

VII

Sistema de evacuación de aguas residuales

El sistema de tuberías de aguas residuales, tanto verticales como horizontales permite transportar las aguas residuales de los niveles superiores hasta el sistema colector de la edificación.

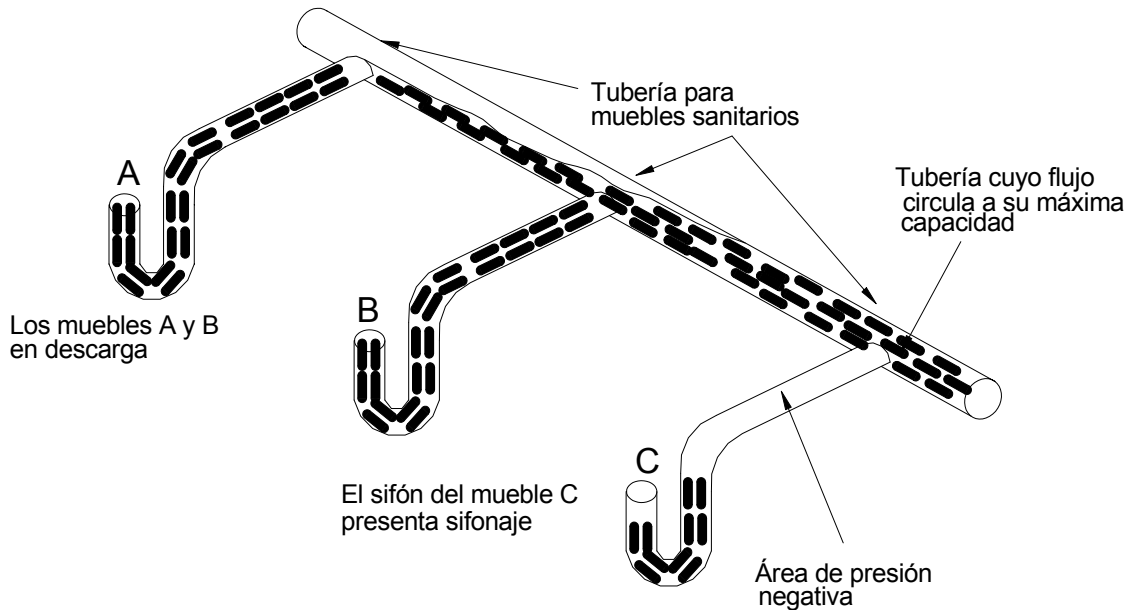
7.1 Principios de los sistemas

Los sistemas de tubería de aguas negras y jabonosas deben contener la menor cantidad posible de tubos para sacar el agua sucia de la construcción de manera rápida y silenciosa. No deben constituir una molestia o un 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.

7.2 Pérdida del sello de agua en sifones

Esto puede ocurrir en los casos siguientes:

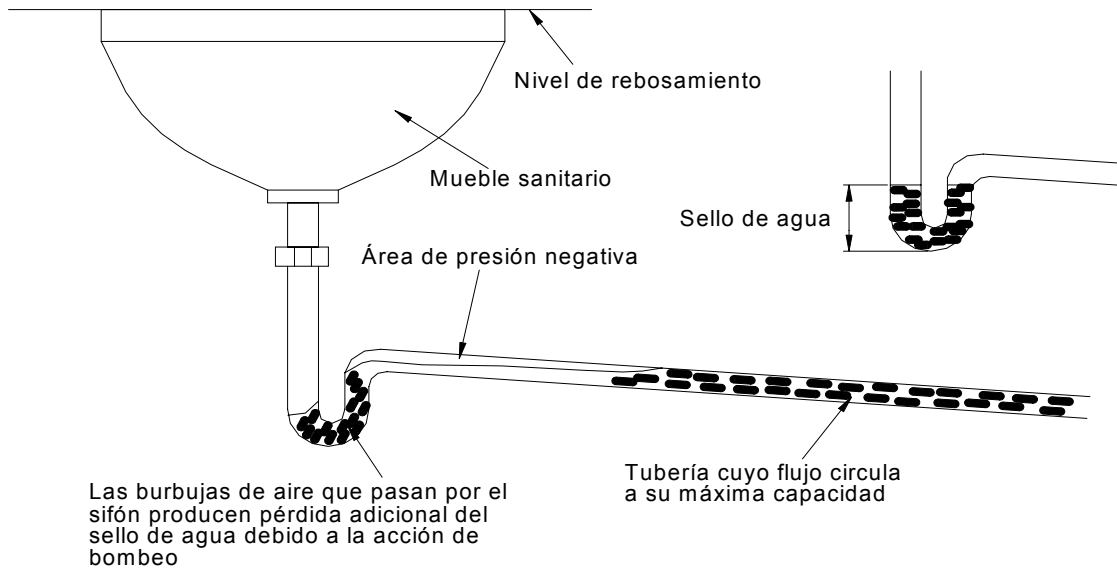
SIFONAJE INDUCIDO. Es provocada por la descarga de agua de otro dispositivo sanitario conectado a la misma tubería. El agua que pasa por la conexión de la tubería secundaria puede extraer aire de ésta, lo que provoca un vacío parcial y causa sifonaje (véase la **figura 7.1**).



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.1 Sifonaje inducido.

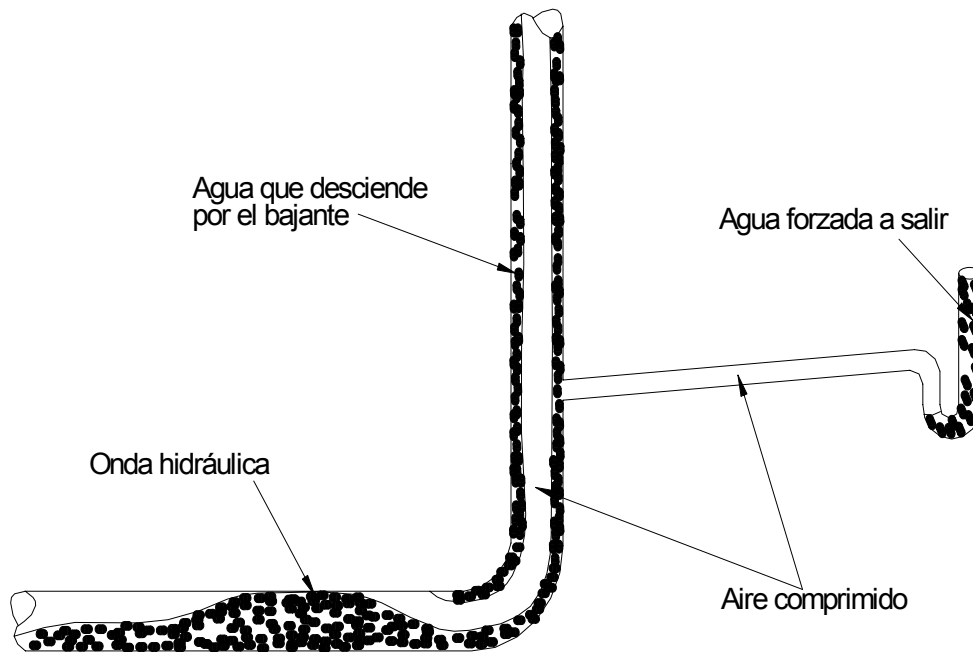
AUTOSIFONAJE. Es provocado por un tapón de agua móvil en la tubería de desagüe conectada al sifón. A medida que el tapón de agua baja por la tubería, en el lado de la salida del sifón se crea un vacío parcial y se produce el sifonaje (véase la **figura 7.2**).



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.2 Autosifonaje.

