

**MANUAL PARA EL DISEÑO, REVISIÓN, APROBACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE REDES INTERNAS EN
EDIFICACIONES DE MÁS DE TRES NIVELES**

WALTER LEÓNARD ANTOLÍNEZ QUIJANO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

**MANUAL PARA EL DISEÑO, REVISIÓN, APROBACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE REDES INTERNAS EN
EDIFICACIONES DE MÁS DE TRES NIVELES**

WALTER LEÓNARD ANTOLÍNEZ QUIJANO

**Proyecto de grado para optar
el título de Ingeniero Civil**

**Director
Luis Eduardo Moreno Torres
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mi Dios y Salvador JESUCRISTO, a quien debo todo lo que soy, todo lo que sé y todo cuanto tengo. Sin El no hubiese podido llegar hasta esta instancia de mi vida. Sé que me esperan muchas etapas más a lo largo de toda mi vida y deseo vivirlas siempre tomado de la mano de mi Señor.

Doy gracias a mi Dios por haberme dado unos padres ejemplares. Gracias a Papá Héctor y a Mamá Esther por todas sus enseñanzas, quienes no permitieron que me desviara del camino del aprendizaje y me apoyaron incondicionalmente en las decisiones importantes de mi vida.

Gracias a mi novia y futura esposa Carolina Suspes por estar siempre a mi lado y quien me apoyo más que nadie en la realización de este trabajo. Muchos besos.

Agradezco a Pipa (mi abuelita) por su entrega incondicional en el cuidado de mí ser durante toda mi carrera. Y en general a toda mi familia, a quienes debo un poco de mí.

Al Profesor Luis Eduardo por sus aportes, su dedicación y tenerme paciencia para el desarrollo de este trabajo.

Que el Señor JESÚS nos bendiga.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES	4
1.1 DEFINICIONES	4
1.2 GENERALIDADES	6
2. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS	7
2.1 DOCUMENTACIÓN	7
2.1.1 DISPONIBILIDAD DE SERVICIO	7
2.1.2 PLANO URBANÍSTICO APROBADO O LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	7
2.2 PRESENTACIÓN	7
2.2.1 REQUISITO PREVIO	7
2.2.2 REQUISITOS EN EL PERIODO DE REVISIÓN	7
2.2.3 REQUISITOS PARA LA APROBACIÓN DE PROYECTO	8
2.3 NORMAS DE DIBUJOS PARA TODOS LOS PLANOS	8
2.3.1 CONVENCIONES	8
2.3.2 NORMAS GENERALES	8
2.4 LISTA DE CHEQUEO PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS	9
3. ALCANTARILLADO SANITARIO	10
3.1 GENERALIDADES	10
3.2 PARAMETROS DE DISEÑO	10
3.2.1 UNIDADES DE DESCARGA	10
3.3 CRITERIOS DE DISEÑO	12
3.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO	14
3.5 VENTILACIÓN	15
3.5.1 GENERALIDADES	15
3.5.2 TIPOS DE VENTILACIÓN	16

3.5.3 DISEÑO	24
3.6 BOMBEO DE AGUAS NEGRAS	27
4. ALCANTARILLADO PLUVIAL	30
4.1 GENERALIDADES	30
4.2 PARAMETROS DE DISEÑO	30
4.3 CRITERIOS DE DISEÑO	32
4.4 METODOLOGIA DE DISEÑO	32
4.5 BOMBEO DE AGUAS LLUVIAS	33
5. NORMATIVIDAD Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	35
5.1 NORMATIVIDAD	35
5.1.1 ALCANTARILLADO SANITARIO	35
5.1.2 VENTILACIÓN	39
5.1.3 ALCANTARILLADO PLUVIAL	45
5.2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	46
5.2.1 PRINCIPALES PROBLEMAS	46
5.2.2 METODOS DE PRUEBA	50
5.3 LISTA DE CHEQUEO PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES	52
6. EJEMPLO DE APLICACIÓN	53
BIBLIOGRAFÍA	79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios	11
Tabla 2 Unidades de descarga para aparatos no especificados	11
Tabla 3 Carga y longitud máxima de bajantes	12
Tabla 4 Numero máximo de unidades de descarga según la National Plumbing Code Handbook	12
Tabla 5 Distancias máximas entre sellos y tubos de ventilación	19
Tabla 6 Dimensionamiento de la tubería principal de ventilación húmeda	19
Tabla 7 Dimensiones de los tubos de ventilación principales	25
Tabla 8 Diámetros y longitud máxima de circuitos de ventilación	26
Tabla 9 Diámetros mínimos para ventilación individual	26
Tabla 10 Caudal probable en función de las Unidades De Descarga	28
Tabla 11 Áreas drenadas para diferentes intensidades	31
Tabla 12 Definición de las dimensiones de la tubería horizontal	31
Tabla 13 Tapones de limpieza	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Tubería trabajando a “contra flujo”	13
Figura 2 Ejemplo de sifón.	13
Figura 3 Ejemplo de ángulos de empalmes de tuberías	14
Figura 4 Ventilación Individual para edificaciones de	16
Figura 5 Ventilación Individual para edificaciones de	17
Figura 6 Ventilación Individual para edificaciones de	17
Figura 7 Ventilación Individual para edificaciones de	18
Figura 8 Ventilación Húmeda para edificaciones de	19
Figura 9 Ventilación Húmeda para edificaciones de	20
Figura 10 Ventilación Húmeda para edificaciones de	20
Figura 11 Ventilación Húmeda para edificaciones de	21
Figura 12 Ventilación en Conjunto para aparatos	21
Figura 13 Ventilación en Conjunto para aparatos	22
Figura 14 Ventilación en Conjunto para ramales	22
Figura 15 Ventilación en Conjunto para ramales	23
Figura 16 Ventilación en Conjunto con ventilación	23
Figura 17 Ventilación en Conjunto con ventilación	24
Figura 18 Ejemplo de un sistema eyector de aguas negras	27
Figura 19 Ejemplo de un sistema de bombeo	33
Figura 20 Distancia máxima entre conexiones de vertederos	40
Figura 21 Distancia máxima entre descarga del aparato	40
Figura 22 Ejemplo de una conexión de ventilación por	41
Figura 23 Terminal de ventilación	42
Figura 24 Columnas de ventilación y ventilaciones de alivio	43
Figura 25 Conexión de ventilación de alivio o de horquilla	44
Figura 26 Sifonaje inducido	47
Figura 27 Autosifonaje	47
Figura 28 Compresión o Contrapresión	48
Figura 29 Acción capilar	48
Figura 30 Oscilaciones	48
Figura 31 Efectos de la presión del aire en un bajante	50

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 CONVENCIONES	69
ANEXO 2 ROTULO DE LOS PLANOS	70
ANEXO 3 INSTALACIONES SANITARIAS	71

TITULO
MANUAL PARA EL DISEÑO, REVISIÓN, APROBACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE REDES INTERNAS EN
EDIFICACIONES DE MÁS DE TRES NIVELES.*

AUTOR: Walter Leónard Antolinez Quijano.**

PALABRAS CLAVES: Alcantarillado Sanitario, Alcantarillado Pluvial, Normatividad, Edificaciones.

RESUMEN

Este proyecto esta enmarcado a facilitar una herramienta útil a las personas y entidades relacionadas con los Sistemas de Alcantarillado en edificaciones tales como Diseñadores, Autoridades Municipales, Interventores o cualquier persona interesada en conocer el funcionamiento de dichos Sistemas de Alcantarillado.

Este manual fue desarrollado en base a la investigación y evaluación de bibliografía referente al tema de fontanería e instalaciones en los edificios, así como la normatividad nacional e internacional de diseño y construcción de alcantarillados en edificios; con el objetivo de proporcionar un manual integro en cuanto al uso de parámetros, criterios y metodología de diseño.

El trabajo consistió en recaudar toda la información referente al diseño del sistema de alcantarillado (Sanitario y Pluvial) de redes internas en edificios, plantear normas para el diseño y presentación de estos proyectos de alcantarillado, citar toda la normatividad vigente y pertinente como la NTC 1500 y proponer una serie de aspectos constructivos ajustados a la normatividad que se deben tener en cuenta para la construcción e instalación de dichos sistemas de alcantarillado con miras a lograr un proyecto optimo y funcional.

Como complemento del manual, se incluyen varias de las instalaciones típicas de los aparatos sanitarios y adicionalmente se desarrolla un ejemplo completo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para un edificio de 14 niveles.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil
Director: Luis Eduardo Moreno Torres

TITLE**MANUAL FOR THE DESIGN, REVISION, APPROVAL AND BUILDING OF
PROJECTS SEWAGE SYSTEM OF INTERNAL NETS IN
BUILDINGS WITH MORE THAN THREE LEVELS.*****AUTHOR:** Walter Leónard Antolínez Quijano.****KEY WORDS:** Sanitary Sewer, Rain Sewer, Norms, Buildings.**SUMMARY**

This project intends to provide an useful tool for those people and companies related to the Sewage Systems in buildings such as Designers, Municipal Authorities, Auditors, or any person interested in knowing the sewage system`s functioning.

This manual was developed based on research and evaluation of literature on the topic plumbing facilities in the buildings, as well as national and international standards for design and construction of sewer systems in buildings, with the goal of providing a full manual for the use of benchmarks, criteria and design methodology.

This work consisted of collecting all the information about the sewage system design (Sanitary and Rain) of internal nets in buildings; as well as stating the norms for the design and presentation of these projects, quoting the valid and appropriate ones such as the NTC 1500 and also proposing some aspects that have to be taken into account once those sewage systems are built and installed, in order to get a correct and functional project.

As a complement of the manual, some of the common installations of the toilets are presented and beside there is a complete example of the sewage system design sanitary and rain for a fourteen-floors building.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil
Director: Luis Eduardo Moreno Torres

INTRODUCCIÓN

Malos olores dentro del edificio, rebosamiento del sifón en la cocina, ruidos en el lavamanos, son algunos de los problemas que surgen por causa de un diseño mal elaborado, una instalación deficiente o la ignorancia del correcto funcionamiento de los sistemas de desagüe por parte de los constructores de edificios.

Los nuevos sistemas constructivos de edificaciones han planteado un reto a los diseñadores de alcantarillado de redes internas, pues se requiere que el ingeniero diseñador tenga un completo conocimiento de los elementos que constituyen un sistema de desagüe para realizar un trabajo realista, económico y sobre todo funcional. Actualmente se encuentran en auge las construcciones de edificaciones tipo “cajón”, ya que este método constructivo reduce los costos de la obra y pone en menor tiempo el funcionamiento el edificio. Pero adicionalmente, se convierte en un reto para el constructor ubicar el sistema de desagüe de aguas residuales debido a los espesores entre pisos, evitando que dicho sistema se convierta en un estorbo para la terminación del edificio y para el posterior uso de los habitantes de la edificación.

Este proyecto proporciona una herramienta útil para que diseñadores comprendan de una manera muy práctica, no solo los parámetros y criterios de diseño de una red interna de alcantarillado, sino las normas y principios que rigen el buen funcionamiento de los elementos que componen todo el sistema de desagüe.

Adicionalmente, se requiere que el ingeniero constructor este muy familiarizado con la normatividad que se debe cumplir al instalar los sistemas de desagüe de la edificación, como también los posibles problemas que conllevan no cumplir dichas normas.

Por otra parte, este proyecto es una herramienta útil para las Autoridades encargadas de realizar la revisión y aprobación de los proyectos de alcantarillado de redes internas en los edificios, ya que se plantean normas de presentación de proyectos enmarcadas a sugerir una directriz que facilite el trabajo de dichas entidades.

Como complemento, este proyecto expone una serie de conceptos que sirven como base para la comprensión de forma integral del diseño, construcción y funcionamiento del sistema de aguas residuales y aguas lluvias por parte de los estudiantes o personas interesadas en este tema.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual útil para la realización, presentación, y supervisión de proyectos de alcantarillado de redes internas para edificaciones, ajustado a cumplir toda la normatividad vigente como la NTC 1500 de fontanería.

Objetivos Específicos

- Facilitar el diseño del sistema de desagüe de aguas residuales y de aguas lluvias teniendo en cuenta el correcto funcionamiento de todos los elementos que componen dichos sistemas.
- Trazar una directriz clara que permita a las Autoridades competentes de las diferentes ciudades y municipios del país establecer un conjunto de normas para la revisión y aprobación de proyectos de alcantarillado de redes internas para edificaciones de más de tres niveles.
- Establecer pautas de construcción en la ejecución de proyectos de alcantarillado de redes internas para edificaciones, enmarcadas a cumplir lo establecido por la norma NTC 1500 para garantizar el buen funcionamiento de los aparatos y tuberías que componen toda la red de desagüe de aguas lluvias y residuales.
- Unir los parámetros y criterios de diseño de los sistemas de desagüe con la construcción e instalación de todos los elementos que componen dicho sistema, mediante la explicación del correcto funcionamiento de todos los componentes teniendo en cuenta la normatividad establecida por las autoridades competentes.

DEFINICIÓN DE PROBLEMA

En la actualidad es muy escasa la bibliografía con que se cuenta para realizar los diseños de las redes internas de alcantarillado de los edificios, tal vez esto se deba a que el diseño se ha limitado solo al uso de tablas, y por lo tanto, se la ha restado importancia a los criterios que gobiernan un diseño que no solo sea económico, sino que además sea funcionalmente óptimo y cumpla todos los requisitos de la normatividad vigente como lo es la NTC 1500.

Por otro lado, muchas de las Autoridades Municipales a las que le competen la revisión y aprobación de proyectos de alcantarillado (como por ejemplo la Empresa Municipal de Alcantarillado de Santander- EMPAS) carecen de una directriz para realizar dicho procedimiento. Lo que se hace es realizar una revisión superficial de capacidad, es decir, que los diámetros diseñados cumplan con el caudal esperado, sin importar la ubicación ni la dirección que tomen los conductos destinados para evacuación del agua residual o la conformación del sistema de ventilación.

En cuanto a la construcción de edificios se presentan muchas anomalías respecto a las conexiones del sistema de aguas negras y aguas lluvias, ya que muchas veces se conectan los ramales de desagüe de aguas residuales a los

bajantes de aguas lluvias. Esto sucede por desconocimiento de los efectos ambientales, de la normatividad y por la falta de una guía para la correcta instalación de los aparatos sanitarios y sistemas de desagüe.

JUSTIFICACIÓN

Una de las razones que inspiró la realización de este proyecto es la falta de información respecto a como se lleva a cabo el diseño y presentación de un proyecto de alcantarillado de redes internas en edificaciones, ya que en la actualidad los ingenieros diseñadores presentan y diseñan sus proyectos en forma particular. Esto conlleva a que las autoridades competentes en el proceso de revisión pierdan tiempo y además tengan que devolver algunos proyectos por falta de un contenido claro, conciso, pertinente y esencial. Adicionalmente, es necesario que el diseñador comprenda correctamente el funcionamiento de todos los elementos que constituyen la instalación de la red sanitaria moderna para la realización de un óptimo sistema de desagüe.

Por otra parte, el manual busca satisfacer la necesidad que hay en el campo de la construcción respecto a la implementación de una completa información de la normatividad que se requiere cumplir para la instalación correcta del sistema de desagüe y sus componentes, así como la explicación de los principales problemas que aquejan dicho sistema, de manera que se logre cumplir con el objetivo de tener un eficiente sistema de alcantarillado.

PRESENTACIÓN

EL MANUAL PARA EL DISEÑO, REVISIÓN, APROBACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO DE REDES INTERNAS EN EDIFICACIONES DE MÁS DE TRES NIVELES, surge por la necesidad de tener una herramienta que permita a los diseñadores (de los proyectos mencionados anteriormente) tener un modelo de diseño simplificado, útil y cumpliendo la normatividad vigente. El presente manual cubre la necesidad que tienen las autoridades municipales y las oficinas técnicas de las empresas de servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado de seguir una directriz para la revisión de los proyectos en mención. Para terminar, el manual puede ser utilizado por firmas constructoras, interventoras o de consultoría que requieren seguir una serie de criterios para la ejecución y supervisión de proyectos de alcantarillado en las nuevas edificaciones.

1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

1.1 DEFINICIONES

Acometida (conexión domiciliaria): Canalización que une la red interior de la edificación con la red municipal, conectándose a ella por medio de una caja de inspección final.

Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales: En edificaciones, son las aguas producto de la utilización de los aparatos sanitarios.

Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y deposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado combinado: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte simultaneo de aguas residuales y de aguas lluvias.

Alcantarillado separado: Sistemas de alcantarillado de un mismo sector que transporta en forma independiente las aguas lluvias de las residuales.

Aparato sanitario: Artefacto que facilita la utilización de agua potable, esta conectado a la red de plomería y descarga al sistema de desagüe.

Bajante: Tubería principal, vertical, de un sistema de desagüe de aguas lluvias o residuales, que se extiende a través de uno o mas pisos y recibe la descarga de los ramales.

Caja de inspección: Estructura para la conexión de desagües subterráneos o colectores, con posibilidad de inspección. Debe estar provista de cañuelas en mortero que garanticen el flujo, y de tapa removible.

Caja final de inspección: Estructura localizada fuera del paramento del predio, a partir de la cual se realiza la conexión domiciliaria (acometida) al sistema de alcantarillado municipal.

Colector: Tubería horizontal de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales y bajantes.

Corona de sifón: El punto mas elevado de agua en el interior de un sifón.

Efluente: Agua generalmente residual conducida por la red de desagüe.

Estanque de almacenamiento: Deposito para agua, construido de concreto, ladrillo, fibra de vidrio u otro material impermeable.

Pendiente: Declive o inclinación de una tubería, referida a un plano horizontal. Se expresa en porcentaje.

Pozo eyector: Tanque que recibe aguas lluvias o aguas residuales que no pueden ser evacuadas por gravedad y requieren vaciarse por medio mecánico.

Profundidad del sello de agua: Profundidad del agua que debería eliminarse de un sifón completamente cargado antes de que el aire pueda circular libremente a través del sifón.

Ramal de descarga: Tubería que recibe directamente los efluentes de aparatos sanitarios.

Ramal de desagüe: Tubería que recibe los efluentes del ramal de descarga.

Tapón de Registro (tapón de limpieza): Orificio con cubierta removible en tuberías y accesorios que proporciona acceso al interior de los mismos para efectos de inspección, prueba y limpieza.

Reflujo: Flujo en el sentido inverso al previsto para un conducto.

Sello hidráulico: Volumen de agua existente en un sifón.

Sifón: Dispositivo en forma de "U" que mantiene un sello de agua que impide la salida de los malos olores.

Sistema de desagüe: Conjunto de tuberías, equipos y accesorios, destinados a la evacuación de aguas servidas y aguas lluvias de una edificación.

Sistema de ventilación: Conjunto de tuberías y accesorios instalados para proveer una corriente de aire desde o hacia el sistema de desagüe, que proporciona circulación de aire dentro del sistema, con el fin de prevenir la perdida del sello en los sifones, por sifonaje o contrapresión.

Tubería de ventilación: Tubería cuya función es limitar las fluctuaciones de presión en el interior de los ramales de descarga.

Unidad de descarga: Es una unidad patrón de medida que corresponde a la descarga de un lavamanos y sirve para expresar las descargas de otros aparatos en función de la unidad adoptada. Se ha establecido la unidad de descarga en 28 litros por minuto, correspondiente al valor de la descarga de un lavamanos corriente.

Vacío: Cualquier presión inferior a la ejercida por la atmósfera.

1.2 GENERALIDADES

La permanencia de las personas dentro del edificio ha de producir necesariamente una acumulación de aguas servidas cargadas de materia orgánica en alto grado susceptibles de rápida descomposición. La función de las instalaciones de desagüe es hacer que esas aguas y materias desaparezcan tan pronto como sea posible, antes de que estos molestos e insalubres residuos en descomposición puedan herir los sentidos o afectar la salud.

2. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

2.1 DOCUMENTACIÓN

2.1.1 DISPONIBILIDAD DE SERVICIO

Como requisito preliminar para la elaboración de los diseños de alcantarillado, es necesario conocer el concepto técnico de la autoridad municipal, en el cual se define la disponibilidad de servicio de alcantarillado, y los criterios básicos a tener en cuenta para el desarrollo del proyecto, entre otros: el tipo de alcantarillado existente en la zona para la entrega final, los puntos donde se puede realizar dicha entrega (o punto de conexión), parámetros de cálculo para el diseño de alcantarillado externo, obras complementarias de alcantarillado como protección de taludes y control de cauces, etc.

Se ha de aclarar que cada autoridad municipal emitirá un concepto técnico de acuerdo a su normatividad interna, así como los requisitos para la elaboración y aprobación de dicha disponibilidad que deberá anexarse como documento en la presentación de proyectos.

2.1.2 PLANO URBANÍSTICO APROBADO O LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

Se debe contar con el plano urbanístico aprobado (para nuevas urbanizaciones) o con la licencia de construcción (para edificaciones en el área urbana) emitida por parte de la curaduría urbana o por la autoridad municipal competente.

2.2 PRESENTACIÓN

2.2.1 REQUISITO PREVIO

Los ingenieros diseñadores de alcantarillados deben ser ingenieros civiles o sanitarios matriculados e inscritos previamente a la autoridad municipal que revisa los diseños.

2.2.2 REQUISITOS EN EL PERIODO DE REVISIÓN

El diseño general de alcantarillado debe ser presentado a la autoridad municipal anexando la siguiente documentación:

- ✓ Disponibilidad de servicio (vigencia de 2 años)
- ✓ Plano urbanístico aprobado o licencia de construcción
- ✓ Planos de diseño:
 - Ubicación de las instalaciones sanitarias exteriores. Puntos de entrega.
 - Sistema de alcantarillado de aguas residuales y de aguas lluvias confeccionado en planta para cada nivel diferente.
- ✓ Memorias de diseño:
 - En la portada de las memorias debe estar consignado el logotipo y nombre de la constructora. Así como el nombre, firma y número de

matricula profesional del diseñador. Además debe ir en todas las páginas el nombre del proyecto a diseñar.

- Debe estar estipulado la localización, definición del proyecto urbanístico, área bruta del predio, tipo de alcantarillado y puntos de entrega de las redes proyectadas.
- Se debe incluir todos los criterios y parámetros de diseño de acuerdo a la normatividad vigente y competente.
- Debe estar consignado en las memorias, tablas de resumen que indiquen las unidades de gasto que aporten a cada ramal y a cada bajante de aguas negras. De igual manera, debe haber un cuadro resumen que muestre las áreas de aporte para cada bajante de aguas lluvias y sus respectivas áreas acumuladas.

2.2.3 REQUISITOS PARA LA APROBACIÓN DE PROYECTO

Una vez realizado el trámite de revisión y es aceptado el proyecto por parte de la autoridad municipal, el diseñador debe presentar la siguiente documentación para la aprobación definitiva del proyecto:

- ✓ Una copia de todo el proyecto: planos, memorias y licencias.
- ✓ Una copia digital de todo el proyecto, que incluya lo anteriormente mencionado.

2.3 NORMAS DE DIBUJOS PARA TODOS LOS PLANOS

Todos los planos deben dibujarse en cualquier programa CAD y guardarse en formato .dwg, deben tener un tamaño de 55x90 cm y cumplir con las convenciones establecidas.

2.3.1 CONVENCIONES

Para la realización del diseño en planta, perfil e isometría del alcantarillado de aguas negras y aguas lluvias se deben seguir las convenciones establecidas en el **ANEXO 1**.

2.3.2 NORMAS GENERALES

A continuación se suministran algunas normas de carácter general a la presentación de los dibujos:

- ✓ El rotulo de todos los planos se debe hacer igual al del **ANEXO 2**, con las mismas dimensiones y plumillas.
- ✓ Los planos de planta general de alcantarillado serán debidamente confeccionados a escala no menor de 1:100 y en ellos aparecerán todas las dependencias de la edificación, así como las áreas de los servicios sanitarios y en estas la localización exacta de cada uno de los aparatos sanitarios a instalar.
- ✓ Los planos de perfiles de detalles se realizaran de acuerdo a la magnitud del proyecto en escala 1:10.
- ✓ La idealización del sistema de alcantarillado sanitario debe contener todo el sistema de ventilación, siguiendo las convenciones establecidas,

de igual manera, debe indicarse las pendientes y la dirección del flujo con flechas sobre las líneas que representan las tuberías.

- ✓ Los detalles de cortes y secciones deben ser presentados en escalas 1:10, 1:25 y 1:50, según la magnitud del objeto a detallar.
- ✓ En todos lo planos debe indicarse la escala o escalas de cada uno de los dibujos.

2.4 LISTA DE CHEQUEO PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

LISTA DE CHEQUEO PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS		
ITEM	CUMPLE	
	SI	NO
DOCUMENTOS		
Disponibilidad de servicio		
Plano urbanístico aprobado o licencia de construcción		
PLANOS		
Tamaño del plano		
Cumple convenciones		
Firma del diseñador		
Puntos de entrega		
Planta de todos los niveles del alcantarillado sanitario		
Planta de todos los niveles del alcantarillado pluvial		
Dibujos escalados		
MEMORIAS		
Portada completa		
Nombre del proyecto		
Descripción del proyecto		
Parámetros de diseño		
Criterios de diseño		
Tabla resumen del diseño del alcantarillado sanitario		
Tabla resumen del diseño del alcantarillado pluvial		

3. ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 GENERALIDADES

Comprende el diseño y calculo de todas las instalaciones que tienen por objeto desalojar el agua que por uno u otro motivo el hombre ya no desea mantener dentro de su edificación, así por ejemplo el agua que ha sido suministrada, una vez éste la utiliza para sus distintos fines, limpieza del hogar, quehaceres domésticos, aseo personal, remoción de materia sólida o líquida producto de sus necesidades fisiológicas etc., ya cumplido su cometido el mismo hombre que deseo tenerla ya no lo desea y lo quiere es desalojarla a como de lugar. Es por este motivo que tienen que existir un conjunto de instalaciones que capturen el agua servida y la conduzcan hacia su destino final.

El desalojo de las aguas servidas de una edificación se realiza mediante un sistema de redes, las cuales deberán diseñarse en forma tal que sean lo mas económicas y funcionales posibles.

3.2 PARAMETROS DE DISEÑO

3.2.1 UNIDADES DE DESCARGA

El diámetro de los conductos, ramales de desagüe y bajantes se calcularan de acuerdo con el número total de unidades de descarga de las piezas sanitarias servidas.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 19,0$ mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Tabla 1 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios

Para equipos no especificados en esta tabla, las unidades de descarga que pueden ser evacuadas, se determinan en función del diámetro del orificio de descarga de la pieza (Ver **Tabla 2**).

Diámetro del orificio de la pieza o equipo mm (pulg)	Unidades De Descarga
32 (1 ¼")	1
38 (1 ½")	3
51 (2")	4
76 (3")	6
102 (4")	8

Tabla 2 Unidades de descarga para aparatos no especificados

Los diámetros mínimos para las tuberías de desagüe, tanto verticales (bajantes) como horizontales (ramales de desagüe), se deben determinar a partir del número total de unidades de aparato para desagüe de los aparatos conectados a dicha red. En el caso de tubos de desagües verticales, además del total de unidades de descarga, se debe considerar la longitud (Ver **Tabla 3**).

DIAMETRO DE LOS BAJANTES MM (PULG)	NUMERO MAXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA			LONGITUD MAXIMA (MTS)
	TRES PISOS	MAS DE TRES PISOS		
		TODO EL BAJANTE	LIMITE POR PISO	
38 (1 ½")	2	8	2	65
51 (2")	16	24	6	85
64 (2 ½")	32	42	9	148
76 (3")	48	60	16	212
102 (4")	256	500	90	300
152 (6")	1380	1900	350	510
203 (8")	3600	3600	600	750
254 (10")	5600	5600	1000	-
305 (12")	8400	8400	1500	-

Tabla 3 Carga y longitud máxima de bajantes

Para las tuberías horizontales, la pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0.60 m/seg y 5 m/seg.

