

CAPÍTULO 7

MICRODRENAJE

Curso: HIDROLOGÍA EN MEDIOS ANTROPIZADOS

**Maestría en Recursos Hídricos de Llanura
Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario**

Dr. Ing. Civil GERARDO RICCARDI

ROSARIO, 2004.

ÍNDICE

- 7.1 GLOSARIO**
- 7.2 INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA DE UN PROYECTO DE MICRODREANJE**
- 7.3 ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE MICRODREANJE**
 - 7.3.1 Definición de Cuenca, Subcuencas y Microcuencas de Bocas de Tormenta**
 - 7.3.2 Diseño de Redes de Colectores**
- 7.4 BIBLIOGRAFÍA**

MICRODRENAJE

El sistema de microdrenaje urbano, tal como se señalara en el Capítulo 7, es la porción del sistema de drenaje total que colecta, almacena y transporta escurrimiento de lluvias de frecuencia ordinaria (2-5 años) y provee un alivio a las molestias, daño e inconvenientes que las lluvias frecuentes ocasionan. Este sistema tradicionalmente ha sido cuidadosamente planificado, diseñado y construido, y en general representa la mayor porción de la inversión en infraestructura para drenaje urbano. El grado de inconvenientes que los habitantes están dispuestos a soportar debe balancearse con el precio que están dispuestos a pagar por las obras, surgiendo de esta relación el caudal de diseño o la recurrencia de diseño del sistema menor. Este sistema incluye cunetas, cordones cuneta, badenes, zanjas, bocas de tormenta, captaciones de zanjas, caños de conexión de bocas de tormenta y captaciones de zanjas, conductos y galerías subterráneos, cámaras, pequeños canales a cielo abierto, pequeños reservorios, alcantarillas y estaciones de bombeo entre las más importantes. El límite del microdrenaje es definido con un criterio hidráulico, y es aquel punto donde no se producen efectos adversos debido a remansos desde condiciones aguas abajo, para los menores caudales con que el sistema de microdrenaje ha sido diseñado. Este sistema también suele ser denominado en ciertos textos como Sistema Menor, Sistema Primario o Sistema Inicial.

En el presente capítulo se describen sintéticamente los componentes más relevantes del sistema de microdrenaje, en tanto que en capítulos posteriores se aborda el dimensionamiento hidráulico de los mismos.

7.1 GLOSARIO

La siguiente terminología corresponde a la denominación de diversos componentes del sistema de microdrenaje pluvial urbano.

Conductos Pluviales, Colectores, Galerías: son conductos públicos subterráneos utilizados para conducir drenaje pluvial captado en superficie por bocas de tormenta y captaciones de zanjas y drenaje proveniente de conductos domiciliarios y conductos de predios privados.

Cámaras de Inspección, Pozo de Vista: son dispositivos localizados en determinados puntos del sistema de conductos pluviales para permitir el cambio de dirección, el cambio de pendiente, el cambio de diámetro e inspección y limpieza de los conductos.

Tramo: porción de un conducto pluvial comprendido entre dos cámaras de inspección.

Conducto Primario, Secundario, Terciario: son estructuras de redes de conducto tipo árbol, se denomina primario al conducto troncal de una red de conductos de múltiples conductos. En general el troncal puede tener sus inicios como un pequeño canal a cielo abierto en la zona alta de la cuenca donde suele existir zonas semiurbanizadas o rurales y luego en la medida que ingresa en el casco urbano se entuba. Los conductos secundarios son aquellos que acometen directamente a la red primaria. Los conductos terciarios a su vez, son los que acometen directamente a la red secundaria, y así se clasifican sucesivamente en función de su jerarquía en la estructura tipo árbol (Figura 7.1).

Bocas de Tormenta, Sumideros: dispositivos localizados en puntos determinados de las cunetas de calles pavimentadas para captación del drenaje pluvial.

Caños de Conexión: son los conductos que conducen el drenaje pluvial captado en las bocas de tormenta o en captaciones de zanjas hasta los conductos pluviales, hasta cámaras de conexión o hasta cámaras de inspección.

Cámaras de Conexión: son dispositivos que permiten la múltiple conexión de los caños de conexión de las bocas de tormenta, disminuyendo el número de conductos que acometen a una cámara de inspección. No son visitables. Pueden utilizarse en aquellos casos que existen bocas de tormentas intermedias.

Zanjas: canales a cielo abierto, que permiten conducir el escurrimiento pluvial que se concentra en la calle. Pueden ser de tierra, vegetadas o revestidas. Sus trazas (2 por calles) generalmente coinciden con los límites entre las veredas y la calle. Se utilizan en calles de tierra, y en calles donde el pavimento es transitorio y aún no tiene diseño definitivo. También suelen utilizarse en calles de zonas residenciales.

Captaciones de Zanjas: dispositivos localizados en puntos determinados de las zanjas para captación del drenaje pluvial.

Bocas de Tormenta o Captaciones de Zanja Sifonadas: son dispositivos de igual características a los definidos anteriormente con el agregado de un sifón hidráulico, impidiendo la salida de olores desde los conductos pluviales. Estos dispositivos se utilizan cuando el conducto pluvial receptor puede contener aguas servidas o cloacales debido a conexiones clandestinas o a su carácter pluvio-cloacal.

Cordón-cuneta: es un dispositivo compuesto por el cordón del pavimento y la última faja del pavimento generalmente con diferente pendiente transversal que la pendiente transversal de la calle. Es el lugar de la calle pavimentada donde converge y transita todo el escurrimiento pluvial que se colecta en la calle.

