

Organismo Operador Municipal de Agua Potable
Alcantarillado y Saneamiento de Cajeme
H. Ayuntamiento de Cajeme

**Manual de Normas para Proyectos de
Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
en el Municipio de Cajeme, Sonora.**

2021

3ra. Edición

Cd. Obregón, Sonora

OOMAPAS de CAJEME

Ing. Miguel Angel Caro Rincón
Director General

Ing. Fructuoso Méndez Valenzuela
Director Técnico

Ing. Myrna Edith García Ibarra
Sub Directora de Proyectos e Infraestructura

Ing. Manuel Fco. Enríquez Martínez
Gerente de Proyectos e Infraestructura

Ing. Germán Cota Aragón
Ing. Deysi Rodríguez Leyva
Ing. Juan Carlos López Zamora
Arq. Mario Alberto Higuera Flores
Ing. Francisco Ávila Méndez
Ing. Oswaldo Saucedo Espinoza
Ing. Julio César Galaviz Lugo
Supervisores de Proyectos

Contenido

1. Generalidades	9
1.1 Tipo de desarrollo y uso del suelo.....	9
1.2 Número de lotes.....	9
1.3 Densidad de población.....	9
1.4 Población de proyecto.....	10
1.5 Vida útil y Periodo de diseño de proyecto	10
1.5.1 Vida útil.....	10
1.5.2 Periodo de diseño	11
1.6 Dimensionamiento de zanjas.....	13
1.6.1 Anchos de zanja	14
1.6.2 Profundidad de zanjas	14
1.7 Especificación para Plantilla, Acostillado y Relleno	16
1.7.1 Plantilla	16
1.7.2 Acostillado	16
1.7.3 Relleno.....	17
1.8 Ubicación de las tuberías.....	17
1.9 Cruces de tubería en diferentes condiciones	18
1.9.1 Cruces elevados	18
1.9.2 Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril	19
1.9.3 Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales.....	19
2. Agua potable	20
2.1 Datos de proyecto	20

2.2 Dotación de agua	21
2.2.1 Consumo	21
2.2.2 Perdidas físicas.....	25
2.3 Demanda	25
2.4 Coeficientes de variación	26
2.5 Gastos de diseño	27
2.6 Presiones admisibles	28
2.7 Velocidades admisibles.....	28
2.8 Diseño de cruceros	29
2.8.1 Válvulas de seccionamiento	30
2.8.2 Cajas de operación de válvulas	32
2.9 Servicios contra incendios	34
2.10 Tomas domiciliarias	35
2.11 Materiales y Normatividad para agua potable.....	35
2.11.1 Tuberías.....	35
2.11.2 Piezas especiales	37
2.11.3 Válvulas	38
2.11.4 Tomas domiciliarias	39
3. Alcantarillado sanitario.....	43
3.1 Datos de proyecto	43
3.2 Aportación de aguas residuales.....	44
3.3 Coeficientes de variación	44
3.3.1 Coeficiente de variación máxima instantánea (Harmon “M”)	44
3.3.2 Coeficiente de seguridad (C.S).....	45
3.4 Gastos de diseño	45
3.4.1 Gasto medio diario.....	45
3.4.2 Gasto mínimo	46
3.4.3 Gasto máximo instantáneo	47
3.4.4 Gasto máximo extraordinario.....	47
3.5 Velocidades	48
3.5.1 Velocidad mínima	48

3.5.2 Velocidad máxima.....	48
3.6 Pendientes	49
3.7 Diámetros.....	50
3.8 Modelos de configuración de atarjeas.....	50
3.9 Pozos de visita	52
3.9.1 Pozo de visita tipo común	52
3.9.2 Pozo de visita tipo especial.....	53
3.9.3 Pozo de visita tipo caja	53
3.9.4 Pozo de visita tipo caja unión	54
3.9.5 Pozo de visita tipo caja deflexión.....	54
3.10 Separación máxima entre pozos de visita.....	54
3.11 Cambios de dirección.....	55
3.12 Estructuras de caída	55
3.13 Conexiones	58
3.14 Sifones invertidos.....	58
3.15 Descargas domiciliarias	58
3.16 Trampa de grasas	59
3.17 Materiales y normatividad de Alcantarillado sanitario	59
3.17.1 Tuberías para descargas, atarjeas y colectores pequeños.....	59
3.17.2 Tuberías para grandes colectores	60
3.17.3 Piezas especiales	60
3.17.4 Brocales para pozo de visita	61
3.17.5 Pozos de visita prefabricados	62
4. Cálculo hidráulico.....	64
4.1 Agua potable	64
4.1.1 Formulas para el diseño	64
4.1.2 Coeficiente de fricción.....	64
4.1.3 Numero de Reynolds	65
4.2 Alcantarillado sanitario	67
4.2.1 Diseño de la tubería a gravedad.....	67
4.2.2 Diseño de la tubería a presión	71

5. Presentación de proyectos	72
5.1 Documentos para la presentación de proyectos.....	72
5.2 Memoria técnico-descriptiva.....	73
5.2.1. Antecedentes.....	73
5.2.2 Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable y/o alcantarillado sanitario.....	73
5.2.3 Puntos de conexión de agua potable y de descarga sanitaria definidos por la Dirección Técnica del OOMAPAS de CAJEME.....	74
5.2.4 Datos del desarrollo.....	75
5.2.5 Descripción general del proyecto.....	76
5.2.6 Levantamiento de la infraestructura existente y Sondeos.....	76
5.3 Memorias de cálculo.....	77
5.4 Planos.....	78
5.4.1. Esquema general para la presentación de planos.....	78
5.4.2. Pie de plano.....	80
5.4.3. Recuadro para sello de autorización.....	80
5.5 Archivos digitales.....	80
5.6 Simbologías.....	81
5.7 Color y grosor de líneas de proyecto en AutoCAD®.....	84
5.8 Layers para elementos de proyecto en AutoCAD®.....	85
6. Glosario de términos	87
6.1 Glosario.....	87
6.2. Abreviaturas y siglas.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Densidad de población a considerar en el Municipio de Cajeme.	9
Tabla 1.2 Vida útil y Período de diseño de elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.	12
Tabla 1.3 Dimensionamiento de zanjas y plantillas para tuberías de A.P. y A.S... ..	13
Tabla 1.4 Colchones mínimos para instalación de tubería.....	15
Tabla 1.5 Espesores mínimos de plantilla para instalación de tubería.....	16
Tabla 2.1 Consumo y dotación doméstico por habitante.....	21
Tabla 2.2 Clasificación socioeconómica por tipo de vivienda.....	21
Tabla 2.3 Consumo en comercios.....	22
Tabla 2.4 Consumo en servicios turísticos.....	22
Tabla 2.5 Consumo de servicio para personal en industrias.....	23
Tabla 2.6 Consumos para producción de algunos tipos de industria.....	23
Tabla 2.7 Consumo para uso de servicios públicos.....	24
Tabla 2.8 Coeficientes de variación diaria y horaria.....	26
Tabla 2.9 Gasto de diseño para estructuras de agua potable.....	27
Tabla 2.10 Presión de trabajo en tuberías de PVC (sistema métrico).....	36
Tabla 2.11 Presión de trabajo en tuberías de PVC (sistema inglés).....	36
Tabla 2.12 Presión de trabajo en tuberías de PVC-O (sistema inglés).....	37
Tabla 2.13 Materiales autorizados según normatividad de agua potable.....	41
Tabla 3.1 Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.....	48
Tabla 3.2 Pendientes mínimas para tuberías.....	49
Tabla 3.3 Tipos de estructuras de caída.....	56
Tabla 3.4 Selección del tipo de Pozo de visita.....	57
Tabla 3.5 Materiales autorizados según normatividad sanitaria.....	63
Tabla 4.1 Coeficientes de rugosidad (n) de Manning.....	70
Tabla 5.1 Características del punto de conexión de agua potable.....	74
Tabla 5.2 Características del punto de descarga del alcantarillado sanitario.....	74
Tabla 5.3 Datos del desarrollo.....	75
Tabla 5.4 Layers para elementos de proyecto en AutoCAD®.....	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de válvulas de seccionamiento.....	32
Figura 2.2 Selección de cajas de válvulas	33
Figura 3.1 Modelo de atarjea en bayoneta.....	50
Figura 3.2 Modelo de atarjea en peine.....	51
Figura 3.3 Modelo de atarjea combinada o mixta.....	51
Figura 4.1 La viscosidad cinemática "v" en relación a la temperatura.....	65
Figura 4.2 Elementos hidráulicos de la sección circular.....	68
Figura 5.1 Esquema para presentación de planos.....	78
Figura 5.2 Signos convencionales para redes de Agua Potable	81
Figura 5.3 Simbología de las piezas especiales de Fo.Fo / Hierro dúctil	82
Figura 5.4 Simbología de las piezas especiales de PVC.	82
Figura 5.5 Simbología de alcantarillado sanitario.....	83
Figura 5.6 Espesor de plumillas según la U.S. National CAD Standard®	84
Figura 5.7 Espesor de plumillas según color a utilizar en AutoCad®.....	84

1. Generalidades

1.1 Tipo de desarrollo y uso del suelo

Para el diseño de todo proyecto ejecutivo de agua potable y/o alcantarillado sanitario es fundamental conocer el tipo de desarrollo y uso de suelo que se dará a cada porción del terreno por urbanizar, ya sea habitacional, comercial o industrial, pues de esto depende en gran manera la definición de los caudales de proyecto.

El tipo de desarrollo y uso del suelo se determinará según lo dispuesto en el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Cajeme y en la Ley número 254 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora vigentes.

1.2 Número de lotes

El número de lotes para desarrollos de vivienda está definido en el proyecto de lotificación. El H. Ayuntamiento de Cajeme a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano emite la prefactibilidad de uso de suelo, en donde se especifica la densidad de construcción que depende del tipo de fraccionamiento a desarrollar.

La densidad de construcción o número de viviendas por hectárea en determinados sectores depende del tipo de vivienda: ya sea del tipo residencial, medio o popular. En general cuando se proyecte un sistema ya sea de agua potable y/o alcantarillado sanitario que involucre tamaños de lotes muy desiguales y por consecuencia diferentes densidades de construcción, el proyectista deberá determinar por separado el número de viviendas por hectárea.

1.3 Densidad de población

El organismo operador, para determinar la densidad de población, hace referencia a lo dispuesto en el censo de población y vivienda (INEGI 2010), por lo que para tal fin se estimará la ocupación por vivienda indicada en la tabla 1.1

TIPO DE POBLACIÓN		DENSIDAD (Hab/viv)
ZONA URBANA	Cd. Obregón	3.60
COMUNIDADES SUBURBANAS	>= 2,500 habs.	3.80
COMUNIDADES RURALES	< 2,500 habs.	4.00

Tabla 1.1 Densidad de población a considerar en el Municipio de Cajeme.

1.4 Población de proyecto

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.

La proyección de la población debe realizarse con un estudio que considere los factores de las tasas de fecundidad, mortalidad y esperanza de vida, así como la migración internacional y la migración nacional entre los estados y dentro de los municipios, con base en los datos disponibles o factibles de obtener para la localidad en cuestión. El OOMAPAS de CAJEME recomienda el uso de las proyecciones de población que realiza el Consejo Nacional de Población (CONAPO) que es la única dependencia facultada para hacer las proyecciones de población en México. Así mismo, puede utilizarse de la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 “Métodos de Proyección de Población”, editada por la Comisión Nacional del Agua y que explica los procedimientos a seguir para ese fin en diferentes situaciones en cuanto a los datos disponibles.

En el caso de proyectos de fraccionamientos habitacionales o pequeños proyectos de rehabilitación de infraestructura, donde ya es conocido el número de viviendas, deberá calcularse la población de proyecto a saturación en base al número de lotes, o bien, considerando el número de viviendas construidas por hectárea y la densidad de población correspondiente que se contempla en las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) publicadas por el INEGI.

1.5 Vida útil y Período de diseño de proyecto

1.5.1 Vida útil

Es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Este período está determinado por la duración misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el período de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable y alcantarillado son la calidad del agua a manejar, así como la operación y mantenimiento del sistema.

En resumen, para establecer adecuadamente el período de vida útil de cada una de las partes del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se deben tomar en cuenta todos los factores, características y posibles riesgos de cada proyecto en particular.

Tampoco hay que olvidar que la operación y mantenimiento juegan un papel preponderante en la vida útil de los elementos, por lo que ésta dependerá de la adecuada aplicación de los programas de mantenimiento preventivos. En la Tabla 1.2 se indica la vida útil de algunos elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado, considerando una buena operación y mantenimiento, y suelos no agresivos.

1.5.2 Periodo de diseño

El período de diseño es el intervalo de tiempo durante el cual se estima que la obra por construir llega a su nivel de saturación, es decir, en que la obra proyectada brindará el servicio para lo cual fue diseñada. Este período debe ser menor que la vida útil de los elementos del proyecto.

De manera más amplia, el periodo de diseño es el alcance del proyecto y se define como el tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema hasta que por falta de capacidad o desuso, sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto. Para establecerlo, se debe tomar en cuenta la vida útil de las estructuras y equipamiento teniéndose en cuenta su obsolescencia y desgaste, la facilidad o dificultad de ampliación de obras, las tendencias de crecimiento de la población con mayor énfasis en el desarrollo de sus actividades, que pueden ser industriales o comerciales y el comportamiento de la obra en periodos iniciales cuando los caudales son inferiores a los de los años de diseño.

De acuerdo con lo anterior y considerando además que los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos y la vida útil de la infraestructura, siendo necesario considerar los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y su operación, se debe tomar en cuenta que periodos de diseño muy grandes pueden implicar sobredimensionamiento y por ende sobre costos de inversión y de operación que pueden afectar el balance financiero. **Se recomienda que el período de diseño, en obras que puedan modularse, sea de cinco años**, con excepción de aquellas obras en que no puedan concebirse proyectos modulares que permitan diferir las inversiones un mayor tiempo en las cuales se tomará como referencia los datos de la tabla 1.2.

Los elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado se proyectan con una capacidad prevista hasta el período de diseño. Rebasado el período de diseño, la obra continuará funcionando con una eficiencia cada vez menor, hasta agotar su vida útil.

El procedimiento para definir el periodo de diseño es el siguiente:

1. Hacer un listado de todas las estructuras, equipos y accesorios más relevantes dentro del funcionamiento y operación del proyecto.
2. Con base en la lista anterior, determinar la vida útil de cada elemento del proyecto, según la Tabla 1.2
3. Definir el período de diseño de acuerdo a las recomendaciones de la Tabla 1.2 y a la consulta del estudio de factibilidad que se haya elaborado en la localidad.
4. Especificar si en alguno de sus componentes será necesario hacer reinversiones para homologar el periodo de diseño del proyecto.

ELEMENTO	VIDA UTIL (años)	PERIODO DE DISEÑO (años)
Embalse (presa)		hasta 50
Pozo:		
a) Obra civil	de 10 a 30	de 10 a 20
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20	
Línea de conducción	de 30 a 40	de 20 a 30
Planta potabilizadora:		
a) Obra civil	40	de 10 a 20 (más crecimiento modular)
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20	
Estación de bombeo:		
a) Obra civil	40	de 10 a 20 (más crecimiento modular)
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20	
Tanque:		
• Elevado	20	de 10 a 20
• Superficial	40	
Red de distribución primaria	de 20 a 40	de 10 a 20
Red de distribución secundaria	de 15 a 30	En función de la saturación
Red de atarjeas	de 15 a 30	En función de la saturación
Colector y emisor	de 20 a 40	de 10 a 20
Planta de tratamiento		
a) Obra civil	40	de 10 a 20 (más crecimiento modular)
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20	

Nota: la vida útil del equipo electromecánico, presenta variaciones muy considerables, principalmente en las partes mecánicas, como son: cuerpos de tazones, impulsores, columnas, flechas, portachumaceras y estoperos; la cual se ve disminuida notablemente debido a la calidad del agua (contenido de hierro y manganeso) y a las condiciones de operación como son la velocidad de la bomba, su distribución geométrica en la plantas de bombeo y paros o arranques frecuentes.

Tabla 1.2 Vida útil y Período de diseño de elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.

1.6 Dimensionamiento de zanjas

Con el objeto de facilitar el diseño de las zanjas, el organismo operador incluye la tabla 1.3 que muestra las dimensiones mínimas a cumplir para la correcta instalación y protección de las tuberías de agua potable y alcantarillado sanitario.

Tabla 1.3 Dimensionamiento de zanjas y plantillas para tuberías de A.P. y A.S.

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO ZANJA (cm)	COLCHON MINIMO (cm)	ESPESOR PLANTILLA (cm)
(pulg)	(cm)			
3	7.5	60	90	10
4	10.0	60	90	10
6	15.0	70	90	10
8	20.0	75	90	10
10	25.0	80	90	10
12	30.0	85	90	10
14	35.0	90	90	10
16	40.0	95	90	10
18	45.0	110	90	10
20	50.0	115	100	15
24	60.0	130	100	15
30	75.0	150	100	15
36	90.0	170	100	15
42	105.0	190	100	20
48	120.0	210	100	20
60	150.0	250	130	25

Nota: Es indispensable que, a la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente el ancho que se indica en la tabla. A partir de este punto puede dársele a sus paredes el talud necesario para evitar el empleo de ademe. Si resulta conveniente el empleo de ademe, el ancho de la zanja debe ser igual al indicado en la tabla más el ancho que ocupe el ademe.

1.6.1 Anchos de zanja

Para determinar el ancho de la zanja para alojar las tuberías, se hará con cualquiera de los siguientes criterios:

- a) Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 50 cm.
- b) Para tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 60 cm.

Los anchos de zanja que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

Nota importante

En la tabla 1.3 se presentan anchos de zanja que en general cumplen con estos criterios, sin embargo, los valores se deben verificar de acuerdo a las especificaciones de la tubería a instalar y a los criterios mostrados en el apartado 1.6.1. anchos de zanja, por lo que, para cuestiones de diseño de la zanja, regirá la que resulte con una dimensión mayor.

1.6.2 Profundidad de zanjas

Las profundidades a las cuales se instalen las tuberías deben estar comprendidas dentro del ámbito de la mínima y máxima como a continuación se muestra:

1.6.2.1 Profundidad mínima

A la profundidad mínima la rigen tres factores:

- a) Evitar rupturas del conducto ocasionadas por cargas vivas, mediante un colchón mínimo que es función del diámetro del tubo como se presenta en las tablas 1.3 y 1.4. Los colchones mínimos indicados podrán modificarse en casos especiales previo análisis particular y justificación en cada caso. Los principales factores que intervienen para modificar el colchón son: material de tubería, tipo de terreno y las cargas vivas probables.
- b) Evitar la flotación de la tubería mediante el análisis de la profundidad mínima basados en la densidad del suelo (kg/m^3) empleado para el relleno y en el diámetro y material de la tubería instalada.
- c) Permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal, con la observación de que el albañal exterior, tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1 % y que el registro interior más próximo al paramento del predio, tenga una profundidad mínima de 0.80m.