DIAMETRO DE LA TUBERIA		Cualquier ramal horizontal	PENDIENTE DEL RAMAL		
mm	Pulgadas		1 %	2 %	4 %
			U.D.D	U.D.D	U.D.D
38	1 ½"	3	-	-	-
51	2"	6	-	21	26
64	2 ½"	12	-	24	31
76	3"	20	20	27	36
102	4"	160	180	216	250
152	6"	620	700	480	1000
203	8"	140	1600	1920	2300
254	10"	2500	2900	3500	4200
305	12"	3900	4600	5600	6700

Tabla 4 Numero máximo de unidades de descarga según la National Plumbing Code Handbook

3.3 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño de la red de desagüe de las aguas negras domesticas tiene por objeto garantizar en forma adecuada y económica la recolección y conducción final de las aguas negras domesticas en toda edificación.

Para lograr este objetivo, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- A.** Que las aguas negras domesticas salgan lo más rápido posible de la edificación.
- B.** Que la dirección del flujo en una misma derivación siga la distancia más corta y un mismo sentido. No se admiten tubos trabajando a "contra flujo":

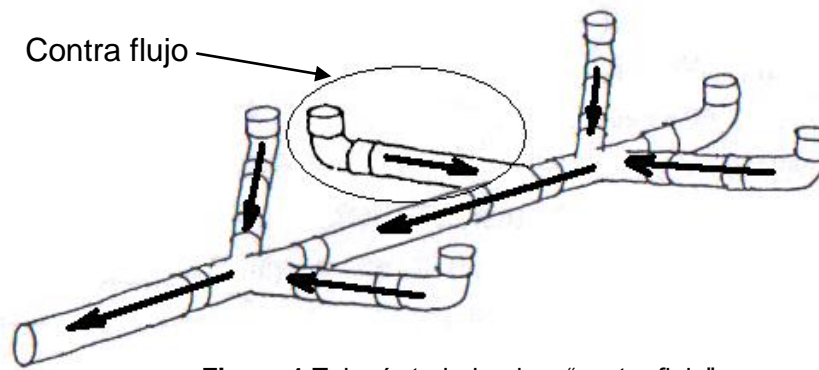


Figura 1 Tubería trabajando a "contra flujo"

- C.** Que impida a través de sifones, la salida al interior del edificio de malos olores existentes en las tuberías que componen la red de desagüe.



Figura 2 Ejemplo de sifón.

- D.** Que las tuberías de la red de desagüe deban ubicarse de tal forma que no interfieran con los elementos estructurales de la edificación, así como también cuidar que no estén expuestos a la vista para no romper la armonía de los ambientes.
- E.** Que todos los aparatos sanitarios descarguen en forma independiente a través de su propio ramal de descarga a la tubería principal de la derivación (ramal de desagüe); es decir, que en ningún caso el ramal de descarga recibe directamente la descarga de otro aparato.
- F.** La pendiente mínima a considerar será del 2 %. En tuberías que conducen aguas domesticas exentas de materias sólidas fecales, podrán aceptarse pendientes hasta de un mínimo de 1 %.
- G.** Cuando por razones de longitud del colector y/o topografía del terreno o por cualquier otra causa justificada no puedan cumplirse las pendientes señaladas en el ítem (F) el proyectista esta en libertad de usar pendientes menores justificándolas mediante los cálculos hidráulicos correspondientes.
- H.** Los diámetros mínimos a usarse en la red de desagüe de aguas negras domesticas son los siguientes:
- El ramal de desagüe será de 4" cuando reciba la descarga de un inodoro o un grupo de hasta 4 aparatos sanitarios que incluyan un inodoro.

- La tubería de descarga directa (ramal de descarga) hasta la tubería principal de derivación (ramal de desagüe) será de 2" para los fregaderos, lavaderos, lavadoras, duchas, tinas, sifones de piso y lavamanos.
 - Las columnas o bajantes de descarga serán de 4" cuando reciban la descarga de un inodoro o un grupo de hasta 4 aparatos sanitarios que incluyan un inodoro.
- I. En las tuberías colectoras (ramales de desagüe del nivel mas bajo) se dispondrá de cajas de inspección en los siguientes casos:
- En todo cambio de dirección.
 - Cada 50 mts.
- J. Todos los empalmes o uniones de las tuberías se harán siguiendo el ángulo de 45° o menor, y en todos los casos en diámetro de la tubería de descarga será igual o menor que el de la tubería que recibe la descarga.

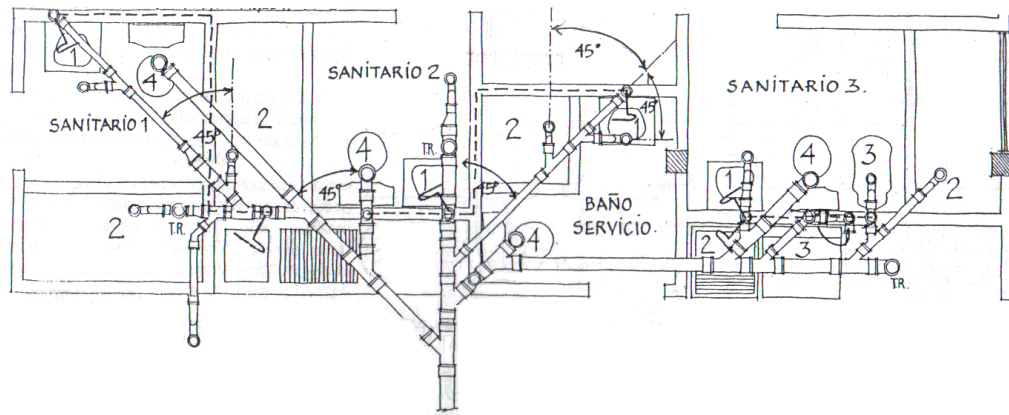


Figura 3 Ejemplo de ángulos de empalmes de tuberías

- K. Cuando se requiera dar un cambio de dirección, el diámetro de la tubería en todos los casos permanecerá constante.
- L. La localización de las tuberías deberá cumplir con el requisito de accesibilidad, a fin de evitar tener que hacer roturas innecesarias al efectuar reparaciones.
- M. Las alineaciones de todas las tuberías, tanto en dirección horizontal como vertical, serán rectas, evitando cambios innecesarios de dirección.
- N. Las tuberías colectoras en planta baja deberán estar ubicadas a distancias no menores a 1m de los muros externos de la edificación, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas.

3.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

El dibujo correcto del sistema de drenaje y de ventilación para las instalaciones sanitarias de una edificación es de primordial importancia, por lo tanto, se hace indispensable que el diseñador comprenda correctamente el funcionamiento de todos los elementos que constituyen la instalación de la red sanitaria moderna.

El dibujo, bien se a en planta, en alzado, o en perspectiva isométrica ayuda a la comprensión del funcionamiento y es base de consulta en la obra para la construcción correcta del sistema de instalaciones sanitarias.

El procedimiento para realizar un diseño óptimo es el siguiente:

Lo primero, corresponde a ubicar los sitios donde se pondrán los bajantes. La mayoría de los arquitectos proveen ductos para tal fin. En caso de no haber un ducto destinado para la ubicación de los bajantes, el sitio más apropiado es junto a las columnas, estas columnas deben ser las más cercanas a las baterías de baños y cocinas.

Para edificaciones hechas tipo “cajón”, se debe buscar ubicar los bajantes hacia la parte externa del edificio o junto a las escaleras.

En segunda instancia, se ubican los aparatos sanitarios y se conforma la “araña” de manera tal que el agua residual recorra el camino mas corto para llegar al bajante de aguas negras mas cercano.

Seguidamente, se dibujan los colectores o ramales de desagüe del nivel más bajo donde se capta la descarga de todos los pisos superiores. Esto, teniendo en cuenta los criterios de diseño antes mencionados en el numeral **3.3**.

Ahora se procede a ubicar las cajas de inspección, teniendo en cuenta la funcionalidad de la edificación (si es residencial, escuelas, hospitales, etc.) y los citados criterios de diseño.

Ya establecido el sistema de alcantarillado sanitario, se realiza el diseño de todo el sistema de ventilación, para ello se tendrá en cuenta lo referente al numeral **3.5**.

Por ultimo, se efectúa el dimensionamiento de las tuberías teniendo en cuenta la normatividad establecida respecto a los diámetros mínimos de los ramales de descarga para cada aparato. Así mismo se dimensionan los ramales de desagüe y bajantes teniendo en cuenta el acumulado de unidad de descarga que tienen que drenar cada uno de ellos.

3.5 VENTILACIÓN

3.5.1 GENERALIDADES

En los conductos y ramales de desagüe se producen gases de descomposición. Es necesario establecer una barrera contra el paso de los gases a través de las piezas sanitarias al medio ambiente, para ello se emplean los sifones que retienen en cada descarga cierta porción de agua.

Los tubos de ventilación tienen por objeto dar entrada al aire exterior en el sistema de evacuación y facilitar la salida de los gases por encima del techo, evitar al descargar una o varias piezas sanitarias simultáneamente que el agua retenida en los sifones sea arrastrada o expulsada al exterior permitiendo el

escape de gases a los ambientes de la edificación. En todas las redes de desagüe son imprescindibles las redes de ventilación.

3.5.2 TIPOS DE VENTILACIÓN

Ventilación individual

Este método se basa en los conceptos tradicionales de la ventilación y tiene como principio proteger el sello hidráulico de cada una de las piezas sanitarias. Este método es el más conservador y también el más costoso. En principio consiste en ventilar aguas abajo de las respectivas descargas de las piezas, cada una de ellas en forma particular. Para ellos se deja un tee sanitaria en la intersección del ramal de descarga y la pared, y a partir de esas tees salen los respectivos tubos de ventilación.

Edificaciones de uso residencial

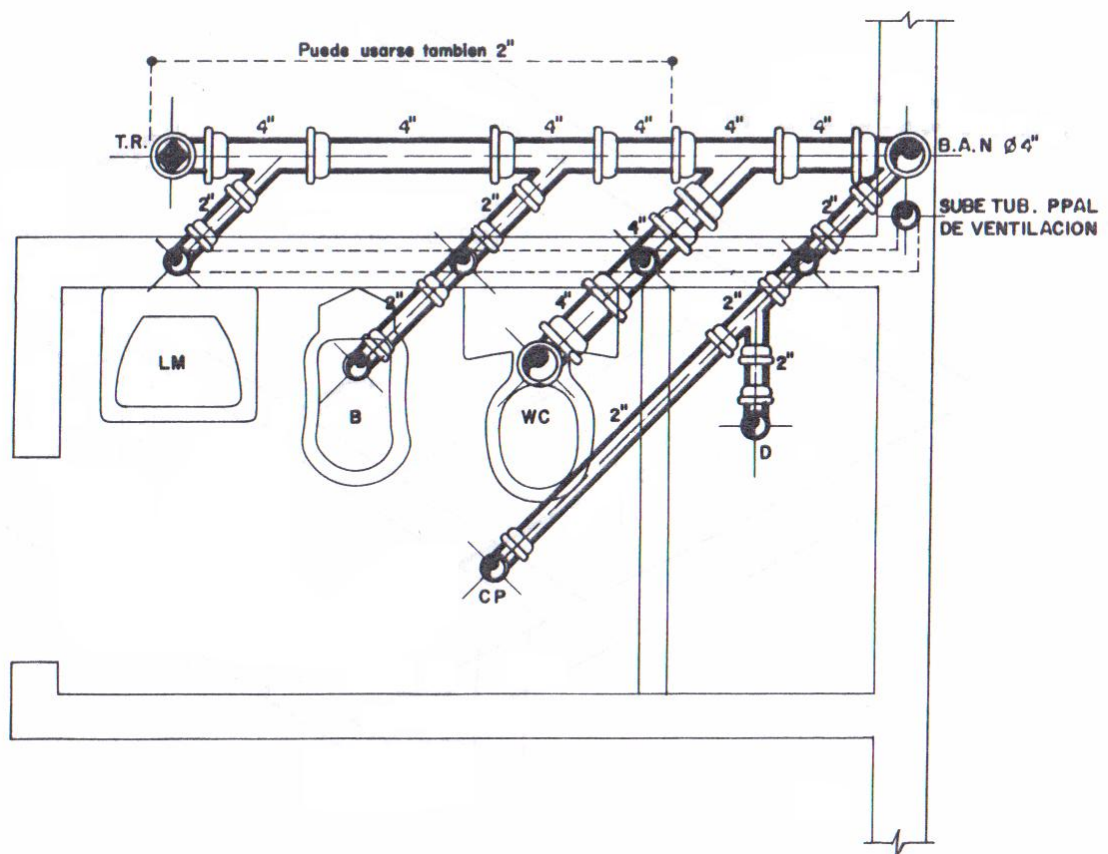


Figura 4 Ventilación Individual para edificaciones de uso residencial - Planta

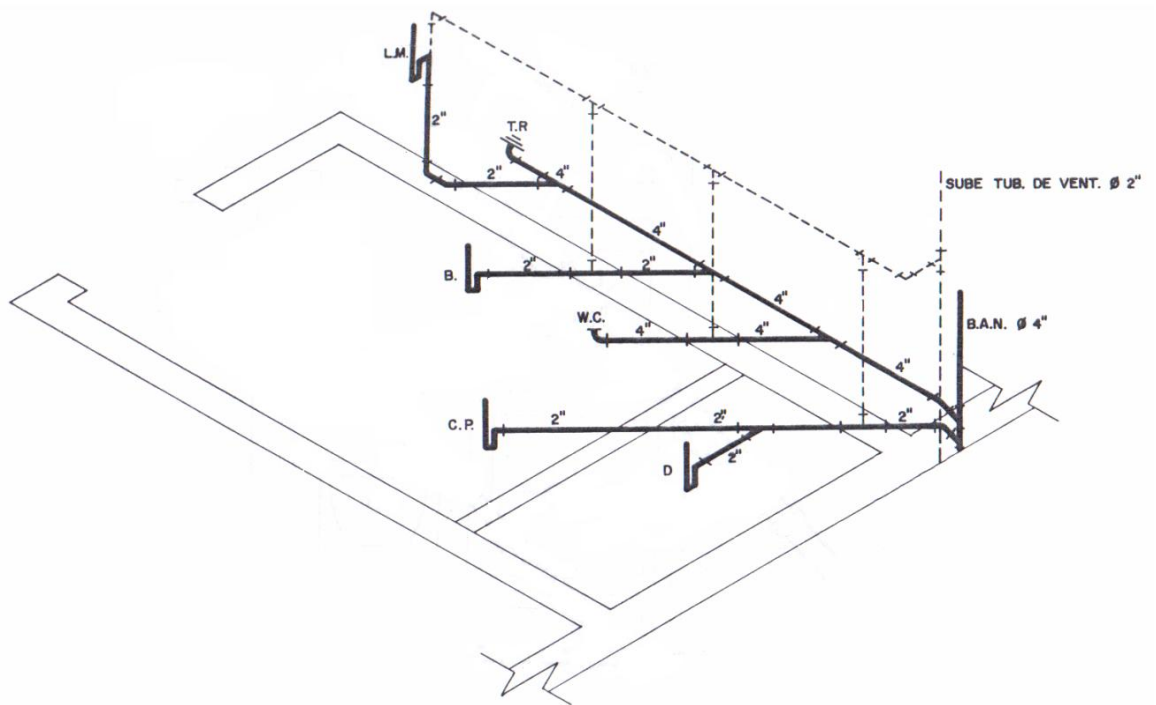


Figura 5 Ventilación Individual para edificaciones de uso residencial - Isometría

Edificaciones de uso público

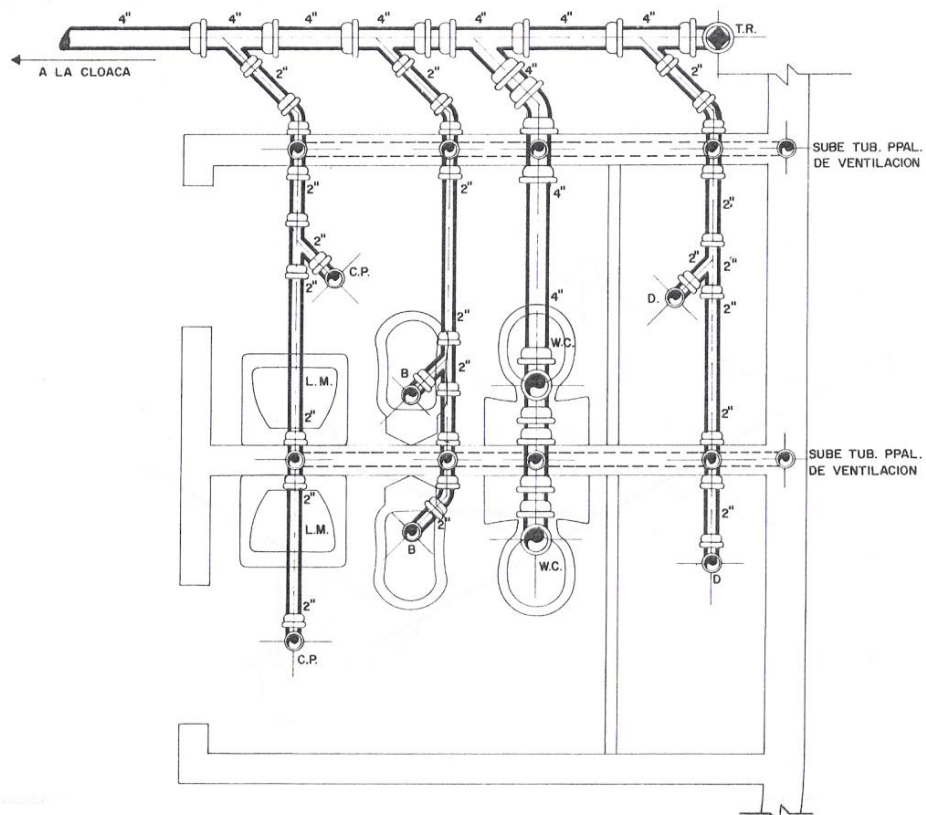


Figura 6 Ventilación Individual para edificaciones de uso publico - Planta

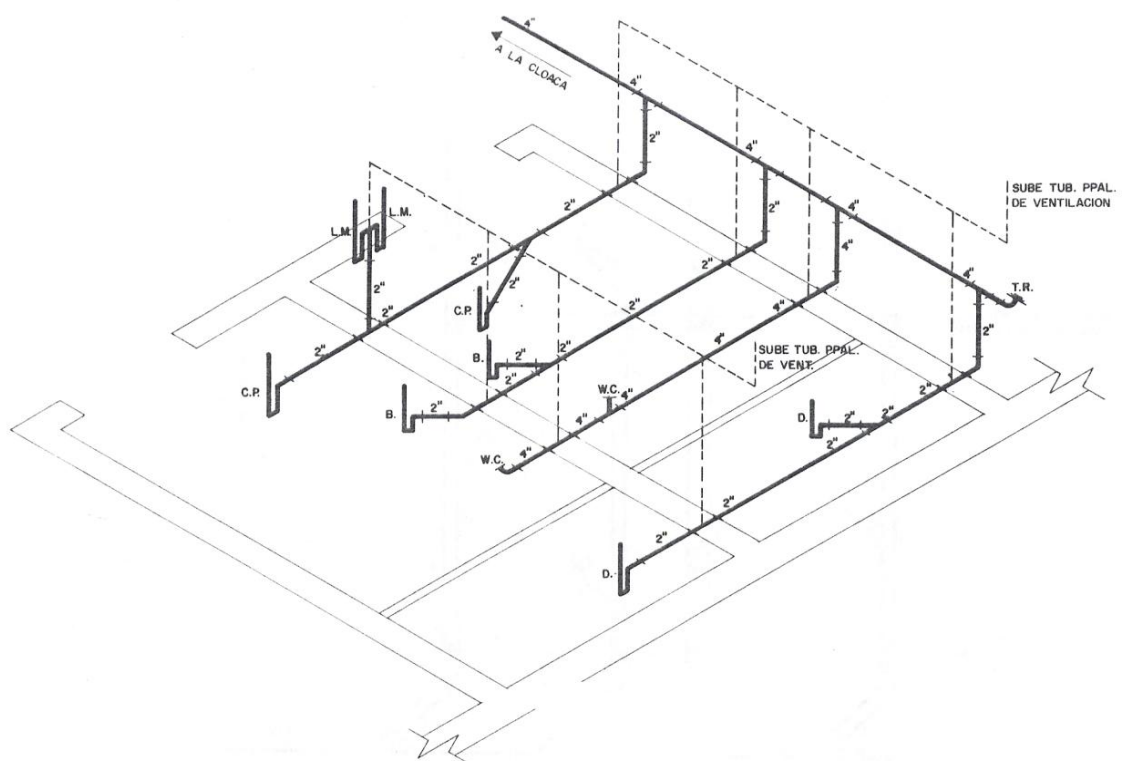


Figura 7 Ventilación Individual para edificaciones de uso publico - Isometría

Ventilación húmeda

Consiste este método en aprovechar la tubería de desagüe de una pieza alta, suficientemente ventilada que actúa como tubería de ventilación y puede recibir descargas de otras piezas sanitarias que no sean excusados. Este método tiene actualmente muchos adeptos, motivado a que es sumamente económico puesto que reduce considerablemente el uso de tuberías y conexiones, comparado con el método tradicional. Este método presenta por la naturaleza del mismo una serie de restricciones las cuales se numeran a continuación.

Se permitirá utilizar el conducto de desagüe de una o varias piezas altas (conectadas al mismo desagüe vertical, y estando adecuadamente ventiladas tales como lavamanos, bateas, fregadero o piezas similares de flujo blanco, cuya suma de unidades sobre el conducto vertical no sea mayor de 4) como tubería de ventilación húmeda para ventilar otras piezas que se conectan al recorrido horizontal de ella, previo cumplir los siguientes requisitos:

- A.** El diámetro de la tubería húmeda será de 2" como mínimo.
- B.** El número total de unidades de descarga del grupo que se va a ventilar no sea mayor de 14.
- C.** No haya más de un excusado ni más de 4 aparatos sanitarios.
- D.** La longitud de los conductos de desagüe de cada pieza, hasta su conexión con la tubería de ventilación húmeda, no exceda las siguientes distancias:

Diámetro del conducto de desagüe de la pieza	Distancia máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación
1 1/2" (38 mm)	1.10 m
2" (51mm)	1.50 m
3" (76mm)	1.80 m
4" (102mm)	3.00 m

Tabla 5 Distancias máximas entre sellos y tubos de ventilación

- E. La tubería de ventilación húmeda se conectara al conducto de desagüe del excusado. En el ultimo piso se permitirá que descargue al bajante al mismo nivel que el excusado, o a una tee sanitaria con entrada lateral de 2".
- F. El bajante de aguas negras se prolongara hasta por encima del techo, cumpliendo los requisitos pautados por las normas sanitarias y con un diámetro no menor de 3".
- G. La tubería principal de ventilación se dimensionara de acuerdo a la siguiente tabla:

Numero de unidades de descarga en el grupo	Diámetro de la tubería principal de ventilación
0 a 12	2" (51 mm)
13 a 30	2 1/2" (64mm)
31 a 54	3" (76mm)
55 a 96	4" (102mm)

