

113
2 ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE INGENIERIA



**“ ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA Y
CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO
SIMULTANEO EN MUEBLES Y APARATOS DE
EDIFICACIONES DE DIFERENTES TIPOS. ”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA
CARLOS MANUEL VELASCO LEE**

**ASESOR
ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA. MEXICO, D.F. 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-163/95

Señor
CARLOS MANUEL VELASCO LEE
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA Y CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO EN MUEBLES Y APARATOS DE EDIFICACIONES DE DIFERENTES TIPOS"

- INTRODUCCION**
- I. ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA EN DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES**
 - II. MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA**
 - III. CALCULO DE LA PROBABILIDAD DEL USO SIMULTANEO DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA**
 - IV. ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EMPLEANDO MUEBLES Y APARATOS CONVENCIONALES Y DE BAJO CONSUMO**
 - V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 16 de octubre de 1995.
EL DIRECTOR

ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*nl

AL PROFESOR.

INGENIERO ENRIQUE CESAR VALDEZ.

**CON GRATITUD Y PROFUNDO APRECIO, POR EL IMPULSO Y APOYO
PROFESIONAL, QUE ME BRINDO.**

**Cada día recuérdate a ti mismo lo que quieres en la vida.
¡ Decláralo como si ya lo tuvieras !**

A MIS PADRES.

**ENRIQUE VELASCO MARQUEZ.
CARMEN LEE SANCHEZ.**

**CON CARÍÑO Y PROFUNDO AGRADECIMIENTO POR HABERME DADO TODO
SU APOYO EN LA CULMINACION DE MI CARRERA DE INGENIERO CIVIL.**

INDICE GENERAL

	Páginas.
INTRODUCCION	
Planteamiento del problema.	1
Objetivos del estudio.	2
Alcances del estudio.	3
CAPITULO PRIMERO ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA EN DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.	
1.1. Promedios de consumo.	4
1.2. Actividades del estudio.	6
1.3. Desarrollo del estudio en edificaciones de Vivienda.	6
1.4. Procesamiento de la información.	9
1.5. Análisis de resultados.	25
1.6. Conclusiones del estudio.	25
1.7. Desarrollo del estudio en edificaciones Institucionales.	27
CAPITULO SEGUNDO MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA	
2.1. Reseña de muebles y aparatos de bajo consumo de agua.	30
CAPITULO TERCERO CALCULO DE LA PROBABILIDAD DEL USO SIMULTANEO DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA.	
3.1. Aplicación del método probabilístico al diseño de instalaciones hidráulicas con muebles y aparatos de bajo consumo de agua.	52

3.2.	Aplicación del método de Hunter al diseño de instalaciones hidráulicas con muebles y aparatos de bajo consumo de agua.	63
------	--	----

CAPITULO

CUARTO ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE INSTALACIONES
HIDRAULICAS EMPLEANDO MUEBLES Y APARATOS
CONVENCIONALES Y DE BAJO CONSUMO DE AGUA.

4.1.	Aplicación del método de Hunter, tanto a muebles y aparatos convencionales y de bajo consumo de agua.	78
4.2.	Obtención de las curvas características de muebles y aparatos de bajo consumo de agua.	91
4.3.	Aplicación del método Probabilístico, para muebles y aparatos de bajo consumo de agua.	99
4.4.	Obtención de las curvas características de muebles y aparatos "convencionales".	103
4.5.	Aplicación del método Probabilístico, para muebles y aparatos "convencionales".	111

CAPITULO

QUINTO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1.	Conclusiones y recomendaciones.	121
------	---------------------------------	-----

ANEXOS.	123
---------	-----

BIBLIOGRAFIA.	143
---------------	-----

INTRODUCCION

Planteamiento del problema.

