43 \text{ a } 24 \text{ cms.}$$

Losa de fondo.

Se calculará como viga simplemente apoyada armada en una sola dirección.

Peso de las paredes del tanque:
(95 m)(0.15 m)(2.5 m)(2400 kg/m³) = 85500 kgs.

$$Wt. = \frac{85,500 \text{ kgs}}{357 \text{ m}^2} = 238 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{\text{max}} = \frac{238 \cdot (10)^2}{8} = 2850 \text{ kg.m}$$

$$d = \sqrt{\frac{285000}{12.64 + 100}} = 15.02 \text{ cms.}$$

$$d = 16 \text{ cms. y } t = 20 \text{ cms.}$$

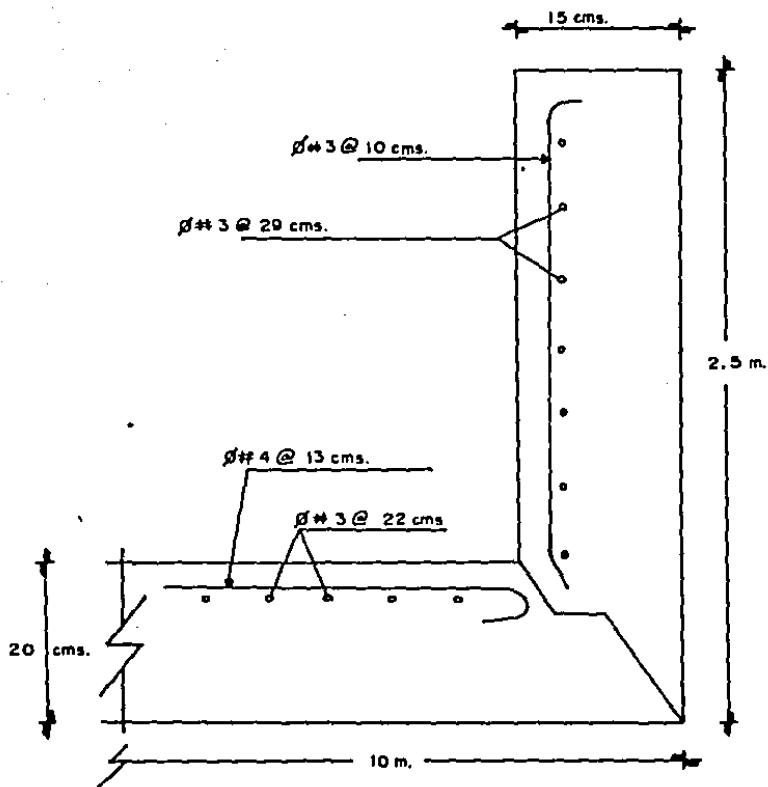
$$A_s = \frac{285000}{2100 + 0.90 + 16} = 9.42 \text{ cm}^2$$

Armado principal = 0 #4 a 13 cms.

$$A_{st} = 0.002 + 100 + 16 = 3.2 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura = 0 #3 a 22 cms.

En la siguiente pagina se muestra el detalle de armado del tanque de sedimentación.



VI.- CONCLUSIONES.

El desarrollo del presente proyecto se llevo a cabo dada la necesidad de los poblados Benito Juárez y Ejido El Gallo de contar con un sistema de alcantarillado sanitario que les permitiera desalojar sus aguas negras de una manera conveniente.