Tabla 1.4 Colchones mínimos para instalación de tubería

DIAMETRO DE LA TUBERIA	COLCHON MINIMO (mts)
hasta 45cm (hasta 18in)	0.90
mayor de 45 a 120cm (>18 a 48in)	1.00
mayor de 120 a 183cm (>48 a 72in)	1.30
mayores de 183cm (> 72in)	1.50

1.6.2.2 Profundidad máxima

- a) La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedará alojado el conducto y variará en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de las tuberías, haciendo el análisis respectivo en el que se tomará en cuenta el peso volumétrico del material de relleno, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla a usar.
- b) En el caso de atarjeas se debe determinar con un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal con sus albañales correspondientes, y el de la atarjea o atarjeas laterales, incluyendo los albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que alrededor de 3.00m de profundidad el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.
- c) En el OOMAPAS de CAJEME la profundidad máxima para atarjeas con descargas domiciliarias conectadas será de 3.00 m o que la pendiente de las descargas no provoque una velocidad que exceda los 5.0 m/s.

Nota: Las especificaciones de dimensiones de zanja aquí descritas son usadas para fines prácticos de diseño, sin embargo, deberá consultar la especificación del fabricante de las tuberías propuestas en el proyecto.

1.7 Especificación para Plantilla, Acostillado y Relleno

Para proteger las tuberías de cargas vivas y cargas muertas, es muy importante que la calidad y compactación de los materiales que envuelven la tubería sean los adecuados, por lo cual se presentan a continuación sus especificaciones:

1.7.1 Plantilla

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado en el fondo de la zanja, que tiene por objeto eliminar las irregularidades del fondo de la excavación y la “puntas” de roca que pudieran existir, proporcionando una superficie regular para asentar la tubería, ajustándose en forma cóncava a su diámetro exterior en un 60%. La tubería deberá de apoyar completamente en toda su longitud, penetrando las campanas de conexión en la plantilla.

En la tabla siguiente se indican los espesores mínimos de plantilla que deberán considerarse para la instalación de tubería según su diámetro.

DIAMETRO (in)	ESPESOR DE PLANTILLA
de 0.5” a 2”	5cm
de 2.5” a 18”	10cm
de 20” a 36”	15cm
de 42” a 48”	20cm
de 60”	25cm

Tabla 1.5 Espesores mínimos de plantilla para instalación de tubería

El material a utilizarse para la plantilla será arena limosa clase III tipo SM según clasificación SUCS y deberá compactarse al 90% de la prueba Proctor estándar para asegurar un apoyo firme a la tubería.

1.7.2 Acostillado

El acostillado corresponde a un relleno perimetral a la tubería y hasta 30 cm. sobre el lomo del tubo. Este relleno tiene por objeto el fijar la tubería en su posición y ser su primera protección contra los rellenos posteriores, se compacta en capas de aproximadamente 15 a 20 cm. con material fino totalmente libre de piedras, colocado manualmente a ambos lados del tubo y sobre él teniendo cuidado de no afectarlo, compactado cuidadosamente con equipo manual y/o mecánico y humedad óptima, llenando todos los espacios libres adyacentes a la tubería.

El material a utilizarse para el acostillado será arena limosa clase III tipo SM según clasificación SUCS y deberá compactarse al 95% de la prueba Proctor estándar para asegurar la protección de la tubería instalada.

1.7.3 Relleno

El relleno de las zanjas (con material seleccionado producto de excavación o material de banco) es la actividad de colocar material, después del acostillado, para cubrir la tubería, con objeto de protegerla y evitar los movimientos de la misma durante su operación.

El material que se coloque deberá ser compactado al 95% de la prueba Proctor estándar cuando la zanja tendrá paso vehicular posterior, en caso de que la zanja no vaya a recibir paso vehicular posterior el relleno podrá hacerse con un grado de compactación menor bajo estricta autorización del organismo operador.

Nota: Las especificaciones de materiales y porcentajes de compactación aquí descritos son usados para fines prácticos de diseño, sin embargo, deberá consultar la especificación del fabricante de las tuberías propuestas en el proyecto.

1.8 Ubicación de las tuberías

Para lograr un ordenamiento en la ubicación de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario, el OOMAPAS de CAJEME establece los siguientes criterios de ubicación de las tuberías:

- **Tuberías de agua potable:** Las tuberías de agua potable deberán instalarse a 1/3 de la distancia del arroyo de la calle a partir del Norte y del Este y en todos los casos deben ir por encima del alcantarillado de aguas negras a una distancia vertical mínima de 0.30 m y 1.00 m horizontalmente. Además, queda prohibido el contacto de las tuberías de agua potable con líneas eléctricas, telefónicas, cables de alumbrado público, tuberías de gas, poliductos, etc. (Véase anexo 1).

La distancia mínima al paramento de cualquier línea de agua potable será igual a su profundidad más la mitad del ancho de la banquetta correspondiente.

Las líneas de red mayor de agua potable deberán de ubicarse en vialidades de acceso a colonia o de mayor rango. En vialidades locales solo se aceptarán tuberías de 20 cm de diámetro o menores salvo en casos extraordinarios previa autorización del OOMAPASC.

En vialidades subcolectoras, colectoras y primarias con servicio en ruta por ambos lados será obligatorio colocar doble línea de distribución de agua potable, una en cada una de las calzadas, con la finalidad de que no existan tomas domiciliarias largas que atraviesen la vialidad.

- **Tuberías de alcantarillado sanitario:** Las tuberías de alcantarillado sanitario deberán instalarse a 1/3 de la distancia del arroyo de la calle a partir del Sur y Oeste y en todos los casos deben ir por debajo de la red de agua potable respetándose las distancias reglamentadas. Y cuando la existencia de algún obstáculo o tubería impida colocar la atarjea al tercio del arroyo, la misma se podrá colocar a una distancia mínima de 2.00 metros del obstáculo. (ver anexo 2).

La distancia mínima al paramento de cualquier línea de alcantarillado sanitario será igual a su profundidad más la mitad del ancho de la banqueta correspondiente.

Los colectores y emisores deberán ubicarse en vialidades de acceso a colonia o de mayor rango en la medida de lo posible. En vialidades locales solo se aceptarán tuberías de 30 cm de diámetro o menores.

En vialidades primarias será obligatorio colocar doble línea de atarjea, una en cada una de las calzadas, con la finalidad de que no existan descargas domiciliarias largas que atraviesen la vialidad.

Nota importante: En todo proyecto deberá verificarse que la ubicación de la infraestructura propuesta, tanto en profundidad como alineamiento, no interfiera con infraestructura existente o del mismo proyecto.

1.9 Cruces de tubería en diferentes condiciones

1.9.1 Cruces elevados

En sitios donde la topografía es muy accidentada o con depresiones angostas, es común encontrarse con problemas relacionados con el trazo del proyecto hidráulico, el cual podrá continuar por medio de un “cruce elevado”. Este generalmente se logra por medio de una estructura que soporta la tubería a instalar. La estructura por construir puede ser un puente ligero de acero o de concreto, según el caso.

La tubería para el paso por un puente vial, ferroviario o peatonal, debe ser de acero y estar suspendida del piso del puente por medio de soportes que eviten la transmisión de las vibraciones a la tubería, la que debe colocarse en un sitio que permita su protección y su fácil inspección o reparación. El cruce podrá ser de un claro o varios, de acuerdo con las condiciones topográficas que se presenten. Para cada caso deberán realizarse las alternativas convenientes escogiendo las dimensiones correctas, el número de tramos y la posición de los apoyos. Para el soporte de la conducción debe conocerse el diámetro de la tubería, las condiciones de operación, los efectos de temperatura del ambiente, así como también los tipos de fuerzas que deben resistir como son: las fuerzas sísmicas, por viento, peso propio y combinación de éstas.

1.9.2 Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril

En este tipo de cruces las líneas pasarán debajo de las vías de comunicación. El objetivo principal en el diseño del cruce consiste en proteger la tubería de las cargas de los vehículos y al mismo tiempo garantizar la estabilidad y seguridad de la vía. Para lograrlo se debe diseñar una estructura de protección, que puede ser una camisa a base de tubo de acero o marcos cerrados de concreto, los cuales tendrán por lo menos la longitud del derecho de vía. El tipo de cruce elegido debe cumplir con las especificaciones y contar con la aprobación por escrito de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

1.9.3 Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales

En este tipo de cruces se debe de tener especial cuidado en desplantar a una profundidad tal que la erosión de la corriente no afecte a la estabilidad de éste. Este tipo de cruce subterráneo se recomienda hacerlo con tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado según lo marque el diseño correspondiente. Se considera una buena práctica colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente. Este revestimiento que se menciona servirá para atracar a la tubería, tanto en columpios como en crestas. En algunas ocasiones cuando no existe el peligro muy marcado de lo que pueda representar la erosión de la corriente, el lavadero de concreto puede sustituirse por otro, construido con material de la región como mampostería de piedra o zampeado de piedra, o bien únicamente esta última, pero colocada en forma suelta con dimensión promedio de 60 cm, pero conservando el diseño de colocar a la tubería dentro del revestimiento de concreto simple o reforzado. La tubería debe ser debidamente anclada por medio de atraques de atraques de concreto, para impedir su deslizamiento por socavación del fondo del río o arroyo.

En el caso de cruces con canales y drenes agrícolas deberá obtenerse la autorización por escrito de la dirección hidroagrícola de la Comisión Nacional del Agua con sede en Hermosillo, así como de la sociedad de usuarios conocida como Distrito de riego del Rio Yaqui con sede en Cd. Obregón.

2. Agua potable

2.1 Datos de proyecto

Para efectuar los proyectos de las obras que integran un sistema de abastecimiento de agua potable, se deben establecer claramente los datos de proyecto como se indican a continuación:

Área beneficiada.....	Has.
Densidad de construcción.....	Viv. / Ha.
Número de viviendas.....	Viviendas.
Densidad de población.....	Habs. / Viv.
Número de habitantes de proyecto.....	Habs.
Dotación.....	Lts / Hab. / Día.
Fórmulas.....	D-W, H-W o Manning
Gasto medio diario.....	Lps
Gasto máximo diario.....	Lps
Gasto máximo horario.....	Lps
Coefficiente de variación diaria.....	1.40
Coefficiente de variación horaria.....	1.55
Fuente de abastecimiento.....	Pozo, Red, Tanque, etc.
Tipo de captación.....	Describir
Conducción.....	Gravedad. /Bombeo.
Regulación.....	Tanque sup, elevado.etc.
Capacidad de Regulación.....	m ³ .
(En caso de requerirse)	
Distribución.....	Gravedad. /Bombeo.
Potabilización.....	Cloro gas, cloro líquido, etc.

2.2 Dotación de agua

La dotación representa el volumen de agua expresado en litros por habitante por día (l/hab/día) que considera los consumos de todos los servicios que se hacen por habitante por día, incluyendo consumos domésticos, no domésticos y las pérdidas físicas.

2.2.1 Consumo

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuario y clima que impera en la región, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, media y popular. El consumo no-doméstico incluye el comercial, el industrial y el de servicios públicos.

En la Tabla 2.1 se presentan consumos y dotaciones per cápita domésticas para cada clase socioeconómica.

CLASIFICACION	CLASE SOCIOECONOMICA		
	Residencial	Media	Popular
Consumo	260	230	185
Dotación	400	350	285
pérdidas físicas %	35%		

Tabla 2.1 Consumo y dotación doméstico por habitante (Lt/hab/día)

CLASE SOCIOECONÓMICA	TIPO DE VIVIENDA	
Residencial	Casas de 120 m ² o más Terreno de 250 m ² o más	de 3 o más recámaras de 2 o más baños
Media	Casas de 100 m ² o más Terreno de 150 a 250 m ²	hasta 3 recámaras hasta 2 baños
Popular	Casas hasta 100 m ² Terreno hasta 150 m ²	hasta 2 recámaras hasta 1.5 baños

Tabla 2.2 Clasificación socioeconómica por tipo de vivienda

NOTA: Para clasificar un desarrollo habitacional dentro de un nivel socioeconómico deberá contar con más del 50% de viviendas o lotes dentro de la clasificación elegida para determinar la Dotación de agua potable.

En la Tablas siguientes, 2.3 a la 2.7, se presentan algunos consumos no-domésticos recomendados por tipo de servicio según la Comisión Nacional del Agua, las Normas Técnicas para Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas en el Distrito Federal y el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Tabla 2.3 Consumo en comercios

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA
Oficinas (cualquier tipo)	50-100 lts/empleado/día (2)(3)
Locales comerciales	6 lts/m ² /día (1)(2)(3)
Mercados y tianguis	100 lts/local/día (1)(2)
Baños publicos	300 lts/bañista/día (1)(2)
Lavanderias de autoservicio	40 lts/kilo de ropa seca (1)(2)
Servicios automotrices	100 lts/trabajador/día (2)
Dotación para animales	25 lts/animal/día (2)

(1) MAPAS CONAGUA

(2) NTC para Diseño y Ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.

(3) I.M.S.S.

Tabla 2.4 Consumo en servicios turísticos

CLASIFICACION	Consumo en hoteles (l/cuarto/día) (1)	
	zona turistica	zona urbana
Gran turismo	2000	1000
4 y 5 estrellas	1500	750
1 a 3 estrellas	1000	400

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA
Hoteles, moteles, albergues	300 lts/huésped/día (2)(3)
Campamentos para remolques	200 lts/persona/día (2)

(1) MAPAS CONAGUA

(2) NTC para Diseño y Ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.

(3) I.M.S.S.

Tabla 2.5 Consumo de servicio para personal en industrias

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA (lts/trabajador/jornada)
Industria donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo	100
Otras industrias	30

Nota: El consumo para el proceso se obtiene para cada caso particular.

Tabla 2.6 Consumos para producción de algunos tipos de industria

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m ³ /día)
Azucarera	4.5 - 6.5
Química	5.0 - 25.0
Papel y celulosa	40.0 - 70.0
Bebidas	6.0 - 17.0
Textil	62.0 - 97.0
Siderurgica	5.0 - 9.0
Alimentos	4.0 - 5.0

En el caso de la industria deben considerarse los consumos por trabajador y según el tipo de productos que se generen, así mismo, las necesidades de riego deberán considerarse por separado a razón de 5 lts/m²/día.

Tabla 2.7 Consumo para uso de servicios públicos

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA
SERVICIOS DE SALUD: Atención medica a usuarios externos Hospitales, clínicas y centros de salud Orfanatorios y asilos	12 l/sitio/paciente 800 l/cama/dia (a,b)(1,2) 300 l/huesped/dia (a)(1,2)
EDUCACION, CIENCIA Y CULTURA: educacion preescolar educacion básica, media y superior institutos de investigación museos y centros de información	20 l/alumno/turno (a,b)(1,2) 25 l/alumno/turno (a,b)(1,2) 50 l/persona/dia (a,b)(2) 10 l/asistente/dia (a,b)(2)
CENTROS DE REUNIÓN: Servicios de alimentos y bebidas Entretenimiento (teatros publicos) Recreacion social (deportivos ,municipales) Deportivos al aire libre, con baños y vestidores Estadios, espectáculos deportivos Lugares de culto: Templos, iglesias y sinagogas	12 l/comida (a,b)(1,2) 10 l/asistente/dia (a,b)(2) 25 l/asistente/dia (a)(1,2) 150 l/asistente/dia (a)(1,2) 10 l/asiento/dia (a)(1,2) 10 l/asistente/dia (a)(2)
SEGURIDAD: Cuarteles, defensa, policía y bomberos Centros de readaptación social	200 l/persona/dia (a)(2) 200 l/intermo/dia (a)(2)
SERVICIOS FUNERARIOS: Funerarias y visitantes a cementerios Cementerios, crematorios y mausoleos	10 l/sitio/visitante (2) 100 l/trabajador/dia (a)(2)
COMUNICACIONES Y TRANSPORTE: Estaciones de transporte Estacionamientos	10 l/pasajero/dia (1)(2) 8 l/cajón/dia (2)
ESPACIOS ABIERTOS Jardines y parques	5 l/m2/dia

Nota: a) Las necesidades del riego se consideran por separado a razón de 5 l/m2/dia
b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 lts/trabajador/dia

(1) MAPAS CONAGUA

(2) NTC para Diseño y Ejecución de Obras e Inst. Hidráulicas en el D.F.

Para un planteamiento más aproximado de los consumos por tipo de servicio, la Comisión Nacional del Agua ha editado la Norma Técnica NT-008-CNA-2001 "Determinación de Consumos Unitarios de Agua Potable" que explica los procedimientos a seguir para este fin.

2.2.2 Pérdidas físicas

Las pérdidas físicas se refieren al agua que se escapa por fugas en líneas de conducción, tanques, redes de distribución y tomas domiciliarias.

El volumen diario de pérdidas físicas que se considera para el cálculo de las demandas y dotaciones será el obtenido con la ecuación

$$V_p = V_{fr} + V_{ft}$$

donde:

V_p = Volumen de pérdidas, en m^3 .

V_{fr} = Volumen de fugas en red, en m^3 .

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias, en m^3 .

Las consideraciones que sirven para orientar al proyectista, en la evaluación de los porcentajes de las pérdidas, son las siguientes:

- Si se dispone de presupuesto y tiempo, establecer el valor de las pérdidas con base en un estudio de Evaluación de Fugas.
- Considerar un valor promedio del volumen diario de pérdidas, obtenido de acuerdo a una o varias localidades similares en cuanto a nivel socioeconómico, tamaño de población, ocurrencia de las fugas, etc., que ya dispongan de un estudio de evaluación de fugas.
- En caso de no disponer de información, se puede considerar un valor comprendido entre el 40 % y el 60 % del volumen suministrado, que es el resultado del estudio de campo de 21 ciudades de la República Mexicana.
- En el caso del OOMAPAS de CAJEME, según estudio realizado en 2019, la **Eficiencia física** del organismo es del orden del **44.67%**, lo que implica que el 55.33% del agua suministrada se pierde en el trayecto de las fuentes de suministro (plantas, pozos) hacia los usuarios finales. Dicho estudio contempla los consumos no medidos por riego de áreas verdes, parques, carga de pipas municipales y consumos de hidrantes, con un estimado de 9.67% de la producción, lo que nos arroja un **35.0% de pérdidas físicas**, número que deberá ser empleado en el cálculo de la Dotación para el Municipio de Cajeme y que, con la implementación de estrategias de control de caudales y reducción de fugas, deberá ir disminuyendo año con año para poder incrementar la Eficiencia Física.

2.3 Demanda

La demanda actual es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas. Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura; esta demanda se calcula con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de crecimiento de la población y su actividad económica.

Para predecir su comportamiento, se debe considerar lo siguiente:

- La proyección del volumen doméstico total se realiza multiplicando los valores de las proyecciones de población de cada clase socioeconómica, por sus correspondientes consumos per cápita para cada año, dentro del horizonte de proyecto.
- Cuando las demandas de los sectores comercial, industrial y turística sean poco significativas con relación a la demanda doméstica, y no existan proyectos de desarrollo para estos sectores, las primeras quedan incluidas en la demanda doméstica.
- Cuando las demandas de los sectores comercial, industrial y turístico sean importantes, deberán considerarse las tendencias de crecimiento histórico con los censos económicos o con proyectos de desarrollo del sector público o de la iniciativa privada, y se aplicarán los consumos de cada sector a las proyecciones correspondientes.
- Por lo que se refiere a las pérdidas físicas de agua, su valor se estima a partir de su comportamiento histórico tomando en cuenta los proyectos de mantenimiento y rehabilitación probables, así como el establecimiento de un programa de control de fugas.

2.4 Coeficientes de variación

Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborables y otras actividades; Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, los cuales se determinan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente.