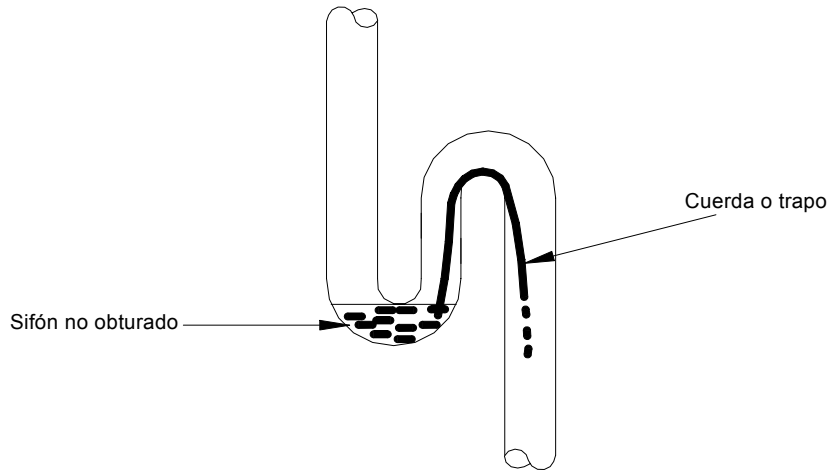
COMPRESIÓN O CONTRAPRESIÓN. A medida que el agua desciende por el bajante, arrastra aire y también comprime el aire que se encuentra delante de ella. Cuando el agua pasa por un codo (casi siempre en la base del bajante), el cambio de dirección disminuye momentáneamente la velocidad del flujo y también 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 la **figura 7.3**).



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.3 Compresión o contrapresión.

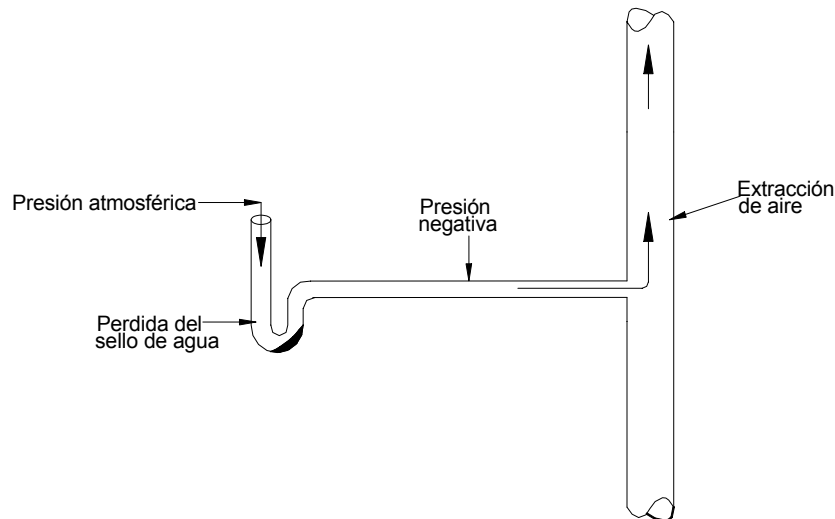
ATRACCIÓN CAPILAR. Es provocada por una pieza de material poroso, como un trapo o una cuerda, atrapada en la salida del sifón y que extrae agua de éste por atracción capilar (véase la **figura 7.4**).



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.4 Atracción 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 éste. Si la velocidad del aire es variable, el agua en el sifón oscila hasta que se rompe el sello de agua (véase la **figura 7.5**).



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.5 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 del sello. En condiciones normales, la razón de evaporación es aproximadamente 2.5 mm por semana. Un sifón con un sello de agua de 76 mm perdería su sello de agua aproximadamente en 30 semanas, dependiendo de la humedad relativa del aire.

IMPULSO. La causa más común de pérdida 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

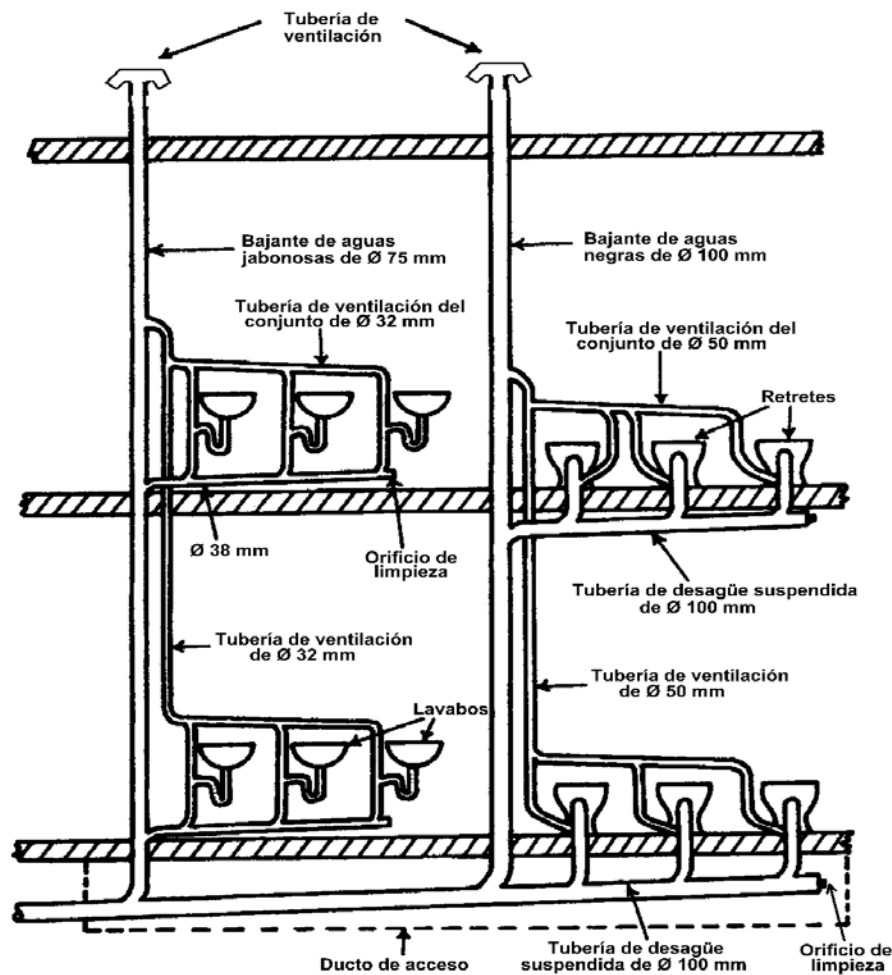
sifón por abajo del nivel del agua.

7.3 Sistemas

Hay varios sistemas de conexiones, por el cual el ingeniero proyectista deberá decidir el mejor de acuerdo a su realidad.

7.3.1 Sistema doble o de dos tuberías

Este sistema (**figura 7.6**) se usa cuando existe una gran distancia horizontal entre los muebles e instalaciones sanitarias. En edificios como fabricas escuelas y hospitales, los lavabos o fregaderos pueden estar instalados a una gran distancia horizontal del bajante principal que transporta las descargas de los retretes. En estos casos suele ser menos costoso conectar al desagüe un bajante individual que reciba las descargas de los aparatos e instalaciones que generan aguas jabonosas. En el sistema, estos aparatos o instalaciones (lavabos, fregaderos, bañeras, duchas y bidés) están conectados al bajante para aguas jabonosas, y los aparatos que generan aguas negras (retretes, mingitorios, fregaderos para cómodos y vertederos para desechos) están conectados al bajante de aguas negras.



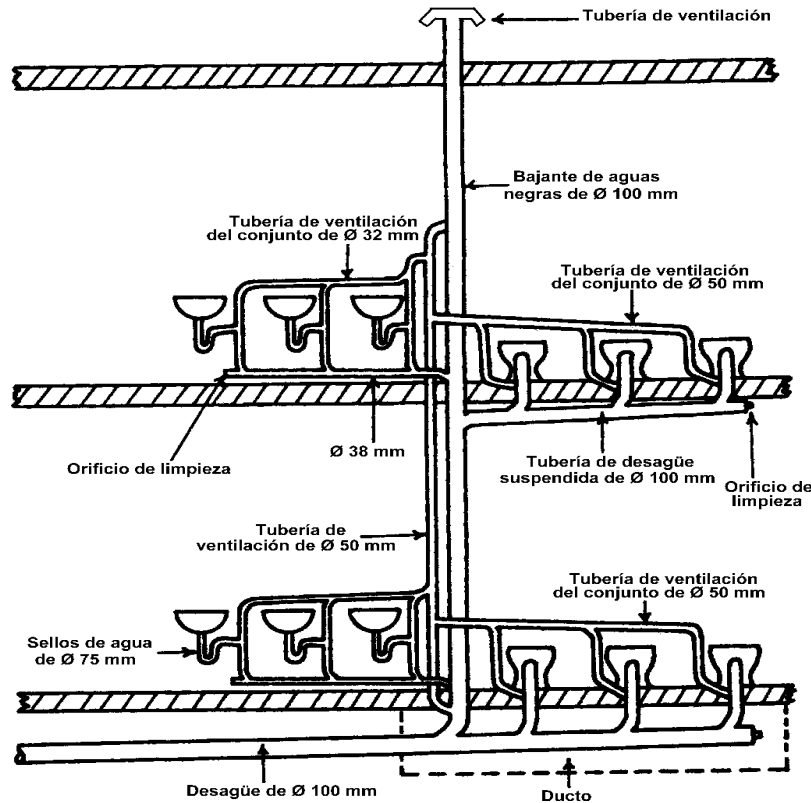
Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.6 Ejemplo de sistema doble o de dos tuberías.

