

**ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y  
ALCANTARILLADOS**



**NORMAS TECNICAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADOS DE AGUAS NEGRAS**

**EL SALVADOR**

**NOVIEMBRE DE 2014.**

## **PREFACIO**

Las Normas Técnicas están relacionadas con las disposiciones Generales Fundamentales contempladas en el Capítulo I de la Ley de Creación de la ANDA.

Las Normas ordenan un conjunto de requisitos que deben satisfacer los proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras, los puntos esenciales a incluir en su nivel de precisión, los valores de coeficientes y parámetros básicos, fórmulas, procesos de cálculo y diseño.

El primer documento de normas técnicas para el Diseño y Construcción de Acueductos y Alcantarillado Sanitario fue elaborado en el año de 1967.

El segundo documento de Normas Técnicas que sustituyó a las elaboradas en el año de 1967, fueron aprobadas por La Honorable Junta de Gobierno de ANDA según ACTA No. 1705 PUNTO VIGÉSIMO del 9 de Octubre de 1997.

El presente documento que tiene como base las normas aprobadas en octubre de 1997 y contiene las modificaciones a las normas técnicas que han sido aprobadas por la Honorable Junta de Gobierno, a partir de la citada fecha.

## INDICE

I.	NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .....	1
1.	PERIODO DE DISEÑO. ....	1
2.	POBLACION FUTURA .....	1
3.	DISTRIBUCION DE LA POBLACION FUTURA .....	1
4.	POBLACION DE DISEÑO .....	2
5.	CONSUMO DE AGUA .....	2
6.	VARIACIONES DE CONSUMO .....	3
7.	HIDRANTES.....	3
8.	FUENTE .....	3
	a. Caudal Aprovechable.....	4
	b. Calidad del agua .....	4
9.	OBRAS DE CAPTACION.....	5
	a. Aguas Superficiales.....	5
	b. Aguas Subterráneas.....	6
10.	ADUCCION.....	6
	a. Caudal de diseño .....	6
	b. Aducción .....	7
	c. Línea de Impelencia.....	8
11.	ESTACIONES DE BOMBEO .....	8
12.	ANCLAJES .....	9
13.	OBRAS DE ARTE .....	9
14.	GOLPE DE ARIETE.....	9
15.	ALMACENAMIENTO .....	10
	a. Volúmenes de Almacenamiento .....	10
	b. Volumen de variaciones horarias.....	10
16.	RED DE DISTRIBUCION .....	10
17.	POTABILIZACION DEL AGUA.....	12
	a. Potabilización .....	12
	b. Desinfección del Agua.....	12

18.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE .....	13
a.	Tuberías y accesorios.....	13
18.1	Tuberías de hierro fundido dúctil .....	13
18.2	Tuberías y Accesorios de Acero.....	13
18.3	Tuberías y Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC) .....	13
18.4	Tuberías y Accesorios de Policloruro de Vinilo Orientado (PVCO) .....	14
18.5	Tuberías de Polietileno de Alta Densidad .....	14
18.6	Tuberías de Hierro Galvanizado .....	14
b.	Válvulas e Hidrantes .....	14
c.	Cajas de protección de medidores de agua potable domiciliarios.....	16
II.	NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	17
II-A.	ALCANTARILLADO SANITARIO CONVENCIONAL .....	17
1.	ALCANCE DEL PROYECTO.....	17
2.	MAGNITUD Y DISTRIBUCION DE POBLACION FUTURA, Pn.....	17
3.	POBLACION DE DISEÑO .....	18
4.	CAUDAL DE DISEÑO; CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS .....	18
5.	CALCULOS HIDRAULICOS .....	18
6.	LIMITES DE VELOCIDAD (A TUBO LLENO) .....	19
7.	DIAMETRO MINIMO DE TUBERIAS .....	19
8.	PENDIENTE MINIMA .....	19
9.	CLASE DE SISTEMA Y TRAZO DE LA RED. ....	20
10.	MATERIAL Y SECCIONES DE TUBERIA. ....	20
11.	PROFUNDIDAD DE LOS COLECTORES. ....	20
12.	SEPARACION DE SISTEMAS. ....	20
13.	CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA RED. ....	21
14.	POZOS DE VISITA. ....	21
15.	CAJAS DE INSPECCION. ....	22
16.	POZOS DE VISITA CON CAJAS DE SOSTEN. ....	22
17.	ALIVIADEROS. ....	22
18.	OBRAS DE ARTE. ....	22
19.	ESTACIONES ELEVADORAS DE AGUAS NEGRAS. ....	23

20.	PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS NEGRAS .....	24
21.	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LIQUIDOS INDUSTRIALES. ....	24
22.	ANCHO DE ZANJAS.....	24
23.	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	24
24.	VIGAS CANAL Y TUNELES. ....	25
25.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	25
a.	Tuberías. ....	25
b.	Marco y tapaderas de pozos.....	25
26.	SISTEMAS DE DISPOSICIÓN DE AGUAS NEGRAS CON FOSAS SEPTICAS Y POZO DE ABSORCION O TUBERIA DE INFILTRACION .....	26
II-B.	ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL .....	26
4.1	Período de diseño.....	29
4.2	Población.....	29
4.3	Dotaciones y coeficiente de retorno .....	29
4.4	Caudal Medio de aguas residuales .....	30
4.5	Variaciones de Caudal.....	30
4.6	Caudal de diseño de aguas residuales .....	30
4.7	Diámetro de los colectores .....	31
4.8	Ubicación de los colectores.....	31
4.9	Profundidad de los colectores.....	32
4.10	Componentes del sistema.....	32
27.	PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO .....	34
5.1	Radio Hidráulico .....	35
5.2	Velocidad.....	35
5.3	Caudal .....	36
5.4	Tirante de agua.....	36
5.5	Tensión Tractiva.....	36
5.6	Pendiente mínima .....	37
III.	SERVIDUMBRES.....	38
1.	Ancho de servidumbre para líneas de acueductos y/o alcantarillados.....	38
2.	Ancho de servidumbre para líneas de media y baja tensión .....	39

IV.	NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECANICAS EN PLANTAS DE BOMBEO DE LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS.....	40
1.	CRITERIOS PARA ELABORAR LOS DISEÑOS DE OBRAS ELECTROMECANICAS. ....	40
2.	CRITERIOS PARA REVISAR LOS DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECANICAS .....	45
3.	CONTENIDO DE LOS DISEÑOS ELECTROMECÁNICOS. ....	46
V.	NORMAS PARA PRESENTACION DE PROYECTOS.....	61
1.	MEMORIA TECNICA. ....	61
1.1	Memoria Descriptiva .....	61
1.2	Memoria de Cálculos hidráulicos .....	64
1.3	Memoria de Cálculos estructurales.....	64
1.4	Planos .....	64
1.5	Notación y Simbología. ....	66
2.	PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADOS DERIVADOS DE LOS SISTEMAS DE ANDA.....	68
2.1	URBANIZACIONES.....	68
2.2	EDIFICACIONES EXTENSAS Y/O ELEVADAS.....	69
3.	PAGOS PREVIOS .....	69
4.	RESPONSABILIDAD TECNICA.....	70
	ABREVIATURAS UTILIZADAS .....	70

## INTRODUCCION.

### a) OBJETIVO:

Proveer a los usuarios internos y externos, los lineamientos y requisitos técnicos que deben satisfacer en el diseño y ejecución los proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras, que formarán parte de la infraestructura institucional.

### b) ALCANCES:

Las normas cubren el diseño de los sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras.

Las Normas son aplicables a proyectos urbanos y suburbanos

## I. NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

### 1. PERIODO DE DISEÑO.

El alcance a período de diseño “n” del proyecto dependerá de la disponibilidad de las fuentes, vida útil de las instalaciones y recursos financieros con un mínimo deseable de n de 20 años.

### 2. POBLACION FUTURA

La población futura  $P_n$ , será estimada con base a la población inicial  $P_o$ , levantamientos censales, estadísticas continuas y otras investigaciones demográficas (muestreos, crecimiento vegetativo, fecundidad, población flotante, etc.), Para estimar la magnitud de  $P_n$  se sugiere aplicar, según el caso, uno de los procedimientos siguientes:

- Extensión de la propia curva de crecimiento según ajuste o interpolación, gráfica o analítica, mínimos cuadrados.
- Extensión gráfica de la curva de crecimiento, según desarrollos análogos observados, en población de mayor dimensión.
- Crecimiento Lineal
- Progresión geométrica
- Logística de Verhulst

El procedimiento a utilizar en cada proyecto deberá justificarse. En el caso de proyectos de urbanizaciones la población se calculará en base al número de viviendas y el número de habitantes por unidad habitacional.

### 3. DISTRIBUCION DE LA POBLACION FUTURA

Necesaria para el diseño de la red, se estima con base datos catastrales y planes de desarrollo urbano, para cada caso en particular.

#### 4. POBLACION DE DISEÑO

Será igual, según el caso, al 100% de la población futura o un porcentaje menor, determinado por limitaciones de orden físico o legal que restrinjan el desarrollo de áreas de la ciudad y de sus habitantes.

#### 5. CONSUMO DE AGUA

D= dotación doméstica urbana 80 a 350 l/p/d.

La dotación total incluirá además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc. y un 20% para fugas y desperdicios.

#### TABLA DE CONSUMOS ESPECIFICOS

Dotación total urbana $\geq$	220	l/p/d
Locales comerciales	20	l/m <sup>2</sup> /d
Hoteles	500	l/hab/d
Pensiones	350	l/hab/d
Restaurantes	50	l/m <sup>2</sup> /d
Escuelas		
• Externos	40	l/alumno/d
• Internados	200	l/p/d
• Personas no residentes	50	l/p/d
Hospitales	600	l/cama/d
Clínicas		
• Médicas	500	l/consultorio/d
• Dentales	1000	l/consultorio/d
Vivienda		
• Mínima	80 - 125	l/p/d
• Media	125 - 175	l/p/d
• Alta	175- 350	l/p/d
Otros		
• Mercados, puestos	15	l/m <sup>2</sup> /d
• Cines, teatros	3	l/asiento/d
• Oficinas	6	l/m <sup>2</sup> /d
• Bodegas	20	l/m <sup>2</sup> /d

• Gasolineras	300	l/bomba/d
• Estacionamientos	2	l/m <sup>2</sup> /d
• Industria	80	l/p/turno
• Jardines	1.5	l/m <sup>2</sup> /d
• Lavanderías	50	l/kg/r.sec
• Cantareras $\geq$	30	l/p/d

## 6. VARIACIONES DE CONSUMO

Los diferentes elementos del Sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua:

Consumo máximo diario: 1.2 a 1.5 consumo medio diario

Consumo máximo horario: 1.8 a 2.4 consumo medio diario

Coefficiente de variación diaria  $K_1 = 1.2$  a  $1.5$

Coefficiente de variación horaria  $K_2 = 1.8$  a  $2.4$

Coefficiente de variación mínima horaria  $K_3 = 0.1$  a  $0.3$  consumo medio diario

## 7. HIDRANTES

En hidrantes para incendio se considerará un consumo de agua de 12 l/s durante un periodo de 2 horas, una presión dinámica residual mínima de 10 m.c.a. y un radio de acción de 150 m. medidos sobre el eje de la calle.

La tubería de alimentación será con diámetro mínimo de  $\varnothing 4''$  se podrá utilizar  $\varnothing 3''$  debidamente justificado.

Los hidrantes se ubicarán de preferencia en las boca-calles, con una separación máxima de 300 metros medidos sobre el eje de la calle. Si fueran del tipo subterráneo se instalarán a una distancia no mayor de 100 m.

## 8. FUENTE

Las aguas superficiales y/o aguas subterráneas, que alimentarán el sistema, deberán satisfacer las siguientes condiciones:

#### a. Caudal Aprovechable

El caudal aprovechable será igual o mayor a la demanda máxima diaria de agua a final de período.

El caudal disponible de la fuente deberá comprobarse con un “Estudio Base” fundamentado en Balances Hidrológicos, investigaciones hidrogeológicas y/o coeficientes hidráulicos de acuíferos y pozos.

En el caso de pozos el caudal aprovechable será igual o mayor que la demanda máxima diaria suministrada en un período no mayor de 20 horas de bombeo.

En caso de que el caudal aprovechable sea menor al caudal máximo diario, se podrán construir reservorios para compensar la demanda máxima horaria.

#### b. Calidad del agua

El análisis será realizado en un laboratorio especializado de acuerdo a los Standard Methods APHA-AWWA.

Las muestras se someterán a los siguientes análisis:

- Toxicológico: para investigar sustancias tales como arsénico, boro, selenio, cadmio, fenoles, pesticidas y detergentes.
- Hidro biológico: para investigar micro algas.
- Bacteriológico: número más probable, NMP/100 mililitros y prueba completa de coliformes fecales.
- Físico: Color, Turbidez, temperatura, sabor, olor y apariencia.
- Químico: pH, sólidos totales, alcalinidad, dureza, sulfatos, cloruros, hierro manganeso, calcio, sílice, anhídrido carbónico, fluoruros, etc.

Los resultados de las muestras de agua deberán ser menores o iguales a los máximos tolerables indicados por las Normas actualizadas OMS, AWWA Si los resultados exceden esos valores, será necesario entonces investigar si es posible aplicar un proceso de potabilización.

## 9. OBRAS DE CAPTACION

### a. Aguas Superficiales

El “Estudio Base” de aprovechamiento de aguas superficiales deberá cubrir las variaciones estacionales de caudal aprovechable y calidad del agua natural.

Al ubicar y diseñar obras de captación se considerarán las siguientes condiciones y/o características esenciales:

- Ubicación apropiada con relación a fuentes de contaminación localizadas.
- Estabilidad hidráulica y estructural.
- Ubicación adecuada para obtener agua de la mejor calidad.
- Control, reducción o eliminación de fuentes de contaminación y/o polución.
- Provisiones para extracción de agua de varios niveles, cuando sea conveniente y factible.
- Definir conveniencias y factibilidad de aplicar presedimentación del agua captada.
- Control de sedimentos, para evitar daños a los equipos y uso excesivo de reactivos en las unidades de potabilización.
- Diseños de obras de protección entre elementos de bocatoma y cámara de succión.
- Diseño adecuado de cámara de succión para evitar vórtices y cavitación
- La Estación de bombeo deberá contar con espacio y equipo para facilitar la instalación y mantenimiento.
- Diseño adecuado de cámara de bombas para evitar vórtices, vibraciones, pérdida de eficiencia y problemas de mantenimiento.
- Provisiones para operación y mantenimiento.