Tabla 6 Dimensionamiento de la tubería principal de ventilación húmeda

Edificaciones de uso residencial

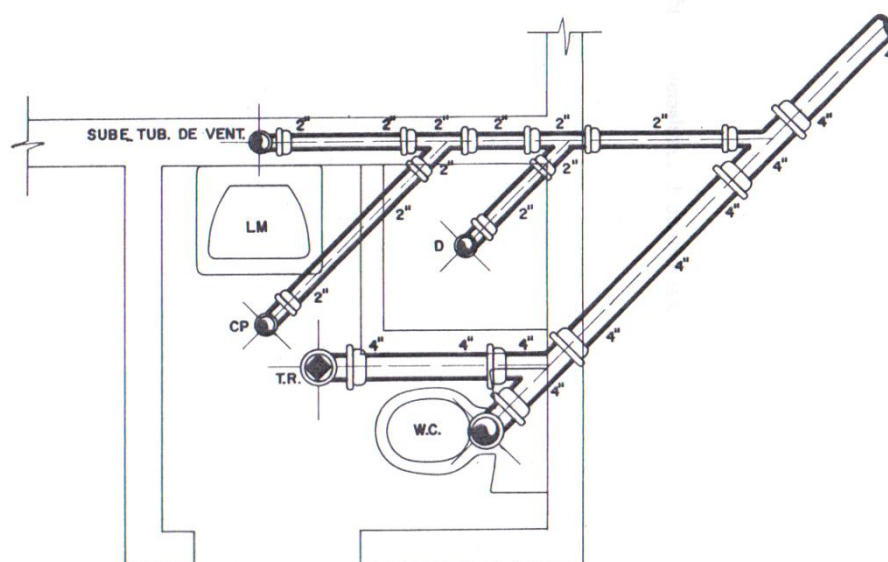


Figura 8 Ventilación Húmeda para edificaciones de uso residencial - Planta

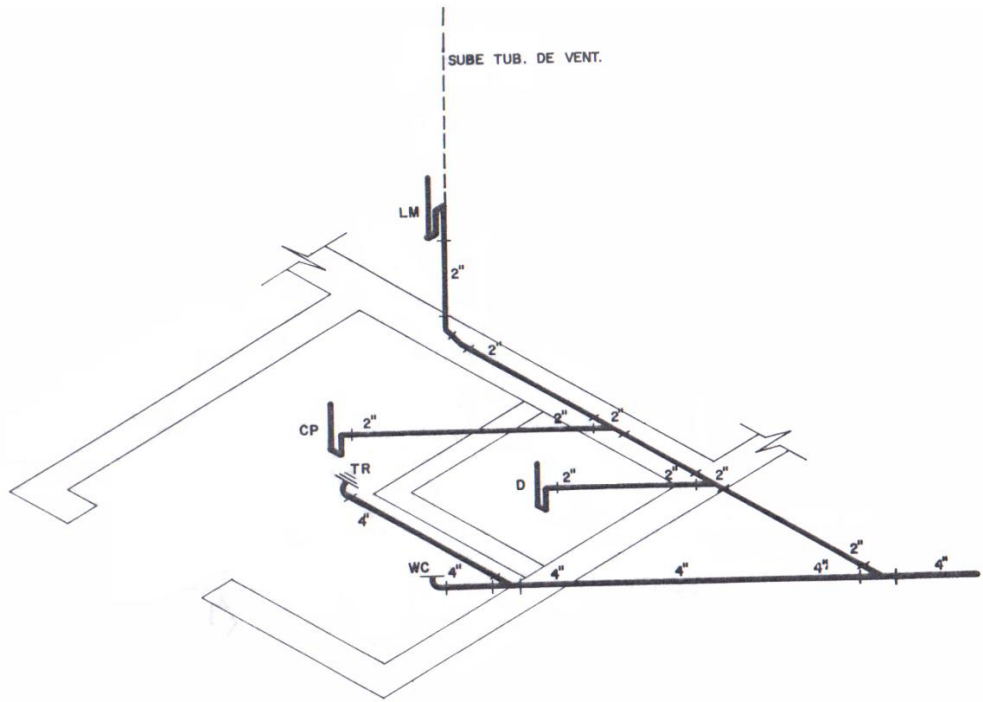


Figura 9 Ventilación Húmeda para edificaciones de uso residencial - Isometría

Edificaciones de uso público

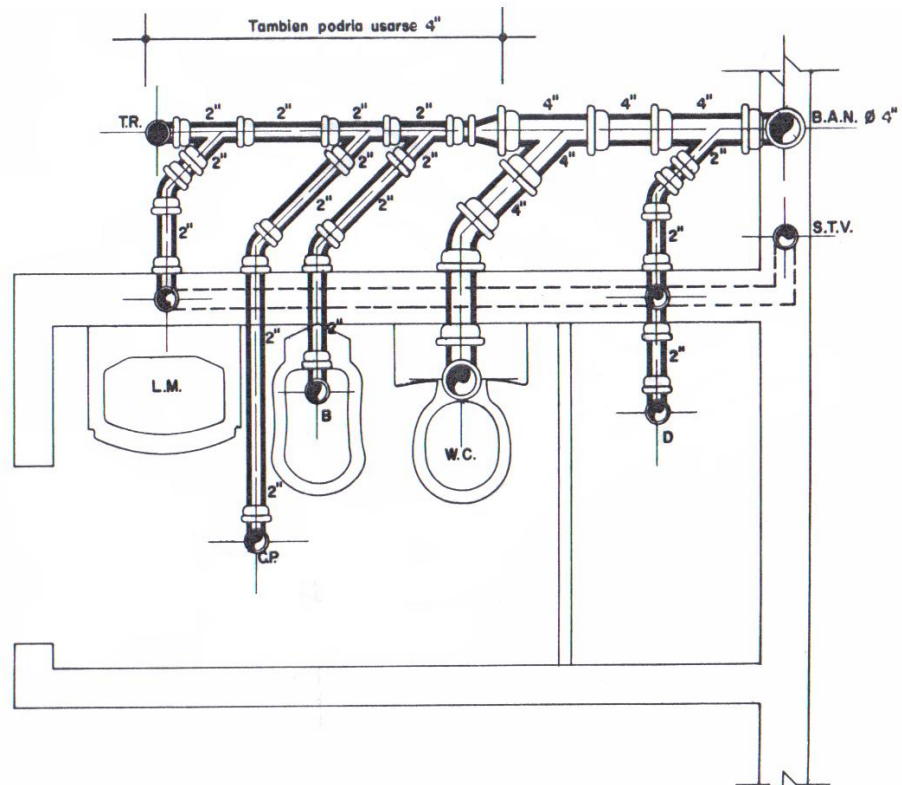


Figura 10 Ventilación Húmeda para edificaciones de uso publico - Planta

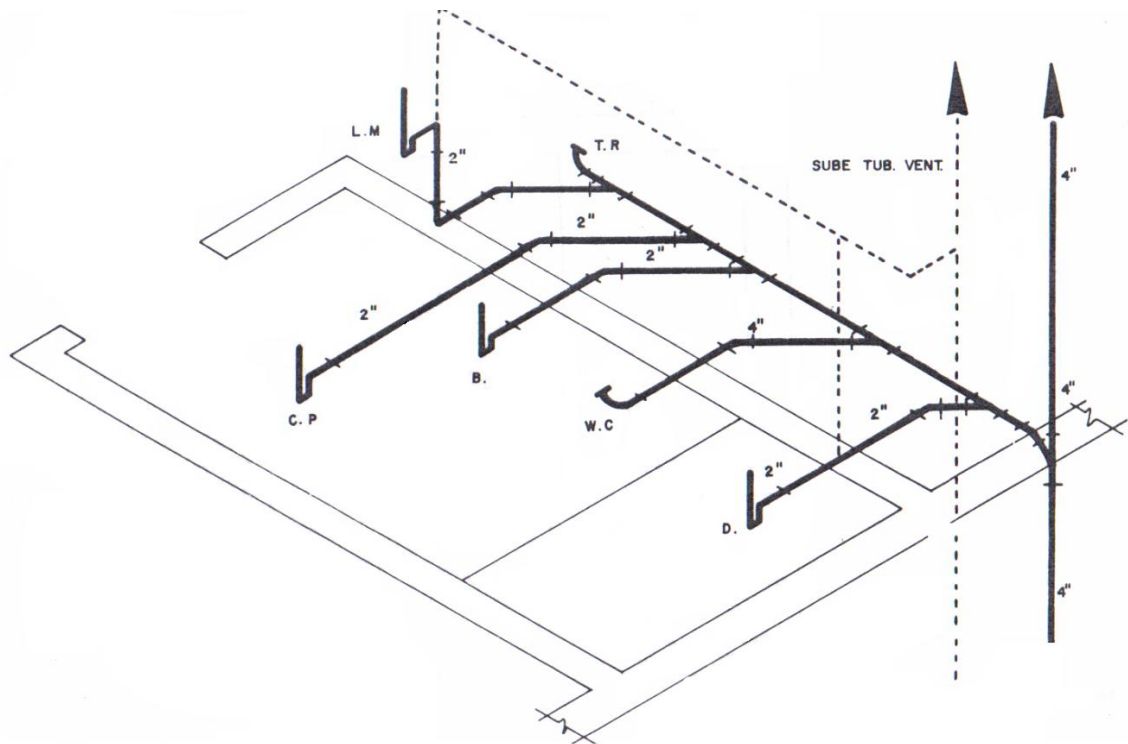


Figura 11 Ventilación Húmeda para edificaciones de uso publico - Isometría

Ventilación en conjunto

La ventilación en conjunto es una simplificación del sistema tradicional de ventilación destinado a disminuir las tuberías de ventilación en piezas sanitarias alineadas en uno o dos ramales horizontales de descarga.

Se podrá emplear ventilación en conjunto cuando se dispone de un número de piezas sanitarias no mayor a 8 colocadas en batería, alineadas y en forma continua.

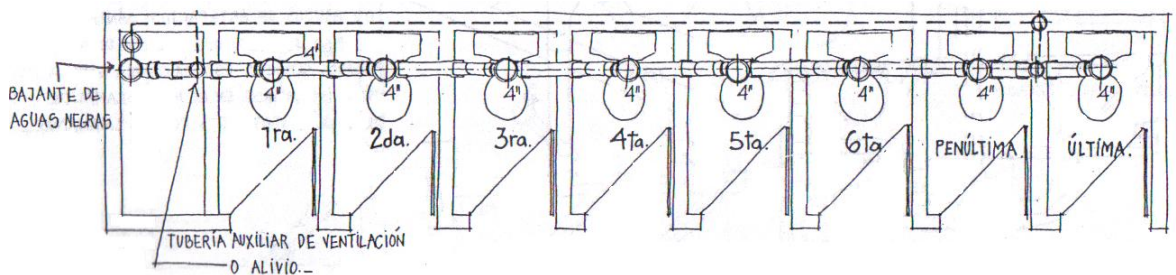


Figura 12 Ventilación en Conjunto para aparatos alineados - Planta

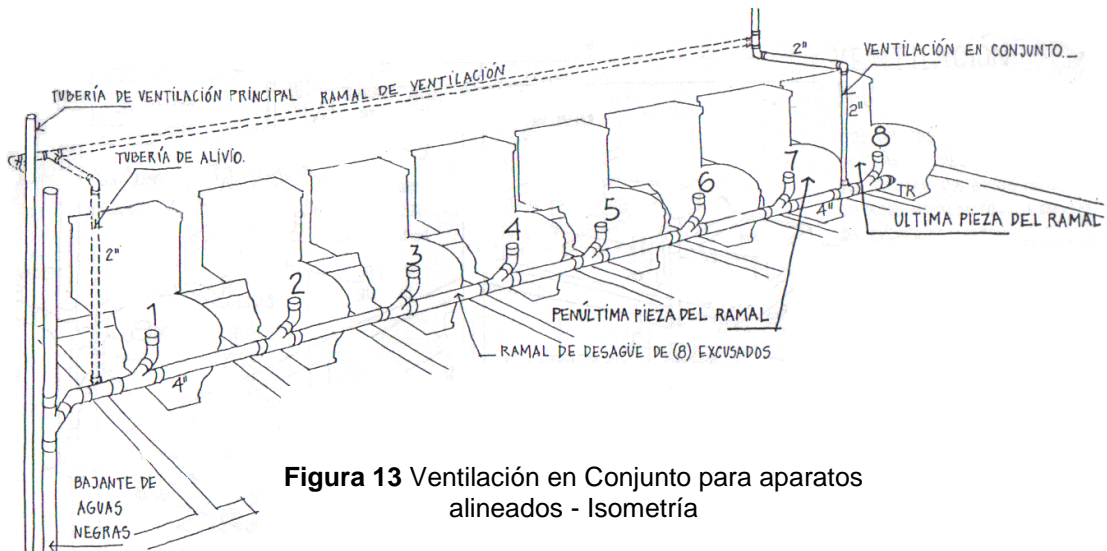


Figura 13 Ventilación en Conjunto para aparatos alineados - Isometría

Cuando dos ramales paralelos sirvan un total de 8 excusados, cada uno de dichos ramales estará provisto de un punto de ventilación de conjunto entre los dos excusados más distantes.

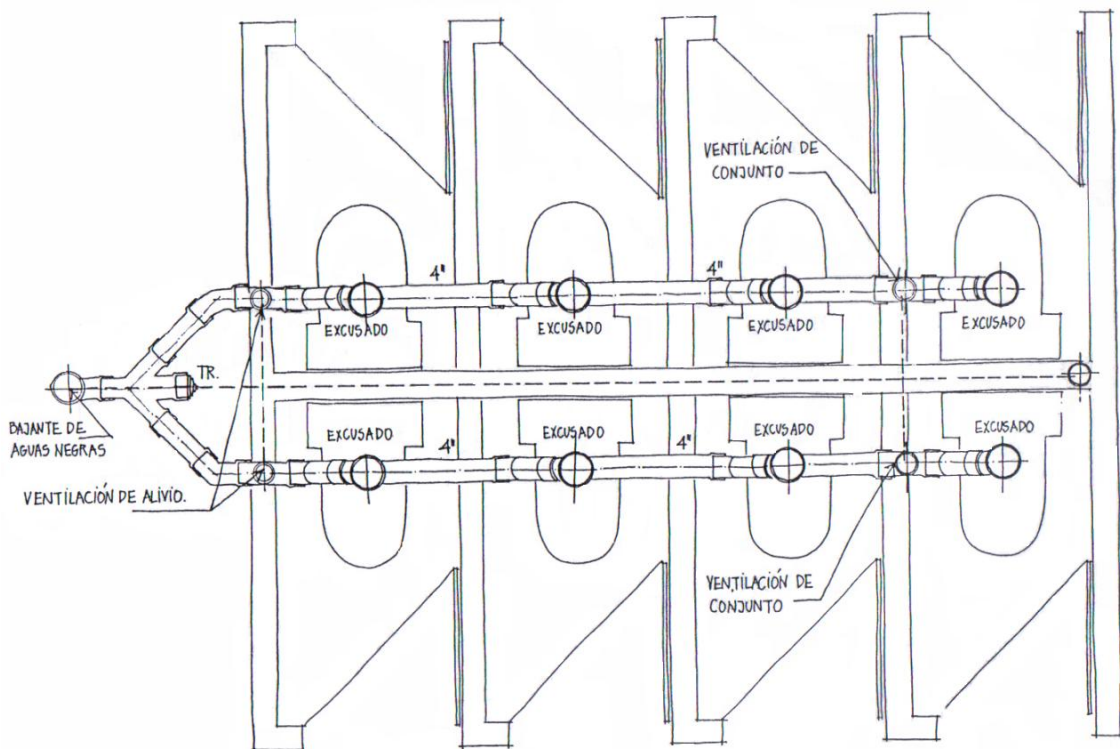


Figura 14 Ventilación en Conjunto para ramales paralelos - Planta

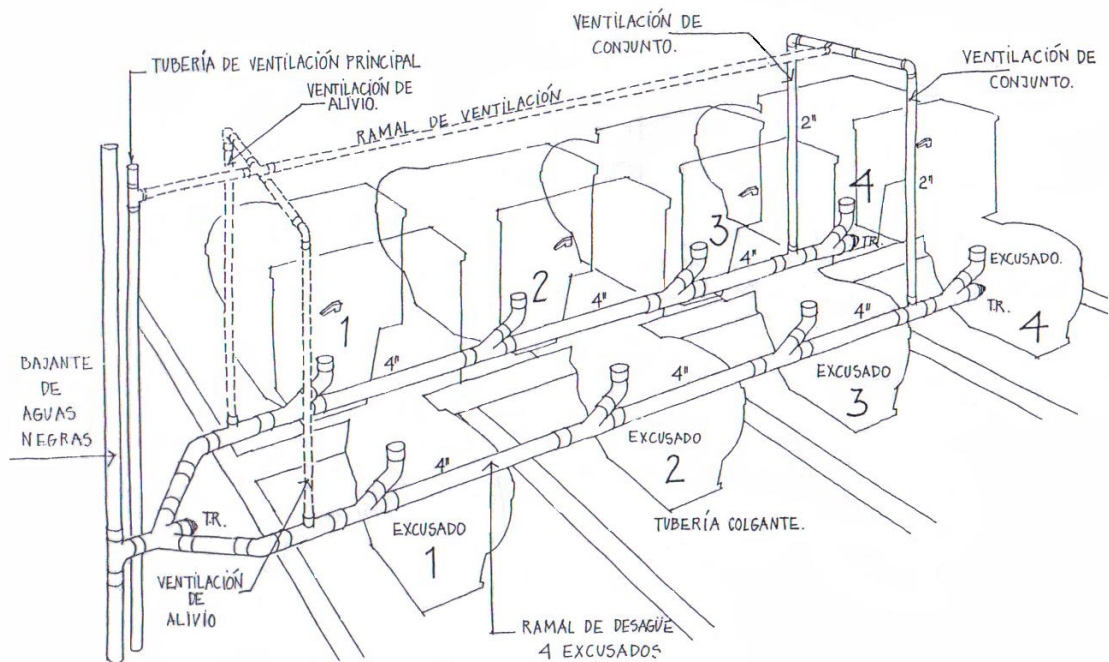


Figura 15 Ventilación en Conjunto para ramales paralelos - Isometría

Cuando en un ramal de desagüe con piezas sanitarias con ventilación en conjunto descarguen lavamanos, urinarios de pared, lavarropas o piezas similares, cada ramal vertical de tales artefactos estará ventilado individualmente o con una ventilación común.

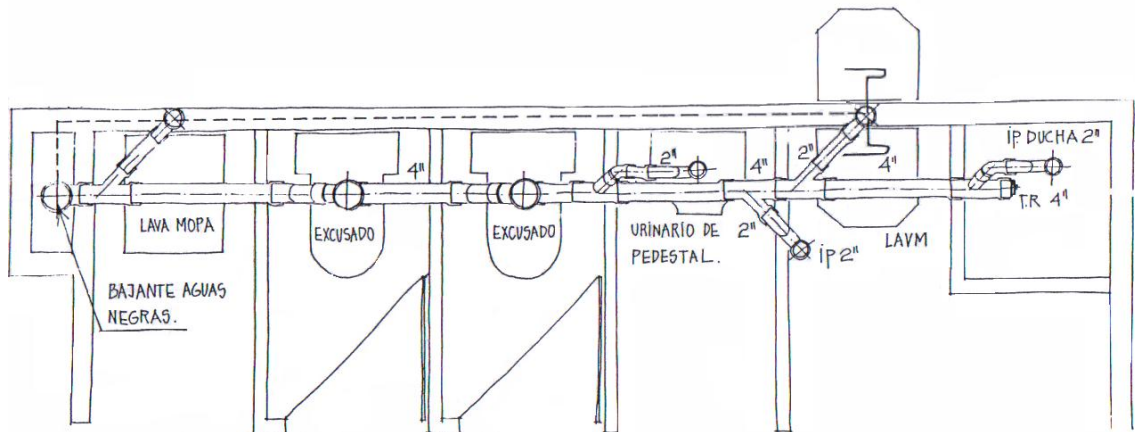


Figura 16 Ventilación en Conjunto con ventilación común - Planta

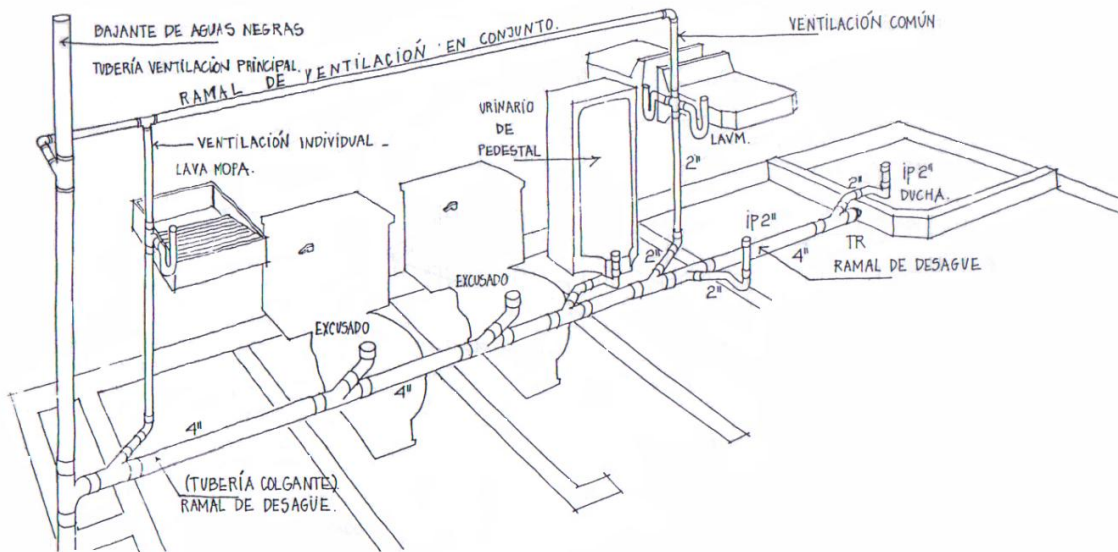


Figura 17 Ventilación en Conjunto con ventilación común - Isometría

3.5.3 DISEÑO

El diámetro del tubo de ventilación principal o columna de ventilación, se determinara por su longitud total, el diámetro de la bajante de aguas residuales correspondiente y por el total de unidades de descarga ventiladas, de acuerdo a la siguiente tabla:

		Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal							
Diámetro de la bajante	Unidades de descarga ventiladas	38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgadas)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)	152 mm (6 pulgadas)	203 mm (8 pulgadas)
38 mm	8 (1 ½ pulgadas)								
38 mm	42 (1 ½ pulgadas)	45,0		90,0					
51 mm	12 (2 pulgadas)	9,0	30,0						
51 mm	20 (2 pulgadas)	23,0	60,0						
64 mm	10 (2 ½ pulgadas)	15,0	45,0						
76 mm	10 (3 pulgadas)	30,0	30,0	60,0	180,0				
76 mm	30 (3 pulgadas)	9,0	18,0	60,0	150,0				
76 mm	60 (3 pulgadas)		15,0	24,0	120,0				
102 mm	100 (4 pulgadas)		11,0	30,0	78,0	300,0			
102 mm	200 (4 pulgadas)		9,0	27,0	75,0	270,0			
102 mm	500 (4 pulgadas)		6,0	21,0	54,0	210,0			
127 mm	200 (5 pulgadas)			11,0	24,0	105,0	300,0		
127 mm	500 (5 pulgadas)			9,0	21,0	90,0	270,0		
127 mm	1 100 (5 pulgadas)			6,0	15,0	60,0	210,0		
152 mm	350 (6 pulgadas)			8,0	15,0	60,0	120,0	390,0	
152 mm	620 (6 pulgadas)			5,0	9,0	38,0	90,0	330,0	
152 mm	960 (6 pulgadas)				7,0	30,0	75,0	300,0	
152 mm	1 900 (8 pulgadas)				6,0	21,0	60,0	210,0	
203 mm	600 (8 pulgadas)					15,0	54,0	150,0	390,0
203 mm	1 400 (8 pulgadas)					12,0	30,0	120,0	360,0
203 mm	2 200 (10 pulgadas)					9,0	24,0	105,0	330,0
203 mm	3 600 (10 pulgadas)					8,0	18,0	75,0	240,0
254 mm	1 000 (10 pulgadas)						23,0	38,0	300,0
254 mm	2 500 (10 pulgadas)						15,0	30,0	150,0
254 mm	3 800 (10 pulgadas)						15,0	24,0	105,0
254 mm	5 600						8,0	18,0	75,0

Longitud máxima del tubo en metros

Tabla 7 Dimensiones de los tubos de ventilación principales

Para determinar los diámetros y la longitud máxima de los circuitos de ventilación, se usara la siguiente tabla:

Diámetro del ramal horizontal de desagüe	Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación					
		38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgada)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)
		Máxima longitud del tubo de ventilación (m)					
38 mm (1 ½ pulgadas)	10	6,0					
51 mm (2 pulgadas)	12	4,5	12,0				
51 mm (2 pulgadas)	20	3,0	9,0				
76 mm (3 pulgadas)	10		6,0	12,0			
76 mm (3 pulgadas)	30		-	12,0	30,0		
76 mm (3 pulgadas)	60		-	4,8	24,0		
102 mm (4 pulgadas)	100		2,1	6,0	15,6	60,0	
102 mm (4 pulgadas)	200		1,8	5,4	15,0	54,0	
102 mm (4 pulgadas)	500			4,2	10,8	42,0	
127 mm (5 pulgadas)	200				4,8	21,0	60,0
127 mm (5 pulgadas)	1 100				3,0	12,0	42,0

Tabla 8 Diámetros y longitud máxima de circuitos de ventilación

El diámetro de un tubo de ventilación individual no debe ser menor de 38mm (1 ½”) ni menor que la mitad del diámetro del desagüe al cual esta conectado:

Tipo de aparato	Diámetro mínimo para ventilación individual en mm (pulgada)
Lavamanos, lavaplatos, lavadero de ropas, sanitario, bañera, bidé de piso	38 (1 ½)
Sanitario	51 (2)
NOTA Para aparatos no especificados el diámetro mínimo de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del colector de desagüe al cual ventila. En ningún caso será menor de 38 mm (1 ½ de pulgada).	

Tabla 9 Diámetros mínimos para ventilación individual

3.6 BOMBEO DE AGUAS NEGRAS

La red de desagüe de los aparatos sanitario localizados por debajo del nivel mínimo de descarga por gravedad, debe conducirse también por gravedad, a un sistema eyector. El sistema eyector esta compuesto por un tanque de almacenamiento de aguas negras, un equipo de bombeo provisto de los controles mínimos para operación automática y una red de descarga conectada a la caja de inspección domiciliaria.

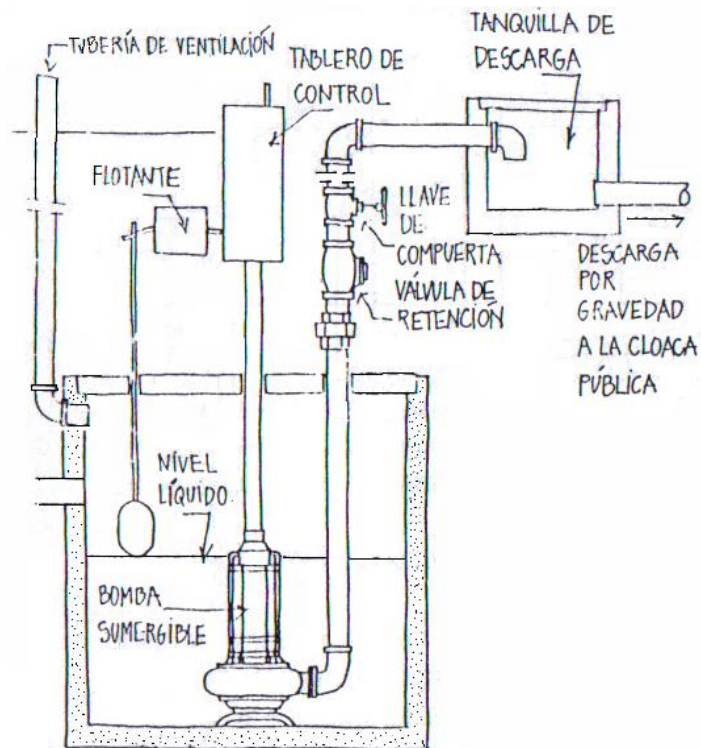


Figura 18 Ejemplo de un sistema eyector de aguas negras

Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento debe tener una capacidad mínima igual a la descarga de la red durante un periodo mayor a 5 minutos y no será mayor que el volumen equivalente a 30 minutos de caudal probable calculado en función del número de unidades de descarga asignado a las piezas sanitarias que desaguan al tanque de almacenamiento.

Equipo de bombeo

El equipo de bombeo debe contar, mínimo, con 2 bombas eyectoras de aguas negras. Debe tener una capacidad mínima de descarga para evacuar el tanque de almacenamiento en periodos máximos de 5 minutos.

La capacidad de las bombas deberá ser por lo menos el 125% del caudal máximo que recibe el tanque de almacenamiento.

METODO DE HUNTER	
U.D.D	Q
3	0.20
4	0.26
5	0.38
6	0.42
7	0.46
8	0.49
9	0.53
10	0.57
12	0.63
14	0.70
16	0.76
18	0.83
20	0.89
22	0.96
24	1.04
26	1.11
28	1.19
30	1.26
32	1.31
34	1.36
36	1.42
38	1.46
40	1.52
42	1.58
44	1.63
46	1.69
48	1.74
50	1.80
55	1.94
60	2.08

Tabla 10 Caudal probable en función de las Unidades De Descarga

La potencia de bomba se calculara mediante la expresión:

$$H.P = \frac{Q_B * H}{75 * \epsilon}$$

donde

Q_B = Caudal máximo afluyente al tanque de almacenamiento.

H = Carga de la bomba. Es la altura estática mas las pérdidas en la tubería por succión e impulsión mas la presión mínima a la salida.

ε = Eficiencia de la bomba.

Red de descarga

La tubería de descarga del equipo de bombeo, conectada a la caja de inspección domiciliaria, debe ser mínimo 50 mm (2") de diámetro, y debe contar con una válvula de cheque para cada bomba y una unión de tipo universal o de brida para operaciones de mantenimiento, ambas del mismo diámetro de la tubería.

4. ALCANTARILLADO PLUVIAL

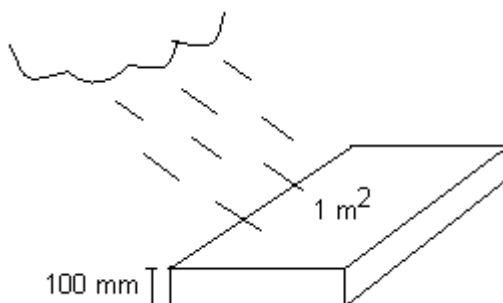
4.1 GENERALIDADES

Conceptos

La cantidad de agua de lluvia depende de la duración de la precipitación pluvial y del área de drenaje.

Los datos de diseño para estimar el caudal Q son la intensidad de lluvia expresada en mm/hora y el área servida en metros cuadrados.

Ejemplo: Si tenemos una precipitación de 100mm/h, equivale a llenar en una hora una caja de 1 m² de área por 100mm de altura.



En volumen: $1\text{m}^2 * 100\text{mm} * \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} = 0.1\text{m}^3 = 100 \text{ Litros}$

Y 100 litros en 1 hora por m² de área servida, el caudal sería:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \frac{100 \text{ Litros}}{3600 \text{ seg}} = 0.028 \text{ LPS/m}^2$$

4.2 PARAMETROS DE DISEÑO

Todas las áreas de cubierta de un edificio deben ser evacuadas por la red de desagües de aguas lluvias. Para el cálculo de caudales de sistemas de aguas lluvias se considerará una intensidad de precipitación obtenida a partir de las curvas intensidad-frecuencia propias de la zona, para un periodo de retorno mínimo de 15 años y una duración de 30 minutos suministradas por la entidad competente.