7.3.2 Sistema ventilado

Este sistema también se denomina sistema de bajante único totalmente ventilado. El sistema se usa en hospitales, oficinas y fábricas en los que hay un gran número de dispositivos sanitarios conectados a las tuberías secundarias de aguas negras o jabonosas, las cuales, a su vez, están conectadas a un bajante único.

Para evitar la pérdida de los sellos de agua debido al sifonaje, a la salida de cada sifón se conecta una tubería antisifonaje. La contrapresión en la base del bajante se elimina si la tubería principal de ventilación se conecta al bajante de descarga cerca del codo o al desagüe horizontal.



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.7 Ejemplo de sistema ventilado o de tubería totalmente ventilada.

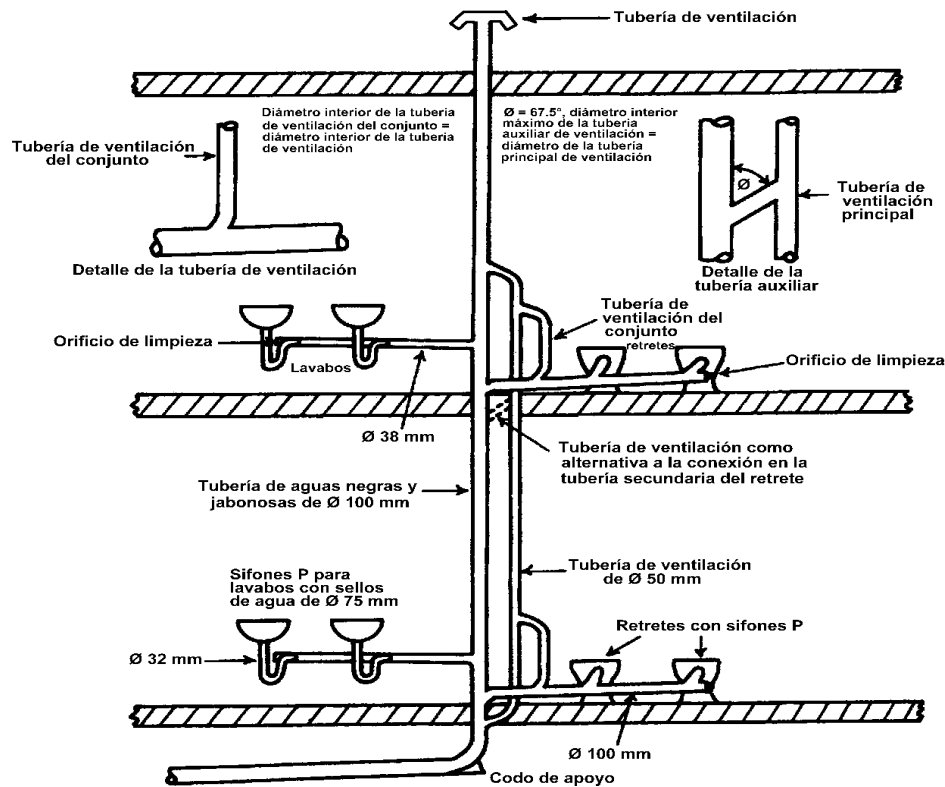
7.3.3 Sistema de bajante único modificado

Este sistema se usa en edificios en los que el agrupamiento próximo de dispositivos sanitarios permite la instalación de tuberías secundarias de aguas negras o jabonosas sin necesidad de tuberías de ventilación de sifón individuales, como se requiere en el sistema de tubería único totalmente ventilado de la **figura 7.8**. Las tuberías secundarias que sirven a hileras de hasta 8 retretes miden normalmente 100 mm de diámetro interior y en el supuesto de que tales tuberías no cuentan con codos, no son necesarias las tuberías de ventilación para los sifones. En el caso de tuberías secundarias para conjuntos de mingitorios, su diámetro interior es de 50 mm o 75 mm, por lo que las tuberías de ventilación de los sifones tampoco son necesarias. Sin embargo, una tubería secundaria de 38 mm de diámetro interior de un mingitorio de tazón debe ser lo más corta posible.

Para conjuntos de hasta 4 lavabos, generalmente no se necesitan tuberías de ventilación para los sifones, suponiendo que la tubería secundaria sea recta y el gradiente esté entre 1° y 2.5° (18 y 45

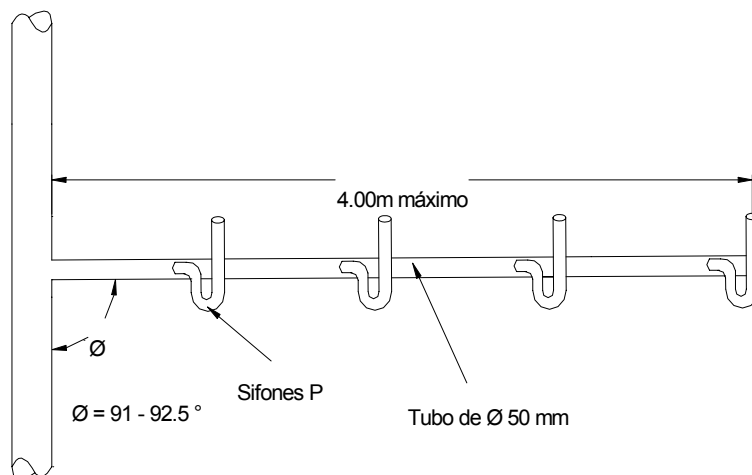
mm/m); ver la **figura 7.9**. En conjuntos de cinco lavabos y cuando la tubería secundaria mida 7 m o menos, una tubería de ventilación de 25 mm de diámetro impide el sifonaje, en el supuesto de que el diámetro interior de la tubería de desagüe no sea menor que 50 mm y su pendiente no sea mayor que 2.50 (véase la **figura 7.10**).

Si los lavabos cuentan con aspersores (que vuelven innecesarios los tapones), la descarga es de sólo de 0.06 l/s aproximadamente, por lo que se puede usar una tubería secundaria de 32 mm de diámetro. Sin embargo, si el número de lavabos es cinco o si la longitud total de la tubería excede de 4.5 m, es necesario contar con una tubería de ventilación de 25 mm de diámetro interior.



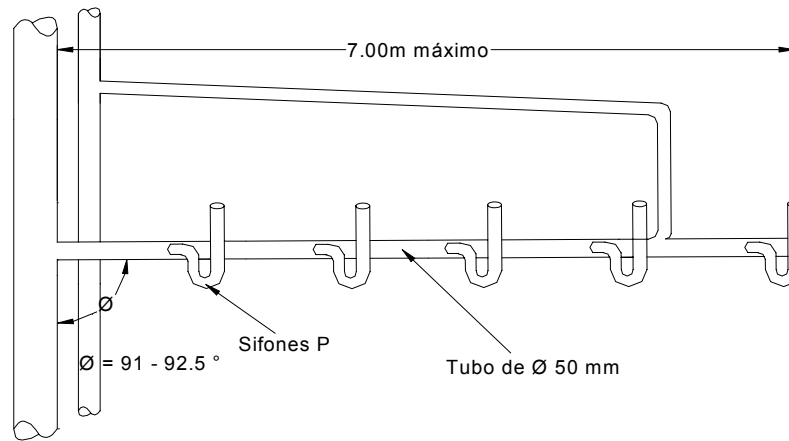
Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.8 Ejemplo de sistema de bajante único y modificado.



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.9 Conjunto de hasta cuatro lavabos.