En las captaciones la boca toma estará protegida con rejillas, cribas, jaulas, cortinas o compuertas.

#### b. Aguas Subterráneas

**Nacimientos:** Las captaciones se construirán de acuerdo a diseño conforme a la obra a ejecutar con estructura con rebose, tubería de aducción, caja, arena, válvula de limpieza, escotilla y obras de protección.

**Agua Freática somera:** Las captaciones se construirán en base al diseño propuesto en cada caso en particular aprobado por ANDA.

**Acuíferos libres o artesianos:** La captación de aguas subterráneas profundas se hará conforme a las Normas AWWA para diseño, construcción y desarrollo de pozos profundos para abastecimiento de agua potable.

El caudal de diseño será igual o mayor que la demanda máxima diaria de agua suministrada durante 20 horas de bombeo. El diámetro de la tubería de ademe será igual al diámetro de los tazones de la bomba más 2" como mínimo.

El diámetro de perforación será igual al diámetro de ademe más el espesor del empaque de grava así:

<b>Caudal gpm</b>	<b>∅ tazones</b>	<b>∅ ademe</b>	<b>∅ perforación</b>
<b>menos 125</b>	4"	6"	12 - 14 "
<b>125 - 300</b>	6"	8"	14 - 16 "
<b>301 - 600</b>	8"	10"	16 - 18 "

Se recomienda que el material de la rejilla de pozos se clasifique en cumplimiento a lo establecido en Normas AWWA, tomando en cuenta las condiciones hidrogeológicas de la zona.

## 10.ADUCCION

### a. Caudal de diseño

#### a.1 Sistema sin tanque de Almacenamiento:

Será igual al caudal máximo horario

## a.2 Sistema con tanque de Almacenamiento, antes de la red

Será igual al caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente  $24/n$ , siendo  $n$  el número de horas de funcionamiento de la aductora. En los sistemas abastecidos por bombeo a partir de pozo, el valor de  $n$  será como máximo 20 horas

En los sistemas con planta potabilizadora, la aductora captación- planta se dimensionará con 1.05 caudal de diseño para atender el retrolavado de filtros, limpieza de sedimentadores, etc.

## b. Aducción

Las aductoras en conducto libre se dimensionarán con la fórmula de Manning; considerando el diámetro interno real de la tubería.

Se podrá usar canales cubiertos de diferentes secciones (Trapezoidal, circular, rectangular, ovoide, herraduras) y materiales (concreto, mampostería, roca, etc.), con una velocidad mínima de 0.50 m/s para evitar la sedimentación de la materia suspendida, y una velocidad máxima para evitar la erosión de las paredes, la velocidad máxima dependerá del material del canal; mampostería revestida, concreto, etc.

En conducto forzado, se podrá usar tuberías de diferentes materiales: Acero, concreto armado, hierro fundido, PVC, etc., excepto asbesto cemento, El material a usar dependerá del caudal y características del agua a transportar (dureza, incrustación, corrosión, índice de Langelier), etc. Magnitud de presión de trabajo, costo, etc.

La tubería trazada siempre abajo de la gradiente piezométrica, tendrá si fuere necesario válvulas de aire y purgas de lodo.

La velocidad media de las tuberías será mayor de 0.50 m/s y menor de 2.5 m/s.

Las aductoras gravitacionales a presión se dimensionarán considerando el diámetro interno real de la tubería y la fórmula de Hazen-Williams; si  $\phi \leq 2''$  se usará la fórmula de Flamant

### c. Línea de Impelencia

El diámetro de las líneas de impelencia se determinará a través del punto de inflexión mínimo de la curva de costo anual de inversión más operación vrs. Diámetros.

Son aplicables los parámetros de diseño para conductos forzados descritos en el párrafo anterior relativos al literal b.

## 11. ESTACIONES DE BOMBEO

El lugar para ubicar el tanque de succión, caseta de bombeo y subestación eléctrica debe ser amplio y protegido contra inundaciones, contaminaciones y otros riesgos.

Las casetas de control de mampostería de ladrillo y concreto armado, serán diseñadas para alojar adecuadamente los controles eléctricos, cloradores, repuestos y accesorios, operador y equipo de bombeo, cuando estos no fueren de intemperie. Las casetas tendrán servicios domésticos de agua potable, aguas negras, drenaje pluvial y electricidad, además de buena iluminación y ventilación.

Los equipos de bombeo se seleccionarán para atender el caudal máximo diario durante un período de 10 años y 20 horas/día de bombeo. Al final de ese período habrá un mínimo de 2 equipos, cada uno capaz de atender la demanda máxima. Cuando existan más de 2 equipos, se seleccionarán de manera que el estar fuera de servicio un equipo, por reparación o mantenimiento preventivo, los restantes puedan satisfacer la demanda máxima. Cada equipo de bombeo tendrá una derivación para el control de la producción del pozo y/o del estado de funcionamiento del equipo y un medidor "En línea" para el registro continuo de la producción y la indicación instantánea del caudal bombeado. Se instalará una tubería  $\varnothing$  3/4" PVC adosada a la columna de descarga de la bomba para medir el nivel freático con cinta eléctrica.

Cada equipo de bombeo deberá contar en su descarga con válvula check, válvula de compuerta y manómetro después de la válvula check.

La succión tendrá un diámetro comercial inmediatamente superior a la descarga. Los tanques de succión tendrán respiradero, escotilla de inspección con escala, tubería de rebose y limpieza, además de entrada con flujo laminar

proteger las bombas. La potencia de los conjuntos elevadores se estimará con base al caudal, carga dinámica y eficiencia del conjunto.

Las instalaciones electromecánicas deberán satisfacer las Normas que especifique ANDA.

## 12. ANCLAJES

El peso y dimensiones del anclaje se determinarán con base al análisis estático del empuje dinámico, golpe de ariete y resistencia del suelo.

Los anclajes pueden ser de concreto simple o armado; en cambios de dirección vertical con empuje hacia arriba la tubería será anclada con abrazaderas metálicas empernadas desmontables o utilizar juntas resistentes con juntas mecánicas con llave o juntas rápidas con llave.

## 13. OBRAS DE ARTE

Cuando el acueducto atraviese ríos y/o quebradas las obras de arte, se diseñaran conforme al proyecto a desarrollar.

## 14. GOLPE DE ARIETE

En líneas de impelencia se verificará la resistencia de la tubería calculando la velocidad de la onda de choque, el periodo de la línea y la sobrepresión máxima, con relación al espesor y fatiga del material para lo cual se podrán usar las fórmulas ANSI/AWWA C150/A21.50 para Ho.Fo. y AWWA C900 para PVC.

Se preverá la protección de línea de impelencia contra golpe de ariete controlando tuberías de espesor adecuado, válvulas de aire de doble efecto, y cierre controlado, volantes, cámaras de aire comprimido, válvulas de alivio, columnas de equilibrio, válvulas antigolpe, etc.

## 15.ALMACENAMIENTO

### a. Volúmenes de Almacenamiento

Considerando las probabilidades de ocurrencia y la prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzará comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.

Para incendio se considera un volumen de 90 m<sup>3</sup> por sistema; para reparaciones se estimará el volumen aducido/hora durante un mínimo de 2 horas.

### b. Volumen de variaciones horarias

Los tanques se diseñarán de acuerdo a la integración de la variación horaria senoidal del día de mayor consumo y los valores de K1 y K2 consecuentemente se adaptarán los volúmenes mínimos siguientes

- 24 h/día de aducción 20% del consumo medio diario
- 20 h/día de aducción 30% del consumo medio diario
- 18 h/día de aducción 42% del consumo medio diario
- 16 h/día de aducción 48% del consumo medio diario

## 16.RED DE DISTRIBUCION

El trazo se hará procurando obtener una red integrada por anillos de tuberías principales y secundarias con una presión residual dinámica mínima de 10mca (14.2psi)

La presión estática máxima será de 50mca.(71.1psi); por ello en áreas con acentuado desnivel se dividirá la red en subredes con tanques o zonas con válvulas reductoras de presión.

En casos excepcionales en que las presiones se salgan de los límites indicados (2 puntos como máximo), deberá justificarse debidamente.

Las redes sin hidrantes, caso de localidades pequeñas, aledañas, sin servicio de bomberos, se diseñarán con base al caudal máximo horario de la población de diseño.

Las redes con hidrantes se diseñarán con base al caudal anterior comparado con el caudal medio diario de la población de diseño más el consumo de hidrantes optando por la condición de mayor caudal

La red se diseñará con velocidades menores o iguales a 1.50 m/s los correspondientes valores de coeficiente C (Ho.Fo., 100; acero, 120; PVC, 140) y los diámetros internos reales de las tuberías.

Los acueductos se ubicarán en planimetría al norte en las calles y al oriente en las avenidas, a 1.50 m. del cordón en el rodaje y a una profundidad que permita un relleno sobre la corona de la tubería 1.00 m como mínimo y de 1.80 m. Como máximo, excepto en los casos que por la naturaleza de las obras sea necesario instalarlos a otras profundidades debiendo presentar alternativas de solución para su aprobación.

Las tuberías de la red serán de hierro fundido dúctil ó PVC, con juntas flexibles y diámetro mínimo de 2". Las redes contarán con válvulas de compuerta que permitan aislar tramos para reparación sin interrumpir el abastecimiento de otras áreas. Los ramales de relleno y secundarios en casos especiales podrán ser de  $\varnothing$  1 ½" y 1" y llevarán válvulas en su unión con tuberías matrices.

Las válvulas para operar el sistema se instalarán en pozos de visita. En general deberá procurarse instalar las válvulas en pozos ubicadas estratégicamente y en la cantidad mínima necesaria.

Todas las válvulas de compuerta serán de doble disco vástago no levadizo con juntas bridas o junta mecánica.

La red quedará a un nivel superior al del alcantarillado sanitario con una separación mínima libre de 20 cm.

Las intersecciones de acueductos sobre colectores de aguas lluvias tendrán una separación vertical mínima libre de 10 cm.

#### REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL.

En redes principales, el diámetro mínimo será de 2" y en ramales secundarios o de relleno se permitirá diámetros de 1", 1½" siempre que cumpla con los parámetros de velocidad y presión establecidos.

En acueductos de topografía accidentada se podrá trazar redes con ramales abiertos, con tuberías de diámetro mínimo = 1", cumpliendo con los parámetros de velocidad y presión requeridos.

Las acometidas domiciliarias se proyectarán en base a una abrazadera a instalar en la tubería de conducción y tubería  $\varnothing$  1/2" PVC como mínimo, con su respectivo medidor domiciliario de flujo de acuerdo a modelo de ANDA.

En pasajes peatonales la profundidad mínima de la tubería de A.P. será de 60 cm siempre y cuando se instale al principio de cada pasaje obstáculos que impidan el ingreso de vehículos.

## 17.POTABILIZACION DEL AGUA

### a. Potabilización

Se analizará cuidadosamente los resultados obtenidos en los diferentes exámenes; toxicológico, microscópico, bacteriológico, físico y químico rutinarios; del agua de la fuente con el propósito de evaluar su potabilidad de acuerdo a los límites máximos admisibles, teniendo presente la relación que deben presentar entre si los valores de los diferentes parámetros. Los resultados de las muestras deberán ser menores a los máximos tolerables por las normas actualizadas de, AWWA, OMS, etc.

Si es necesario incluir una planta potabilizadora en el sistema, está se diseñará de acuerdo a las indicaciones de ANDA y se diseñará de acuerdo a cumplir los estándares de calidad de agua según la norma NSO 13.07.01 en su versión vigente.

Si el agua natural presenta únicamente riesgo de contaminación fecal, la fase de potabilización se reducirá a una estación de desinfección.

### b. Desinfección del Agua.

Se aplicará cloración a "residual libre", para obtener una concentración de 0.3 a 1.1 mg/litro de cloro libre, después de un tiempo de contacto de 30 minutos, o lo especificado en la norma NSO 13.07.01 en su versión vigente.

En ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico el residual de cloro debe mantenerse un límite máximo

permisible de 1,5 mg/l y un límite mínimo permisible de 0,6 mg/l en todas las partes del sistema de distribución.

La estación de cloración deberá estar ubicada en un sitio aislado, seco, fresco, con luz natural, ventilación continua, aberturas inferiores, puertas y ventanas con giro hacia afuera, reactivos y equipo de laboratorio, báscula, máscara antigás, etc.

## 18.ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Las tuberías y accesorios deben satisfacer las normas siguientes:

### a. Tuberías y accesorios

18.1 Tuberías de hierro fundido dúctil: Los tubos de fundición dúctil serán centrifugados en conformidad con la norma AWWA C151. Para presiones de trabajo mayores se aplicará el diseño por espesores para seleccionar el tipo de tubería de acuerdo con la norma AWWA C-150.

#### 18.1.1 Tipos de junta en tubería de hierro dúctil

- Junta Campana – Espiga (Junta Rápida)

La Junta Campana – Espiga deberá ser de tipo Enchufe, deberá cumplir con la norma AWWA C-111

- Junta Bridada

La tubería bridada y los accesorios de junta brida y brida enchufe, deberá cumplir con la norma AWWA C-115

- Junta Mecánica

La tubería junta mecánica y los accesorios de junta mecánica deberán cumplir con la norma AWWA C-110

18.2 Tuberías y Accesorios de Acero

Los tubos y accesorios de acero cumplirán con las normas AWWA C-200; AWWA C-207 y AWWA C-208

18.3 Tuberías y Accesorios de Policloruro de Vinilo (PVC)

18.3.1 Tubería de Policloruro de Vinilo según Norma ASTM D-2241, con accesorios de Policloruro de vinilo (PVC) según norma ASTM D-2466.

18.3.2 Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC), según norma AWWA C-900.