Diámetro nominal mm	Caudal, máximo L/s	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m ² para diferentes intensidades de lluvia					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4,2	600	300	200	150	120	100
100	9,1	1 286	643	429	321	257	214
125	16,5	2 334	1 117	778	583	467	389
150	26,8	3 790	1 895	1 263	948	758	632
200	57,6	8 175	4 088	2 725	2 044	1 635	1 363

NOTAS:

- 1) Las dimensiones de bajantes y colectores están basadas en los caudales correspondientes a una relación de llenado de 7/24.
- 2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.
- 3) La tubería vertical puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La sección cuadrada debe contener la sección circular equivalente. La sección rectangular debe tener por lo menos la misma área transversal que la sección circular equivalente, excepto que la relación de sus dimensiones laterales no exceda 3 a 1.

Tabla 11 Áreas drenadas para diferentes intensidades de lluvia - Bajantes

Para la determinación de las dimensiones de la tubería horizontal de agua lluvia, se tendrá en cuenta: la pendiente del ramal, la intensidad de lluvia y el área máxima de cubierta proyectada horizontalmente, según la siguiente tabla:

Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 1,0 %	Máximas áreas permitidas (m ²) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
100	4,9	700	350	233	175	140	116
125	8,8	1 241	621	414	310	248	207
150	14,0	1 988	994	663	497	398	331
200	30,2	4 273	2 137	1 424	1 068	855	713
250	54,3	7 692	3 846	2 564	1 923	1 540	1 282
300	87,3	12 375	6 187	4 125	3 094	2 476	2 062
375	156,0	22 110	11 055	7 370	5 528	4 422	3 683
Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 2,0 %	Máximas áreas permitidas (m ²) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
80	3,0	431	216	144	108	86	72
100	6,9	985	4921	328	246	197	164
125	12,4	1 754	877	585	438	351	292
150	19,8	2 806	1 403	935	701	361	468
200	42,7	6 057	3 029	2 019	1 514	1 211	1 009
250	76,6	10 851	5 425	3 618	2 713	2 169	1 807
300	123,2	17 465	8 733	5 816	4 366	3 493	2 912
375	220,2	31 214	15 607	10 405	7 804	6 248	5 202
Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 4,0 %	Máximas áreas permitidas (m ²) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
80	4,3	611	305	204	153	122	102
100	9,8	1 400	700	465	350	280	232
125	17,5	2 482	1 241	827	621	494	413
150	28,1	3 976	1 988	1 325	994	797	663
200	60,3	8 547	4 273	2 847	2 137	1 709	1 423
250	108,6	15 390	7 695	5 128	3 846	3 080	2 564
300	174,6	24 749	12 374	8 250	6 187	4 942	4 125
375	312,0	44 220	22 110	14 753	11 055	8 853	7 367

NOTAS:

- 1) Los datos de las dimensiones para tubería horizontal están basados en la tubería trabajando a tubo lleno.
- 2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

Tabla 12 Definición de las dimensiones de la tubería horizontal de aguas lluvias

4.3 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño del sistema de recolección y disposición de las aguas pluviales se hará siguiendo los requisitos señalados en el numeral **3.3** y además deberá cumplirse lo siguiente:

- A.** Las aguas provenientes de cualquier área de la edificación no podrán ser vertidas a las tuberías del sistema de desagüe de aguas negras domesticas.
- B.** Los diámetros de los bajantes y tuberías horizontales para aguas pluviales se calcularan en función del área servida y de la intensidad de la lluvia.
- C.** El diámetro mínimo de las tuberías a usar en el sistema de desagüe pluvial será de 3”.
- D.** Los conductos rectangulares se dimensionaran en base al área del círculo equivalente, calculado en función del caudal a desaguar.
- E.** Si no se conoce la intensidad de la lluvia en la localidad, es recomendable emplear las cifras correspondientes a 100mm/hora.
- F.** Los diámetros de los canales semicirculares se calcularan tomando en cuenta el área servida, intensidad de la lluvia y pendiente del canal.
- G.** Las dimensiones de los canales no circulares se calcularan a base de la sección equivalente.

4.4 METODOLOGIA DE DISEÑO

Para realizar un diseño optimo del sistema de alcantarillado pluvial, se deben tener en cuenta las siguientes directrices:

Primero, la ubicación de los bajantes de aguas lluvias debe ser tal que siga las indicaciones de los planos arquitectónicos y que drene (en lo posible) de manera uniforme la cubierta, es decir, que los bajantes estén ubicados simétricamente respecto a los ejes centrales de la cubierta y siempre hacia el exterior de la edificación. Con esto se logra economía en el diseño y posibles ruidos molestos al interior de la edificación.

Segundo, ya ubicados los bajantes, se procede a delinear los colectores horizontales, estos deben diseñarse de manera que el agua drenada recorra la menor trayectoria posible hacia la caja de inspección principal.

Tercer, ya establecido el recorrido que seguirá el agua de lluvia, se procede a dimensionar los bajantes y colectores horizontales teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el numeral **4.2** y los criterios de diseño del numeral **4.3**.

4.5 BOMBEO DE AGUAS LLUVIAS

Cuando el agua de lluvia no puede ser descargada por gravedad, deberá instalarse un sistema adecuado de bombeo para su descarga automática, dicho sistema consistirá en una tanquilla colectora y un equipo de bombeo.

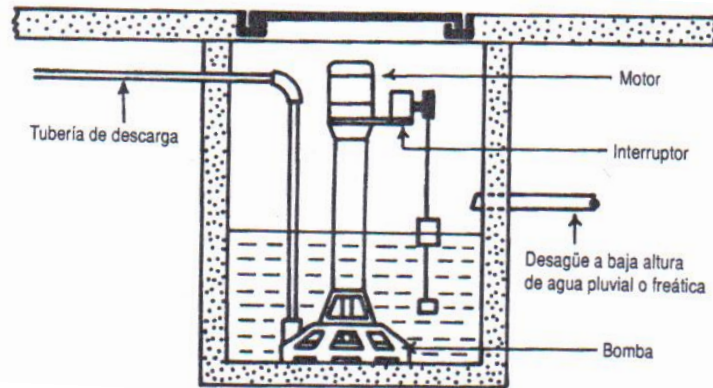


Figura 19 Ejemplo de un sistema de bombeo de aguas lluvias

Tanquilla colectora

La capacidad de la tanquilla colectora no será mayor que el volumen equivalente a 30 minutos de caudal Q calculado en función de la intensidad de la lluvia expresada en mm/hora y el área servida en m^2 , ni menor al equivalente a 10 minutos.

Equipo de bombeo

La capacidad del equipo de bombeo por lo menos será igual al 125% de caudal máximo afluente a la tanquilla de bombeo.

$$Q = \frac{\text{Área servida (m}^2\text{)} * \text{Precipitación (mm/hora)}}{3600 \text{ seg}}$$

$$Q_{\text{Bombeo}} = 1.25 * Q$$

$$\text{Volumen máximo para 30 minutos} \quad V_{\text{max}} = Q * 1800 \text{ seg.}$$

$$\text{Volumen mínimo para 10 minutos} \quad V_{\text{min}} = Q * 360 \text{ seg.}$$

Con el V_{max} se dimensiona la tanquilla colectora tomando un alto libre conveniente (alto neto + alto de inspección) y un largo y ancho que determinen V_{max} .

La potencia de la bomba se determinara mediante la expresión:

$$H.P_B = \frac{Q_B * H}{75 * \epsilon}$$

donde: **Q_B** = Caudal máximo afluente al tanque de almacenamiento.

H = Carga de la bomba. Es la altura estática más las perdidas en la tubería por succión e impulsión mas la presión mínima a la salida.

ε = Eficiencia de la bomba.

La potencia del motor de la bomba se determinara mediante la expresión:

$$H.P_{motor} = 1.40 * H.P_{Bomba}.$$

5. NORMATIVIDAD Y ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

5.1 NORMATIVIDAD

El propósito de la normatividad es el de establecer requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias, ventilación; y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas.

5.1.1 ALCANTARILLADO SANITARIO

Materiales

La tubería de desagüe debe ser de materiales aprobados con diámetro interno liso y uniforme, fabricados para tal fin y que cumplan con las especificaciones establecidas en las normas técnicas para cada material.

La instalación de la tubería de desagüe, cualquiera que sea el material, debe ser conforme con las especificaciones y recomendaciones del fabricante y del diseñador, y de acuerdo con el tipo de descarga.

Las uniones de las tuberías subterráneas deben ser de tipo mecánico o con sello elastomérico.

Todos los accesorios deben ser de materiales aprobados, con diámetro interno liso y uniforme, del mismo diámetro de la tubería; deben ser compatibles con el tipo de tubería utilizado y mantener la misma pendiente de la tubería.

Conexiones de aparatos

Al instalar la tubería de desagüe debe quedar provisto el accesorio de montaje para la conexión posterior del aparato.

Dos artefactos colocados espalda con espalda, o de lado a lado, dentro de la distancia permitida entre una trampa sifón y su ventilación pueden tener un tubo sencillo de desagüe vertical, siempre y cuando cada artefacto desagüe por separado en un accesorio de conexión doble que tenga aberturas de toma al mismo nivel y que sea del mismo inmueble.

Los lavaplatos, las máquinas lavaplatos y otros aparatos semejantes deben estar conectados directamente al sistema de desagüe. Se deben proporcionar los sifones de piso necesarios y tener la red de ventilación de acuerdo con el numeral **3.5**.

Bridas de piso para el montaje de inodoros:

- Las bridas de piso para el montaje de inodoros o instalaciones similares serán del tipo y materiales aprobados. Cada brida tendrá un diámetro de aproximadamente 180mm, y después de instalarse en el punto de

conexión presentara una cara de 38 mm en la que se instala el empaque del inodoro.

- Las bridas calafateadas tendrán un espesor no menos de 6.4mm y no menos de 51mm de profundidad total.
- Las bridas de piso deben ser ensambladas de acuerdo con el procedimiento aprobado para el material utilizado.
- Todas las bridas deben ser diseñadas adecuadamente y aseguradas para soportar aparatos sanitarios conectados a ellas.
- Los tornillos para inodoros, pernos, arandelas y fijadores deben ser de materiales resistentes a la corrosión. Todos estos tornillos y pernos deben ser de tamaño y número adecuados para proveer el soporte apropiado al aparato sanitario.

Cambios de dirección del flujo

Los cambios de dirección de la tubería de desagüe deben hacerse con los accesorios apropiados, codos de 22.5°, 45° y 90°, u otros accesorios aprobados de ángulos equivalentes.

Las líneas horizontales de desagüe se conectarán al tubo vertical por medio de “Y”, combinación de “Y” y codo de 45°, “T” u otros accesorios aprobados de ángulo equivalente. No se debe usar ningún accesorio que tenga más de una entrada al mismo nivel, a menos que tal accesorio este construido de tal manera que la descarga de una entrada no pueda confluir fácilmente en otra entrada.

Las líneas horizontales de desagüe se conectarán a otras líneas horizontales por medio de “Y”.

Las líneas verticales de desagüe se conectarán con las líneas horizontales por medio de “Y” y se debe proveer un tapón de limpieza.

Velocidad límite en bajantes

En el pasado, muchos diseñadores de desagües creían que la velocidad del flujo de agua en bajantes muy altos podría ser excesiva y que esto podría producir ruido, daño a la tubería y pérdida del sello de agua en los sifones. En edificios altos se desplazaban los bajantes a fin de disminuir la velocidad del flujo; todo esto era innecesario, porque la fuerza de gravedad que actúa sobre el agua pronto es equilibrada por las resistencias en el bajante.

La velocidad límite en un bajante depende del diámetro de la tubería, del volumen del flujo y de la rugosidad del diámetro interior. La altura a la que se alcanza la velocidad límite es muy corta y equivale a un nivel como máximo. Sin embargo, en la actualidad se usan codos cada 3 niveles para limitar la velocidad del agua en los bajantes.

Tapones de limpieza

Cada línea horizontal de desagüe debe tener un tapón de limpieza en su extremo inicial, en cada cambio de dirección y uno cada tramo de 12m o fracción.

Excepciones:

- Pueden ser omitidos en una línea horizontal de menos de 1.5m de longitud.
- En las líneas verticales de desagüe.

Los tapones de limpieza se deben instalar de manera que se puedan abrir para hacer la limpieza en la dirección del flujo. Los tapones de limpieza se deben instalar de manera vertical y encima de la línea de flujo de la tubería (colector colgante), con excepción de las conexiones en “Y” y los instalados en el extremo inicial de las líneas.

Los tapones de limpieza deben estar instalados de manera que sean fácilmente accesibles y ubicados de tal forma que cumplan con el propósito de su instalación.

Cada tapón de limpieza instalado en tubería de diámetro menor a 51mm (2”) debe ser instalado con un niple no menor a 0.3m delante del tapón. Los tapones de limpieza en tubería enterrada deben ser prolongados por encima del nivel del piso o deben extenderse afuera del edificio, cuando hay espacios libres menores de 0.5m verticales y 0.8m horizontales del acceso a dicho tapón.

Los tapones de limpieza no deben tener tamaños menores a los que se indican en la siguiente tabla:

Tamaño del tubo, mm	Tamaño mínimo del accesorio de limpieza, mm	Número de hilos de rosca por 25,4 mm
38	38	11-1/2
51	38	11-1/2
64	64	8
76	64	8
102 y más grande	89	8

Tabla 13 Tapones de limpieza

Los tapones de limpieza deben ser suministrados para sistemas de desagüe a presión.

En los casos donde la prolongación del niple vertical pueda presentar peligro o tropiezo se deben instalar tapones machos de limpieza.

Cuando se usa un tapón soldado o pegado como tapón de limpieza, este debe tener acceso para ser removido o reemplazado.

Sistema eyector

➤ *Tanques de almacenamiento*

Los tanques de almacenamiento de aguas negras deben ser construidos sin escapes, en concreto reforzado u otros materiales aprobados y diseñados conforme a normas técnicas reconocidas y aceptadas. Los tanques metálicos deben ser reforzados de tal modo, que tengan un espesor suficiente para que

cumplan con su debida función, y deben ser tratados interior y exteriormente para que resistan la corrosión.

Todos los tanques de almacenamiento de aguas negras deben ser descargados automáticamente y deben contar con bombas eyectoras que funcionaran alternadas o secuencialmente durante su uso normal e independientemente en caso de sobrecarga o falla mecánica. El sistema eyector debe contar con alarmas tanto visuales como auditivas, fácilmente accesibles, que alerten respecto a la falla de la(s) bomba(s) o en una condición de sobrecarga.

Los tanques de almacenamiento de aguas negras tendrán cubiertas movibles con un perno y una boca de acceso tipo empaque o una abertura equivalente para permitir el acceso para la inspección, reparación y limpieza. La parte superior tendrá un tubo de ventilación que se extenderá por separado por el techo, o cuando sea permitido puede ser combinado con otros tubos de ventilación. Tal ventilación será de medida adecuada como para mantener la presión atmosférica dentro del pozo bajo condiciones normales de operación, y en ningún caso será el diámetro menor del especificado en la **Tabla 7** para el numero y tipo de artefactos que descargan en el tanque, ni menor de 38mm (1 ½”) de diámetro. Cuando se cumpla con los requisitos nombrados arriba, y el tubo de ventilación, después de salir del tanque, esta ventilación combinada tiene que atender las necesidades de todos los aparatos conectados a ella. Ningún tubo de ventilación que pertenece a un eyector de aire será usado o combinado con otros tubos de ventilación.

Cuando existan dos tanquillas, una para recibir las aguas negras, denominada “fosa húmeda” y otra para la instalación de las bombas, denominada “fosa seca”, se deberá proveer ventilación forzada para la fosa seca, en aquellos casos en que por su profundidad y características puedan presentar problema de acumulación de gases. En tales casos el sistema de ventilación deberá proveer 6 cambios de aire por hora bajo operación continua o un cambio en 2 minutos bajo operación intermitente.

Deberán proveerse facilidades para eliminar las aguas que puedan acumularse en la fosa seca. Para tal fin se podrá utilizar una tubería con su válvula respectiva, conectada desde el sumidero del piso hasta la línea de succión de la bomba, o se proveerá una bomba de achique.

El piso de la fosa húmeda deberá tener una pendiente mínima de 1 vertical a 2 horizontal hacia la toma de la bomba.

➤ *Equipo de bombeo*

El equipo de bombeo debe contar, mínimo, con 2 bombas eyectoras de aguas negras. Cada bomba deberá tener tubería de succión individual, instalada en forma que evite la turbulencia excesiva cerca del punto de succión.

Los motores de los equipos de bombeo deberán tener controles automáticos accionados por los niveles de la tanquilla de bombeo. Se proveerán además controles manuales. La tanquilla deberá ser vaciada hasta el nivel mínimo fijado, cada vez que operen las bombas.

Cuando el suministro normal de energía no, pueda garantizar servicio continuo a los equipos de bombeo deberán proveerse 2 fuentes de energía independiente.

El equipo de bombeo será hidroneumático, centrifugo u otro tipo adecuado, a juicio de la autoridad sanitaria. No se permitirá el uso de bombas de pistones o de cualquier otro tipo de desplazamiento positivo.

El equipo de bombeo deberá instalarse en un sitio protegido contra inundaciones, fácilmente accesibles, adecuadamente ventilado y en un ambiente separado de los otros equipos mecánicos del edificio.

➤ *Red de descarga*

La tubería de descarga del equipo de bombeo debe ser mínimo de 50mm de diámetro, y debe contar con una válvula de cheque para cada bomba y una unión de tipo universal o de brida para operaciones de mantenimiento, ambas del mismo diámetro de la tubería.

Las tuberías de succión y de descarga estarán dotadas de una válvula de compuerta. Se colocara además una válvula de retención en la tubería de descarga, entre la bomba y la válvula de compuerta correspondiente.

Alivio de espuma

No se deben conectar puntos de desagüe a un colector horizontal a menos de 2.4m del punto de conexión de una bajante que transporta la descarga de aparatos que producen espuma. Las bañeras, lavanderías, tubos verticales de lavarropas, tinas de cocina y lavaplatos son instalaciones que producen espuma. Donde se requieran tubos verticales de ventilación paralelos, estos deben conectarse al tubo vertical de desagüe en un punto a 2.4m por encima del punto mas bajo del tubo vertical de desagüe.

5.1.2 VENTILACIÓN

Cada sifón de aparato sanitario, excepto cuando se indique lo contrario en esta norma, debe ser protegido contra sifonaje y reflujo, y se debe asegurar el flujo de aire a lo largo de todas las partes del sistema de desagüe por medio de tubos de ventilación instalados de acuerdo con los requisitos de este numeral.

Sifones e interceptores

➤ *Sifones requeridos*

Cada aparato sanitario debe estar provisto individualmente de un sifón de sello de agua u otro sistema. No se deben instalar sifones en serie.

Se permite que un solo sifón sirva a un conjunto de dos o tres vertederos de un solo compartimiento, tres aparatos de la misma profundidad y del mismo tipo o tres lavamanos puesto consecutivamente el uno con el otro y en el mismo cuarto, si la distancia entre las salidas de desagüe mide menos de 0.80m y el sifón esta ubicado centralmente cuando se instalan tres aparatos (Véase **Figura 20**).

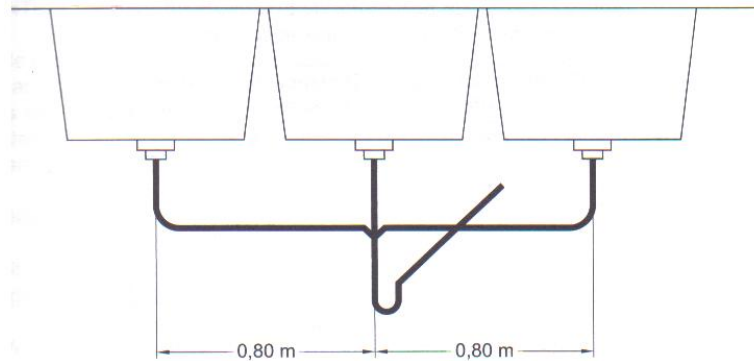


Figura 20 Distancia máxima entre conexiones de vertederos con descarga a sifón común

La distancia vertical entre la salida del aparato y el rebose del sifón debe ser tan corta como sea posible, pero en ningún caso esta distancia debe exceder 0.60m de longitud (Véase **Figura 21**).

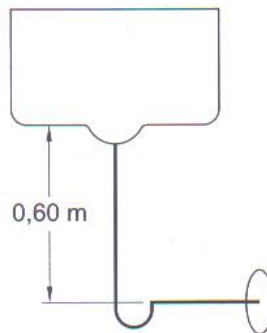


Figura 21 Distancia máxima entre descarga del aparato y rebosado del sifón

➤ *Sifones protegidos por sistemas de ventilación*

Cada uno de los sifones de los aparatos sanitarios, excepto cuando se especifique de otra manera, se deben proteger contra el sifonaje y la contrapresión, y se debe asegurar la circulación de aire en todo el sistema de desagüe por medio de un sistema de ventilación instalado conforme al numeral **3.5**.

Cada sifón de aparato sanitario debe estar protegido mediante una ventilación localizada de tal forma que la longitud del brazo desde el rebosado del sifón hasta la conexión con la ventilación se ajuste a las distancias máximas establecidas

en la **Tabla 5**, pero en ningún caso debe ser menor que 2 veces el diámetro del brazo del sifón.

Para todo cambio de dirección en un plano vertical del brazo de sifón que sea mayor o igual a 90° se debe utilizar un adaptador de limpieza. Todos los cambios de dirección horizontales de los brazos de sifón deben cumplir con lo especificado en el numeral **5.1.1** (Cambios de dirección en el flujo).

La conexión de ventilación a un sistema de desagüe no debe estar por debajo del nivel de rebose del sifón, excepto en inodoros y aparatos similares.

Pendientes y conexiones de ventilación

Las tuberías de ventilación deben instalarse con una pendiente hacia la respectiva tubería de desagüe a la que sirven. Cuando se conectan ramales de ventilación a un tallo de ventilación no deben existir pandeos, contrapendientes o conexiones en "U" en las cuales se produzcan acumulación de condensados que obstruyan o reduzcan el área efectiva de las tuberías de ventilación.

Cuando se ventila una tubería de desagüe horizontal, la batea del tubo de ventilación debe iniciar por encima del eje del tubo de desagüe.

Los tubos de ventilación tendrán una pendiente uniforme mínima del 1% en forma tal que el agua que pudiera condensarse en ellos, escurra a un colector o bajante de desagüe.

Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deben instalarse a una altura mínima de 150mm por encima de la línea de rebose de la pieza sanitaria mas alta ventilada por esta tubería.

Todos los tubos de ventilación deben prolongarse por encima de la cubierta de la edificación, sin disminuir su diámetro original, o pueden ser reconectados a un tubo de ventilación o al de ventilación de aguas residuales de diámetro apropiado.

La boca de salida del tubo de ventilación o de un tubo de aguas residuales no debe estar por debajo del nivel de rebose del sifón, excepto en el caso de inodoros y aparatos similares.

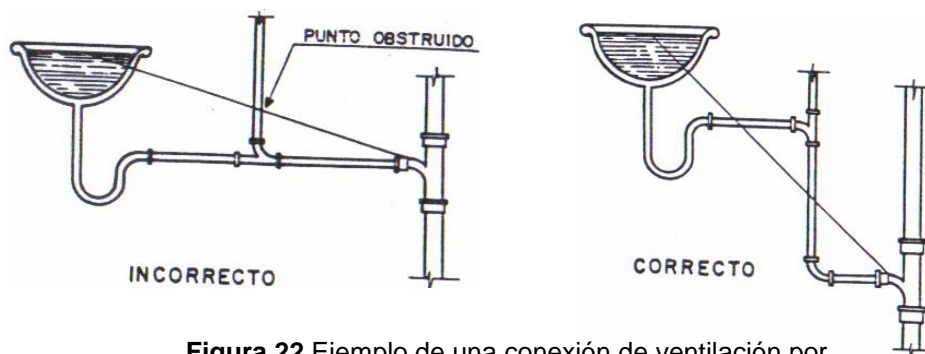


Figura 22 Ejemplo de una conexión de ventilación por encima del punto de rebose

Dos aparatos sanitarios pueden ser ventilados por un tubo común vertical, cuando cada uno de estos aparatos drene independientemente a una conexión doble con aberturas de entrada al mismo nivel.

Terminal de ventilación

Cada bajante de ventilación o tubo de ventilación debe prolongarse al exterior sin disminuir su diámetro, debe extenderse mínimo 0.15m por encima del nivel de cubierta de la edificación, y debe estar retirada mínimo 0.30m de cualquier superficie vertical.

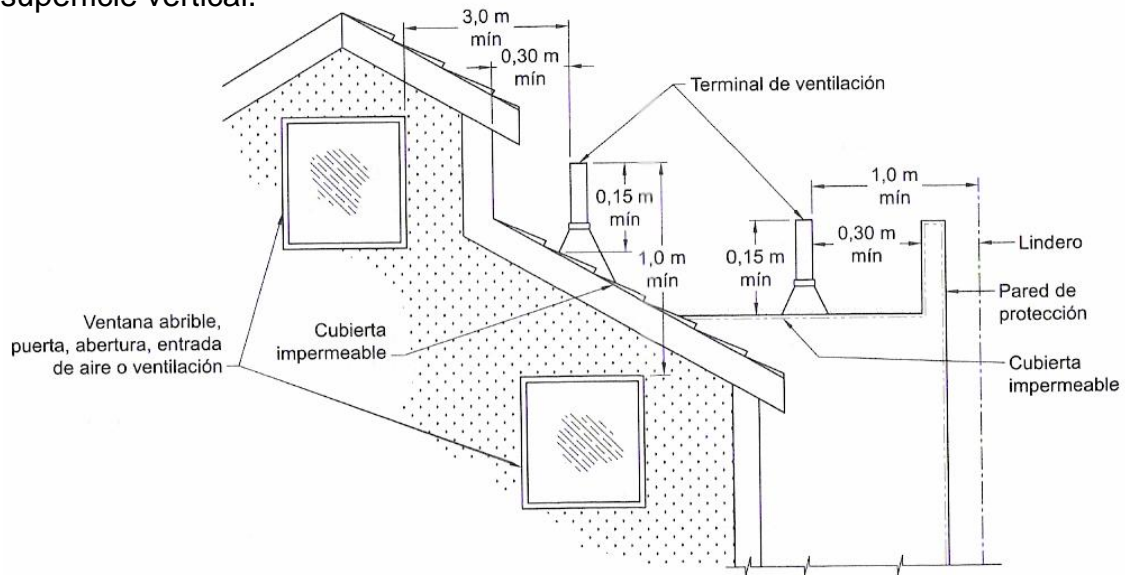


Figura 23 Terminal de ventilación

Todo terminal de ventilación localizado a menos de 3.0m de cualquier ventana que se pueda abrir, puerta, abertura, toma de aire o conducto de ventilación, o localizado a menos de 1.0m del lindero, excepto los paramentos de las vías públicas, debe finalizar a una distancia mínima de 0.30m por encima de cualquier ventana que se pueda abrir, puerta, abertura, toma de aire o conducto de ventilación (Véase **Figura 23**).

Los tubos de ventilación deben extenderse independientemente o en combinación, en su diámetro requerido, a no menos de 150mm sobre la cubierta de la edificación o del muro corta fuego (Véase **Figura 23**).

Cualquier tubería de ventilación que este dentro de los 3.0m perimetrales a una zona con acceso al público, debe sobresalir como mínimo 2.1m por encima de la misma y debe estar debidamente asegurada para garantizar su rigidez.

En todos los cruces de terminales de ventilación con estructuras de cubierta debe garantizarse una adecuada impermeabilidad.