Badenes: son dispositivos que sirven para continuar el traslado del escurrimiento proveniente de los cordones-cunetas en una intersección o cruce de calles. En general son de sección transversal curva y su capacidad hidráulica es equivalente al de los cordones-cunetas vinculados.

Tapada: es la distancia en vertical desde el lomo de un conducto pluvial enterrado hasta el nivel de superficie.

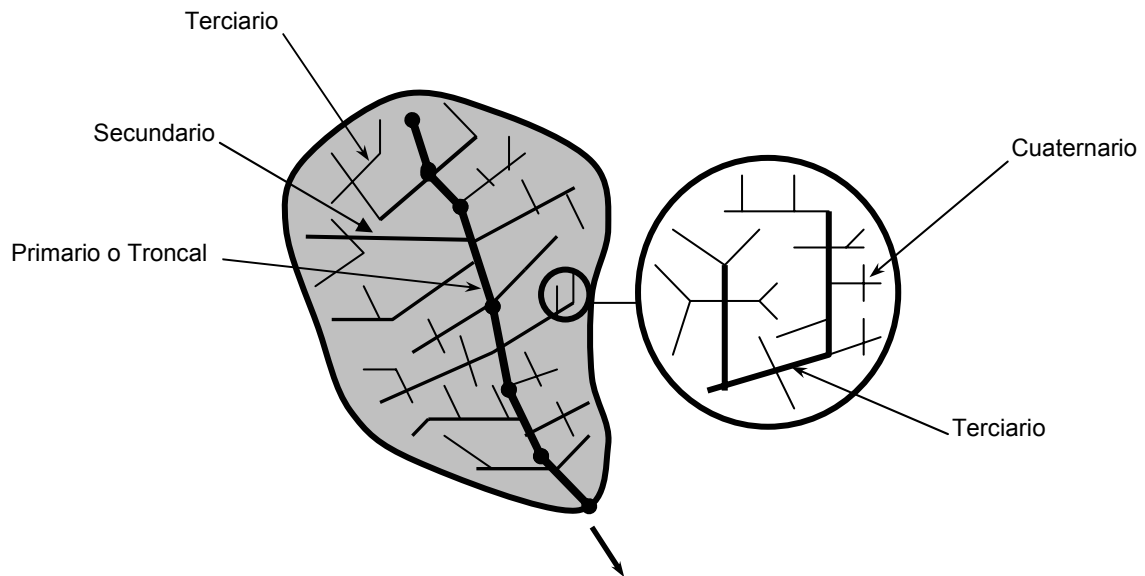


Figura 7.1. Clasificación Jerárquica de los Colectores en una Estructura Arbórea

7.2 INFORMACIÓN MÍNIMA NECESARIA DE UN PROYECTO DE MICRODRENAJE

La información mínima necesaria para la elaboración de un proyecto de microdrenaje pluvial son los siguientes:

(i) Plantas:

- # planta general con ubicación geográfica dentro de la provincia o estado
- # planta general de cuneca de aporte: escalas 1:5000 o 1:10000. En caso de no existir planialtimetría de la cuenca, debe ser determinado la división topográfica por medio de mediciones en campaña.
- # planialtimetría del área de proyecto en escala 1:2000 o 1:1000, con puntos acotados en las esquinas y en puntos característicos.
- # planialtimetría del proyecto de pavimento si es que lo hubiera.

(ii) Relevamiento topográfico: nivelación topográfica de todas las esquinas, curvas de nivel.

(iii) **Catastro:** información planialtimétrica de todas las instalaciones existentes subterráneas que puedan interferir en el proyecto: redes de drenaje existentes, cloacas, provisión de agua corriente, teléfono, cable, fibra óptica, energía eléctrica, gas.

(iv) **Urbanización:** deben obtenerse los siguientes elementos relativos a la urbanización en la cuenca de aporte, en el escenario actual y el escenario previsto en el plan director o maestro:

- # tipo de ocupación de las áreas (residencial, comercio, hospitales, escuelas, plazas, parques, etc.);
- # porcentaje de ocupación de lotes;
- # ocupación y cobertura del suelo en las áreas no urbanizadas pertenecientes a la cuenca.

(v) **Datos relativos al Curso de Agua Receptor:**

- # registros de niveles máximos de curso receptor de drenaje pluvial de cuenca;
- # registros de caudales / volúmenes de cuerpo receptor;
- # relevamiento topográfico local en lugar de emplazamiento de obra de desembocadura en cuerpo receptor.

7.3 ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO DE MICRODRENAJE

A continuación se presenta un esquema simple y tentativo sobre el esquema básico de etapas para definir el sistema de microdrenaje. Se destaca que en lo inherente a estudios hidrológicos no se hace una descripción de las etapas propias de estos estudios puestos que ya han sido abordados convenientemente en los Capítulos 2 a 6. El ordenamiento aquí presentado es tentativo pudiendo alterarse, eliminarse o agregarse pasos.