- 18.4 Tuberías y Accesorios de Policloruro de Vinilo Orientado (PVCO)  
Tubería y accesorios de Policloruro de vinilo orientado (PVCO), según normas ASTM F-1483 o según norma AWWA C-909
- 18.5 Tuberías de Polietileno de Alta Densidad  
Tubería de polietileno de alta densidad (PE), según norma AWWA C-901 y según norma AWWA C-906, de acuerdo a su diámetro.
- 18.6 Tuberías de Hierro Galvanizado  
Tubería de hierro galvanizado clase liviana y clase mediana: según norma BS-1387 para diámetros hasta 4 pulgadas, con rosca NPT, con revestimiento de zinc mayor a  $400\text{gr/m}^2$   
Tubería de hierro galvanizado clase pesado (cédula 40): según norma BS 1387 o según norma ASTM A53, para diámetros hasta 4 pulgadas, con rosca tipo NPT, galvanizado en caliente, con revestimiento de zinc mayor a  $500\text{gr/m}^2$

b. Válvulas e Hidrantes

**1. Válvulas**

Las válvulas de compuerta, reguladoras de presión, de retención, anti golpe de ariete, ventosas, de mariposa, globo, etc., así como los hidrantes de columna deberán satisfacer las normas siguientes:

- Válvulas de compuerta de hierro fundido montadas en bronce doble disco o disco sólido, vástago no ascendente: AWWA C-500 para redes de distribución y válvulas de compuerta Ho. Fo. con vástago ascendente con torre y tornillo externo a instalar en plantas de bombeo, ANSI B16.1 clase 125 y 250. (presión máxima 200 y 450 PSI, respectivamente).
- Válvulas de compuerta de asiento elástico, AWWA C-509 y 515, para aplicaciones similares a la anterior.
- Válvulas swing-check, cuerpo de Ho. Fo. montadas en bronce AWWA C-508 ANSI B16.1-2.

**2. Hidrantes**

Hidrante para incendio, tipo tráfico con válvula de cierre por compresión: AWWA C502 ASTM B-62.

2.1 TIPOS DE HIDRANTES

2.1.1 DE COLUMNA SECA

Deberá instalarse los conocidos como “tipo tráfico” con dos salidas para conexión de manguera de 2½” y una de 4½” con una altura de zanja máxima de 1.5 m (5pies). Estos se instalaran en las vías principales o de alto tráfico vehicular. Los hidrantes con una sola toma de agua de 2½ no serán considerados adecuados para el combate de incendios.

#### 2.1.2 DE COLUMNA HUMEDA

Podrá instalarse en cualquier condición de tráfico o en vías peatonales, con dos salidas para conexión de manguera de 2½” y una de 4½” con una altura de zanja máxima de 1.5 m (5 pies) y debidamente dotado de una válvula de compuerta en la tubería de derivación la cual permanecerá cerrada para evitar fugas en caso de ruptura, daño o golpes al cuerpo del hidrante. Los hidrantes con una sola toma de agua de 2½ no serán considerados adecuados para el combate de incendios.

#### 2.2 BAJO NIVEL DE RASANTE (SUBTERRANEO)

Deberá instalarse en zonas de alto tráfico vehicular donde se requiera que éstas estén despejadas de obstáculos.

Los hidrantes a instalar deberán cumplir con las normas AWWA C-502 y AWWAC-503, en su versión más reciente.

Deberá contar de una sola válvula de fondo de cierre hermético sin válvula en las tomas, la válvula de fondo deberá ser de tipo de compresión con facilidad de operación bajo las presiones de servicio con asientos y anillos de bronce.

El cuerpo del hidrante será de hierro fundido que cumpla con la Norma ASTM A-126 clase B, con diseño de pasaje de máximo flujo y mínima pérdida, el cuerpo constará de dos secciones unidas mediante bridas que permitan la separación de la parte superior sin interrupción del servicio.

Las roscas de salida para tomas de manguera y bombas de incendio conforme a especificaciones Nacional American Estándar (Pipe House Coupling Screw Threads).

El cierre deberá ser en sentido de la presión del agua con movimiento de apertura contrario a las manecillas del reloj.

## 2.3 DIAMETRO Y COLOR

### 2.3.1 DIAMETRO

El diámetro de conexión de los hidrantes se determinará de la siguiente manera:- Si el diámetro de la tubería de conexión es de 6" o mayor, el diámetro de hidrante será de 6", con válvula de cierre de 5¼" - Si la tubería de conexión es de 4" el diámetro de conexión del hidrante será de 4" con válvula de cierre de 4½".- Para casos especiales previamente autorizados se permitirá la instalación de hidrantes con 2 salidas laterales de 2½" y acople a la red en 3".

### 2.3.2 COLOR

Los hidrantes deberán estar pintados de tal manera que pueda distinguirse el flujo que son capaces de suministrar:

CLASE DE HIDRANTE	COLOR	CAPACIDAD
<b>C</b>	ROJO	hasta 500 GPM
<b>B</b>	NARANJA	de 500 a 999 GPM
<b>A</b>	VERDE	de 1000 a 1499 GPM
<b>AA</b>	CELESTE	1500 GPM o más

#### c. Cajas de protección de medidores de agua potable domiciliarios

Las cajas para medidor domiciliario podrán ser de polipropileno o de concreto, tal como se describe a continuación:

- Cajas de Polipropileno para medidor

Las cajas para medidores domiciliarios de polipropileno tendrán sección elíptica y deben poder alojar medidores de longitud hasta 190mm, estarán construidas de polipropileno reforzado de alta resistencia, con las siguientes dimensiones mínimas interiores: largo = 30cm; ancho= 18cm y profundidad 16cm.

Las tapaderas de las cajas estarán construidas de polipropileno reforzado con fibra de vidrio, de alta resistencia a la carga mecánica, resistentes al intemperismo y a la exposición de luz solar directa. Estarán sujetas a la caja con bisagra en un extremo y con una chapa con llave de seguridad en el otro extremo. La tapadera deberá tener impreso en alto relieve el nombre de la Institución (ANDA) y el logo institucional, perpendicular a la dirección larga de la misma, y contar con una superficie antideslizante.

Las cajas deberán tener integrados los siguientes elementos:

- Uniones, niples y acoples
- Válvula de operación y/o corte de servicio construida en latón niquelado con sistema antifraude

Las cajas deberán ser instaladas generalmente sobre una plataforma de concreto pobre de 3cm de espesor, con un relleno perimetral de 20cm de ancho y 10cm de espesor alrededor de la tapadera de la caja, con concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>.

- Cajas de concreto para medidor

La caja para medidor domiciliario podrá ser de concreto prefabricado según detalle proporcionado por ANDA, con dimensiones libres internas largo=40cm; ancho=40cm; alto=35cm con paredes de concreto simple de 5cm de espesor, con tapadera y marco de concreto reforzado. La tapadera tendrá en bajo relieve el nombre de la Institución (ANDA) y el logo institucional.

## II. NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

### II-A. ALCANTARILLADO SANITARIO CONVENCIONAL

#### 1. ALCANCE DEL PROYECTO

Período mínimo deseable de diseño: 20 años

#### 2. MAGNITUD Y DISTRIBUCION DE POBLACION FUTURA, Pn.

(Ídem abastecimiento de agua)

### 3. POBLACION DE DISEÑO

(Ídem abastecimiento de agua)

### 4. CAUDAL DE DISEÑO; CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del período de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/ha para tubería de cemento y 0.10 l/s/ha para tubería PVC

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual dependerá de la magnitud de variaciones de caudal así:

Ø COLECTOR	FACTOR	Ø COLECTOR	FACTOR
8" ≤ Ø ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores	1.20
30"	1.45	o emisarios	

### 5. CALCULOS HIDRAULICOS

Se usará la fórmula de Chezy-Manning:

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

Considerando el diámetro interno efectivo de la tubería. El coeficiente de rugosidad n será de 0.015 para colectores de cemento-arena o concreto y de 0.011 para PVC donde R= Radio Hidráulico

## 6. LIMITES DE VELOCIDAD (A TUBO LLENO)

En colectores primarios y secundarios: velocidad mínima real = 0.50 m/s a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. En colectores de urbanizaciones prevalecerá el criterio mínimo diámetro pendiente.

Velocidad máxima con el caudal de diseño:

<b>TUBERIAS</b>	<b>VMAX</b>	
<b>PVC</b>	5.0	m/s
<b>Hierro</b>	4.0	m/s
<b>Tubería de concreto</b>	3.0	m/s

Estos límites de velocidad son para diseños a tubo lleno, sin embargo, podrá diseñarse a caudal "REAL" para permitir mayores pendientes en el caso de PVC o similar.

## 7. DIAMETRO MINIMO DE TUBERIAS.

Colectores de pasajes peatonales (vivienda de interés social)

PVC  $\varnothing$  6" si longitud  $\leq$  100 m.

Acometidas domiciliarias  $\varnothing$ 6"

Colectores terciarios  $\varnothing$ 8" (cemento ó PVC)

## 8. PENDIENTE MINIMA.

La pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1%

En casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre que sea PVC y en tramos no iniciales.

## 9. CLASE DE SISTEMA Y TRAZO DE LA RED.

El alcantarillado sanitario será de la clase "separado absoluto de las aguas lluvias".

El trazo y configuración de la red (ortogonal, con interceptores, etc.) será una resultante del aprovechamiento optimizado de las condiciones topográficas e hidrogeológicas .

## 10.MATERIAL Y SECCIONES DE TUBERIA.

Se usarán tuberías de PVC, cemento-arena, concreto simple, concreto reforzado o hierro fundido dúctil, de sección circular, para interceptores o emisarios se podrá usar canales con secciones de diferente forma (trapezoidal, rectangular, herradura, ovoide, etc.) cuando razones técnicas o económicas lo justifiquen.

## 11.PROFUNDIDAD DE LOS COLECTORES.

En los tramos de conexión domiciliar, los límites de profundidad de tuberías en las zanjas, para protección contra las variaciones de carga viva e impacto serán de 1.20 a 3.00 m de relleno sobre la corona de la tubería.

Si el espesor del relleno es menor de 1.20m habrá que proteger la tubería con losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería; a profundidades mayores que 3.0m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliarias.

Cuando se trate de viviendas de interés social y específicamente a tuberías de drenaje de Aguas Negras instaladas en pasajes peatonales, la profundidad podrá ser como mínimo 0.8 m sin necesidad de protecciones.

## 12.SEPARACION DE SISTEMAS.

Para evitar la contaminación del agua potable por presiones negativas, etc. deberán separarse los sistemas de abastecimiento de agua y los de alcantarillados de aguas negras así:

En planimetría: las alcantarillas al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur en las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5 m del cordón en el

rodaje-separación horizontal mínima: 1.50 m. (0.60m en pasajes peatonales); los colectores de aguas lluvias se ubicarán al centro de las vías con una separación horizontal mínima igual a la anterior con relación a los acueductos y alcantarillados.

La red de alcantarillados se proyectará de manera que todos los colectores queden debajo de los acueductos con una separación mínima libre de 20 cm.

Las intersecciones de alcantarillados de aguas negras con colectores de aguas lluvias tendrán una separación vertical mínima de 15 cm libres.

Las zanjas de alcantarillado no podrán utilizarse para asentar ningún otro tipo de tuberías.

### 13.CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA RED.

Cada tramo de colector deberá presentar las especificaciones siguientes: Material de tuberías, longitud de tramos, diámetro y pendiente del tramo, caudal de diseño y a sección plena, velocidad real y a sección plena, niveles de camas hidráulicas al inicio y término del tramo.

El análisis de tuberías funcionando a sección parcial se determinará con el diagrama de campo y la ayuda de tablas de fórmulas de coeficientes relativos.

### 14.POZOS DE VISITA.

Deberán permitir sin riesgos ocupacionales y con la mínima interferencia hidráulica, fácil acceso para la observación y mantenimiento del alcantarillado.

Los pozos de visita se preverán principalmente para inspección, eventual limpieza y desobstrucción de tuberías, así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales, consecuentemente se proyectarán al inicio de colectores, puntos de convergencia de colectores, cambios de diámetro o sección, cambios de dirección o pendiente, cambio de materiales de la tubería. En tramos rectos la distancia entre pozos de visita no excederá de 100 m si  $\varnothing \leq$  a 24".

Podrán utilizarse pozos de visita prefabricados siempre que se compruebe su funcionalidad y resistencia.

#### 15.CAJAS DE INSPECCION.

Si la cama hidráulica del pozo se encuentra a una profundidad mayor de 1.40 m se construirá un pozo de diámetro interno = 1.10m; si la profundidad es menor se construirá una caja de 1.00 x 1.00 x h. m según modelo de ANDA.

#### 16.POZOS DE VISITA CON CAJAS DE SOSTEN.

Si la tubería entrante alcanza el pozo de visita a más de un metro sobre el nivel del fondo se construirá un pozo con caja de sostén; la caída no excederá de 4.00m, hasta 7.50m. se usarán cajas dobles. Cuando el material sea utilizado PVC las cajas de sostén se podrán sustituir por accesorios del mismo material.

Las cajas de sostén se construirán según modelos de ANDA.

Cuando desemboquen tuberías de diferente diámetro, en un pozo de visita, la de menor diámetro tendrá una caída mínima igual a la mitad del diámetro mayor.

#### 17.ALIVIADEROS.

Los pozos de visita de colectores principales paralelos a quebradas o arenales tendrán aliviaderos de rebose, para atender obstrucciones o reparaciones aguas abajo.

#### 18.OBRAS DE ARTE.

Las obras de arte se construirán según diseño conforme a la obra a ejecutar y se justificarán con los correspondientes cálculos hidráulicos y estructurales.