Para la obtención de los coeficientes de variación diaria y horaria lo adecuado es hacer un estudio de demanda de la localidad, utilizando los criterios descritos en el estudio de "Actualización de dotaciones en el país", si no se puede llevar a cabo lo anterior, considerar los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria medios que se dan a continuación:

Tabla 2.8 Coeficientes de variación diaria y horaria

CONCEPTO	VALOR
Coeficiente de variación diaria (CVd)	1.40
Coeficiente de variación horaria (CVh)	1.55

2.5 Gastos de diseño

El gasto de diseño es el que prevé la circulación del agua en condiciones críticas en un sistema, conducto o estructura y es la base para el dimensionamiento de los mismos.

Para los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se tomarán los gastos de diseño que se muestran en la tabla 2.9

Tabla 2.9 Gasto de diseño para estructuras de agua potable

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MAXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MAXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regulación	X	
Tanque de regulación	X	
Línea de alimentación de la red		X
Red de distribución		X

Los diferentes gastos que se utilizan en el diseño de redes de abastecimiento de agua potable, gasto medio diario, gasto máximo diario y gasto máximo horario, deberán calcularse de la siguiente manera:

- Gasto medio diario: Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{med} = \frac{DP}{86,400}$$

donde:

Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.
D = Dotación, en l/hab/día.
P = Número de habitantes.
86,400 = segundos/día

- Gasto máximo diario. Se calculará afectando al gasto medio diario anual por un coeficiente de variación diaria de acuerdo con la siguiente expresión

$$Q_{Md} = CV_d \cdot Q_{med}$$

- Gasto máximo horario. Se calculará afectando al gasto máximo diario por un coeficiente de variación horaria de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{Mh} = CV_h \cdot Q_{Md}$$

Donde:

Q_{Md} = Gasto máximo diario, en l/s.
 Q_{Mh} = Gasto máximo horario, en l/s.
 CV_d = Coeficiente de variación diaria .
 CV_h = Coeficiente de variación horaria.
 Q_{med} = Gasto medio diario, en l/s.

2.6 Presiones admisibles

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar el servicio de agua potable al usuario en cantidad y calidad adecuada, con presiones que varíen de 1.0 a 5.0 kg/cm² según el MAPAS de la CONAGUA. Las presiones o cargas disponibles de operación, que se han de tener en el diseño de la red para la red primaria, deberán ser suficientes para suministrar una cantidad de agua razonable en los pisos más altos de las casas, fábricas y edificios comerciales.

La presión mínima (carga estática) admisible para líneas de agua potable deberá ser de 10 m.c.a.

2.7 Velocidades admisibles

Las velocidades permisibles están gobernadas por las características del agua conducida y la magnitud de los fenómenos hidráulicos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores de velocidad.

El límite inferior de escurrimiento en las conducciones será de 0.30m/s para evitar el asentamiento de las partículas que pudieran ir suspendidas en el agua, principalmente en el caso de conducir agua recién captada. Mientras que para la velocidad máxima se adopta 5.0m/s para evitar la erosión de las tuberías, excepto en las tuberías de concreto reforzado donde deberá adoptarse como límite máximo 3.50m/s.

2.8 Diseño de cruceros

Las piezas especiales que se utilizan en el diseño de los cruceros deberán ser de Fierro Fundido (FoFo), Hierro dúctil y/o PVC, el tipo de pieza a utilizar dependerá del material de las tuberías a unir, así como de su diámetro.

En los cruceros que NO cuenten con válvulas podrán instalarse piezas especiales de PVC, excepto en cambios de dirección con codos cuando se trate de diámetros de 14" (350mm) y superiores, en cuyo caso deberán instalarse piezas especiales de Fierro Fundido (FoFo) para los codos y adaptadores bridados Universales de hierro dúctil para la unión con la tubería.

En los cruceros que cuenten con válvulas, sólo se autorizarán cruces, tees o codos de Fierro Fundido (FoFo) con adaptadores bridados Universales de hierro dúctil para unir con las tuberías, esto para evitar el intemperismo del material de PVC debido a problemas frecuentes de rupturas al momento de la operación de válvulas.

En la unión de las bridas, tanto de las piezas especiales de fierro fundido como hierro dúctil, solo se autorizarán empaques de Neopreno.

Cuando se requiere conectar tuberías de diferente diámetro se utilizarán reducciones de Fo.Fo. o PVC.

En caso de que se tenga reducción de diámetro, se recomienda, por economía, colocar la reducción antes de las piezas que forman los cruceros para que resulten en diámetros menores.

Se utilizarán coples universales de hierro dúctil en los siguientes casos:

- Para unir tuberías del mismo o de diferente material, sobre todo en aproches de tubería en nuevos proyectos.
- Para absorber movimientos diferenciales de la tubería (en la conexión con una estructura, etc.).

Bajo ninguna circunstancia se permitirán extremos muertos en la tubería, para ello se necesitará hacer retornos de dichas líneas.

El proyecto de los cruceros se hará utilizando los símbolos que se muestran en las Figuras 5.3 y 5.4. del apartado 5.6 simbologías.

Atraques de concreto

Los atraques son estructuras, que se construyen normalmente de concreto, con el fin de evitar movimientos de la infraestructura instalada por efecto del empuje mismo del flujo del agua.

Las fuerzas de empuje ocurren en las tuberías, en los cambios de dirección (por ejemplo codos, tees, ramales, etc.), cambios en el área de la sección transversal (reducciones o expansiones) o en terminaciones de línea (puntas muertas), estas fuerzas de empuje provocan desplazamiento en la línea de tubería, dando como resultado la separación de juntas y/o daños a los tubos, por lo que las fuerzas de empuje deben ser contrarrestadas por medio de atraques.

Las dimensiones de los atraques de concreto para las piezas especiales se establecen en el anexo 3. Para los casos no contemplados en la tabla del anexo, deberán determinarse las dimensiones de los atraques por medio de la magnitud de los empujes y la resistencia del tipo de terreno en los que van a apoyarse dichos atraques.

2.8.1 Válvulas de seccionamiento

La ubicación y cantidad de válvulas de seccionamiento en una red de distribución se determinan con base en los siguientes objetivos:

- 1) Poder aislar un tramo o una parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones, manteniendo el servicio en el resto de ésta. Mientras más válvulas se tengan en la red, menor será la parte sin servicio en caso de una reparación, pero más costoso el proyecto.
- 2) Hacer posible el control de fugas mediante distritos hidrométricos.
- 3) Derivar en un momento dado mayor caudal en un tramo determinado, cuando se trate de surtir a un hidrante contra incendio por medio de la operación de cierre de válvulas correspondientes.

Dado el elevado costo de las válvulas, su cantidad y ubicación deben basarse en comparaciones económicas de variantes. El costo de las válvulas, la afectación económica de la interrupción de servicio, y el costo y facilidades de operación de la red, deben ser los factores a considerar en el proyecto de seccionamiento de la red.

Es importante considerar que al seccionar una parte de la red de agua potable no deberán quedar más de **250 viviendas** sin servicio o bien un máximo de **5 Has**, esto con la finalidad de afectar lo menos posible a los usuarios ante un eventual cierre de válvulas.

Como un mínimo, se deberá ubicar válvulas de seccionamiento en los siguientes lugares:

1) En la red primaria:

- En los cruces de las tuberías primarias. No más de tres válvulas se necesitan en una cruz, no más de dos en una te.

2) En la red secundaria:

- En todas las conexiones con la red primaria.
- En algunos cruces de tuberías de la red secundaria, para establecer el seccionamiento de la red hidráulica.

Con vistas a tener una cantidad menor de válvulas, un establecimiento natural de las zonas de presión y un esquema que nos facilite la implementación de distritos hidrométricos, se recomienda el uso de la red secundaria en bloques y dos planos según lo especifica el MAPAS de la CONAGUA en el apartado 2.1 sobre redes de distribución.

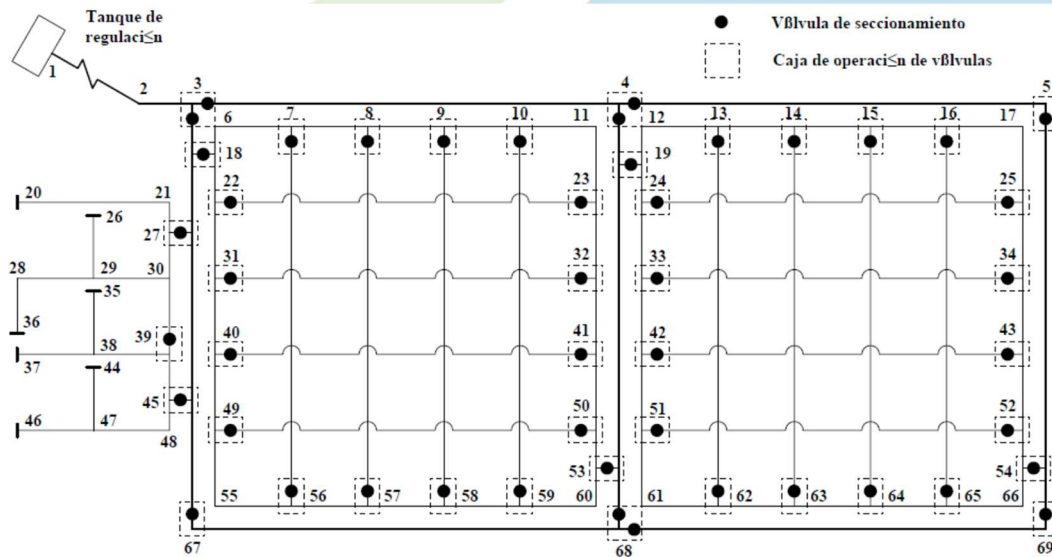


Figura 2.1 Ubicación de válvulas de seccionamiento

2.8.2 Cajas de operación de válvulas

El tipo de caja de válvulas se construirá de acuerdo con el diámetro de la válvula mayor del cruceo y al número y posicionamiento de ellas según la figura 2.2. Así mismo las dimensiones de las cajas de válvulas tipo se muestran en los anexos 4. Las dimensiones de los atraques para piezas especiales de Fierro Fundido y PVC, deberán llevar las dimensiones que marca el anexo 3.

TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS.

DIAMETRO DE LA VALVULA MAYOR		NUMERO Y POSICION DE LAS VALVULAS				
mm.	pulg.					
50	2	1	5	9	12	
60	2 1/2					
75	3	2		6		10
100	4					
150	6		3	7	11	
200	8					
250	10	4		8	ESPECIAL	
300	12					
350	14		4	8		ESPECIAL
400	16					
450	18					
500	20					

Figura 2.2 Selección de cajas de válvulas

2.9 Servicios contra incendios

Los sistemas de protección contra incendio deberán considerarse para localidades medianas o grandes (mayores de 2,500 habitantes), como lo es el caso de Cd. Obregón y algunas comunidades suburbanas. En pequeñas localidades rurales, salvo casos especiales, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contra incendios.

Para la proyección del sistema de protección contra incendio, la presión requerida debe obtenerse preferentemente mediante bombas del equipo contra incendio y no de las presiones que puedan tenerse en las tuberías de la red. Aun así, la red debe tener capacidad de satisfacer la demanda que se da por la suma de los gastos máximo diario y la que corresponda por el uso simultaneo de los hidrantes de incendio.

La mínima presión en cualquier hidrante no debe ser inferior a 10 m.c.a. cuando se esté extrayendo agua y se tenga equipo móvil contra incendio.

Los hidrantes contra incendio deberán conectarse a tuberías cuyo diámetro mínimo sea de 6" (150mm), y solo en casos especiales, bajo estricta autorización del organismo operador, podrán conectarse a tuberías de 4" (100mm). El hidrante contra incendios, podrán ser del **TIPO SECO (ANSI/AWWA C502)** o **TIPO HÚMEDO (ANSI/AWWA C503)** con dos tomas para mangueras de 63.5 mm. (2 1/2") \varnothing y una toma de 114 mm (4 1/2") \varnothing para bomba móvil; cuerpo de hierro dúctil en color rojo con pintura epóxica según AWWA C550, además, deberán conectarse a la red primaria con separación máxima de 200 m radialmente, instalando una válvula de compuerta para control dentro de una caja tipo 2.

La localización y especificaciones de los hidrantes contra incendio se hará de acuerdo con los criterios establecidos anteriormente y preferentemente se deberán colocar próximos a las áreas de equipamiento urbano, áreas comerciales y en esquinas de avenidas y/o boulevares sin obstruir rampas de acceso con facilidad de paso a las unidades de bomberos.

Se deberá presentar un plano con la mencionada localización, así como las especificaciones técnicas del hidrante. (Ver Anexo 5).

2.10 Tomas domiciliarias

Las tomas domiciliarias podrán conectarse a tuberías de distribución de hasta 8 pulgadas de diámetro y en casos donde existan lotes frente a tuberías mayores a estos se hará necesaria la instalación de una línea madrina de 4 pulgadas para dotar de los servicios.

Los diámetros de tubería para tomas domiciliarias más utilizados son en 13 y 19mm para consumo doméstico, sin embargo, bajo estricta autorización del organismo operador y respaldado por el cálculo hidráulico correspondiente, podrán utilizarse diámetros mayores en comercios e industrias.

En el presente manual, se propone en los anexos 6 las tomas domiciliarias tipo que pueden ser utilizadas en zonas urbanas y rurales respectivamente.

2.11 Materiales y Normatividad para agua potable

Todo material que se utilice en la elaboración de proyectos de la red de agua potable, desde el abastecimiento hasta la red de distribución e incluyendo las tomas domiciliarias, deberán cubrir los requisitos hidráulicos necesarios e indicados por el OOMAPAS de Cajeme; además, NO se podrá proponer el uso de materiales que a la fecha de proyecto y/o ejecución de la obra carezcan de la certificación vigente correspondiente en la CONAGUA.

2.11.1 Tuberías

Una tubería se compone de dos o más tubos ensamblados mediante un sistema de unión que permita la conducción de un fluido.

En la selección del material de la tubería intervienen características tales como: resistencia, durabilidad, economía, facilidad de reparación y especialmente la conservación de la calidad del agua.

La resistencia mecánica de la tubería debe permitirle soportar cargas externas, como cargas estáticas (rellenos de zanja) y cargas dinámicas (tráfico). Además, le permite soportar cargas internas de presión (presión hidrostática), tanto de operación como transitorios hidráulicos (golpe de ariete). La resistencia de la tubería debe ser mayor que la máxima carga que se pueda presentar en la red.

Los materiales de las tuberías que se pueden utilizar para el abastecimiento de agua potable son policloruro de vinilo (PVC) y policloruro de vinilo orientado (PVC-O), así como acero para cruces especiales de drenes o canales, dándole el tratamiento de pintura epóxica grado alimenticio externa e internamente para evitar corrosiones e incrustaciones.

Para el abastecimiento de agua potable se utilizará tubería serie inglesa en clase RD-32.5 en PVC y clase RD-46 en PVC-O para los diámetros nominales de 75, 100, 150 y 200 mm. (de 3" a 8")

Para el abastecimiento de agua potable se utilizará tubería serie métrica en clase 7 para los diámetros nominales de 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630 y 800 mm. (de 10" a 30")

Para los diámetros nominales de 922 mm (36") y mayores se utilizará tubería RD 41 rated 100psi según norma AWWA C905.

Los tubos de policloruro de vinilo (PVC) (serie métrica) se fabrican en color blanco de acuerdo a la norma NMX-E-143/1, donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en un solo tipo y un solo grado de calidad como espiga-campana y por su presión de trabajo en cinco clases (tabla 2.10).

Tabla 2.10 Presión de trabajo en tuberías de PVC (sistema métrico)

Clase	Presión máxima de trabajo		
	Mpa	Kgf/cm ²	PSI
5	0,5	5	71.12
7	0,7	7	99.56
10	1,0	10	142.23
14	1,4	14	199.13
20	2,0	20	284.47

Considerando que 1 kgf/cm² equivalen a 14.2233 PSI y a 0,1Mpa

Los tubos de policloruro de vinilo (PVC) (serie inglesa) se fabrican en color blanco de acuerdo a la norma NMX-E-145/1, donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en espiga-campana, y por su presión de trabajo en siete RD. (tabla 2.11).

Tabla 2.11 Presión de trabajo en tuberías de PVC (sistema inglés)

RD	Presión máxima de trabajo		
	Mpa	Kgf/cm ²	PSI
64	0,43	4.3	61.16
41	0,69	6.9	98.14
32.5	0,86	8.6	122.32
26	1,10	11.0	156.46
21	1,37	13.7	194.86
17	1,72	17.2	244.64
13.5	2,17	21.7	308.65

Considerando que 1 kgf/cm² equivalen a 14.2233 PSI y a 0,1Mpa

Los tubos de policloruro de vinilo orientado (PVC-O) se fabrican de acuerdo a las normas ISO 16422 y ASTM-F-1483 “Especificaciones de diseño para tuberías a presión de policloruro de vinilo Orientado (PVC-O)”. La tubería que se define para 8.6 kgf/cm² dejó de ser comercial, por lo que podrán especificarse tuberías de 11.0 kgf/cm² para los nuevos proyectos.

Tabla 2.12 Presión de trabajo en tuberías de PVC-O (sistema inglés)

RD	Presión máxima de trabajo		
	Mpa	Kgf/cm ²	PSI
--	0,86	8.6	122.32
46	1,10	11.0	156.46

Considerando que 1 kgf/cm² equivalen a 14.2233 PSI y a 0,1Mpa

Las tuberías de PVC anteriormente descritas deberán, por parte del fabricante, someterse a pruebas de resistencia a presión hidráulica interna sostenida por largos periodos sin presentar fallas, utilizando el método de prueba establecido en la **Norma NMX-E-013**.

2.11.2 Piezas especiales

En general, se podrán utilizar piezas especiales fabricadas en fierro fundido, fierro dúctil y PVC para formar los cruceros de proyecto; para las uniones de éstas piezas con la tubería deben utilizarse adaptadores bridados universales de fierro dúctil que haga las veces de la extremidad de fofo y la junta gibault.

Debido a que no existe una norma mexicana aplicable a las piezas especiales para conexiones hidráulicas de Fierro Fundido (FoFo), éstas y las de Hierro dúctil deberán cumplir como mínimo con las normas ANSI/AWWA C110/A21.10 “piezas especiales de fierro gris y fierro dúctil de 3” a 48” para agua”, la ASTM A126 Clase B que define la calidad del material del cuerpo de la pieza y la ASME/ANSI B-16.1 para la especificación de las bridas.

Las piezas especiales de Policloruro de Vinilo (PVC) podrán utilizarse solo hasta 12” de diámetro y deberán cumplir con la norma NMX-E-231 para las piezas de conexiones hidráulicas en diámetros de 10” a 12” *serie métrica* y la norma NMX-E-145/3 para las piezas de conexiones hidráulicas en diámetros de 3” a 8” *serie Inglesa*.

Los adaptadores bridados universales y los coples universales serán de Hierro dúctil con recubrimiento epóxico por fusión, deberán cumplir con la norma ASTM A536 para el material de su cuerpo y brida, la ASME/ANSI B-16.1 para la especificación de los barrenos de sus bridas, sellos de hule EPDM y tornillos/tuercas de acero con recubrimiento sheraplex.

2.11.3 Válvulas

2.11.3.1 Válvulas de seccionamiento

Para el seccionamiento o aislamiento de la red de distribución, el OOMAPAS de CAJEME permite el uso de válvulas de compuerta (y excepcionalmente de mariposa si el proyecto lo justifica) que se operen manualmente mediante volantes.

Las válvulas de seccionamiento deberán cumplir con la norma ANSI/AWWA C515 y serán de compuerta vástago fijo con asiento resiliente, fabricada en Hierro Dúctil, recubierta con resina epóxica aplicada electrostáticamente por fusión de acuerdo a AWWA C550, vástago de acero inoxidable, compuerta de hierro dúctil encapsulada en hule EPDM.