- (i) Delimitación de cuenca.
- (ii) Definición de la Dinámica Hídrica Superficial.
- (iii) Determinación de Puntos bajos.
- (iv) Diseño preliminar de Pavimentos (a cargo de proyectistas viales)
- (v) Delimitación preliminar de subcuencas de colectores.
- (vi) Ubicación preliminar bocas de tormenta.
- (vii) Subdivisión de las áreas de aporte desde las manzanas.
- (viii) Determinación de microcuencas de aporte a BT.
- (ix) Estudios Hidrológicos Determinación de caudales (o hidrogramas) en BT.
- (x) Dimensionamiento de Bocas de Tormenta
- (xi) Ubicación Definitiva de Bocas de Tormenta
- (xii) Traza de Conexiones, Traza Preliminar de Colectores, Cámaras de Conexión, Cámaras de Inspección
- (xiii) Estudios Hidrológicos Determinación de hidrogramas en Tramos de Conductos hasta Troncal
- (xiv) Dimensionamiento Hidráulico de Colectores desde Conexiones de BT, Colectores Terciarios, Secundarios, hasta el Troncal y Cámaras.
- (xv) Traza Definitiva de Colectores.
- (xvi) Dimensionamiento de Estructuras Especiales (acometidas a troncales, desembocaduras en cauces naturales, estaciones elevadoras, etc.)
- (xvii) Elaboración de Documentación de Proyecto. (Memoria Técnica, Planos, Pliegos Varios de Condiciones y Especificaciones)

7.3.1 Definición de Cuenca, Subcuencas y Microcuencas de Bocas de Tormenta

En primer lugar es necesario la delimitación de la cuenca de aporte. Esta tarea puede estar hecha de antemano o debe realizarse en función de la topografía y las condiciones de borde existentes. Dependiendo del tamaño de la cuenca, ésta puede dividirse en subcuencas correspondientes a distintos colectores. La unidad de subdivisión más pequeña es la microcuenca correspondiente a una boca de tormenta.

Una vez definida la cuenca, a partir de la planialtimetría de la cuenca o de las curvas de nivel en conjunto con la subdivisión en manzanas puede determinarse la *dinámica hídrica superficial*, mediante la cual se definen todos los sentidos de escurrimiento a escala de cada cuadra y los puntos bajos (mayormente en esquinas). Con la dinámica hídrica superficial y todas las condiciones de borde existentes el proyectista vial puede diseñar preliminarmente el proyecto de pavimentos, el cual será tomado por el proyectista hidráulico para el diseño del sistema de microdrenaje.

Habitualmente el proyecto de pavimento es realizado anterior al de drenaje por lo cual es común que el proyectista del drenaje se encuentre con un escenario de diseño de alguna manera restringido en su margen de diseño. Lo óptimo es ejecutar el proyecto vial e hidráulico en forma conjunta y simultánea.

La subdivisión de las manzanas dependerá de cómo se orienten los desagües domiciliarios y el tipo de división en lotes que presente la manzana. En la Figura 7.2 a y b se presentan algunos casos de subdivisión de manzanas, la Figura 7.2. a corresponde a manzanas donde la pendiente general del terreno está claramente orientado hacia un sentido y no hay un subdivisión en lotes, en este caso se asume que existen franja de 10 m de terreno donde se aporta a la vereda respectiva en dirección contraria a la pendiente general del terreno. Esto se puede lograr con un alteo de los terrenos o mediante captación con piletas domiciliarias y transporte por conductos a la vereda. El caso de la Figura 7.2.b es la clásica manzana con aporte mas equilibrado a cada una de las veredas. Las áreas de supuesto aporte se encuentran trazando líneas imaginarias a 45°. Es claro que si la manzana es cuadrada la subdivisión resultará en 4 triángulos iguales. Debe quedar claro que esta abstracción no representa exactamente la distribución de las áreas de aporte, sino que se trata de criterios medios que se han verificado en gran cantidad de aplicaciones.

A modo ilustrativo se presentan en la Figuras 7.3 y 7.4 cuencas urbanas con subdivisión en manzanas. La Figura 7.3 corresponde a una pequeña cuenca o microcuenca de 4.2 Ha., la que aporta a una boca de tormenta. Puede observarse claramente que los sectores de manzana de la parte superior de la figura drenan a contrapendiente de lo que indican las curvas de nivel. Una vez que el escurrimiento llega a las cunetas escurre en compatibilidad con la tendencia de las curvas de nivel.

La Figura 7.4 corresponde a la Cuenca del Colector Lavalle (Rosario) con una superficie de 65 Ha. Se puede observar la dinámica hídrica superficial trazada a partir de las cotas de pavimento existentes, la ubicación de las bocas de tormenta existentes y la red de conductos subterráneos.

Algunas reglas elementales para el trazado de una red son los siguientes:

- # En planta deben señalarse: los límites de la cuenca; las divisiones en subcuencas, las áreas de aporte a cada punto de cierre, y la subdivisión en manzanas deben señalarse claramente en las plantas;
- # el escurrimiento superficial por cunetas debe identificarse por medio de flechas;