## 19. ESTACIONES ELEVADORAS DE AGUAS NEGRAS.

Debido a las dificultades operacionales y de mantenimiento se evitará incluir estaciones elevadoras en los sistemas de alcantarillado de aguas negras; no obstante cuando sean indispensables se diseñarán considerando las características básicas siguientes:

- Velocidad máxima en succión = 1.50 m/s,
- Velocidad máx. en impelencia = 2.00 m/s
- diámetro mínimo de tuberías de succión e impelencia = 4";
- succión positiva,
- caudal de bombeo superior al máximo aducido,
- tiempo de retención de 10 a 15 min
- volumen reducido de almacenamiento-succión,
- impulsadores inobstruibles,
- velocidad angular reducida (1750 rpm),
- válvulas de compuerta de disco sólido y juntas de desmontaje en la succión,
- períodos mínimos de funcionamiento start-stop de 5 min.,
- previsión de golpe de ariete

Deberá instalarse un número apropiado de equipos de bombeo, para cuando se suspenda la operación de una de las bombas no se interrumpa la evacuación de las aguas negras.

Se utilizarán check del tipo resorte. Las estaciones elevadoras pueden tener pozo húmedo y pozo seco o bien sólo pozo húmedo; utilizando en el último caso conjuntos sumergibles de acoplamiento y operación automática con barras guías e interruptores-alternadores basculantes de mercurio. El diseño hidráulico del pozo húmedo incluirá rebose, drenaje, rejilla para protección de las bombas, fondo con una inclinación mínima de 45°, sumergencia adecuada para la bomba ó tubería de succión y provisiones de funcionamiento sin turbulencia ni vórtices.

El diseño de la estación elevadora debe presentar condiciones adecuadas de ventilación, iluminación y seguridad ocupacional.

#### 20.PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS NEGRAS.

Deberán diseñarse con capacidad de producir un efluente que cumpla con los parámetros de calidad establecidos en la norma NSO 13.49.01 en su versión vigente.

Las plantas de tratamiento de aguas negras, deberán construirse cumpliendo las normas del Ministerio de Salud y el Ministerio del Medio Ambiente, respectivamente.

#### 21.PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LIQUIDOS INDUSTRIALES.

En los casos en los cuales la descarga se realizará a la red de alcantarillado sanitario administrada por ANDA, se diseñarán para cumplir con los estándares de calidad establecidos en la Norma para Regular la Calidad de Aguas Residuales de Tipo Especial Descargadas al Alcantarillado Sanitario y de acuerdo a la particularidad de la industria.

#### 22.ANCHO DE ZANJAS.

El ancho en el fondo será igual al diámetro externo de la campana de la tubería más 20 cm. a cada lado para permitir la colocación adecuada de la tubería.

#### 23.CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Se construirán de acuerdo a planos tipos de ANDA.

Las conexiones Domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda de 3 m.

Se permitirán acometidas dobles y tales acometidas deberán ser de diámetro mínimo  $\varnothing 4''$

## 24.VIGAS CANAL Y TUNELES.

Se diseñarán de acuerdo al proyecto a desarrollarse y deberán adjuntarse diseño estructural y análisis de cimentaciones.

## 25.ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

### a. Tuberías.

Las conexiones domiciliarias serán de cemento-arena o PVC,  $\varnothing$  4"

Los colectores de  $\varnothing$  mínimo = 8" de cemento-arena satisfarán la norma ASTM-C14.

Las tuberías de concreto simple  $10'' \leq \varnothing \leq 24''$  se fabricarán de acuerdo a las dimensiones indicadas en el plano 15A-SPU3 y norma ASTM-C14.

Las tuberías de concreto armado  $\varnothing \geq 30''$  se fabricarán de acuerdo a las dimensiones indicadas en el plano 15 B-SPU3 y norma ASTM-C76.

La tubería y accesorios de PVC, para alcantarillado, deberán satisfacer las normas ASTM-F891; ASTM-D3034; ASTM-F949, ASTM-F679; ASTM-F477; ASTM-D3212; ASTM-F2736; ASTM-F2764; ASTM-F2762; ASTM-F2763; ASTM-D2680; ASTM-A746; ASTM-F2947.

Se aceptarán tuberías que cumplan con normas de otros organismos normalizadores equivalentes a las antes mencionadas.

Las normas anteriores deberán ser en su versión posterior al año 2000.

La rigidez mínima de la tubería deberá ser de 46 psi

### b. Marco y tapaderas de pozos

Los marcos y tapaderas de pozo de visita serán de sección circular, con diámetros libres del acceso de al menos 55cm, sistema de seguridad antirrobo y bisagra de 180 grados de apertura. Las tapaderas no tendrán agujeros de ventilación que puedan propiciar la entrada de aguas lluvias y basura al interior del pozo. La tapadera deberá tener impreso en alto relieve el nombre de la Institución (ANDA). Las características serán de acuerdo con

las condiciones de carga y de tráfico vehicular a que estarán sometidas, como se detalla a continuación:

- Para pasajes vehiculares con tránsito de todo tipo  
El marco y la tapadera serán de hierro fundido o hierro fundido dúctil con sistema de seguridad antirrobo y bisagra; o de concreto polimérico reforzado con fibra de vidrio, con sistema de seguridad antirrobo, teniendo una resistencia de carga según la norma AASHTO H-20 o mayor.
- Para pasajes de paso, peatonales y pasajes vehiculares con tránsito tipo liviano  
El marco y tapadera podrán ser de hierro fundido o hierro fundido dúctil con sistema de seguridad antirrobo y bisagra; de polietileno reforzado de alta resistencia con sistema de seguridad antirrobo y bisagra, o de concreto polimérico reforzado con fibra de vidrio, con sistema de seguridad antirrobo; teniendo una resistencia una resistencia a las cargas de acuerdo con la norma AASHTO H-15 o mayor.  
En ambos casos no se permite la combinación de materiales diferentes de marco y tapadera.

## 26.SISTEMAS DE DISPOSICIÓN DE AGUAS NEGRAS CON FOSAS SEPTICAS Y POZO DE ABSORCION O TUBERIA DE INFILTRACION

En caso de que no exista sistema de Alcantarillado Sanitario en el sector donde se desarrolla el proyecto, el urbanizador podrá optar como alternativa para la disposición de las aguas negras, por el sistema de Fosa Séptica y pozos de absorción o cañería de infiltración, para lo cual deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico Salvadoreño para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas Negras y Grises del MINSAL.

### II-B. ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL

#### 1. SISTEMA CONDOMINIAL DE ALCANTARILLADO

El modelo condominial de alcantarillado sanitario, es un sistema que recolecta las aguas residuales generadas por un conjunto de viviendas mediante un ramal condominial, el cual descarga a la red de alcantarillado sanitario convencional. Las tuberías podrán ser instaladas en la parte interna (con el respectivo permiso de los propietarios) o externa de los lotes, siguiendo el recorrido más favorable de acuerdo a la topografía del terreno, uniendo entre si las instalaciones de cada vivienda.

Por lo general cada ramal recolecta las aguas de las viviendas ubicadas en un polígono o block.

La operación y mantenimiento del ramal condominial será responsabilidad de la ANDA en los casos en los cuales el ramal se ubique en áreas de acceso público (aceras, pasajes, etc.). En los casos que se ubiquen en la parte interna de los lotes o viviendas, si no se constituye la servidumbre respectiva, la operación y mantenimiento del ramal es responsabilidad de los habitantes de las viviendas que aportan al ramal.

Al conjunto de viviendas o lotes que funcionan como una unidad de servicio, se le llama condominio y se define como el grupo de lotes o viviendas que son atendidas por una red o tubería condominial. Cada grupo de viviendas que drena a la red condominial es visto como la proyección horizontal de un edificio.

El efluente del sistema o cada ramal condominial, deberá incorporarse al sistema convencional de alcantarillado sanitario o a una planta de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo receptor.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

Para el diseño y ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario de tipo condominial, los estudios básicos se deberán realizar en el área donde se desarrollará el proyecto y deberán contar con la participación y aceptación de la población a beneficiarse con la introducción del servicio. Las organizaciones que apoyen el proyecto e instituciones involucradas con proyecto deberán también participar en la elaboración de los estudios del proyecto, los cuales comprenderán entre otros, los ámbitos técnicos, sociales, económicos, culturales y ambientales.

Una vez el proyecto comience a funcionar, se deberá trabajar en la organización y concientización de la población usuaria para garantizar su participación plena en las actividades de operación y mantenimiento del sistema, así como en el uso apropiado y cuidado de la red.

### 3. CONSIDERACIONES ESPECIALES PARA LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

En los casos en los cuales se proyecte la instalación de colectores de alcantarillado sanitario dentro de propiedad privada, los beneficiarios deberán de establecer un acuerdo que permita realizar las intervenciones de operación y mantenimiento necesarias en forma ágil y oportuna, a lo largo del período de funcionamiento de la red. El propietario del inmueble afectado por el paso del ramal condominial, deberá tener conocimiento de la existencia de la tubería dentro de su terreno y de la obligación de permitir el ingreso del personal técnico necesario para las operaciones de mantenimiento.

Previo al inicio del proyecto, cada uno de los beneficiarios con un proyecto de introducción de aguas residuales, deberá firmar una carta compromiso en la cual se deberá plasmar la aceptación de la obligación de participar en la operación y mantenimiento del sistema y permitir el acceso al área donde se ubica el ramal dentro de su propiedad.

Se deberá garantizar la participación de los usuarios del sistema desde el momento de concepción en las etapas subsiguientes del proyecto de introducción del servicio de alcantarillado sanitario.

### 4. PARÁMETROS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL

Durante la etapa de diseño, es necesario definir el periodo de diseño, calcular el caudal de diseño en base a valores de dotación y población actual y futura, el tirante de agua correspondiente al caudal, tensión tractiva del tramo, pendiente, diámetro del colector, etc.

#### 4.1 Período de diseño

El período de diseño, permite definir el tamaño del proyecto en base a la población que hará uso del sistema al final de un período de tiempo determinado. El periodo de diseño mínimo será de 20 años.

#### 4.2 Población

Se realizará el estudio de la población beneficiaria y se estimará en base a datos estadísticos, la población actual, población al arranque del proyecto y la población futura o final que se beneficiará del proyecto.

Para la proyección de la población, se podrá ocupar el método de proyección de población aritmético, geométrico, exponencial o curva logística.

Para la estimación de la población, al inicio y al final del proyecto, se realizarán dos estudio, el primero en el cual se estima la población en base a una población de saturación, considerando el uso total del suelo, de acuerdo a la densidad poblacional que brindan los estudios de usos de suelo y planes de desarrollo urbano. Y el segundo en base a las estadísticas de crecimiento población en función del tiempo. Para la selección del valor de la población del proyecto, se realizará una comparación de ambos resultados y se seleccionará el más adecuado en base a criterios técnicos.

#### 4.3 Dotaciones y coeficiente de retorno

Los datos de aporte de aguas residuales se basan en el volumen de agua que una persona consume por día (dotación), razón por la cual, que se definirá la dotación de agua que se asignará a cada habitante. El aporte de aguas residuales, será calculado como la dotación de agua potable, afectada por un coeficiente de retorno. La dotación mínima a utilizar será de 80 l/hab-d. En asentamiento periurbanos, se podrá utilizar una dotación de hasta 60 l/hab-d, siempre que se compruebe técnicamente dicho valor.

En comunidades periurbanas de bajos ingresos, la dotación máxima a utilizar será de 125 l/h-d.

El coeficiente de retorno será de 0.8

Los valores de dotación mínima y máxima, serán utilizados solamente para el cálculo del caudal de aguas negras.

#### 4.4 Caudal Medio de aguas residuales

El caudal medio de aguas residuales en litros por segundo, se calculará con la siguiente formula:

$$Q_{med} = \frac{0.8 \times P \times q}{86400}$$

Dónde:

$Q_{med}$  es el caudal medio de aguas residuales en l/s

$P$  población a beneficiar en habitantes

$q$  es la dotación de agua potable en l/h-d

#### 4.5 Variaciones de Caudal

Para el cálculo del caudal máximo diario, horario y mínimo de aguas residuales, se utilizarán los siguientes coeficientes:

- Máximo diario (K1): de 1.2 a 1.5 el caudal medio
- Máximo horario (k2): de 1.8 a 2.4 el caudal medio
- Mínimo horario (k3): de 0.1 a 0.3 el caudal medio

#### 4.6 Caudal de diseño de aguas residuales

El caudal de diseño de las tuberías, deberá considerar los siguientes caudales:

- Caudal máximo horario  $Q_{mh}$ , el cual es el producto del  $Q_{med}$  multiplicado por el factor k2
- Caudal por infiltración  $Q_i$ , el cual se estimará en 0.1l/s por kilómetro de tubería
- Caudal  $Q_c$  generado en industrias y comercios ubicados en el área del proyecto
- Caudal por conexiones erradas  $Q_e$  el cual se estimará como un 10% del  $Q_{mh}$

Tomando en consideración los caudales anteriores, el caudal de diseño será:

$$Q_D = 1.1k_1Q_{mh} + Q_c + Q_i$$

El caudal mínimo de diseño será 1.5 l/s

#### 4.7 Diámetro de los colectores.

Para la selección del diámetro y pendiente del colector, se podrá utilizar el principio de Tensión Tractiva o el de velocidad mínima real dentro del colector.

Si se aplica el principio de tensión tractiva, cada tramo de colector, deberá ser verificado para un valor mínimo de Tensión Tractiva ( ) de 1 pascal (Pa). En tramos iniciales el valor de la tensión será de 0.60Pa para el caudal al momento de puesta en marcha del proyecto, al final del periodo de diseño, deberá cumplir con el valor mínimo de 1 Pascal.

Si se aplica el principio de velocidad mínima, el valor de la velocidad mínima real deberá ser 0.50m/s.

Para el ramal Condominial, el diámetro mínimo de los colectores será de 100mm (4").

#### 4.8 Ubicación de los colectores.

Los colectores parten de las instalaciones sanitarias de cada vivienda, interconectándolas entre sí. Los colectores podrán colocarse en el interior de los lotes, aceras, pasajes o en jardines externos o internos. En lo posible, los colectores deberán instalarse siguiendo la topografía del terreno y haciendo uso de la menor longitud de tubería, esto con el objeto de disminuir el volumen de terracería.

En base a lo anterior en proyectos de alcantarillado en sectores informales, se tendrán cuatro opciones para la instalación de la tubería:

a) Ramal en la parte interna de la propiedad: el trazado de los colectores comienza internamente a partir de la ubicación del baño y demás equipos sanitarios de la vivienda.