GRANIZO: Donde exista la posibilidad de granizadas el tubo de ventilación debe terminar 0.30m por encima del nivel máximo de acumulación posible.

Columnas de ventilación y ventilaciones de alivio

Las bajantes de desagüe que se extiendan 6 pisos o mas por encima de cualquier colector horizontal deben complementarse con una columna de ventilación paralela, la cual se debe extender sin reducción de diámetro y conectarse a la bajante de desagüe inmediatamente por debajo de la conexión mas baja hasta el terminal superior de la bajante (Véase **Figura 24**).

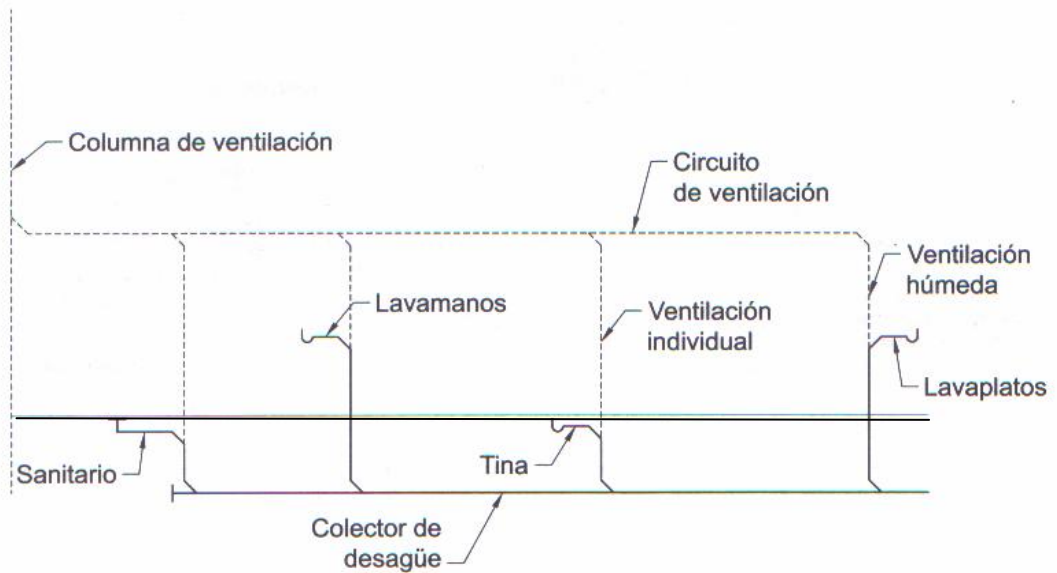


Figura 24 Columnas de ventilación y ventilaciones de alivio

Toda columna de ventilación de alivio debe conectarse a la bajante cada tres niveles de descarga de colectores empezando desde el sitio de conexión del aparato sanitario más alto. Dicha conexión se debe realizar a través de un accesorio tipo "Y" y con diámetro por lo menos igual o mayor al diámetro del tubo vertical menor.

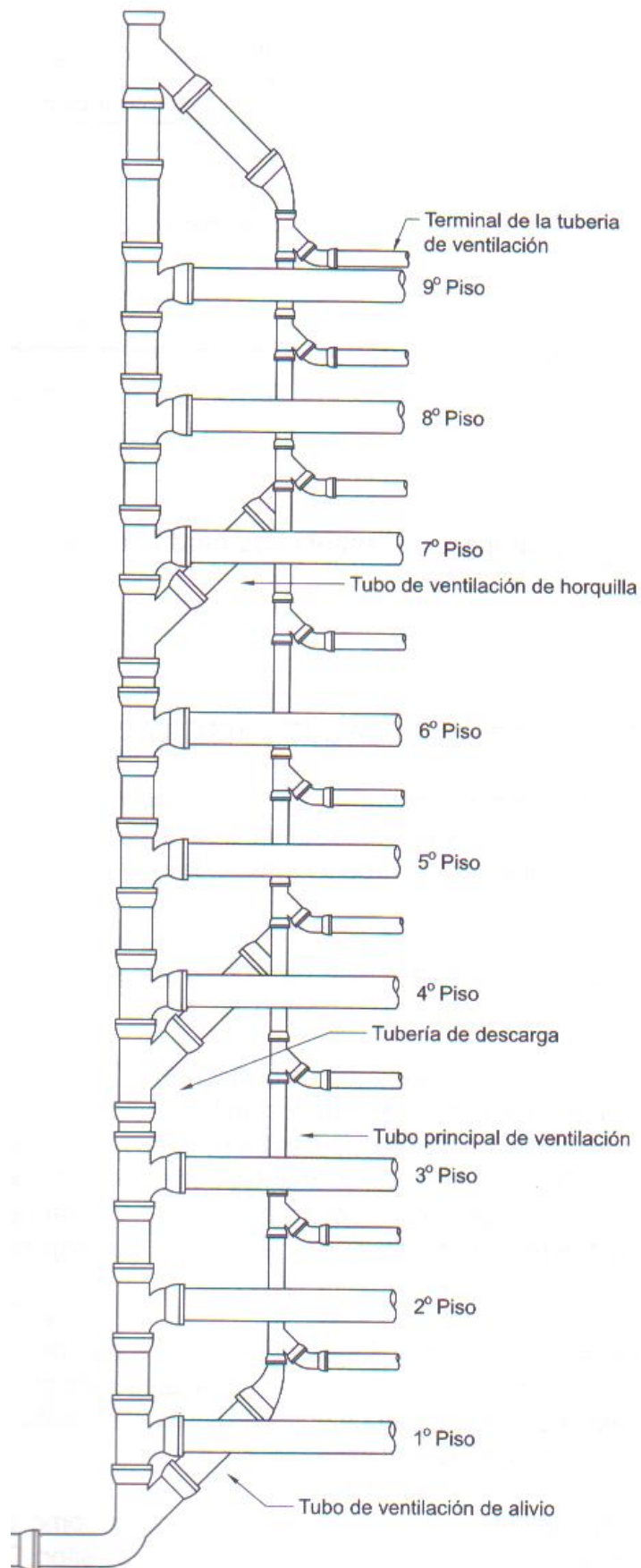


Figura 25 Conexión de ventilación de alivio o de horquilla

5.1.3 ALCANTARILLADO PLUVIAL

Toda la escorrentía superficial de las aguas lluvias que caen a un predio construido deben ser encausadas por un sistema de desagüe para aguas lluvias:

- A. A la cuneta de la vía o a cauces naturales.
- B. Al alcantarillado de aguas lluvias o combinado según sea el caso, previa autorización de la autoridad administrativa.

Las aguas lluvias y las aguas negras nunca se deben mezclar dentro del predio, solamente a partir de la caja maestra de inspección cuando el colector final es conectado.

El sistema de redes de aguas lluvias instaladas en una edificación debe ser de materiales aprobados y que cumplan con las normas técnicas correspondientes, y se debe instalar de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Cuando, por variaciones de temperatura o condiciones físicas, se prevean dilataciones o contracciones, se deben instalar juntas de expansión.

Tragantes y rejillas

Todos los desagües de cubierta y de reboses deberán ser equipados con rejillas que se extiendan una radio mínimo de 100mm sobre la superficie de la cubierta inmediatamente adyacente al desagüe. Las rejillas deben tener un área de entrada sobre el nivel de la cubierta adyacente mínima de 1.5 veces el diámetro del tubo al cual están conectadas.

Las rejillas para cubiertas usadas en terrazas, parqueaderos, y áreas similares, donde haya tráfico y mantenimiento permanente, pueden ser planas. Estas rejillas deben ser niveladas con el piso y deben tener un área de entrada disponible no menor a dos veces la de su bajante.

Todos los tragantes y rejillas a la red estarán provistos de un sosco de dimensión apropiada que permita recibir entre el sosco y el tubo de desagüe la prolongación de la impermeabilización de la cubierta, cuando esta exista, sin reducir la capacidad del desagüe.

Limpieza

Las bajantes de aguas lluvias y colectores conectados a un sistema de alcantarillado deben tener tapones de limpieza instalados en la base de las bajantes o colectores externos antes de ser conectados con el colector principal.

Sifones en desagües de aguas lluvias

Se deben instalar sifones en los desagües de aguas lluvias cuando estos se conecten finalmente a un sistema de alcantarillado combinado.

Excepción: Los sifones no son necesarios en desagües de cubierta, áreas no transitadas y bajantes de aguas lluvias.

Los sifones deben ser del mismo diámetro del ramal de desagüe horizontal al cual están conectados.

Se deben instalar sifones individuales en cada boca de desagüe. También se acepta la instalación de un solo sifón antes de cualquier conexión al alcantarillado combinado. Este sifón debe tener sistema de limpieza accesible, instalado a la salida de este.

Bajantes, colectores y conexiones

- Los desagües de aguas lluvias no deben ser usados para ningún otro propósito.
- Las bajantes expuestas a sufrir deterioro por mal trato o daño deberán protegerse adecuadamente.
- Los sistemas de desagües de aguas negras y de aguas lluvias deben estar totalmente separados dentro de la construcción y hasta la caja final de conexión al alcantarillado combinado.

5.2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Los sistemas de tuberías de aguas negras deben contener la menor cantidad posibles de tubos para sacar el agua sucia de la edificación de manera rápida y silenciosa. No deben constituir una molestia o riesgo para la salud de las personas, ni dañar el edificio. En cualquier condición de trabajo, deben impedir que el aire del desagüe o alcantarillado penetre al edificio.

5.2.1 PRINCIPALES PROBLEMAS

Pérdida del sello de agua

El principal problema que aqueja las tuberías de desagüe de aguas negras es la pérdida del sello de agua en los sifones lo cual puede ocurrir en los siguientes casos:

➤ Sifonaje inducido

Es provocado por la descarga de agua de otro dispositivo sanitario conectado a la misma tubería. El agua que pasa por la conexión de la tubería secundaria puede extraer el aire de esta, lo que provoca un vacío parcial y causa sifonaje (Véase **Figura 26**).

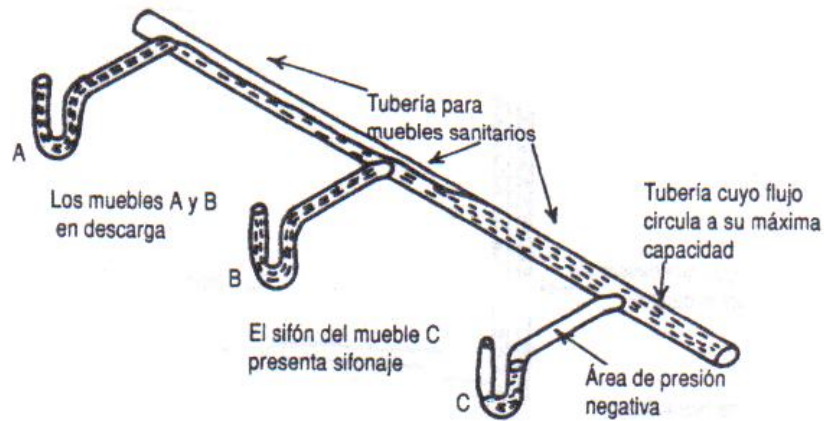


Figura 26 Sifonaje inducido

➤ **Autosifonaje**

Es provocado por un tapón de agua móvil en la tubería de desagüe conectada al sifón. A medida que el tapón de agua baja por la tubería, en el lado de la salida del sifón se crea un vacío parcial y se produce el sifonaje (Véase **Figura 27**).

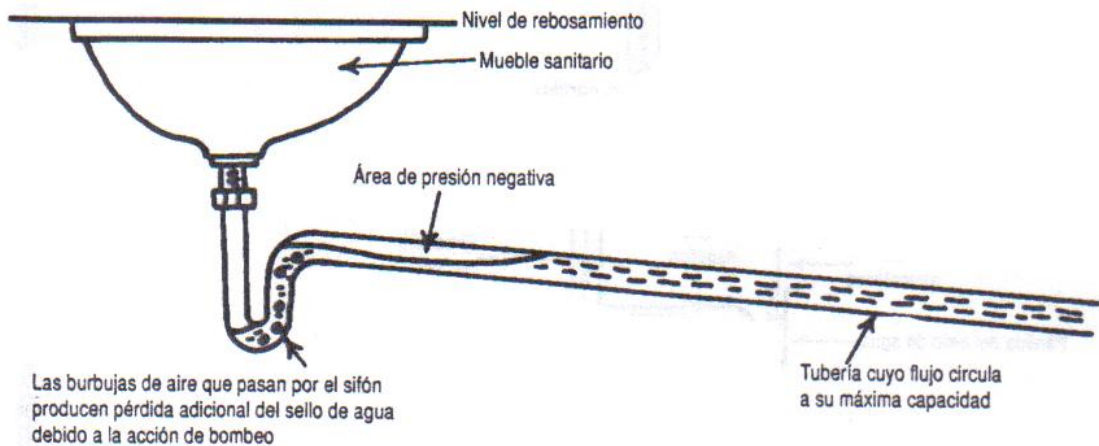


Figura 27 Autosifonaje

➤ **Compresión o contrapresión**

A medida que el agua desciende por el bajante, arrastra aire y también comprime el aire que se encuentra delante de ella. Cuando el agua pasa por un codo (casi siempre en la base del bajante), el cambio de dirección disminuye momentáneamente la velocidad del flujo y también se forma una onda hidráulica en la tubería horizontal. El agua que circula detrás de esta onda hidráulica comprime el aire y este aire comprimido puede ser suficiente para extraer el sello de agua de un sifón colocado en un aparato próximo al codo (Véase **Figura 26**).

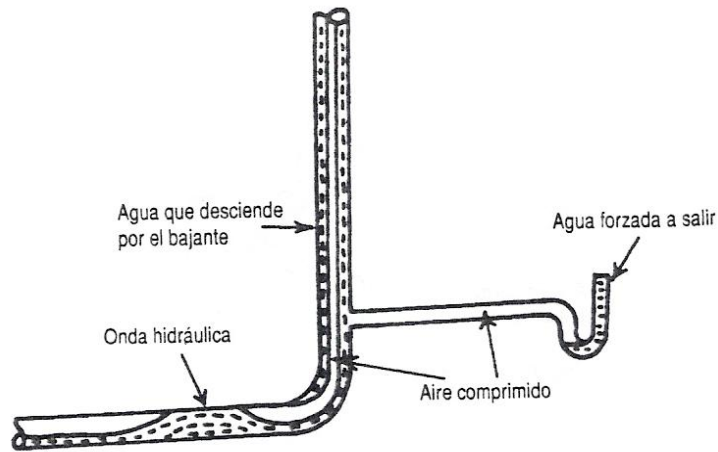


Figura 28 Compresión o Contrapresión

➤ **Acción capilar**

Es provocada por una pieza de capilar poroso, como un trapo o una cuerda, atrapada en la salida del sifón y que extrae el agua de este por atracción capilar (Véase **Figura 29**)

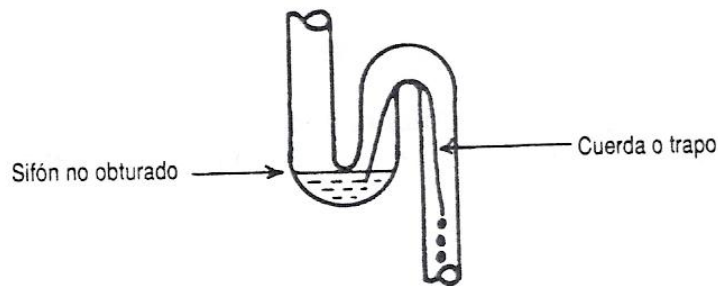


Figura 29 Acción capilar

➤ **Oscilaciones**

Si una ráfaga de aire pasa por la parte superior del bajante, puede extraer algo de aire de la tubería, creando así un vacío parcial en este. Si la velocidad del aire es variable, el agua en el sifón oscila hasta que rompe el sello de agua (Véase **Figura 30**).

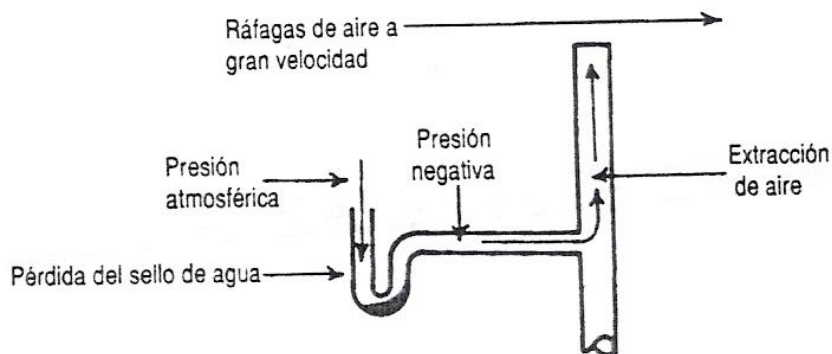


Figura 30 Oscilaciones

➤ **Evaporación**

Si la humedad relativa en el interior del edificio es baja y el sifón no se usa, el sello de agua en el sifón puede desaparecer debido a la evaporación del agua en el sello. En condiciones normales, la razón de evaporación es aproximadamente 2.5mm por semana. Un sifón con un sello de agua de 76mm perdería su sello de agua aproximadamente en 30 semanas, dependiendo de la humedad relativa del aire.

➤ **Impulso**

La causa mas común de perdida del sello de agua del sifón debido a un impulso es la descarga repentina de un cubo lleno de agua en la taza de un retrete.

➤ **Fugas**

Casi siempre se deben a una unión defectuosa en el tapón de limpieza o una fisura en el sifón por debajo del nivel del agua.

➤ **Presión de aire en bajantes**

En el diseño de los sistemas, es buena práctica restringir las fluctuaciones de presión hasta ± 375 Pa con bajantes del diámetro adecuado. Una presión negativa de esta magnitud corresponde aproximadamente a 25mm de perdida en el sello de agua de la taza de un retrete, o a 19mm de dicha perdida en un pequeño sifón con un sello de agua de 75mm. En la **Figura 31** se muestran los efectos de la presión del aire en un bajante.

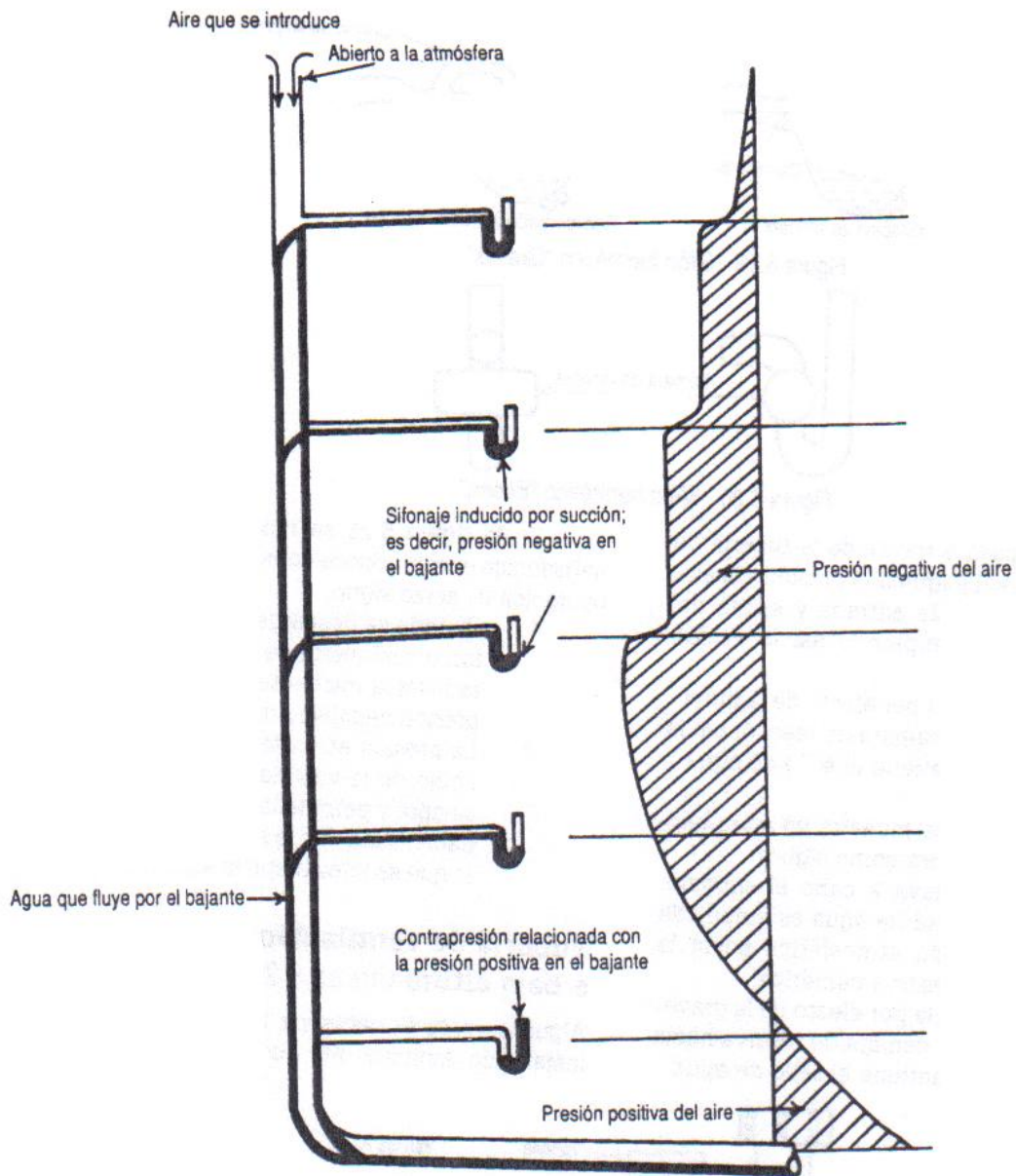


Figura 31 Efectos de la presión del aire en un bajante

5.2.2 METODOS DE PRUEBA

Los sistemas de desagüe y ventilación deben ser ensayados con agua. Después que los aparatos sanitarios hayan sido instalados y sus sifones llenados de agua serán sometidos a una prueba final.

Prueba de estanqueidad

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe y ventilación, ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de este deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto, y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, cada punto abierto debe estar taponado provisionalmente, excepto el punto abierto más alto de la sección bajo prueba y la sección debe ser llenada con agua y sometida a una presión

mínima de 3m de columna de agua. Al probar secciones máximas de 3.0m, se debe purgar la tubería para evitar la sobre presión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 minutos. El sistema o la sección debe ser hermético.

Prueba de flujo

La prueba de flujo se debe realizar individualmente a cada bajante del sistema de desagüe desde la parte más alta hasta la entrega a la primera caja de inspección, para verificar la capacidad de conducción de sistema.

Esta prueba puede ser realizada vertiendo un volumen de agua en cada una de las bocas de desagüe y verificando la continuidad del desagüe en la caja de inspección. Podrá utilizarse cualquier tipo de trazador.

5.3 LISTA DE CHEQUEO PARA CONSTRUCCIÓN DE REDES

LISTA DE CHEQUEO PARA LA CONSTRUCCION DE REDES DE ALCANTARILLADO				
ITEM	NORMA QUE RIGE	CUMPLE NORMA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
ALCANTARILLADO SANITARIO				
Materiales				
Diámetro apropiado para aparatos sanitarios				
Diámetro apropiado para bajantes				
Conexiones optimas				
Cambios en dirección de flujo				
Tapones de limpieza				
Pendientes apropiadas				
Alivio de espuma				
Pasa la pruebas				
SISTEMA DE VENTILACIÓN				
Diámetros apropiados				
Pendientes y conexiones				
Terminales				
Conexiones a la columna de ventilación				
Sifones				
ALCANTARILLADO PLUVIAL				
Conexiones erradas				
Materiales				
Diámetro apropiado de bajante				
Limpieza				
Protección				
Pasa las pruebas				

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Como complemento de los conceptos definidos en este manual se precederá a desarrollar un ejemplo completo de aplicación de normas y criterios de diseño. En el ejemplo, se realizara el calculo de la tubería de recolección de aguas negras, el sistema de ventilación y la recolección y conducción de la aguas lluvias.

Descripción del proyecto

El edificio es de uso residencial, consta de 10 niveles de apartamentos, 2 apartamentos por nivel, ascensores y escaleras en el centro del edificio.

Nivel +1.40: Semisótano, por estar este por debajo del nivel de la calle, será necesario bombear el agua de lluvia recolectada por la rampa de acceso.

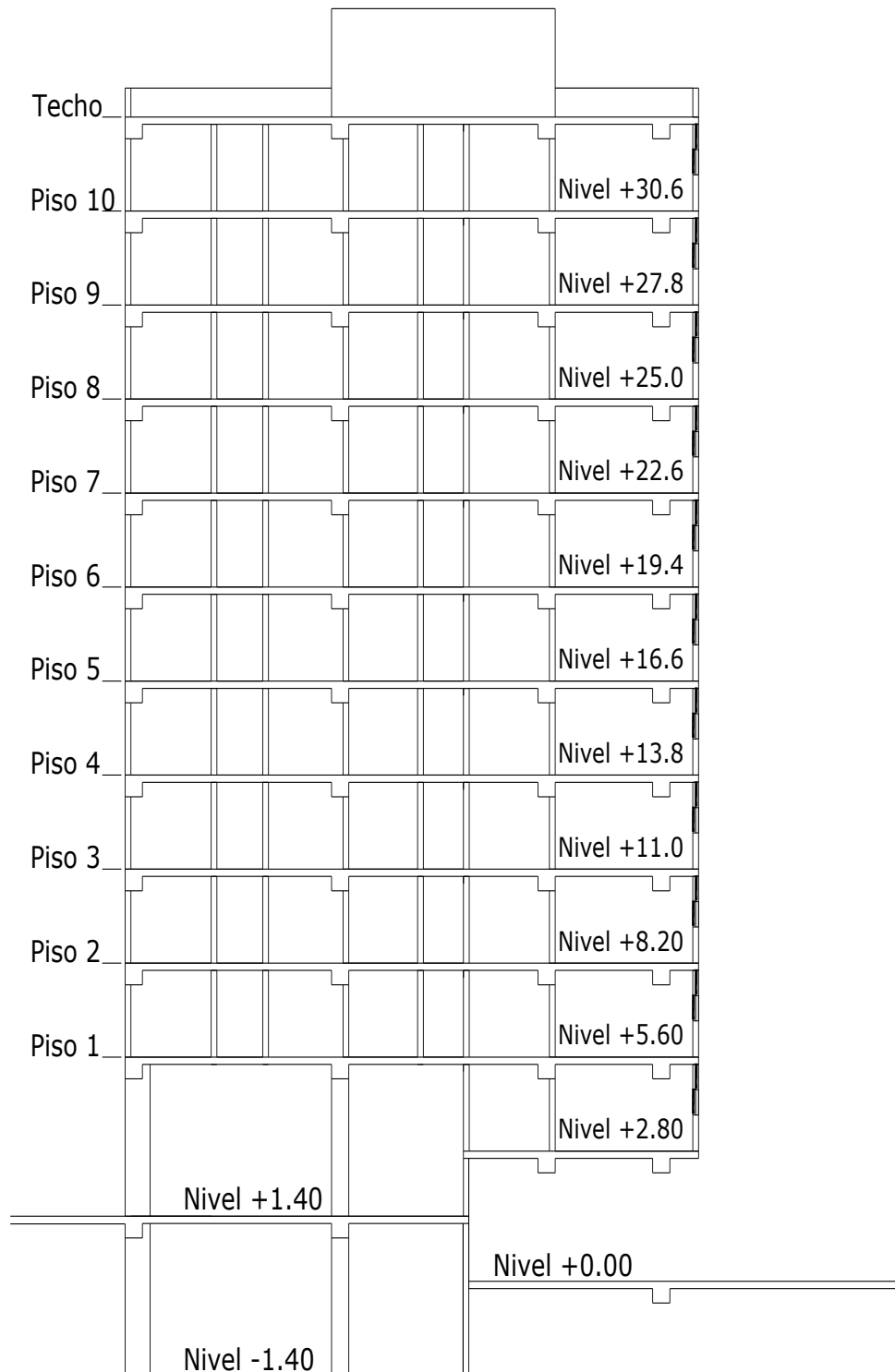
Nivel ±0.00: Nivel de planta baja (conserjería).