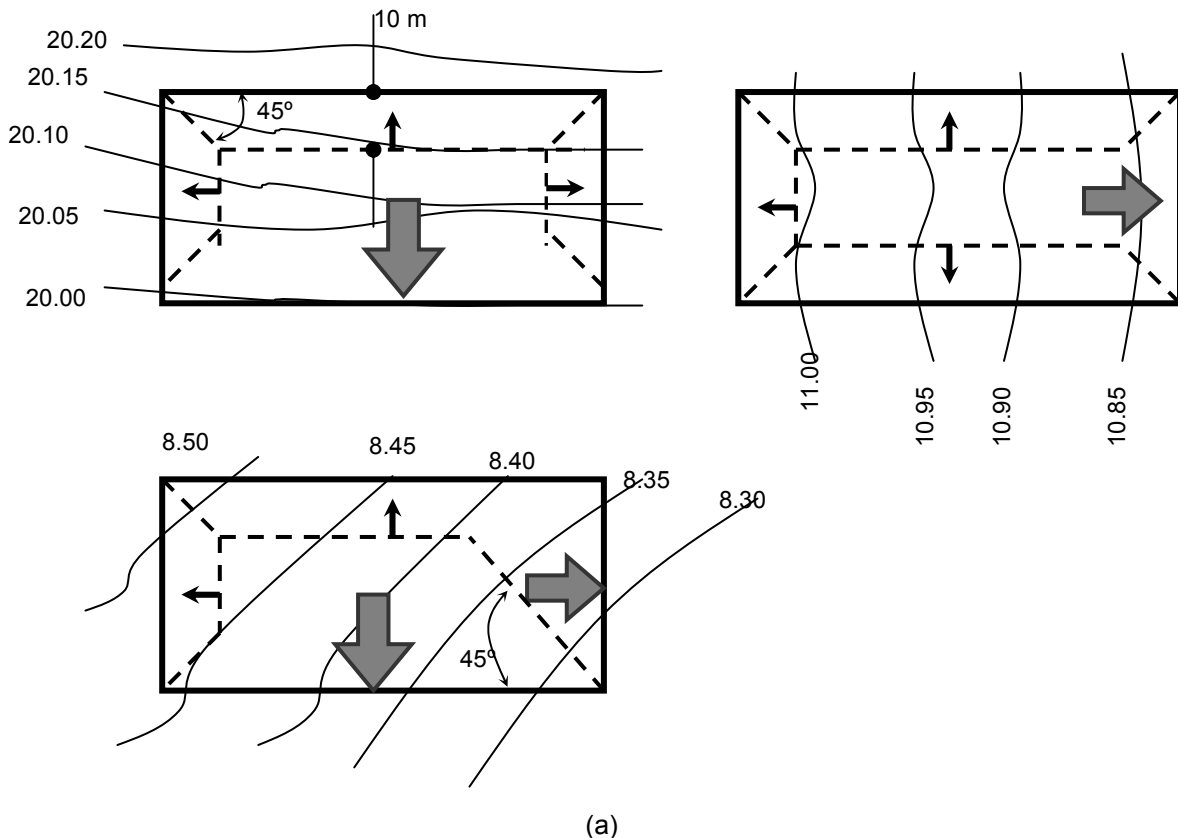


Figura 7.2. (continúa)

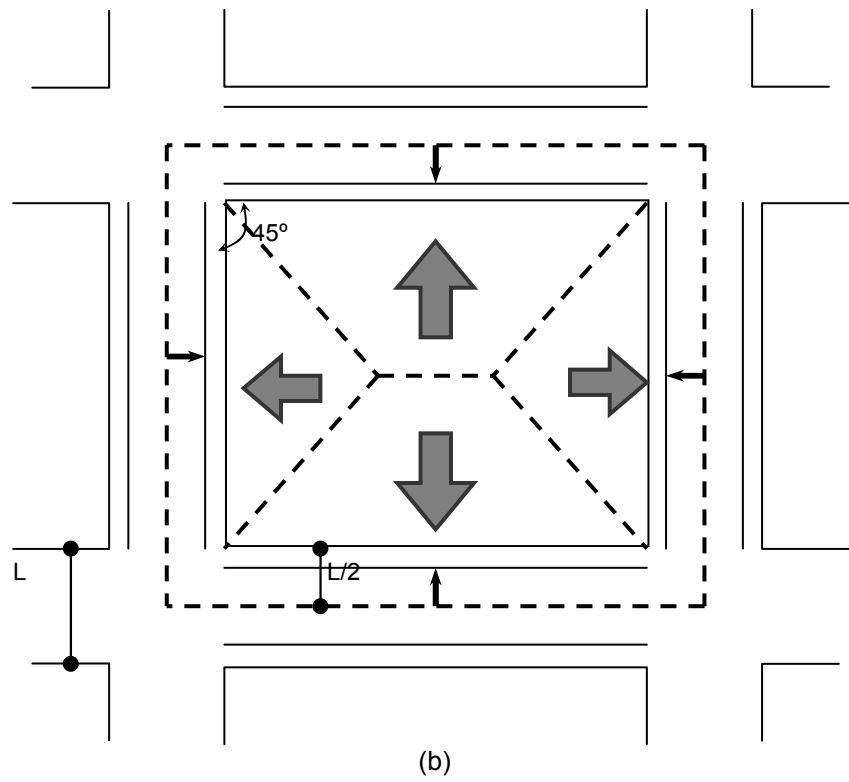


Figura 7.2. Algunos Casos de Subdivisión de las manzanas. (a) Distribución de acuerdo a pendientes; (b) Distribución uniforme.

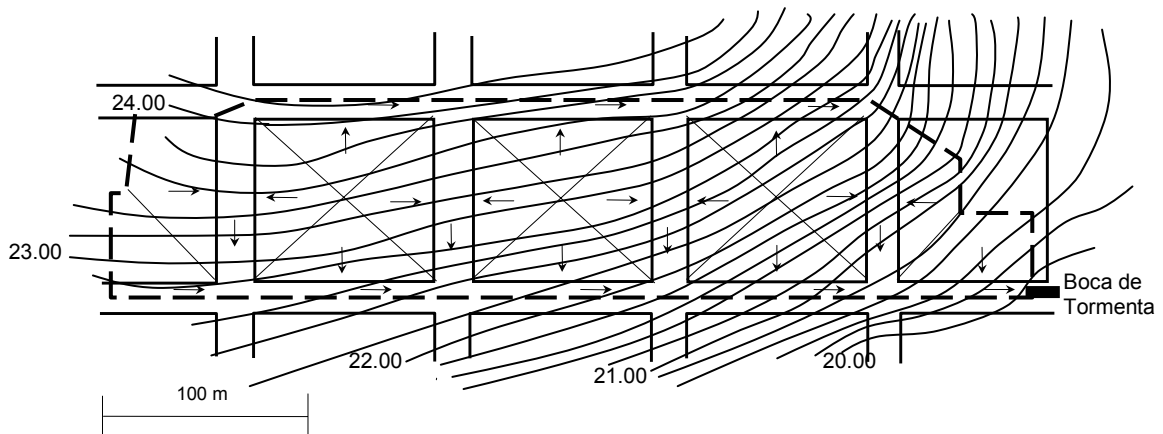


Figura 7.3. Microfrecuencia de una Boca de Tormenta.