Las válvulas de compuerta deben ser empleadas cuando se requiera un cierre o apertura total, no se recomienda para ser usada como reguladora del gasto debido a las altas pérdidas de carga que provoca y porque puede cavitarse. Los diámetros recomendados son de 2" a 18".

Para diámetros iguales o mayores a 20", se recomienda el uso de válvulas con bypass en paralelo para igualar las presiones a ambos lados de la válvula haciéndola más fácil de abrir y cerrar.

2.11.3.2 Válvulas de control

Las válvulas de control pueden ser: de altitud, de admisión y expulsión de aire, controladoras de presión, o de vaciado (de desagüe) y su utilización debe ser plenamente justificada en la memoria descriptiva y/o de cálculo según lo requiera el OOMAPAS de CAJEME.

Todas aquellas válvulas de control que se instalen enterradas, deberán instalarse dentro de una caja de válvulas como en el caso de las válvulas de seccionamiento.

En todos los casos en que se requiera la instalación de válvula reductora o controladora de presión, la misma debe ubicarse entre dos válvulas de cierre (tipo cierre – apertura total) e instalarse además, un paso lateral provisto de válvula de regulación manual tal y como se muestra en el ejemplo del anexo 7. Estas válvulas, deben colocarse en líneas de 6" de diámetro en adelante.

2.11.4 Tomas domiciliarias

Toma domiciliaria es la instalación que se deriva de la tubería de la red de distribución de agua y termina dentro del predio, cuya finalidad es dotar de agua al usuario, está constituida por el ramal y el cuadro.

Ramal: Es la parte de la toma domiciliaria cuya función es conducir el agua de la tubería de la red de distribución hacia la instalación hidráulica domiciliaria, se conforma de las siguientes piezas:

Tacón Doble PVC: Corresponde a la pieza que se coloca en la tubería de distribución, proporcionando el medio de sujeción adecuado para recibir a la válvula de inserción, se selecciona de acuerdo al material usado en la red de distribución y en el ramal.

Cuando se trata de rehabilitación de tomas pueden utilizarse abrazaderas de PVC o FoFo, teniendo cuidado que sus elementos de sujeción (tornillos) tengan tratamiento anticorrosivo para prevenir su corrosión y así evitar una posible falla en el punto de acoplamiento.

Válvula de inserción: Es la pieza que permite unir el tacón con la tubería del ramal, roscándose en ésta y con las salidas adaptables para diferentes tipos de tuberías flexibles; se podrán utilizar válvulas de inserción de bronce tipo NPT para polietileno unión tuerca cónica.

Tubería flexible: Es la parte del ramal cuya función es absorber posibles desplazamientos diferenciales del terreno entre la red de distribución y la toma domiciliaria, para lo cual se realiza una deflexión a la tubería flexible, conocida como "cuello de ganso" durante su instalación. El material que se debe utilizar en diámetros de 13 y 19 mm debe ser el que cumpla la normatividad establecida por la **NMX-E-018-SCFI-2002**, Industria del plástico-Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua a presión-Especificaciones. y las especificaciones y métodos de prueba de hermeticidad de la norma oficial mexicana **NOM-001-CONAGUA-2011**.

Válvula de banquetta (válvula macho): Es un elemento que se fabrica de bronce cuya función es permitir el corte del flujo o cierre de la toma para restringir del servicio al usuario por parte del organismo operador, sin necesidad de excavar ya que se tiene acceso a través de la caja de banquetta.

Cuadro: Es la parte de la toma domiciliaria que permite la instalación de: la válvula de globo, el medidor, la válvula anti retorno (check) y la llave para manguera.

Válvula globo: Es un elemento que se fabrica de bronce cuya función, muy parecida a la de banqueta, es permitir el corte del flujo o cierre de la toma, para realizar reparaciones al interior del domicilio. OJO: En el manual de ALFA dice que su función es reducir velocidad y presión en el domicilio

Válvula antifraude: Es un elemento que se fabrica normalmente de bronce o latón, que permite bloquear o limitar el suministro de agua a usuarios morosos sin necesidad de dañar la toma domiciliaria, además funciona como llave de paso para el usuario para realizar reparaciones al interior del domicilio.

Tubería rígida: Este elemento tiene que ser de polipropileno (PP) para unión por termofusión, para conducción de agua fría o agua caliente, serie métrica, que cumplan con las especificaciones de la norma **NMX-E-226/2-CNCP-2007**

Conectores y niples: Permiten la unión entre las piezas que integran el ramal, son de bronce y PVC.

Válvula anti retorno (check): Es un elemento fabricado de bronce cuya función es evitar que se devuelva el agua del interior de la vivienda, principalmente de su sistema de almacenamiento, hacia la red principal en caso de corte de servicio en el sistema.

Llave de manguera: Provista de un sistema de apertura y cierre de flujo, así como de una terminal roscada para conectar una manguera de jardín, su función es la de proveer del servicio de agua potable al área de entrada al predio, donde se ubica normalmente el jardín y cochera.

Registro caja de medidor: Es un elemento rectangular prefabricado de plástico rígido, en cuyo interior se instalarán la válvula globo, el medidor y la válvula anti retorno (check), sus dimensiones aproximadas son 44.1 x 25.7 cm y una profundidad de 45.7cm, pared gruesa (14mm min.) y peso aprox. de 8.8kg. La tapa deberá ser para tráfico vehicular incidental (Medium Duty). Se colocará en la banqueta, en un lugar sin tráfico vehicular, con la finalidad de facilitar la lectura del consumo de agua.

Tabla 2.13 Materiales autorizados según normatividad de agua potable

AGUA POTABLE				
MATERIAL	MARCA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES	NORMATIVIDAD
TUBERIAS				
PVC	MEXICHEM	Sistema Inglés RD 26.0	Diámetros de 25 a 38mm (1 a 1.5")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-145/1
PVC	DURMAN CRESCO	Sistema Inglés RD 32.5	Diámetros de 50 a 200mm (2 a 8")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-145/1
PVC	PTM	Sistema Métrico CLASE 7	Diámetros de 250 a 750mm (10 a 30")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-143/1
PVC	DIAMOND PLASTICS	Sistema Inglés RD 41.0	Diámetros de 900mm (36")	AWWA C905
PVC-O	BIAXIAL MOLECOR	Sistema Inglés RD 46.0	Diámetros de 50 a 200mm (2 a 8")	NOM-001-CONAGUA-2011 ISO 16422 ASTM-F-1483
PIEZAS ESPECIALES				
PVC	PTM DURMAN	Sistema Inglés	Diámetros de 25 a 200mm (1 a 8")	NMX-E-145/3
PVC	CRESCO	Sistema Métrico	Diámetros de 250 a 300mm (10 a 12")	NMX-E-231
FoFo		Hierro gris ASTM	Diámetros de 75 a 1200mm (3 a 48")	ANSI/AWWA C110/A21.10 ASTM A126 CLASE B ASME/ANSI B-16.1
Hierro dúctil	AVK VIKING J.	Adaptadores bridados y coples universales	Diámetros de 75 a 900mm (3 a 36")	ASTM A536 ASME/ANSI B-16.1
VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO				
Hierro dúctil	AVK MUELLER VAMEX SIMEX	Fabricada en Hierro Dúctil con recubrimiento de resina epóxica según AWWA C550, vástago y tornillos de acero inoxidable, tuerca de elevación de bronce y compuerta de hierro dúctil encapsulada en hule EPDM.		ANSI/AWWA C515 ASTM A536 AWWA C550 ANSI/AWWA C110/A21.10 ANSI B-16.1
TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULA				
Hierro dúctil				
HIDRANTES CONTRA INCENDIO				
Hierro dúctil	AVK MUELLER	Hidrante tipo Seco ó Húmedo color rojo con pintura epóxica según AWWA C550, con dos salidas para manguera de 2 1/2" y una de 4 1/2" para bomba móvil.		ANSI/AWWA C502, C503 Listado UL Aprobado FM

Nota: Las marcas aquí mostradas tienen vigente su certificado ante la CONAGUA a la fecha de este manual. Las marcas no incluidas deberán mostrar certificación vigente NOM-001-CONAGUA-2011 para poder ser consideradas en los proyectos que este organismo operador realice.

AGUA POTABLE				
ELEMENTO	MARCA	MATERIAL	OBSERVACIONES	NORMATIVIDAD
TOMAS DOMICILIARIAS				
RAMAL				
Tacón doble o abrazadera	EMMSA ALFA	PVC	Abrazaderas con Tornillos de acero inoxidable	NMX-E-191 NMX-E-209
Válvula de Inserción	URREA RUGO BUGATTI ALFA	BRONCE	Rosca tipo NPT para Polietileno unión tuerca cónica	NOM-001-CONAGUA-2011 ASTM-B-30
Tubería flexible	EXTRUPAK VALTIC Tubotech/SADMX POLICONDUCTOS JIMBUR PIPE	PEAD Tipo IIa RD 9	Diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-018-CNCP-2012
Válvula de banqueta	URREA RUGO ALFA	BRONCE	Diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	NOM-001-CONAGUA-2011
CUADRO				
Válvula de globo	URREA RUGO ALFA	BRONCE	Diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	NOM-001-CONAGUA-2011
Válvula antifraude	FREELANDER	LATÓN	Diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	
Tubería rígida	TUBOPLUS	PP	Polipropileno Copolímero Random / PP-R	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-226/2
Válvula check	URREA RUGO ALFA	BRONCE	Diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	
Llave de Jardín	URREA RUGO ALFA	BRONCE	Llave para manguera roscable, en diámetros de 13 a 19mm (1/2 a 3/4")	
Registro/caja para medidor	CARSON	PEAD	Espesor de pared mínimo de 14mm. Peso mínimo de 8.8kg. Tapa y pasador reforzado Tipo MSBCF1015-18XL o similar especificaciones.	

ANSI: American National Standards Institute
 ASME: American Society of Mechanical Engineers
 ASTM: American Society for Testing and Materials
 AWWA: American Water Works Association
 CONAGUA: Comisión Nacional del Agua
 EPDM: Etileno Propileno Dieno tipo M
 ISO: International Organization for Standardization
 NMX: Normas Mexicanas
 NOM: Norma Oficial Mexicana

3. Alcantarillado sanitario

3.1 Datos de proyecto

Para efectuar los proyectos de las obras que integran un sistema de alcantarillado sanitario, se deben establecer claramente los datos de proyecto como se indican a continuación:

Área beneficiada.....	Has.
Densidad de construcción.....	Viv. / Ha.
Número de viviendas.....	Viviendas.
Densidad de población.....	Habs. / Viv.
Número de habitantes de proyecto.....	Habs.
Dotación.....	Lts/Hab./Día.
Aportación (75% de la Dotación).....	Lts/Hab./Día.
Gasto mínimo.....	Lps
Gasto medio diario.....	Lps
Gasto máximo instantáneo.....	Lps
Gasto máximo extraordinario.....	Lps
Velocidad mínima.....	m/seg
Velocidad máxima.....	m/seg
Coefficiente de Harmon (M).....	adimensional
Coefficiente de seguridad.....	1.50
Coefficiente de rugosidad de la tubería.....	adimensional
Tipo de sistema.....	Separado aguas negras.
Fórmulas.....	Harmon y Manning
Sistema de eliminación.....	Gravedad y/o Bombeo.

3.2 Aportación de aguas residuales

La aportación es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores e investigadores están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen de agua que se pierde antes de llegar a la red de alcantarillado (25% aproximadamente), como el utilizado para el consumo humano, riego de áreas verdes y pérdidas por fugas en tubería.

El organismo operador tiene datos de que en el 2020 el porcentaje de aportación a la red de drenaje sanitario en Cd. Obregón es de alrededor del 70%, esto es, la cantidad de agua residual que llega a las plantas de tratamiento contra el agua entregada a la red de agua potable. Debido a que el bajo resultado del estudio puede deberse al alto porcentaje de pérdidas en la red, se tomará como aceptable para cuestiones de diseño que la **aportación de aguas residuales** sea el **75% de la dotación** de agua potable como lo recomienda la Comisión Nacional del Agua.

Para los fraccionamientos industriales y comerciales especiales, el proyectista deberá analizar para cada caso en particular el porcentaje de la dotación que se verterá al drenaje sanitario, considerando que parte del agua de consumo debe emplearse en el proceso industrial y áreas verdes.

3.3 Coeficientes de variación

3.3.1 Coeficiente de variación máxima instantánea (Harmon “M”)

Para cuantificar la variación máxima instantánea de las aportaciones, se utiliza la fórmula de Harmon, cuya expresión es:

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

donde:

M = Coeficiente de variación máxima instantánea de agua negras.

P = Población servida acumulada hasta el tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.

El coeficiente de variación máxima instantánea, o coeficiente de Harmon, se aplica tomando las siguientes consideraciones:

En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

Para una población acumulada mayor que 63,454, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente “M” se equipara con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior es de $1.40 \times 1.55 = 2.17$.

Así, dependiendo de la población servida, el coeficiente “M” tendrá los siguientes valores, siendo el mismo para la zona urbana que para las zonas suburbana y rural:

POBLACIÓN (Hab)	COEFICIENTE “M”
Menor de 1,000	3.8
1,000 a 63,454	Aplicar fórmula
Mayor de 63,454	2.17

3.3.2 Coeficiente de seguridad (C.S)

Generalmente en los proyectos de redes nuevas de alcantarillado sanitario y en el caso de rehabilitaciones a una red existente se considera un margen de seguridad aplicando un coeficiente previendo los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, generalmente por concepto de agua pluviales y/o los provocados por un crecimiento demográfico explosivo no considerado. Para el municipio de Cajeme se considera un coeficiente de 1.5.

3.4 Gastos de diseño

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado sanitario son: medio diario, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

3.4.1 Gasto medio diario

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. El OOMAPAS de CAJEME considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones.

La cuantificación del gasto medio de aguas negras en un tramo de la red se hace en función de la población y de la aportación de las aguas negras (ref.3.2), esta aportación se considera como un porcentaje de la dotación de agua potable, que a su vez está en función de los diferentes usos del suelo (comercial, industrial y habitacional)

La expresión para calcular el valor del gasto medio en zonas habitacionales y condiciones normales, es:

$$Q_{med} = \frac{A_p \cdot P}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} : Gasto medio diario (Lps)

A_p : Aportación de aguas residuales (Lts/hab/día)

P : Población de proyecto (habitantes)

86,400 : Segundos del día

Para zonas industriales o comerciales que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes elevados de aguas residuales, se deberá considerar el gasto de vertido que el OOMAPAS de CAJEME autorice en la viabilidad correspondiente.

3.4.2 Gasto mínimo

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

La expresión que generalmente se utiliza para calcular el valor del gasto mínimo es:

$$Q_{mín} = 0.5 \cdot Q_{med}$$

Donde:

Q_{min} : Gasto mínimo (Lps)

Q_{med} : Gasto medio diario (Lps)

Cuando el gasto mínimo calculado sea menor de 1.0 Lts/Seg, se tomará este último valor para efecto de cálculo de velocidades y tirantes. Esto debido a que los excusados de bajo consumo (6 u 8 litros) son muy comunes hoy en día.

3.4.3 Gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado y se determina a partir del coeficiente de mayoración de Harmon (M).

$$Q_{mi} = M \cdot Q_{med}$$

Donde:

Q_{mi} : Gasto máximo instantáneo (Lps)

Q_{med} : Gasto medio diario (Lps)

M: Coeficiente de variación máxima instantánea de Harmon (Adim).

3.4.4 Gasto máximo extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales y será en función de éste que se determinen los diámetros de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever excesos de las aportaciones que puede recibir la red de drenaje sanitario.

La ecuación utilizada tiene la forma siguiente:

$$Q_{me} = C.S. \cdot Q_{mi}$$

donde:

Q_{me} : Gasto máximo extraordinario, (Lps)

C.S. : Coeficiente de seguridad, es igual a 1.5

Q_{mi} : Gasto máximo instantáneo, (Lps)

3.5 Velocidades

3.5.1 Velocidad mínima

La velocidad mínima se considera aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.30 m/s, considerando el gasto mínimo calculado según el punto 3.4.2; adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo éstas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendientes fuertes, mayores de 6 al millar, y de 1.5 cm en casos normales.

3.5.2 Velocidad máxima

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con la cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras, así como la generación de malos olores por el ácido sulfúrico que provoca la turbulencia. Este límite varía en función del material de las conducciones y sus valores se indican en la tabla 3.1. Para su estimación se utiliza el gasto máximo extraordinario.

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios.

Tabla 3.1 Velocidades máxima y mínima permisibles en tuberías.

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/s)	
	MINIMA	MÁXIMA
Concreto simple	0.30	3.00
Concreto reforzado	0.30	3.50
Acero	0.30	5.00
Asbesto cemento		
Fierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Poli cloruro de vinilo)		
PP (Polipropileno)		
PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)		

3.6 Pendientes

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la construcción de estructuras de caídas libres o adosadas que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción de sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico, que disminuye notablemente la vida útil de los pozos de visita, y aumenta los malos olores de las aguas negras, propiciando la contaminación ambiental.

Las pendientes de las tuberías, preferentemente, deberán seguir el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, tomando en cuenta topografía, ubicación de los lotes por servir y las restricciones de velocidad y tirantes.

Para el caso de pendientes fuertes, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno por las restricciones antes mencionadas, podrán utilizarse escalonamientos con caídas adecuadas.

Así mismo, **el proyectista deberá evitar, en la medida de lo posible, la utilización de pendientes mínimas** debido a que se asocian a formación de azolvamiento y taponamientos. **Como una medida para mejorar el flujo, la pendiente mínima a utilizar en los tramos iniciales de atarjea (pozo cabeza) será de 4.5 al millar** de tal manera que genere una tensión tractiva mínima de 1Pa. En la tabla 3.2 se proponen valores de pendientes mínimas que pueden utilizarse como referencia para algunas tuberías en sus diferentes diámetros, no obstante, estos valores podrán modificarse en casos especiales previo análisis particular y justificación en cada caso.

Tabla 3.2 Pendientes mínimas para tuberías

PENDIENTES MINIMAS DE TUBERÍAS		
Suponiendo coeficiente Manning = 0.009		
diámetro (pulg)	diámetro (cm)	PENDIENTE MÍNIMA (milésimas)(m/km)
8	20	2.0
10	25	1.5
12	30	1.0
14	35	0.7
16	40	0.7
18	45	0.6
20	50	0.5
24	61	0.4
30	75	0.3
36	90	0.3
42	107	0.3
48	122	0.2
60	150	0.2

3.7 Diámetros

Deberá seleccionarse el diámetro de las tuberías de manera que su capacidad, sea tal, que a gasto máximo previsto el agua fluya a gravedad con un tirante hidráulico máximo del **85%** del diámetro interior del tubo.

La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años ha demostrado que para evitar obstrucciones el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm. (8").

El diámetro máximo está regido por el gasto de diseño y los colchones mínimos sobre el lomo del tubo.

3.8 Modelos de configuración de atarjeas

El trazo se realizará siempre al tercio sur y poniente, como se indica en el apartado 1.8 de este manual, de la distancia entre guarniciones, siempre y cuando no existan obstáculos y/o infraestructura existente, en tal caso se deberá tener como mínimo una distancia de 2.00 metros de dicho obstáculo.