Nivel +1.40: Nivel de estacionamiento. Será necesario cambiar de dirección a los bajantes de aguas negras de las salas sanitarias ubicadas sobre el área de estacionamiento, igualmente a los bajantes de aguas lluvias. Su altura libre de 4.2m permite que los cambios de dirección se efectúen con tubería colgante a la vista.

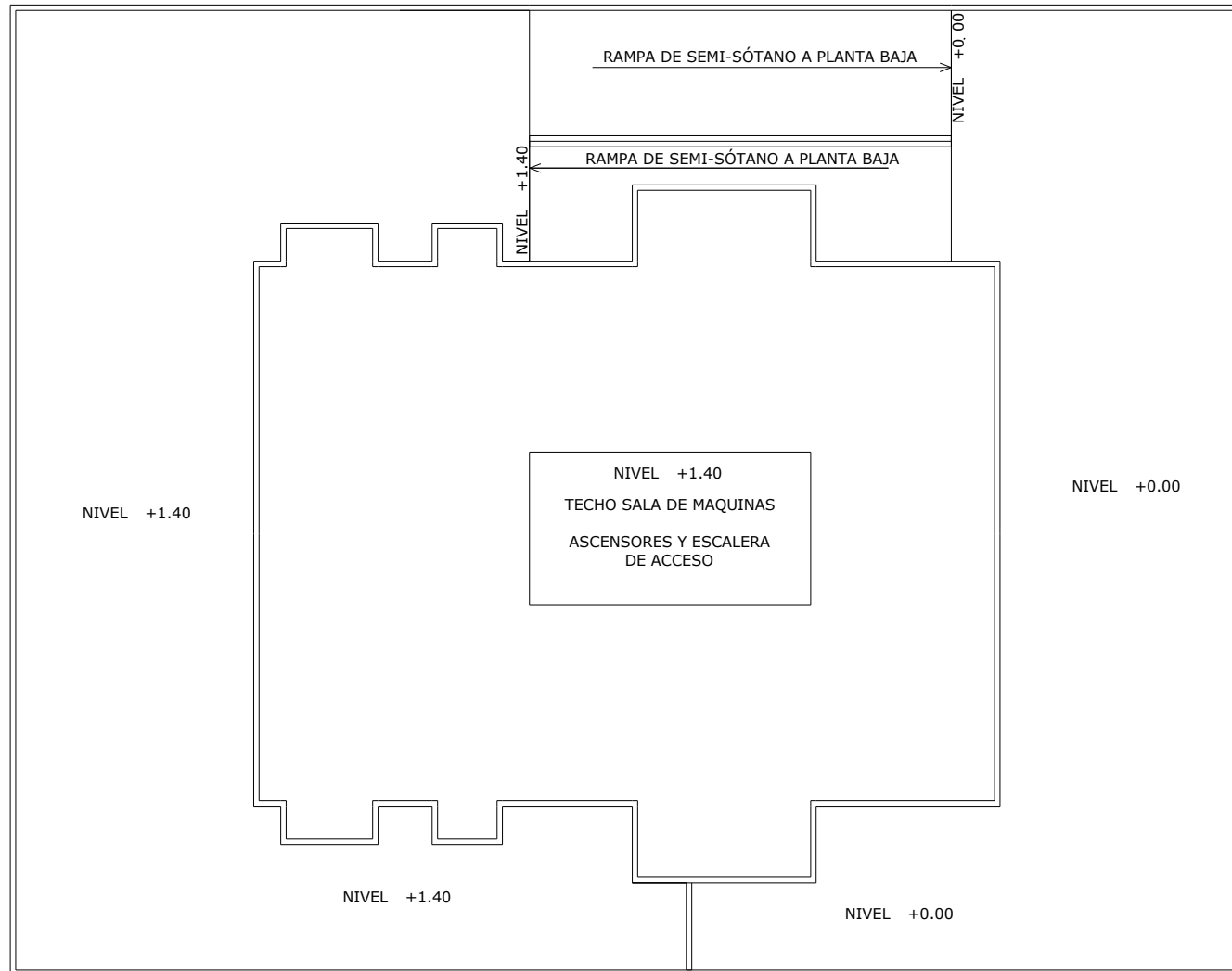
Nivel +2.80: Sala de reuniones.

Nivel +5.60 a +30.60: Diez niveles de apartamentos.

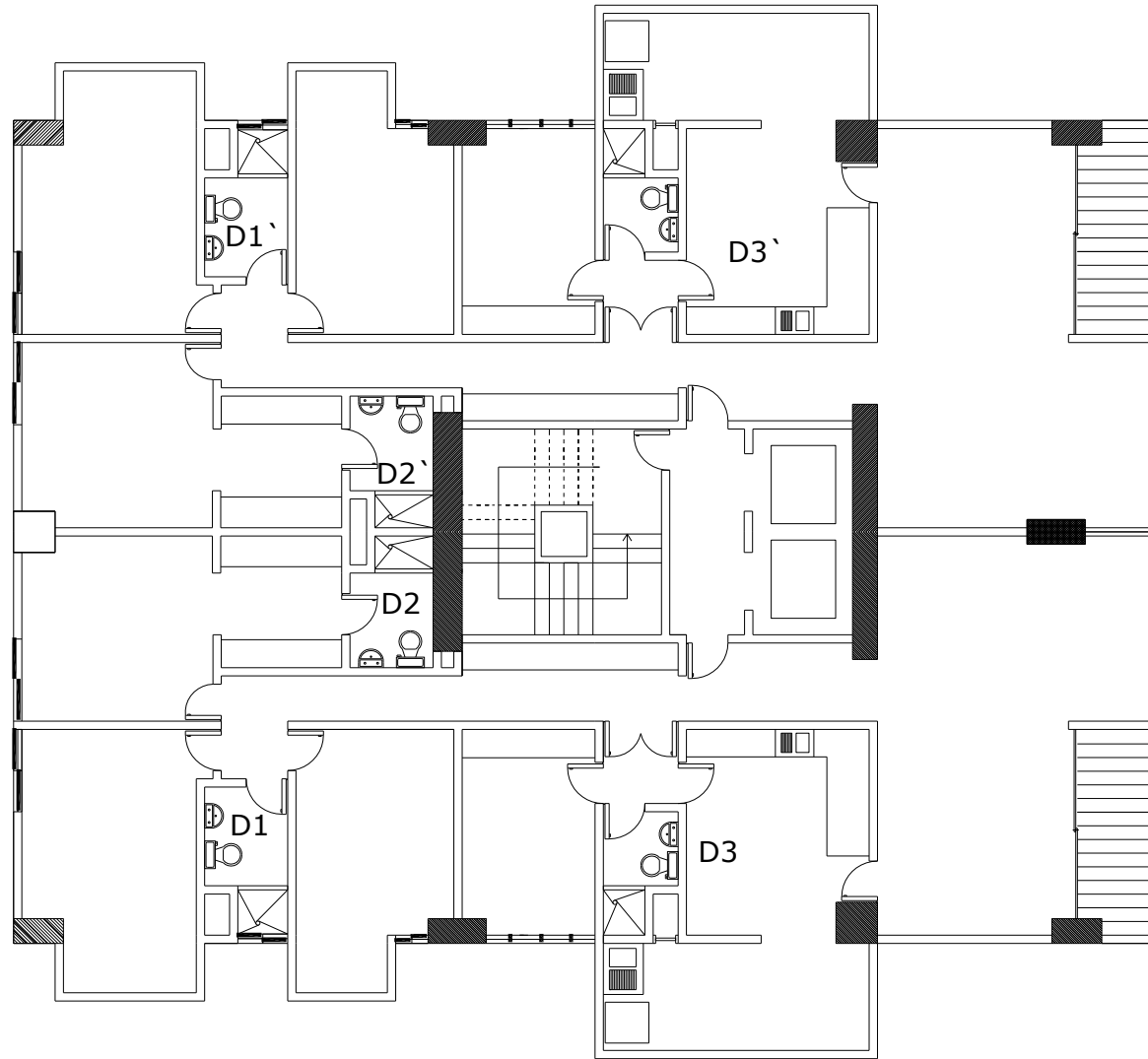
SECCION TRANSVERSAL O PERFIL DEL EDIFICIO



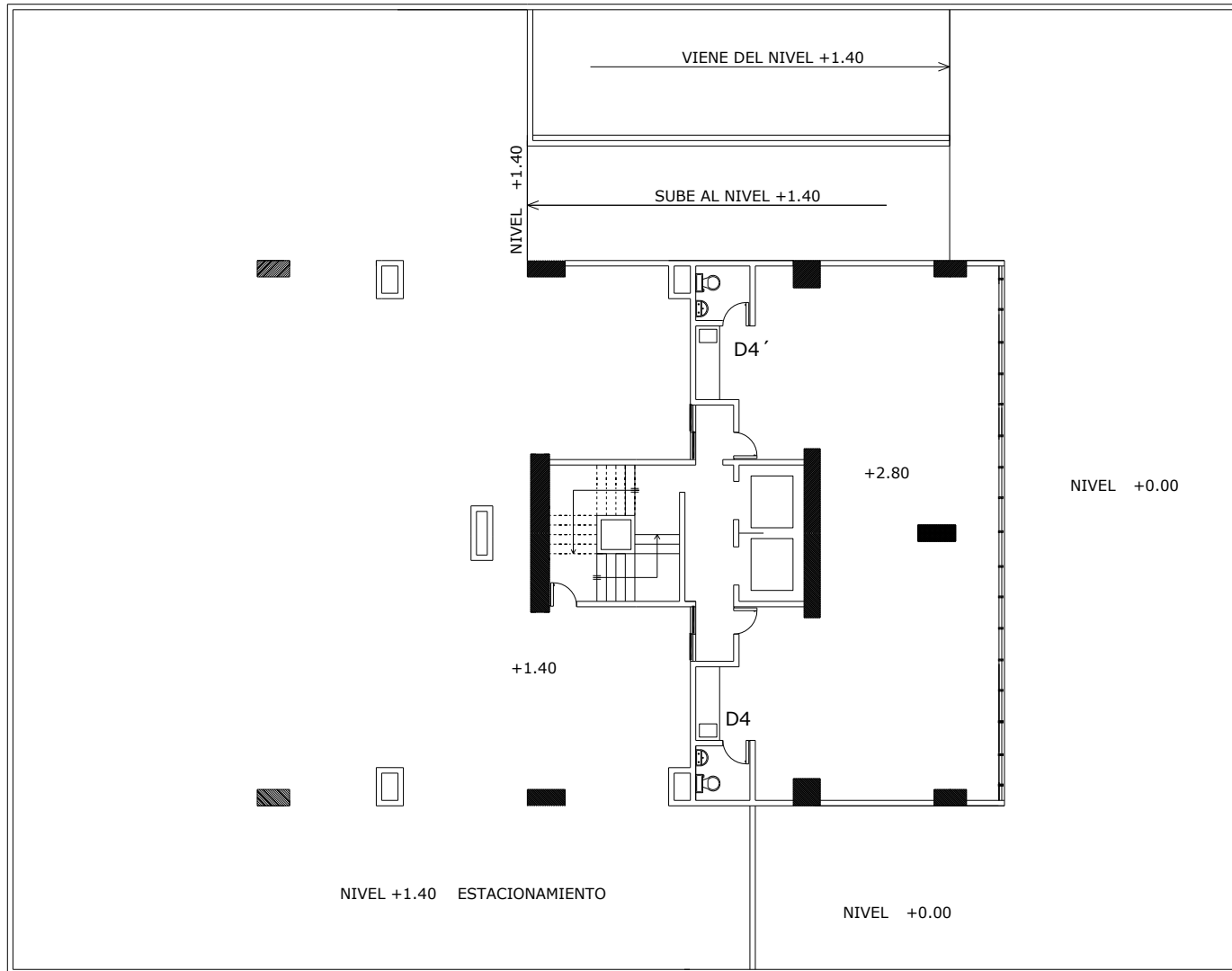
PLANTA TECHO



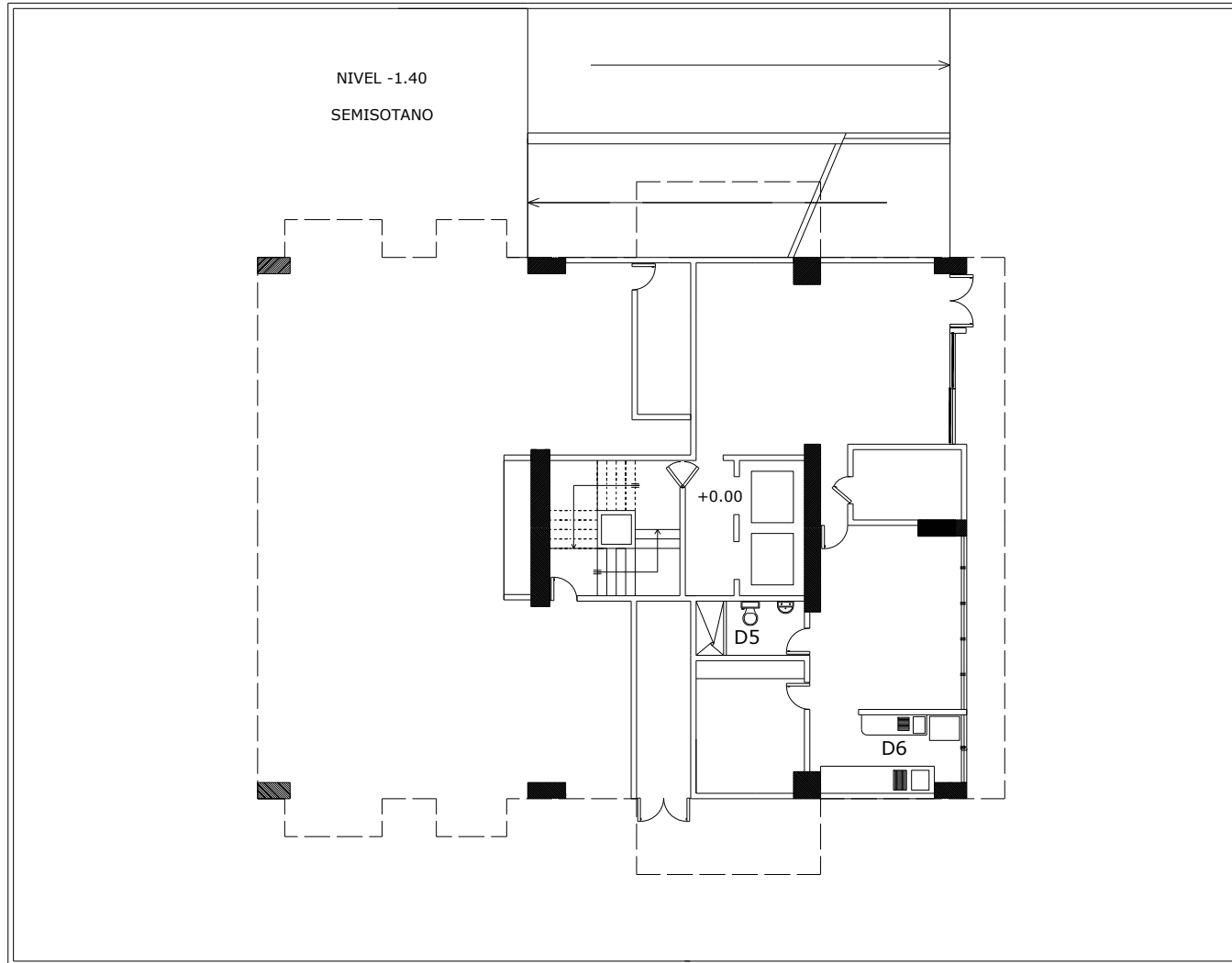
PLANTA NIVEL +5.60 a +30.60



PLANTA NIVEL +2.80



PLANTA NIVEL +0.00



DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

Dibujo del sistema de desagüe

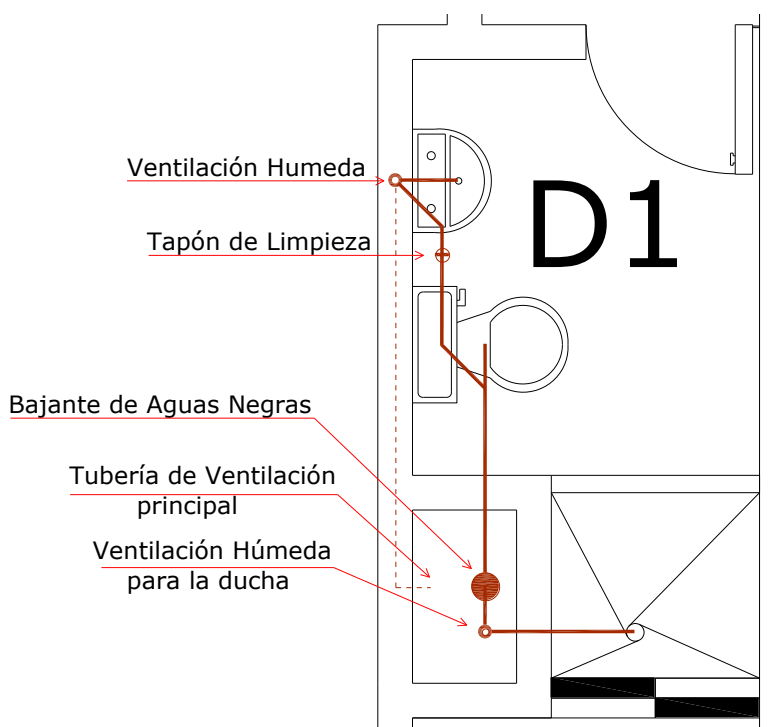
Ubicación de bajantes. Del plano arquitectónico se observa que existen ductos destinados para tal fin, en caso de no haberlos, el sitio más apropiado es junto a las columnas que estén lo más cercanas a las baterías de baños y cocinas.

Conformación de la "araña". Se establece el sistema de desagüe de cada aparato teniendo en cuenta que el agua debe recorrer el camino mas corto para llegar al bajante.

Detalle D1=D1'

El lavamanos y el excusado estan ventilados húmedamente por el ramal de descarga del lavamanos.

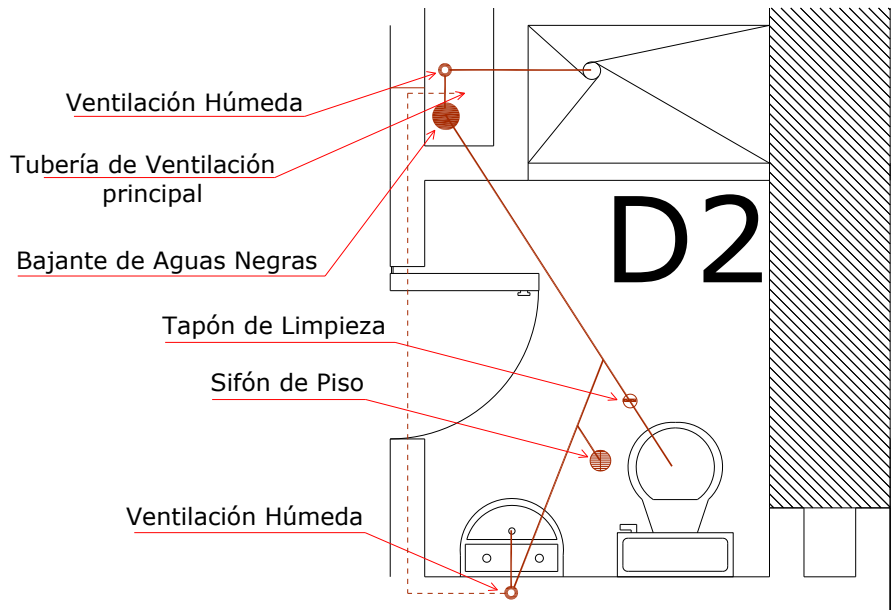
Como el excusado y la ducha no están descargando al mismo nivel, se debe ventilar la ducha. Para esto, se conecta el ramal de descarga de la ducha con la tubería principal de ventilación al mismo nivel del lavamanos.



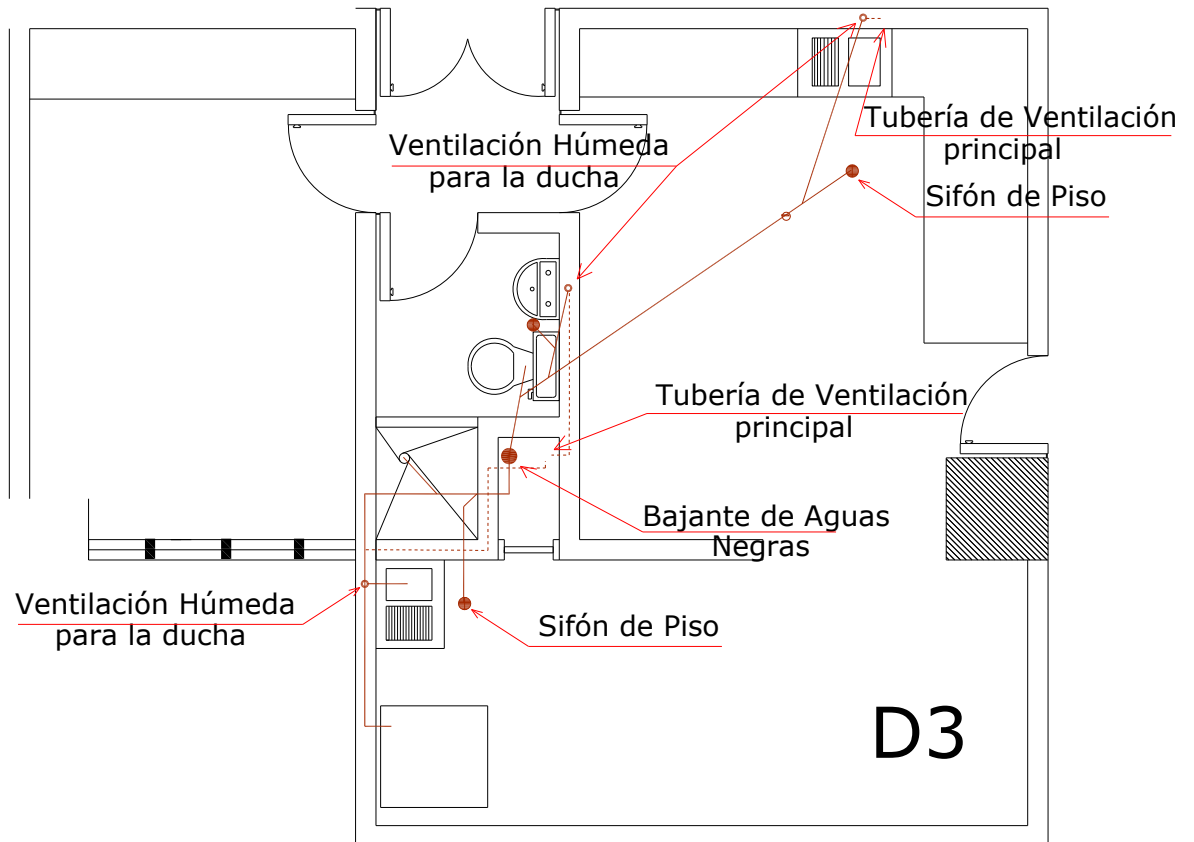
Detalle D2=D2'

El excusado, el lavamanos y el sifón de piso están ventilados húmedamente por el ramal de descarga del lavamanos.

El excusado y la ducha no descargan al mismo nivel, es necesario ventilar la ducha.



Detalle D3=D3'



El sifón de piso y el excusado están ventilados húmedamente por el ramal de descarga del lavamanos.

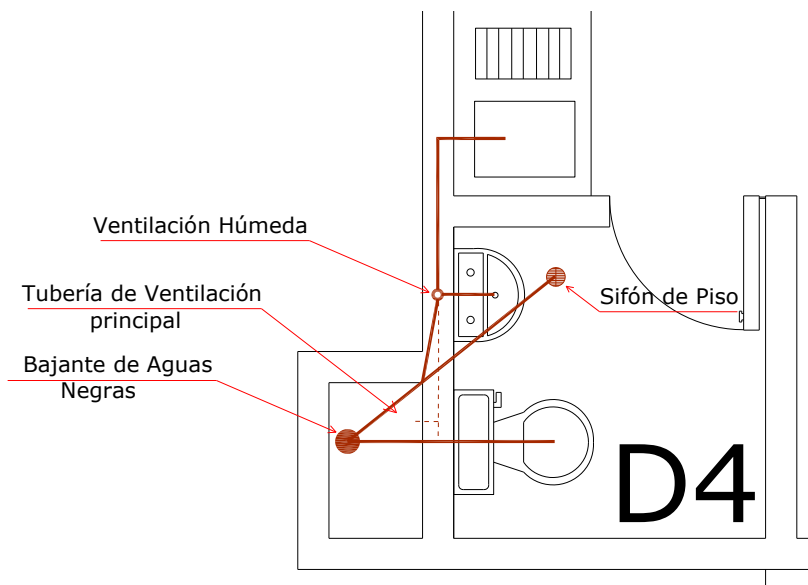
El fregadero y el sifón de piso cercano a este, están ventilados por la tubería principal de ventilación.

La lavadora y el lavadero están ventilados húmedamente por el ramal de descarga del lavadero.

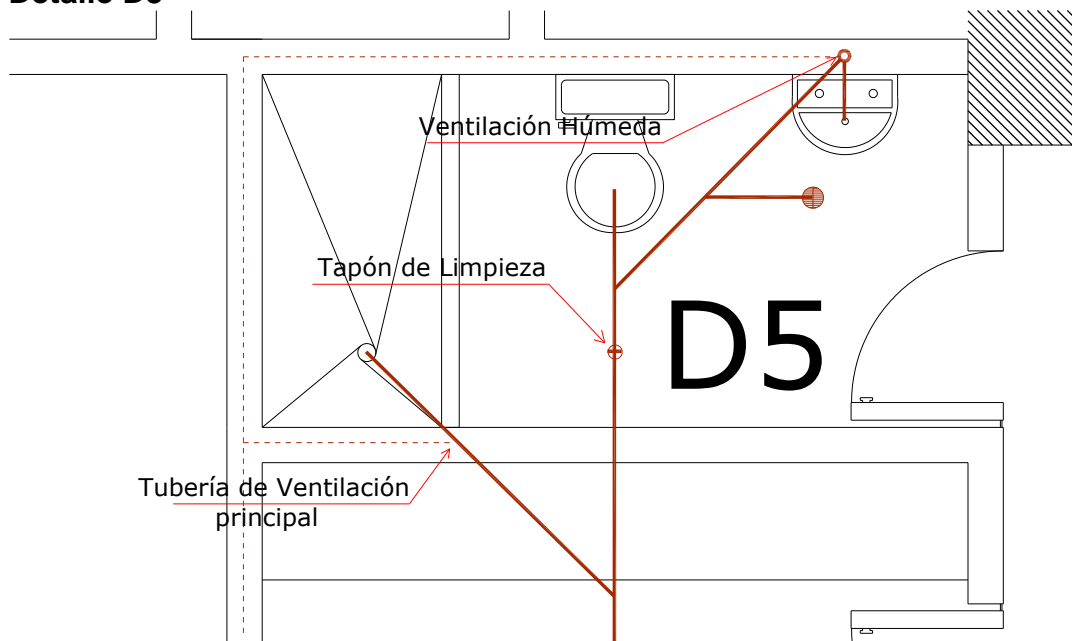
Detalle D4=D4'

El fregadero, el lavamanos y el sifon de piso estan ventilados humedamente por el ramal de descarga del lavamanos.