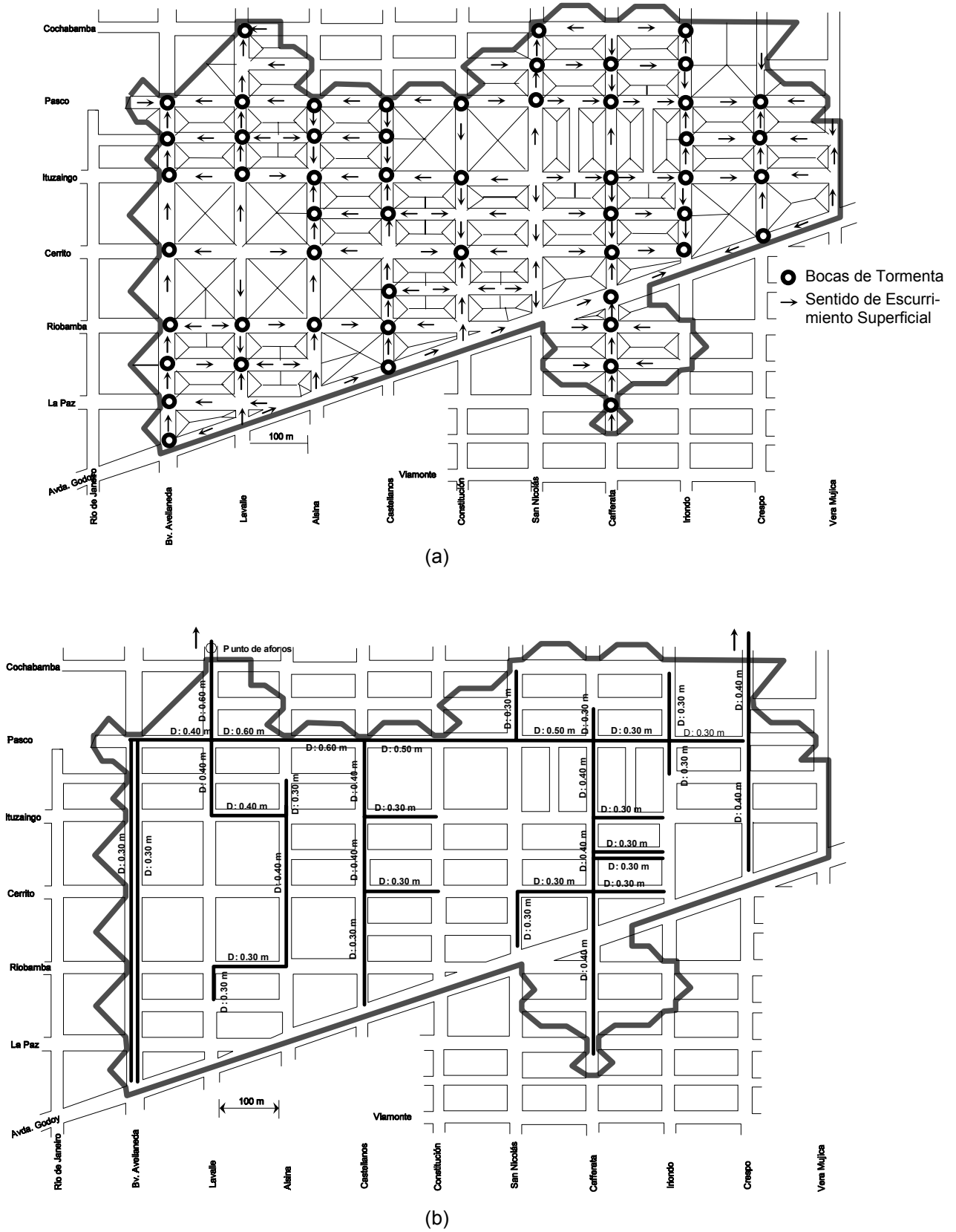


Figura 7.4. Cuenca Colector Lavalle (Rosario). (a) Dinámica Hídrica Superficial, Subdivisión de Manzanas y Ubicación Bocas de Tormenta; (b) Red de Conductos

7.3.2 Diseño de Redes de Colectores

La red de colectores debe ser proyectada en una planta de la cuenca, de acuerdo con las condiciones naturales de escurrimiento superficial. Un colector en una determinada calle, podrá recibir conexiones de bocas de tormenta desde ambas cunetas.

La traza de los conductos podrá ir por la línea del cordón o por el medio de la calle. Existen alternativas (en general asociadas con la construcción de la red posterior al pavimento) en que para conductos de poco diámetro (< 1.00 m) la traza puede ir por vereda. Las soluciones mas adecuadas para la traza de colectores en cada calle, se establecen en base a consideraciones hidráulicas, económicas, en función del ancho de calle, del tipo y estado del pavimento si es existente, interferencias con hechos existentes, dimensiones de los conductos, tipo de suelo y tapadas.