Se podrán utilizar los siguientes tipos de trazos:

Trazo de bayoneta, será aquel que se inicie en una cabeza de atarjea y tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

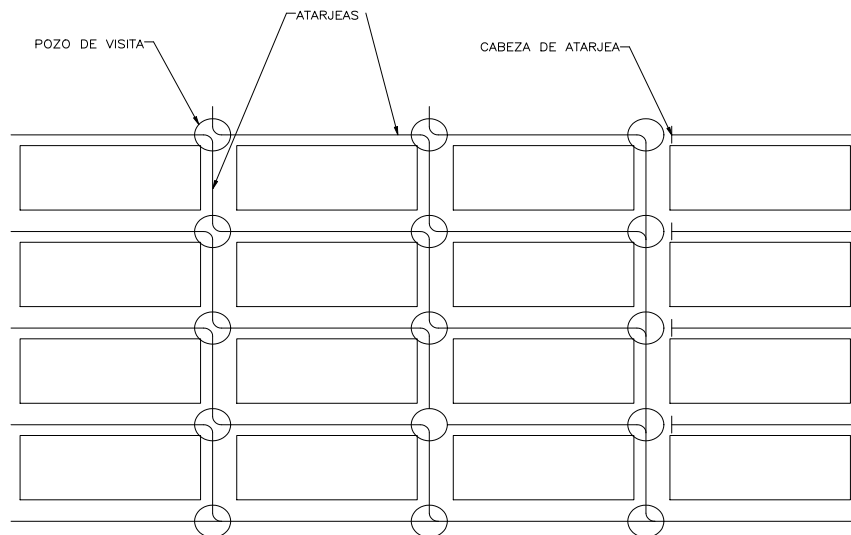


Figura 3.1 Modelo de atarjea en bayoneta

Trazo en peine, será aquel que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencias al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería de mayor diámetro, perpendicular a ellas.

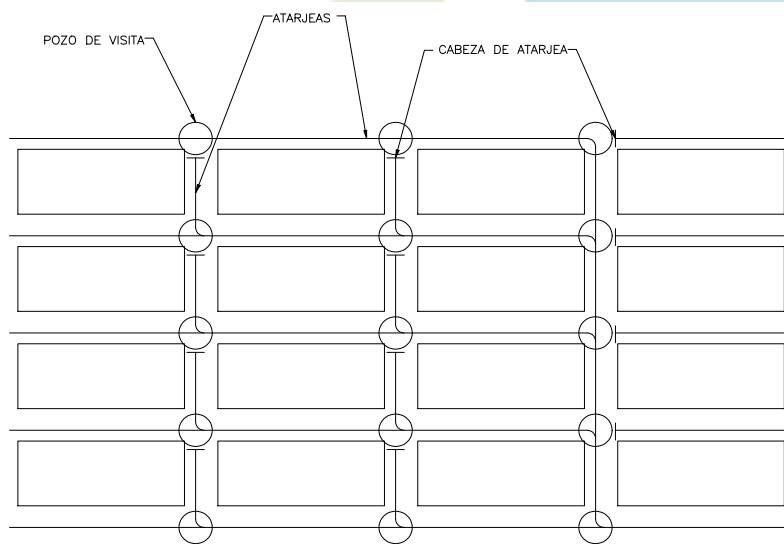


Figura 3.2 Modelo de atarjea en peine

Trazo combinado, será aquel que corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.

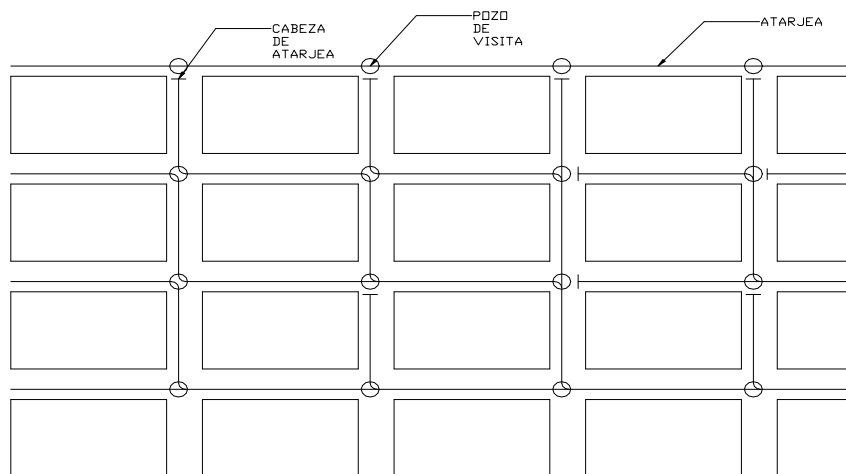


Figura 3.3 Modelo de atarjea combinada o mixta

3.9 Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado sanitario. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente. Pueden ser construidos en el lugar o pueden ser prefabricados siempre que los materiales utilizados en su construcción aseguren la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería.

Los pozos de visita se clasifican en: pozos comunes, pozos especiales, pozos caja, pozos caja unión y pozos caja deflexión. En los **anexos 8** pueden observarse las especificaciones de los diferentes tipos de pozos de visita.

3.9.1 Pozo de visita tipo común

Los pozos comunes, tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, en el piso del pozo se construye una “media caña” que es la prolongación de la tubería dentro del pozo y mesetas laterales a los costados de la media caña. Comúnmente se construyen de tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique, el espesor mínimo será de 28 cm a cualquier profundidad.

Una escalera de peldaños hecha a base de varilla de acero en funda plástica o prefabricados empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema.

Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir interiormente con mortero cemento-arena 1:3 y se mezclará con impermeabilizante integral sólo en aquellos casos donde por condiciones de niveles de agua freática o filtraciones de drenes y canales se ponga en peligro la hermeticidad del pozo, evitando la contaminación; en el exterior se aplicará mortero cemento-arena 1:3 colocado zarpeado, el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 2.5 cm. Además, se debe de garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, utilizando anillos de hule. El número máximo de tuberías que pueden descargar en un pozo de visita es tres y debe existir una tubería de salida.

Los pozos de visita comunes (Anexo 8A) tienen un diámetro interior de 1.2 m, **se utilizan con tubería de hasta 61 cm (24”) de diámetro**, con entronques de hasta 0.45 m (18”) de diámetro y permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados.

3.9.2 Pozo de visita tipo especial

Este tipo de pozos son de forma similar a los pozos de visita comunes, construidos de tabique y tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, pero son de dimensiones mayores.

Existen dos tipos de pozos especiales:

Especial tipo 1 (Anexo 8B), presenta un diámetro interior de 1.5 m en su base, se utiliza con tuberías de 0.76m (30") a 1.07m (42") de diámetro con entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.30m (12") y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados.

Especial tipo 2 (Anexo 8C), presenta un diámetro interior de 2.0 m en su base, se usa con diámetros de 1.22 m (48") y entronques a 90 grados de tuberías de hasta 0.3 m (12") y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados.

3.9.3 Pozo de visita tipo caja

Los pozos caja están formados por el conjunto de una caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique similar a la de los pozos comunes y especiales. Su sección transversal horizontal tiene forma rectangular o de un polígono irregular. Sus muros, así como el piso y el techo son de concreto reforzado, arrancando de éste último la chimenea que, al nivel de la superficie del terreno, termina con un brocal y su tapa, Generalmente a los pozos cuya sección horizontal es rectangular, se les llama simplemente pozos caja. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Existen tres tipos de pozos caja:

Pozo caja tipo 1 (Anexo 8D), que se utiliza en tuberías de 0.76m (30") a 1.07m (42") de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.60m (24") de diámetro;

Pozo caja tipo 2 (Anexo 8E), que se utiliza en tuberías de 0.76m (30") a 1.22m (48") de diámetro con entronques a 45 grados hasta de 0.76m (30") de diámetro.

Pozo caja tipo 3 (Anexo 8F), el cual se utiliza en diámetros de 1.52m (60") a 1.83m (72") con entronques a 45 grados hasta de 0.76m (30") de diámetro.

3.9.4 Pozo de visita tipo caja unión

Se les denomina así a los pozos caja de sección horizontal en forma de polígono irregulares. Estos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

Existen dos tipos de pozos caja unión:

Pozo caja unión tipo 1 (Anexo 8G), se utiliza en tuberías de hasta 1.52m (60") de diámetro con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.22m (48") de diámetro.

Pozo caja unión tipo 2 (Anexo 8H), se utiliza en tuberías de hasta 2.13m (85") de diámetro con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.52m (60") de diámetro. Sin embargo, y debido a que en nuestro municipio no se tienen aún diámetros tan grandes, se diseñó un pozo caja unión para tuberías de 1.80m (72") y entronque de 1.52m (60") de diámetro.

3.9.5 Pozo de visita tipo caja deflexión

Se les nombra de esta forma a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo, aunque pueden diseñarse del ángulo requerido por el proyecto. Se utilizan en tuberías de 1.52m (60") a 3.05m (122") de diámetro. Para diámetros de 1.52m (60"), que es el caso que se presenta en nuestro municipio, se diseñará de acuerdo a los datos contenidos en el plano del Anexo 8I para la Caja Tipo B1.

3.10 Separación máxima entre pozos de visita

La separación máxima entre pozos de visita debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza, por lo que según la experiencia se recomienda:

- Utilizar **125 metros** como separación máxima en todos los diámetros.

Esta separación puede incrementarse como máximo un 10% de acuerdo con las distancias de los cruceros de las calles.

3.11 Cambios de dirección

Siempre que se considere necesario efectuar un cambio de dirección, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

1. Para diámetros de tubería hasta 61cm (24”), los cambios de dirección son máximo de 90 grados, y deben hacerse con un solo **pozo de visita común**.
2. Para diámetros de 76cm (30”) a 122cm (48”), los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse con **pozos tipo especiales**.
3. Para diámetros mayores a 122cm (48”) y hasta de 305cm (122”), los cambios de dirección son de un máximo de 45 grados y deben hacerse con un **pozo caja deflexión**.

Si se requieren dar deflexiones más grandes que las permitidas, deberá emplearse el número de pozos que sean necesarios, respetando el rango de deflexión permisible para el tipo de pozo.

3.12 Estructuras de caída

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Las estructuras de caída utilizadas son:

a) Caída libre

En pozos de visita comunes o especiales, la caída libre es hasta de 50cm para tuberías de entrada hasta de 25cm (10”) de diámetro. En éste caso, la caída libre se mide de la plantilla del tubo de llegada a la clave del tubo de salida.

En pozos comunes o especiales, con tuberías de entrada y salida de 30cm (12”) a 76cm (30”) de diámetro, la caída libre es como máximo de hasta el diámetro mayor, medida de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida.

b) Caída adosada

Son pozos de visita comunes o especiales, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías (Anexo 8J). Ésta estructura se construye sobre tuberías de entrada hasta de 25cm (10”) de diámetro, con caídas hasta 2.00m, y que no cumplen con el criterio de caída libre. En éste caso, la caída se mide de la clave del tubo de entrada a la clave del tubo de salida.

c) Pozos con caída

Son pozos construidos por una caja de tabique y concreto, así como por una chimenea de tabique a los cuales, en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae (Anexo 8K). Se construyen sobre tuberías de entrada y salida de 30cm (12") a 76cm (30") de diámetro; no admiten entronques y la caída es hasta de 1.50m. En éste caso, la caída se mide de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida.

d) Caída escalonada

Son pozos caja con caída escalonada (Anexo 8L) cuya variación es de 0.50 m en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m como máximo, que están provistos de una chimenea de tabique a la entrada de la tubería con mayor elevación de la plantilla y otra a la salida de la tubería con la menor elevación de plantilla. Se construyen sobre tuberías de entrada y salida de 91cm (36") de diámetro hasta 305cm (122"); no admiten entronques y la caída es hasta de 250 cm. En éste caso, la caída se mide de la plantilla del tubo de entrada a la plantilla del tubo de salida.

En la Tabla 3.3 se indica que tipo de caída debe construirse dependiendo del diámetro de la tubería y cuál es la altura máxima que debe tener dicha caída.

Tabla 3.3 Tipos de estructuras de caída.

TIPO DE CAÍDA	DIÁMETROS	ALTURA MÁXIMA DE LA CAÍDA	MEDIDO (Entrada a Salida)
CAIDA LIBRE	Diámetro de entrada hasta 25cm (10")	50cm	Plantilla a Clave
CAIDA ADOSADA	Diámetro de entrada hasta 25cm (10")	200cm	Clave a Clave
CAIDA LIBRE	Diámetro de entrada y salida 30 a 76cm (12" a 30")	Un diámetro (el mayor)	Plantilla a Plantilla
POZO CON CAIDA	Diámetro de entrada y salida 30 a 76cm (12" a 30")	150cm	Plantilla a Plantilla
CAIDA ESCALONADA	Diámetro de entrada y salida mayor o igual de 91cm (36")	250cm	Plantilla a Plantilla

Tabla 3.4 Selección del tipo de Pozo de visita.

SELECCIÓN DEL TIPO DE POZO DE VISITA														
DIAMETRO NOMINAL		DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ENTRONQUE												
		8" 20cm	10" 25cm	12" 30cm	14" 35cm	16" 40cm	18" 45cm	20" 50cm	24" 60cm	30" 75cm	36" 90cm	42" 105cm	48" 120cm	60" 150cm
TUBERÍA DE MAYOR DIÁMETRO	8" 20cm	PC												
	10" 25cm	PC	PC											
	12" 30cm	PC	PC	PC										
	14" 35cm	PC	PC	PC	PC									
	16" 40cm	PC	PC	PC	PC	PC								
	18" 45cm	PC	PC	PC	PC	PC	PC							
	20" 50cm	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC1						
	24" 60cm	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC1	PC1					
	30" 75cm	PE1	PE1	PE1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC2				
	36" 90cm	PE1	PE1	PE1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC2	PCU1			
	42" 105cm	PE1	PE1	PE1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC1	PC2	PCU1	PCU1		
	48" 120cm	PE2	PE2	PE2	PC2	PC2	PC2	PC2	PC2	PC2	PCU1	PCU1	PCU1	
60" 150cm	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PCU1	PCU1	PCU1	PCU2	
72" 180cm	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PC3	PCU2	PCU2	PCU2	PCU2	

DEFLEXIONES				ESTRUCTURAS DE CAÍDA			
DIAMETRO NOMINAL		90 grados	45 grados	DIAMETRO NOMINAL		nota: la medición se hace de entrada a salida	
TUBERÍA DE MAYOR DIÁMETRO	8" 20cm	PC	PC	DIÁMETRO DE TUBERÍA DE LLEGADA	8" 20cm	CAIDA LIBRE	CAIDA ADOSADA
	10" 25cm	PC	PC		10" 25cm	hasta 50cm de plantilla a clave	hasta 200cm de plantilla a plantilla
	12" 30cm	PC	PC		12" 30cm		
	14" 35cm	PC	PC		14" 35cm	CAIDA LIBRE	POZO CON CAÍDA
	16" 40cm	PC	PC		16" 40cm	La altura máxima es el diámetro mayor	La altura máxima es de 150cm
	18" 45cm	PC	PC		18" 45cm	medido de plantilla a plantilla	medido de plantilla a plantilla
	20" 50cm	PC	PC		20" 50cm		no admite entronques
	24" 60cm	PC	PC		24" 60cm		
	30" 75cm		PE1		30" 75cm		
	36" 90cm		PE1		36" 90cm		
	42" 105cm		PE1		42" 105cm		
	48" 120cm		PE2		48" 120cm		
60" 150cm		PCD	60" 150cm				
72" 180cm		PCD	72" 180cm				
						CAIDA ESCALONADA	
						La altura máxima es de 250cm, medido de plantilla a plantilla	
						no admite entronques	

PC	Pozo de visita común	Hasta 24" de diámetro con entronques hasta 18" a 90 grados
PE1	Pozo Especial tipo 1	de 30" a 42" de diámetro con entronques hasta 12" a 90 grados y deflexiones a 45 grados
PE2	Pozo Especial tipo 2	de 48" de diámetro con entronques hasta 12" a 90 grados y deflexiones a 45 grados
PC1	Pozo Caja tipo 1	de 30" a 42" de diámetro con entronques hasta 24" a 45 grados, no permite deflexiones
PC2	Pozo Caja tipo 2	de 30" a 48" de diámetro con entronques hasta 30" a 45 grados, no permite deflexiones
PC3	Pozo Caja tipo 3	de 60" a 72" de diámetro con entronques hasta 30" a 45 grados, no permite deflexiones
PCU1	Pozo Caja unión 1	Hasta 60" de diámetro con entronques hasta 48" a 45 grados, no permite deflexiones
PCU2	Pozo Caja unión 2	Hasta 85" de diámetro con entronques hasta 60" a 45 grados, no permite deflexiones
PCD	Pozo Caja deflexión	de 60" a 122" de diámetro para deflexiones de 45 grados

3.13 Conexiones

Desde el punto de vista hidráulico se recomienda que en las conexiones, se igualen los niveles de las claves de los conductos por unir. Con este tipo de conexión, se evita el efecto del remanso aguas arriba.

Atendiendo a las características del proyecto, se pueden efectuar las conexiones de las tuberías, haciendo coincidir las claves, los ejes o las plantillas de los tramos de diámetro diferente.

3.14 Sifones invertidos

Siempre que se considere necesaria la construcción de sifones invertidos (anexo 12) para librar corrientes de agua, depresiones del terreno, estructuras, tuberías o viaductos subterráneos, en su diseño deberá tomarse en cuenta la siguiente:

1. Velocidad mínima de escurrimiento de 1.20 m/s para evitar sedimentos.
2. Se deben colocar rejillas en una estructura adecuada, aguas arriba del sifón, para detener objetos flotantes que puedan obstruir las tuberías del sifón.
3. Analizar la conveniencia de emplear varias tuberías a diferentes niveles, para que, de acuerdo a los caudales por manejar, se obtengan siempre velocidades adecuadas. La primera tubería tendrá capacidad para conducir el gasto mínimo de proyecto.
4. En el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 20 cm, se acepta como velocidad mínima de escurrimiento la de 1.00 m/s, y en casos extraordinarios hasta 0.60 m/s.
5. Se deben proyectar estructuras adecuadas (cajas), tanto a la entrada como a la salida del sifón, que permitan separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería.

3.15 Descargas domiciliarias

La descarga domiciliaria o albañal, se inicia en un registro de 50cmx70cm de sección, medidas interiores, localizado al centro de la banqueta en el frente de cada predio y termina conectándose a la red de atarjeas mediante codo y silleta o bien una Tee-Yee cuando se construya simultáneamente a la red, como es el caso de los fraccionamientos habitacionales. Las descargas domiciliarias se conectarán únicamente a tuberías de 20 cm (8") a 30 cm (12") de diámetro, la conexión a diámetros mayores podrá realizarse solo bajo estricta autorización del organismo operador. La profundidad mínima del registro deberá asegurar el colchón mínimo establecido y la máxima está determinada por las características propias de cada proyecto.

Por otro lado, los albañales deberán conectarse al sistema de alcantarillado con un ángulo de 45° a 90° y una pendiente de 1% como mínimo, además, las piezas necesarias deben garantizar la hermeticidad del albañal a la atarjea por lo que se recomienda utilizar de preferencia el mismo material.

En los anexos 10 y 11 se presentan las propuestas de construcción para las descargas domiciliarias y los registros sanitarios.