El excusado descarga directamente al bajante y se conecta al ramal de ventilación que va a la tubería principal de ventilación.



Detalle D5



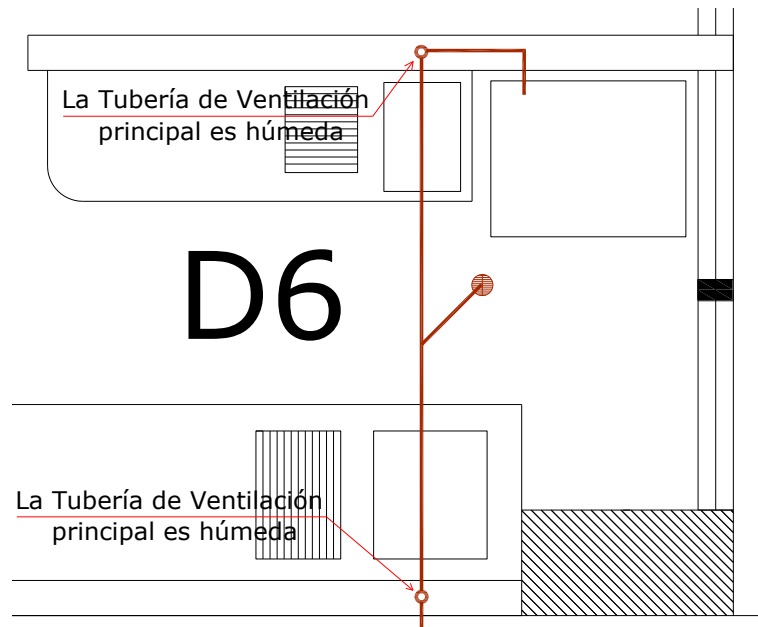
El lavamanos y el excusado se ventilan húmedamente por el ramal de descarga del lavamanos.

La ducha se ventila independientemente.

Detalle D6

La lavadora y el lavadero están ventilados húmedamente por la montante principal de ventilación que sirve también como ramal de descarga de dichos aparatos. De igual manera se hace con el fregadero.

El sifón de piso queda ventilado por la montante principal de ventilación.



Nomenclatura

BAN 1 Es la que aparece en el detalle **D1**

BAN 2 Es la que aparece en el detalle **D2**

BAN 3 Es la que aparece en el detalle **D3**

BAN 4 Es la simétrica del detalle **D1**, es decir, la de **D1'**.

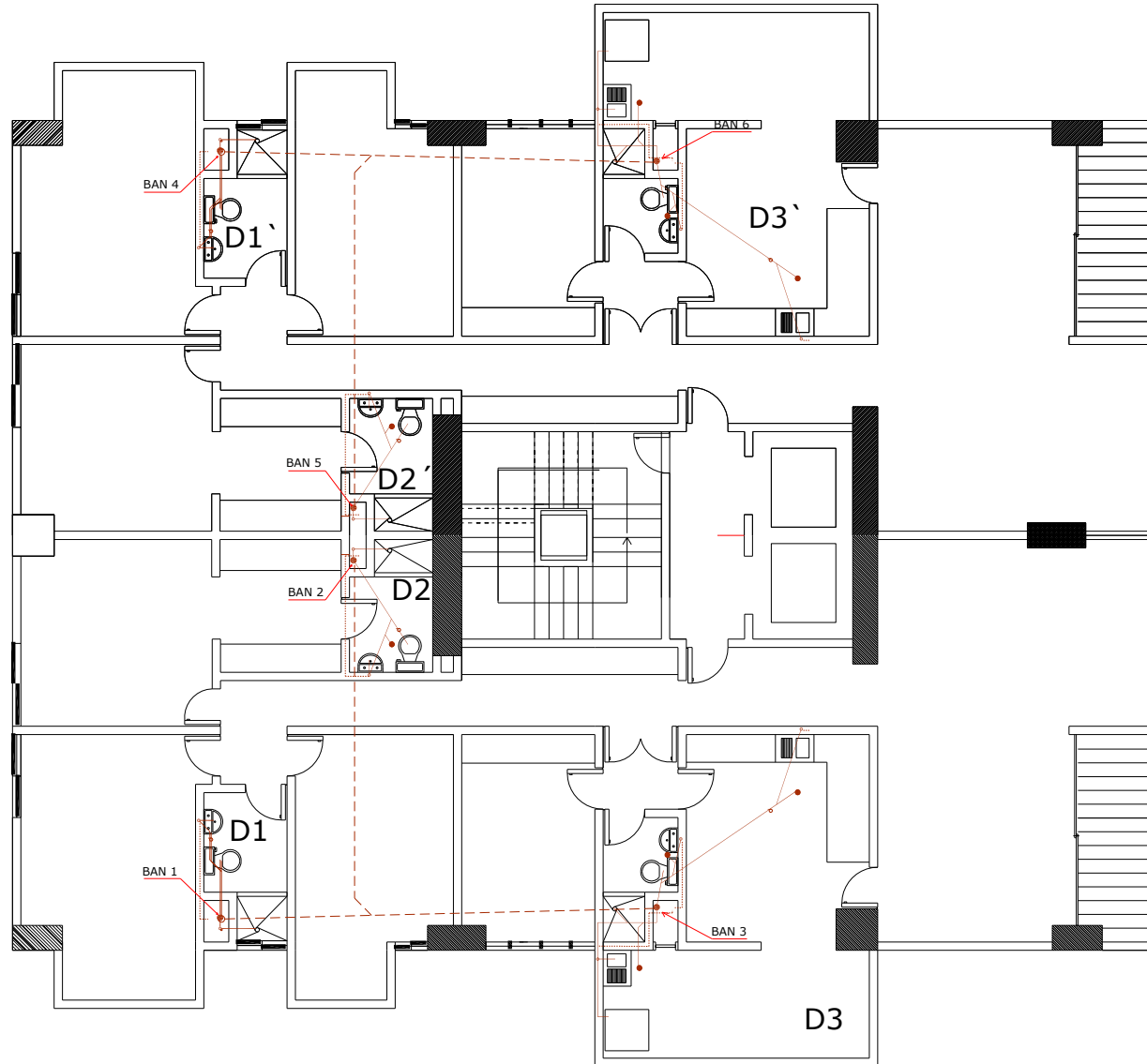
BAN 5 Es la simétrica del detalle **D2**, es decir, la de **D2'**.

BAN 6 Es la simétrica del detalle **D3**, es decir, la de **D3'**.

Recolección de Aguas Negras del Piso 1 al Piso 9 – Nivel +5.60

Por existir en el Nivel +1.40 un estacionamiento es necesario cambiar de dirección a los bajantes de aguas negras **BAN 1**, **BAN 2**, **BAN 4**, **BAN 5**. Los bajantes de aguas negras **BAN 1** y **BAN 2** doblan mediante tubería colgante del techo (Nivel +5.60) y descargan al bajante de aguas negras **BAN 3**, de igual manera los **BAN 4** y **BAN 5** descargan al **BAN 6** como se muestra en el siguiente plano:

TUBERÍA COLGANTE



Recolección en Planta Baja – Nivel +0.00

Los bajantes **BAN 3** y **BAN 6** descargan el acumulado de **BAN 1**, **BAN 2** y **BAN 4**, **BAN 5** respectivamente.

Cuando se requiera hacer cambios de dirección en ángulo recto es necesario instalar una caja de inspección (ver plano de recolección en Planta Baja).

Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de los ramales de descarga se tiene en cuenta lo establecido en la **Tabla 1** respecto al diámetro de la tubería de descarga.

Excusado o Inodoro.....	4"
Lavamanos.....	2"
Fregadero.....	2"
Ducha.....	2"
Sifón de Piso.....	2"
Lavadero.....	2"

Para el dimensionamiento de los ramales de desagüe se tienen en cuenta las Unidades De Descarga (UDD) acumuladas antes de entregar al bajante de aguas negras. Por lo general este es de 4" siempre que haya un excusado.

Para el dimensionamiento de los bajantes de aguas negras se debe tener en cuenta el número acumulado de UDD que aporta cada ramal de desagüe, para esto tenemos en cuenta también la **Tabla 1** donde se indica las unidades de descarga para cada aparato.

Detalle D1=D1'

1 Inodoro.....	3
1 Lavamanos.....	1
<u>1 Ducha.....</u>	<u>2</u>
Total	6 UDD

Detalle D4=D4'

1 Inodoro.....	3
1 Lavamanos.....	2
1 Sifón de Piso.....	2
<u>1 Fregadero.....</u>	<u>2</u>
Total	9 UDD

Detalle D2=D2'

1 Inodoro.....	3
1 Lavamanos.....	1
1 Ducha.....	2
<u>1 Sifón de Piso.....</u>	<u>2</u>
Total	8 UDD

Detalle D5

1 Inodoro.....	3
1 Lavamanos.....	2
1 Sifón de Piso.....	2
<u>1 Ducha.....</u>	<u>2</u>
Total	9 UDD

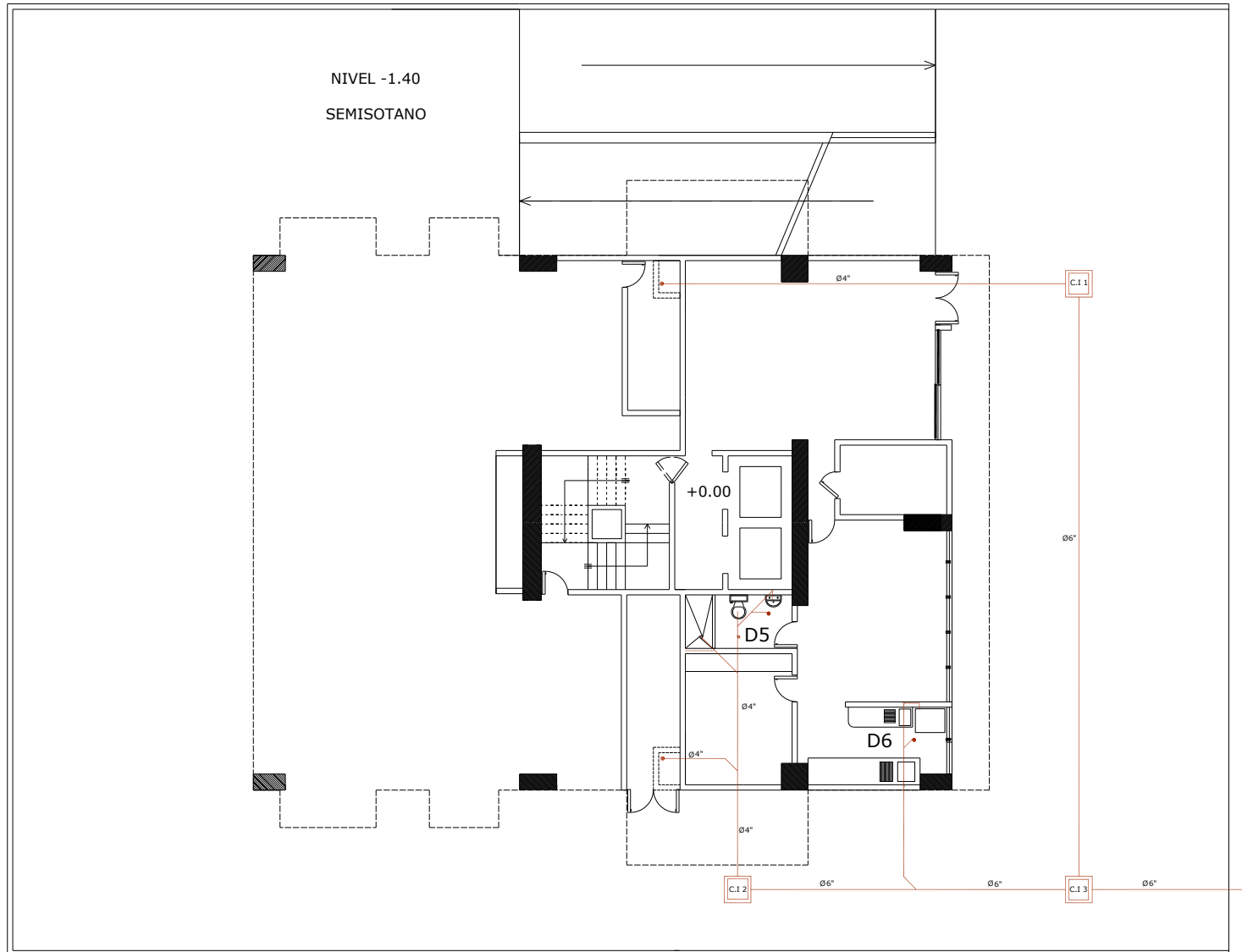
Detalle D3=D3'

1 Inodoro.....	3
1 Lavamanos.....	1
1 Ducha.....	2
3 Sifón de Piso....	6
1 Lavadero.....	3
1 Fregadero.....	2
<u>1 Lavadora.....</u>	<u>2</u>
Total	19 UDD

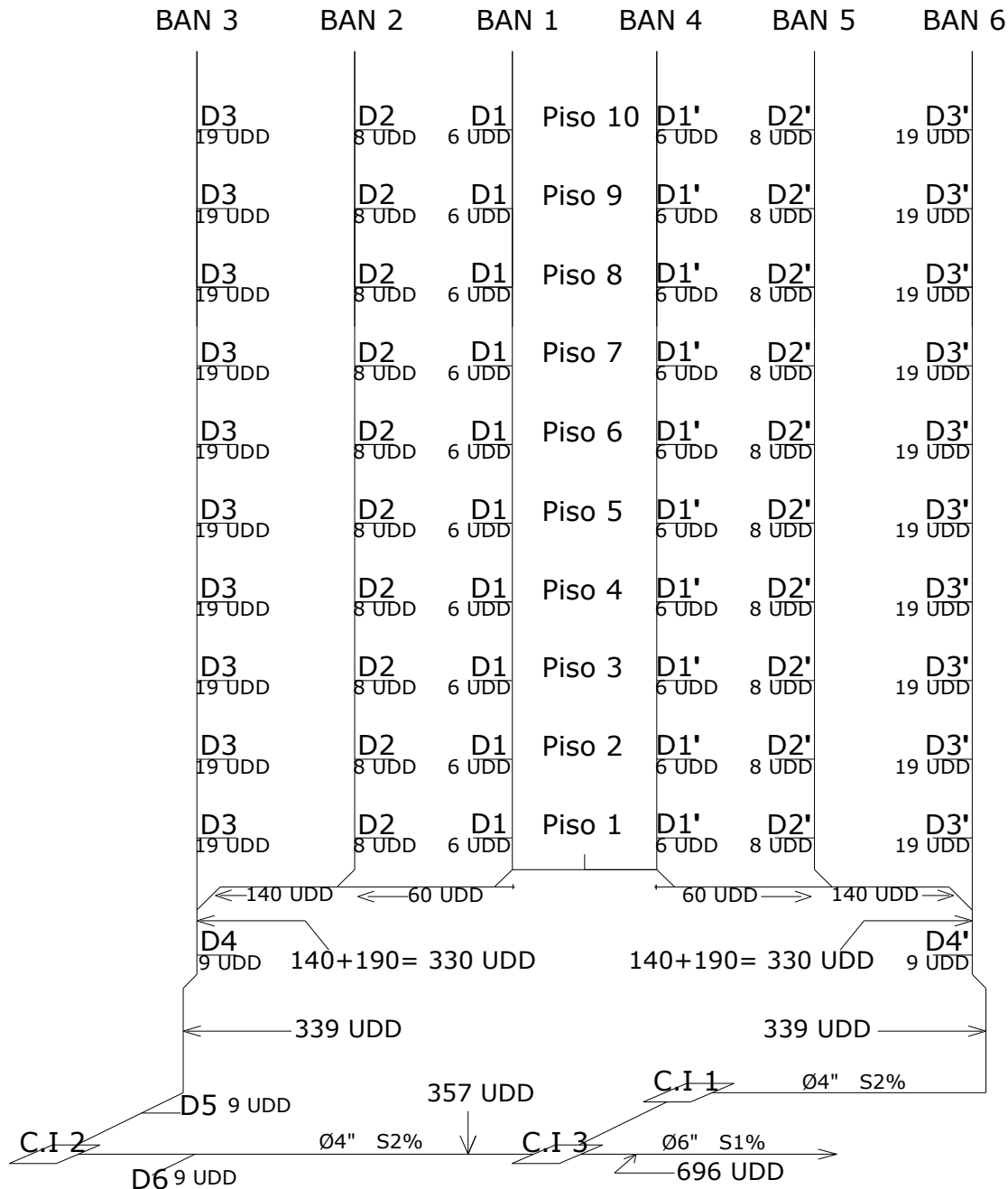
Detalle D6

1 Lavadero.....	3
1 Lavadora.....	2
1 Sifón de Piso....	2
<u>1 Fregadero.....</u>	<u>2</u>
Total	9 UDD

RECOLECCIÓN EN PLANTA BAJA – NIVEL +0.00



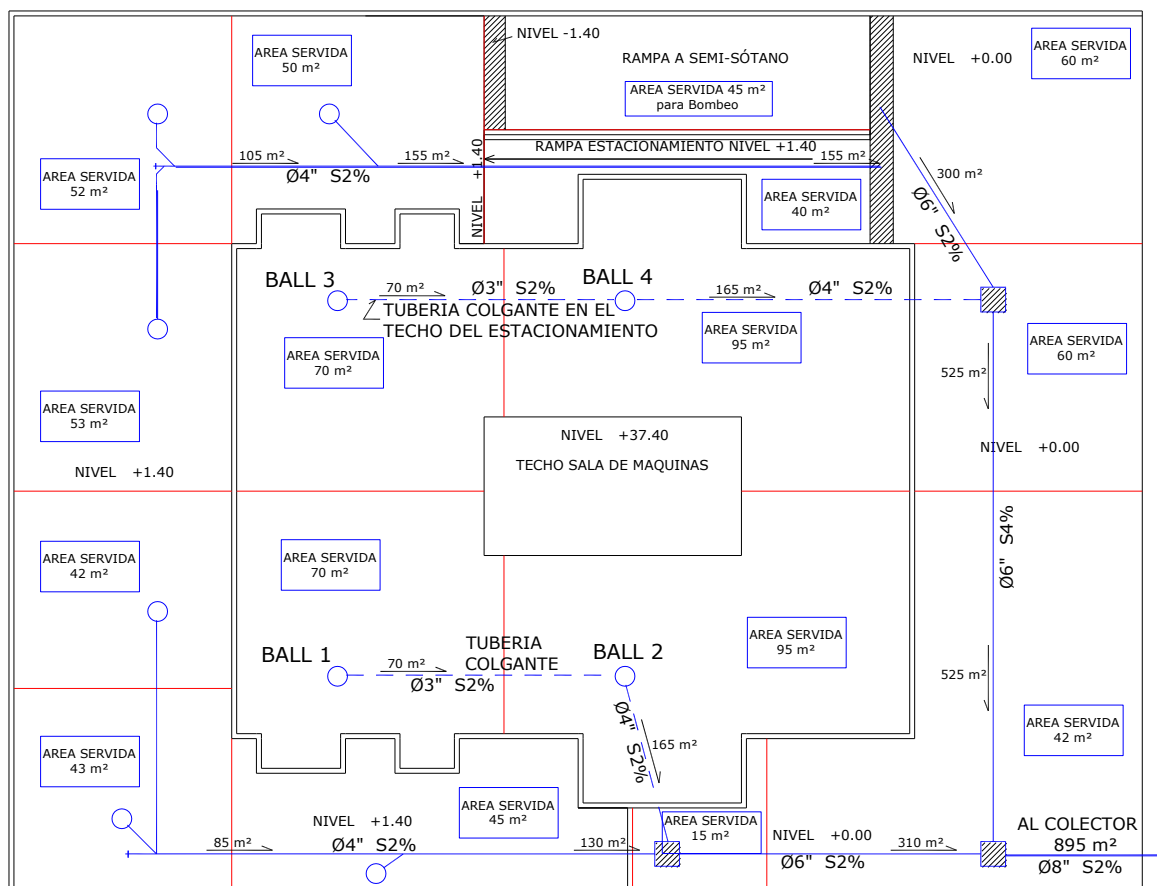
Para facilitar el cálculo de los diámetros de los bajantes de aguas negras se dibuja el perfil del edificio con el número de UDD que aporta cada ramal de desagüe en cada piso a su respectiva bajante.



De acuerdo a la **Tabla 3** un bajante de 4" tiene capacidad para drenar 500 UDD. Para la tubería horizontal, según la **Tabla 4** una tubería horizontal de 4" tiene capacidad para 216 UDD para una pendiente del 2%. De igual manera, para la tubería horizontal de 6" se tiene una capacidad de 700 UDD trabajando al 1%.

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL

De acuerdo al sentido de drenaje de la cubierta se ubican los bajantes de aguas lluvias en los ductos destinados para tal fin, en caso de no existir, se ubican siempre hacia el exterior de la edificación.



Los bajantes de aguas lluvias **BALL 2** y **BALL 4** sirven cada uno un área de 95m^2 , entrando en la **Tabla 11** se tiene que un bajante con diámetro de 3" (75 mm) puede drenar un área de 100m^2 para una intensidad de lluvia de 100mm/hora, de igual manera usamos 3" (75 mm) para los bajantes de aguas lluvias **BALL 1** y **BALL3**. En la práctica, en edificios por razones de mantenimiento el diámetro mínimo que se emplea es de 4" para bajantes y colectores horizontales.

Para dimensionar los colectores horizontales empleamos la **Tabla 12**. Por ejemplo, una tubería de 6" (152 mm) puede drenar un área de 663m^2 con una pendiente del 4% y para una intensidad de lluvia de 150mm/hora.

Bombeo

Debido a que el semisótano esta por debajo del nivel de la calle, se deberá bombear un área de 45m^2 que corresponde al área de la rampa de acceso. Si se tiene una precipitación de 150mm/hora el caudal es:

$$Q = \frac{\text{Area_servida}(\text{m}^2) * \text{Precipitación}(\text{mm/hora})}{3600\text{seg}} = \frac{45 * 150}{3600} = 1.87\text{LPS}$$

$$Q_{\text{Bombeo}} = 1.25Q = 1.25 * 1.87 = 2.34\text{LPS}$$

Calculo del Equipo:

ALTURA DINÁMICA (H)

Altura Estática (Desnivel).....2.00m

Perdidas por Succión.....3.00m*

Perdidas por Impulsión (10% de la longitud).....1.50m*

Presión mínima a la salida.....2.00m*

Presión (H) máxima.....8.50m

*Valores asumidos

POTENCIA DE LA BOMBA (HP_{Bomba})

$$HP_{\text{Bomba}} = \frac{Q_{\text{Bombeo}} * H}{75 * E} = \frac{2.34 * 8.5}{75 * 0.60} = 0.44\text{HP}$$

POTENCIA DEL MOTOR (HP_{Motor})

$$HP_{\text{Motor}} = 1.40 * HP_{\text{Bomba}} = 1.40 * 0.44 = 0.62\text{HP}$$

Los valores 0.44HP y 0.62HP sirven de referencia, la selección final deberá hacerse en base a las curvas características de los equipos que deben ser suministrados por el proveedor.

Tanque de Almacenamiento:

El volumen máximo para 30min es:

$$V_{\text{Max}} = Q * 1800\text{seg} = 1.87 * 1800 = 3.4\text{m}^3$$


El volumen mínimo para 10min es:

$$V_{\text{Min}} = Q * 1500\text{seg} = 1.87 * 1500 = 2.8\text{m}^3$$

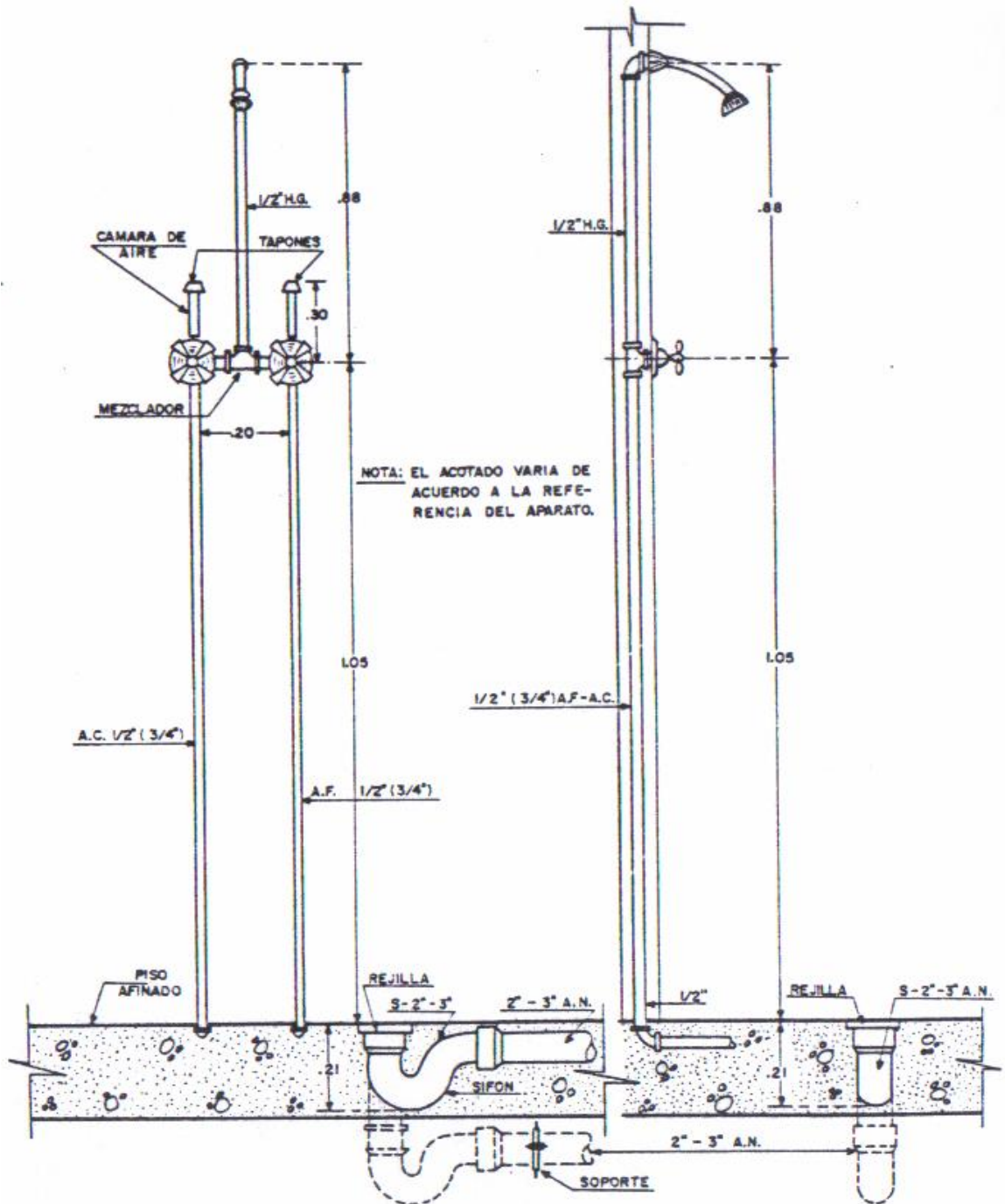
**ANEXO 1
CONVENCIONES**

NOMBRE	ABREVIATURA	SIMBOLOGÍA EN PLANTA
Bajantes de Aguas Negras	BAN	
Bajantes de Aguas Lluvias	BALL	
Bajantes de Ventilación	BV	
Caja de Inspección	CI	
Diámetro	Ø	
Pendiente en %	S	
Sifón de Piso	SP	
Tubería de Aguas Negras		
Tubería de Aguas Lluvias		
Tubería de Ventilación		
Tubería de P.V.C	PVC	
Tubería Colgante		
Ventilación Húmeda	VH	