Cuestiones acerca de diseño hidráulico, perfiles de flujo, velocidades límites, etc., se presentan en el capítulo 8.

Tapada Mínima: la tapada mínima se define en función de permitir las conexiones domiciliarias y no realizar verificaciones estructurales. En general puede considerarse de 0.80 m si la traza está en vereda y 1.20 m si es por calle. Cuando por condiciones topográficas, interferencias, etc., se utilicen tapadas menores debe analizarse el conducto desde el punto de vista estructural.

Diámetro Mínimo: el diámetro mínimo se fija en función e evitar obstrucciones. Puede ser limitado de forma distinta según las autoridades hídricas locales. Suele estar acotado en 0.50 m considerando que recibe en su inicio el aporte de bocas de tormenta. Los diámetros comerciales en general crecen cada 0.10 m.

Alineación en cambios de Diámetro: en puntos de cambios de diámetros los conductos deben ser alineados por su generatriz superior, como se indica en la Figura 7.6.

Bocas de Tormenta: las bocas de tormenta deben ser localizadas de manera de captar y conducir hacia los colectores el flujo superficial que escurre por cuneta. En general las bocas de tormenta se ubican en los puntos bajos del proyecto de pavimento, siendo no obstante, un criterio más riguroso su ubicación donde se superen condiciones admisibles de ancho de calle mojada o altura de agua en cordón para la crecida de diseño del sistema de microdrenaje. En el Capítulo 9 se presenta en detalle el diseño hidráulico de distintos tipos de bocas de tormenta.

La localización de bocas de tormenta deben atender las siguientes recomendaciones:

- # podrán ser localizadas en ambos cordones-cuneta de la calle cuando el escurrimiento supere condiciones admisibles de ancho mojado y altura en cuneta;
- # se localizarán en puntos bajos de la cuneta y si resultare necesario en puntos intermedios;
- # es recomendable utilizar una separación máxima entre 50-100 m cuando no se analiza la capacidad hidráulica de la cuneta;
- # cuando la BT capta desde una sola dirección su ubicación debe ser en lo posible aguas arriba de las sendas de cruce peatonal en las esquinas;

Cámaras de Inspección (CI) o Pozos de Visita: su función principal es permitir el acceso a los conductos para inspección y limpieza. Las CI deben atender los cambios de dirección, de diámetro y de pendiente de los colectores, las conexiones de las bocas de tormenta, la acometida de diferentes tramos. También son utilizadas para salvar las distintas separaciones que pueden tener los conductos que acometen a la cámara. La separación máxima recomendada es 120 m. Algunos autores recomiendan la separación en función del diámetro de los conductos (Bidone y Tucci, 1995):

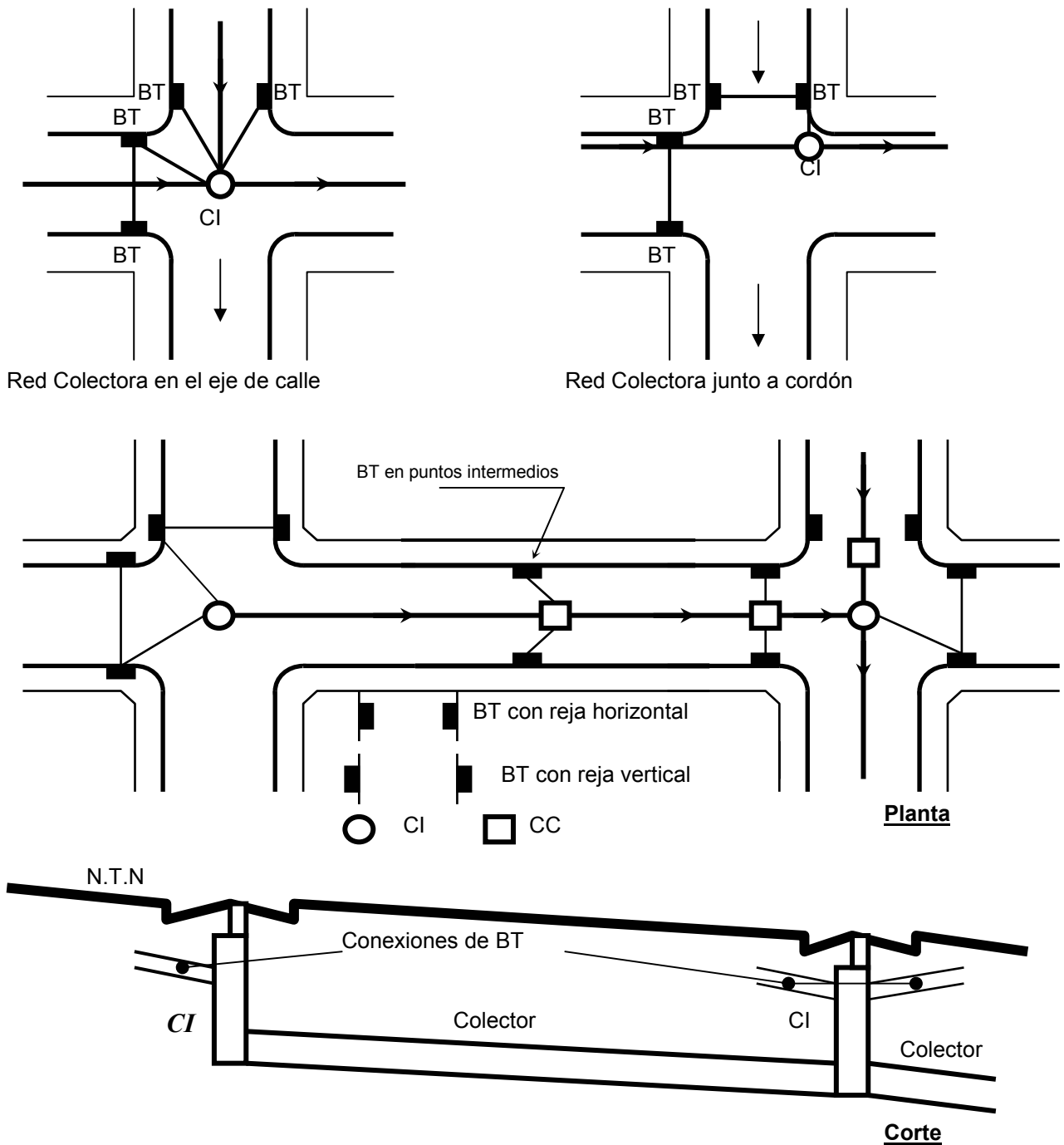
<i>Diámetro conducto</i>	<i>Máxima distancia</i>
Menor a 0.40 m	100 m
0.40-0.90 m	125 m
Mayor a 0.90 m	150 m