PLANDS

CLAZARO CARDENAS

CGABRIEL LEYA SOLANO

C. MELCHOR OCAMPO

C. ANGEL FLORES

C. MIGUEL HIDALGO

CALLE No 2

CALLE No 1

CANAL VALLE DEL FUERTE



AV. ZARAGOZA

AV. MARCELINO VELAZQUEZ

AV. FED. ALARCON OJUNA

AV. ALFREDO DEL MAZO

BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS

AV. No. 3

AV. No. 5

AV. No. 7

AV. No. 9

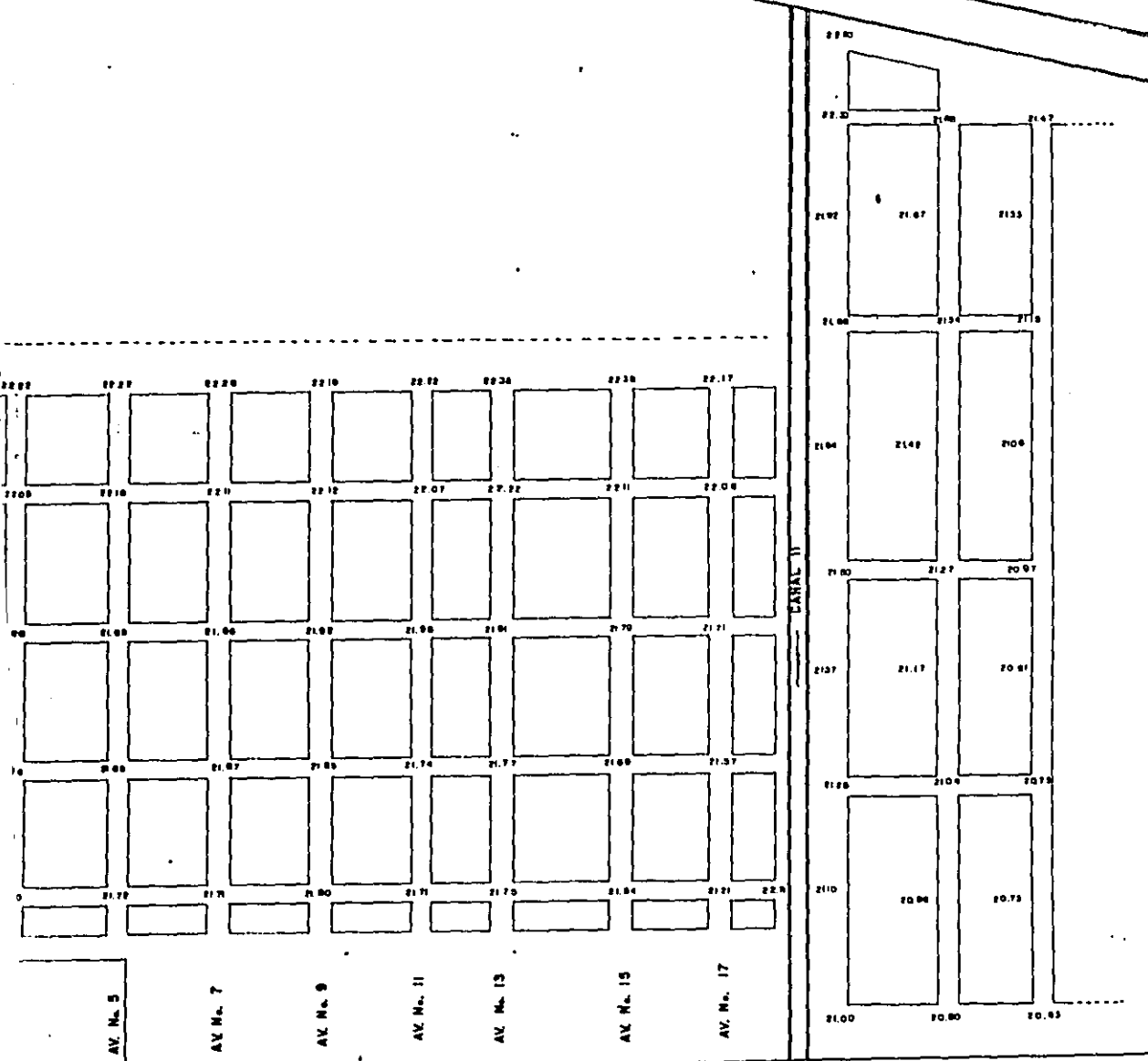
AV. No. 11

AV. No. 13

AV. No. 15

AV. No. 17

CANAL VALLE DEL FUERTE



U. A. G.		
INGENIERIA CIVIL		
BENITO JUAREZ Y EL GALLO		
COTAS DE NIVEL		
ANDRES CARRANZA FAMANIA		
TESIS PROFESIONAL		
Mayo 1988		Plano No. 1

(1)

C. LAZARO CARDENAS
(2)

(3)

C. GABRIEL LEYVA SOLANO
(4)

(5)

C. MELCHOR OCAMPO
(6)

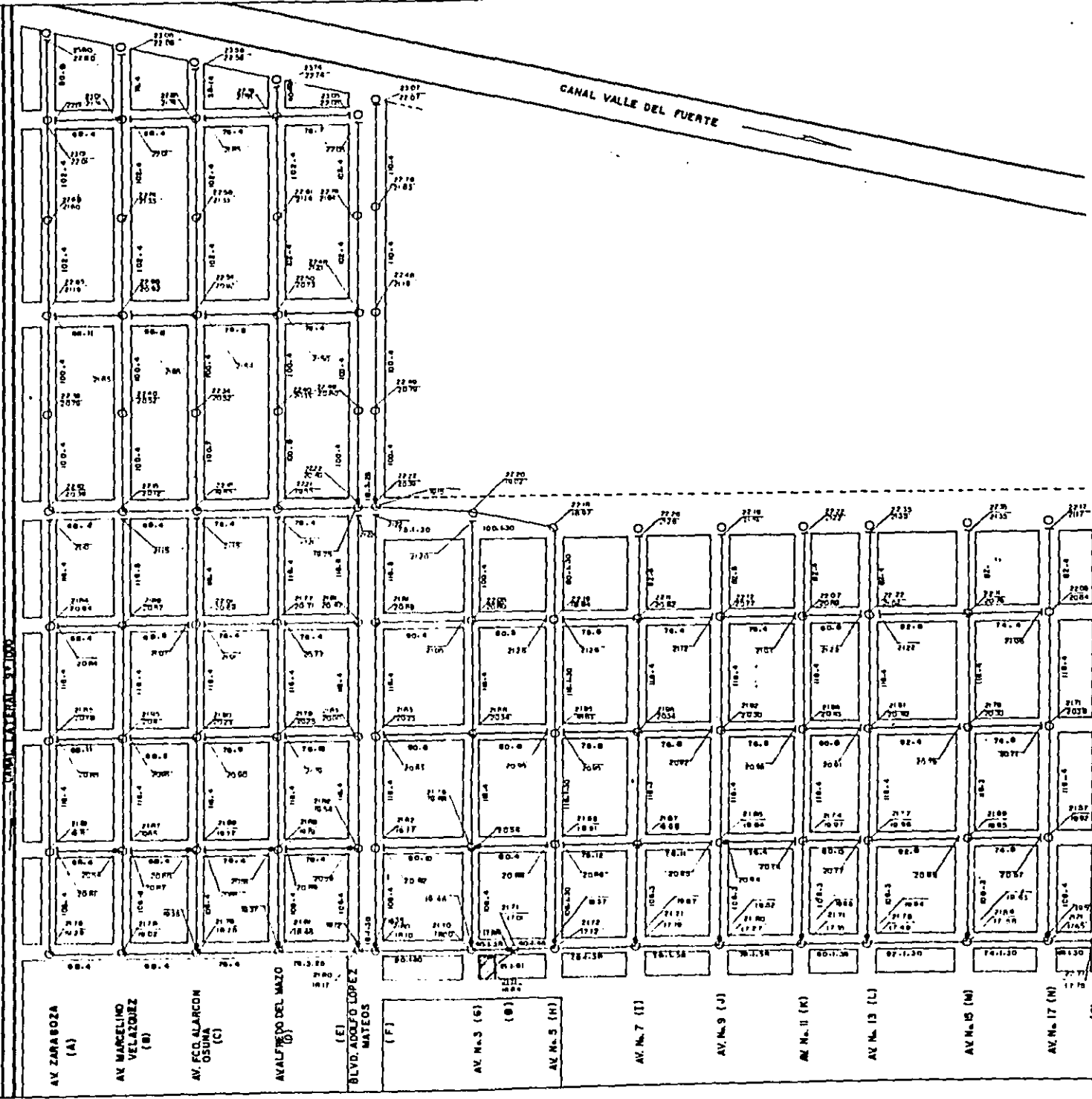
C. ANGEL FLORES
(7)

C. MIGUEL MADALO
(8)

CALLE No. 2
(9)

CALLE No. 1
(10)