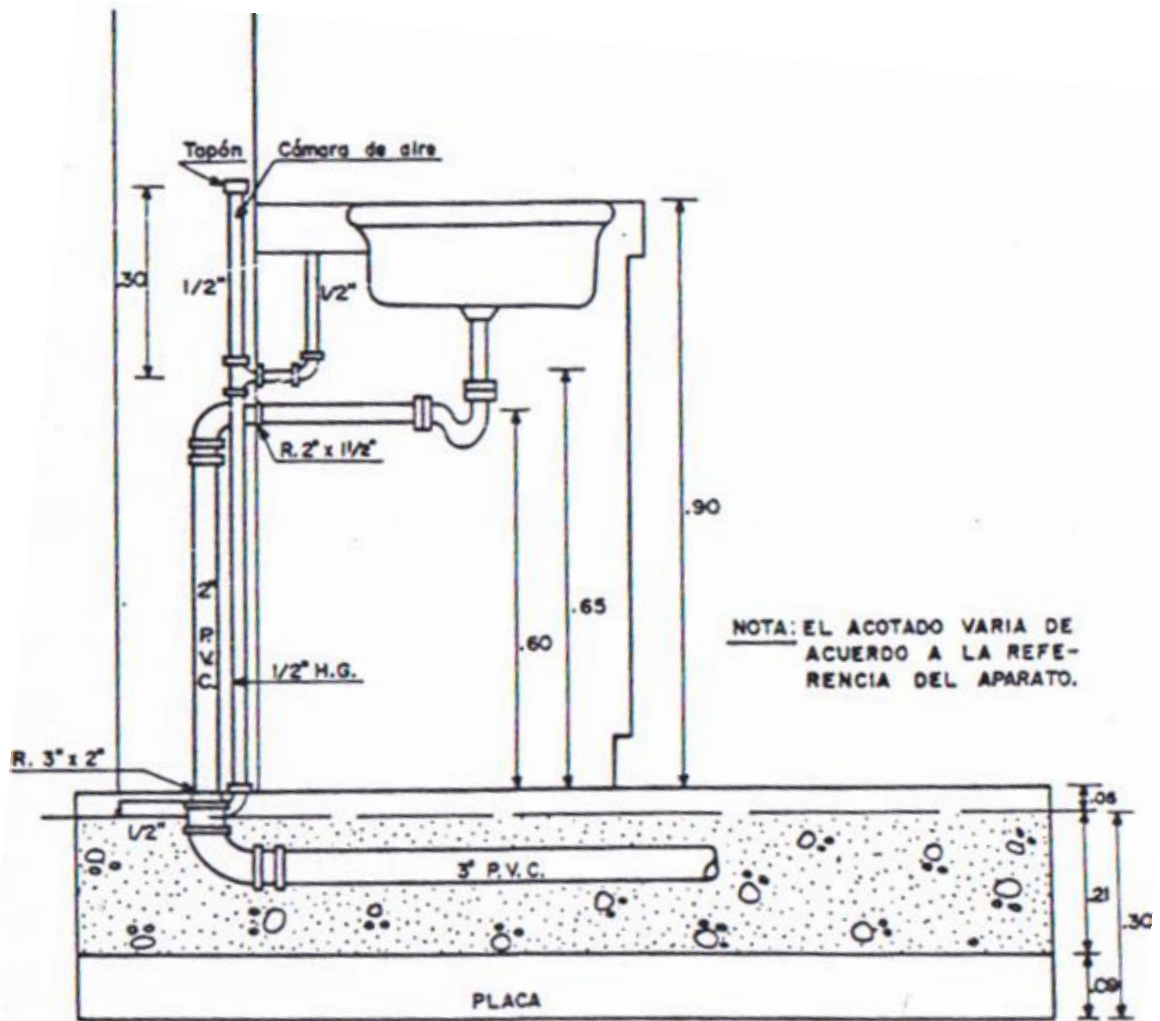
ANEXO 2 ROTULO DE LOS PLANOS

 empas <small>EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.</small>	<small>MODELO Y CALCULO</small> <input type="text"/> <small>N. P. XXXXX-XXXX de XXX</small>	<small>REVISOR</small> <input type="text"/>	<small>LEV. TOP. :</small> <small>DISEÑADO :</small> <small>REVISOR :</small> <small>FECHA :</small> <small>ESCALA :</small>	<small>APROBADO</small> <input type="text"/>	<small>REVISIONES</small> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">REFERENCIA</th> <th style="width: 30%;">RESPONS.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	REFERENCIA	RESPONS.							<small>NOMBRE DE PROYECTO</small> <input type="text"/>	<small>NOMBRE DE PLANO</small> <input type="text"/>	<small>SON X PLANOS</small> <small>PLANO No. X</small> <input type="text"/>
REFERENCIA	RESPONS.															

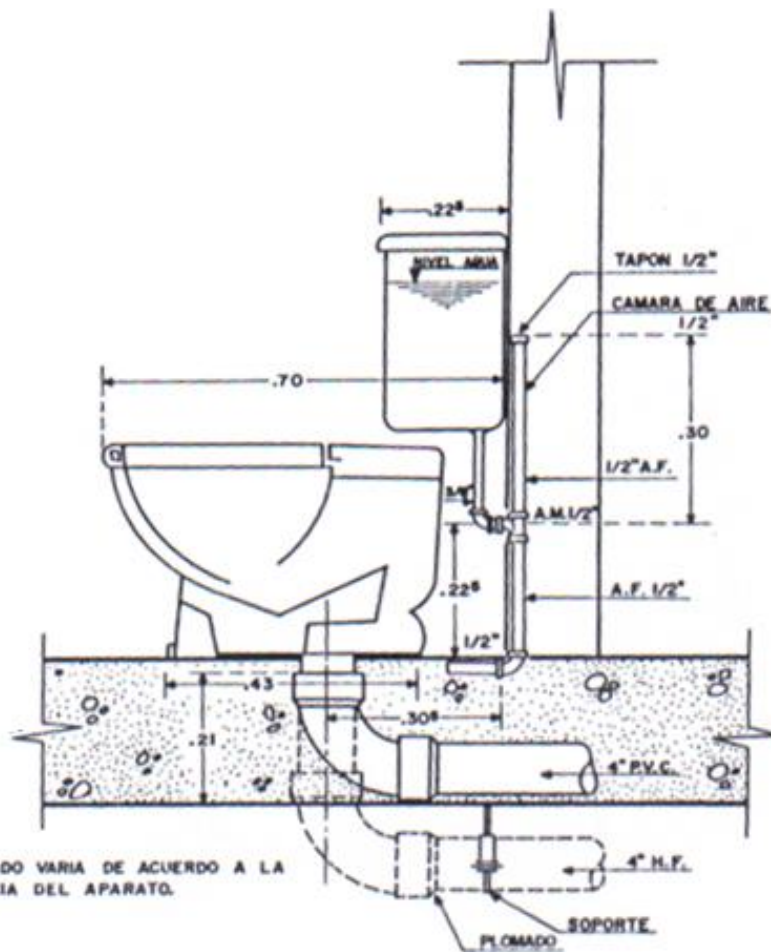
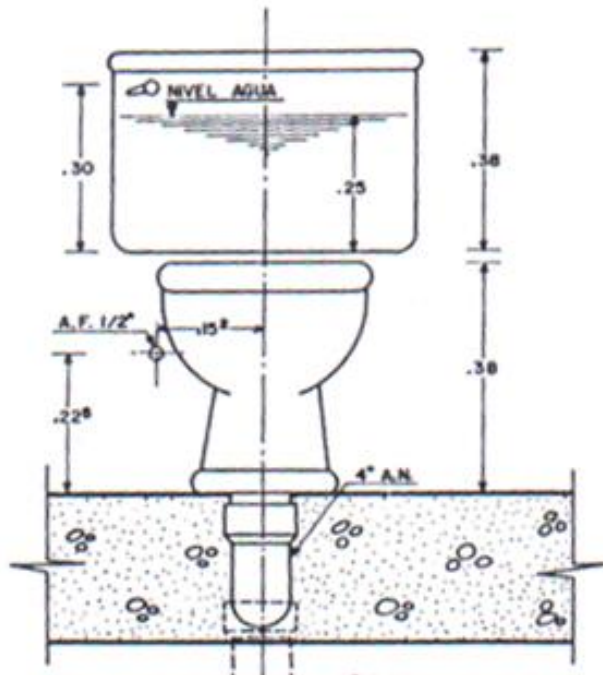
ANEXO 3 INSTALACIONES SANITARIAS



Instalación de la Ducha

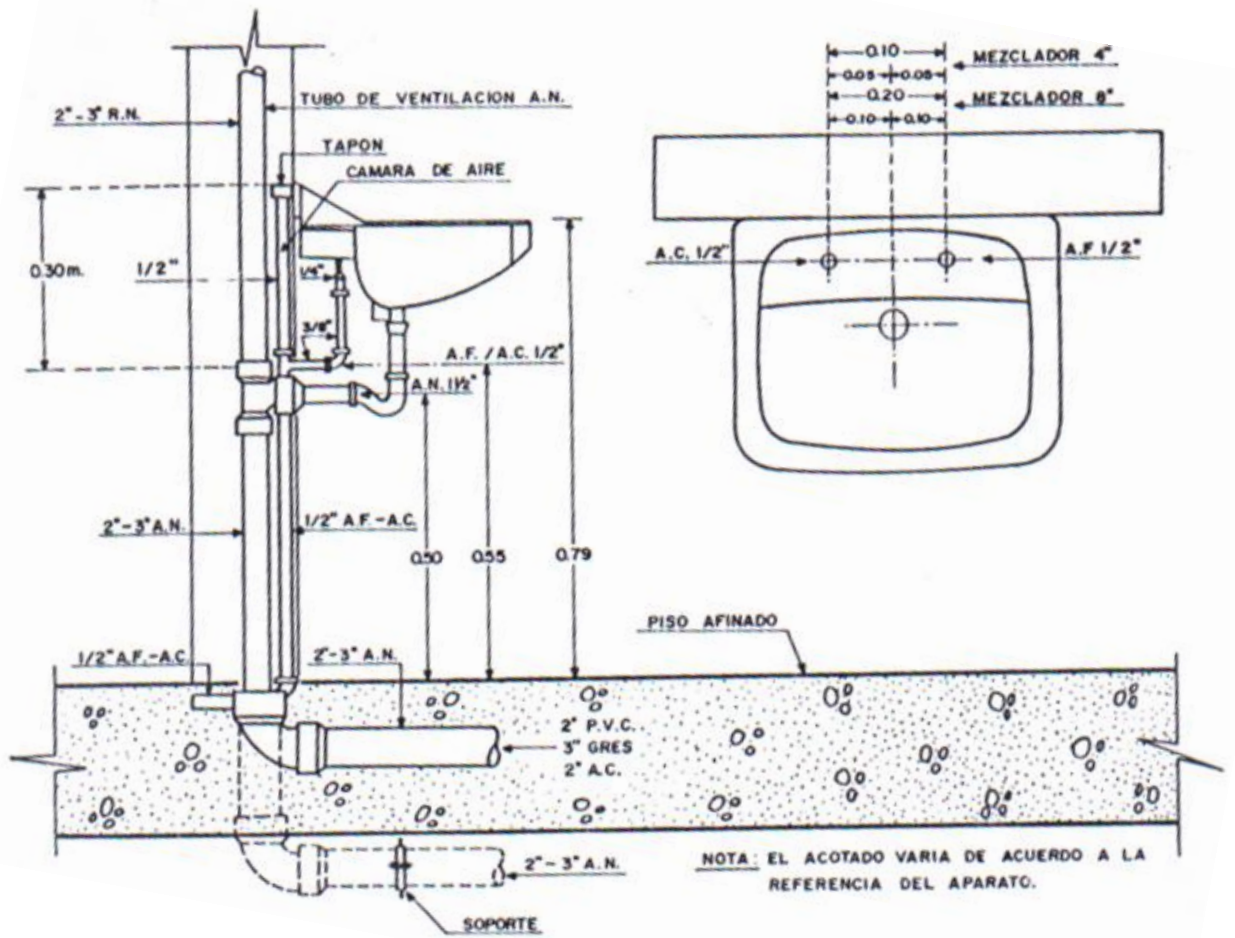


Instalación del Lavaplatos

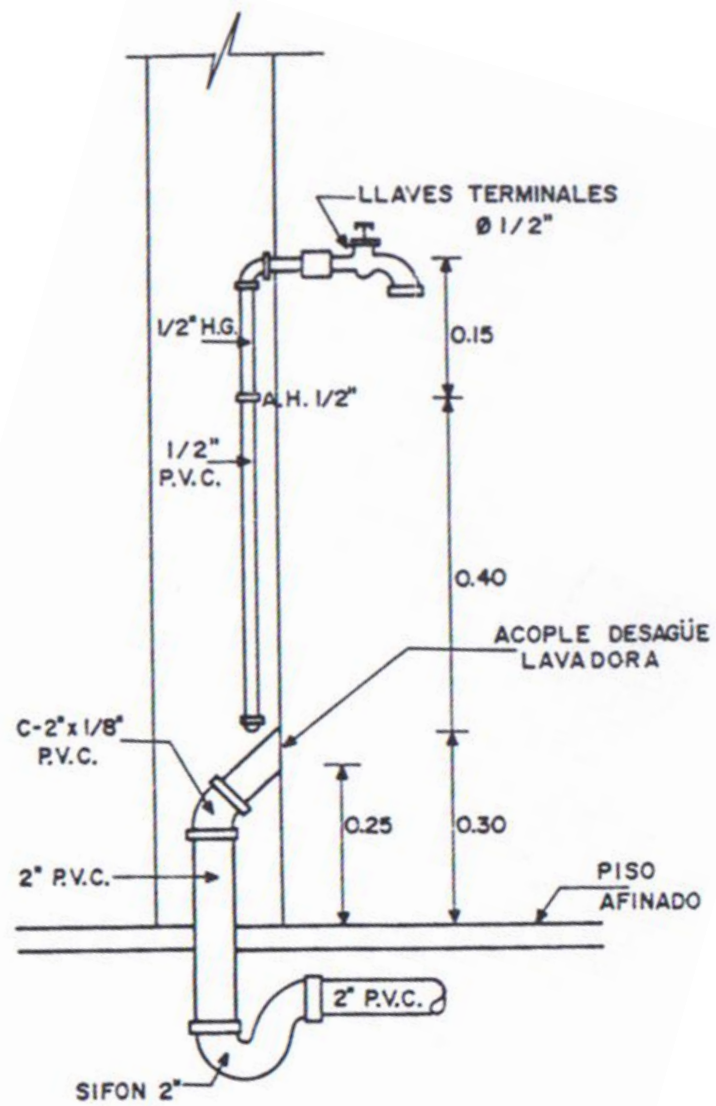


NOTA: EL ACOTADO VARIA DE ACUERDO A LA REFERENCIA DEL APARATO.

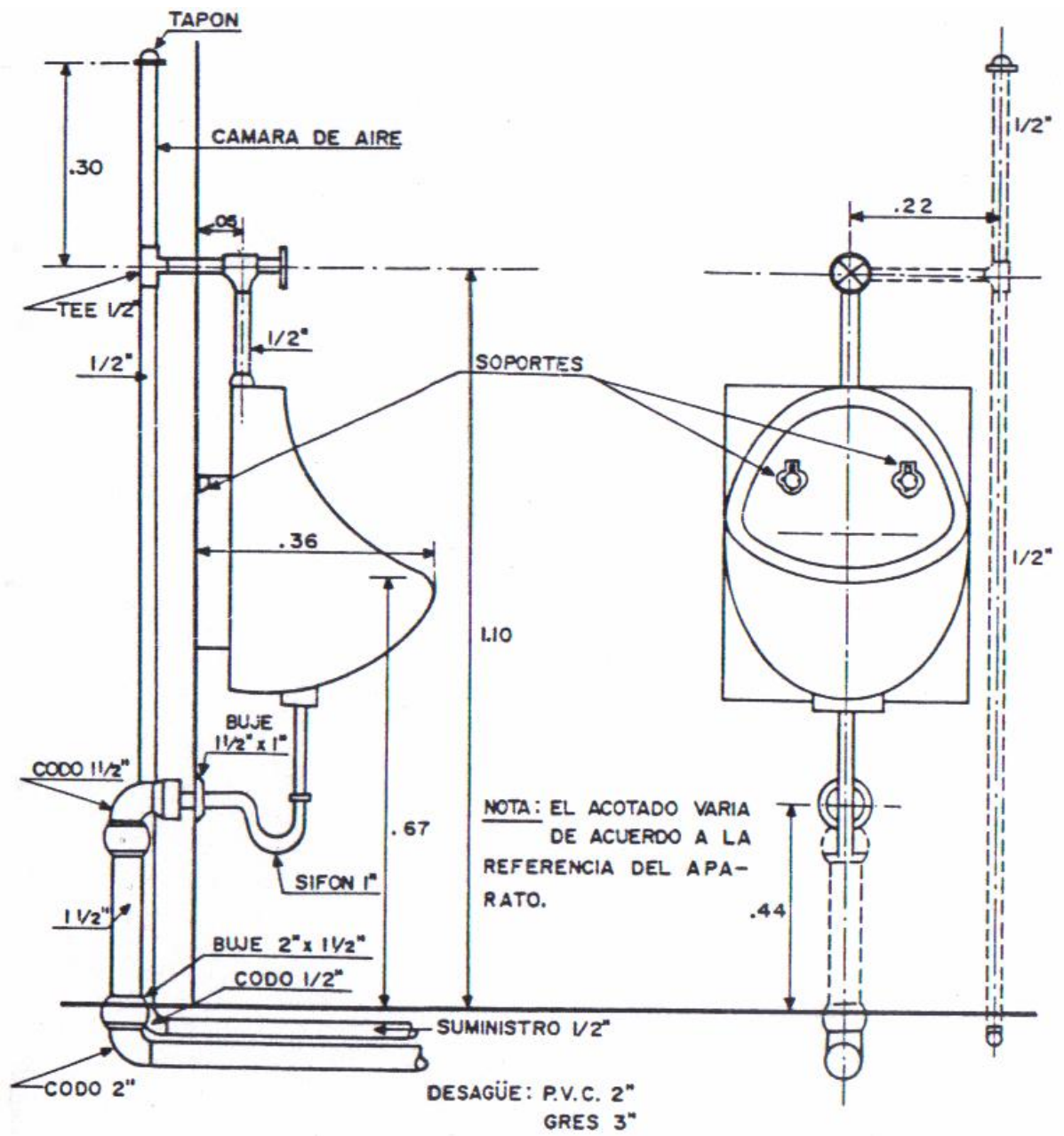
Instalación del W.C de tanque



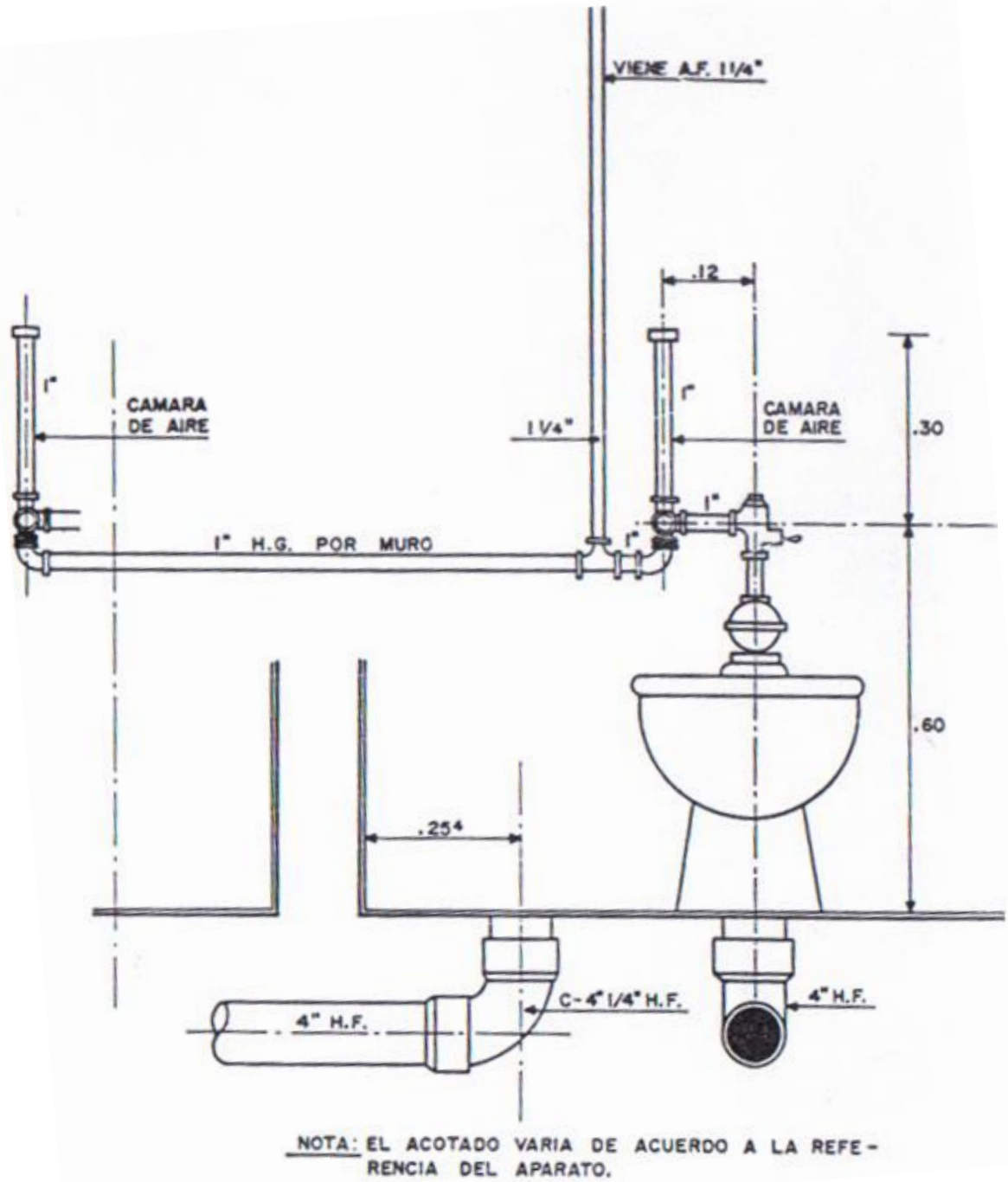
Instalación del Lavamanos



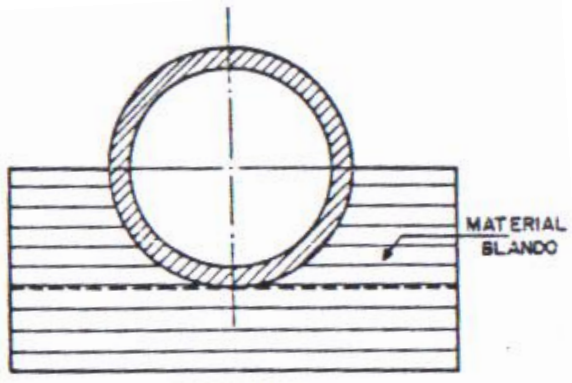
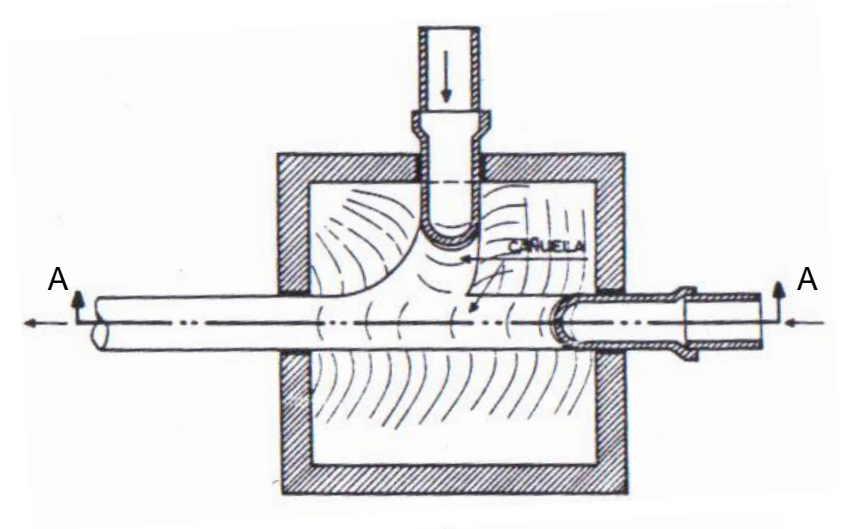
Conexiones para Lavadora



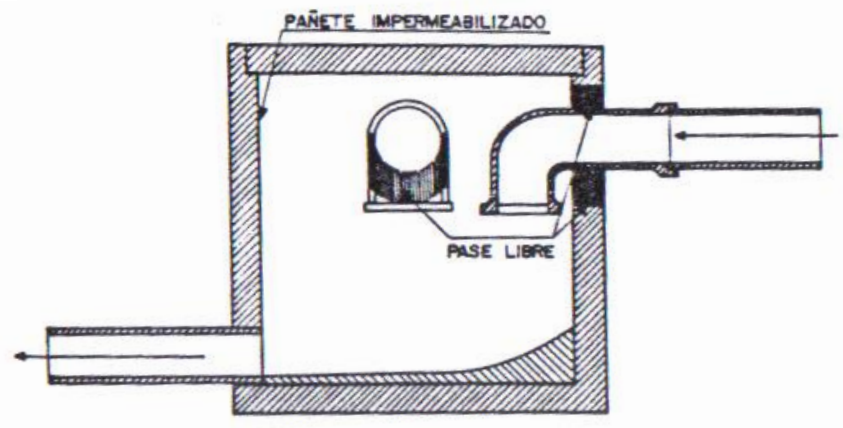
Instalación de Orinal



Instalación del Sanitario tipo Fluxómetro



SECCION TRANSVERSAL



CORTE A-A

Detalle de Caja de Inspección

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Código de Fontanería. NORMA TECNICA COLOMBIANA N.T.C.1500.

MANUAL DE LAS INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS. Gay, Fawcett, McGuinness and Stein.

NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE ALCANTARILLADO. Convenio Sena-Camacol.

REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS 2000. RESOLUCION 1096/2000 MINISTERIO DE DESARROLLO.

AGUA, INSTALACIONES SANITARIAS EN LOS EDIFICIOS. Arquitecto Luis A. López R.

PLOMERIA, SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA FRIA, DESAGUE E INSTAACIONES SANITARIAS. F. Hall.

INSTALACIONES SANITARIAS EN LOS EDIFICIOS -TOMO 4-. Gustavo Tatá C.

SISTEMAS SANITARIOS. Álvaro Hernández Rey.

INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES –REPUBLICA DOMONICANA-. Boletín Técnico N° 8 de 1980.

MANUAL DE MANTENIMIENTO, TOMO 3 –VENEZUELA-. Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas FEDE.

RECOMENDACIONES PROVISIONALES PARA INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES –REPUBLICA DOMINICANA-. Departamento de Normas, Reglamentos y Sistemas.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, TITULO 3 PARTE III INSTALACIONES SANITARIAS –PERU-. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

APUNTES DE CLASE. Profesor Ingeniero Mario García Solano.