Cuando el desnivel entre conductos afluentes/efluentes es mayor a 0.70 m es recomendable proyectar una cámara de caída.

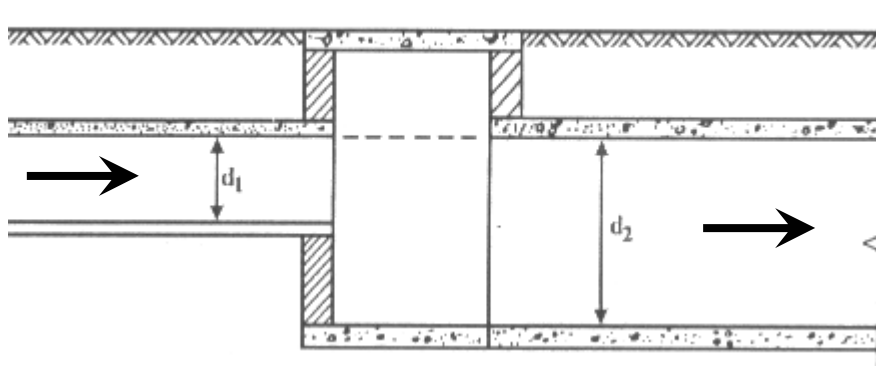
Cámara de Conexión (CC): su función es disminuir el nro. de conductos que acometen a una CI. En general se acota a 4 los conductos que acometan a una cámara de inspección. Las cámaras de conexión no son visitables. Se utilizan cuando existen bocas de tormentas en puntos intermedios.

En la Figura 7.5 se presentan algunos tipos de disposiciones de colectores, cámaras de inspección y de conexión y bocas de tormenta. En la Figura 7.6 y 7.7 se muestran algunos tipos de cámaras de inspección.

En el Capítulo 8 se presentan consideraciones de diseño hidráulico de cámaras.



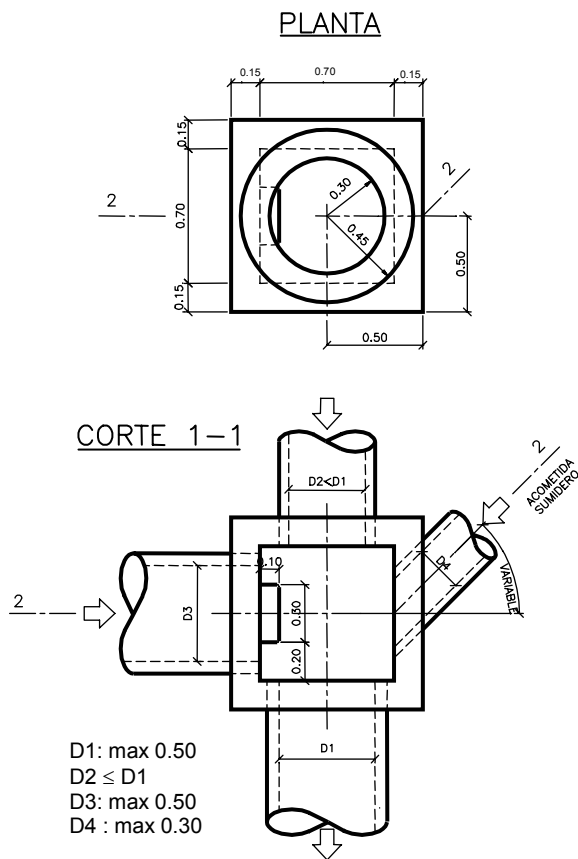
7.5. Esquemas Típicos de Redes de Colectores



7.6. Alineamiento de Conductos en Cambios de Diámetros

Para información específica acerca de planos, dimensionamiento geométrico y estructural de diversas cámaras, bocas de tormenta, captaciones de zanja, acometidas a grandes conductos, puede consultarse por ej. el legajo de planos tipo de la Dirección General de Hidráulica y Saneamiento de la ciudad de Rosario, o en otro organismo público competente en la temática hidráulica pluvial.