CANAL VALLE DEL FUERTE



AV. ZARA BOZA
(A)

AV. MARCELINO
VELAZQUEZ
(B)

AV. FCO. ALARCON
OSUNA
(C)

AV. ALFREDO DEL MAZO
(D)

BLVD. ADOLFO LOPEZ
MATEOS
(E)

AV. No. 3
(F)

AV. No. 4
(G)

AV. No. 5
(H)

AV. No. 7
(I)

AV. No. 9
(J)

AV. No. 11
(K)

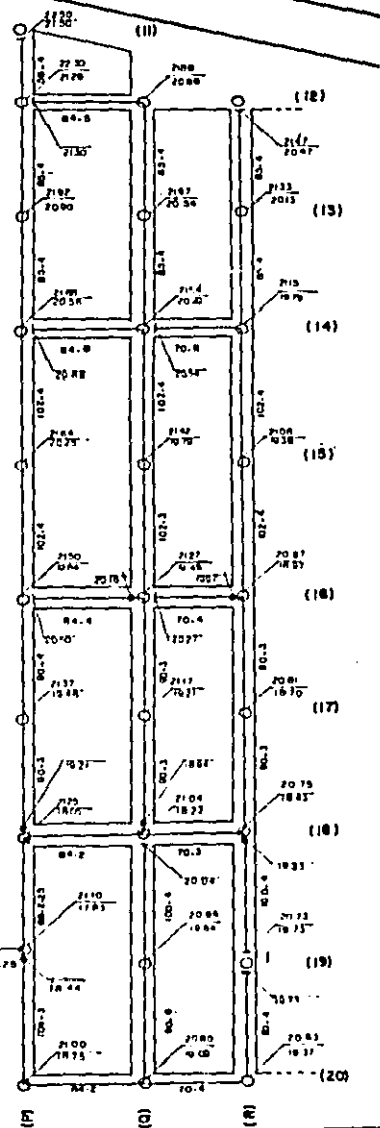
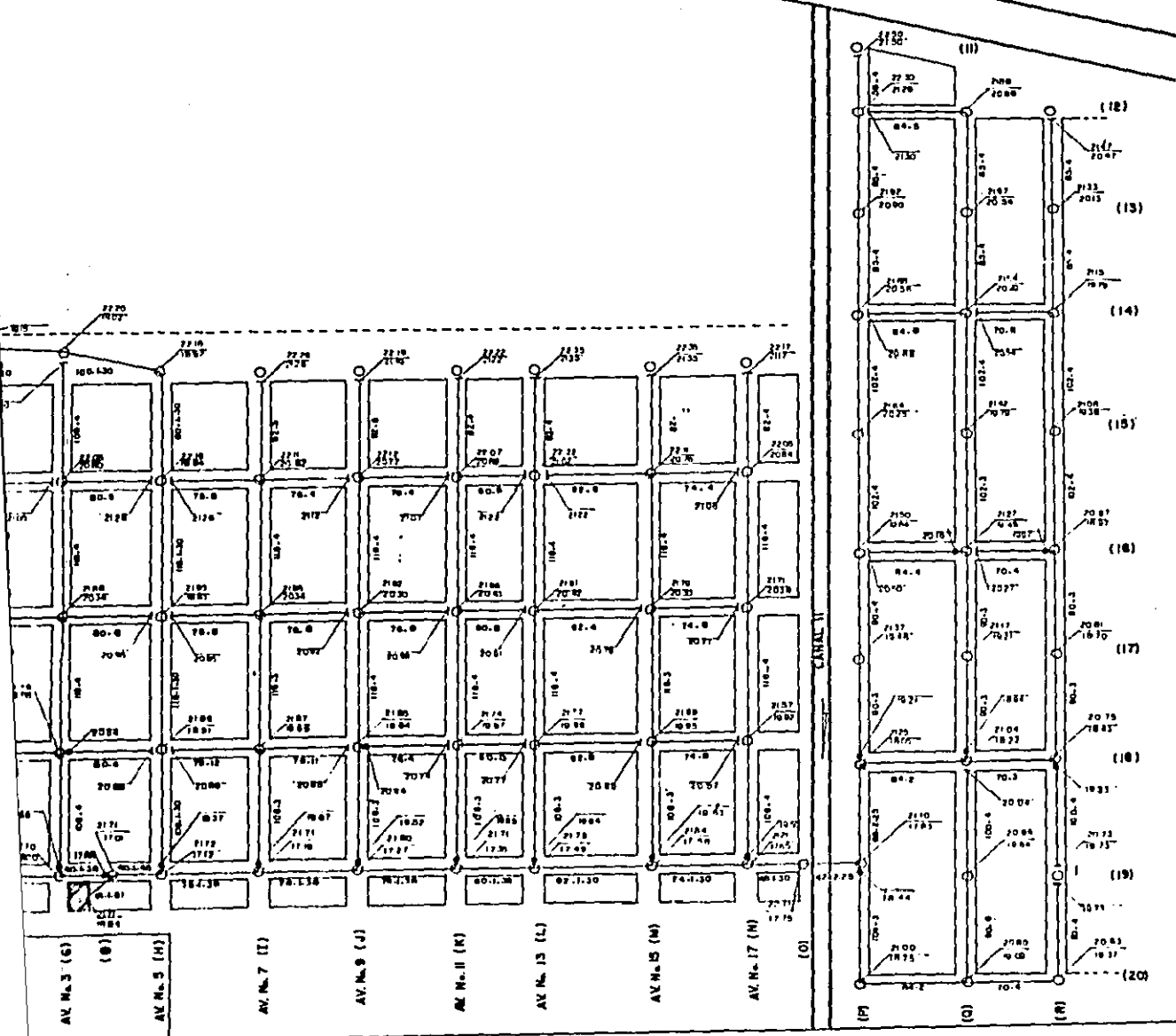
AV. No. 13
(L)

AV. No. 15
(M)

AV. No. 17
(N)

(O)