3.16 Trampa de grasas

En los casos que el predio sea destinado a uso comercial, industrial o de servicio, el solicitante deberá considerar que las aguas que se viertan al sistema deberán cumplir con lo previsto en la NOM-002-SEMARNAT-VIGENTE, tramitar su inscripción y anualmente revalidarla ante el Registro Estatal de Descargas de Aguas Residuales Potencialmente Contaminantes y debe construirse dentro de dicho predio un registro de retención (trampa de grasas) a juicio de la Autoridad Correspondiente, en este caso la Gerencia de Saneamiento del OOMAPAS de CAJEME, según el giro comercial.

Este registro de retención únicamente recibirá aguas residuales provenientes de la cocina, barra, coladeras de limpieza, etc. nunca aguas negras de los sanitarios, estas aguas negras se conectarán aguas abajo de la trampa de grasas, para desalojarse directamente por medio de un registro a la red municipal. Existen trampas de grasa prefabricadas en acero inoxidable que cumplen perfectamente con su función.

El lugar donde se ubique la trampa de grasas deberá estar completamente libre de obstáculos a fin de que, en todo tiempo y sin dificultad, pueda inspeccionarse por el Organismo Operador Municipal.

3.17 Materiales y normatividad de Alcantarillado sanitario

3.17.1 Tuberías para descargas, atarjeas y colectores pequeños

En la selección del material de la tubería de alcantarillado, deben intervenir características tales como: hermeticidad, resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de manejo e instalación y facilidad de mantenimiento y reparación.

Para la instalación de tuberías para descargas domiciliarias (6”), atarjeas (8”) y colectores pequeños (de 10” a 20”) se utilizarán tuberías sistema métrico SERIE 20 fabricadas de acuerdo a la norma NMX-E-215/1-CNCP-VIGENTE. Estas tuberías deberán cumplir con las especificaciones de hermeticidad para alcantarillado sanitario de la **NOM-001-CONAGUA-2011**.

3.17.2 Tuberías para grandes colectores

En la selección del material de la tubería de alcantarillado para grandes diámetros, de 24" en adelante, se permite la instalación de diferentes clases de material en las tuberías, tales como: PoliCloruro de Vinilo (PVC), PoliEtileno de Alta Densidad (PEAD), Poli Propileno (PP), Poliester Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), siempre y cuando cumplan con las condiciones del proyecto y las especificaciones de hermeticidad para alcantarillado sanitario de la **NOM-001-CONAGUA-2011**.

- Las tuberías de **PVC** deberán fabricarse de acuerdo a la norma ASTM F-1803 "Especificación para tuberías de pvc de perfil cerrado de grandes diámetros para drenaje a gravedad", así como la NMX-E-230-SCFI-VIGENTE "Tubos de pvc sin plastificante de pared estructurada anularmente con junta hermética de material elastomérico para drenaje pluvial y sistemas de alcantarillado sanitario-serie métrica especificaciones y métodos de ensayo"
- Las tuberías de **PEAD** deberán fabricarse de acuerdo a la norma ASTM F-894 "Especificación para tuberías de polietileno de diámetros mayores para uso sanitario y sistemas de baja presión", así como la NMX-E-241-CNCP-VIGENTE, Industria del plástico-Tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) de pared estructurada con junta hermética de material elastomérico, utilizados en sistemas de alcantarillado sanitario-serie inglesa-Especificaciones y métodos de prueba.
- Las tuberías de **PP** deberán fabricarse de acuerdo a la norma ASTM F-2764 "Especificación estándar para tuberías y accesorios de polipropileno triple pared de 30 a 60 pulgadas, para aplicaciones de drenaje sanitario no presurizado". No existe actualmente una NMX para este tipo de tubería.
- Las tuberías de **PRFV** deberán fabricarse de acuerdo a la norma ASTM D-3262 "Especificación estándar para tubería sanitaria de fibra de vidrio (poliéster reforzado con fibra de vidrio)", así como la NMX-E-254/2-CNCP-VIGENTE "tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para uso en sistemas de alcantarillado a gravedad".

3.17.3 Piezas especiales

Las piezas especiales consideradas para alcantarillado sanitario son las necesarias para construir una descarga domiciliaria como los son: silleta yee de pvc y codo 45 de pvc o una tee-yeo o yee de tres campanas de pvc según el diseño de la descarga domiciliaria. En cualquiera de los casos se utilizarán conexiones sistema métrico SERIE 20 y fabricadas bajo la NMX-E-215/2-CNCP-VIGENTE, "Industria del plástico-Tubos y conexiones-Conexiones de poli (cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, serie métrica, empleados para sistema de alcantarillado-Especificaciones".

3.17.4 Brocales para pozo de visita

Los brocales sanitarios son elementos planos circulares, hechos de un material resistente, que cubren la boca de los pozos de visita sanitarios para facilitar la inspección de las tuberías y cerrar los pozos para evitar accidentes, azolvamientos y en algunos casos malos olores.

Todos los brocales tendrán al menos cinco orificios para evitar la acumulación de gases

Las especificaciones y condiciones de instalación de los brocales se describen a continuación:

Brocales de Concreto Polimérico (CP): Resistencia a la compresión de $f'c=800$ kg/cm² reforzado con fibra de vidrio, sección cónica en brocal y tapa para facilitar apertura, muescas para sistema de apertura por palanca, tornillos y tuercas de 1/2" en acero galvanizado, asa de acero galvanizado de 1/2", espesores: brocal de 12cm, tapa de 7cm, peso aproximado: brocal 41kgs, tapa 42kgs.

Se instalarán en zonas con alto riesgo de robo y tránsito vehicular de bajo a moderado, generalmente a las periferias de la ciudad y colonias populares con calles de terracería.

Brocales de Hierro Dúctil (HD):

Brocal de Hierro dúctil de acuerdo a la norma A536 grado 65-42-12, capacidad de carga de 40 toneladas, abertura de la tapa de 110 a 120 grados, bisagra con tornillo de acero de alta resistencia según norma ASTM A153 y ASTM A 633 307, empaque de hule NBR tipo o-ring ensamblado al aro para absorción de impactos, diámetro de ingreso al brocal mínimo de 60cms. recubrimiento con pintura a base de asfalto, que cumpla la norma UNE EN-124 clase D-400, 55kgs de peso aproximado.

Se instalarán en zonas de medio y bajo riesgo de robo y puede soportar tránsito vehicular pesado por su resistencia al impacto, se instalará en fraccionamientos habitacionales, comerciales e industriales con calles pavimentadas.

Brocales de Concreto Hidráulico (CH):

Brocal o tapa de Concreto Hidráulico para pozo de visita, de 1.20mts de diámetro y 0.30mts de espesor, hechos a base de concreto $f'c= 150$ kg/cm² armado con varilla de 3/8 @ 15cms ambos sentidos.

Se instalarán principalmente en zonas de terracería, campos de cultivo, bordos de drenes o canales, donde se corra el riesgo de ser dañados por equipo agrícola o maquinaria de construcción.

Los Brocales de Fierro Fundido (FoFo) y Polietileno de Alta Densidad (PEAD) no serán considerados dentro de los proyectos elaborados para su instalación en el Municipio de Cajeme, los primeros por su alta incidencia de robos y los segundos por que se ha experimentado deficiencia en su calidad y dificultad de apertura una vez puestos en operación.

3.17.5 Pozos de visita prefabricados

Aunque tradicionalmente, por la disponibilidad de materia prima y mano de obra especializada en la región, los pozos de visita se construyen de tabique, podrán construirse también pozos de visita prefabricados de concreto, polietileno de alta densidad, concreto polimérico o polietileno reforzado con fibra de vidrio, siempre y cuando las condiciones físicas y financieras de proyecto lo ameriten y cumplan con las especificaciones de fabricación que a continuación se mencionan para cada tipo:

Pozos de visita de Concreto: NMX-C-413-ONNCCE-VIGENTE, Industria de la construcción-Pozos de visita prefabricados de concreto-Especificaciones y métodos de prueba.

Pozos de visita de Polietileno Alta Densidad (PEAD): NMX-E-257-CNCP-VIGENTE, Industria del plástico-Pozos de visita prefabricados y cámaras de inspección de polietileno utilizados en instalaciones subterráneas para áreas de tráfico-Especificaciones y métodos de ensayo.

Pozos de visita de Fibra de Vidrio (PRFV): ASTM D3753, “Especificación estándar para pozos de visita de Polietileno Reforzado con Fibra de Vidrio”.

Tabla 3.5 Materiales autorizados según normatividad sanitaria

ALCANTARILLADO SANITARIO				
MATERIAL	MARCA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES	NORMATIVIDAD
TUBERIAS				
PVC	PTM DURMAN CRESCO ADVANCE MEXICHEM	Sistema Métrico SERIE 20	Diámetros de 150 a 500mm (06 a 20")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-215/1
PVC	AMANCO DIAMOND	Novafort* PRO-21 CORR-21	(06 a 36") (24 a 60") (24 a 48")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-230 ASTM-F-1803 ASTM-F-794
PEAD	KRAH ADS TODODREN	ADS SANIPRO TDR ULTRA SANITARIO	Diámetros 600 a 1500mm (24 a 60")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-241 ASTM-F-894
PP	ADS	Triple pared SANITITE	Diámetros 750 a 1500mm (30 a 60")	NOM-001-CONAGUA-2011 ASTM-F-2764
PRFV	FLOWTITE		Diámetros 600 a 1500mm (24 a 60")	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-254/2 ASTM-D-3262
PIEZAS ESPECIALES				
PVC	PTM DURMAN CRESCO ADVANCE MEXICHEM	Sistema Métrico	Diámetros de 150 a 500mm (06 a 20") Silleta, codo Tee-ye	NOM-001-CONAGUA-2011 NMX-E-215/2
BROCALES				
Concreto Polimérico	PYP CENMEX	Hechos de concreto polimérico f'c=800 kg/cm2 reforzado con fibra de vidrio, sección cónica en brocal y tapa para facilitar apertura		
Hierro Dúctil				

Nota: Las marcas aquí mostradas tienen vigente su certificado ante la CONAGUA a la fecha de este manual. Las marcas no incluidas deberán mostrar certificación vigente para poder ser consideradas en los proyectos que este organismo operador realice.

ASTM: American Society for Testing and Materials
 CONAGUA: Comisión Nacional del Agua
 ISO: International Organization for Standardization
 NMX: Normas Mexicanas
 NOM: Norma Oficial Mexicana

4. Cálculo hidráulico

4.1 Agua potable

4.1.1 Formulas para el diseño

Existe una gran variedad de fórmulas para calcular la resistencia al flujo en las tuberías, destacándose entre ellas las de Darcy-Weisbach, Hazen - Williams y Manning.

Para el cálculo hidráulico, el OOMAPAS de Cajeme, permite utilizar cualquiera de las tres metodologías, aunque se recomienda Darcy-Weisbach por ser la más apropiada para conducciones a presión; su forma es la siguiente:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- h_f : pérdida de energía por fricción, en m
- f : coeficiente de fricción (adimensional)
- L : longitud de la tubería, en m
- D = diámetro interno de la tubería, en m
- V : velocidad media de flujo, en m/s
- g : aceleración de la gravedad, en m/s^2

4.1.2 Coeficiente de fricción

Para encontrar el valor del coeficiente de fricción “ f ”, se usa la formula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

- f : coeficiente de fricción (adimensional)
- ε : Rugosidad, en mm
- D : Diámetro interior del tubo, en mm
- Re : Número de Reynolds (adimensional)

4.1.3 Numero de Reynolds

El número de Reynolds está dado por la expresión

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

Donde:

- V : velocidad media, en m/s
- D : diámetro interior del tubo, en mm
- ν : Viscosidad cinemática del agua, en cm^2/s

La viscosidad cinemática " ν " varía con la temperatura como se indica en la figura:

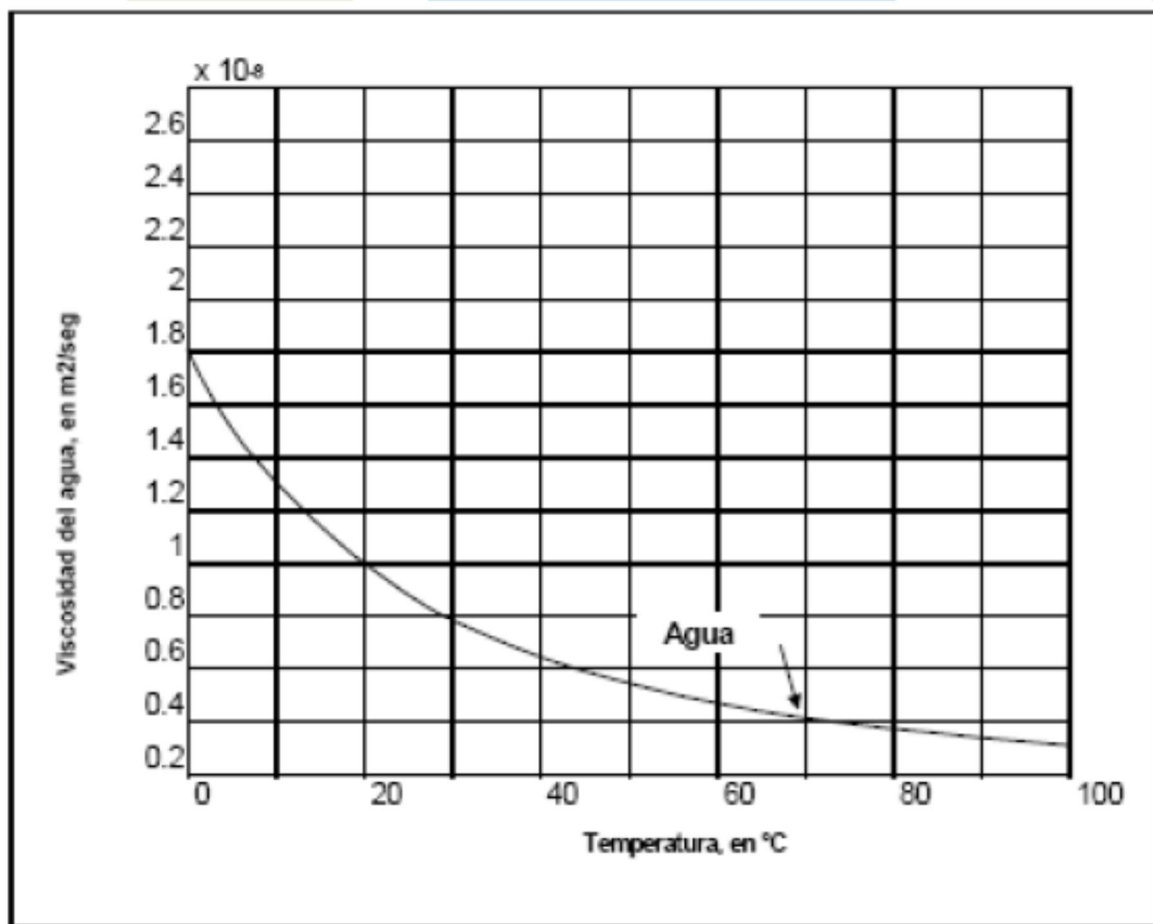


Figura 4.1 La viscosidad cinemática " ν " en relación a la temperatura

Además, se han obtenido expresiones explícitas ajustadas a los resultados de la ecuación de Colebrook-White para poder aprovechar las ventajas que tiene ésta.

Dentro de estas expresiones las más recomendables y con menos porcentaje de error son:

Ecuación de Swamee y Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{5.74}{\text{Re}^{0.90}} \right) \right]^2}$$

Ecuación de Guerrero:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.71} + \frac{G}{\text{Re}^T} \right) \right]^2}$$

Donde:

$G = 4.555$ y $T = 0.8764$ para $4000 \leq \text{Re} \leq 10^5$

$G = 6.732$ y $T = 0.9104$ para $10^5 \leq \text{Re} \leq 3 \times 10^6$

$G = 8.982$ y $T = 0.9300$ para $3 \times 10^6 \leq \text{Re} \leq 10^8$

Es conveniente mencionar que el deterioro de la tubería depende tanto de la calidad del agua como del material de construcción y a medida que pasa el tiempo el coeficiente de fricción se incrementa, por lo que para determinar el valor adecuado, se recomienda proseguir de acuerdo a lo propuesto por la Comisión Nacional del Agua en sus lineamientos vigentes.

4.2 Alcantarillado sanitario

4.2.1 Diseño de la tubería a gravedad

En la red de atarjeas, en las tuberías, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre. Para simplificar el diseño, se consideran condiciones de flujo establecido.

La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

- Q es el gasto en m³/ s.
- V es la velocidad en m/s.
- A es el área transversal del flujo en m².

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se utiliza la fórmula de Manning.

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

Donde:

- V es la velocidad en m/s.
- r_h es el radio hidráulico, en m.
- S es la pendiente del gradiente hidráulico, adimensional.
- n es el coeficiente de fricción de Manning.

El radio hidráulico se calcula con la siguiente fórmula:

$$r_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

- A es el área transversal del flujo, en m²
- P_m es el perímetro mojado, en m.

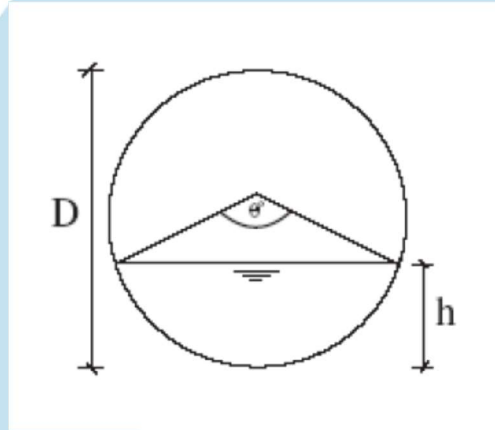
Para el cálculo de los elementos geométricos de secciones circulares que trabajan parcialmente llenas se pueden usar las siguientes fórmulas:

El grado central θ en grado sexagesimal:

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

Radio hidráulico

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



Donde:

- h es el tirante hidráulico, en m.
- D es el diámetro interior del tubo, en m.
- R es el radio hidráulico, en m.
- θ es el ángulo en grados.

Las variables hidráulicas que deben de estar dentro de los rangos permisibles son la velocidad a gasto mínimo, la velocidad a gasto máximo extraordinario, el tirante a gasto mínimo y el tirante a gasto máximo extraordinario.

En la figura siguiente, se presentan las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.