CAMARA DE INSPECCIÓN 0.70 x 0.70



CAMARA DE INSPECCIÓN 1.20 x 1.10

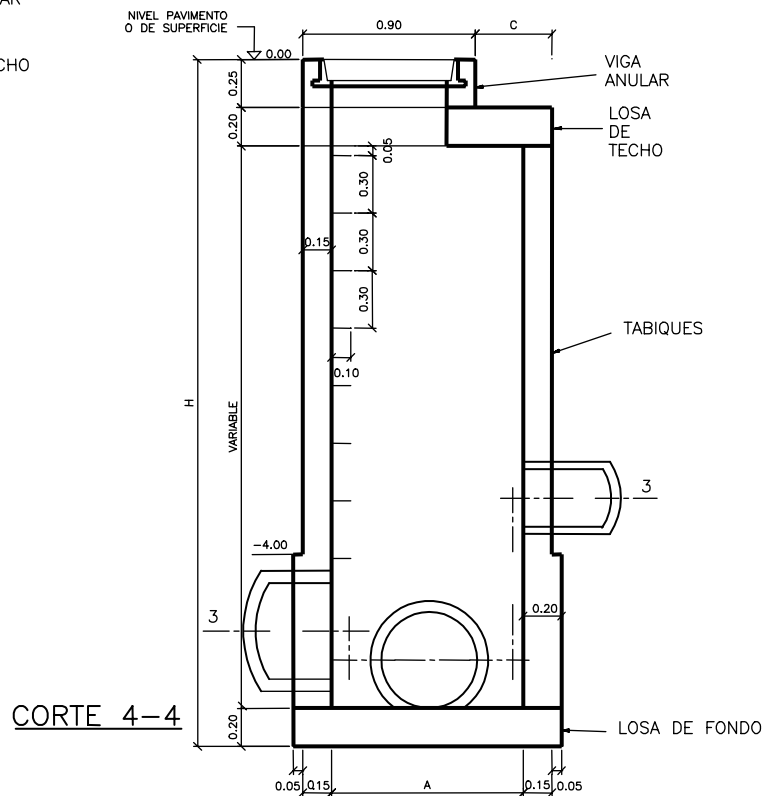
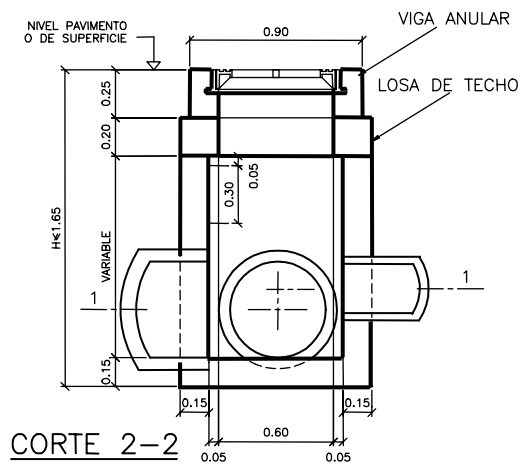
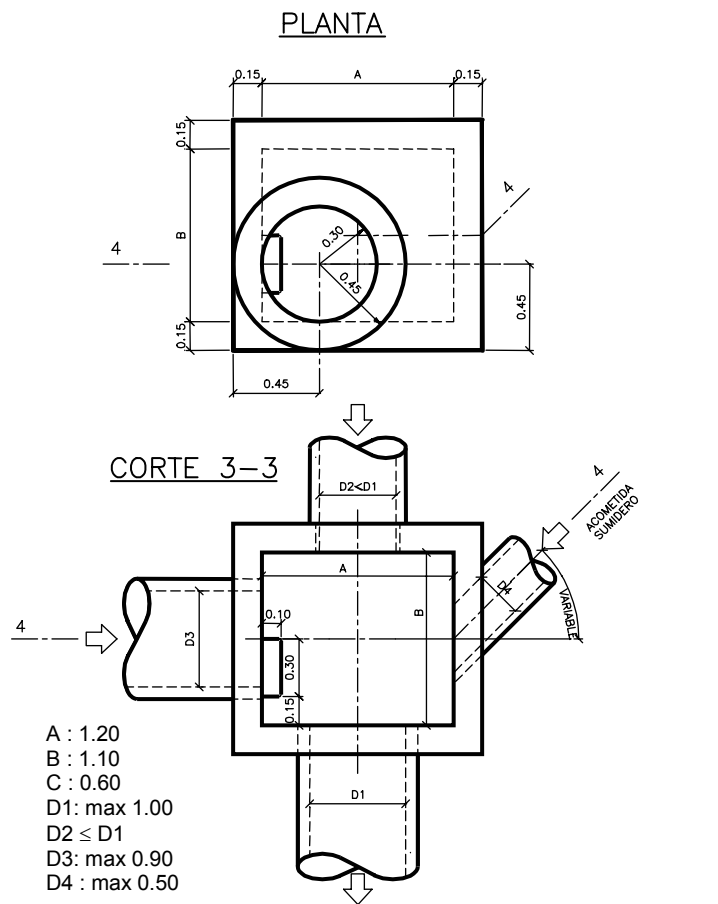


Figura 7.7. Cámaras de Inspección para Caños Prefabricados de hasta 1.00 de diámetro.
 Fuente: DGHYS (2004)

7.4 BIBLIOGRAFÍA

Bidone, F. y Tucci, C. E. M. (1995), Cap. 3 Microdrenagem, (Tucci C., Laina Porto R. y Barros M., 1995), Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre.pp- 77-106.

DGHYS (2004), Dirección General de Hidráulica y Saneamiento, Planos Tipo de Obras de Drenaje Pluvial, Municipalidad de Rosario, Rosario, Argentina.