CANAL VALLE DEL FUERTE



U.A.G	
INGENIERIA CIVIL	
RED DE ATARJEAS	
ANDRES CARRANZA FAMANIA	
TESIS PROFESIONAL	
Mayo 1988	Plano No. 2

← A LOS MOCHIS

202.1-01

10 08
10 20

10 08
10 20

10 17
10 27

10 20
10 49

10 20
10 21

10 38
10 73

10 40
10 50

10 33
10 57

10 28
10 50

10 48
10 21

10 43
10 33

10 40
10 45

10 40
10 37

10 40
10 00

← CARRETERA INTERNACIONAL →

Línea a presión

GABRIEL LEYVA SOLANO

10 02
10 27

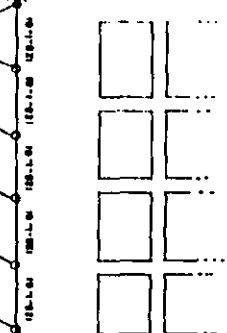
10 00
10 08

10 00
10 07

10 00
10 08

10 38
10 73

10 24
10 01



10 18
10 49

17 00
10 27

17 78
10 28

17 07
10 73

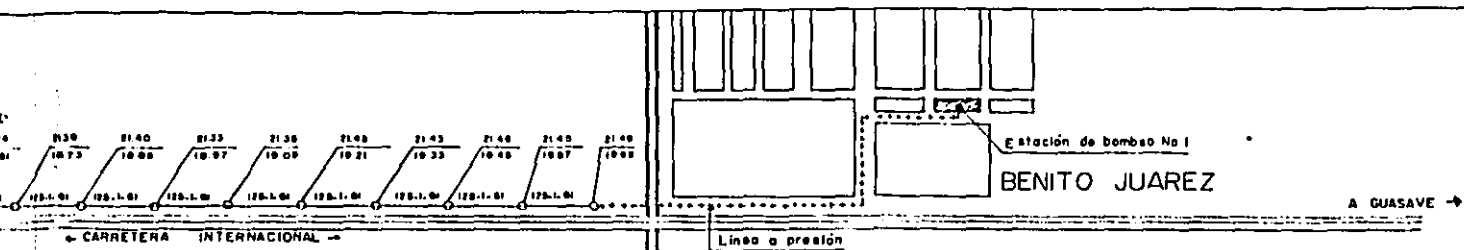
Estación de bombas No. 2

Línea a presión

DREN BATAMOTE

Planta de tratamiento





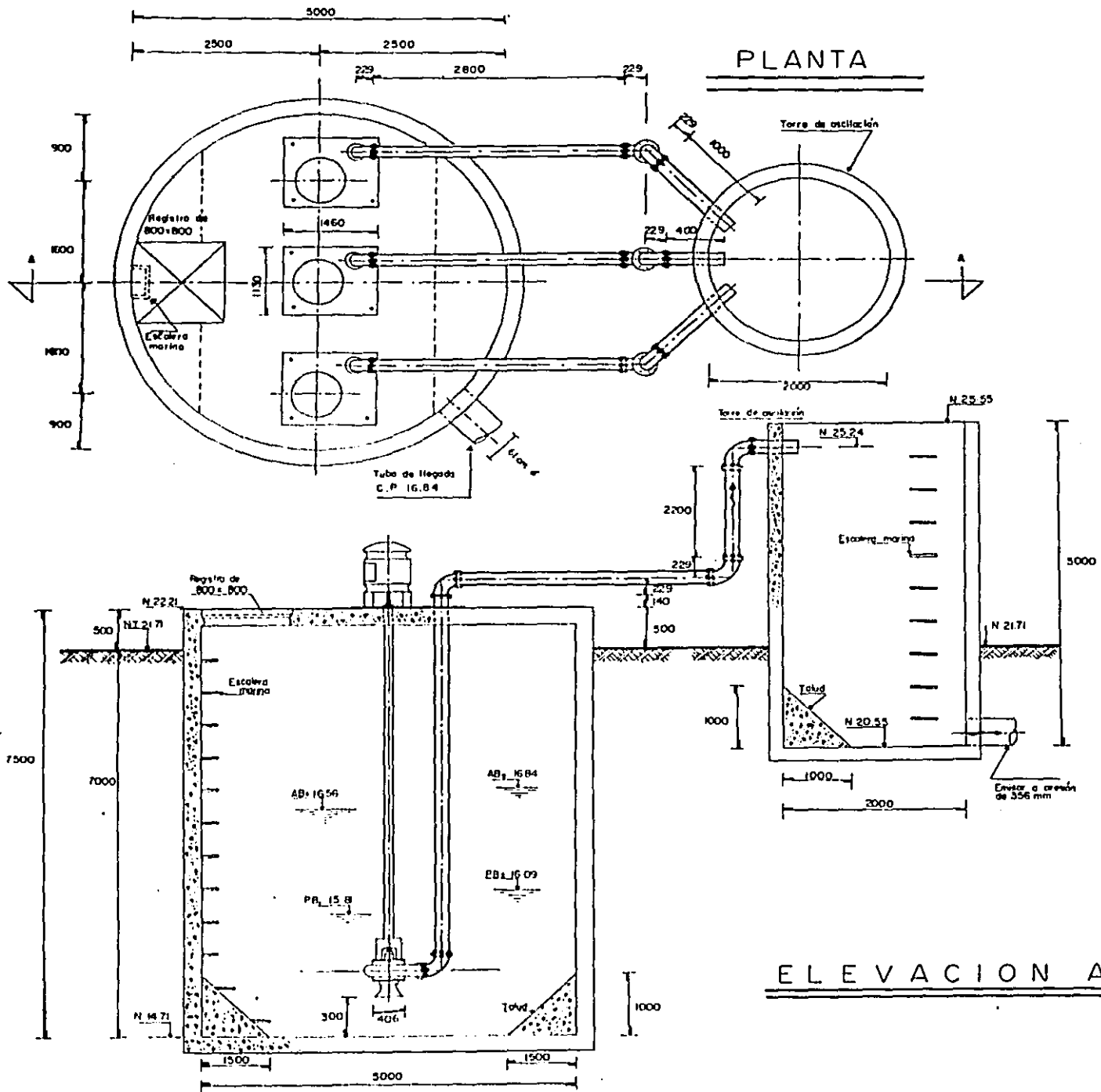
LEYVA SOLANO

Estación de bombeo No. 2

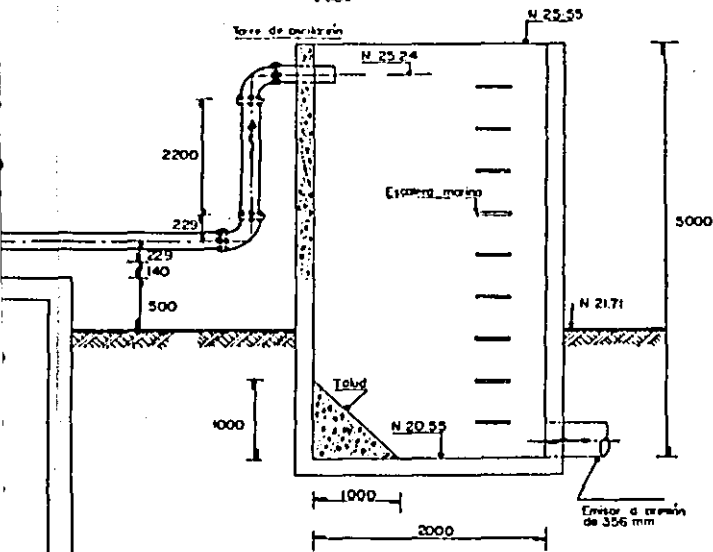
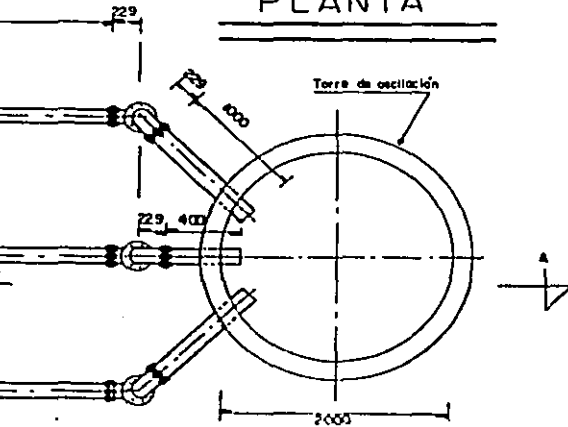
Línea a presión

Planta de tratamiento

U.A.G.		
INGENIERIA	CIVIL	
COLECTOR DE LIGA - EST. No. 1 - EST. No. 2		
ANDRES CARRANZA FAMANIA TESIS PROFESIONAL		
Mayo 1988		plano No. 5



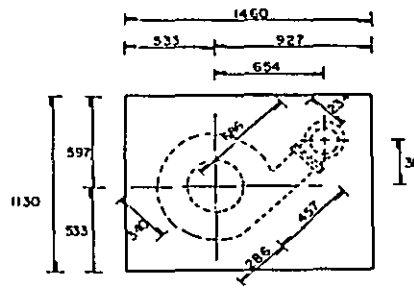
PLANTA



ELEVACION A-A

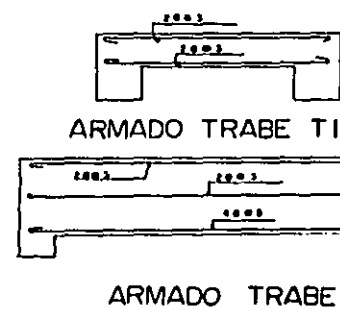
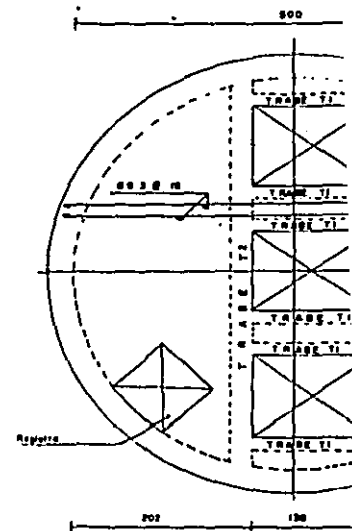
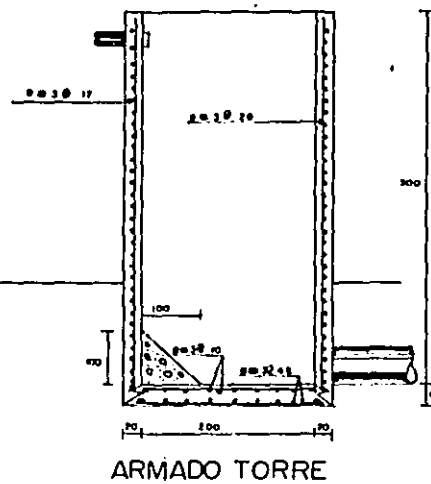
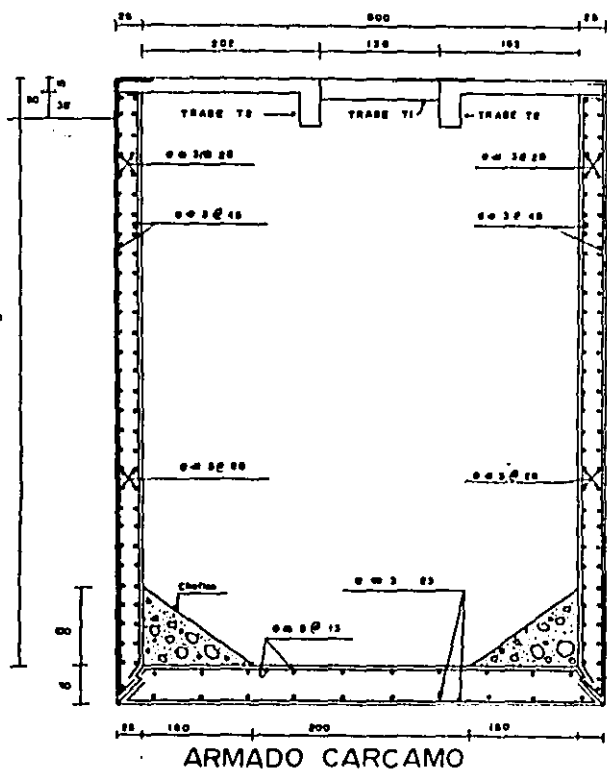
NOTAS

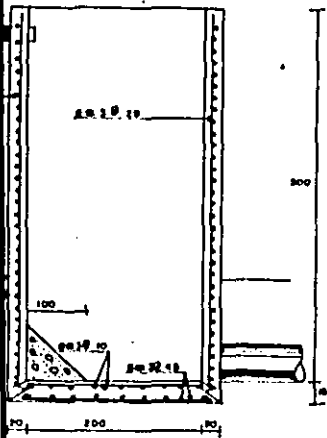
- Acotaciones en mm
- Niveles en metros
- Sin escala



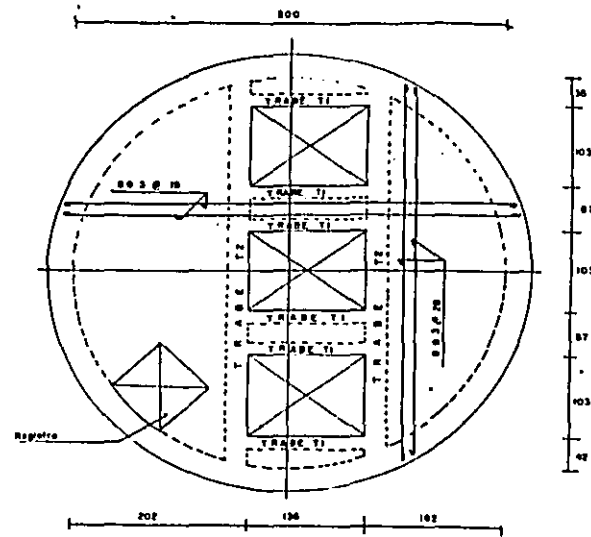
DETALLE DE PLACA

U.A.G	
INGENIERIA CIVIL	
EST. BOMBEO No. 1 (EQUIPO)	
ANDRES CARRANZA FAMAÑA	
TESIS PROFESIONAL	
Mayo 1986	Plano No. 4

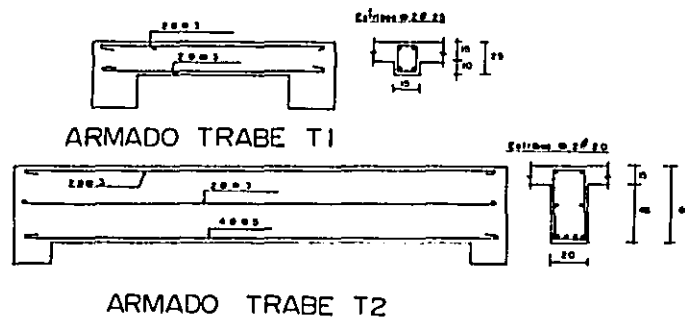




ARMADO TORRE



ARMADO LOSA SUPERIOR Y LOCALIZACION DE TRABES
 espesor = 15 cm.



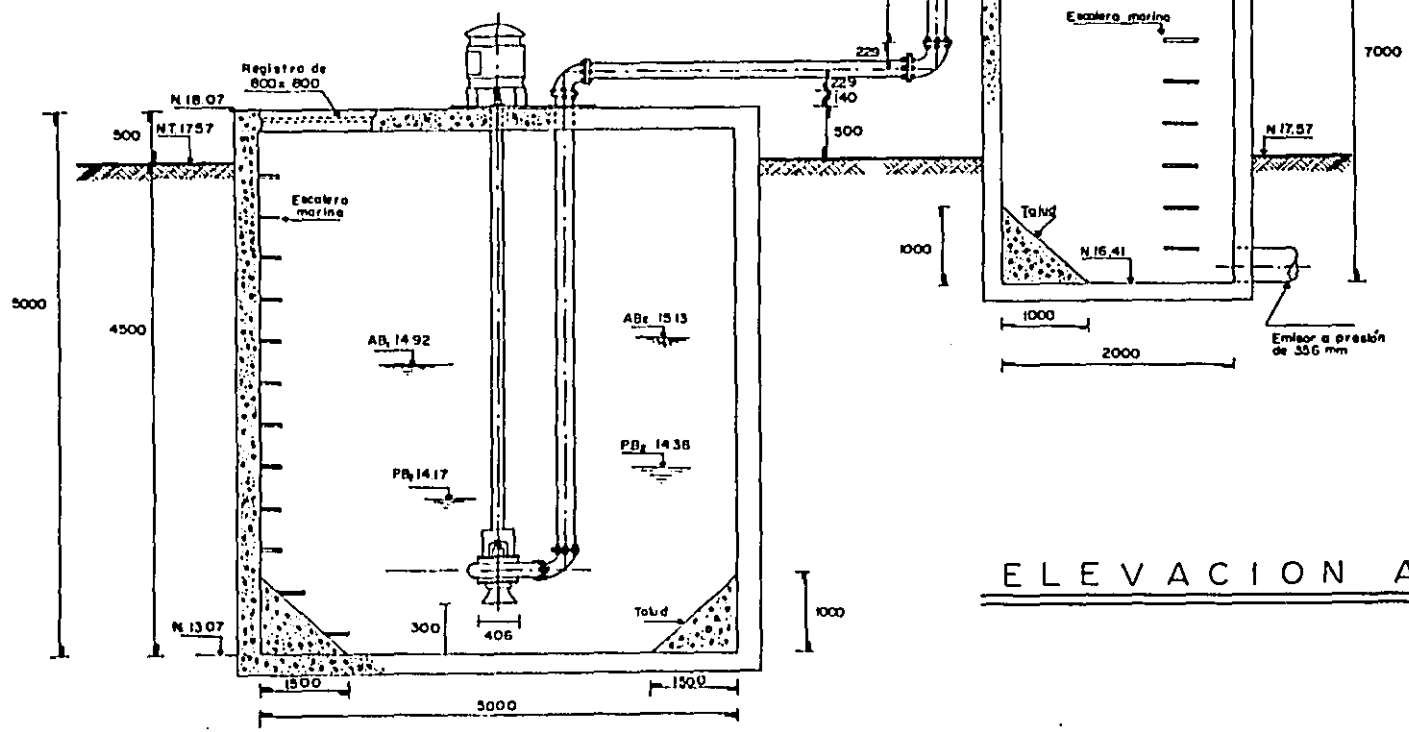
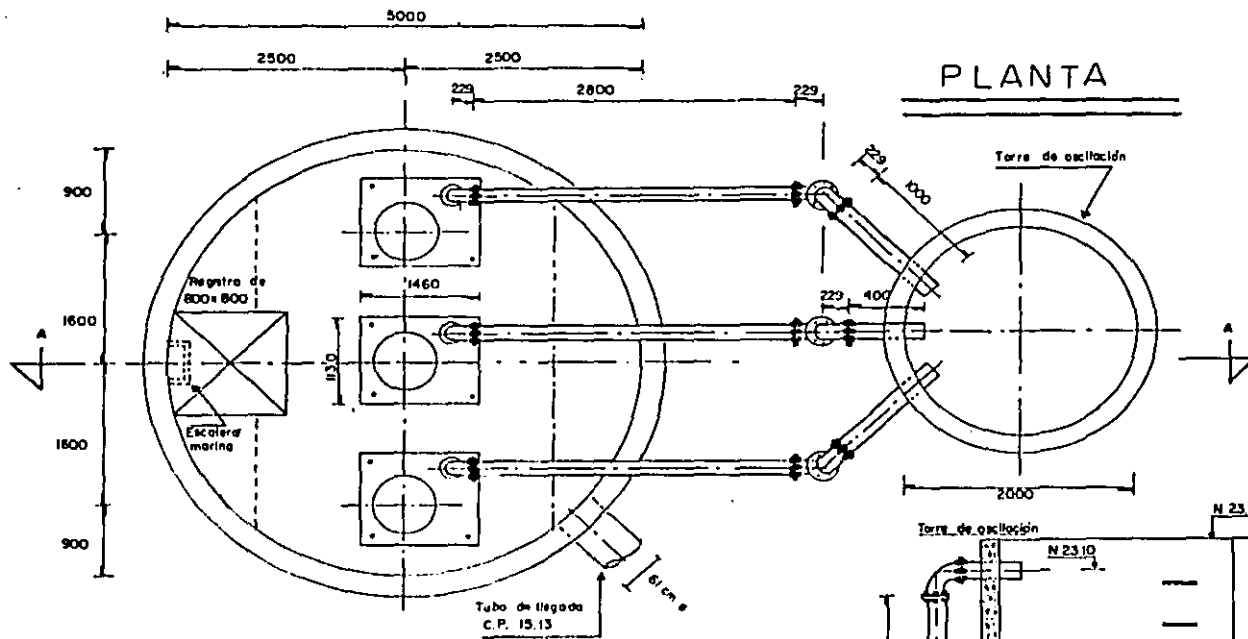
ARMADO TRABE T1

ARMADO TRABE T2

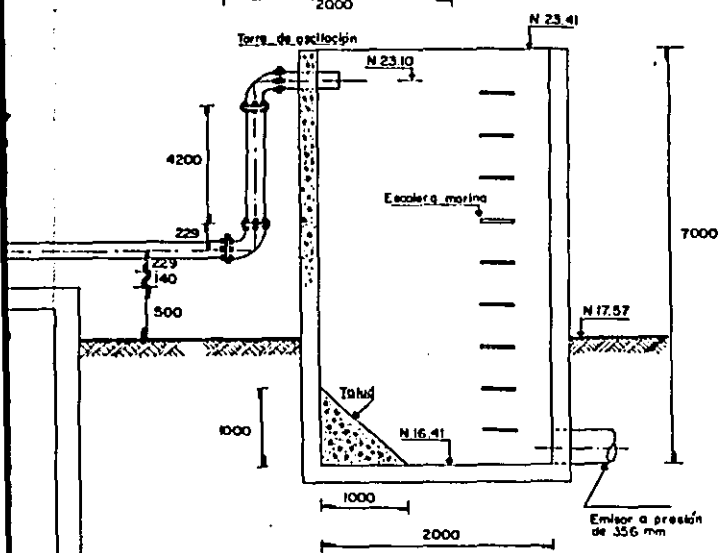
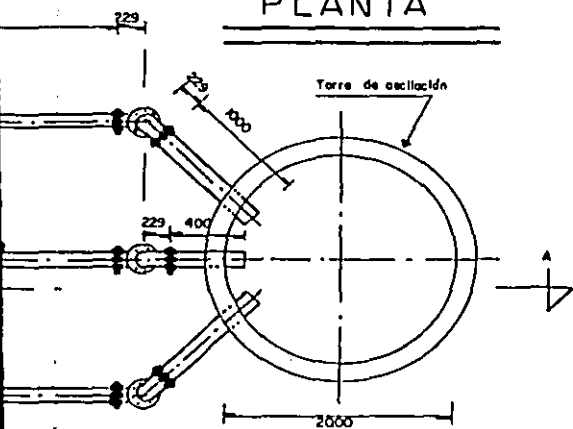
NOTAS

- Anotaciones en cms.
- Sin escala.

U.A.G		
INGENIERIA CIVIL		
EST. BOMBEO No. 1		
(ESTRUCTURAL)		
ANDRES CARRANZA FAMANIA		
TESIS PROFESIONAL		
Mayo 1988		Plano No. 5



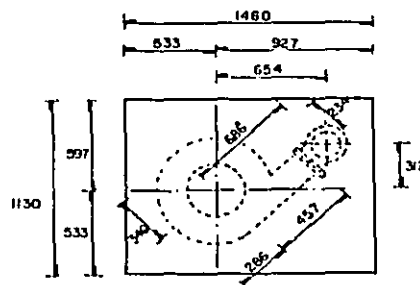
PLANTA



ELEVACION A-A

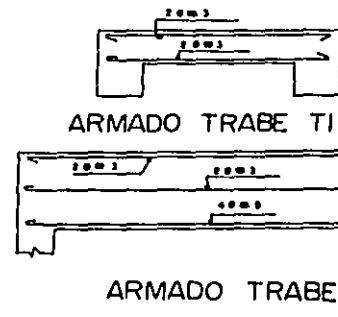
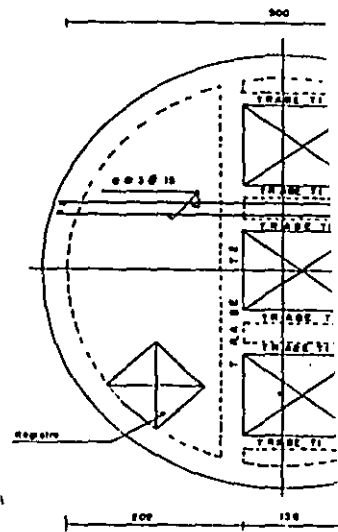
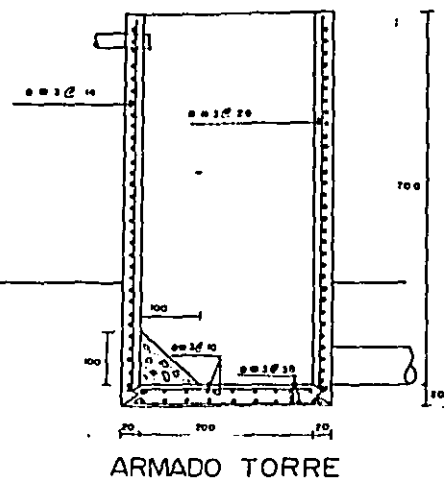
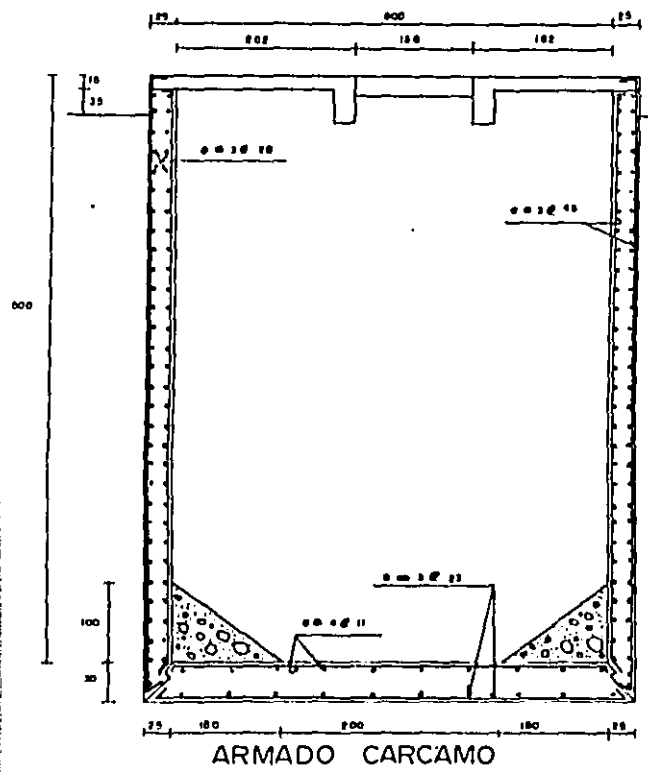
NOTAS

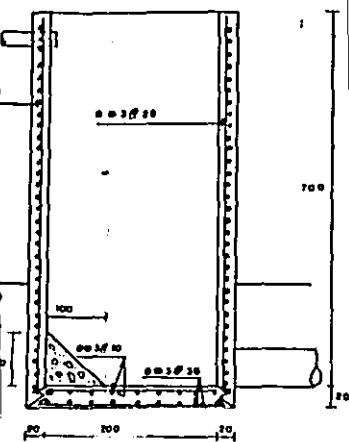
- Acotaciones en mm.
- Niveles en metros.
- Se escala.



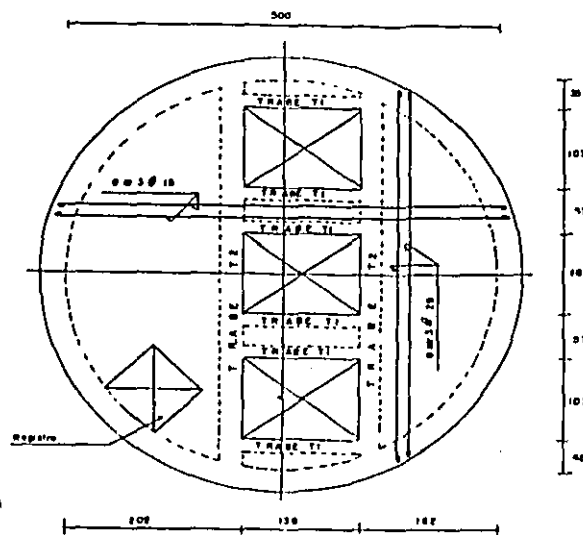
DETALLE DE PLACA

U.A.G	
INGENIERIA CIVIL	
EST. BOMBEO No. 2	
(EQUIPO)	
ANDRES CARRANZA FAMANIA	
TESIS PROFESIONAL	
Mayo 1988	Plano No. 6

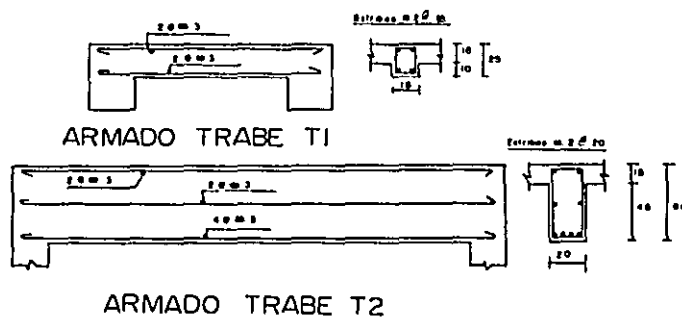




ARMADO TORRE



ARMADO LOSA SUPERIOR Y LOCALIZACIÓN DE TRABES
espesor = 15 cm.



ARMADO TRABE T1

ARMADO TRABE T2

NOTAS

Dimensiones en cms.

Sin escala.

U.A.G.	
INGENIERIA	CIVIL
EST. BOMBEO No. 2	
(ESTRUCTURAL)	
ANDRES CARRANZA FANAMIA	
TESIS PROFESIONAL	
Mayo 1988	Plano No. 7

BIBLIOGRAFIA:

"ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO"
Ernest W. Steef.
Editorial Gustavo Gilli.

"ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS"
Bauman y Babitt.
Editorial CECSA.

"MANUAL DE HIDRAULICA"
Manuel Azevedo.
Editorial Harla.