- b) Ramal al frente de los lotes (dentro de la propiedad).
- c) Ramal por las aceras.
- d) Ramal mixto, el cual los colectores se ubican tanto en la parte interna de la propiedad como fuera de la misma.

Con el objeto de disminuir las profundidades de los colectores, se deberán definir sub-cuencas de drenaje independientes, las cuales se conectarán a un sistema de alcantarillado convencional. El área máxima de recogimiento por ramal condominial será de 1 hectárea.

#### 4.9 Profundidad de los colectores

La profundidad mínima dentro de los lotes y aceras, será de 0.30m medidos a la corona del tubo y 0.60m en áreas fuera del lote, esto en zonas con tráfico vehicular liviano. Para zonas con tráfico vehicular pesado, se deberá atender lo especificado para el sistema convencional.

#### 4.10 Componentes del sistema

##### 4.10.1 Acometida Domiciliar

En el sistema condominial, la tubería de la vivienda, se conectará a la red de recolección mediante una acometida domiciliar, la cual tendrá un diámetro mínimo de  $\varnothing 75\text{mm}$  (3"). La conexión a la red recolectora se realizará mediante accesorios, pudiendo descargar una o dos acometidas según se muestra en anexos 5.5 y 5.6.

##### 4.10.2 Obras para interconexión, mantenimiento o inspección

La interconexión de dos o más ramales con profundidades menores a 1.20m, en zonas sin tráfico vehicular se realizará mediante una caja de inspección, según se muestra en los anexos 5.7 y 5.8. Para profundidades mayores a 1.20m, la interconexión se realizará mediante pozos de visita convencionales.

Además, se colocarán cajas de inspección, en las mismas condicionantes que para el sistema convencional:

- Para el cambio de dirección.

- Cambio de diámetro.
- Cada cien metros.
- Cambio de material.
- Cambio de pendiente.
- Interconexión de dos o más colectores o ramales.
- En puntos donde se tengan caídas.

Para los casos anteriores, cuando la profundidad sea mayor a 1.20m se deberá construir un pozo de visita convencional.

Con el objeto de evitar el remanso, la pendiente de la media caña de las cajas y pozos de inspección deberá ser similar o mayor a la pendiente mayor de los tramos de colector que convergen en ella.

Al inicio de un tramo inicial de un colector, se podrá colocar un dispositivo para inspección o limpieza, según se muestra en anexo 5.9.

#### 4.10.2.1 Ramal Condominial

La interconexión de los distintos tramos de colector condominial, se realizará mediante cajas, según se muestra en los anexos 5.7 y 5.8. Se recomienda la instalación de accesorios para limpieza en puntos accesibles de la red y al inicio del tramo condominial, según se muestra en anexo 5.9.

Se deberán utilizar cajas de inspección en puntos accesibles de la red, separadas a una distancia máxima de 50m entre si y en cambios de dirección mayor o igual a 45 grados, para deflexiones menores, se podrán utilizar curvas o accesorios.

#### 4.10.3 Trampa de grasa y aceites

Con el objeto de retener sólidos, aceites y grasas, se recomienda construir una trampa de grasas, la cual deberá tener un volumen útil mínimo de 60 litros, según se muestra en anexo 5.11, la cual se deberá ubicar en un punto cercano al centro de generación de grasas.

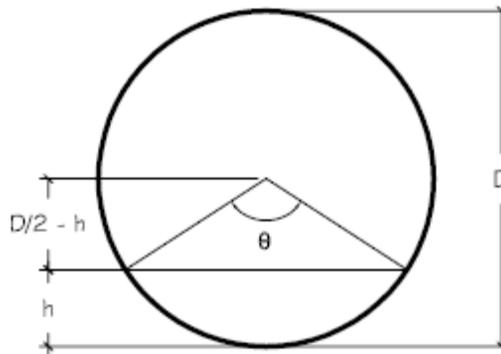
#### 4.10.4 Materiales

Las tuberías a utilizar deberán cumplir con lo especificado en el romano II-A numeral 25.

#### 4.10.5 Instalación de la tubería

La instalación de la tubería, se realizará de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM D-2321 “Prácticas Estándar para la Instalación Subterránea de Tuberías Termoplásticas para Alcantarillado y Otras Aplicaciones de Flujo por Gravedad”.

### 27. PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE DISEÑO



Partiendo de la figura anterior, se tiene que:

El ángulo barrido en función del tirante de agua y el diámetro de la tubería será:

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2h}{D} \right)$$

Dónde:

$\theta$  es el ángulo barrido (en grados sexagesimales)

$h$  es el tirante de agua en el colector (en m)

D es el diámetro del colector (en m)

### 5.1 Radio Hidráulico

El radio hidráulico se deberá calcular con la siguiente formula:

$$R_H = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \text{sen} \theta}{2\pi\theta} \right)$$

Dónde:

$R_H$  es el radio hidráulico (en m)

D es el diámetro de la tubería (en m)

$\theta$  es el ángulo barrido (en grados sexagesimales)

### 5.2 Velocidad

La velocidad en el colector parcialmente lleno se calculará con la siguiente formula:

$$v = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}}}{n} \left( 1 - \frac{360 \text{sen} \theta}{2\pi\theta} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

v es la velocidad (en m/s)

n es el coeficiente de rugosidad (adimensional)

$R_H$  es el radio hidráulico (en m)

S es la pendiente del tramo (en m/m)

$\theta$  es el ángulo barrido (en grado sexagesimal)

La velocidad mínima estará determinada por el valor de la tensión tractiva en cada tramo. La velocidad máxima al final del periodo será 5m/s.

El valor de coeficiente "n" de la fórmula de Manning a utilizar será de 0.013.

### 5.3 Caudal

El caudal en un colector parcialmente lleno, se calculará con la siguiente formula:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15n(2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}}(2\pi\theta - 360\text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde

Q es el caudal en m<sup>3</sup>/s

D es el diámetro en m

∅ es el ángulo barrido en sexagesimal

### 5.4 Tirante de agua

Para el caso de los sistemas condominial, el tirante de agua dentro del colector deberá mantenerse dentro del siguiente rango:

$$0.2D < h/D < 0.7D$$

Dónde:

D es el diámetro del colector

H es el nivel del agua en el colector

### 5.5 Tensión Tractiva

La tensión tractiva, se define como la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Para el cálculo del valor de la tensión tractiva, se utilizará la siguiente formula:

$$\tau = \rho g R_H S$$

Dónde:

es el valor de la tensión tractiva (en Pa o N/m<sup>2</sup>)

$\rho$  es la densidad del agua residual (en Kg/m<sup>3</sup>)

$g$  es la aceleración de la gravedad (en m/s<sup>2</sup>)

$RH$  es el radio hidráulico (en metros)

$S$  es la pendiente (en metro/metro)

La pendiente de los diferentes tramos de colector, deberá ser calculada para cada tramo, tomando en consideración el radio hidráulico correspondiente al caudal y diámetro propuesto para el tramo analizado.

Para el sistema condominial, el tirante máximo del agua dentro del colector será el 70% del diámetro Interno del colector. El caudal mínimo de diseño será 1.5l/s.

#### 5.6 Pendiente mínima

En el sistema condominial, la pendiente mínima del colector, estará dada por la condición de mantener un valor de tensión tractiva mínimo de 1Pa (0.102 kgf/m<sup>2</sup>) de acuerdo al caudal de diseño del tramo, para las condiciones iniciales de funcionamiento.

Para el cálculo de la pendiente mínima, también se podrá utilizar el criterio de velocidad mínima real dentro del colector, de acuerdo a lo estipulado para el sistema convencional, la cual tiene un valor de 0.5m/s.

#### 5.7 Pendiente máxima admisible.

La pendiente máxima admisible, estará determinada por la velocidad máxima dentro del colector, al igual que en el sistema convencional, la velocidad máxima real dentro del colector será de 5.0m/s al final del periodo de diseño.

### III. SERVIDUMBRES

#### 1. Ancho de servidumbre para líneas de acueductos y/o alcantarillados

Si el número de tuberías a instalar es uno, con un diámetro mínimo de 50mm (2") acueductos, y de 200mm (8") para alcantarillado sanitario, hasta un máximo de 600mm (24") en ambos y a una profundidad menor de 2.00mts, la servidumbre tendrá un ancho mínimo de 3.00mts, 1.50mts a cada lado medidos a partir del eje de la misma por la longitud necesaria.

Si la profundidad de la tubería es mayor o igual de 2.00mts, el ancho de la servidumbre se determinará multiplicando la profundidad a la que se encuentra la tubería por un factor de 1.50 y se medirá la mitad del ancho a cada lado a partir del eje de la misma.

El ancho de la servidumbre deberá ser constante en toda su longitud, por lo que el ancho mínimo deberá ser calculado para el punto de profundidad máxima.

El ancho máximo de la servidumbre para tuberías no deberá ser superior a 7.00mts y deberá ser siempre un múltiplo de 0.50mts.

Cuando se instalen dos o más tuberías equidistantes y en forma paralela, la servidumbre tendrá un ancho mínimo de 4.50mts y un máximo de 7.00mts. El ancho de la servidumbre se irá incrementando tomando como base uno de los diámetros de las tuberías a instalar, de acuerdo como se muestra en la tabla 1

**Tabla 1. Ancho de servidumbre mínimo para acueducto o alcantarillado, de acuerdo a su diámetro**

Diámetro de la tubería		Ancho de servidumbre
mm	(Pulg.)	mts.
750	(30)	4.50
800	(36)	5.00
1050	(42)	5.50
1200	(48)	6.00

1500	(60)	6.50
1800	(72)	7.00

En ancho de servidumbre para tuberías de agua potable con diámetros mayores de 600mm (24”) o profundidades mayores de 5.00mts, deberán ser sometidas a un análisis en la Gerencia regional respectiva.

El ancho mínimo de servidumbre, podrá reducirse hasta 2.00mts, bajo las siguientes condiciones:

- a) Profundidad de tubería menor a 1.50mts
- b) Si el tipo de suelo en el que se instalará la tubería es rocoso y la profundidad de la tubería no excede de 2.00mts, a lo largo de la servidumbre
- c) No existe posibilidad de que se construyan estructuras en la colindancia de la servidumbre
- d) El diámetro de la tubería es menor de 150mm (6”) y la profundidad es menor de 2.00mts.
- e) Casos propuestos por el comité técnico y autorizados por la Junta de Gobierno de ANDA.

## 2. Ancho de servidumbre para líneas de media y baja tensión

El ancho mínimo de servidumbre para el paso de líneas de transmisión eléctrica estará definido por el voltaje y por el número de fases con que cuente la línea y será de acuerdo como se muestra en la tabla 2, repartido en partes iguales a partir del eje de la línea.

**Tabla 2. Ancho de servidumbre mínimo para líneas de transmisión eléctrica de acuerdo a su voltaje**

Línea de transmisión	Voltaje kv	Ancho de servidumbre mts
1 fase	De 0.75 hasta 22.00	4.60
2 hilos	Mayores de 22.00	$4.60 + 0.02(\text{voltaje} - 22.00)$
2 fases	4.16	4.9
3 hilos	13.20	4.96

	24.90	5.12
	34.50	5.14
	46.00	5.76
3 fases 4 hilos	4.16	5.20
	13.20	5.30
	24.90	5.58
	34.50	5.98
	46.00	6.44

\* El ancho de servidumbre ha sido calculado tomando en consideración que se utilizan aisladores tipo espiga, en caso se utilice aisladores de suspensión, se deberá incluir el efecto del viento para el cálculo del ancho de servidumbre.

#### IV. NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECHANICAS EN PLANTAS DE BOMBEO DE LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

1. CRITERIOS PARA ELABORAR LOS DISEÑOS DE OBRAS ELECTROMECHANICAS. Para realizar los diseños tanto por las Gerencias Regionales, empresas contratistas o cualquier otra entidad interesada, considerar los siguientes criterios:

1.1 En la memoria descriptiva de los diseños de obras electromecánicas, considerar todo lo relacionado al proyecto, realizando una descripción clara y comprensiva.

1.2 Anexar al diseño las especificaciones técnicas de materiales y equipos, proporcionadas por los fabricantes y hacer referencias a normativas nacionales e Internacionales actualizadas.

1.3 Realizar el presupuesto de obra electromecánica con sus cantidades de obra y unidades, basado en precios de mercado de materiales y equipo para

determinar costos directos, costos indirectos, costo de mano de obra, etc. para obtener el monto total.

1.4 En el diseño de líneas eléctricas de distribución, subestaciones eléctricas e instalaciones electromecánicas en plantas de bombeo considerar los parámetros del servicio existente en la zona, con la finalidad de mejorar o en todo caso no deteriorar la calidad del mismo, de conformidad con las normas técnicas vigentes.

1.5 Las características de los equipos a instalar deben ser congruentes con las características del suministro de energía eléctrica. Esto es, la frecuencia, niveles de voltajes, distribución de energía en la planta, etc.

1.6 La alimentación desde las líneas de distribución primaria (en media tensión) hasta los centros de control de motores se debe hacer a través de subestaciones, localizando convenientemente los centros de carga (subestaciones) y centros de control de motores.

1.7 Para subestaciones con capacidades mayores o iguales a 1000 KVA, utilizar transformadores trifásicos y realizar un estudio de corto circuito para el cálculo y coordinación de las protecciones.

1.8 Para subestaciones con capacidades menores o iguales a 1000 KVA, utilizar transformadores monofásicos convencionales para formar el banco trifásico. Considerar en lo posible el uso exclusivo de subestaciones eléctricas trifásicas formadas por transformadores monofásicos convencionales para cargas trifásicas.

1.9 Considerar en lo posible el uso de transformador monofásico convencional para alimentar la carga monofásica de la caseta de bombeo, con su respectiva medición eléctrica.

1.10 Para el diseño y las especificaciones, contemplar las canalizaciones de reserva que permitan futuros aumentos de carga, cuando la planta de bombeo lo requiera.

1.11 Para montaje directo en poste considerar bancos de transformadores de capacidades menores o iguales de 3 x 50 KVA, y para mayores capacidades se podrá utilizar estructuras tipo "H" o plataformas de concreto debidamente protegidas, según los esfuerzos que generen las cargas y la capacidad de cada estructura.

1.12 Considerar los arrancadores electrónicos en su variedad de aplicación, así como el uso de las protecciones adecuadas aplicando la tecnología de punta para control de motores, para lo cual deberá considerar la calidad de energía eléctrica servida por las distribuidoras en la zona, determinando la conveniencia de su aplicación.

1.13 Realizar un estudio del factor de potencia y uso conveniente de bancos de capacitores o implementar otro método de corrección de factor de potencia de acuerdo a la instalación de equipos propuestos. El estudio se hará cuando opere el sistema.

1.14 Realizar un estudio para el manejo de la potencia, refiriéndose a los tiempos y la cantidad de equipos simultáneos en operación; considerando los horarios tarifarios de facturación de energía eléctrica.

1.15 Diseñar para satisfacer la demanda de servicio y considerar el pronóstico de carga futura, tanto en el equipo de bombeo como en la subestación eléctrica, considerando los parámetros de diseño de ANDA.

1.16 Proyectarse para que tenga una flexibilidad adecuada para la distribución de circuitos, para el entubado y alambrado, de tal forma que permita cambios o modificaciones, sin que éstos representen problemas técnicos complejos o gastos excesivos.

1.17 Toda instalación electromecánica dentro de la planta de bombeo, se debe proyectar en tal forma que sea accesible en su instalación, permitiendo mantenimiento y servicios generales.

1.18 Diseñar para que las caídas de voltaje para los conductores no excedan del 3% en los circuitos derivados de fuerza motriz (motores), en los de iluminación y tomas, y del 5% máximo en la combinación de circuitos desde la subestación (acometida principal) hasta la última carga.

1.19 Cada conductor no conectado a tierra de un circuito derivado deberá protegerse contra corrientes excesivas, por medio de dispositivos de protección contra sobrecorriente.

1.20 Los conductores de los circuitos serán del calibre suficiente para conducir la corriente del circuito y deberán cumplir con las disposiciones de caída de voltaje y capacidad térmica. Utilizando un factor de sobre carga del 25% de la capacidad de conducción instalada.

1.21 Los conductores desnudos de cobre, pueden utilizarse en conexiones de subestaciones, en buses de subestaciones, barras colectoras de arrancadores y sistemas de tierra, en casos especiales en líneas aéreas de distribución de energía en media ó baja tensión.

1.22 Los conductores desnudos de aluminio y sus aleaciones deberán utilizarse en líneas aéreas de distribución de media y baja tensión, dependiendo de las distancias entre postes y de la capacidad de conducción requerida, será el tipo a utilizar.

1.23 Diseñar una protección principal tipo termomagnética para toda instalación electromecánica en las plantas de bombeo.

1.24 La carga computada para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de los circuitos derivados, abastecidos por dichos conductores.

1.25 Los conductores alimentadores para circuitos de 120 V, deben ser como mínimo calibre No. 10, para ramales de contactos calibre No.12, alumbrado calibre No.12 y No. 14, para retornos. En todo caso dependerá de la corriente requerida.

1.26 Considerar el uso de luminarias ahorradoras de energía (Lámparas fluorescentes de balastro electrónico) para interiores Proveer de circuitos separados para alumbrado general, para contactos y aplicaciones especiales; los cuales son para contacto de una salida, en el que se encontrará conectada solamente una carga individual o de servicio continuo.

1.27 Las ramas de los circuitos con más de una salida no deben tener una carga que exceda al 50% de la capacidad de conducción.

1.28 De acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito se deben instalar tableros de distribución con tantos circuitos como sea necesario, dejando un circuito de reserva por cada tres instalados.

1.29 Las canalizaciones eléctricas deberán ser del tipo conduit, tubo de acero galvanizado de pared gruesa IRC (Intermedial Ridigid Conduit) ó tubería conduit de aluminio para las instalaciones al exterior ó expuestas. El tubo de acero galvanizado de pared delgada, ó tubería EMT (Electrical Metal Conduit) en instalaciones en interiores. Utilizar tubería retardando de llama en alumbrado y tomas de corriente para caseta de bombeo. En casos necesarios podrá usarse Ductos, que consisten de canales de lámina de acero

de sección cuadrada o rectangular (canaletas), para complementar utilizar tubería flexible con protección a intemperie con accesorios necesarios acordes a cada utilidad en particular. Los dispositivos de salida de los circuitos derivados, como cajas cuadradas, cajas rectangulares, cajas octagonales, etc. deberán ser del tipo NEMA 1 y tipo NEMA 3R para servicio exterior.

1.30 Diseñar considerando obtener alta eficiencia de operación en las plantas de bombeo, para lo cual se deberán recomendar motores eléctricos, turbinas, válvulas y accesorios de última generación.

1.31 Para el diseño de los equipos de bombeo (bomba y motor) se debe considerar la eficiencia tanto de la bomba como la del motor que cumpla las especificaciones técnicas detalladas en el capítulo 3.

1.32 Para sistemas con varios equipos de bombeo en paralelo, obtener la curva del sistema para seleccionar las turbinas adecuadas.

1.33 Para el caso de instalar turbina en pozo, diseñar considerando como mínimo que: el diámetro de la turbina debe ser dos pulgadas menor que el diámetro de la tubería de revestimiento del pozo, además proveer la instalación de línea de aire que se utiliza para monitorear los niveles del agua en el pozo. Habrá casos especiales donde se deberá solicitar la aprobación de ANDA, para el diseño o la instalación de equipos de bombeo en el que no se cumpla exactamente con este requisito de espacio entre la tubería y el revestimiento del pozo.

1.34 Prever las protecciones y controles, como: corto circuito, sobrecarga, bajo y alto voltaje, pérdida de y rotación de fase bajo y alto nivel del agua, prelubricación de la turbina, sobre-temperatura de baleros, sobre-temperatura de los devanados del motor, contra las vibraciones del motor, mediciones eléctricas, luces indicadoras, operación, arranque y paro de los motores, etc.

1.35 Seleccionar y recomendar los tipos de equipos electromecánicos (arrancador, motor, turbina, válvulas y accesorios) adecuados de acuerdo a los parámetros de diseño, carga dinámica total (presión) o CDT, capacidad de flujo (caudal), presión manométrica, temperatura del fluido, tipo de instalación, materiales, etc.

1.36 Diseñar los árboles de descarga según la fuente y número de equipos de bombeo a instalar considerando los controles y las protecciones hidráulicas; tanto en su selección, ubicación y aplicaciones, de acuerdo al rango de presión y flujo de operación recomendados por el fabricante, parámetros de diseño y normas Internacionales para equipos y accesorios hidráulicos.

1.37 Considerar en los diseños hidráulicos para la descarga, espacios para aforos y limpieza de fuente, purgas del sistema, alivio de presión, protección contra el golpe de ariete, medición de flujo y presión manométrica.

1.38 Diseñar para que todo sistema de bombeo, según la fuente y número de equipos a instalar contenga en el árbol de descarga los accesorios hidráulicos mínimos requeridos para su operación, protección y control, tales como: válvulas solenoide, unión tipo dresser, válvulas de retención, válvulas anticipadoras de onda, válvulas de compuerta, válvulas inclusora-exclusora de aire, manómetros, salidas múltiples o manifold, reductores, filtros, macromedidores, tee, yee, codos, niples, etc.

1.39 El diseño de las estructuras para líneas eléctricas primarias y secundarias en media y baja tensión debe cumplir con las estructuras estándar aprobadas por la SIGET. Los diseños de líneas eléctricas se presentarán en tantas hojas como sean necesarias.

1.40 La simbología empleada en los planos y las especificaciones que se utilizará para la elaboración del diseño electromecánico o un proyecto de las instalaciones electromecánicas, será de acuerdo con normas ANSI, DIN, IEC y BS.

## 2 CRITERIOS PARA REVISAR LOS DISEÑO DE OBRAS ELECTROMECHANICAS.

Para revisar los diseños de las obras electromecánicas en las plantas de bombeo de ANDA, en general se deben seguir los criterios siguientes:

2.1 Verificar el contenido de las especificaciones técnicas de materiales y equipos, las cuales deberán ser acordes para el proyecto electromecánico y cumplir con las especificaciones técnicas mínimas establecidas por ANDA.

2.2 Revisar el presupuesto de obra electromecánica, verificando las cantidades de obras, unidades, precios unitarios, subtotales, impuesto al valor agregado (IVA) y totales.

2.3 Analizar las condiciones de carga a instalar y para posibles cargas futuras, considerando en caso de crecimiento de carga un factor de 1.2 como mínimo.

2.4 En base al análisis de cargas, se deberá verificar la determinación del número y tamaño de los circuitos necesarios.

2.5 Combinando las cargas de cada circuito en una carga equivalente se determina los requerimientos necesarios para la alimentación general de la planta.

2.6 Analizar los diagramas de instalaciones electromecánicas e hidráulicas, verificando: la selección, ubicación, curvas características, regulación y calibración de válvulas y equipos recomendados, funcionamiento lógico de operación, los cuales deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos por ANDA.

2.7 Analizar y comprobar los cálculos realizados, sus fórmulas y factores utilizados, considerando las especificaciones técnicas de materiales y equipos electromecánicos recomendados, los cuales deben cumplir lo especificado en la presente normativa y normas Internacionales de materiales y equipos.

2.8 Revisar que todos los documentos estén completos y contengan la información mínima necesaria, no se recibirán documentación incompleta y estos se devolverán inmediatamente.

### 3. CONTENIDO DE LOS DISEÑOS ELECTROMECAÑICOS.

Las partes componentes de los diseños electromecánicos son:

#### 3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.

La memoria Descriptiva contendrá como mínimo, sin limitarse a ello lo siguiente:

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO, realizar una descripción del proyecto electromecánico referente a: el concepto del proyecto propuesto o por ejecutarse, objetivo, ubicación, alcances, etc.

2. FACTIBILIDAD DE ENERGIA ELECTRICA, presentar la solicitud de la factibilidad de energía eléctrica aprobada, describir punto de entronque de energía eléctrica en media y/o baja tensión,

Distribuidora de Energía Eléctrica que presta el servicio en la zona, características de los parámetros eléctricos, etc.

3. CARACTERISTICA DE LA FUENTE, describir el tipo de fuente, Caudal de explotación, datos de aforo, dimensiones, análisis del agua, acceso, etc.

4. SERVIDUMBRE, especificar y recomendar las necesidades de servidumbre, tomando como base las distancias de planimetría eléctrica que pasa por predios privados y áreas para la planta de bombeo que son necesarias de legalizar, los tendidos eléctricos se realizarán en hombros de carreteras y caminos, solamente que estos no se puedan desarrollar se pasará sobre terrenos privados para lo cual deberá cumplir con la norma” NORMAS TECNICAS DE ANDA SOBRE CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DEL ANCHO DE SERVIDUMBRE PARA EL PASO DE REDES DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS” VIGENTE.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS.

Presentar las especificaciones técnicas de los materiales y equipos a utilizar en el proyecto electromecánico para compararlos con las especificaciones mínimas que requiera ANDA.

6. PRESUPUESTO DE OBRA.

Presentar un presupuesto de obras electromecánicas completo, incluyendo costos directos, costos indirectos, IVA, etc.

7. PLANOS.

Presentar dos juegos de copias (papel bond o heliográfica) y un juego por medio electrónico, tanto para los planos preliminares “como diseñados” y los

planos finales “como construidos”, estos son de dos formas o tipos, de acuerdo a las especificaciones siguientes:

#### 1. PLANOS DE LINEAS E INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS.

Los planos de líneas e instalaciones electromecánicas se presentaran aprobados por la empresa distribuidoras de energía eléctrica que presta el servicio en la zona del proyecto, en tal sentido deberán cumplir con los estándares de diseño de las empresas distribuidoras y normas de la SIGET, estos tipos de planos serán revisados por ANDA y contener como mínimo lo siguiente:

- DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DE LA PLANTA, representar los elementos eléctricos en bloque; con su simbología, incluyendo diámetros de canalizaciones, número de conductores, calibre de conductor, protecciones, etc.; en media y baja tensión, interconectados desde la fuente de alimentación hasta el motor.
- DIAGRAMA UNIFILAR DE ILUMINACIÓN Y TOMAS, representar en distribución de planta la ubicación de los elementos eléctricos con su simbología, incluyendo diámetros de canalizaciones, número de conductores, calibres y detalles necesarios para su correcta interpretación.
- DIAGRAMA DE PLANIMETRÍA ELÉCTRICA, representar en distribución de planta la ubicación de las líneas eléctricas primarias y secundarias con su simbología, incluyendo postes, cables, distancias, deflexiones y detalles necesarios para su correcta interpretación. De ser necesario la línea eléctrica se diseñará aparte, en el número de hojas requerida.
- DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES, representar la conexión del o los transformadores con sus niveles de voltajes primario y secundario.
- ESQUEMA DE UBICACIÓN, representar el área de influencia del proyecto, con su respectivo norte magnético.
- CUADROS DE SIMBOLOGÍA, representar la simbología de cada diagrama o esquema, dentro del diseño electromecánico.

- CUADRO DE ESTRUCTURA Y EQUIPO, representar el número de estructura, tipo y altura de poste, códigos de estructuras, tramos de línea en media y baja tensión, calibre y longitud de conductor, número de hilos, neutro, retenidas y cantidad y capacidad de los transformadores.
- CUADRO DE LISTA DE MATERIALES, presentar el listado de los materiales a utilizar para el proyecto con o sin cantidades.

## 2. PLANOS HIDRAULICOS Y DIAGRAMAS ELECTROMECHANICOS.

Los planos hidráulicos y diagramas electromecánicos serán revisados por ANDA, en tal sentido deben cumplir con los estándares de diseño de ANDA, y contener como mínimo lo siguiente:

- DIAGRAMA HIDRAULICO, representar en distribución de planta las instalaciones hidráulicas de la planta de bombeo: caseta de control, cloración, cisternas, tanques, pozos y equipos hidráulicos de control y protección en árboles de descarga de los sistemas de bombeo, etc., incluyendo válvulas, accesorios, material, diámetros, y cualquier especificación necesaria para su correcta interpretación.
- DETALLES, realizar los detalles necesarios de: pozos de visitas; sello sanitario; anclajes e instalación de equipos y accesorios hidráulicos en tanques, cisternas, descarga y otros.
- DIAGRAMA DE FUERZA Y MEDICIÓN, representar los elementos eléctricos en bloque, en tensiones de operación para cada motor, Interconectados desde la alimentación hasta el motor.
- DIAGRAMA DE CONTROL, representar el diagrama lógico de: arranque, paro, disparos, tiempos de retardo, etc.

## 3.2 MEMORIA DE CÁLCULO.

La memoria de cálculo para los diseños electromecánicos en plantas de bombeo contendrá:

### 1. SELECCIÓN DE LA BOMBA.

La selección adecuada de la turbina (bomba) hidráulica se hace de acuerdo a los parámetros de diseño:

- Carga dinámica total (CDT), definida por: el nivel dinámico ( Nd ) distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación el equipo de bombeo, Dh (diferencia de nivel que se debe vencer con respecto al nivel de referencia), hf (pérdidas totales por fricción).

### Carga Dinámica Total

$$\text{CDT} = \text{P.m.} + \text{N.D.} + \text{hfc} + \text{hv} + \text{Y} + \% \text{ Imprevistos}$$

P.m.: Presión Manométrica (Lectura manómetro en PSI)

$$\text{P.m.}: \Delta h + h_f + h_{fac} + P_{vf}$$

$\Delta h$ : Diferencia de Altura

$h_f$ : Perdidas en la tubería de Impelencia

$h_{fac}$ : Perdidas en el Árbol de Descarga del Equipo de Bombeo

$P_{vf}$ : Presión (PSI) en la Válvula de Flotador en el Tanque

N.D.: Nivel Dinámico del pozo

$h_{fc}$ : Perdidas por fricción en la Tubería de Succión del Equipo de Bombeo

$h_v$ : Perdidas por la carga de velocidad

Y: Diferencia de Altura desde el Nivel de Referencia y la ubicación del manómetro

% Imprevistos: Porcentaje de pérdidas por Imprevistos

- Caudal de Diseño.
- Tipo de Fuente.
- Velocidad de rotación (RPM), para seleccionar curva.

- Dimensiones de la turbina (bomba): diámetro de columna, diámetro de eje, diámetro de tazones, número de tazones, etc.
- Longitud de la tubería de succión. (Setting).
- Curva de desempeño de la turbina (bomba) con su punto de operación.
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas de ANDA, en la que respecta a materiales y equipos.

Aplicando los parámetros anteriores y dependiendo del sistema de unidades utilizado la selección adecuada de la turbina (bomba) hidráulica se hace de acuerdo con las siguientes fórmulas:

#### 1.1. Sistema Internacional de Unidades (SI).

$$BHP = \frac{Q * h}{75 * \eta}$$

Dónde:

BHP = Potencia al eje de la turbina

Q = Capacidad de la bomba en litros/seg.

h = Carga que debe vencer el agua en metros (CDT)

$\eta$  = Eficiencia de la turbina, tomada de la curva o del rango de caudales.

#### 1.2. Sistema de Unidades Inglesas.

$$BHP = \frac{Q * h}{3960 * \eta}$$

Dónde:

BHP = Potencia al eje de la turbina en.

Q = Capacidad de la bomba en GPM.

h = Carga que debe vencer el agua en pies (CDT).

$\eta$  = Eficiencia de la turbina, tomada de la curva o del rango de caudales.

### 1.3 Total BHP.

La potencia total necesaria de la turbina (bomba) para vencer la inercia o potencia al eje, deberá calcularse de acuerdo con la siguiente fórmula:

Total BHP = BHP + Pérdidas en el cojinete de empuje + Pérdidas en el eje.

## 2. SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.

La selección adecuada de un motor eléctrico que generará la fuerza electromotriz, que impulsará la turbina (bomba) hidráulica se hace con las siguientes fórmulas, dependiendo del sistema de unidades utilizado.

$$Potencia\ del\ Motor = \frac{total\ BHP\ (bomba)}{Motor\ Eff}$$

Dónde:

BHP (BOMBA): Es la potencia al freno que demanda la bomba

*Motor Eff* : Es la eficiencia del motor

## 3. SELECCIÓN DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR

En las instalaciones eléctricas la selección adecuada de un conductor que llevará corriente a un dispositivo específico se hace tomando en consideración dos factores, estos se consideran por separados para un análisis y simultáneamente para la selección de un conductor, estos factores son:

3.1. La capacidad de conducción de corriente, (en A).

Por pruebas experimentales, se ha llegado a establecer las tablas de capacidad de conducción de corriente, para distintos conductores con distintas condiciones de instalación, desde el punto de vista del medio de canalización.

### 3.2. La caída de voltaje, $\Delta\vartheta$ (en V).

Los conductores de circuitos alimentadores, tendrán un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en salida más lejana para: potencia, calefacción, iluminación o cualquier combinación de estas cargas; y donde la caída máxima de tensión en los circuitos alimentadores y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, proveerán una eficiencia de funcionamiento razonable, y su cálculo se realiza de acuerdo con las siguientes formulas:

#### 3.2.1. Corriente continua y corriente alterna monofásica (sin componente inductiva, $\cos \phi = 1$ ).

- Conocida la corriente:

$$\Delta\vartheta = \frac{2l * I}{\gamma * s}$$

Dónde:

$\Delta\vartheta$  = Caída de tensión, en V.

I= Intensidad de la corriente en un conductor, en A.

l = Longitud simple del tramo de conductor a considerar, en m.

$\gamma$  = Conductividad en  $\frac{m}{\Omega mm}$

S = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

- Conocida la potencia:

$$\Delta \vartheta = \frac{2l * P}{\gamma * S * U}$$

Dónde:

$\Delta \vartheta$  = Caída de tensión, en V.

P = Potencia activa,.

l = Longitud simple del tramo de conductor a considerar, en m.

g= Conductividad en  $\frac{m}{\Omega mm}$

S = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

U = Tensión de servicio, en V.

#### 4. INSTALACIONES ELECTRICAS DE MOTORES

En la instalación eléctrica de motores intervienen principalmente los siguientes cálculos:

##### 4.1. Cálculo del conductor alimentador.

Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente formula.

$$I = 1.25 * I_{pc} (motor\ mayor) + \Sigma I_{pc} (otros\ motores)$$

Dónde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga (nominal).

$\Sigma I_{pc}$  = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores.

4.2. Protección principal del alimentador de la planta de bombeo, para uno o varios motores.

Tiene por objeto proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos.

Se debe calcular para una corriente que tome en cuenta la corriente de arranque o la corriente nominal (de plena carga) del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los otros motores de acuerdo con las siguientes formulas:

Conocida la corriente de arranque

$$I = I_{\text{arranque}} (\text{motor mayor}) + \Sigma I_{pc} (\text{otros motores})$$

$I$  = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

Donde

$I$  = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador

$I_{\text{arranque}}$  = Corriente de arranque del motor.

$\Sigma I_{pc}$  = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

Conocida la corriente de plena carga.

$$I = 2.50 * I_{pc} (\text{motor mayor}) + \Sigma I_{pc} (\text{otros motores})$$

Dónde:

$I$  = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga.

$\Sigma I_{pc}$  = Suma de las corrientes a plena carga (nominales) de varios motores.

4.3. Circuitos derivados.

Los conductores que alimentan a cada motor de la instalación reciben el nombre de circuito derivado y van desde el tablero arrancador a cada motor.

Esos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%, de manera que el calibre del conductor del circuito derivado se calcula con una corriente de:

$$I = 1.25 * I_{pc}$$

Dónde:

$I$  = Corriente para seleccionar el conductor del circuito derivado.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

#### 4.4. Protección del circuito derivado.

La protección del circuito derivado se hace por medio del interruptor termomagnético y se debe calcular para una corriente que puede ser la corriente de arranque o de corto circuito. El objeto de esta protección es cuidar al conductor no al motor, y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito.

Esas protecciones se calculan para una sobrecarga mínima de 60%, de manera que el interruptor termomagnético se calcula con una corriente:

$$I = 1.60 * I_{pc}$$

Dónde:

$I$  = Corriente de protección del circuito derivado.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga (nominal) del motor.

#### 4.5. Protección del motor (ubicada dentro del gabinete del arrancador).

Tiene por objeto protegerlo contra sobrecargas; para evitar que éste se sobrecaliente, se le permite una sobrecarga del 15%, de manera que la protección del motor se selecciona para una corriente que es 15% mayor que la corriente nominal, siempre que el motor sea construido con un factor de servicio de: S.F.= 1.15.

$$I = 1.15 * I_{pc}$$

Dónde:

$I$  = Corriente de protección del motor.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga del motor.

## 5. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN.

### 5.1. Dimensionamiento de transformadores para secundarios conectados a sistemas monofásicos.

La selección de la capacidad de un transformador requerido para alimentar una carga monofásica conectadas en su secundario, se pueden hacer sumando todas las cargas monofásicas a los voltajes que éstas sean alimentadas. La corriente de la carga se calcula dividiendo la carga total entre el voltaje.

### 5.2. Dimensionamiento de bancos de transformadores monofásicos o transformador trifásico, con secundarios conectados en delta.

El tamaño requerido (KVA), por los transformadores monofásicos o transformador trifásico para alimentar una carga conectada en delta en su secundario se puede determinar de acuerdo al siguiente procedimiento:

- El tamaño de los transformadores de distribución se puede determinar sumando los valores totales de carga trifásica y multiplicando por 1/3 (0.33).

- El transformador trifásico, se puede dimensionar sumando todas las cargas trifásicas juntas. Los KVA calculados corresponden a la capacidad del transformador.

5.3. Dimensionamiento de bancos de transformadores conectados en Delta-abierta, en el secundario.

Este tipo de conexión se deberá utilizar en casos especiales donde no existan las tres fases para el suministro eléctrico y casos de emergencia cuando se daña una unidad en un banco de tres. La capacidad del banco no es muy eficaz cuando predominan cargas trifásicas ya que la capacidad es sólo el 86.6% de la correspondiente a dos unidades que forman el banco trifásico.

El tamaño de los dos transformadores de distribución se puede encontrar sumando los valores totales de carga trifásica y multiplicándolos por 0.577.

#### 5.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES QUE CONFORMARÁN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Haciendo el cálculo de potencia con la Potencia Aparente nominal de los motores y con el Factor de potencia (FP) sin haber sido corregido, tenemos:

$$S = 1.25 \text{ SN del motor mayor} + [ \Sigma (\text{SN de los demás motores}) ]$$

$$\text{SN del motor} = (0.746 \times \text{HP}) / \text{FP}$$

Dónde:

SN: Potencia Aparente del Motor en KVA

HP: `Potencia del Motor Eléctrico

FP: Factor de potencia sin haber sido corregido

#### 5.5 CÁLCULO DE LA CORRIENTE QUE PUEDE ENTREGAR LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La corriente trifásica que puede entregar esta subestación es:

$$I_{3\phi} = (S) / (\sqrt{3} \times V)$$

Donde:

S: Potencia Total de la Subestación en KVA

V: Voltaje en secundario: 460 voltios ó 230 voltios

$(\sqrt{3})$ : Es una constante

## 5.6 CÁLCULO INTERRUPTOR PRINCIPAL QUE ALIMENTA A VARIOS MOTORES

Conocida la corriente de que puede entregar la subestación, el cálculo de Interruptor Principal es.

$$I = 2.5 I_{3\phi}$$

Dónde:

I = Corriente para seleccionar la protección principal del alimentador.

$I_{3\phi}$  = Corriente que puede entregar la subestación eléctrica

## 5.7 CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LA SUBESTACIÓN AL INTERRUPTOR PRINCIPAL QUE ALIMENTA A VARIOS MOTORES

Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos y su calibre se calcula de acuerdo con la siguiente formula.

$$I = 1.25 I_{pc} (\text{motor mayor}) + \Sigma I_{pc} (\text{otros motores})$$

Donde:

I = Corriente para seleccionar la capacidad del conductor.

$I_{pc}$  = Corriente a plena carga (nominal).

$\Sigma I_{pc}$  = Suma de las corrientes a plena carga (nominal) de varios motores.

## 5.8. PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES.

En general, los transformadores requieren dos tipos de protecciones de sobre corriente y de protección atmosférica, En este caso, cuando se aplica la palabra transformador, se quiere decir un transformador o un banco de dos o tres transformadores monofásicos operando como unidad trifásica.

- Protección de sobre corriente en el primario y secundario de transformadores.

MAXIMO DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE					
IMPEDANCIA NOMINAL DEL TRANSFORM ADOR	PRIMARIO		SECUNDARIO		
	MAS DE 600 V		600 V ó MENOS		
	AJUSTE DEL INTERRU P.	CAPACIDA D DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRU P.	CAPACIDA D DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRUPTO R (CAPACIDAD DEL FUSIBLE)
No mayor del 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Mayor del 6% y no mayor del 10%	400%	200%	250%	225%	250%

- Cuchilla fusible

La cuchilla fusible es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y como elemento de protección.

El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de corriente nominal que va a circular por él.

- Protección atmosférica del transformador

Pararrayos. Es el dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico, deberán instalarse en el primario y secundario de la subestación eléctrica de acuerdo a su voltaje de operación, en el lado primario se ubicarán lo más cercano al transformador y en el lado secundario se podrán instalar en cada arrancadores de los motores.

## V. NORMAS PARA PRESENTACION DE PROYECTOS.

### 1. MEMORIA TECNICA.

Todo proyecto de Abastecimiento de agua potable y/o alcantarillado de aguas negras, deberá satisfacer las Normas Técnicas de ANDA. La presentación será integrada a través de una "Memoria Técnica del Proyecto" compuesta de:

- 1.1 Memoria Descriptiva
- 1.2 Memoria de cálculos Hidráulicos
- 1.3 Memoria de cálculos estructurales
- 1.4 Planos

#### 1.1 Memoria Descriptiva:

Incluirá lo siguiente:

- a.- Descripción y antecedentes del proyecto.
- b.- Información básica del lugar
  - Ubicación geográfica y política, clima y condiciones geológicas.
  - Topografía con curvas de nivel.
  - Magnitud, estructura, distribución y dinámica poblacional, según levantamientos censales, muestreos.