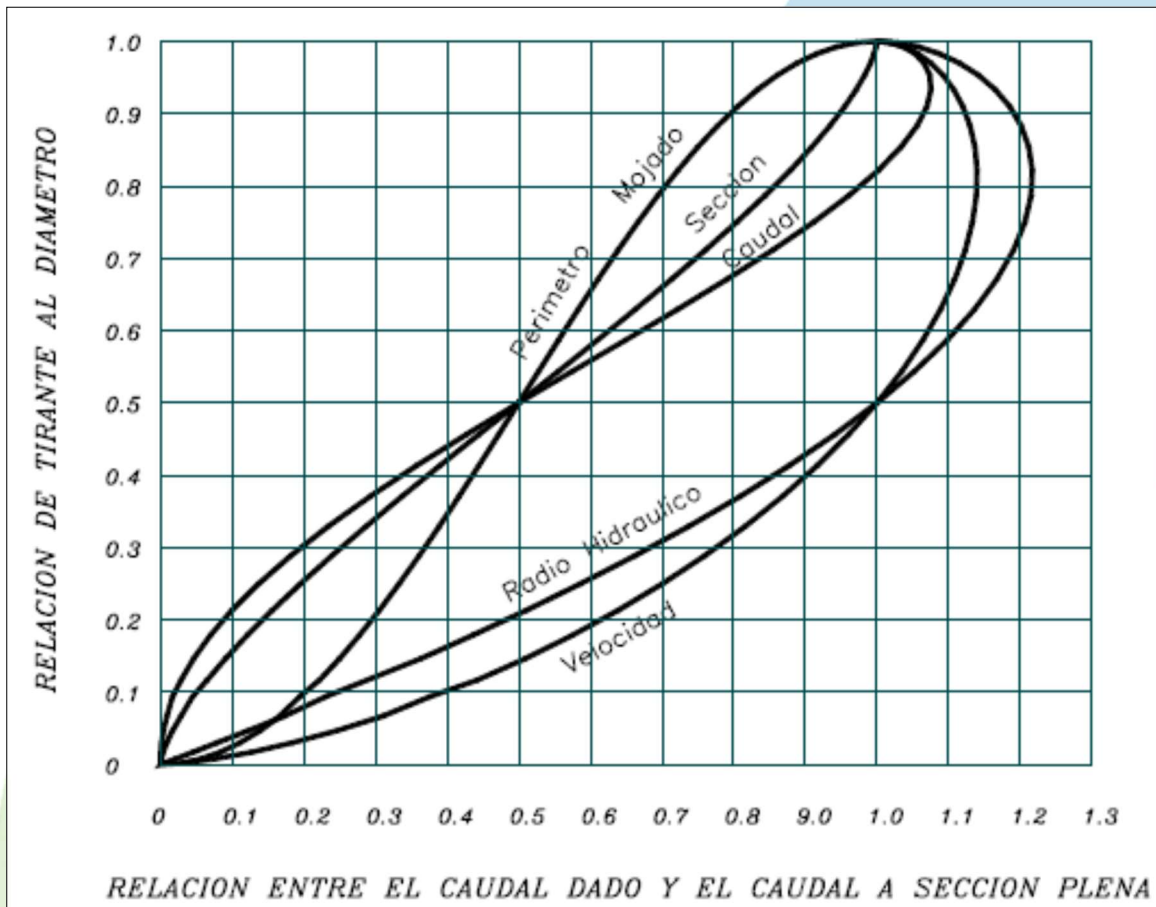


Figura 4.2 Elementos hidráulicos de la sección circular

En la figura anterior puede observarse que la velocidad máxima del flujo en la tubería se alcanza en una relación de tirante/diámetro entre 80 y 82%, de igual forma, el caudal empieza a crecer a partir del 80% y es máximo del 90% hasta el 95% de la relación de tirante/diámetro.

Coeficiente de fricción “n” de Manning

Cuando se diseña cualquier sistema con flujo gravitacional, es importante considerar varios aspectos antes de seleccionar un valor “n” para un material de tubería específico.

Los valores “n” de Manning para cualquier material de tubería dependerán de la altura del flujo en una tubería parcialmente llena y de la velocidad del flujo en condición de tubo lleno. Los valores “n” de Manning comúnmente se proporcionan para condiciones de flujo a tubo lleno, pero esto no debiese asumirse a menos que se señale específicamente. Para la mayoría de los cálculos, se asume que “n” es una constante; sin embargo, queda a criterio del diseñador el usar un valor constante o variable para “n”.

El coeficiente de fricción (n), representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de conservación de la tubería; su magnitud puede obtenerse directamente de los catálogos de los fabricantes.

En la tabla siguiente, se presentan de forma orientativa algunos materiales utilizados en la fabricación de tuberías con su respectivo coeficiente.

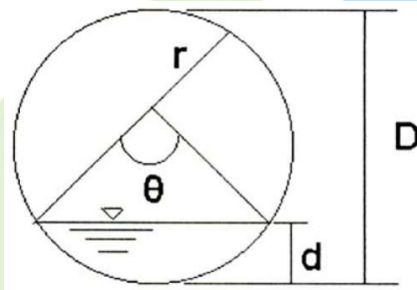
Tabla 4.1 Coeficientes de rugosidad (n) de Manning

MATERIAL	COEFICIENTE (n)
Concreto áspero	0.016
Concreto con buen acabado	0.014
Acero sin revestimiento	0.014
Hierro dúctil, con recubrimiento Interior de mortero	0.013
Fierro fundido y/o acero, con recubrimiento Interior epóxico	0.012
Polipropileno (PP)	0.012
Polietileno de Alta Densidad (PEAD) AASHTO M252, M294 y MP7-97	0.012
Polietileno de Alta Densidad (PEAD) ASTM F894.	0.010
Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)	0.009
Policloruro de vinilo (PVC)	0.009

Nota importante: Los valores de coeficientes de rugosidad mostrados en la tabla 4.1 son valores estimados por CONAGUA, para obtener valores más exactos deberá consultarse al fabricante de las tuberías a utilizarse en el proyecto.

4.2.2 Diseño de la tubería a presión

Para el diseño de la tubería a presión, se recomienda utilizar la fórmula de Darcy - Weisbach y se pueden consultar los libros Datos básicos y Conducción del MAPAS editado por la CONAGUA.



Características hidráulicas de una tubería

Donde:

- d = Tirante hidráulico, m
- D = Diámetro interior del tubo, m
- A = Área de la sección transversal del flujo, m^2
- P_m = Perímetro mojado, m
- R_H = Radio hidráulico, m
- θ = Ángulo en grados

5. Presentación de proyectos

5.1 Documentos para la presentación de proyectos.

Para obtener la aprobación de los proyectos ejecutivos de agua potable y alcantarillado sanitario, deberá acudir a las oficinas de la Dirección Técnica con la siguiente documentación:

1. Oficio de solicitud de revisión y aprobación de proyecto dirigido al Director Técnico del OOMAPAS de Cajeme, señalando el nombre del desarrollo, de la empresa desarrolladora, las hectáreas del fraccionamiento, y datos de contacto de la persona que realiza el trámite (Nombre, Teléfono, Dirección).
2. Copia de la prefactibilidad de servicios emitida por el OOMAPAS de CAJEME, de la cual deberá observarse su fecha de vencimiento.
3. Copia del plano del Anteproyecto autorizado por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Cajeme.
4. Planos de Agua Potable, Hidrantes, Alcantarillado Sanitario y Alcantarillado Pluvial.
5. Memorias descriptiva y de cálculo del proyecto.

Recibida y revisada la documentación, la Gerencia de Proyectos del OOMAPASC, le expondrá al desarrollador, o en su caso al proyectista que este haya contratado, las observaciones para efecto de cumplimiento del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas, los Manuales de la Comisión Nacional del Agua y las especificaciones particulares del OOMAPAS de CAJEME.

Una vez consideradas todas las observaciones y llevadas a cabo las correcciones pertinentes, se deberá presentar con la siguiente documentación:

1. Tres carpetas blancas de tres aros conteniendo, de manera impresa y digital, las memorias descriptiva y de cálculo de los proyectos, los planos de Agua Potable, Hidrantes y Alcantarillado Sanitario en tamaño doble carta y 90x60cm. Cada carpeta deberá tener impresa en la portada y costilla la fecha de aprobación, el nombre del fraccionamiento, del desarrollador y del proyectista.
2. El trámite tendrá un costo de acuerdo a la Ley de Ingresos del Ayuntamiento del Municipio de Cajeme para el Ejercicio Fiscal vigente, en la Sección de tarifas por servicios técnicos.

5.2 Memoria técnico-descriptiva

La Memoria Técnica-Descriptiva es la descripción escrita de los aspectos generales, particulares y técnicos del proyecto, que debe de incluir los siguientes temas como mínimo:

- 5.2.1 Antecedentes
- 5.2.2 Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable y/o alcantarillado sanitario
- 5.2.3 Puntos de conexión de agua potable y de descarga sanitaria definidos por la Dirección Técnica del OOMAPAS de CAJEME en la prefactibilidad.
- 5.2.4 Datos del desarrollo
- 5.2.5 Descripción general del proyecto
- 5.2.6 Levantamiento de la infraestructura existente y Sondeos

A continuación, se describirán los alcances de cada uno de los puntos anteriores.

5.2.1. Antecedentes.

En los antecedentes debe describirse lo siguiente:

- Ubicación física y superficie del terreno en hectáreas totales y parciales del desarrollo.
- La zona donde se ubicará el desarrollo habitacional, las zonas del entorno y el tipo de desarrollos perimetrales, en cuanto a su tipo (residencial alto, residencial medio, vivienda popular, industrial, etc.), así como sus características generales.
- Características políticas, geográficas, climatológicas y principales vías de comunicación con la población.
- El marco socioeconómico que describa la estructura urbana de la población, el equipamiento urbano y la infraestructura básica con que cuenta la localidad.
- Los servicios existentes perimetrales o que cruzan el desarrollo, indicando sus principales características como ubicación, dimensiones, las posibles interconexiones que habrá con el nuevo desarrollo.

5.2.2 Descripción del sistema actual de abastecimiento de agua potable y/o alcantarillado sanitario

En este punto se describe la forma en que se abastece de agua potable a la localidad, ya sea por medio de plantas potabilizadoras y/o pozos profundos de agua, su historia, capacidad máxima, caudal de operación, etc. De igual forma se describirá el sistema de alcantarillado sanitario, su operación, antigüedad, sus colectores principales y el sistema de tratamiento de aguas residuales con su respectiva normatividad.

5.2.3 Puntos de conexión de agua potable y de descarga sanitaria definidos por la Dirección Técnica del OOMAPAS de CAJEME.

Tabla 5.1 Características del punto de conexión de agua potable.

No.	Concepto	Descripción
1	Ubicación y cotas.	Indicando las calles y avenidas principales más cercanas, así como las referencias necesarias para identificación. Indicar las cotas en referencia a un banco de nivel oficial.
2	Descripción del punto de conexión	Línea de conducción, alimentación o de distribución, indicando diámetro y material. Tipo de conducción: gravedad, bombeo ó combinada.
3	Carga piezométrica disponible en el punto de conexión	Se deberá definir mediante estudio de presiones en el punto de conexión.
4	Diagrama del cruceo o la línea definida para la conexión	Indicando: diámetros, piezas especiales, material de la tubería y piezas especiales existentes, caja de válvulas, etc.
5	Sondeo(s)	En caso de requerirse, realizar los sondeos para identificación de la conexión

Tabla 5.2 Características del punto de descarga del alcantarillado sanitario.

No.	Concepto	Descripción
1	Ubicación y cotas.	Indicando las calles y avenidas principales más cercanas, así como las referencias necesarias para identificación. Cota de rasante y cota de plantilla. Indicar las cotas en referencia a un banco de nivel oficial.
2	Descripción del punto de descarga	Atarjea o colector sanitarios, incluyendo diámetro y material, planta de tratamiento de aguas negras o cuerpo receptor.
3	Capacidad disponible en el punto de descarga	El OOMAPAS de CAJEME deberá definirla.
4	Sondeo(s)	En caso de requerirse realizar los sondeos para identificación de la conexión.
5	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	Si es existente o si requiere planta nueva, definir sus características, normatividad y el gasto que se va a tratar.

5.2.4 Datos del desarrollo

En el siguiente cuadro se mostrarán los principales datos a presentar para el desarrollo.

Tabla 5.3 Datos del desarrollo

No.	Concepto	Descripción
1	Régimen y Nombre del desarrollo	Régimen de propiedad (fraccionamiento, o condominio) seguido del nombre del desarrollo. Nombre o razón social del desarrollador. Nombre del representante legal del desarrollador.
2	Croquis de localización	Indicando las zonas perimetrales, las principales avenidas y achurando el desarrollo en cuestión.
3	Colindancias	Indicando las calles y avenidas principales más cercanas y las circundantes
4	Tipo de desarrollo	Residencial Vivienda popular Campestre Industrial Comercial Mixto
5	Uso de suelo autorizado	Uso y densidad de población
6	Superficie total del desarrollo	Hectáreas del desarrollo
7	Densidad de vivienda	Viviendas/hectárea
8	Prefactibilidad de servicios	No. y fecha de oficio de Prefactibilidad con puntos de conexión definitivos o provisionales
9	Obras de cabeza	No. y nombre del sector de obras de cabeza
10	Cuadro de áreas	Área habitacional Área comercial Área industrial Área verde Área de Equipamiento urbano Área de vialidades
11	No. de tomas totales del desarrollo.	Habitacionales Comerciales Industriales Recreativas De servicio.
12	No. de tomas de la presente etapa por construir	Habitacionales Comerciales Industriales Recreativas De servicio.

5.2.5 Descripción general del proyecto

Se deberá describir el proyecto en una forma general, explicando su operación hidráulica a partir de los puntos de alimentación o de los puntos de descarga, definiendo las redes principales y las redes secundarias que lo integran.

Se deberán resolver los puntos requeridos en Datos de Proyecto enlistados en los Capítulos de Agua potable y Alcantarillado sanitario de este mismo documento.

Describir las principales características de las redes de cada proyecto como por ejemplo:

- El tipo de toma domiciliaria o descarga sanitaria a emplear.
- El criterio de ubicación y tipo de válvulas para agua potable.
- El material a emplear en cada instalación.

5.2.6 Levantamiento de la infraestructura existente y Sondeos

Con objeto de poder localizar las instalaciones existentes y determinar en forma correcta sus características, será necesario realizar levantamientos y en ocasiones, cuando la infraestructura no es visible, realizar sondeos para conocer con certeza principalmente:

- Ubicación
- Dimensiones
- Materiales
- Cajas de válvulas
- Cruceros
- Pozos de visita
- Canales
- Interferencias
- Otros tipos de Instalaciones

5.3 Memorias de cálculo

Con el objetivo de analizar el posible comportamiento de las redes de distribución de agua potable y la conducción de las redes de drenaje sanitario, se utilizan tablas de cálculo y/o software especializado que permiten modelar los proyectos y establecer su cumplimiento a las normatividades vigentes y expuestas en el presente manual.

Para el caso del proyecto de agua potable, deberá entregarse la tabla de datos de proyecto, el resumen y las gráficas de los datos arrojados de las simulaciones, en donde se observe como mínimo para los nudos de la red: número de nudo, la demanda, carga piezométrica, cota terreno natural y presión disponible, así mismo, para las tuberías de la red: longitud, diámetro propuesto, coeficiente de rugosidad, caudal, velocidad y pérdidas.

Para el caso del proyecto de alcantarillado sanitario, deberá entregarse la tabla de datos de proyecto y el resumen de los datos arrojados de las simulaciones, en donde se observe como mínimo: los números de identificación de pozo, las longitudes por tramo, las longitudes o áreas tributarias y acumuladas según sea el caso, habitantes, gastos de proyecto, pendiente, diámetros propuestos, porcentaje a tubo lleno del gasto máximo previsto, velocidades máximas y mínimas de cada tramo.

5.4 Planos

5.4.1. Esquema general para la presentación de planos.

A continuación, se relacionan los planos a presentar para cada tipo de proyecto, así como su contenido y forma. En la Figura 5.1 se muestra el esquema propuesto para presentación de planos, el cual puede variar en su forma más no en su contenido.

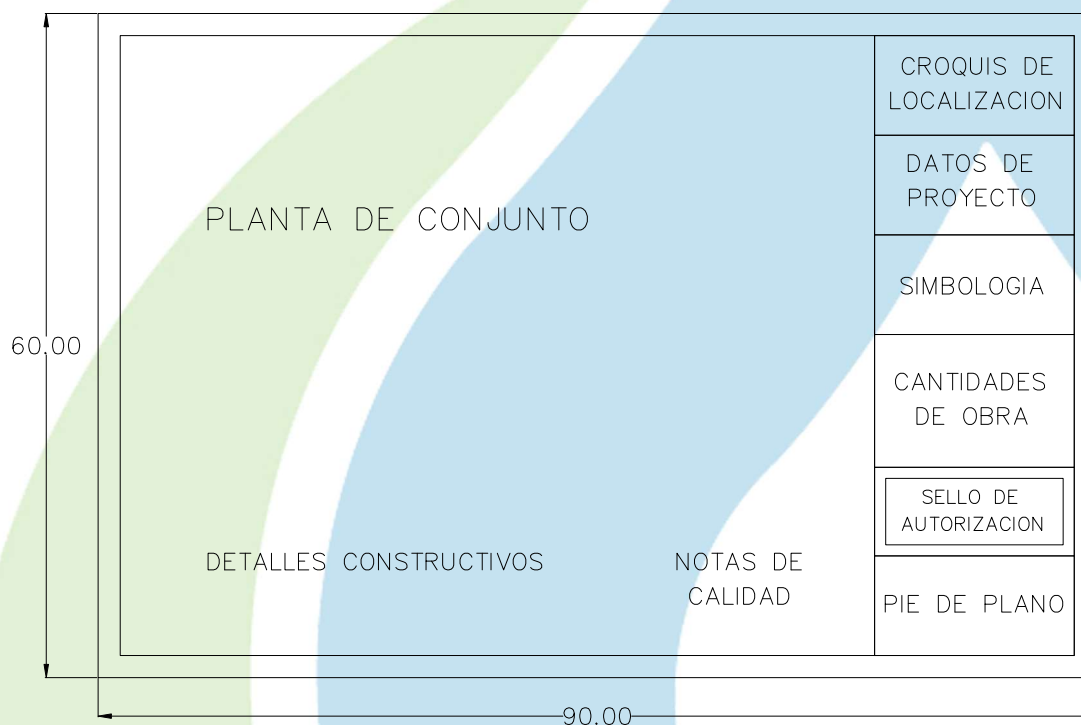


Figura 5.1 Esquema para presentación de planos

Planos de agua potable
Planta de conjunto
<ul style="list-style-type: none"> Esquema de la Red de Agua Potable, incluyendo: lotificación, nombre de calles, longitud de los tramos, número de crucero, válvulas, número de manzana, además de la carga total, cota de terreno natural y carga disponible en cada crucero.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none"> Recuadro de detalle de cruceros numerados con sus signos convencionales Detalle de zanja y recuadro de dimensiones de zanja Detalle de toma domiciliaria con sus especificaciones Detalle de cajas p/ operación de válvulas con sus especificaciones Detalle de la tapa de la caja de válvulas.

Planos de agua potable complementarios para desarrollos
Seccionamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de la Red de Agua Potable seccionada de acuerdo a las especificaciones del presente manual mediante achurado o colores, incluyendo: lotificación, nombre de calles, longitud de los tramos, número de crucero, válvulas, número de manzana.
<ul style="list-style-type: none"> • Recuadro de detalle de cruceros numerados con sus signos convencionales
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de zanja y recuadro de dimensiones de zanja
Hidrantes
<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de la Red de Agua Potable, incluyendo: lotificación, nombre de calles, longitud de los tramos, número de crucero, válvulas, número de manzana, además de la carga total, cota de terreno natural y carga disponible en cada crucero.
<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de los hidrantes dentro del esquema de la red de acuerdo a la normatividad establecida por el presente manual en el apartado 2.9
<ul style="list-style-type: none"> • Recuadro de detalle de cruceros numerados con sus signos convencionales
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de zanja y recuadro de dimensiones de zanja
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle del hidrante con sus especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de cajas p/ operación de válvulas con sus especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de la tapa de la caja de válvulas.

Planos de alcantarillado sanitario
Planta de conjunto
<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de la Red de Drenaje Sanitario, incluyendo: lotificación, nombre de calles, longitud-pendiente-diámetro de los tramos, número de manzana, número de pozo, banderas de cota del terreno natural - cota de plantilla - profundidad de cada pozo.
Detalles constructivos
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de zanja y recuadro de dimensiones de zanja
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de la descarga domiciliaria con sus especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle del registro sanitario
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle de los pozos de visita utilizados
<ul style="list-style-type: none"> • Detalle del brocal para pozo de visita con sus especificaciones.