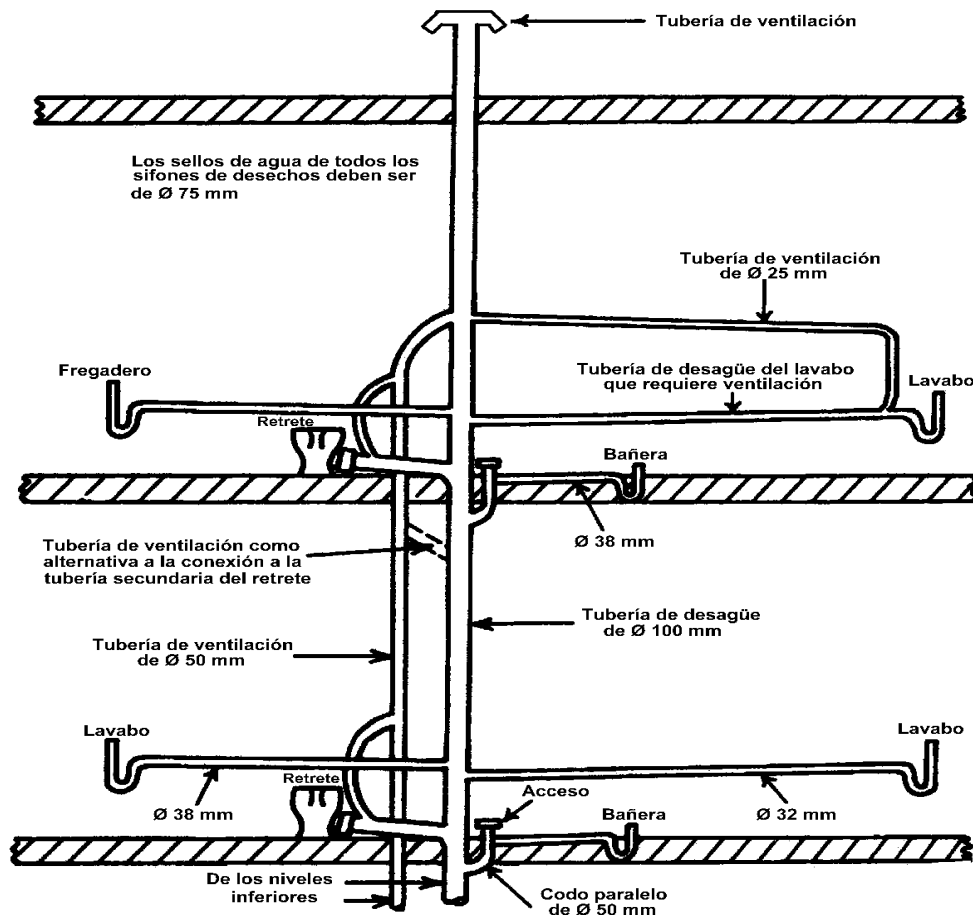


Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.10 Conjunto de hasta cinco lavabos.

7.3.4 Sistema de bajante ventilado

En este sistema, varios muebles sanitarios son agrupados alrededor del bajante principal: retrete, bañera, fregadero y lavabo. Se requiere una tubería de ventilación que alivie cualquier acumulación de presión del aire provocada por el agua (con espuma de detergente) que descienda por el bajante. Los sellos de agua en el sifón se mantienen por:



Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

Fig. 7.11 Ejemplo de sistema de bajante ventilado.

- a) Ventilación cruzada, ya sea del retrete o del bajante de descarga a la tubería principal de ventilación.
- b) Limitación de las longitudes y pendientes de las tuberías de descarga secundarias que deben ser de diámetro interior idóneo.

7.3.5 Sistema de bajante único

Generalmente, el sistema se instalan en casas y apartamentos, aunque puede instalarse en otros tipos de construcciones.

A continuación se proporcionan los requisitos más importantes del sistema.

1. Los muebles e instalaciones sanitarias se deben agrupar cerca del bajante de descarga, de modo que las tuberías secundarias para aguas negras y jabonosas sean lo mas cortas posible.
2. Los muebles e instalaciones sanitarias deben conectarse individualmente al bajante.
3. La tubería de descarga vertical debe ser recta por abajo del dispositivo más elevado, a fin de eliminar la contrapresión en el bajante.
4. El codo al pie del bajante debe tener un radio de 200 mm (mínimo) en la línea de centros. También es posible usar dos codos de 135°. Lo anterior tiene como objetivo eliminar la contrapresión en la base del bajante.
5. Para edificios de hasta 5 niveles, la distancia de la conexión secundaria inferior a la parte mas, baja del desagüe debe medir por lo menos 750 mm. Para casas de hasta tres niveles de altura esta distancia no debe ser menor que 450 mm. Para grandes edificios de varios niveles es preferible conectar los dispositivos de la planta baja directamente al desagüe horizontal, en vez de hacerlo al bajante. Para edificios con más de 20 niveles, los dispositivos de la planta baja y del primer piso se pueden conectar directamente al desagüe horizontal, en vez de hacerlo al bajante.
6. Las uniones para conexiones a los retretes se deben tender en la dirección del flujo y el radio en la parte más baja de la unión no debe medir menos de 50 mm.
7. Para evitar que la descarga de un retrete con sifón en forma de P regrese a la tubería secundaria de una bañera o ducha, la cual tiene un diámetro menor, esas instalaciones se deben conectar al bajante de modo que su línea de centros se encuentre con la línea de centros de la tubería secundaria del retrete o esté por arriba de este nivel. De manera alternativa, la línea de centros de la conexión de la bañera o ducha debe estar por lo menos a 200 mm por abajo de la línea de centros de la conexión bifurcada del retrete o puede usarse una taza de retrete con sifón en forma de S (véase la **figura 7.12**).
8. Para evitar que la descarga de una tubería de aguas negras de diámetro pequeño regrese hacia otra tubería con las mismas características, las distancias entre las líneas de centros de las conexiones opuestas para bajantes de 75 mm, 100 mm, 125 mm y 150 mm de diámetro deben ser de 90 mm, 110 mm, 210 mm y 250 mm, respectivamente.
9. De ser posible, los muebles e instalaciones que generan aguas jabonosas deben contar con sifones en forma de P.

10. A medida que aumenta la longitud de la tubería, disminuye la pendiente. Lo anterior es para evitar la pérdida de sellos de agua en los sifones debido a autosifonaje.

En la **figura 7.13** se muestra un sistema de bajante único para un edificio de apartamentos de cinco niveles.

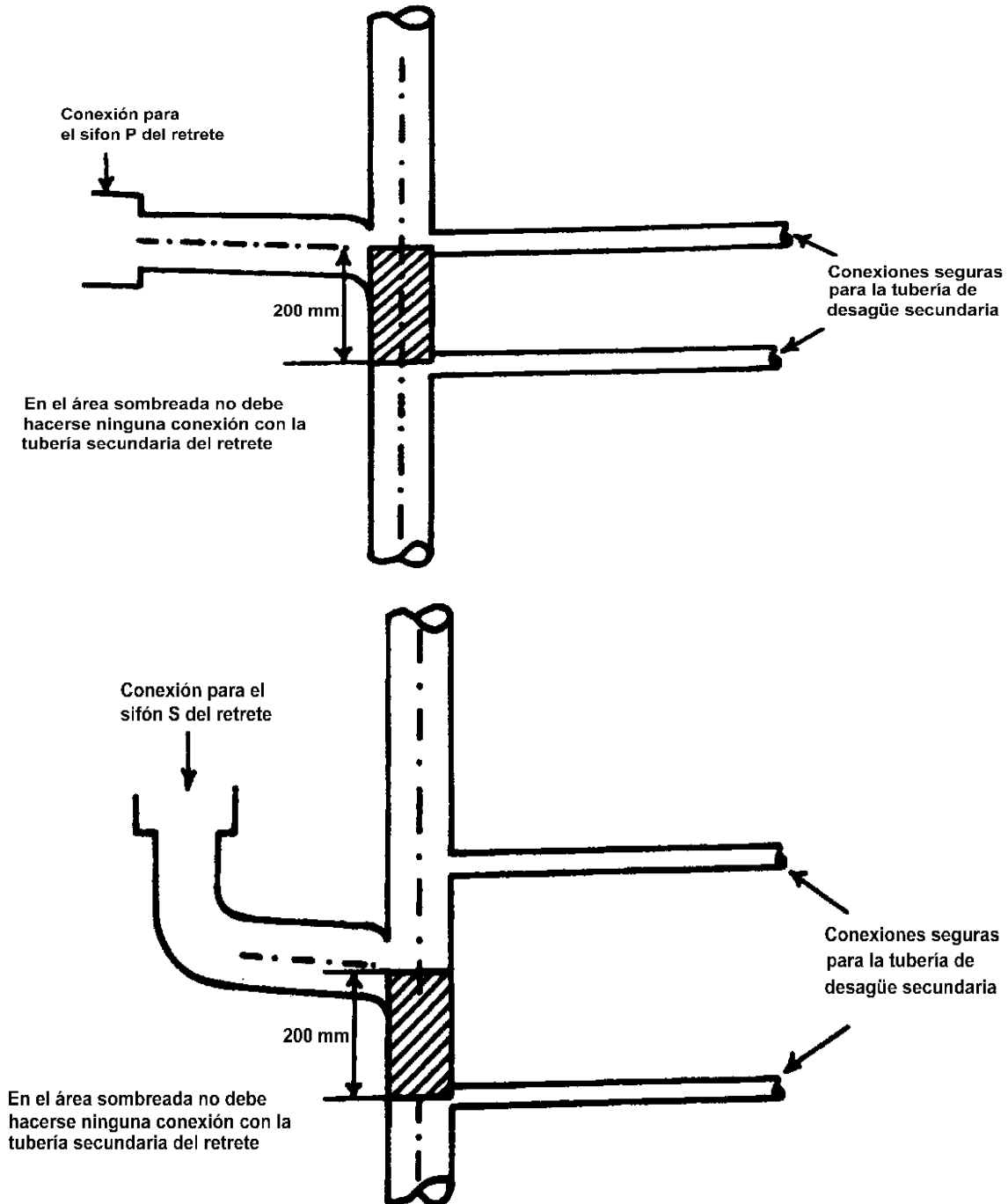


Fig. 7.12 Conexiones en S y P.

Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

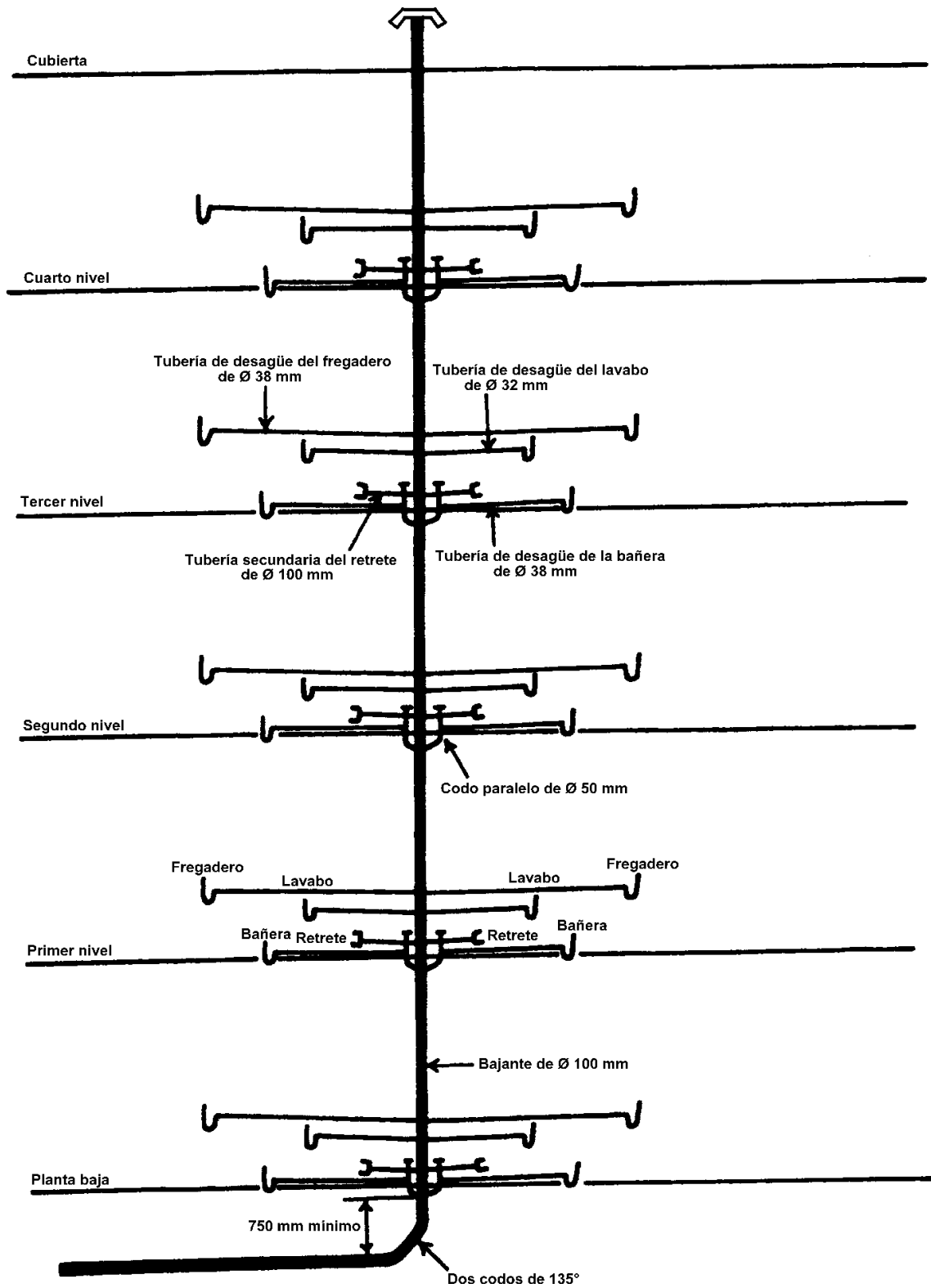


Fig. 7.13 Conexiones en S y P.

Fuente: PLOMERÍA "F. Hall", 1998

7.4 Dimensionamiento

El Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, indica que los ramales de desagüe, bajantes y colectores, se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada artefacto. Como referencia, se usaran las unidades de descarga UD que se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 7.1 UNIDADES DE DESCARGA EN LOS APARATOS SANITARIOS

ARTEFACTO SANITARIO	Ø MÍNIMO DEL SIFÓN [in]	Ø DE DESCARGA [in]	UD
Tina	1 1/2 - 2	2	2
Ducha privada	2	2	2
Ducha pública	2	2	3
Lavatorio	1 1/2	2	1
Inodoro (con tanque)	3	4	4
Inodoro (con válvula)	3	4	8
Bidé	1 1/2	2	3
Lavaplatos	2	2	2
Lavaplatos (con triturador)	2	2	3
Lavadero de ropa	1 1/2	2	2
Bebedero	1 1/2	2	1
Urinario de pared	1 1/2	2	4
Urinario de piso	2	2	8
Urinario corrido p/m	3	3	4
Rejilla de piso	2	2	1
Cuarto de baño (l con tanque)	-	-	6
Cuarto de baño (l con válvula)	-	-	8

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

Para el cálculo de las unidades de descarga de artefactos no incluidos en la tabla anterior, podrá utilizarse la tabla siguiente, basada en el diámetro del tubo de descarga del mismo.

Tabla 7.2 UNIDADES DE DESCARGA PARA ARTEFACTOS NO ESPECIFICADOS

Ø DE LA TUBERÍA DE DESCARGA DEL ARTEFACTO [in]	UNIDADES DE DESCARGA CORRESPONDIENTES
1 1/4 ó menos	1
1 1/2	2
2	3
2 1/2	4
3	5
4	6

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

Para los casos de aparatos con descarga continua se calcularán a razón de una unidad por cada 0.03 l/s de gasto.

7.5 Materiales

En las bajantes y colectores para aguas servidas, residuales e industriales deberán emplearse tuberías de fierro fundido, cloruro de polivinilo (PVC) u otros de tipo especial, mencionados mas adelante, exigidos por determinadas circunstancias.

Se permitirá el uso de tuberías de asbesto de cemento enterradas, colgadas, o en bajantes debidamente protegidas.

7.6 Tipos de unión con las tuberías a emplearse

En función del material de las tuberías las juntas podrán ser:

JUNTAS CALAFATEADAS: Las de tubería de fierro fundido dúctil, se llenaran primero con filástica o yute retorcido, alquitranado o embreado, luego se aplicara plomo fundido hasta una profundidad no menor a 2.5 cm. Tanto el yute como el plomo, deberán ser cuidadosamente calefateados. No se aplicara barniz ni pintura antes de que se inspeccione y apruebe la junta.

JUNTAS DE ROSCA: Las juntas de roscas se harán por piezas adecuadas. Para estas juntas, se aplicará la pintura adecuada, solamente a la rosca del tubo macho.

JUNTAS SOLDADAS: Las juntas entre tubos de plomo, deberán estar soldadas. Estas soldaduras se extenderán no menos de 2 cm a cada lado de la junta y tendrán un espesor mínimo de 1 cm en la parte central.

Para juntas entre tubos de cobre de igual diámetro. Se emplearán coplas del mismo material. Antes de proceder a la soldadura, deberán lijarse los extremos para garantizar una unión adecuada con el material fúndente utilizado. Luego se procederá a efectuar la soldadura de tal forma de dejar una superficie uniforme y que garantice la hermeticidad de la junta. Para esto se deberá asegurar la perfecta penetración de los extremos a unir hasta el tope de la copla. Luego se aplica el fúndente cuidando que se reparta en forma uniforme y se procede a soldar normalmente.

JUNTAS CON PEGAMENTO: En las juntas con pegamento, previamente se procederá a una limpieza cuidadosa de la espiga y la campana a unir mediante el producto "limpiador" que suministre el fabricante, proscribiéndose el uso de gasolina o similar para este propósito, luego se aplicará el pegamento generosamente, en las áreas de contacto, tanto de la espiga como de la campana y se procederá a introducir la primera dentro de la segunda, procurando lograr una completa adherencia entre las dos piezas.

JUNTAS FLEXIBLES: Las juntas de los tubos con copla, en goma o similares que permitan un cambio de dirección de no mas de 3°, se ejecutarán de acuerdo a instrucciones de los fabricantes.

JUNTAS NO PERMITIDAS U OTRAS DISPOSICIONES:

- a) Se prohíben las juntas o conexiones que forman un ensanchamiento, bordes salientes o reduzcan el área de la tubería en la dirección del escurrimiento.
- b) La Entidad competente, podrá prescribir o admitir a la unidad ejecutora, otros tipos de conexiones de acuerdo con los progresos técnicos.
- c) Las juntas o conexiones serán sometidas a las pruebas que se estimen convenientes.

7.7 Juntas en artefactos sanitarios

JUNTAS DE INODOROS, URINARIOS DE PEDESTAL Y VACIADEROS: Las juntas de inodoros, urinarios de pedestal y vaciaderos con el sistema de descarga, se harán por medio de acoplamiento con anillo de rebose. También se permitirá hacer estas juntas soldándolas a tubos de plomo.

Estas conexiones se unirán con pernos a los artefactos sanitarios, haciéndose obligatorio el uso de una empaquetadura de material apropiado.

7.8 Sistemas de fijación

- Para la fijación de tuberías bajantes, de ventilación, tramos colgados y otros a elementos estructurales, se deberá proceder según lo establecido en el capítulo respectivo del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias.
- En edificios de cuatro o más plantas las bajantes deberán ser instaladas en ductos previstos para tal fin, y cuyas dimensiones sean tales que permitan la instalación, reparación, inspección de las bajantes, etc.

7.9 Diámetro de las bajantes

El número máximo de unidades de descarga que podrán evacuarse a un ramal de desagüe o bajante, se podrá determinar de acuerdo con la tabla siguiente:

Nota: No incluye los ramales del colector del edificio.

Tabla 7.3 NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGÜE Y A LAS BAJANTES

Ø DE LA BAJANTE [in]	CUALQUIER HORIZONTAL DE DESAGÜE	BAJANTE DE TRES PISOS DE ALTURA	BAJANTE DE MAS DE TRES PISOS	
			TOTAL DE LA BAJANTE	TOTAL POR PISO
1 1/4	1	2	2	1
1 1/2	2	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	340	1100	200
6	620	960	1900	350
8	1400	2200	3000	600
10	2500	3800	5660	1000
12	3900	6000	8400	1400
15	7000	-	-	-

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El diámetro mínimo que recibe la descarga de un inodoro (W.C.) será de 4" (10 cm).
- El diámetro de una bajante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en ella descarguen.

- c) El diámetro de un conducto horizontal de desagüe, no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en el descarguen.

Cuando se requiere dar un cambio de dirección a una bajante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la bajante, se calcularán de la siguiente manera:

- a) Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° ó más con la horizontal, se calculará como si fuera una bajante.
- b) Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculara tomando en cuenta el número de unidades de descarga que recibe y su pendiente.
- c) Por debajo de la parte inclinada, la bajante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el del tramo inclinado.
- d) Los cambios de dirección por encima del ramal horizontal más alto de desagüe, no requieren aumento de diámetro.

7.10 Trampas o sifones

Todo artefacto sanitario deberá estar dotado de una trampa o sifón cuyo sello de agua deberá tener una altura mínima de 5 cm, y máxima de 10 cm, excepto en aquellos casos en que por su diseño especial requieran de una mayor altura de agua.

- Las trampas o sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de los artefactos sanitarios correspondientes y en ningún caso a una distancia vertical mayor de 60 cm, entre el orificio de descarga y el vertedero de la trampa.
- Los sifones de los artefactos sanitarios deberán estar dotados de un tapón de limpieza, a menos que el mismo sea fácilmente removible.
- Se prohíbe el uso de sifones en los cuales el sello depende de la acción de palancas o cualquier pieza móvil.

7.11 Interceptores y separadores

- Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento de los colectores del edificio, será necesaria la instalación de interceptores o separadores.
- La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores estarán de acuerdo con el uso respectivo.
- Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros artefactos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente como para afectar el buen funcionamiento de este.
- Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación adecuada en forma similar a otros artefactos sanitarios. La tubería de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 2".

- Los interceptores deberán ubicarse en sitios donde se pueda realizar la inspección, mantenimiento y limpieza con facilidad.
- Para realizar la inspección y mantenimiento el separador deberá contar con un ingreso de dimensiones adecuadas.

7.12 Tuberías de ventilación

Por la forma en como trabajan las tuberías de drenaje en las instalaciones sanitarias y las descargas de los muebles sanitarios que son rápidas, dan origen a un fenómeno que en hidráulica se conoce como el golpe de ariete que provocan cambios de presión en las tuberías (presiones o depresiones), que pueden anular en ocasiones el efecto de los obturadores, los sellos hidráulicos y las trampas, con lo que el cierre hermético se pierde y entonces los gases y malos olores que se producen al descomponerse los materiales orgánicos acarreados en las aguas negras penetran o las habitaciones de la edificación.

El Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias recomienda los siguientes puntos:

- I. El sistema de desagüe deberá ser adecuadamente ventilado, de conformidad a lo que establece el presente reglamento, a fin de proteger el sello de agua de los artefactos sanitarios.
- II. El sello de agua de los artefactos sanitarios, deberá ser protegido mediante ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, en circuito o una combinación de estos métodos, de acuerdo a lo que establece el presente reglamento.
- III. Los tubos de ventilación horizontales deberán tener una pendiente positiva no menor al 1%, de forma tal que el agua que pudiera condensarse en ellos, escurra al conducto de desagüe o bajante.
- IV. Los tubos de ventilación conectados a un tramo horizontal del sistema de desagüe, arrancarán verticalmente o en ángulo no menor de 45° con la horizontal, hasta una altura no menor de 15 cm, por encima del nivel de rebose de los artefactos sanitarios a los cuales ventilan, antes de extenderse horizontalmente.
- V. Los tramos horizontales de la tubería de ventilación, deberán quedar a una altura de 15 cm, como mínimo por encima de la línea de rebose del artefacto sanitario más alto al cual ventilan.
- VI. La pendiente del tramo horizontal de desagüe de un aparato sanitario y el tubo vertical de desagüe, no será mayor de 2%, para reducir las posibilidades de sifonaje, excepción hecha de los inodoros y artefactos similares.
- VII. La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, estará de acuerdo con lo especificado en la **tabla 7.4**, esta distancia se medirá a lo largo de la tubería de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble de diámetro del conducto de desagüe.

Tabla 7.4 DISTANCIA ENTRE LA SALIDA DE UN SELLO DE AGUA Y EL TUBO DE VENTILACIÓN

Ø DEL CONDUCTO DE DESAGÜE DEL ARTEFACTO SANITARIO		ALTURA MÁXIMA ENTRE EL SELLO DE AGUA Y EL TUBO DE VENTILACIÓN [m]
[in]	[mm]	
1 1/2	38	1.10
2	50	1.50
3	75	1.80
4	100	3.00

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

Tabla 7.5 DIÁMETRO DE LAS BAJANTES DE VENTILACIÓN

Ø DE LA BAJANTE [in]	UD VENTILADAS	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"
		LONGITUD MÁXIMA DEL TUBO EN METROS								
1 1/4	2	9.0								
1 1/2	8	15.0	45.0							
1 1/2	42		9.0	30.0	90.0					
2	12	9.0	23.0	60.0						
2	20	8.0	15.0	45.0						
2 1/2	10	9.0	30.0							
3	10		9.0	30.0	60.0	180.0				
3	30			18.0	60.0	150.0				
3	60			15.0	24.0	120.0				
4	100			11.0	30.0	78.0	300.0			
4	200			9.0	27.0	75.0	270.0			
4	500			6.0	21.0	74.0	210.0			
5	200				11.0	24.0	15.0	300.0		
5	500				9.0	21.0	90.0	270.0		
5	1000				6.0	15.0	60.0	210.0		
6	350				8.0	15.0	60.0	120.0	390.0	
6	620				5.0	9.0	38.0	90.0	330.0	
6	960					7.0	30.0	75.0	300.0	
6	1900					6.0	21.0	60.0	210.0	
8	600						15.0	45.0	150.0	390.0
8	600						12.0	30.0	120.0	360.0
8	1400						9.0	24.0	105.0	330.0
8	2200						8.0	18.0	75.0	240.0
8	3600						8.0	18.0	75.0	240.0
10	1000							23.0	38.0	300.0
10	2500							15.0	30.0	150.0
10	3800							15.0	24.0	105.0
10	5600							8.0	18.0	75.0

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

Tabla 7.6 DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN INDIVIDUALES.

Ø DE RAMAL HORIZONTAL DE DESAGÜE [in]	NÚMERO MÁXIMO DE UD	Ø DEL TUBO DE VENTILACIÓN [in]					
		1 1/2	2	2 1/2	3	4	5
		MÁXIMA LONGITUD DEL TUBO DE VENTILACIÓN EN METROS					
1 1/2	10	6.0					
2	12	4.5	12.0				
2	20	3.0	9.0				
3	10		6.0	12.0	30.0		
3	30			12.0	30.0		
3	60			4.8	24.0		
4	100		2.1	6.0	15.6	60.0	
4	200		1.8	5.4	15.0	54.0	
4	500			4.2	10.8	42.0	
5	200				4.8	21.0	60.0
5	1100				3.0	12.0	42.0

Fuente: REGLAMENTO NAL. DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS, 1994

- VIII.** Toda bajante de aguas negras o residuales, deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación.

En caso de que terminen en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura de 1.80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible la bajante será prolongada de tal forma que no quede expuesta a inundación o por lo menos a 15 cm encima de la cubierta.

- IX.** En caso de que la distancia entre la boca de una bajante y una ventana, puerta u otra entrada de aire, al edificio sea menor de 3.00 m, el extremo superior de la bajante deberá quedar como mínimo a 0.60 m por encima de la entrada de aire o ventana.

- X.** La tubería principal de ventilación, se instalará tan vertical como sea posible y sin disminuir su diámetro según se especifica a continuación.

- El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado directamente o mediante tubo auxiliar de ventilación, a la bajante de aguas negras correspondiente, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.
- El extremo superior se conectará a la bajante principal a 15 cm por encima de la línea de rebose del aparato sanitario mas alto o se prolongará según lo establecido por el Reglamento.

- XI.** En los edificios de gran altura, se requerirá conectar el tubo principal de ventilación a la bajante por medio de tubos auxiliares de ventilación a intervalos de por o menos cada tres pisos.

- XII.** El diámetro del tubo de ventilación principal se determinara tomando en cuenta su longitud total. El diámetro de la bajante correspondiente y el total de unidades de descarga ventiladas, de acuerdo con la **tabla 7.5**.

- XIII.** El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral 9.12 será igual al del tubo principal de ventilación.

Las conexiones a éste y la bajante de aguas negras deberá hacerse por medio de accesorios tipo "Y" en la forma siguiente:

- Las conexiones a la bajante de aguas negras se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

XIV. Cuando una bajante tenga en su recorrido un cambio de dirección de mas de 45° con la vertical, será necesario ventilar los tramos de las bajantes que quedan por encima y por debajo de dicho cambio.

Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el numeral de **XI**, o bien se podrán ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la bajante es menor de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.

XV. Cuando un ramal horizontal no evacue más de 15 unidades de descarga a la bajante principal, se podrá admitir la prolongación de la misma como único medio de ventilación, si que en el ramal no descargue ningún inodoro.

XVI. Es obligatorio el uso de una tubería principal de ventilación paralela a la bajante y conectada a ésta a intervalo de por lo menos cada tres pisos en los casos siguientes:

- a) Cuando exista un ramal horizontal que evacue mas de 15 unidades de descarga a la bajante, caso en el que la ventilación de unidades correspondientes a dicho ramal podrá ser individual o en circuito, conectado a la tubería principal de ventilación, mediante tubos auxiliares y dimensionada de acuerdo a la **tabla 7.5**.
- b) Cuando el edificio tenga más de cuatro. Para ventilación de artefactos, bastará la conexión de bajante y tubo principal de ventilación cada piso.

XVII. El diámetro del tubo de ventilación en circuito, se calculará en función de su longitud y en base al diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la **tabla 7.5**. Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor a 1 1/2".

XVIII. Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- a) En la ventilación de la bajante según los numerales **XI** y **XVI**.
- b) En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.

El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación, será la mitad del ramal de desagüe a que está conectado, salvo que se especifiquen otros diámetros en los artículos respectivos.

XIX. La distancia entre la bajante y el tubo principal de ventilación no debe exceder de un metro.

En casos especiales se podrá disponer de una tubería secundaria de ventilación, además de la principal.

XX. Para artefactos no especificados, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y en ningún caso menor de 1 1/2".

Para evitar estos problemas, se conectan a las tuberías de drenaje otras tuberías denominadas "Tuberías de ventilación", cuyo propósito principal es mantener la presión atmosférica, equilibrando las presiones en ambos lados de los obturadores o trampas hidráulicas, también evitan el peligro de depresiones o sobrepresiones que pueden aspirar el agua de los obturadores hacia las bajadas de aguas negras. Existen básicamente dos tipos de ventilación:

- La ventilación húmeda
- Doble ventilación

La ventilación húmeda se puede dividir en ventilación primaria y secundaria:

7.12.1 Ventilación primaria

Esto es la ventilación de los bajantes de aguas negras, también se le conoce como ventilación vertical y el tubo de esta ventilación, debe sobresalir de la azotea hasta una altura conveniente, este tipo de ventilación tiene la ventaja de que acelera el movimiento de las aguas residuales.

7.12.2 Ventilación secundaria

Esta ventilación se hace en los ramales y también se le conoce como ventilación individual y se hace este tipo de ventilación con el objeto de que el agua de los obturadores en el lado de la descarga de los muebles, se conecte a la atmósfera y de esta manera se nivele la presión del agua de los obturadores en ambos lados.

7.12.3 Doble ventilación

Se dice que se tiene doble ventilación cuando las derivaciones de ventilación se conectan a una columna de ventilación, que a su vez se prolonga por encima del techo de la edificación. Este tipo de ventilación se prefiere sobre la ventilación húmeda porque tiene un funcionamiento más seguro y eficiente. Con esta ventilación se ventilan los muebles de la instalación sanitaria y las columnas de aguas negras.

Tabla 7.7 DESAGÜE EN LOS EDIFICIOS: RAMALES HORIZONTALES.

DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS [in]	MÁXIMO NÚMERO DE UD QUE PUEDEN SER CONECTADOS AL RAMAL			
	PENDIENTE			
	0.5%	1%	2%	4%
2			21	26
2 1/2			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300
10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700

Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

7.13 De los registros, cajas de registros y buzones

Los registros serán piezas de fierro fundido o bronce, provistos de tapón en uno de sus extremos. Los tapones de los ingresos serán de fierro fundido o de bronce, de un espesor no menor de 4.8 mm. (3/16"), roscados y dotados de una ranura o saliente que facilite su remoción.

En conductos menores de 4" de diámetro los registros serán del mismo diámetro que el de la tubería a que sirven; en los de 4" de diámetro o mayores deben utilizarse registros de 4" como mínimo.

La distancia entre el tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45 cm, para tubería de 4" o más de 30cm. Para tubería de 3" o menos.

Los registros deben colocarse en los sitios que se indican a continuación:

1. Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
2. Cada 15 m, en los conductos horizontales de desagüe.
3. Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue en un colector recto a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
4. Cada 2 cambios de dirección en los conductos horizontales de desagüe
5. En la parte superior de cada ramal de las trampas "U"

Las cajas de registro se instalarán en las redes exteriores de desagüe en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro y cada 15 m de largo en tramos rectos.

Las cajas de registro serán de concreto o de albañilería, con marco y tapa de fierro fundido, bronce o concreto. El acabado final de la tapa podrá ser de otro material, de acuerdo al piso que se instale.

El interior de las cajas de registro será tarrajado y pulido y el fondo deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías respectivas.

Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a:

1. Los diámetros de las tuberías y
2. Profundidad de la Caja de Registro

Se harán de acuerdo a la **tabla 7.8**, siguiente:

Tabla 7.8 DIMENSIONES DE CAJAS DE ALCANTARILLADO

DIMENSIONES INTERIORES DE LA CAJA [in]	DIÁMETRO MÁXIMO [in]	PROFUNDIDAD MÁXIMA [m]
10 x 20	4	0.60
12 x 24	6	0.80
18 x 24	6	1.00
24 x 24	8	1.20

Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

7.14 Bombas para elevación de aguas negras y pluviales

La evacuación normal de aguas negras y pluviales de un edificio se hace por gravedad, pero en muchos casos puede ocurrir que uno o varios niveles de los sótanos, se encuentren por debajo del nivel de los colectores públicos, razón por la cual, a falta de una mejor solución se tiene que recurrir al bombeo, que en general debe ser el ultimo recurso a ser adoptado por el ingeniero proyectista, en vista de que cualquier contratiempo, deficiencia de funcionamiento, interrupción de servicio, etc. determina consecuencias de cierta magnitud y aun perjuicios locales.

En el bombeo de aguas negras y pluviales se pueden presentar dos casos:

- Cuando todo el volumen de aguas negras y pluviales tienen que ser evacuadas por bombeo.
- Cuando parte del volumen, o sean las aguas negras de los sótanos de nivel inferior, deben ser bombeados hasta la red publica.

Cualquiera que sea la solución adoptada, el conjunto elevatorio se encuentra formado por:

- **CÁMARA DE ACUMULACIÓN DE AGUAS:** Es un tanque, de hormigón o mampostería enterrado, semienterrado o superficial, que se localiza en el nivel más bajo del edificio. Este tanque debe contar para su conformación técnica con los siguientes elementos:
 - La caja de acumulación impermeable, con su respectiva cubierta y tapa de inspección hermética, para evitar la salida de malos olores.
 - La tubería de ventilación, es la pieza más importante de este conjunto, consiste en un tubo de 100 mm de diámetro mínimo, cuya salida al exterior no debe ser conectada a la ventilación de los artefactos del edificio sino a un tubo independiente, que debe extenderse hasta la terraza o techo o en su defecto hasta un punto de fácil eliminación de gases. Este tubo también sirve para evitar que se produzcan presiones negativas en el tanque de acumulación.
 - No debe tener válvula de control de entrada de agua, pero sí un dispositivo de alarma, cuando el líquido llega a un cierto nivel que puede ser un timbre o una campanilla, conectada directamente a la habitación del operador o administrador del edificio.
 - El dispositivo de accionamiento automático, puede ser eléctrico, neumático o hidráulico. Conviene que sea de gran precisión, y si es posible se debe colocar un dispositivo adicional de seguridad para su transmisión a la bomba.
- **CONJUNTO MOTOR - BOMBA:** Para la evacuación de estas aguas se deben colocar bombas centrífugas de rodete abierto, de fácil inspección y maniobra y que permitan pasar sólidos hasta de 6 mm.

En la tubería de succión se colocan los mismos accesorios que para el caso de agua potable, excepción del colador o criba.

En la tubería de impulsión también se deben colocar los mismos accesorios descritos para agua potable, excepción de la válvula de retención que no cumplirá ningún objetivo, puesto que el golpe de ariete no tiene importancia apreciable dada la poca altura de elevación y tampoco el cebado llegaría a cumplir sus objetivos, desde que el cierre hermético del clapet de la válvula puede no llegar a ocurrir debido a los sólidos o impurezas que tienen las aguas servidas.

El numero de bombas mas aconsejable, es de dos unidades (una de reserva), sea que se trate de aguas negras o aguas servidas independientemente. Cuando se trata de bombear

ambos líquidos separados pero simultáneamente, tres unidades (una de reserva) resuelven el problema.

A menos que el edificio cuente con un generador propio es aconsejable que una de las bombas tenga motor a petróleo, por que suele coincidir, la interrupción de la corriente eléctrica con el momento de las precipitaciones pluviales o simplemente una suspensión de servicio por reparación de la línea de alimentación. Cuando se considera una bomba a gasolina, debe ponerse especial atención, en la ventilación de la sala de maquinas, puesto que el motor a petróleo produce bióxido de carbono que es muy venenoso. Si los motores son solo eléctricos también debe darse importancia a la ventilación, aunque en este caso un sistema de extractores resuelve el problema.

Finalmente, debe preverse una buena iluminación del ambiente para evitar accidentes, o para facilitar reparaciones pequeñas y eventuales.

- **CAJA DE DESCARGA:** Para aguas servidas o pluviales que han sido bombeadas no es conveniente que sean descargadas directamente a los colectores públicos, algunas veces porque la reglamentación local lo prohíbe y otras porque es necesario tener el servicio domiciliario aislado del servicio público. Para conseguir este objetivo, se recomienda la construcción de una pequeña caja de descarga, de dimensiones reducidas y herméticamente cerrada, que permita una interrupción en la continuidad del flujo. Esta caja es la que debe descargar en el colector público, y esta descarga se hará por gravedad.

7.16 Cálculo manual de tuberías con el uso de planillas Excel

PLANILLAS DE CÁLCULO PARA BAJANTES DE PRINCIPALES DE AGUAS RESIDUALES

BAJANTE [1]

Es la bajante a calcular.

PISO [2]

Es el piso a calcular.

NÚMERO DE ARTEFACTOS POR PISO [3]

Son los artefactos a calcular.

UNIDADES DE DESCARGA [4]

De acuerdo a la **tabla 7.1**.

UNIDADES DE DESCARGA POR PISO [5]

Es la sumatoria de todas las casillas del numeral **[4]**.

NÚMERO DE INSTALACIONES DEL MISMO TIPO [6]

Si es que habrían instalaciones del mismo tipo anótese en esta casilla.

UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADAS [7]

Es la multiplicación de: **[5] x [6]**

DIÁMETRO DE LA BAJANTE (I/s) [8]

De acuerdo a la **tabla 7.3** (La columna TOTAL POR PISO), automatízese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL.

DIÁMETRO DE VENTILACIÓN [9]

De acuerdo a la **tabla 7.5**, automatízese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL.

PLANILLAS DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUAS RESIDUALES

BAJANTE A CONECTARSE [1]

Es la bajante a conectarse.

PISO [2]

Es el piso a calcular.

NÚMERO DE ARTEFACTOS POR PISO [3]

Son los artefactos a calcular.

UNIDADES DE DESCARGA [4]

De acuerdo a la **tabla 7.1**.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA [5] (in)

En esta casilla deberá tenerse en cuenta los incisos **a, b y c** del numeral 7.9.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE VENTILACIÓN [6] (in)

De acuerdo a la **tabla 7.6**, automatícese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL.