- Características de las viviendas; información catastral y socioeconómica planes de desarrollo
- Estructura dinámica epidemiológica de enfermedades transmisibles relacionadas con el agua consumida, excretas y aguas residuales.
- Infraestructura de servicios públicos: electricidad, vías de acceso, recolección y disposición final de basuras, salud, comunicaciones, disposición de excretas y aguas lluvias.

c.- Abastecimiento de agua instalado.

Descripción pormenorizada de todos los elementos del sistema instalado y de su funcionamiento: fuentes, caudal disponible, caudal extraído, horas de bombeo, demanda de agua, población abastecida, cobertura de conexiones domiciliarias y cantareras, horas de servicio; calidad del agua y tratamiento horas de servicio, hidrometría, tarifa, deficiencias y problemas operacionales, volumen de almacenamiento, estado físico y vida útil de unidades, etc.

d.- Disposición de Excretas, Aguas Negras y Desechos Líquidos Industriales.

Descripción pormenorizada de todos los elementos del sistema de alcantarillado instalado (si existe).

- Caudal y características del agua residual descargada por el alcantarillado.
- Caudal, características y usos del receptor de aguas residuales, aguas arriba y abajo del punto de descarga del alcantarillado.
- Ubicación de manantiales y pozos.
- Ubicación de basureros terminales, letrinas, tanques sépticos y viviendas sin servicio de disposición de excretas; contaminación del suelo.
- Disposición, caudal y características de los desechos líquidos industriales y/o agroindustriales.
- Presencia potencial de tóxicos químicos en los retornos agrícolas.
- Alternativas de evacuación y disposición de excretas.

e.- Análisis de Alternativas.

Análisis comparativo de las alternativas posibles de solución del problema afrontado considerando simultáneamente los factores técnicos

(científicos, tecnológicos), económicos, financieros, ecológicos y sociales; con el propósito de definir la solución apropiada y factible.

f.- Descripción del proyecto a realizar.

Resumen de obras proyectadas, descripción de obras pormenorizadas, incluyendo especificaciones de materiales y equipo, de todos los elementos y unidades del sistema de abastecimiento de agua y/o alcantarillado propuesto, de acuerdo a las Normas Técnicas de ANDA.

g.- Investigación Hidrogeológica (si el proyecto incluye autoabastecimiento de agua) Desagregada en los siguientes items:

- Hidrología: Cuenca hidrográfica, clima, reservas forestales y clasificación agrológica MAG, temperatura, precipitación, evaporación, escorrentía, infiltración, flujo base, aprovechamiento superficial, inventario de manantiales, calificación de área urbana VMVDU.
- Geología: Geología superficial, geomorfología histórica, perfiles geológicos de pozos
- Hidrogeología: Características de las formaciones diferenciadas.
- Balance hidrológico del acuífero y la Cuenca.
- Aguas Subterráneas: Inventario de pozos; profundidad, curvas isofreáticas, caudales explotados y capacidad específica.
- Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas.
- Riesgos de contaminación.
- Pozo profundo a perforar, Parámetros de diseño: diámetro y profundidad de perforación, espesor, diámetro, longitud y material de ademe; perfil geológico, registro eléctrico; longitud, espesor y material de rejillas; diámetro hidráulico, análisis granulométrico del acuífero, forma y dimensiones de aberturas, velocidad de entrada, empaque de grava, pruebas de bombeo,( a caudal constante durante un período de 72 horas y por el método de etapas sucesivas) calidad del agua subterránea, coeficientes hidráulicos de acuífero y pozo. Se perforará además un pozo imagen stand by o se suministrará un equipo de bombeo de emergencia.

El solicitante del permiso, deberá avisar con suficiente anticipación a ANDA la fecha de inicio de perforación. Durante las pruebas de bombeo estará

presente un técnico de ANDA para comprobar el rendimiento seguro del pozo.

En el caso de Urbanizaciones la Memoria Técnica incluirá lo siguiente:

- Memoria Descriptiva
- Memoria de Cálculos Hidráulicos
- Memoria de Cálculos Estructurales(En el caso de utilizar diseños tipo de ANDA no se requerirá la presentación de cálculos estructurales)
  - Información Básica del lugar
  - Topografía con curvas de nivel
  - Número de lotes y población
  - Infraestructura de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario existentes en la zona y que se relacionen con el proyecto.
  - Descripción del proyecto a realizar
  - Incluir el literal g) de la información requerida para proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.

1.2 Memoria de Cálculos hidráulicos.

1.3 Memoria de Cálculos estructurales.

1.4 Planos.

- Hijuelo y dos juegos de copias heliográficas.
  - a) Planimetría
  - b) Perfiles
  - c) Detalles

1. Norte magnético, curvas de nivel y elevación de bancos de marca geodésicos.

2. Ubicación, límites y colindantes del terreno
3. Ubicación de ríos, quebradas, etc. y obras de arte,
4. Ángulos de alineamiento de tuberías. Ubicación y detalles de anclajes superficiales
5. Longitud, diámetro, material y clase de tuberías; caudales y velocidades.
6. Niveles de intersección y elevaciones claves de puntos y obras.
7. Ubicación de válvulas, hidrantes y accesorios.
8. Plano de distribución de lotes: cuadro general de áreas (total, útil y verde); Nombres de calles, Avenidas y pasajes; cuadro detallado de áreas de lotes.
9. Terrenos y servidumbres de agua potable y/o aguas negras.
10. Ubicación y número de pozos de visita; dirección de flujo.
11. Longitud, diámetro, pendiente y material de tuberías/tramo.
12. Profundidad de pozos de visitas y niveles de: tapadera, fondo, llegada y salida.
13. Caudal y velocidad a sección plena.
14. Caudal y velocidad de diseño.
15. Niveles de terrazas referenciados a bancos geodésicos.
16. Detalles de entronques a la red; pozos, accesorios y/o piezas especiales.

Los anclajes enterrados se definirán durante la ejecución de las obras y deberán ser aprobados por ANDA.

d) Plantas y Cortes (Hidráulicos, Estructurales, etc.) de los diferentes elementos y unidades de los sistemas: Obras de Captación, Estaciones de Bombeo, Planta Potabilizadora, Tanques de Almacenamiento, Pozos de visita, Obras de arte (estructuras de Paso), etc; a escalas adecuadas.

## e. Dimensiones de Planos.

Ancho (mm)	Largo modular (mm)	Módulos (mm)
594	841	1 A1
594	420	1 A2
297	420	1 A3
297	210	1 A4

## 1.5 Notación y Simbología.

## a.- Notación.

P = población

R = Radio hidráulico

L=Longitud de la tubería.

q = Dotación

S = Pendiente de la  
tubería.

Hf= perdida por fricción.

Q = Caudal

 $\varnothing$  = Diámetro de la  
tubería

Hd= carga dinámica

v = velocidad

Hg= Carga geométrica

J = Perdida de carga unitaria

## b.- Simbología.

Se utilizarán símbolos usuales convencionales para los siguientes dispositivos y/o artefactos.

1 - Válvula de compuerta

2 - Válvula de Retención o check

3 - Válvula de Globo

- 4 - Válvula de Flotador
- 5 - Válvula de Mariposa
- 6 - Compuerta
- 7 - Válvula de Pie con granada
- 8 - Junta Gibault
- 9 - Unión Universal
- 10- Codo 90°
- 11- Codo 45°
- 12- Codo 22 ½ °
- 13- Tee Normal
- 14- Tee Reductora
- 15- Yee 45°
- 16- Reducción Cónica Concéntrica
- 17- Cruz normal
- 18- Hidrante
- 19- Manómetro
- 20- Válvula de Aire
- 21- Hidrómetro
- 22- Pozo de visita
- 23- Caja de Visita
- 24- Bomba Centrífuga
- 25- Válvula contra golpe de ariete
- 26- Cilindro de cloro
- 27- Válvula Reductora de Presión
- 28- Anclaje

29- Pozo Perforado.

## 2. PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADOS DERIVADOS DE LOS SISTEMAS DE ANDA.

Son proyectos que no incluyen todos los elementos especificados en las normas técnicas y que se reducen al diseño de redes secundarias y/o sistemas parciales, alimentados por uno o más puntos de la red pública. En Alcantarillados son extensiones de redes.

En esos casos se procederá así:

### 2.1 URBANIZACIONES.

a - Factibilidad de suministros de servicios.

Se solicitará a ANDA certifique la factibilidad de suministro de servicios de acueducto y alcantarillado sanitario.

La solicitud debe adjuntar 2 juegos de copias heliográficas de planos conteniendo los detalles siguientes: Ubicación del terreno a urbanizar, curvas de nivel ó niveles de terrazas referenciados a bancos de marca geodésicos, recibo por tramite, fotocopias de escritura del terreno, escritura de constitución de la sociedad cuando se trate de persona jurídica, constancia de representación legal; dirección, teléfono y No. de CIP del solicitante.

La solicitud según modelo, dirigida a GEPROY/ANDA, proveerá la información siguiente: Nombre de la Urbanización, Ubicación, propietario y datos característicos: (área total, No. de lotes, área útil y área media de lotes)

Si la infraestructura instalada de Acueductos y Alcantarillados tiene capacidad suficiente para proporcionar abastecimiento de Agua a caudal y presión dinámica terminal adecuados, así como capacidad hidráulica en los colectores; el diseño de las redes de acueductos y alcantarillados, seguirá su desarrollo normal conforme la información técnica suministrada por ANDA en la resolución favorable, con un año de vigencia.

b - Abastecimiento por Sistema Indirecto.

Cuando la infraestructura instalada de acueductos carece de presión dinámica adecuada debido a la ubicación topográfica de la urbanización; y solamente puede proporcionar los volúmenes de agua demandados, la resolución de solicitud de factibilidad puede ser favorable para diseñar un sistema indirecto de abastecimiento operado y mantenido por el propietario del proyecto; El sistema tendrá cisterna, bombeo directo a la red secundaria y neutralización de variaciones horarias y cubrimiento de interrupciones en el servicio por medio de tanques inferiores o superiores.

La capacidad hidráulica residual de los colectores de aguas negras puede hacer factible la extensión y entronque a la red secundaria.

## 2.2 EDIFICACIONES EXTENSAS Y/O ELEVADAS.

El abastecimiento directo de edificaciones extensas y/o de varios niveles; tales como Hospitales, Hoteles, Mercados, Centros Comerciales, etc., requiere de presiones dinámicas residuales que exceden los valores normales de diseño de la red; por ello cuando el sistema instalado puede atender los volúmenes demandados de agua; puede ser factible el diseño de un subsistema de abastecimiento indirecto o mixto.

La configuración y diseño de la red interna de abastecimiento de agua de estas edificaciones presenta características, elementos y principios particulares: acometida domiciliar, cisterna, red de distribución, cisterna de incendio; ramales, sub-ramales, sistemas hidroneumáticos o de caudal variable; debiendo ser diseñados con base al consumo Simultáneo probable de los artefactos o al uso simultáneo de todos los artefactos, según el caso.

La configuración y diseño de las redes internas de aguas negras de estas edificaciones presenta en forma análoga elementos y principios peculiares, además de columnas y ramales de oxigenación, presión atmosférica para sifonaje y liberación simultánea de gases.

## 3. PAGOS PREVIOS.

Los instrumentos legales de ANDA determinan diferentes tasas y pagos previos por los siguientes conceptos:

- a- Solicitud de factibilidad de servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
- b- Revisión y aprobación de Memorias y Planos de Acueducto y/o Alcantarillado Sanitario-Tasa por m<sup>2</sup> de área total.
- c- Pruebas hidráulicas, limpieza, desinfección y recepción de Acueductos y/o alcantarillados Sanitarios - Tasa por m<sup>2</sup> de área útil.
- d- Cobertura proporcional del costo de las obras de los sistemas de infraestructura hidráulica: Captación, Aducción, Almacenamiento, Distribución, Colectores primarios, etc. Tasa por m<sup>2</sup> de área útil.
- e- Aporte ecológico - Tasa por vivienda, etc.

#### 4. RESPONSABILIDAD TECNICA.

Las fases de Diseño y Construcción estarán bajo la responsabilidad de un Ingeniero Civil o Arquitecto legalmente autorizado para el ejercicio profesional. Consecuentemente toda documentación técnica y obra física tendrá su aval.

#### ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- h = Coeficiente de rugosidad(aguas negras)
- n = Período de diseño.
- Pn = Población de diseño o futura
- Po = Población Inicial
- L/p/D = Litros/persona/día
- dot. total = dotación total
- L/m<sup>2</sup>/D = Litros/metros cuadrados/día
- L/hab/D = Litros/habitante/Día

L/alum/D	= Litros/alumno/Día
L/cons/D	= Litros/consultorio/Día
L/asie/D	= Litros/asiento/Día
L/bom/D	= Litros/Bomba de Combustible/Día
L/p/turno	= Litros/persona/turno
L/kg/ r seca	= Litros/Kg de ropa seca
L/s/hidr.	= Litros/segundo/hidrante
NMP	= Número más probable.
GPM	= Galones por minuto
m/s	= metros por segundo
A.N	= aguas negras
Ho. Fo.	= hierro fundido
PVC	= Cloruro de Polivinilo
mg/L	= Miligramos/Litro
L/cama/D	= Litros/cama/Día
Kg/cm <sup>2</sup>	= Litros/centimetro cuadrado
L/s/ha	= Litros/segundo/hectárea
m.c.a.	= metros de columna de agua
PSI	= libras/pulgada cuadrada
∅	= diámetro nominal
V	= velocidad
L/s	= Litros/segundo
APHA	= American PublicHealthAssociation
OMS	= Organización Mundial de la Salud

AWWA	= American Water Works Association
ANSI	= American National Standard Institute
ASTM	= American Society for Testing Materials
CS	= Comercial Standars
R	= Radio Hidráulico
S	= Pendiente de tubería
T.C.	= Tubería de cemento
Ho.Go.	= Hierro Galvanizado