Nota: Podrán utilizarse el número de planos necesarios de acuerdo a las características propias del proyecto.

5.4.2. Pie de plano.

A continuación, se define la información mínima que debe contener el pie de plano para presentar los proyectos al OOMAPAS de CAJEME:

Datos del desarrollador:
• Nombre de la obra o desarrollo
• Tipo de desarrollo: residencial, interés social, condominio, industrial, etc
• Ubicación
• Nombre y logotipo del propietario o desarrollador
Datos del proyectista:
• Nombre y logotipo de la empresa proyectista
• Nombre y cedula del proyectista y dibujante
Información general
• Nombre, contenido y número de plano
• Fecha, escala y acotaciones

5.4.3. Recuadro para sello de autorización.

Con el propósito de plasmar la autorización y vigencia de los proyectos, deberá asignarse en los planos un espacio para el dibujo de un Recuadro libre con medidas mínimas de 6.0 x 9.0 cms. Dicho recuadro deberá quedar al frente y visible al doblar los planos.

5.5 Archivos digitales

Todos los planos deberán entregarse en original para su revisión, así como los CD's correspondientes dibujados en Auto CAD, formato *.dwg, referenciados en coordenadas UTM, utilizando el Sistema de Referencia Global WGS84-12N (World Geodesic System 1984). Los CD's deberán ser revisados por el desarrollador y/o proyectista antes de entregarlos al OOMAPAS de CAJEME para que estén limpios de cualquier virus informático.

5.6 Simbologías

La simbología y signos convencionales de tuberías, utilizados para la elaboración de proyectos de agua potable serán las que se especifiquen en la figura 5.2.

SIGNOS CONVENCIONALES PARA REDES DE AGUA POTABLE		
TUBERIA DE 1" ϕ	---	---
TUBERIA DE 1 1/2" ϕ	---/	---/
TUBERIA DE 2" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 2 1/2" ϕ	---/	---/
TUBERIA DE 3" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 4" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 6" ϕ	---/	---/
TUBERIA DE 8" ϕ	---X	---X
TUBERIA DE 10" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 12" ϕ	---	---
TUBERIA DE 14" ϕ	---+	---+
TUBERIA DE 16" ϕ	---+	---+
TUBERIA DE 18" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 20" ϕ	-----	-----
TUBERIA DE 24" ϕ	---+	---+
TUBERIA DE 30" ϕ	---X	---X
TUBERIA DE 36" ϕ	---XI	---XI
ACCESORIOS	Hidrante para toma pública	○
	Hidrante para incendio	⊗
	Válvula de altitud	⊙
	Válvula reductora de presión	⊠
	Válvula de compuerta	○
	Válvula Val flex	◐
	Válvula Check	◑
DATOS GENERALES	Número de crucero	⊙
	Longitud de tramo en metros	L = 125
	Paso a desnivel	⊕
	Cota del terreno en metros	⊙
	Carga disponible en metros de columna de agua	⊙

Figura 5.2 Signos convencionales para redes de Agua Potable



















	Cruz bridada de fierro fundido (FoFo)		Adaptador bridado universal
	Tee bridada de fierro fundido (FoFo)		Cople universal
	Valvula de compuerta bridada en Hierro dúctil		Extremidad de fierro fundido (FoFo)
	Válvula de admisión-expulsión de aire (VAEA)		Junta gibault de fierro fundido (FoFo)
	Codo bridado de fierro fundido de 90°		Carrete bridado de fierro fundido (FoFo)
	Codo bridado de fierro fundido de 45°		Tapa ciega de fierro fundido (FoFo)
	Codo bridado de fierro fundido 22° 30'		Valvula check
	Codo bridado de fierro fundido 11° 15'		Valvula de control
	Reducción bridada de fierro fundido		Valvula de altitud

Figura 5.3: Simbología de las piezas especiales de Fo.Fo / Hierro dúctil

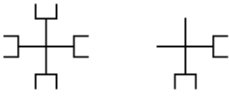







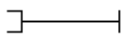
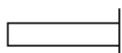
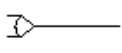
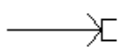



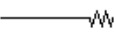





	Cruz		Extremidad campana		Extremidad espiga		Reducción campana		Reducción Espiga		Cople doble		Adaptador campana		Adaptador FC - PVC										
	Extremidad campana		Extremidad espiga		Reducción campana		Reducción Espiga		Cople doble		Adaptador campana		Adaptador FC - PVC		Adaptador espiga		Tapón campana		Tapón espiga		Codo de 90°		Codo de 45°		Codo de 22° 30'

Figura 5.4: Simbología de las piezas especiales de PVC.

SIMBOLOGIA ALCANTARILLADO SANITARIO

EMISOR	
LINEA A PRESION	
COLECTOR	
SUBCOLECTOR	
ATARJEA	
CABEZA DE ATARJEA	
POZO DE VISITA COMÚN	
POZO DE VISITA COMÚN EXISTENTE	
POZO ESPECIAL	
POZO CAJA	
POZO CAJA UNIÓN	
POZO CAJA DEFLEXIÓN	
POZO CON CAÍDA ADOSADA	
POZO CON CAÍDA	
POZO CON CAÍDA ESCALONADA	
LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO (mts.) (milesimas.) (cms.)	125-4.0-30
COTA DE BROCAL (msnm)	35.480
PROFUNDIDAD DEL POZO (mts.)	1.200
COTA DE PLANTILLA (msnm)	34.280

Figura 5.5: Simbología de alcantarillado sanitario

5.7 Color y grosor de líneas de proyecto en AutoCAD®

Para estandarizar el uso de colores y grosor de plumillas en AutoCad® para los proyectos de agua potable y drenaje sanitario (figura 5.7) hemos tomado como referencia la guía de trazado de la U.S. National CAD Standard para Arquitectura, Ingeniería y Construcción (figura 5.6).

U.S. NATIONAL CAD STANDARD FOR ARCHITECTURE, ENGINEERING, & CONSTRUCTION (A/E/C) VERSION 3.1						
© 2006. NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES						
NCS Color #	Pen Plotter pen mm	Laser/Elec InkJet in.	Plot Color	MicroStation Color #	MicroStation line weight	AutoCAD Color #
1	0.18	0.007	Black	3	0	1
2	0.25	0.010	Black	4	1	2
3	0.35	0.014	Black	2	2	3
4	0.35	0.014	Black	7	2	4
5	0.50	0.020	Black	1	3	5
6	1.00	0.039	Black	5	7	6
7	1.40	0.055	Black	0	10	7
8	0.35	0.014	Halftone	9	2	8
9	2.00	0.079	Black	14	15	9

Figura 5.6 Espesor de plumillas según la U.S. National CAD Standard®











COLOR DE LINEA	ESPESOR	COLOR AUTOCAD
	0,09 mm	8 gris
	0,13 mm	9 gris claro
	0,18 mm	1 rojo
	0,25 mm	2 amarillo
	0,35 mm	3 verde
	0,35 mm	4 cyan
	0,50 mm	5 azul
	0,70 mm	190 morado
	1,00 mm	6 magenta
	1,40 mm	7 blanco/negro

Figura 5.7 Espesor de plumillas según color a utilizar en AutoCad®

5.8 Layers para elementos de proyecto en AutoCAD®

Para estandarizar el uso de Layers en AutoCad® para los proyectos de agua potable y drenaje sanitario que son presentados para su revisión y aprobación al organismo operador, deberán utilizarse los layers y colores contenidos en la Tabla 5.4 que a continuación se muestra.

SIGLAS		DESCRIPCION	NOMBRE DEL LAYER	COLOR	GROSOR DE LINEA
G					
GENERAL					
G	BANQUETAS	Banquetas	G-BANQUETAS	8 Gris	0.09
G	LOTES	Lotes	G-LOTES	8 Gris	0.09
G	MANZANAS	Manzanas	G-MANZANAS	9 Gris claro	0.13
G	T	TEXTOS			
G	T	CALLES	Nombre de las calles	9 Gris claro	0.13
G	T	COLONIAS	Nombre de las colonias	9 Gris claro	0.13
G	T	LOTES	Número de Lote	8 Gris	0.09
G	T	MANZANAS	Número de Manzana	8 Gris	0.09
G	T	VARIOS	Textos varios	8 Gris	0.09
G	MARCO	Lineas y textos del Marco del plano	G-MARCO	Libre	
I					
INFRAESTRUCTURA					
I AP					
AGUA POTABLE					
I	AP	CRUCEROS	Textos y detalles de los cruceros	9 Gris claro	0.13
I	AP	CRUCEROS NUM	Numeración de nudos de los cruceros	1 Rojo	0.18
I	AP	PRESIONES	Presiones en los nudos	1 Rojo	0.18
I	AP	SECCIONAMIENTO	Achurado del Seccionamiento de válvulas	Libre	
I	AP	LONGITUDES	Texto de longitudes de tuberías	1 Rojo	0.18
I	AP	VARIOS	Textos y detalles varios de agua potable	Libre	
I	AP	VALVULAS	Valvulas de seccionamiento	5 Azul	Relleno
I	AP	TUB 01	Tubería agua potable de 1" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 01.25	Tubería agua potable de 1.25" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 01.5	Tubería agua potable de 1.5" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 02	Tubería agua potable de 2" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 02.5	Tubería agua potable de 2.5" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 03	Tubería agua potable de 3" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 04	Tubería agua potable de 4" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 06	Tubería agua potable de 6" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 08	Tubería agua potable de 8" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 10	Tubería agua potable de 10" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 12	Tubería agua potable de 12" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 14	Tubería agua potable de 14" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 16	Tubería agua potable de 16" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 18	Tubería agua potable de 18" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 20	Tubería agua potable de 20" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 24	Tubería agua potable de 24" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 30	Tubería agua potable de 30" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	TUB 36	Tubería agua potable de 36" de diámetro	4 Cyan	0.35
I	AP	HIDRANTE	Hidrantes contra incendio	1 Rojo	Relleno
I	AP	HID RADIO	Radio de los Hidrantes	2 Amarillo	0.25

SIGLAS		DESCRIPCION	NOMBRE DEL LAYER	COLOR	GROSOR DE LINEA
I	AS	ALCANTARILLADO SANITARIO			
I	AS	BANDERAS	Banderas para colocar valores de Elevación	I-AS-BANDERAS	1 Rojo 0.18
I	AS	COTA BROCAL	Elevación del brocal de un pozo (msnm)	I-AS-COTA BROCAL	1 Rojo 0.18
I	AS	COTA PLANTILLA	Elevación de la plantilla de un pozo (msnm)	I-AS-COTA PLANTILLA	1 Rojo 0.18
I	AS	PROF POZO	Profundidad de un pozo de visita (m)	I-AS-PROF POZO	1 Rojo 0.18
I	AS	LONG-PEND-DIAM	Datos de Longitud, pendiente y diámetro	I-AS-LONG-PEND-DIAM	1 Rojo 0.18
I	AS	VARIOS	Textos y detalles varios de alcantarillado	I-AS-VARIOS	Libre
I	AS	POZO DE VISITA	Pozo de visita sanitario cualquier tipo	I-AS-POZO DE VISITA	3 Verde 0.35
I	AS	TUB 08	Tubería sanitaria de 8" de diámetro	I-AS-TUB 08	3 Verde 0.35
I	AS	TUB 10	Tubería sanitaria de 10" de diámetro	I-AS-TUB 10	60 Verde olivo 0.35
I	AS	TUB 12	Tubería sanitaria de 12" de diámetro	I-AS-TUB 12	2 Amarillo 0.35
I	AS	TUB 14	Tubería sanitaria de 14" de diámetro	I-AS-TUB 14	41 Naranja claro 0.35
I	AS	TUB 15	Tubería sanitaria de 15" de diámetro	I-AS-TUB 15	40 Naranja 0.35
I	AS	TUB 16	Tubería sanitaria de 16" de diámetro	I-AS-TUB 16	30 Naranja oscuro 0.35
I	AS	TUB 18	Tubería sanitaria de 18" de diámetro	I-AS-TUB 18	1 Rojo 0.35
I	AS	TUB 20	Tubería sanitaria de 20" de diámetro	I-AS-TUB 20	4 Cian 0.35
I	AS	TUB 24	Tubería sanitaria de 24" de diámetro	I-AS-TUB 24	140 Azul claro 0.35
I	AS	TUB 30	Tubería sanitaria de 30" de diámetro	I-AS-TUB 30	5 Azul 0.35
I	AS	TUB 36	Tubería sanitaria de 36" de diámetro	I-AS-TUB 36	190 Lila 0.35
I	AS	TUB 42	Tubería sanitaria de 42" de diámetro	I-AS-TUB 42	221 Rosa 0.35
I	AS	TUB 48	Tubería sanitaria de 48" de diámetro	I-AS-TUB 48	6 Magenta 0.35
I	AS	TUB 60	Tubería sanitaria de 60" de diámetro	I-AS-TUB 60	42 Café 0.35
I	CARR	Vías carreteras		I-CARR	9 Gris claro
I	FFCC	Vías de Ferrocarril		I-FFCC	2 Amarillo
I	CANALES	Canales, ríos, arroyos		I-CANALES	5 Azul
I	DRENES	Drenes		I-DRENES	3 Verde
I	CFE	Infraestructura CFE		I-CFE	
I	PUENTEV	Puente vehicular		I-PUENTEV	9 Gris claro
I	PUENTEP	Puente peatonal		I-PUENTEP	9 Gris claro

Tabla 5.4 Layers para elementos de proyecto en AutoCAD®

6. Glosario de términos

6.1 Glosario

Aguas negras: Aguas residuales de composición variada sin tratamiento producto de los usos de la población, comercio o industria.

Alcantarillado: conjunto de tuberías que conducen las aguas residuales hasta el sitio de disposición final de las mismas.

Aportación: volumen de agua residual desechada por el usuario después de su uso y que se vierten al sistema de alcantarillado.

Atarjea: tubería por la cual son transportadas las aguas residuales provenientes de los albañales (descargas domiciliarias) hacia los subcolectores y/o colectores.

Azolve: Para este caso es la sedimentación de sólidos contenidos en las aguas negras en las tuberías o estructuras, que producen una reducción de su capacidad hidráulica. Sólidos transportados por una corriente de agua.

Banco de nivel. Punto fijo con una cota definida que sirve como referencia topográfica.

Carga muerta: Para este caso en particular, son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura o tubería. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes, etc. También se denominan cargas permanentes. Su símbolo "D", corresponde a la inicial en inglés de Dead (muerto).

Carga viva: Son aquellas debidas al uso u ocupación de la construcción y que la identifican. Incluyen personas, objetos móviles o divisiones que puedan cambiar de sitio. Generalmente actúan durante períodos cortos de la vida de la estructura. También incluyen el impacto. Su símbolo corresponde a la inicial de Live (vivo).

Coeficiente de fricción: Valor asignado a la superficie de un material que da el grado de resistencia que se opone al escurrimiento del agua y que permite determinar las pérdidas de energía en un conducto.

Colchón mínimo: Es la distancia vertical mínima recomendable entre el lomo de una tubería instalada y el terreno natural.

Colectores: Conducto cerrado que recibe o colecta las aguas negras de las atarjeas, puede terminar en un emisor o en una planta de tratamiento.

Consumo de agua: volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades de los usuarios. Hay diferentes tipos de consumos: doméstico, no-doméstico (dividido en comercial e industrial) y público.

Densidad de construcción: (Viv/ha) Se refiere al número de viviendas por unidad de área, en este caso hectáreas, construidas o por construir en un determinado sector de la mancha urbana.

Densidad de población: (Hab/viv) Se refiere al número de personas promedio habitando una vivienda en determinado tipo de población.

Demanda: cantidad de agua requerida por una localidad completa, una parte de ella, sector industrial, o industria específica, para facilitar las actividades (domésticas, comerciales, industriales, turísticas, etc.) que ahí tienen lugar.

Descarga domiciliaria: conjunto de elementos que sirven para conectar el sistema interno de desagüe de una vivienda con el sistema de atarjeas.

Distritos hidrométricos: sección de la red de agua potable en la que se controlan las entradas y salidas, para realizar mediciones de consumo y hacer el balance de volúmenes de agua.

Dotación: cantidad de agua asignada a cada habitante para satisfacer sus necesidades personales en un día medio anual. (Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto). Consumo diario promedio per cápita.

Emisor. Conducto cerrado que recibe y conduce a gravedad o a presión las aguas negras de los colectores, el cual termina en el sitio de vertido, que según el tamaño de la localidad puede ser: una planta de tratamiento o dren.

Estación de bombeo: sitio en donde se instalan equipos mecánicos para elevar el agua de un lugar bajo a otro elevado.

Factibilidad de uso de suelo: Documento expedido por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento en donde se determina la factibilidad de desarrollar infraestructura de diferentes tipos (industrial, comercial, habitacional, entre otras) según las condiciones establecidas por el Programa de Desarrollo Urbano.

Fraccionamiento / Desarrollo: Es la división de un terreno en manzanas y lotes, que requiera del trazo y construcción de una o más vías públicas, así como la ejecución de obras de urbanización que le permitan la dotación de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, conforme a la clasificación prevista en la Ley de ordenamiento territorial y desarrollo urbano del Estado.

Fuente de abastecimiento: sitio del cual se toma el agua para suministro al sistema de distribución.

Gasto (caudal): volumen de agua medido en una unidad de tiempo, generalmente se expresa en litros por segundo.

Hidrante contra incendio: Es un dispositivo hidráulico de lucha contra incendios provisto por dos tomas para mangueras y bomba móvil, conectado a la red de abastecimiento público y destinado a suministrar agua en cantidad considerable en caso de incendio.

Línea de conducción: elemento que sirve para transportar el agua de un lugar a otro de manera continua (generalmente tubos) y puede trabajar a presión en el caso de tuberías o a superficie libre, en caso de canales y algunas tuberías.

Pérdida física: volumen de agua que entra al sistema de distribución de agua, que no es consumido.

Período de diseño: lapso para el cual se diseña el sistema. Es el período en que se estima que la obra o elemento del proyecto alcanza su máxima eficiencia.

Planta potabilizadora: sitio en el cual se eliminan del agua los elementos nocivos para la salud humana.

Población de proyecto: número de habitantes de una localidad al final del período de diseño.

Proyección de población: es un cálculo que refiere el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado.

Red de distribución: sistema de tuberías que conduce el agua potable a lo largo de las calles de una localidad para consumo de los usuarios.

Toma domiciliaria: conjunto de elementos conectados a la red de distribución que sirven para entregar el agua a los usuarios dentro del predio.

Vida útil: es el lapso en el cual se estima que la obra o elemento del proyecto funciona adecuadamente.

6.2. Abreviaturas y siglas

Las siguientes abreviaturas y siglas que aparecen en el texto del presente documento de Especificaciones Técnicas tienen el siguiente significado y así deben ser identificadas:

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

ACI: American Concrete Institute

AGEB: Área Geoestadística Básica

ANSI: American National Standards Institute

ASME: American Society of Mechanical Engineers

ASTM: American Society for Testing and Materials

AWWA: American Water Works Association

CNCP: Centro de Normalización y Certificación de Productos, A.C.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

CONAPO: Consejo Nacional de Población www.conapo.gob.mx

EPDM: Etileno Propileno Dieno tipo M

ISO: International Organization for Standardization

MAPAS: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

NMX: Normas Mexicanas

NOM: Norma Oficial Mexicana

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos