

DL
02
T(162)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

DISEÑO Y CALCULO DE DRENAJES CON P.V.C.
EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE

ARQUITECTO

PRESENTA

JORGE ARTURO SARAVIA DOMINGUEZ

FACULTAD DE ARQUITECTURA

DICIEMBRE DE 1975.



**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<i>Decano:</i>	<i>Arq. Lionel Méndez D.</i>
<i>Vocal Primero:</i>	<i>Arq. Francisco Piloña</i>
<i>Vocal Segundo:</i>	<i>Arq. Francisco Chavarría S.</i>
<i>Vocal Tercero:</i>	<i>Arq. Ricardo Mendía P.</i>
<i>Vocal Cuarto:</i>	<i>Br. Jorge Jimenez</i>
<i>Vocal Quinto:</i>	<i>Prof. Francisco Anleu</i>
<i>Secretario:</i>	<i>Arq. Julio Fonseca</i>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

<i>Decano:</i>	<i>Arq. Lionel Méndez D.</i>
<i>Secretario:</i>	<i>Arq. Julio Fonseca</i>
<i>Examinador:</i>	<i>Arq. Luis Eskemasy</i>
<i>Examinador:</i>	<i>Arq. Carlos Brichaux P.</i>
<i>Examinador:</i>	<i>Ing. Hugo Galindo</i>

PLAN DE TESIS

TEMA:

**DISEÑO Y CALCULO DE DRENAJES CON P.V.C.
EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES**

- 1) *Introducción*
- 2) *Generalidades*
- 3) *Red de Canalización*
- 4) *Acometida*
- 5) *Colector Horizontal*
- 6) *Colector Vertical*
- 7) *Sifones*
- 8) *Cajas de Registro*
- 9) *Tubos de Ventilación*
- 10) *Ramales para los Artefactos*
- 11) *Drenajes de Patios y Garajes*
- 12) *Bajadas de Agua Pluvial*
- 13) *Fosas Sépticas, Pozos de Absorción y campos de Distribución.*
- 14) *Nomenclatura*
- 15) *Descripción del Diseño y Cálculo*
- 16) *Planos.*

1. INTRODUCCION

Para la elaboración del presente trabajo acerca del Diseño y Cálculo de Drenajes con PVC, en las instalaciones Residenciales; se ha escogido esta tubería por ser la mejor considerada hasta la fecha.

La utilización de las instalaciones de drenajes por las personas que habitan una residencia, producirán necesariamente acumulación de materias orgánicas y aguas servidas, susceptibles a descomposición, hacer que esas aguas y materiales desaparezcan, antes que su putrefacción pueda afectar la salud de sus moradores, es la función de la canalización, la cual conducirá a los colectores municipales o pozos de absorción, las aguas servidas de los artefactos sanitarios.

Sería indiscutiblemente muy costoso y acarearía una gran pérdida de espacio disponer de una canalización separada entre cada artefacto y el colector municipal, así pues las canalizaciones individuales o ramales procedentes de los diferentes artefactos se conectan al nivel de los distintos pisos, a tubos colectores verticales que van a parar a un tubo colector horizontal en la planta baja.

Los tubos colectores ya sean verticales u horizontales y los ramales; deben ser de diámetros convenientes para que puedan conducir las aguas servidas y materias a velocidades que eviten la obstrucción o detenciones, es muy importante hacer notar que el coeficiente de fricción de la tubería PVC es de 140, su acabado interior es totalmente pulido, como las velocidades de flujo no son comparadas con las velocidades de suministro de agua en las instalaciones de viviendas, no es necesario hacer un cálculo más complicado; la tubería no admite incrustaciones y permite el paso de hasta 250/o más del flujo que en las tuberías de metal y cemento.

Las exigencias del mundo moderno, de materiales de alta calidad que aventajan a los existentes por la inmensa cantidad de beneficios y servicios que prestan a los consumidores; ha originado intensivas investigaciones con el objeto de encontrar productos que presenten la versatilidad necesaria para cubrir las grandes demandas del mercado actual, es así como en estos años de grandes avances científicos se ha llegado a descubrir un producto derivado del petróleo con la variedad de usos necesarios para suplir cualquier exigencia, y este es el cloruro de polivinilo que al utilizarlo en la manufactura de tubería ha tomado el nombre de tubería PVC.

Se espera que este trabajo sirva para una correcta guía en la elección y colocación de los materiales que se van a utilizar en una instalación de drenajes y no solo como un requisito para el acto académico que habrá de llevarse a cabo.

2. GENERALIDADES

Haciendo una comparación entre la tubería PVC y tuberías de hierro fundido, acero, cobre, aluminio plomo, poliducto asbesto cemento y cemento, podemos observar que la tubería PVC, es resistente a la corrosión causadas por ácidos, aceites y sales, es recomendable para la transportación de soluciones químicas gas y otros materiales corrosivos.

La tubería PVC, no es tóxica, no despidе ningún sabor, aroma o color, de donde podemos deducir que no afectará los líquidos conducidos por ella.

Debido a su superficie sumamente lisa, la tubería PVC, disminuye la pérdida de flujo e impide la formación de sedimentos e incrustaciones corrosivas, tiene una gran resistencia a la tensión y es lo suficientemente flexible para resistir el desplazamiento que ocurre en las tuberías ya instaladas, su peso es muy liviano, su gravedad específica 1.43, es cinco veces menor que la de la tubería de acero.

El PVC rígido es incombustible en caso de incendio el fuego no puede propagarse a travez de la tubería, es ideal como tubo ducto debido a que es excelente aislador y puede decirse que elimina la corrosión electrostática. Debido a la poca conductividad térmica la tubería PVC ha sido utilizada con magníficos resultados en ventilación de edificios y como tubería para drenajes, así como para la ventilación de estos.

Como esta tubería no tiene corruptibilidad es el tipo más apropiado para las instalaciones en playas marítimas. Su instalación con personal adiestrado es rápido y tiene accesorios para todos los usos, puede ser cortado fácilmente con serrucho o sierra y las uniones se hacen con cemento especial para tuberías PVC.

Otro dato importante que vale la pena mencionar es que la tubería PVC según detenidos estudios realizados por la Organización Panamericana de Salud demostraron que no es atacado por ningún roedor u otro animal según el libro "Tuberías Plásticas" publicado por dicha organización.

Como una guía de comparación el PVC con otras tuberías de otros materiales se verá su comportamiento a la tensión y a la compresión en la siguiente tabla:

**TABLA DE COMPARACION A LA TENSION
Y COMPRESION**

<i>Material</i>	<i>Gravedad Específica</i>	<i>Resistencia a la Tensión Kg/cm²(PSI)</i>	<i>Resistencia a la compresión Kg/cm²(PSI)</i>
<i>Hierro Fundido</i>	<i>7.21</i>	<i>4000 (56800)</i>	<i>5300 (75200)</i>
<i>Acero</i>	<i>7.85</i>	<i>6000 (85200)</i>	
<i>Cobre</i>	<i>8.9</i>	<i>2500 (35500)</i>	<i>3000 (42500)</i>
<i>Aluminio</i>	<i>2.7</i>	<i>1500 (21300)</i>	
<i>Plomo</i>	<i>11.34</i>	<i>1800 (25600)</i>	
<i>PVC</i>	<i>1.43</i>	<i>500-550 (7100 7800)</i>	<i>700 (9900)</i>
<i>Polietileno</i>	<i>0.95</i>	<i>200-250 (2800-3550)</i>	
<i>Asbesto Cemento</i>	<i>2.08</i>	<i>250-300 (3550-4250)</i>	

PSI = Pounds square inch. = Libras por pulgadas cuadradas.

Analizándolo más a fondo se pueden apreciar los datos técnicos de la tubería PVC., así como sus propiedades generales y propiedades químicas:

PROPIEDADES GENERALES

Tópicos	Método de ensayo	Unidad	Valor Característico
gravedad específica	ASTM D 792	-	1.43
dureza	ASTM D 785	Rockwell R	120
absorción de agua	ASTM D 570	mg/cm ² (por pulgada cuadrada)	0.04 - 0.06 (5.7 - 8.5 × 10 ⁻⁶)
resistencia a la tensión a 15 °C	ASTM D 638-60T	kg/cm ² (por pulgada cuadrada)	500 - 550 (7200 - 7800)
resistencia a la flexión	ASTM D 790-59T	kg/cm ² (por pulgada cuadrada)	860 (12000)
resistencia a la compresión	ASTM D 695	kg/cm ² (por pulgada cuadrada)	660 (9400)
resistencia al corte	ASTM D 732	kg/cm ² (por pulgada cuadrada)	400 (5700)
elongación a la máxima resistencia tensora	ASTM D 638	%	100 - 170
módulo de elasticidad	ASTM D 747	kg/cm ² (por pulgada cuadrada)	2.89 × 10 ⁴ (4.1 × 10 ⁵)
coeficiente de Poisson a 20 °C (70 °F)	-	-	0.38

PROPIEDADES GENERALES

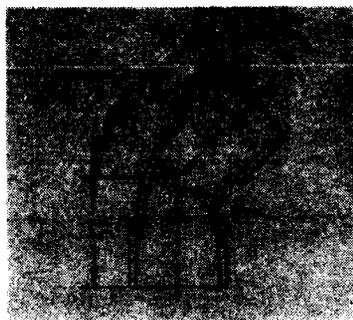
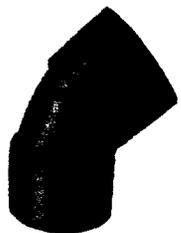
resistencia al impacto (Charpy)	ASTM D 256-56	kg-cm/cm ² (libra-pie/pulgada-recortado)	5.0 (0.91)
coeficiente de expansión térmica	ASTM D 696	°C ⁻¹	7 × 10 ⁻⁵
calor específico	—	caloría/g. °C (BTU/libra · °F)	0.2 - 0.5 (0.2 - 0.5)
conductividad térmica	—	kilocaloría/m. hora. °C (BTU/pie hora. °F)	0.11 - 0.14 (0.074 - 0.094)
resistencia a la llama	ASTM D 635-56T	—	extinguible por sí mismo
resistencia volumétrica	ASTM D 257-54T	Ω-cm (Ω-mil)	más de 10 ¹⁵ (más de 2.5 × 10 ¹²)
coeficiente dieléctrico 20 °C 1 kc	ASTM D 150-54T	—	3.2
resistencia dieléctrica	—	KV/mm (KV/mil)	más de 40 (más de 1.0)
factor de potencia dieléctrica 20 °C 1 kc	—	—	0.02
Temperatura de ablandamiento	ASTM D 648-56	°C (°F)	76.3 (170)

A continuación se dará una lista del tipo de tubería de media presión y sus accesorios; usado para drenajes, pues este es el campo a que nos referimos en adelante.

**TABLA DE TUBERIA DE MEDIA PRESION
PARA DRENAJES:**

Tamaño	Diametro exterior mm (pulgadas)	Espesor de pared mm (pulgadas)	Peso por metro Kg/m	Presión de trabajo P. S. I.	Presión de ruptura P. S. I.	SR
1 1/2"	48.26 (1.900)	1.85 (0.073)	0.40	160	500	26
2"	60.32 (2.375)	2.31 (0.091)	0.63	160	500	26
3"	88.90 (3.560)	3.43 (0.135)	1.38	160	500	26
4"	114.30 (4.500)	4.41 (0.173)	2.26	160	500	26
6"	165.00 (6.625)	7.00 (0.255)	4.84	160	500	26
6"	165.00 (6.625)	5.18 (0.204)	3.43	125	400	32.5

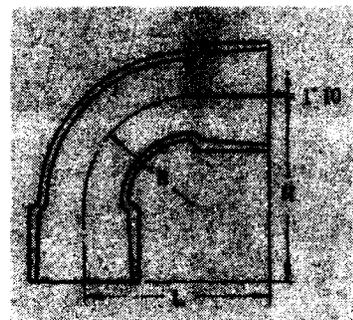
ACCESORIOS PARA DRENAJES Y VENTILACION:



CURVA 45°

(unidad: pulgadas)

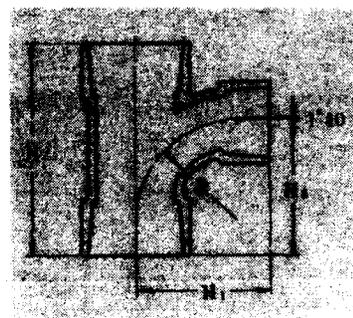
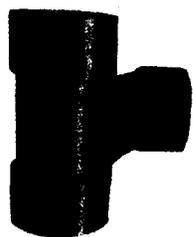
1.89	2.36
2.28	2.36
2.95	3.54
3.78	5.91
5.06	3.46



CURVA 90°

(unidad: pulgadas)

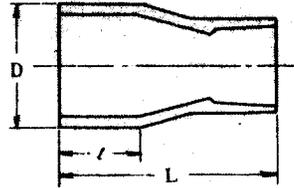
3.35	3.54	2.76
4.13	4.33	3.54
5.98	6.11	5.12
7.56	7.68	6.50
6.61	6.61	3.46



YT 90°

(unidad: pulgadas)

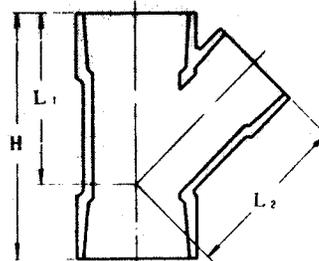
	N ₁	N ₂	R
5.52	3.31	3.35	2.80
6.38	3.58	3.58	2.84
6.70	4.09	4.13	3.54
6.50	4.61	4.72	3.54
9.25	5.91	6.10	5.20
8.86	5.04	5.32	3.54
10.24	6.30	6.50	5.12
11.60	7.49	7.68	6.46
12.00	6.09	6.89	5.31
13.43	7.95	6"	5.98



REDUCTOR

(unidad: pulgadas)

Tamaño nominal	L	D	l
2x1 1/2	3.90	2.36	1.58
3x2	4.72	3.50	1.97
4x2	5.24	4.49	2.48
4x3	5.63	4.49	2.48



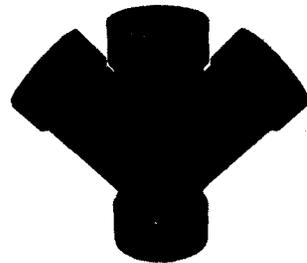
Y 45°

(unidad: pulgadas)

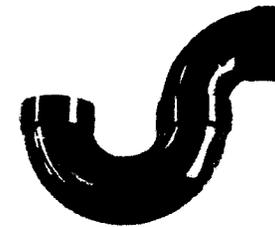
Tamaño nominal	H	L1	L2
1 1/2 x 1 1/2	5.63	3.66	3.82
2 x 2	6.78	4.41	4.61
3 x 2	7.68	5.36	5.43
3 x 3	9.14	6.15	6.34
4 x 2	8.86	6.34	6.11
4 x 3	10.28	7.05	7.09

Doble Y de 45° 1 1/2", 2", 3", 4"

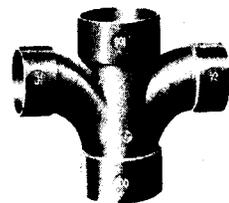
Sifón de Trampa de 1 1/2", 2"



Doble YT de 90° 1 1/2", 2", 3", 4"



(para recoger aguas de duchas o resumideros)



Tapón de Limpieza 1 1/2", 2", 3", 4", 6"

Sifón largo de 1 1/2", 2", 3", 4"



Hay también Sifón con registro.
(boca para limpieza)

CEMENTO SOLVENTE PARA UNION DE TUBOS Y ACCESORIOS

Hay dos tipos de Cemento Solvente

1- No.75 (Secado rápido)

Para el uso de PVC de diámetros menores tal como:

1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2"

2- No.10 (Secado lento)

Para el uso de PVC de diámetros mayores como

3", 4", y 6".

Hay lata de un kilo

medio kilo

1/4 kilo y 1/10 kilo



NOTA: La instrucción arriba mencionada será afectada con las condiciones en las cuales se instalan tubos y accesorios PVC. (Por ejemplo en lugar donde se encuentra una fuerte pendiente o instalación bajo fuerte luz solar)

CANTIDAD DE CEMENTO NECESARIA PARA CADA ACOPLAMIENTO

1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"
1.3Gr.	1.8Gr.	2.5Gr.	5Gr.	7Gr.	11Gr.	15Gr.	40 Gr.

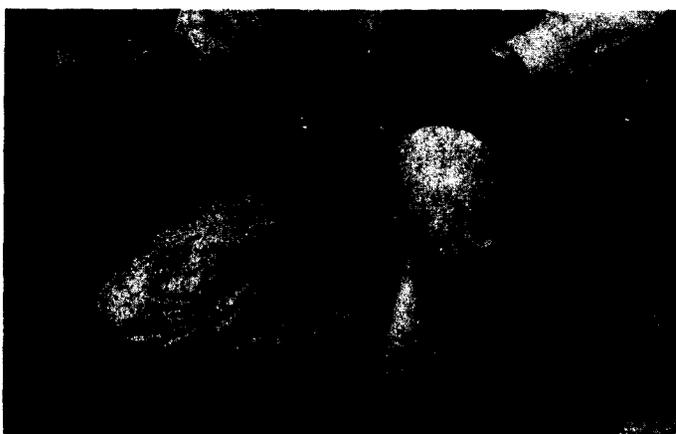
INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACION DE LA TUBERIA P.V.C.



- a) La tubería de PVC se puede cortar con serrucho o sierra fácilmente.



- b) Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte donde se va aplicar, tanto en la superficie exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio.



c) El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Hay que hacerlo rapidamente ya que el cemento seca en 2 minutos aproximadamente. No se debe exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento a las dos piezas.

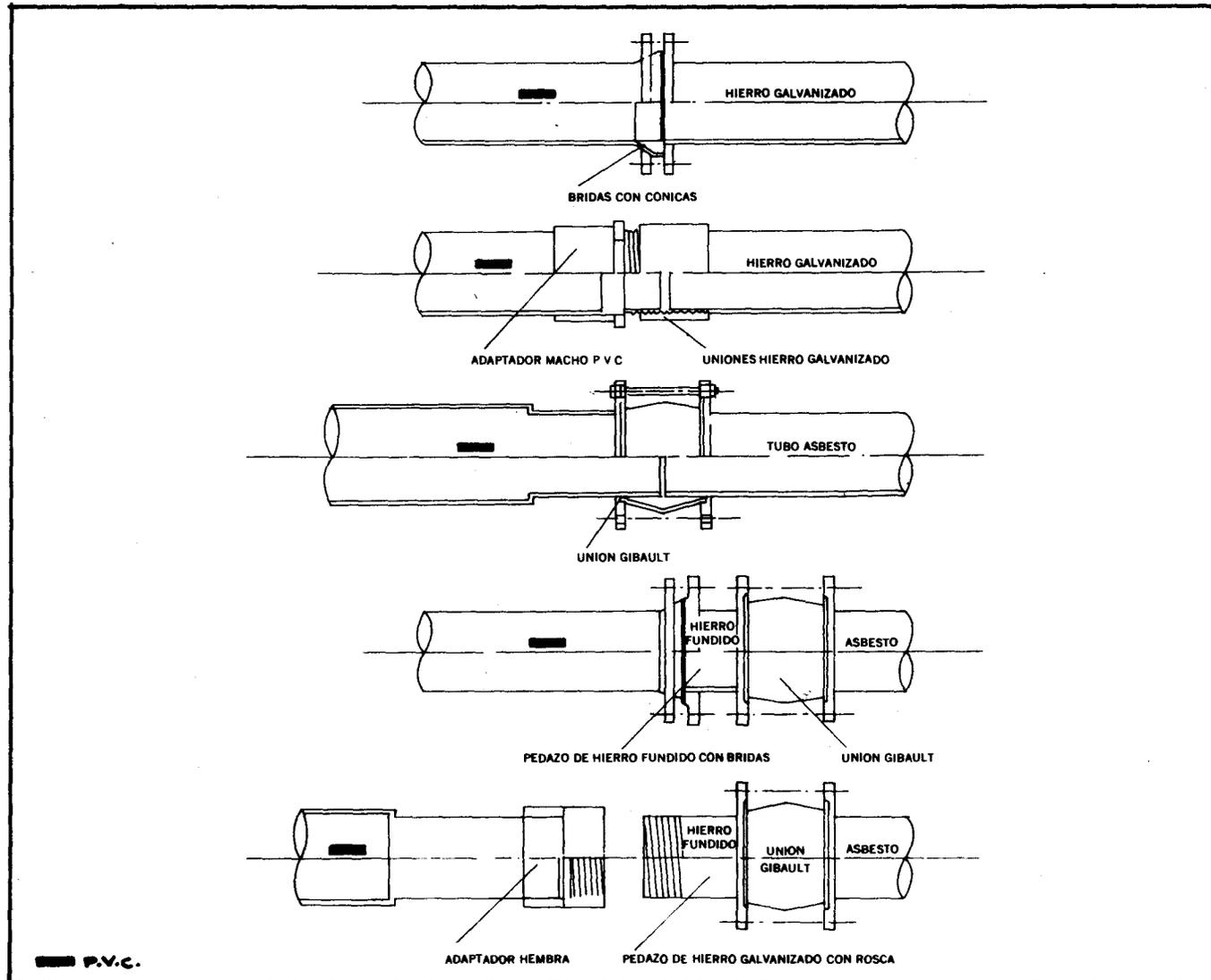
d) Inmediatamente después de aplicarse el cemento, se inserta el tubo en el accesorio presionando fuertemente y se sostiene así durante unos 30 segundos. La inserción debe hacerse recta, sin ninguna torcedura. Debe quitarse el exceso de cemento que sale fuera.

Deberá tenerse cuidado para que no se den golpes fuertes a la parte conectada. Es preferible no usar agua adentro del tubo, por lo menos durante 24 horas después de efectuada la conexión.

Debe hacerse notar lo importante de la tubería PVC., ya que esta puede ser conectada con otro tipo de tuberías pues existen los accesorios para esta finalidad.



A continuación se ven los sistemas de conexión para la tubería PVC con hierro Galvanizado y tubos de asbesto.



TRANSPORTE:

El transporte de la tubería PVC puede hacerse por cualquier medio adecuado teniendo únicamente el cuidado de colocar las boquillas de los tubos en sentidos opuesto en cada hilada para que ocupen menos espacio; debe de tomarse en cuenta que el peso máximo que pueden resistir para evitar su deformación son 80 kg.

A continuación se da una tabla para poder calcular el peso de los tubos dependiendo de su diámetro:

Ø	PVC 160	Peso en kg/Ml
1 1/2	”	0.542
2”	”	0.709
3”	”	1.535
4”	”	2.145
6”	”	4.707

Si se transportan tubos de diferentes diámetros, puede usarse el sistema de transporte concéntrico que consiste en colocar tubos de diferentes diámetros dentro de otros.

En caso de transportar gran cantidad, por ejemplo en camión, se pueden hacer varias camas poniendo una pieza de madera en sentido perpendicular en los tubos siempre que ésta se apoye en la carrocería del camión.

Para el transporte del solvente debe tenerse cuidado de colocar los recipientes en un lugar seguro y evitar que éste se derrame sobre los tubos y accesorios pues de ser así podría deteriorarlos y fundirlos.

MANIPULEO:

El manipuleo puede hacerse por medio manual o por medio mecánico tomando en consideración el cuidado de que los tubos y accesorios no sufran fuertes impactos pues ésto ocasionaría astilladuras y rajaduras que alterarían en el futuro el comportamiento físico del material.

ALMACENAJE:

Si la cantidad de tubería a almacenarse es considerable deben de hacerse estanterías, de preferencia de madera de por lo menos 1.50 metros de ancho y 3.00 metros de alto, tomando en consideración los tramos intermedios dependiendo del peso de los tubos, es muy importante hacer separaciones en el sentido longitudinal a cada 2.00 metros, se recomienda no exponer la tubería a temperaturas mayores de 40° centígrados, cuando se almacenen en obra a la intemperie es aconsejable techar la parte superior de la estantería para evitar que el sol dañe la tubería.

Algo muy importante y que no debe pasar desapercibido es el almacenaje de los accesorios, éstos deben estar en cajas separadas de otros accesorios, tales como galvanizados o de asbestocemento pues con el manipuleo y roce de los mismos pueden dañarse y quedar inservibles.

Para el almacenaje del solvente debe considerarse un ambiente bien ventilado y que no exceda de 40° de temperatura interior, debe evitarse colocarlo cerca de llamas o chispas pues contiene elementos químicos tales como tetrahidrofurano, metil isobutil ketone y metil etil ketone que son demasiado inflamables; en caso de que se dejaran recipientes abiertos en un local demasiado cerrado ésto podría ocasionar a las personas que ingresen a él serios daños físicos.

X19

3. RED DE CANALIZACION

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA**

A la instalación de esta red es a la que este estudio se referirá en adelante como canalización de drenajes residenciales.

La eficiencia, salubridad y economía de las canalizaciones solo puede resolverse con el conocimiento de los principios de hidráulica y neumática que afectan a los colectores horizontales, colectores, verticales, ramales y tubos de ventilación, para un diseño apropiado deben calcularse diámetros y pendientes convenientes para evitar así su obstrucción.

Tanto si se trata de una residencia de una sola planta como de varios pisos, las instalaciones de drenajes comprenden un sistema de conductos cuyos componentes y elementos podemos clasificar así:

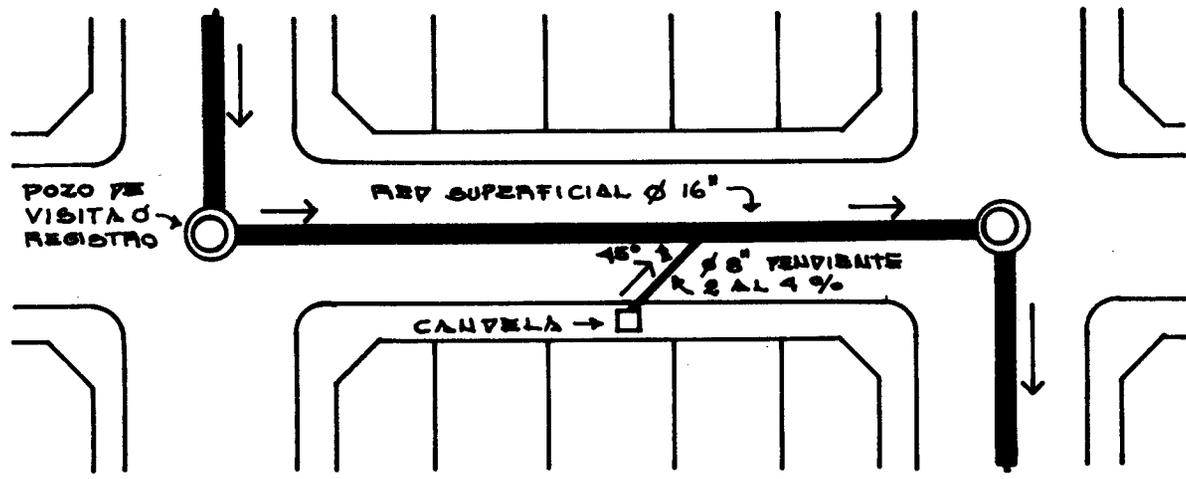
- 4. Acometida*
- 5. Colector horizontal*
- 6. Colector vertical*
- 7. Sifones*
- 8. Cajas de Registro*
- 9. Tubos de Ventilación*
- 10. Ramales para los artefactos*
- 11. Drenajes de patios y Garages*
- 12. Bajadas de agua pluvial*
- 13. Fosas Sépticas, Pozos de Absorción y Campos de Distribución.*

0.7

4. ACOMETIDA

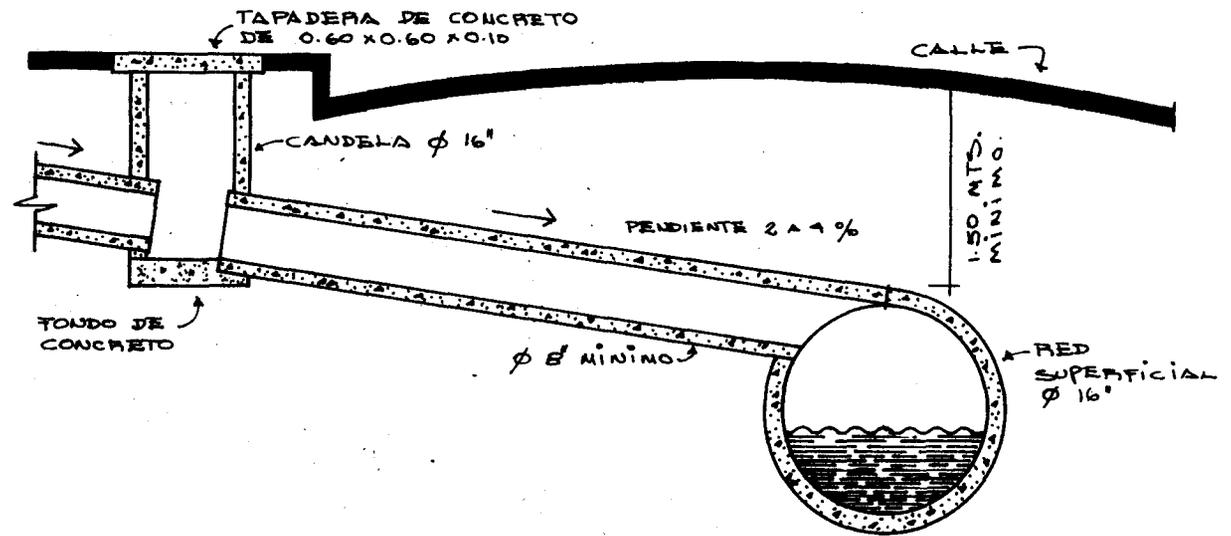
Los drenajes municipales están conectadas a la red superficial, llamada así ya que existe la red profunda de grandes colectores a la cual no puede conectarse ningún servicio de drenaje residencial, la red superficial es la tubería colocada normalmente en el centro de la calle a una profundidad mínima de 1.50 mts. y un diámetro mínimo de Ø16" es fácilmente localizable ya que en cada intersección de calles existe un pozo de visita o pozo de registro, a esta tubería se conectan los drenajes residenciales por medio de una tubería de Ø8" (mínimo) y un conector (tubo de Ø16"), suministrado por la municipalidad llamado candela, la tubería de Ø8" suministrado por la municipalidad es conectada a la red superficial (tubo de Ø16"), a un ángulo de 45° con respecto a la dirección del flujo y debe tener según el terreno una pendiente del 2 al 4o/o (ver figura No.1).

Así pues podemos definir como acometida residencial el tubo colector horizontal que va de la residencia a la candela (ver figura No.2) la cual encontraremos en la banqueta frente a nuestra construcción.



INSTALACION MUNICIPAL A RED SUPERFICIAL

FIGURA No. 1



CORTE DE CANDELA Y RED SUPERFICIAL

FIGURA No. 2

11

5. COLECTOR HORIZONTAL

El colector horizontal debe de dividirse por especificación municipal en dos colectores; colector de aguas servidas y colector de aguas pluviales, como a la fecha no existen colectores de drenajes municipales para aguas servidas y aguas pluviales, los dos colectores de aguas servidas y agua pluvial deben de ser unidos antes de conectarse a la candela.

Con el objeto de poder determinar el diámetro del colector horizontal de aguas servidas se usan tablas y valores de **unidades de descarga**, establecidos en códigos sanitarios que han sido recopilados atravez de mucho tiempo de experiencia.

Unidades de Descarga este tipo de unidad es lo que se ha tomado como base para el cálculo del diámetro de tuberías de drenaje en pruebas llevadas a cabo por el comité de códigos uniformes para plomería (U.S.A.) en el que se probaron individualmente los aparatos sanitarios de tipo estandar de un sistema de drenajes y se observó en un intervalo dado la cantidad de desperdicios y líquido que podían descargar por sus orificios de salida, se determinó que un lavabo, que es uno de los aparatos sanitarios más pequeños, podía descargar normalmente 28.5 litros de agua por minuto, este valor por ser cercano a 28.32 litros (1 pie cúbico), fue el que se tomó como unidad de descarga.

También se tomaron en consideración con todo cuidado, cambios de dirección, materiales de desecho, rugosidad de los tubos, por lo que las capacidades de descarga obtenidas pueden considerarse como representativas; la tabla siguiente fue recopilada como resultado de los experimentos realizados por el comité que formuló los requisitos mínimos recomendados para plomería (U.S.A.).

**TABLA No. 1 DE MAXIMAS UNIDADES DE
DESCARGA PARA LOS Ø Y PENDIENTES INDICADAS**

Diámetro del Tubo Pulg.	Cms.	No. Máximo de Unidades de Descarga		
		Pendiente 1 a 100	Pendiente 2 a 100	Pendiente 4 a 100
1 1/4	= 3.2	1	1	1
1 1/2	= 3.8	2	2	3
2	= 5.1	5	6*	8*
3	= 7.6	15*	18**	21**
4	= 10.2	84	96	114
5	= 12.7	162	216	264
8	= 20.3	990	1392	2220
10	= 25.4	1800	2520	3900
12	= 30.5	3084	4320	6912

* No deberá descargarse ningún inodoro a un tubo de drenaje menor de 3" = 7.6 cms. de diámetro.

** No deben descargarse más de dos inodoros a un ramal horizontal de 3" = 7.6 cms. de diámetro.

A continuación para comprender mejor el uso de las tablas haremos un cálculo supuesto.

EJEMPLO:

Suponiendo que en una instalación se usen en un día 5 veces un inodoro, 5 veces un lavabo, 5 veces la bañera, 3 veces la pila de lavar, 1 vez el dispositivo combinado (lavadora etc), 2 veces vertederos de aguas sucias y una vez el lavatrastos de cocina, la suma de los valores unitarios de todos estos accesorios será:

ACCESORIOS	No. USOS		UNIDADES	SUBTOTAL
Inodoro	5	X	1	5
Lavabo	5	X	6	30
Bañera	5	X	2	10
Pila de lavar	3	X	2	6
Dispositivos Convinados	1	X	3	3
Vertederos de aguas sucias	2	X	3	6
Lavatrastos de cocina	12	X	2	24
UNIDADES DE DESCARGA TOTAL				84

De acuerdo con la tabla para determinar el diámetro de drenaje se observa que con una pendiente del 1o/o y con 84 unidades de descarga puede usarse un tubo de 0 4" pero como la municipalidad de Guatemala indica usar un tubo no menor de 0 6" se deshecha el de 0 4". (Ver figura No.3).

Además debe observarse que las 84 unidades de descarga son simultáneos y en nuestro caso son de uso en un día, así pues el colector horizontal de menor diámetro que debemos de instalar es el de 0 6" **unicamente en planta baja**, pues en niveles de pisos superiores, si fuera un edificio sí se usaría el diámetro de 0 4".

**TABLA No. 2 PARA DETERMINAR EL DESAGUE DE
LOS ARTEFACTOS EN UNIDADES DE DESCARGA:**

ARTEFACTOS	Número de Unidades de Descarga	
	Privado	Público
<i>Lavabo - Bidet</i>	1	2
<i>Inodoro</i>	6	10
<i>Bañera</i>	2	4
<i>Ducha</i>	2	4
<i>Mingitorio</i>	-	5 a 10
<i>Lavatrastos de cocina</i>	2	
<i>Cuarto de baño</i>	8	
<i>Cuarto de baño con ducha independiente</i>	10	
<i>Pila de lavar</i>	2	
<i>Dispositivos conuinados (lavadero, lavatrastos etc.)</i>	3	
<i>Vertederos de aguas sucias</i>	3	

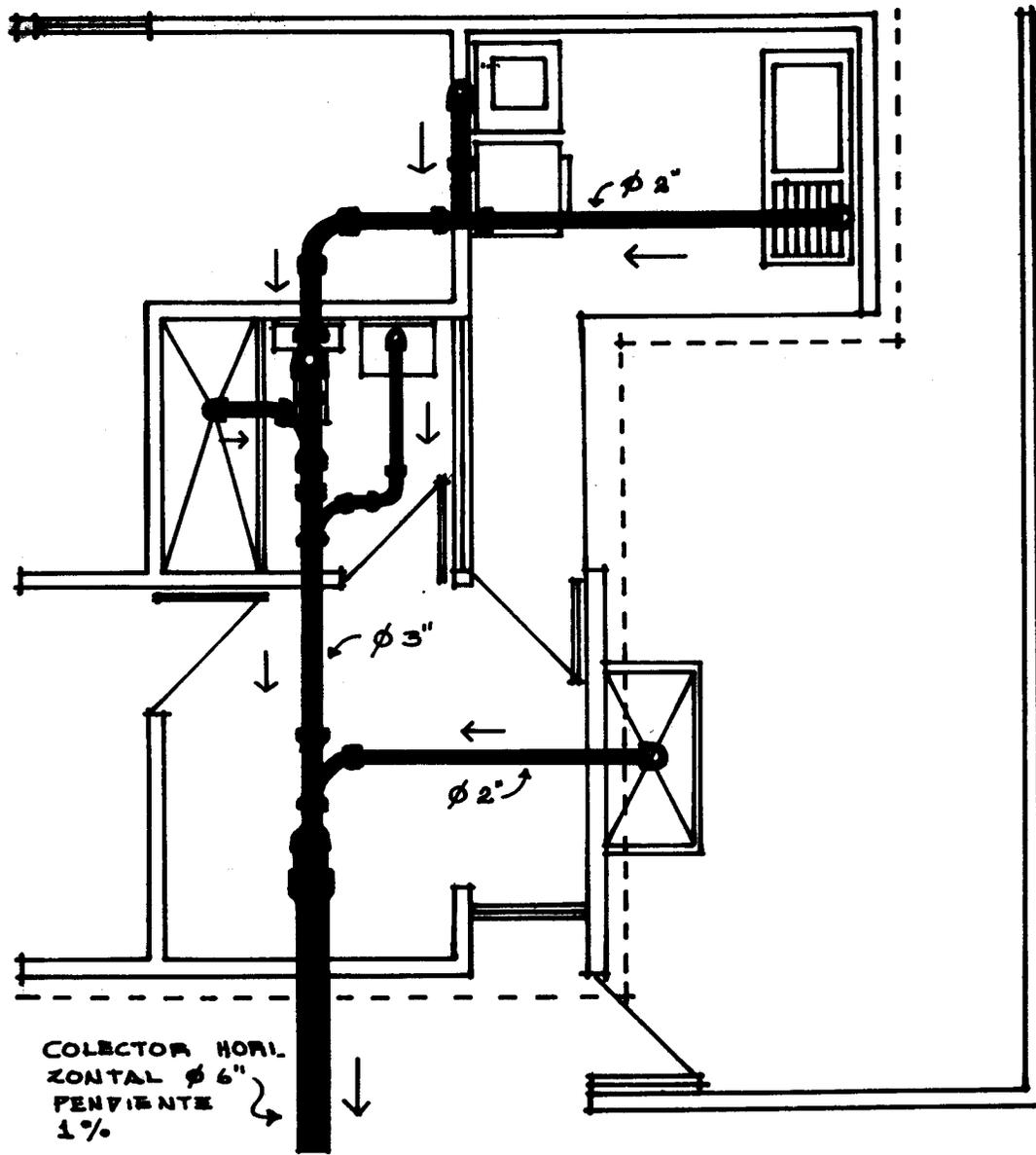


FIGURA No. 3

100

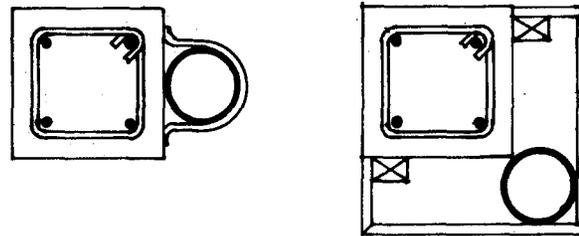
6. COLECTOR VERTICAL

El colector vertical no es más que una bajada de aguas servidas desde un segundo nivel o más; el cálculo de estas tuberías se hace de la misma manera como se calculo en el punto 5 (Colector Horizontal).

Aquí se debe tomar en cuenta el diámetro del tubo ya que si pasa de 4" no puede ser colocada entre muros. No son recomendables los empalmes que pudieran surgir a mitad de los muros pues aumentan el diámetro y tampoco podrían ser introducidos en este.

Por razones de economía el número de colectores verticales o bajadas de agua negra, debe ser lo más reducido posible, es recomendable la superposición de servicios sanitarios en los niveles superiores para que puedan ser servidas por el mismo tubo o colector vertical.

No es recomendable introducir la tubería entre columnas fundidas pues en caso de que estas sufrieran algún desperfecto su reparación es sumamente difícil y debilita la estructura, por tal razón deberá construirse como se indica en las (figs. No.4).



FIGURAS No. 4

Como las aguas servidas de un nivel superior llegan al colector horizontal de la planta baja hay que tomar en cuenta la cantidad de unidades de descarga que este acumula.

sumando las unidades de descarga de la planta baja nos aumenta el diámetro del tubo. Por eso en residencias de 2 niveles o más hay que empezar el cálculo de arriba hacia abajo.

Existe en los colectores verticales, cuando estos recolectan aguas negras de muchos niveles, un término llamado *contrapresión*; esto no es más que una fuerza originada por una presión positiva, y es la causante de la pérdida del sello (se explica en capítulo 7) de los sifones que con frecuencia se experimentan cuando no existen tubos de ventilación, la pérdida del sello en los sifones permite que entren los gases desde el colector municipal. Si una persona estuviera usando el sanitario en el momento que hay *contrapresión* puede recibir un baño muy desagradable.

La *contrapresión* como su nombre lo indica, prácticamente lanza con brusquedad el agua afuera del servicio sanitario, algunas veces el contenido de agua del aparato puede llegar a chocar contra el techo del cuarto de baño.

Los aparatos en que ocurre esto con mayor frecuencia, son los que están situados en la base de los colectores verticales o donde la tubería cambia bruscamente de dirección.

En la (figura No.5) se ilustra como puede producirse la *contrapresión*.

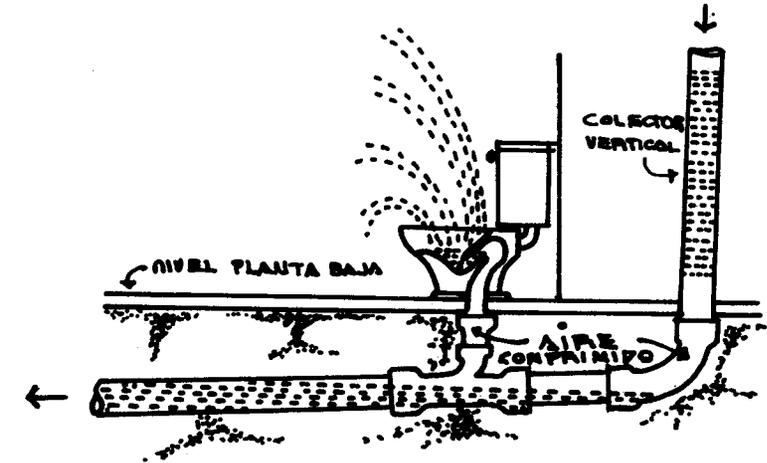


FIGURA No. 5

CONTRAPRESION POR FALTA DE VENTILACION

212

7. SIFONES

Una trampa o sifón en un sistema de drenajes es un dispositivo construido de manera que evita el paso por ella de los gases de la red de drenajes municipales y no afecta en forma apreciable la descarga del aparato sanitario. (ver figura No. 6).

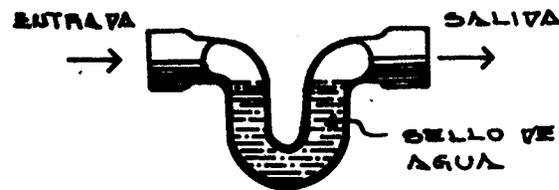
En el artículo 8 se trata brevemente de los gases presentes en el drenaje municipal y que se forman debido a la descomposición de la materia orgánica en los colectores. Es imposible que las enfermedades originadas por el agua sucia como la desintería, tifoidea, cólera, etc., se transmitan por los gases de los drenajes públicos. Las enfermedades pueden transmitirse por cruces defectuosos de la tubería de suministro de agua potable y las tuberías de drenajes, razón por la cual es recomendable el uso en drenajes residenciales de tubería de alto rendimiento como lo es la tubería PVC.

No obstante los sifones son sumamente indispensables, muchos de estos gases son nocivos y si no son mortales cuando se respiran por el ser humano, producen nauseas y pueden ser un elemento que contribuya a enfermedades menores.

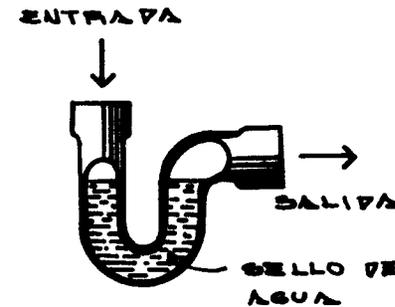
Se ha explicado hasta ahora cual es la utilidad de el sifón pero no se ha explicado como funciona.

El sifón es un tubo de diámetros usados para drenajes en forma de "U" o de "P" este sencillo aparato no hace más que retener líquido en el fondo cuando se ha descargado el aparato sanitario a que está conectado, aproximadamente en la mayoría de los sifones la trampa de cierre o sello de agua tiene una profundidad de 5 cms. suficiente para evitar el paso de los gases (figura No. 6).

Puede observarse un sifón en corte en forma de "U" y uno en forma de "P" y el sello de agua que en estos se forma.



SIFON "U" SIN REGISTRO



SIFON "P" SIN REGISTRO

FIGURA No. 6

Es conveniente que los aparatos sanitarios que no tengan su sifón propio se les instale cuando se diseña las redes de drenajes, el único aparato que trae un sifón integrado es el inodoro. (Ver figura No. 7).

Debido a su construcción todos los sifones están expuestos a abstrucciones, por lo que deben estar equipados con registros de limpieza o estar diseñados de manera que puedan desarmarse fácilmente.

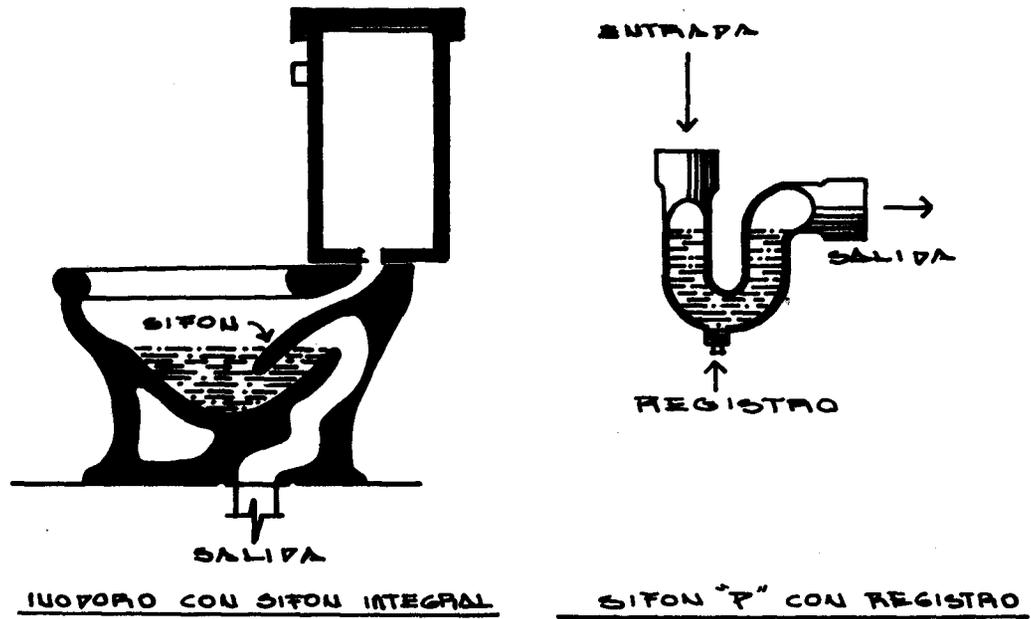


FIGURA No. 7

70

8. CAJAS DE REGISTRO

La caja de registro no es más que una caja de ladrillo con un sifón de PVC con tapadera; para facilitar su limpieza o cuando existe alguna obstrucción, este dispositivo puede estar colocado en varias partes de la vivienda, sirve como barrera y evita que los gases del colector municipal circulen dentro de la residencia.

Los gases que comúnmente se encuentran en los colectores municipales son nitrógeno, dióxido de carbono, hidrógeno, ácido sulfúrico, metano monóxido de carbono y anhídrido sulfuroso.

Al hacer un análisis de estos gases se encuentra que tiene características perjudiciales desde el punto de vista del bienestar humano, razón por la cual se debe evitar que estos penetren a la red domiciliaria.

Es recomendable que antes que los drenajes sean conectados a la red municipal exista un registro como se ilustra en la (figura No. 8).

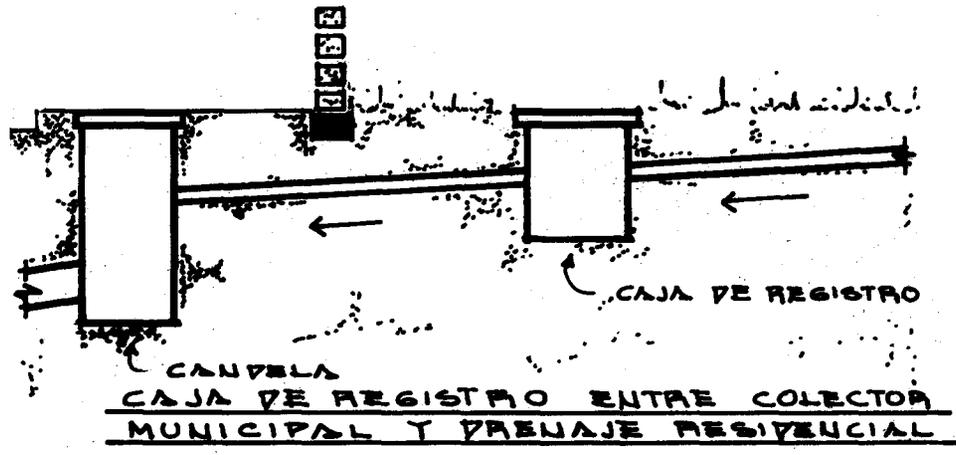
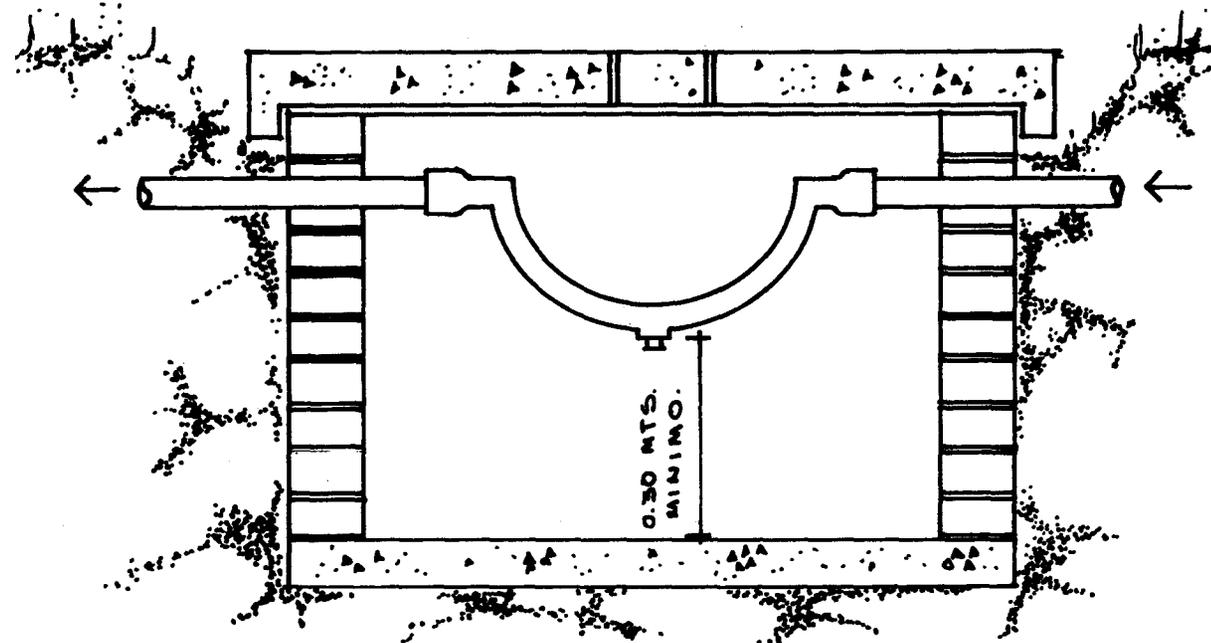


FIGURA No. 8



CORTE DE UNA CAJA DE REGISTRO

FIGURA No. 9

NOTA: El tamaño de la caja es proporcional al tamaño del sifón, el mínimo que se indica en la figura No. 9 es el espacio apropiado que debe dejarse para su limpieza en caso de obstrucción.

Si lo amerita el cálculo, puede usarse una caja sifón hecha en obra, y conectarla a los tubos PVC.

20

9. TUBOS DE VENTILACION

La ventilación de la red de drenajes es la parte más delicada de la instalación y debe diseñarse para mantener presión atmosférica dentro del sistema y evitar tres graves problemas que son: pérdidas de sello en los sifones, retraso del flujo y deterioro en las tuberías.

Experimentos llevados a cabo recientemente han demostrado que la ventilación conveniente de la red de drenaje es de suma importancia siempre que se mantenga un estado atmosférico apropiado durante su funcionamiento; así, el colector horizontal y el colector vertical pueden ser de menor diámetro y dar mejor servicio a un número mayor de aparatos.

Debido a la importancia de la atmósfera y la acción que tiene en la ventilación y en los problemas relacionados con ella, conviene que veamos algo acerca de este tema.

Rodeando a la superficie terrestre hay un volumen de una mezcla de gases conocidos como capa atmosférica, contiene aproximadamente 21o/o de oxígeno, 78o/o de nitrógeno, 0.94o/o de argón, 0.03o/o de bióxido de carbono, así como neon, criptón, ozono y otros gases de menor importancia, a pesar de que los datos científicos indican un espesor de cuando menos 965 kilómetros, el espesor exacto de la atmósfera todavía no se conoce, no obstante, en relación a su peso, alrededor de la mitad de la atmósfera está debajo de los 5,500 mts. como es proporcionalmente más densa en las regiones más bajas, la atmósfera tiene una densidad aproximada del 1.29 gramos por litro en condiciones normales de temperatura y la presión al nivel del mar, de una columna de aire de 1 centímetro cuadrado y de la altura de la atmósfera, ejerce sobre la superficie terrestre una fuerza de 1.033 kilogramos, la conclusión a que se llega con estos datos es que cada cm^2 de superficie terrestre o cualquier objeto sobre ella ya sea líquido, sólido o gaseoso soporta una presión de 1.033 kilogramos; al nivel del mar, y también se verá sujeto a menor o mayor presión ya que en esta forma el volumen total de aire de la columna es menor o mayor respectivamente.

Como mencionamos anteriormente la falta de presión dentro del sistema de drenajes ocasiona pérdida del sello de los sifones debido al desagüe por aspiración, esto se produce por una presión negativa en la tubería, esta aspiración desaloja el agua contenida en el sifón de los aparatos y permite el paso de olores desagradables.

El retraso del flujo o circulación lenta de un sistema de drenaje puede ser resultado de condiciones atmosféricas inadecuadas, de falta de ventilación o de instalación defectuosa de las conexiones. El aire, debido a la compresibilidad de los gases que contiene; puede comprimirse a presiones mucho mayores que la atmósfera. El flujo de agua en las tuberías de drenajes tiende a comprimir el aire contra el cual fluye y entonces se crean presiones mayores que la atmósfera, a menos que la ventilación sea apropiada. El aumento de presión causa retardo en la corriente del tubo y afecta también la capacidad de descarga de sus ramales. En otras condiciones está totalmente desequilibrando el sistema de drenajes, su presión es mayor que la atmosférica y no podría funcionar adecuadamente.

Existen tres tipos de ventilación, la ventilación individual de los aparatos, la ventilación global del sistema y la ventilación combinada que es en realidad una combinación del sistema unitario y del sistema global.

La elección del sistema está determinado principalmente por la forma en que se coloquen los aparatos sanitarios, como regla general y lo más práctico y económico es una ventilación combinada pues el sistema de ventilación unitaria es muy costoso y no absolutamente necesario, como algunas veces se hace la ventilación unitaria se dirá que esto se debe efectuar lo más cerca posible del aparato, directamente abajo de este y en la parte posterior.

La tabla siguiente sirve para determinar el diámetro del tubo para instalación unitaria:

TABLA No. 3 PARA DETERMINAR EL TUBO DE VENTILACION UNITARIA

Tipo de Aparato	Diámetro del tubo de ventilación en pulgadas	No. de unidades Admisibles
Lavabo	1 1/4"	1
Fregadero	1 1/4"	1
Ducha	1 1/2"	8
Tina de baño	2"	18
Lavadero	1 1/2"	8
Vertedero de aguas sucias	2"	18
Inodoro	3"	1

**TABLA No. 4 PARA DETERMINAR EL DIAMETRO Y LA
MAXIMA LONGITUD ADMISIBLE EN TUBOS
DE VENTILACION DEL COLECTOR
HORIZONTAL Y VERTICAL**

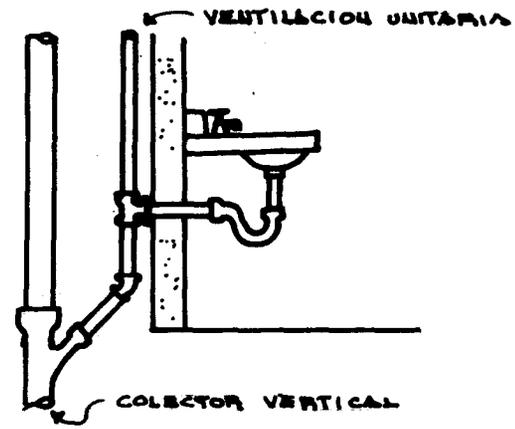
diámetro del colector horizontal o vertical en cms.	Número de uni- dades de des- carga	Diámetro de los tubos de ventilación (cm)									
		1 1/4= 31.7	1 1/2= 38.1	2 = 5.01	2 1/2= 6.3	3 = 7.6	4 = 10.2	5 = 12.7	6 = 15.2	8 = 20.3	10= 25.4
3.2	1	13.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.8	Hasta 8	10.7	18.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.1	Hasta 18	9.1	15.2	27.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.3	Hasta 36	7.6	13.7	22.9	32.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	12	.....	10.4	36.6	54.9	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	18	.....	5.5	21.3	54.9	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	24	.....	3.7	15.2	39.6	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	36	.....	2.4	10.7	28.4	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	48	.....	2.1	9.8	24.4	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
7.6	72	.....	1.8	7.6	19.8	64.7	.....	.....	.....	.....	.....
10.2	24	.....	.....	7.6	33.5	61	91.5	104	.....	.....	.....
10.2	48	.....	.....	4.9	19.8	35.1	91.5	104	.....	.....	.....
10.2	96	.....	.....	3.7	13.7	25.6	91.5	104	.....	.....	.....
10.2	144	.....	.....	2.7	11.0	22.0	91.5	104	.....	.....	.....
10.2	192	.....	.....	2.4	9.1	19.5	86.0	104	.....	.....	.....
10.2	264	.....	.....	2.1	6.1	17.1	74.7	104	.....	.....	.....
10.2	384	.....	.....	1.5	5.5	14.3	62.8	104	.....	.....	.....
12.7	72	.....	.....	.....	12.2	19.8	76.2	119	134	.....	.....
12.7	144	.....	.....	.....	9.1	14.3	54.9	119	134	.....	.....
12.7	288	.....	.....	.....	6.1	9.8	37.8	119	134	.....	.....
12.7	432	.....	.....	.....	4.9	7.3	28.7	97.6	134	.....	.....
12.7	720	.....	.....	.....	3.0	4.9	21.3	68.6	134	.....	.....
12.7	1 020	.....	.....	.....	2.4	4.0	17.7	54.9	134	.....	.....
15.2	144	.....	.....	.....	.....	8.2	32.9	104	155	.....	.....
15.2	288	.....	.....	.....	.....	4.6	21.3	67.1	155	192	.....
15.2	576	.....	.....	.....	.....	3.0	13.1	45.7	130	192	.....
15.2	884	.....	.....	.....	.....	2.1	10.1	38.1	97.6	192	.....
15.2	1 296	.....	.....	.....	.....	1.8	7.6	28.1	73.2	192	.....
15.2	2 070	.....	.....	.....	.....	1.2	6.4	22.9	56.7	192	.....
20.3	320	.....	.....	.....	.....	.....	12.8	43.9	122	229	274
20.3	640	.....	.....	.....	.....	.....	9.1	26.2	79.3	229	274
20.3	960	.....	.....	.....	.....	.....	6.7	18.3	58	229	274
20.3	1 600	.....	.....	.....	.....	.....	4.9	12.2	37	160	274
20.3	2 500	.....	.....	.....	.....	.....	3.7	8.5	27	113	274
20.3	4 160	.....	.....	.....	.....	.....	2.1	6.7	18.9	76.9	256
20.3	5 400	.....	.....	.....	.....	.....	1.5	5.2	15.9	64.7	215

EJEMPLO:

Para determinar el diámetro del tubo de ventilación de un lavabo en el sistema de ventilación unitaria, se debe de buscar en la tabla en la columna de unidades de descarga, como el lavamanos tiene una, entonces se obtendrá un tubo de 1 1/4". (Ver tabla No.3).

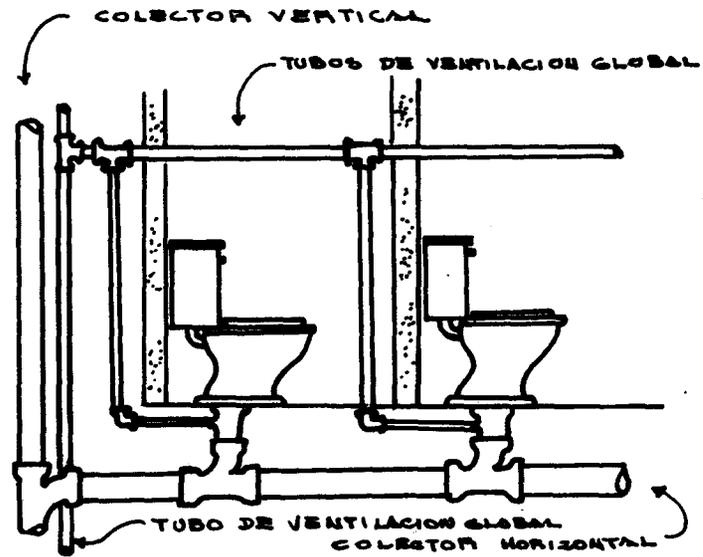
Si se quisiera saber el diámetro de un tubo para ventilación global y su máxima longitud. Suponiendo que se tenga que ventilar dos inodoros, dos lavamanos, un baño, una pila, un lavatrastos, de la tabla de unidades de descarga se ve que las unidades son respectivamente 12, 3, 3, 3, 3, haciendo un total de 20, buscando en la tabla No.4, se tiene que para 20 unidades de descarga se debe usar un tubo de ventilación de 1 1/4" con una longitud de 7.60 mts., un tubo de 1 1/2" con una longitud de 13.7 mts., un tubo de 2" con una longitud de 22.90 mts. y finalmente un tubo de 2 1/2" con una longitud de 32.00 mts. (aquí se seleccionará el que más convenga).

En la figura No.10 puede verse un ejemplo de ventilación unitaria, en la figura No.11 un ejemplo de ventilación global y en la figura No.12 un sistema de ventilación combinada.



VENTILACION UNITARIA

FIGURA No. 10



VENTILACION GLOBAL

FIGURA No. 11

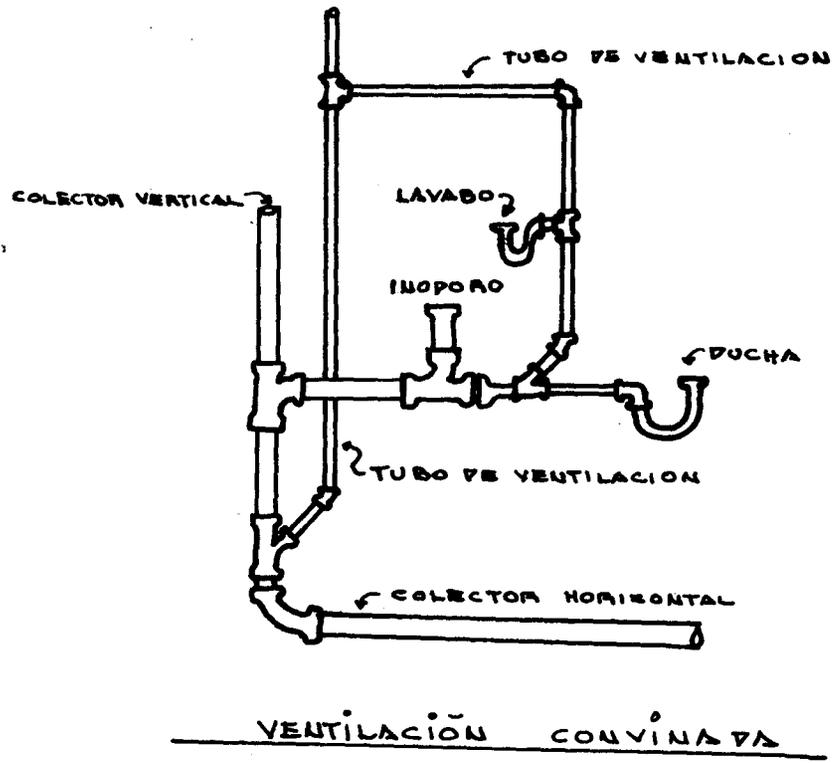


FIGURA No. 12

10. RAMALES PARA RTEFACTOS

Los ramales o tuberías secundarias de drenajes son los que sirven de conexión entre los artefactos y el colector vertical y colector horizontal.

Regularmente se conectan con el sifón de cada artefacto y tienen una pendiente entre 1 y 4o/o.

En esta tubería también pueden ser conectadas las ventilaciones de los artefactos si así se desea, pero hay que tomar en cuenta que la longitud de un ramal horizontal de 1 1/4", medidas desde la vertical de la entrada del sifón hasta el punto de ventilación no debe exceder de 1.50 mts, para ramales de más de 1 1/4" con una pendiente de 2o/o son admisibles las siguientes longitudes:

Ramal de 1 1/2, 1.80 mts ramal de 2", 2.40 mts., Ramal de 3", 3.60 mts. En nuestro caso debemos de considerar el ramal de 2" pues según nuestra tabla para determinar el diámetro de tubería de los diferentes artefactos el menor diámetro a usar es 2" (ver figura No.13).

Estas distancias a las que se hizo referencia anteriormente tienen por objeto que las descargas de aguas negras no puedan invadir los tubos de ventilación y obstruir así las entradas de aire, por eso la ventilación a empalmarse al ramal secundario no debe empalmarse en la unión del sifón ni en ningún punto del ramal que quede por debajo de la pendiente hidráulica o sea una recta que une el nivel más elevado del agua en el artefacto con el empalme del ramal, si el ramal se dobla formando ángulo recto, el tubo de ventilación toma la dirección del brazo vertical de la unión, y si la conexión no está debajo de la pendiente hidráulica, como se ve en la figura No 14, el conducto de ventilación no funcionaría.

Para determinar el diámetro de la tubería de los diferentes artefactos se consultará en la tabla que se muestra a continuación:

**TABLA No. 5 PARA DETERMINAR EL DIAMETRO
DE TUBERIA DE LOS DIFERENTES ARTEFACTOS**

<i>ARTEFACTO</i>		
<i>Inodoro</i>	<i>7.5 cms</i>	<i>3"</i>
<i>Lavatrastos</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Bañera (ducha)</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Bidet</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Lavamanos</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Urinarios</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Pilas</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>
<i>Lavadora eléctrica</i>	<i>5 cms</i>	<i>2"</i>

EJEMPLO:

Si se tiene en un cuarto de baño un inodoro, un lavamanos y una ducha, se debe usar para el inodoro un tubo de 3" para el lavamanos y ducha, tubos de 2" en cada artefacto. (Ver figura No.15).

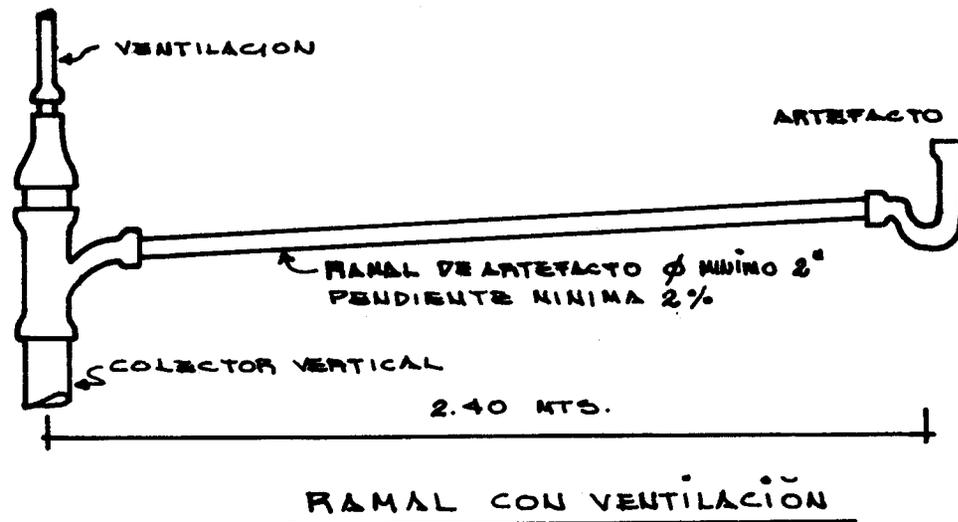


FIGURA No. 13

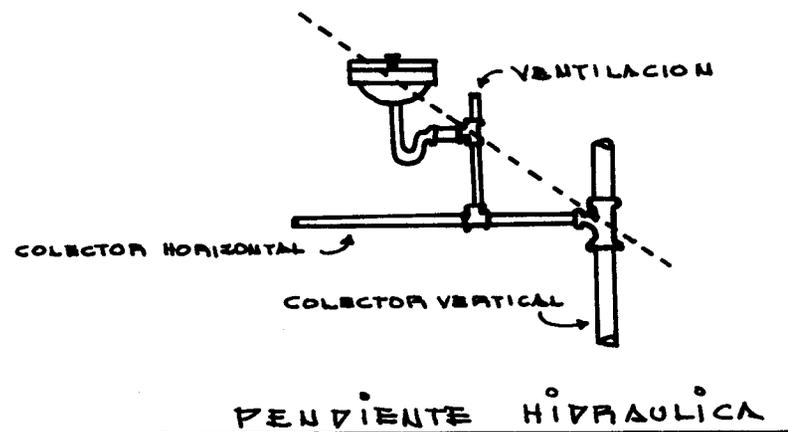


FIGURA No. 14

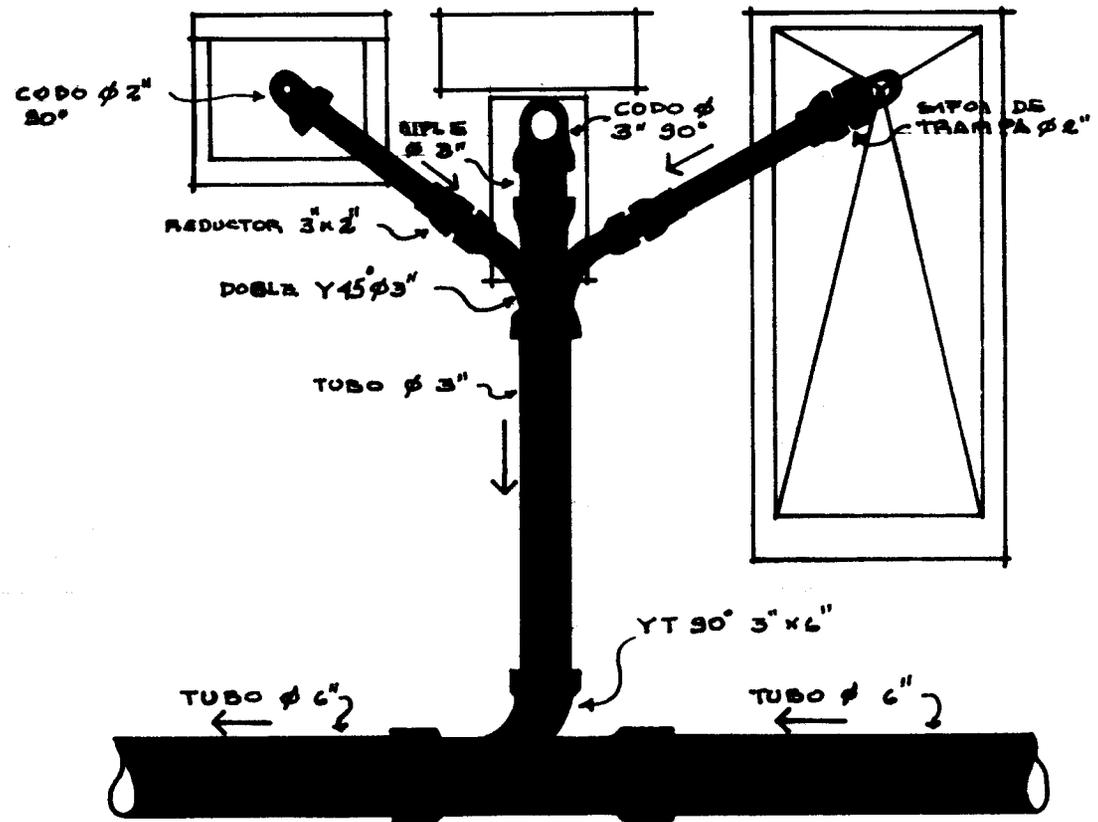


Figura No. 15

Como se puede observar los tubos de drenaje del lavamanos y ducha e inodoro son de diámetros distintos, para poder conectar cada uno de estos tubos entre si, hay que hacer uso de los diferentes accesorios que se ilustran en la figura No.15, y hacer notar que las flechas que aparecen paralelas a los tubos indican la dirección del flujo, es importante indicar la dirección del flujo en una nota general en el plano final, así como la pendiente de las tuberías, y en casos especiales en que en determinados tramos cambie de pendiente, la nota deberá colocarse lo más cerca posible de la tubería en mención.

Como puede observarse en la figura No.15 el diámetro mayor de tubería es el de 3" que drena el inodoro y de 2" el drenaje del lavamanos y la ducha, para hacer la unión necesitamos entonces tubos de 2" reductores de 3" a 2" una Doble "Y" de 45° de 3" y luego un tubo de \emptyset 3" para la doble "YT" de 3" X 6" para el colector horizontal, suponiendo que este tenga \emptyset 6" (diámetro mínimo).

11. DRENAJES DE PATIOS Y GARAGES

Este drenaje sirve para recibir toda el agua de las superficies que acumulan los patios de cemento y los garages, así como de vías de acceso y corredores; sirve también para drenar el agua que cae de techos que no han sido canalizados.

Para determinar el diámetro de las tuberías a usarse se puede decir que en un patio de un área de 70 m^2 o menos con una pendiente del 1o/o debe usarse un tubo de 3" **nunca debe de usarse un tubo de diámetro menor**, pues esto ocasionaría problemas en el drenaje.

TABLA No. 6 PARA DETERMINAR EL DIAMETRO DE LA TUBERICA DE DRENAJES DE PATIOS Y GARAGES.

Diámetro de la tubería en Pulgadas	PENDIENTE DE LA TUBERIA		
	a 1o/o Superficie	a 2o/o de patio en metros	a 4o/o cuadrados
3	70	95	140
4	150	200	290
5	250	340	500
6	390	560	780
8	810	1100	1620
10	1410	1820	2860

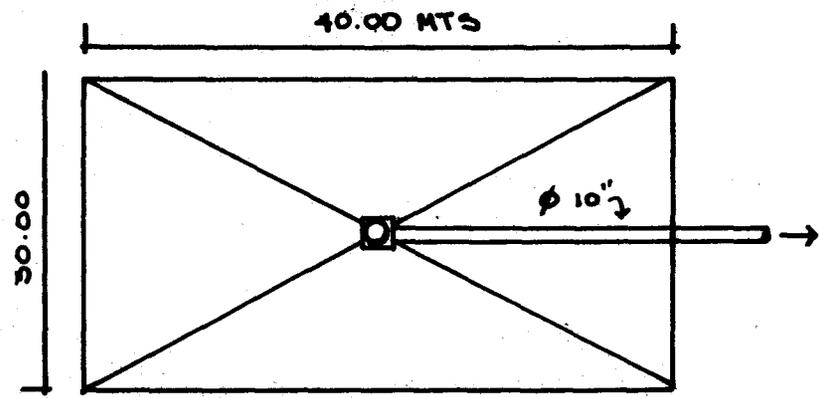
Hay que hacer notar que si la superficie a cubrir es sumamente grande debe de disponerse de varios tubos o ramales secundarios que no estén separados más de 20 mts. entre sí

EJEMPLO:

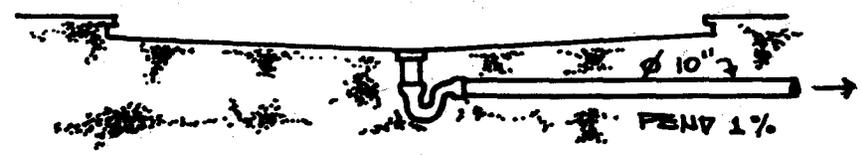
Si se tiene una superficie de 40 metros de largo por 30 mts. de ancho, existen un área a drenar de 1200 m^2 , chequeando la tabla se ve que con 1o/o de pendiente se usará un tubo de 10", (figura No. 16), este será el tubo colector horizontal, como el área es demasiado larga es recomendable usar dos tubos para drenar en dos tramos la superficie, entonces

tendrá en lugar de un tubo de 10 mts. de largo por 30 mts. de ancho dos áreas de 20 mts. por 30 mts., esto nos da una superficie 600 m^2 chequeando la tabla se puede determinar el diámetro según el código.

Para conectar al tubo colector se necesitan dos tubos, puesto que las áreas son de 600 m^2 chequeando en la tabla el más aproximado es 810 que da un tubo de 8" que se conectará al tubo colector horizontal de 10" por cada 600 m^2 (Ver figura No. 16)



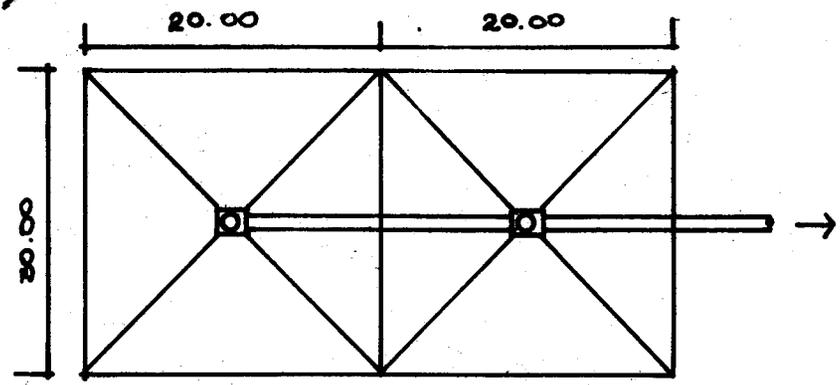
PLANTA



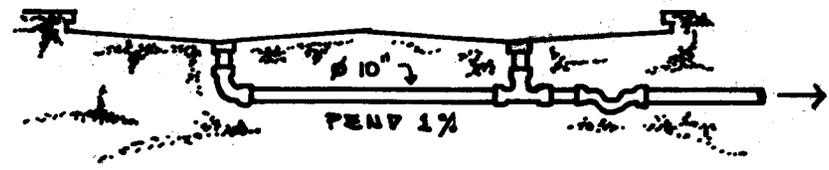
CORTE

FIGURA No. 16

Como en todo caso se tiene que usar para conectar el tubo de 8" al tubo de 10" un reductor más uno dodo, se opta para que la solución sea más económica bajar con un tubo de 10" y así evitar el costo del reductor, algunas veces hay que usar el criterio del calculista para las soluciones más económicas.



PLANTA



CORTE

FIGURA No. 17

12. BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

La Municipalidad de Guatemala pensando en un sistema de tratamiento de aguas servidas, exige sistemas de drenajes separativos. Hasta la fecha no se tiene ninguna planta de tratamiento pero se espera que en el futuro esto llegue a ser realidad, pues es sabido que el aumento de habitantes en la ciudad hace aumentar la cantidad de aguas negras. El agua pluvial es relativamente pura y puede descargarse en un desague natural (ríos, lagos, etc), sin que lo afecte materialmente; en cambio las aguas negras necesitarán de una planta de tratamiento para licuar las materias orgánicas en suspensión.

Por lo general y en el medio, se tienen dos tipos de drenajes para techos, los de losa y los de techos inclinados, que pueden ser de teja, duralita, y lamina, para los primeros pueden usarse los tubos o bajadas entre las paredes o expuestos según sea el caso y para los segundos canales y bajadas ocultas o expuestas; para poder diseñar las tuberías pueden usarse tres métodos.

- A) Método de Tablas.
- B) Método de Fórmula
- C) Método de Area.

A) METODO DE TABLAS.

TABLA No. 7 PARA DETERMINAR EL DIAMETRO DE TUBERIA DE DRENAJE PLUVIAL

Diámetro del Tubo		Superficie máxima del tejado desaguado en m ²		
Pulg.	Cms.	Pendiente 1 a 100	Pendiente 2 a 100	Pendiente 4 a 100
3	= 7.6	80.50	114.00	170.00
4	= 10.2	173.00	242.50	387.50
5	= 12.7	309.00	440.00	690.00
6	= 25.2	495.00	698.00	1100.00
8	= 20.3	1030.00	1460.00	2300.00
10	= 25.4	1810.00	2560.00	4050.00
12	= 30.5	2900.00	4100.00	6480.00
14	= 35.6	3960.00	5575.00	8830.00

EJEMPLO:

Suponiendo que tenemos un techo de losa de 10.00 mts. x 17.00 mts. de ancho, la superficie del techo sería de 170 metros cuadrados consultando con la tabla se observa que con una pendiente del 1o/o puede drenar esa superficie con un tubo de 4" y con 4o/o de pendiente con un tubo 3". Sin embargo para que los pañuelos no salgan muy peraltados, se ponen dos bajadas como se ilustra en la figura No. 18.

Es de hacer notar que los tubos de bajadas no deben estar a una distancia mayor de 20 mts. entre sí. (Ver Figura No. 18).

BAJADA DE AGUA FLUJAL DE LOSA

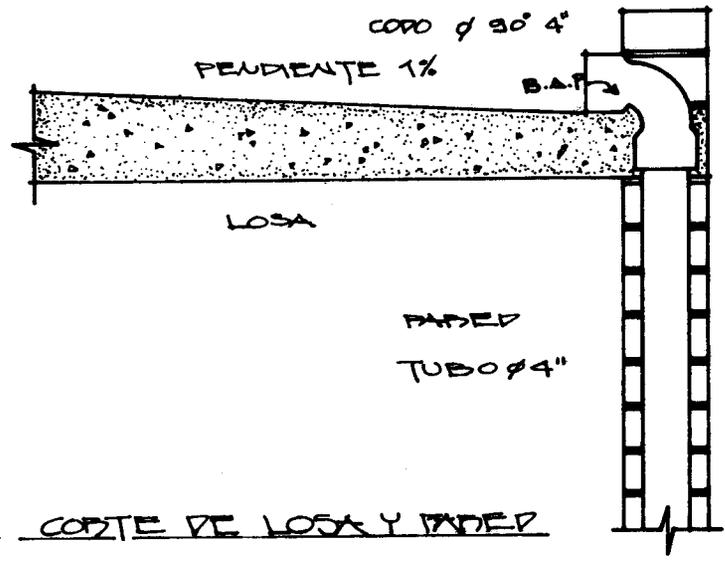
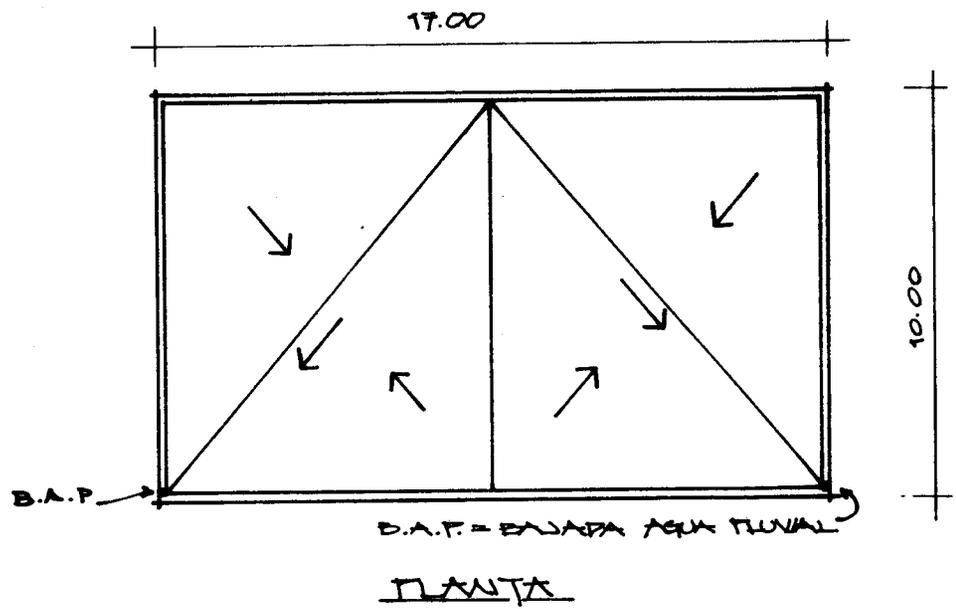


FIGURA No. 18

B) METODO DE FORMULA

La fórmula a usarse en este caso será:

$$D = \sqrt{\frac{A}{B}} \times 1.128 \text{ cms.}$$

de donde:

D = Representa el diámetro del tubo en centímetros.

A = Area del techo

B = Area de techo que puede ser drenada con 1 cm^2 de sección de tubo, usando los valores de 2.9 para 1o/o de pendiente y 4.3 para 2o/o de pendiente.

El valor constante de 1.128 representa el diámetro del círculo que tiene una superficie de 1 cm^2 , éste factor constante se usa para cambiar un tubo de sección cuadrada a uno de sección circular.

Ejemplo:

¿Qué tubo de bajada de agua pluvial se necesitará para drenar un techo de losa que tiene una superficie de $10.00 \times 17.00 \text{ mts.}$ con una pendiente de 1o/o.

$$\begin{aligned} A &= 170 \text{ mts.}^2 \\ B &= 2.9 \end{aligned}$$

Sustituyendo en la fórmula se tiene que

$$D = \sqrt{\frac{170}{2.9}} \times 1.128 \text{ cms.} \qquad D = 8.64 \text{ cms.}$$

Esto quiere decir que se necesitan 8.64 centímetros de diámetro para drenar la superficie en mención o sea un tubo de 4" que tiene un área inmediata superior de 10.2 cmts.^2

C) METODO DE AREA:

Suele dársele una sección al tubo de bajada de agua pluvial de 1 cm.^2 por cada 2 mts.^2 de superficie cubierta para una presipitación pluvial de 200 mm. por hora, la máxima presipitación registrada en Estados Unidos y Canadá en pocos minutos.

Por ser parecida a la de Guatemala que es de 200 mm. en la Capital, podemos usar también este método.

Ejemplo: Si tenemos una superficie de techo cualquiera con una pendiente de $1/10$ de $10.00 \times 17.00 \text{ mts.}$ el área será de 170 m^2 , como el método dice 1 cm.^2 para cada 2 m^2 entonces necesitamos un tubo de 8.50 cm.^2 o sea un tubo de $4''$.

Para los techos inclinados, ya sean de losa, de teja o de lamina etc., y deba recojerse el agua de lluvia en canales se tiene la siguiente tabla:

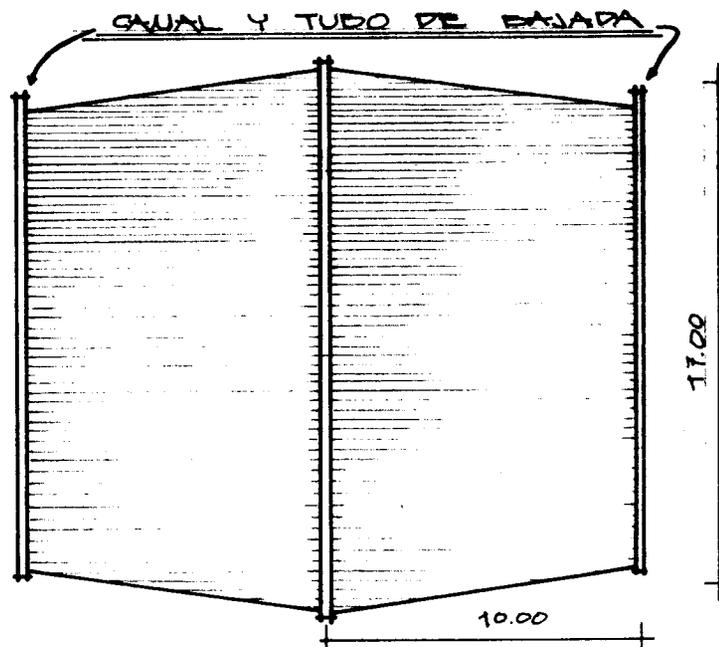
**TABLA No. 8 PARA DETERMINAR EL
DIAMETRO DEL CANAL Y TUBERIAS
DE DESAGUE PLUVIAL**

Superficie del Tejado en m^2	CANAL		TUBO DE BAJADA	
	Pulgs.	Cms.	Pulgs.	Cms.
Hasta 8.35	3	— 7.6	1 1/2	— 3.8
8.36 a 25	4	— 10.2	2	— 5.1
25.1 a 75	4	— 10.2	3	— 7.6
75.1 a 167	5	— 12.7	3	— 7.6
167.1 a 335	6	— 15.2	4	— 10.2
335.1 a 510	8	— 20.3	5	— 12.7
510.1 a 890	10	— 25.4	6	— 15.2

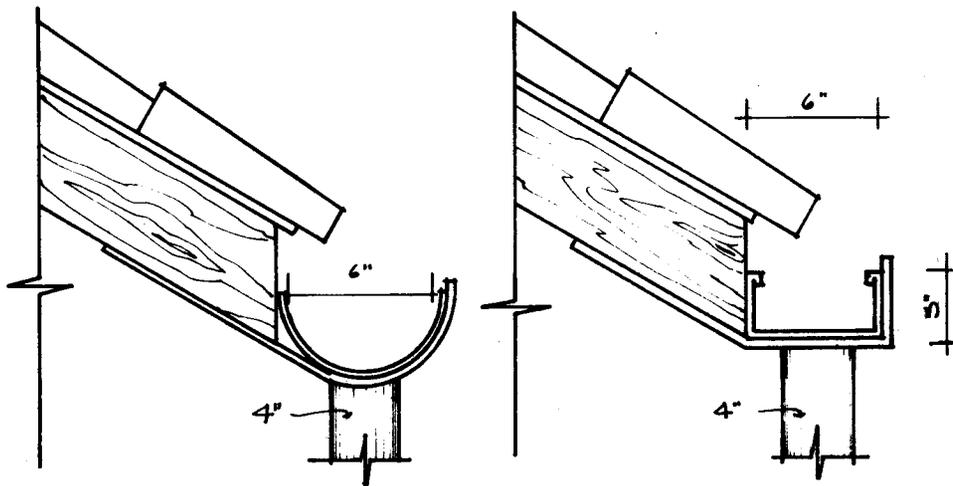
EJEMPLO:

Se tiene un techo de lámina de 10.00 mets. de largo X 17.00 mts. de ancho.

La superficie será de 170.00 metros cuadrados, consultando la tabla se observa que es necesaria una canal de 6" de diámetro, si fuera cuadrada sería de 6" de ancho por 3" de alto y un tubo de bajada de 4" en ambos casos. (Ver Figuras No. 19).



PLANTA



CAJALES Y BAJADAS

FIGURA No. 19

6

13. **FOSAS SEPTICAS, POZOS DE ABSORCION Y
CAMPOS DE DISTRIBUCION**

Muchas de las zonas en la capital así como en los Departamentos de la República y en áreas rurales, carecen de drenajes, esto representa un problema serio desde el punto de vista sanitario. El descuido de la descarga o eliminación de las materias orgánicas ha dado lugar en muchos casos a la contaminación de lagos, ríos, corrientes de agua subterránea etc. a tal grado que en algunos casos la vida acuática se va extinguiendo.

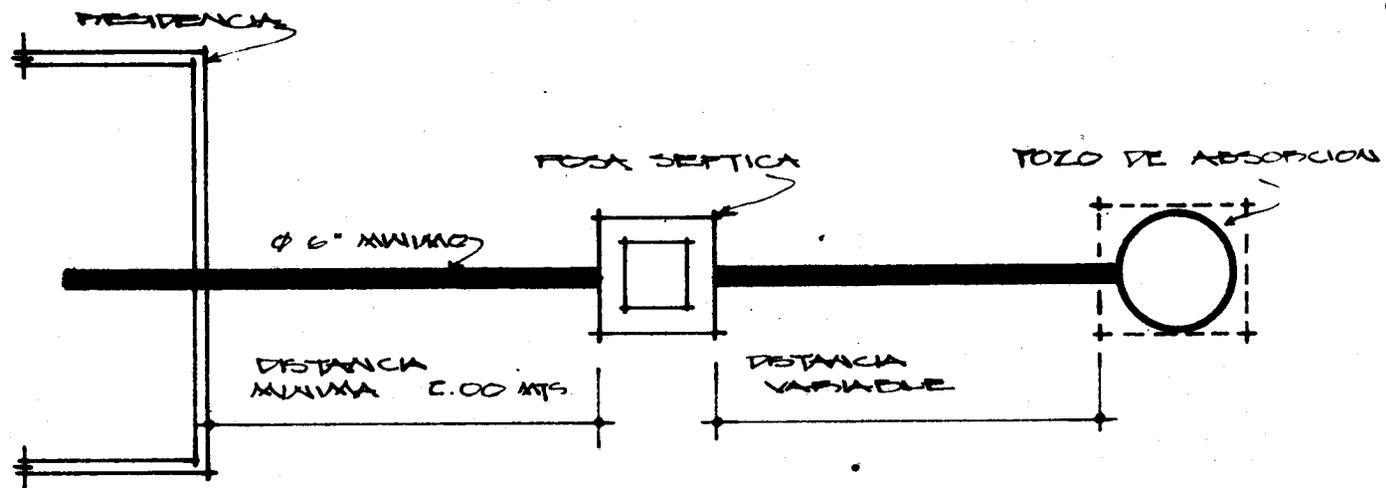
La mayoría de enfermedades se origina por agua contaminada, algunas de ellas son, la desintería, tifoidea, diarrea y otros desordenes intestinales comunes en el medio.

Para evitar este peligro debe darse un tratamiento en las aguas servidas, purificándola para que no exista contaminación en los pozos o en las corrientes subterráneas. El mejor tratamiento que puede dárseles económicamente es purificarlas con fosa sépticas y pozos de absorción (Figura No. 20) o fosas sépticas y campos de distribución. (Figura No. 21)

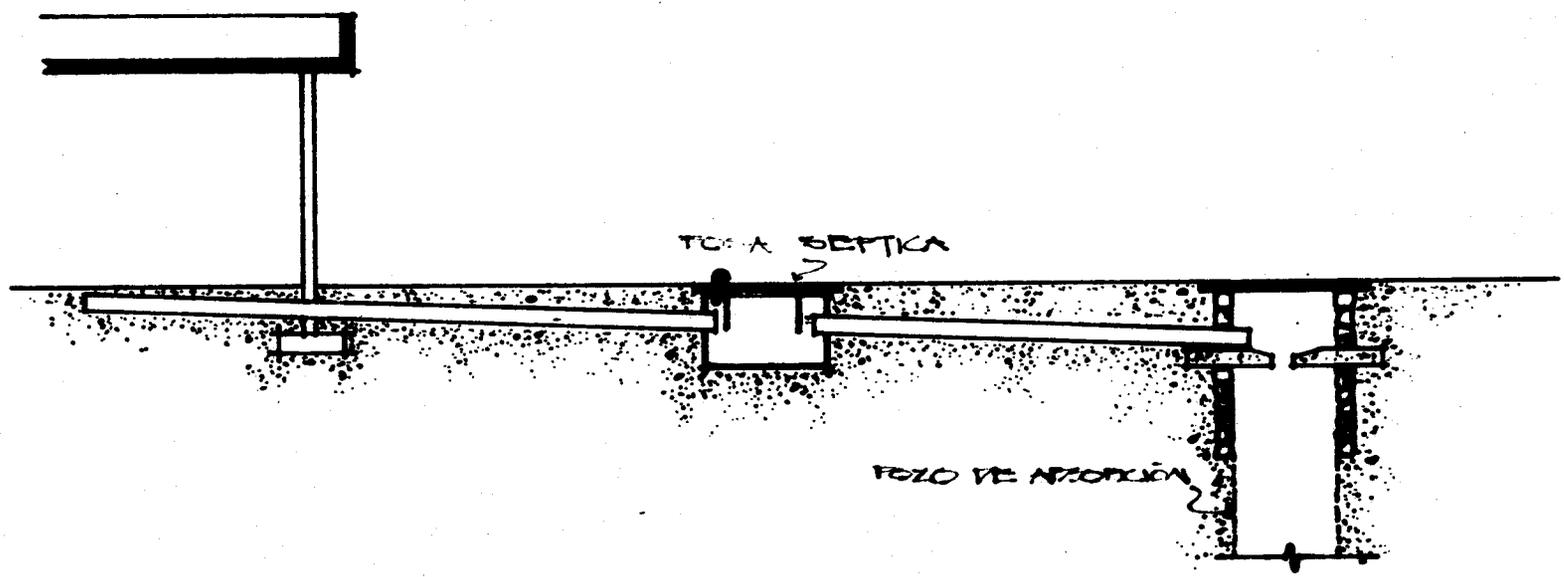
La instalación de un sistema séptico requiere un estudio cuidadoso; la topografía y clase de terreno son los primeros factores de importancia que deben tomarse en cuenta; el terreno debe ser favorable para el desecho de los líquidos que constituyen el desperdicio unificado del sistema séptico, puede asegurarse que el mejor terreno que puede existir para este fin es el de naturaleza arenosa, la arena o los granos son permeables a la humedad y permiten el flujo rápido del líquido al subsuelo, cuando en algunos casos la superficie del terreno sea resistente a la humedad (terreno duro), se recomienda la construcción de un sistema de pozo de absorción, pero cuando la capa superior es bastante permeable y permite flujo rápido de filtración se hace necesario usar el sistema de campo de distribución siempre y cuando el terreno así lo permita, pues requiere de un área de terreno bastante extensa.

Para la instalación de una fosa séptica es muy importante que ésta se coloque cerca de la superficie del terreno por su limpieza y porque la purificación del líquido que se encuentra en esta depende de su oxidación y de las bacterias aerobias. Estas bacterias se encuentran solamente en el subsuelo a no más de 1.50 mts. debajo de la superficie, la oxidación del líquido a mayores profundidades se hace extremadamente difícil.

La fosa séptica es un dispositivo que se usa para facilitar la descomposición de elementos contenidos en los desperdicios de las aguas negras. Estas contienen agua, materiales sólidos sedimentables como arenas, grasa, sebo, materia animal y vegetal en



PLANTA
FIGURA N° 20



CORTE

FIGURA No. 21

FOSA SEPTICA Y CAMPOS DE DISTRIBUCION

0

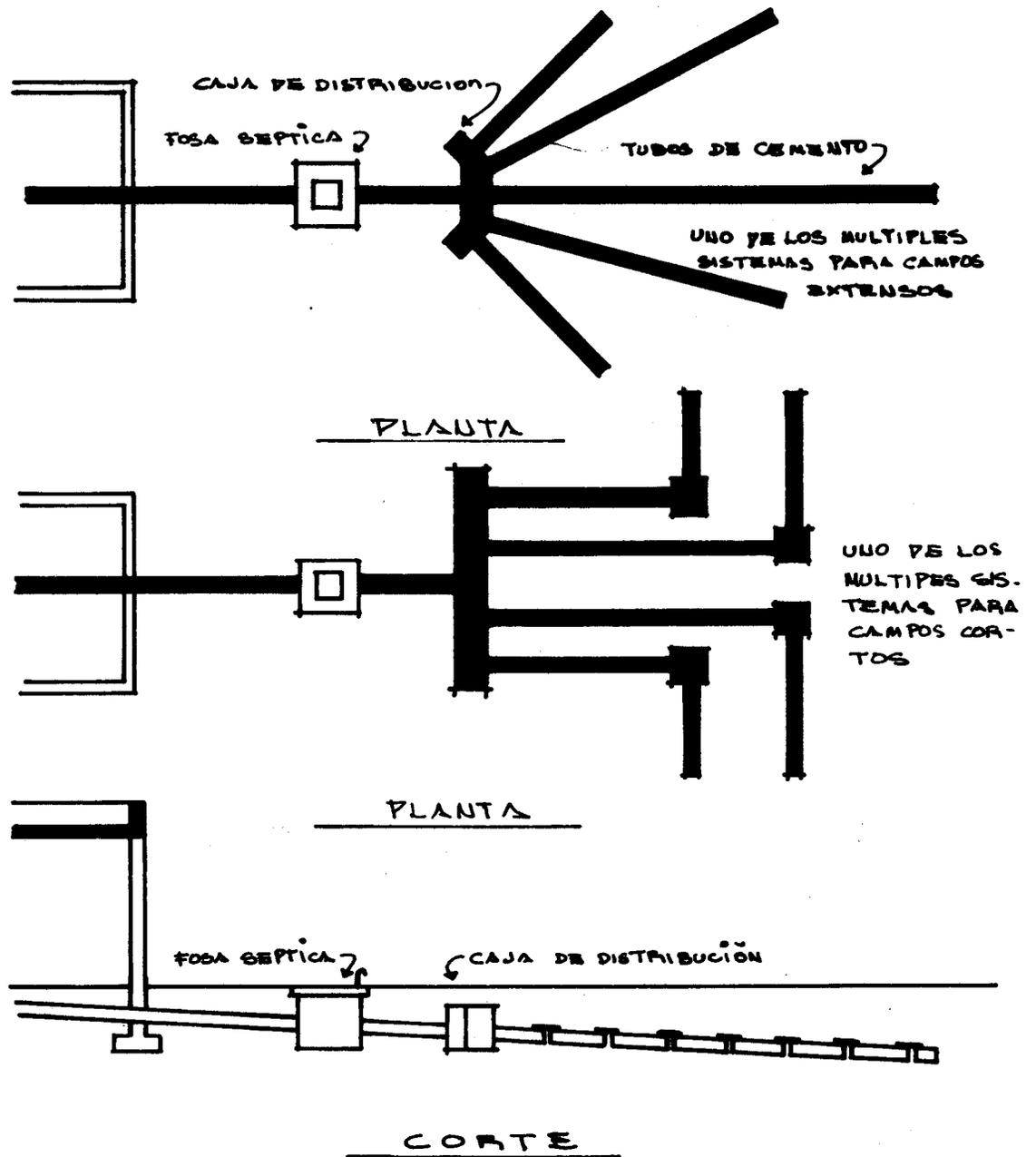


FIGURA No. 21

estado de suspensión y materia no sedimentable de naturaleza vegetal y mineral en solución, tiene color lechoso y olor extremadamente desagradable.

Los sólidos sedimentables a que se hace referencia pueden precipitarse en una fosa séptica en tiempo muy corto.

Un período de retención de veinticuatro horas da un resultado satisfactorio. Las materias orgánicas sólidas por ser más densas que el agua, tienden a depositarse en el fondo y se denominan técnicamente lodos. Las materias orgánicas ligeras por ser menos densas que el agua suben a la superficie y se les llama natas. Desde el punto de vista del peso las materias en suspensión constituyen una pequeña parte de las aguas negras. Las materias orgánicas en solución ofrecen mayores problemas para su alimentación.

Los materiales orgánicos están compuestos principalmente de proteínas, carbohidratos, cenizas, grasas y jabón y en general son compuestos químicos de nitrógeno, hidrógeno, carbono, azufre y fósforo, junto con los sólidos hay gran número de bacterias anaerobias que en condiciones favorables se multiplican rápidamente por proceso de bipartición. El nombre de bacteria anaerobias deriva del hecho de que solo sobreviven en lugares con corrientes de oxígeno, condición que se verifica en la fosa séptica.

Así pues se puede ver que las bacterias anaerobias consumen gran parte de las materias en suspensión para luego transformarlas en gases y compuestos químicos de tipo común.

Todos los gases que se forman en la fosa séptica deben de ser descargados a la atmósfera por un tubo de ventilación de por lo menos 1" de diámetro y que sobresalga 60 centímetros sobre el nivel del suelo, cuando se usa sistemas de fosa y campo de distribución este tubo no es necesario pues los gases van por todo el sistema de drenajes.

Las materias insolubles pesadas, denominadas lodos, se asientan en el fondo de la fosa. Es en esa formación de lodos en donde se multiplican las bacterias anaerobias. Las grasas y los aceites suben a la superficie del tanque y sirven para el desarrollo de las bacterias, estos elementos insolubles deben extraerse periódicamente (en una residencia de seis personas aproximadamente cada cinco años).

Después de este proceso, queda el líquido de la fosa séptica que consiste principalmente en agua con compuestos químicos o sin ellos, luego se filtran en el terreno y pasa gradualmente hasta el nivel freático que hay bajo la superficie. Las bacterias anaerobias se eliminan por medio del oxígeno que las transforma en compuestos de nitrógeno y que son más conocidas comunmente como nitritos o nitratos.

El cálculo de una fosa séptica para instalaciones residenciales debe hacerse bajo la asignación de que cada persona usa diariamente de 0.14 a 0.17 mts. cúbicos de agua, así por ejemplo si en una residencia viven 8 personas calculamos que $(8 \times 0.17 = 1.36 \text{ metros}^3)$ tendríamos así pues una fosa de 1.10 metros de largo por 1.10 metros de alto por 1.10 metros de ancho. (Figura No. 22).

Para ubicar una fosa séptica debe hacerse acerca de la residencia a que presta servicio, dejando una distancia mínima recomendable de 2 mts. debe tenerse especial cuidado de instalarse cerca de ventanas o puertas pues las corrientes de aire pueden llevar olores desagradables al interior.

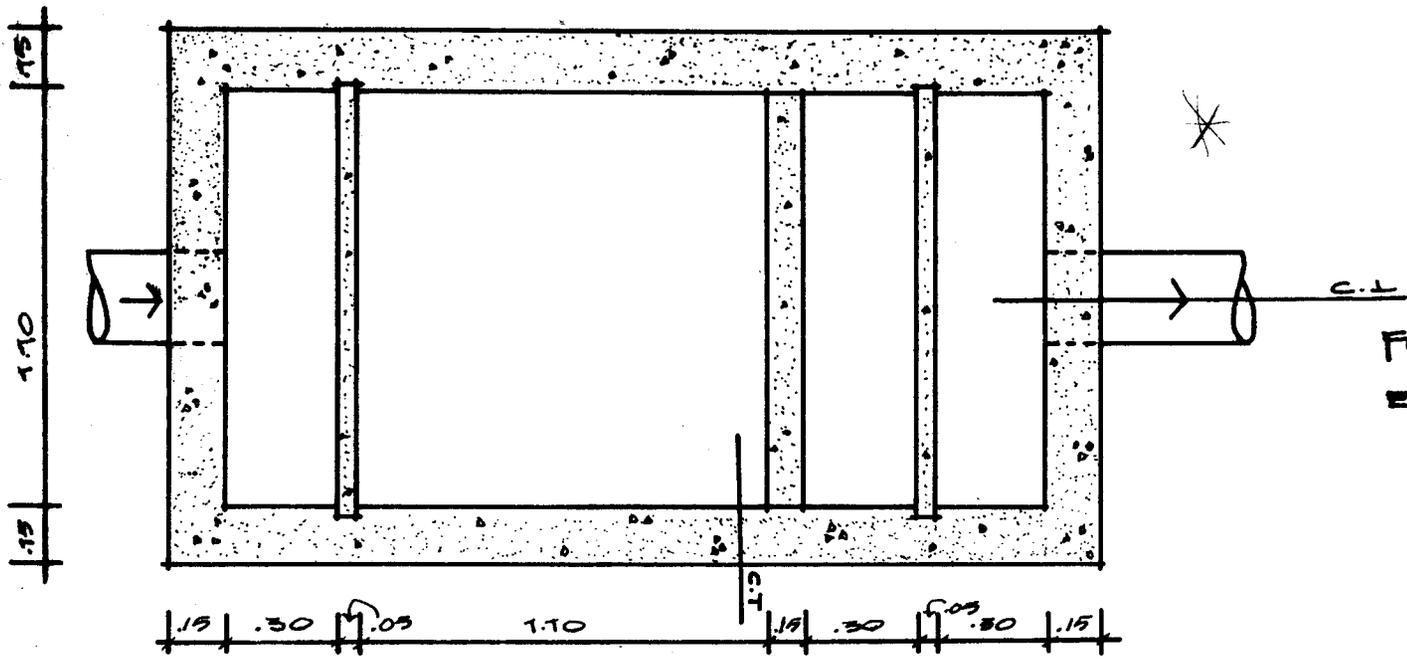
La segunda etapa del manejo de las aguas negras es el sistema de eliminación del líquido ya procesado en la fosa séptica, con el objeto de purificar el líquido y así evitar la contaminación como se dijo anteriormente de ríos, lagos, etc.

El pozo de absorción debe de construirse de piedras, ladrillo, blocks, debe tener como mínimo 0.90 mts. de radio. El procedimiento que se usa para determinar la profundidad de un pozo de absorción es darle 0.10 m^3 de terreno por cada 20 litros de líquido descargado en él.

EJEMPLO:

Si en un pozo se descargan diariamente 80 unidades de descarga ¿Qué profundidad debe tener el pozo, considerando que su base mínima debe ser de 0.90 mts. de radio?

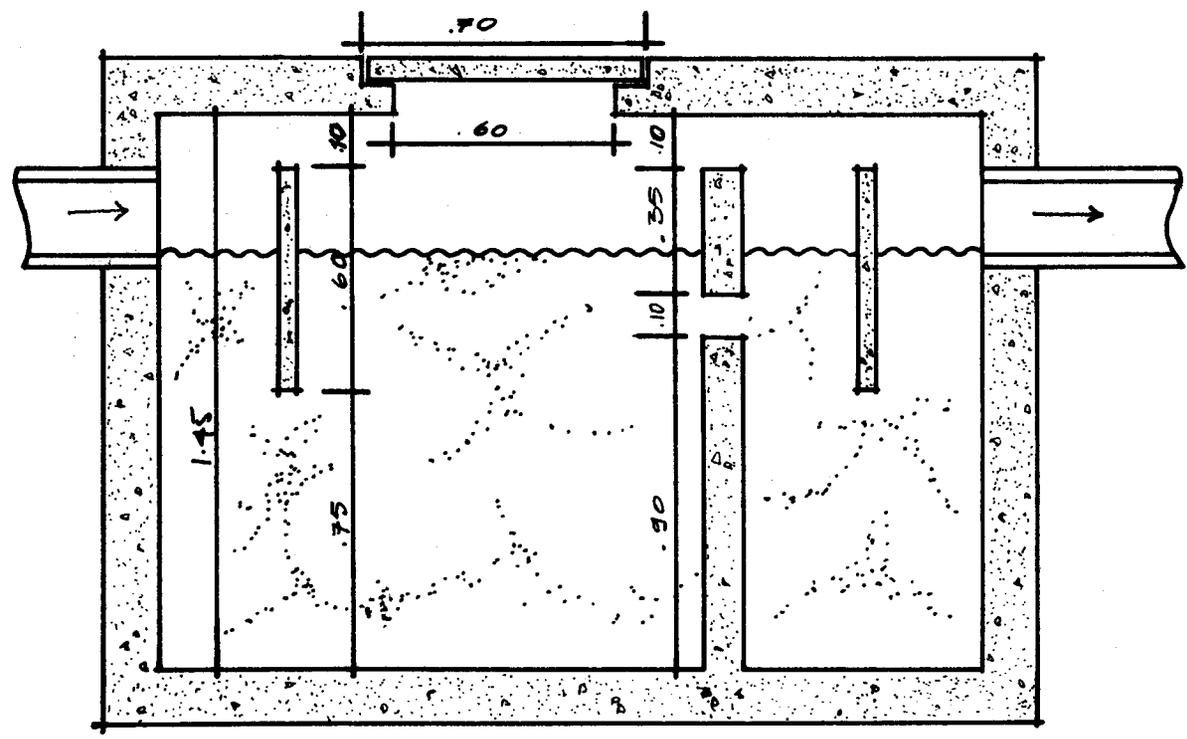
Unidades		Litros por Unidad de descarga
80	X	28.5 = 228 litros diarios



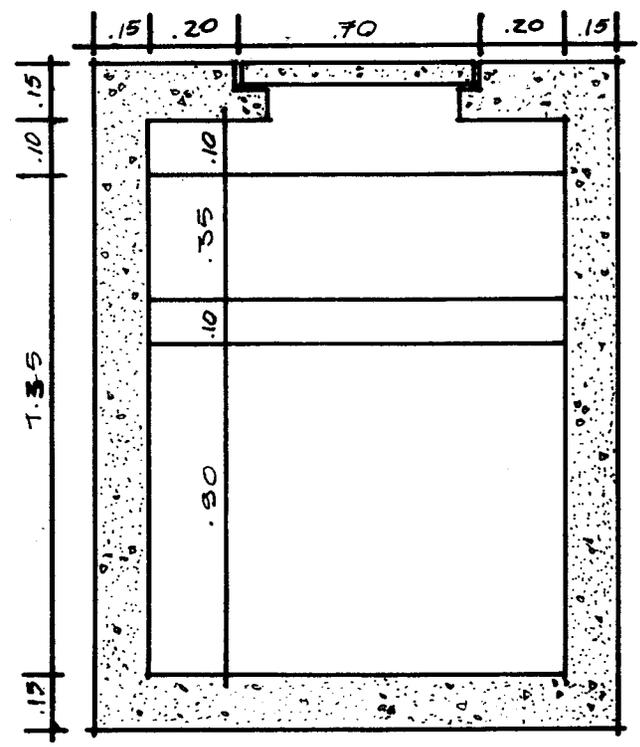
FOSA SEPTICA
 ESC. 1:20

FIGURA No. 22

PLANTA



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

Como corresponden por cada 20 litros 0.10 de metro cúbico 228 dividido entre 20 = 11, se tienen $0.10 \times 11 = 1.10$ metros cúbicos, para determinar su altura debe usarse la formula.

$$R^2 \pi H = M^3$$

Dato $\pi = 3.14$

Dato $R^2 = (.90)^2$

$H = ?$

Dato $M^3 = 1.10$

Entonces $3.14 \times (.90)^2 \times H = 1.10$

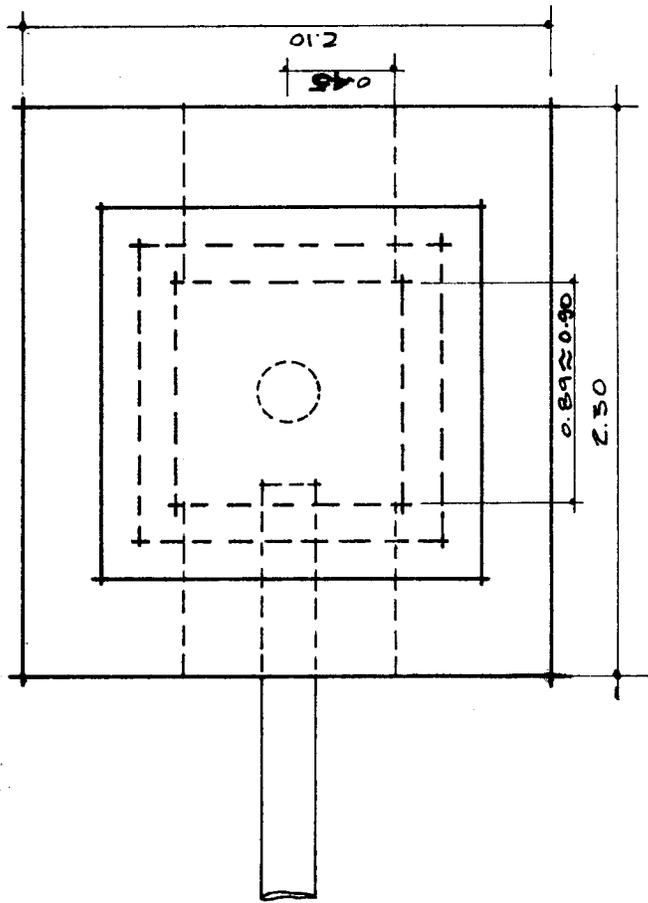
$$H = 1.10$$

$$H = 1.10$$

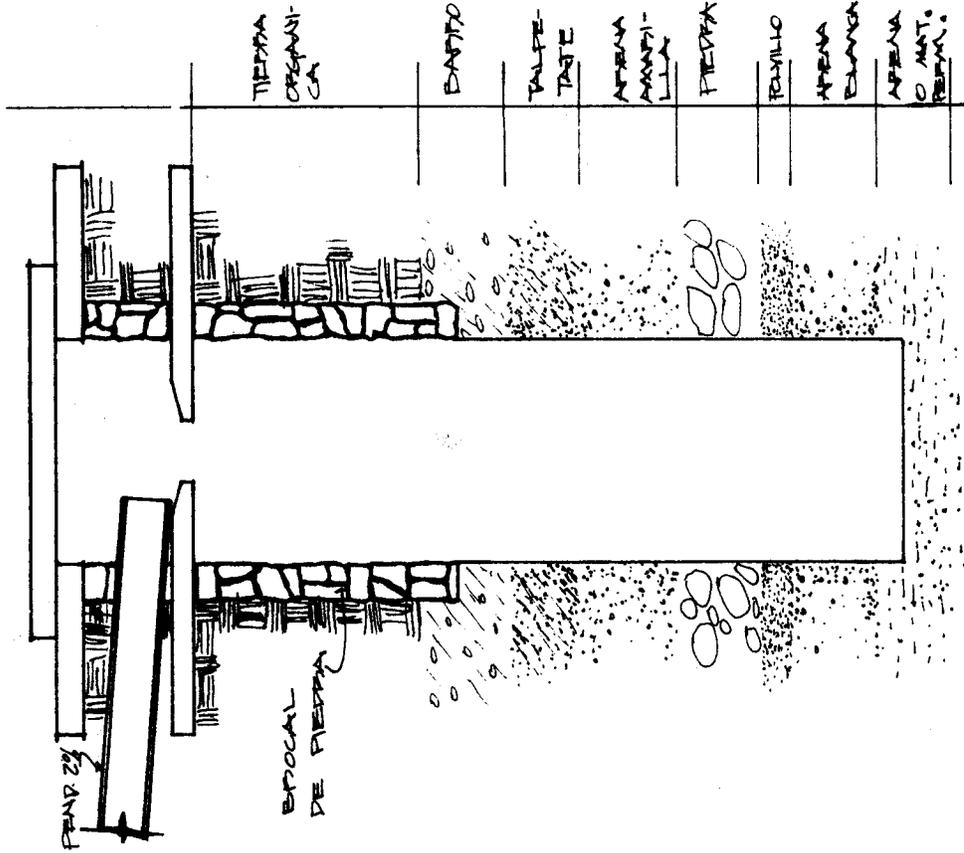
$$2.54$$

$$H = 0.43 \approx 0.50$$

La altura debe ser de 0.50 metros asumiendo que el líquido será absorbido en 24 horas. (Figuras No. 23). Pero regularmente se hacen de profundidades mayores, para una mejor absorción.



PLANTA



CORTE

POZO DE
ABSORCION

FIGURA No. 23 3

Campos de Distribución:

En terrenos donde el subsuelo es de arena, grava o arcilla o sea donde el terreno es más permeable o absorbente se puede usar el campo de distribución como medio de desechar el líquido de una fosa séptica. La construcción de este tipo de unidad de purificación es más práctica que el pozo de absorción pero requiere mayor cantidad de terreno para extender la red.

Es recomendable que este tipo de unidad de purificación se haga con tubería de cemento pues como los tubos van separados entre sí no requiere de una tubería de alto rendimiento como el P.V.C.

El campo de distribución puede tener la forma que el arquitecto o el constructor desee o considere más adecuado para el terreno, debe de instalarse lo más cerca posible de la superficie del suelo para aprovechar el oxígeno y las bacterias anaerobias que ahí se encuentran.

*El tipo de terreno determina la cantidad de tubo necesario para su instalación **no así el diámetro que debe ser de 4"**, para terrenos arenosos son suficientes **10 metros lineales de tubería por persona**, para terrenos poco permeables es recomendable **15 mts. por persona**.*

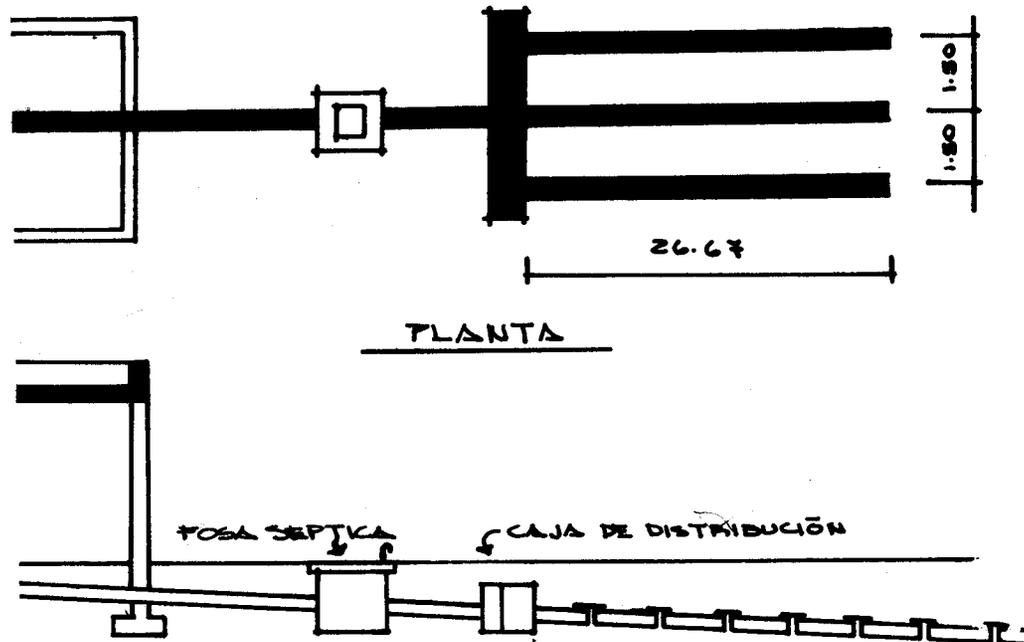
EJEMPLO:

Suponiendo que en una residencia vivan 8 personas y sea necesario instalar un campo de distribución ¿cuántos metros de tubería deben instalarse en un terreno arenoso?

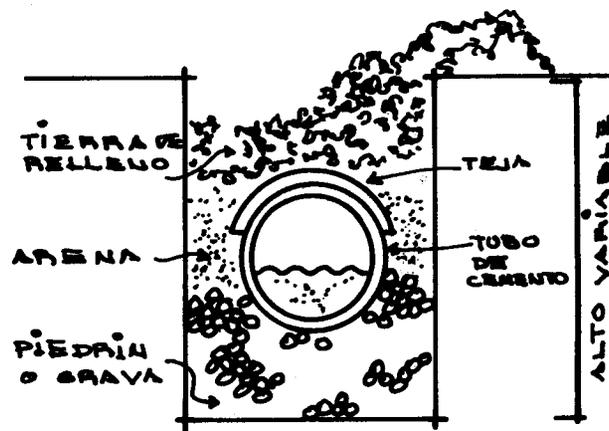
8 personas x 10 mts. de tubería = 80 metros.

Instalando en 3 líneas de 26.67 mts. cada una y unidas a una caja conectora rectangular podemos hacer un diseño como se ilustra en la Figura No. 24.

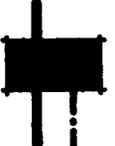
FIGURA No. 24



CORTE



CORTE DE LA TUBERIA

SIFÓN CON REGISTRO.	
CODO VISTO EN PLANTA.- EN PLANTA	
BAJADA DE AGUA FLUVIAL.	B.A.F. ○
CAJA DE REGISTRO DE AGUAS RESYAS.	
CAJA DE REGISTRO DE AGUA FLUVIAL.	
BAJADA DE AGUAS RESYAS DE PISOS SUP	◎
CAJA DE UTILIDAD DEL TUBO DE DRENAJE DE AGUA FLUVIAL Y AGUAS RESYAS.	
<p><u>NOTA:</u> EL TUBO DE DRENAJE DE AGUA FLUVIAL Y AGUAS RESYAS DEBE COLOCARSE SIEMPRE ANTES DE HACER LA CONEXIÓN FINAL HACIA LA CAJETA-REGISTRADORA MUNICIPAL Y EN EL INTERIOR DE LA PROPIEDAD.</p>	

15. DESCRIPCION DEL DISEÑO Y CALCULO

Como se indicó en el capítulo No. 6, hay que empezar el cálculo de los niveles superiores a los niveles inferiores, en este caso como la residencia a calcular es de dos plantas, se empieza por hacer el recuento de unidades de descarga de cada uno de los cuartos de baño del 2o. piso (Ver plano No. 1)

En el servicio de la parte posterior hay una ducha un inodoro y un lavamanos.

Chequeando en la tabla No. 2 de unidades de descarga se ve que para cada uno de los artefactos las unidades son: 2 para la ducha, 6 para el inodoro y 1 para el lavamanos, esto hace un total de 9 unidades, sabiendo ya la descarga total se puede determinar el diámetro del colector horizontal y vertical o sea el tubo de drenaje que bajará las aguas negras al primer nivel.

En la tabla No. 1 se observa que para drenar 9 unidades de descarga al 1o/o se necesita un tubo de 3" aquí hay que tomar en cuenta que según la indicación bajo la tabla No. 1 dice que no se debe drenar un inodoro en un tubo menor de 3". Así pues, si el cálculo hubiera sido de 5 unidades de descarga éstas según la tabla se drenan con un tubo de 2", pero como en el conjunto existe un inodoro obligadamente se tiene que poner un tubo de 3" de diámetro.

Como se ve; el colector horizontal hasta el punto de bajada será de 3" y por consiguiente el colector vertical también.

Según la tabla No. 5 para determinar el diámetro de tubos de drenaje para los diferentes artefactos, se nota que la bañera y el lavamanos necesitan tubos de 2"; como estos se deben conectar al tubo colector horizontal que es de 3" entonces se usa un reductor de 3" a 2" y los demás accesorios necesarios tales como "Tees", Codos, etc. (Ver plano No. 1).

En la planta alta se observa que los baños tienen los mismos artefactos así que el cálculo es válido para los dos.

Puede observarse también que el colector vertical del baño posterior baja para conectarse con el lavatrastos de la cocina, esto es muy conveniente para efectos de economía, también se nota que el baño anterior del 2o. piso tiene su colector vertical directamente sobre el baño de visitas de la planta baja.

Del lado derecho donde están las dos habitaciones. En planta baja, se tiene un baño que tiene una ducha, un bidet, un lavamanos y un inodoro. Esto da un total de 10 unidades; chequeando nuevamente en la tabla No. 1 se ve que para 10 unidades de descarga al 10/o hay que usar un tubo de 3".

Este colector horizontal de 3" se trae desde el servicio sanitario hasta la caja conectora, no vale la pena conectarlo a otra red, ya que está directo y cerca de la salida (Ver plano No. 2).

Para drenar el servicio sanitario, del servicio, se tiene una ducha que como ya que se sabe se drenan con un tubo de 2" y el inodoro con un tubo de 3", de estos dos accesorios se tienen 8 unidades de descarga para acumular en el recuento subsiguiente.

Siguiendo el drenaje hacia afuera se encuentra el lavatrastos que se drena con un tubo de 2" según la tabla No. 5 este se conecta al tubo que baja del baño del 2o. piso (colector vertical), que es un tubo de 3".

Los dos conjuntos, baño y lavatrastos da un total de 11 unidades.

Este se une al tubo de 3" que viene del baño del servicio.

Al llegar a la lavandería se tiene una pila, una lavadora y una secadora, este conjunto da un total de 5 unidades, sumandolas a las 8 del servicio y 11 del baño del 2o. piso más lavatrastos da un total de 24 unidades, chequeando la tabla No. 1 se observa que el diámetro del tubo tiene que ser cambiado a 4".

Como el Departamento de Construcción Privado de la Municipalidad de Guatemala exige el colector Horizontal de Ø 6" mínimo se cambia en este punto de diámetro; y en lugar de un tubo de 4" se pone uno de 6" (Ver plano No. 2).

Desde la lavandería entonces se trae ya el tubo de 6" hasta la caja conectora del baño de visitas, en el primer piso se puede conectar directamente el tubo de 3" que drena el baño del 2o. piso al tubo de 6" que pasa directamente atras de este, antes de llegar a la caja conectora (Ver plano No. 2).

Hasta ahora no se han mencionado los diferentes accesorios de tubería usada en el trayecto, pero estos se pueden observar mejor en el plano.

El tipo de ventilación a usarse en este caso debe ser el de ventilación global, ya que la red es muy pequeña, se recuerda que se tienen 24 unidades de descarga que es el cómputo total que da la red por el lado izquierdo (en planta), chequeando en la tabla No. 4, el tubo que le corresponde es de 1 1/4 para un alto de 7.60 mts.

Como la residencia es de dos plantas el alto aproximado es de 6.00 mts., si se toma en cuenta que el colector horizontal está enterrado aproximadamente 0.80 mts. y la altura sobre la terraza que hay que darle al tubo sería de 0.60 mts. aproximadamente, se tiene por consiguiente 7.40 mts.; esto concuerda perfectamente con el de 7.60 mts. que dio la tabla.

Para la ventilación del baño que en planta está en el lado derecho, se usa también el sistema de ventilación global, como las unidades de descarga de este son 10, en la tabla No. 4, se ve que el tubo necesario es de 1 1/4 para una altura también de 7.60 mts.

Los colectores de agua pluvial son las bajadas de esta desde la terraza.

Como se vio en el capítulo correspondiente para el cálculo en este caso, se dividen las losas por sectores o áreas (Ver plano No. 3) de planta de techos y se colocan las bajadas entre muros que es donde mejor conviene.

Con las áreas obtenidas y la pendiente de la terraza, se puede determinar el diámetro según la tabla No. 7, aquí se ilustrará numerando las áreas para fines informativos pero en los **Planos Reales** esto no sucede.

En el área 1 se tienen $58.25 M^2$ así que se necesita un tubo de 3" con 1o/o de pendiente.

En el área 2 se tienen $73.35 M^2$, el tubo será también de 3" con una pendiente del 2o/o que drena $95.00 M^2$.

El área 3 tiene $62.25 M^2$, el tubo será de 3" con una pendiente de 1o/o.

El área 4 tiene $61.45 M^2$, también se drena con un tubo de 3" con 1o/o de pendiente.

En vista que en el área 2 la pendiente es de 2o/o si se quiere solo a esta área se le puede dar esta pendiente si no se pone 2o/o uniforme.

Es de hacerse notar que el tubo mínimo para drenar techos es de 3".

El tubo colector horizontal de agua pluvial también debe ser como el de aguas negras, **de un mínimo de 6"**, por reglamentación Municipal.

Si por ejemplo el techo de drenar diera **un total** en área de $1800 M^2$, con una pendiente de 1o/o el colector horizontal sería de 10", no así los colectores verticales que serían de diferentes diámetros según las áreas parciales drenadas.

No se debe olvidar agregar a este tubo el drenaje de patios.

Dependiendo del área drenada, se suma la de techos y esto dará el diámetro total del tubo; **los drenajes de Patios y Techos tienen que ir Forzosamente en una misma red que después se unirán al de Aguas negras.**

Como último paso se mencionara que el tubo colector horizontal de aguas pluvial y patios y el tubo colector horizontal de aguas negras **debe unirse siempre a una caja conectora, dentro de la propiedad.**

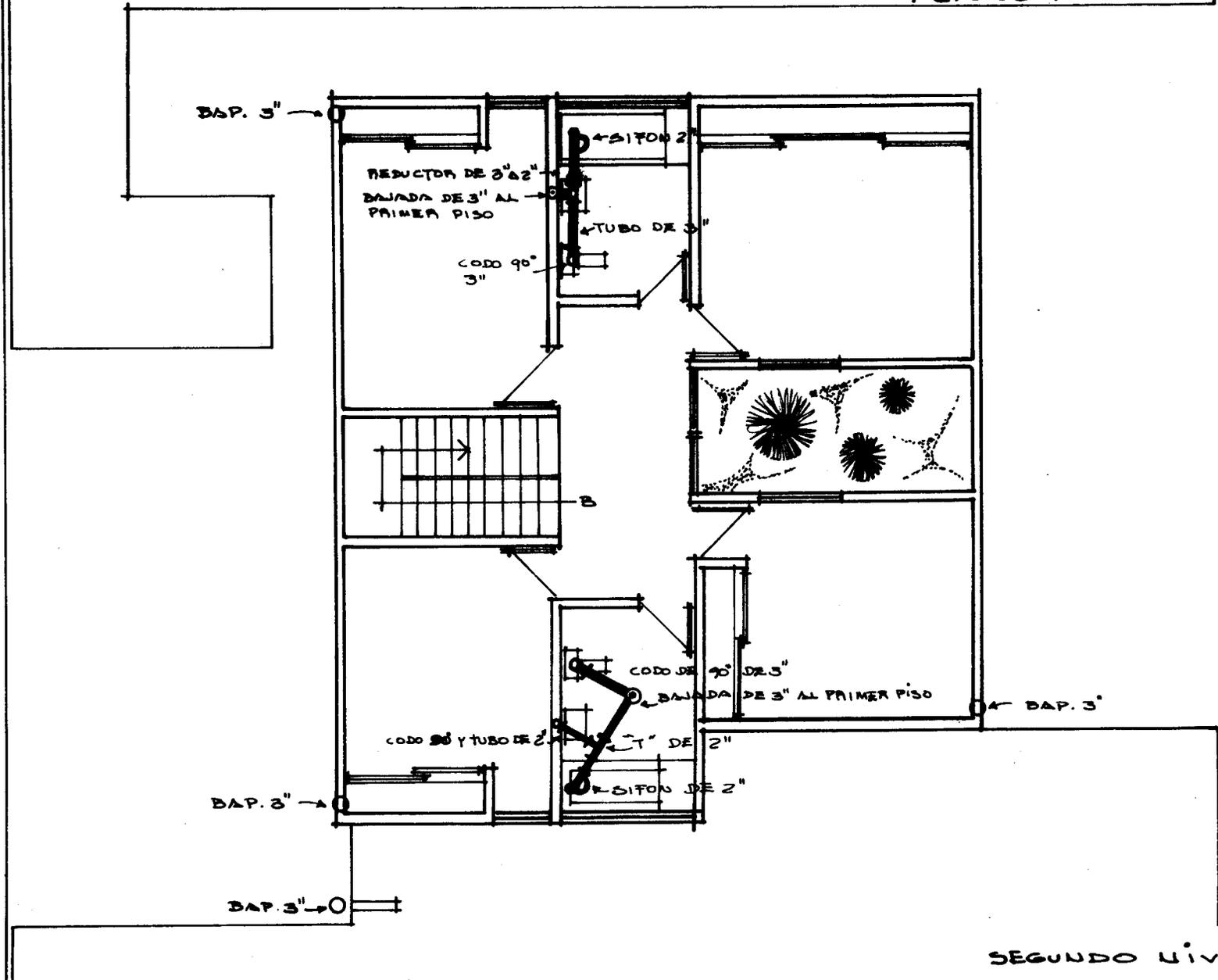
En el plano No. 4 se ilustra la caja conectora que une las aguas negras con el agua pluvial y el tubo que va a la candela, también puede apreciarse el tubo que va de la candela al colector municipal de la red superficial

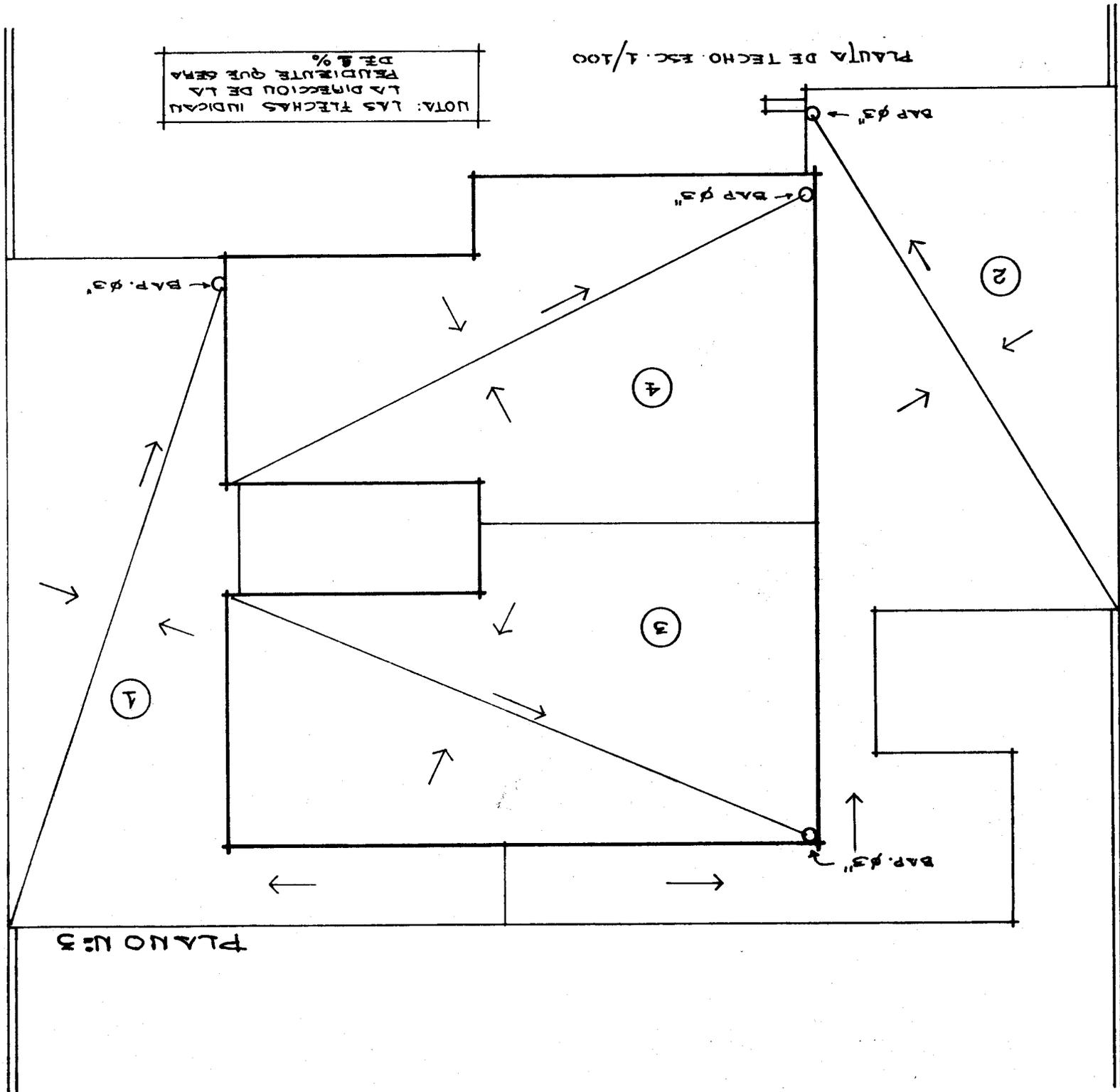
Hay que tomar en cuenta para el cálculo del tubo que va de la caja conectora a la candela y de la candela al colector municipal las unidades de descarga de aguas negras y el área total de techos y patios drenado para determinar el diámetro de este último tramo

Se espera que con el aprendizaje del manejo de las tablas. Estudiantes; arquitectos o ingenieros puedan usar el presente trabajo para cálculos futuros de drenajes rvc.

16. PLANOS.

PLANO N° 1





PLANO N:3

PLANTA DE TECHO. ESC. 1/100

NOTA: LAS FLECHAS INDICAN
LA DIRECCION DE LA
PENDIENTE QUE SERA
DE 1/2%

1

2

4

3

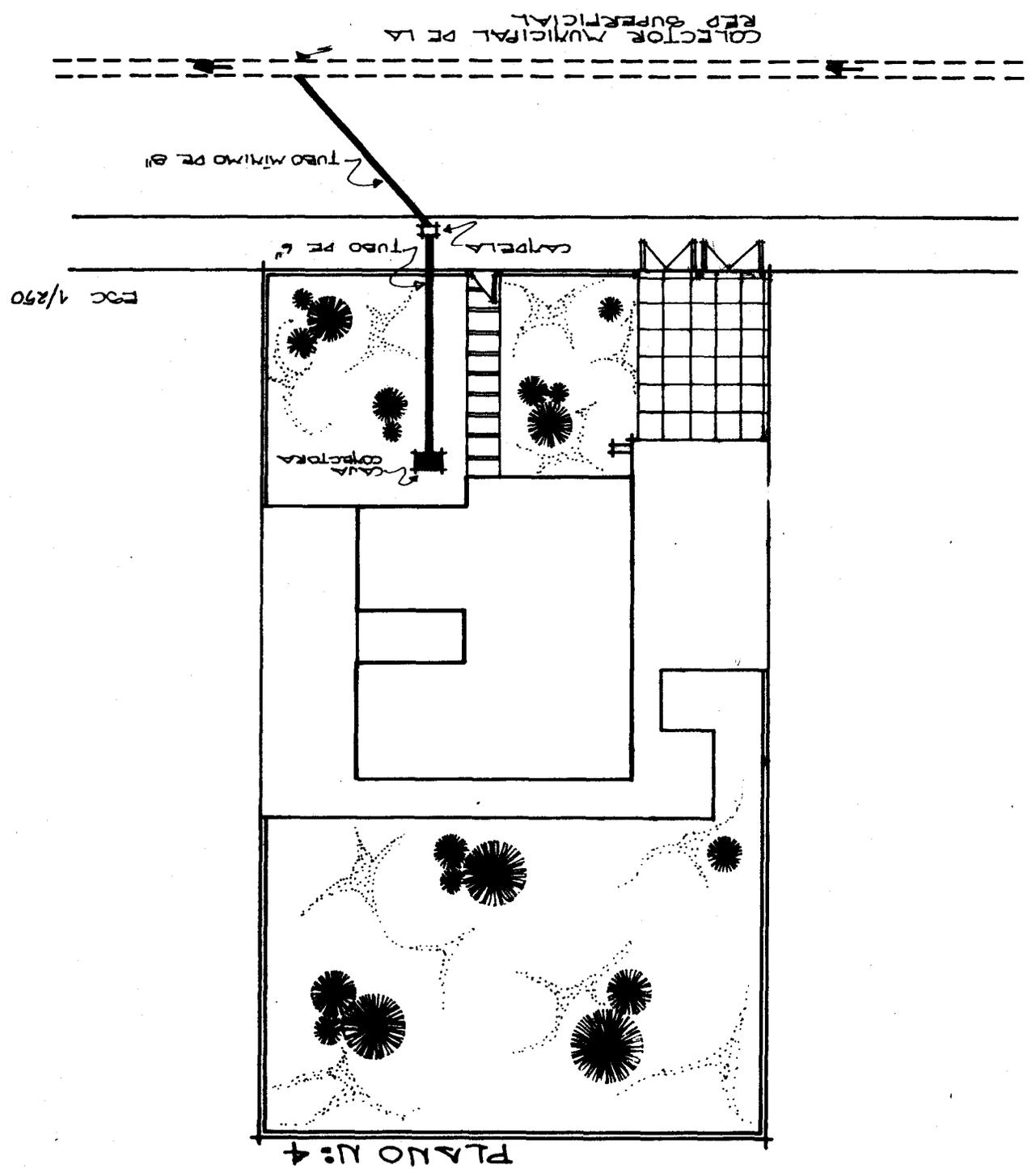
B.A.P. 3"

B.A.P. 3"

B.A.P. 3"

B.A.P. 3"

PLANTA DE CONJUNTO



ECC 1/250

PLANO N: 4

NOMENCLATURA

	TUBO DE DRENAJES DE AGUAS NEGRAS.
	TUBO DE DRENAJES DE AGUA FLUVIAL.
	TUBO DE VENTILACION.
	CODO DE 45°.
	CODO DE 90°.
	"YT" DE 90°.
	REDUCTOR O REDUCIDOR.
	"Y" DE 45°.
	DOBLE "YT" DE 90°.
	SIFÓN DE TROMPA O SIFÓN TERMINAL.
	DOBLE "Y" DE 45°.
	SIFÓN A SEGUIR.

BIBLIOGRAFIA

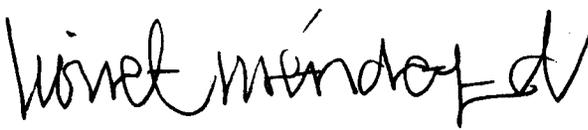
- 1) GAY-FAWCETT - Mc GUINNESS
*Instalaciones en los edificios Editorial Gustavo Gili, S.A.
Barcelona. 5a. Edición.*
- 2) ERNEST NEUFERT
*El Arte de proyectar en Arquitectura
Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona
21 Edición, 1964.*
- 3) MATTHIAS - SMITH
*Plomería, Diseño e Instalaciones
Unión Tipográfica, Editorial Hispano Americana
México, 4a. Edición, 1966*
- 4) ESLON, *Tubería de Cloruro de Polivinilo
(folleto Informativo y de Montaje)*
- 5) *Instrucciones de Montaje - Tubería Sanitaria
Duralita (folleto)*
- 6) *Municipalidad de Guatemala
Reglamento para diseño y construcción de drenajes
Dirección de Aguas y Drenajes.*
- 7) *Información del Ing. Raul Rodriguez de Estrudoplast. S..*



(f) JORGE ARTURO SARAVIA DOMINGUEZ



(f) ARO. JULIO RENE COREA Y REYNA
Asesor



(f) ARQ. LIONEL MENDEZ DAVILA
Decano