Con la comodidad de abrir una llave y obtener suficiente líquido para satisfacer los servicios requeridos, hay una gran demanda de agua potable en la República Mexicana, en particular en las grandes ciudades, como es el caso del Distrito Federal. En el Valle de México, a una altura de 2,240 metros sobre el nivel del mar, con una capacidad hidráulica muy amplia, pero insuficiente actualmente para abastecer a los que habitamos en él, se han planteado varias alternativas para satisfacer adecuadamente las necesidades actuales y próximas de este recurso natural.

Las fuentes de abastecimiento actuales implican una alta inversión económica y un gran esfuerzo para su operación. En la actualidad (1995) se cuenta con alrededor de 18 millones de habitantes según el último censo, y se abastece 63 m³/s de agua potable, que proviene de las siguientes fuentes.

Cuadro 1
ABASTECIMIENTO

FUENTE DE ABASTECIMIENTO	CANTIDAD SUMINISTRADA
Cuenca del Valle de México	43.5 m³/s
Aguas subterráneas	42.0 m³/s
Aguas superficiales	1.5 m³/s
Más fuentes externas	19.5 m³/s
Cuenca del río Lerma	6.0 m³/s
Sistema Cutzamala	13.5 m³/s

Fuente: Nuevo Siglo, Compañía Periodística Nacional.

los usos del agua potable se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2

Uso porcentual del agua para diversos fines

USO	PORCENTAJE
Doméstico	48.7
Industrial	13.5
Público y Recreativo	21.6
Comercial y de Servicios	16.2
Total	100.0

Fuente: Tecnología- Dispositivos de ahorro de agua; División de estudios de posgrado, F.I. , UNAM

De acuerdo a varios estudios realizados se ha determinado que el uso del agua a nivel domiciliario se comporta aproximadamente como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Uso porcentual doméstico del agua potable

Evacuación W.C.	40.0 %
Regaderas	30.0 %
Lavado de ropa	15.0 %
Lavado de utensilios	6.0 %
Actividades variadas	9.0 %
Total	100.0 %

Fuente: Tecnología Dispositivos de ahorro de agua; División de estudios de posgrado, F.I. , UNAM

Los muebles y dispositivos sanitarios CONVENCIONALES que se emplean actualmente demandan el uso de grandes volúmenes de agua que se desperdicia por la propia ineficiencia de dichas instalaciones. Considerando el importante consumo de agua que se efectúa a nivel domiciliario y en edificios públicos de las principales ciudades de la República Mexicana, el uso masivo de muebles y dispositivos NO CONVENCIONALES se plantea como una solución para aprovechar en forma óptima la capacidad instalada del sistema de abastecimiento actual.

Objetivo del estudio

El objetivo del estudio propuesto es investigar la situación actual del avance en el desarrollo tecnológico de sistemas de ahorro de agua y analizar su influencia en algunos métodos de diseño de las instalaciones hidráulicas y sanitarias (método de "Hunter" y "Probabilístico"), bajo condiciones reales de operación y proporcionar un sólido conocimiento a los especialistas en esta materia para que sirva como base en el desarrollo de los proyectos de ingeniería en todos los inmuebles que se construyan.

Ya que los métodos utilizados de años atrás (métodos de "Hunter" y "Probabilístico") tienen costumbres Americanas y Europeas, respectivamente, muy diferentes a las que se tienen aquí en México y también al avance tecnológico de sistemas de ahorro de agua; No se puede decir que dichos métodos sean muy confiables para tener un buen diseño en cuanto al no desperdiciar ese recurso natural tan importante (el agua).

Alcances del estudio

Gracias a las medidas tendientes al ahorro del agua y a su uso eficiente, con el programa de sustitución de muebles sanitarios y la colocación de dispositivos ahorradores de agua, se obtienen ahorros importantes tanto en los materiales como en los costos de instalación de los distribuidores y las columnas de abastecimiento de agua en edificios altos.

Debido al actual avance en el desarrollo tecnológico de sistemas de ahorro de agua, se modificó los valores de Unidades-Mueble para los muebles sanitarios que se usaban para el cálculo de gastos, esto constituye un cambio radical con respecto a los valores tradicionalmente usados y tienen como resultado disminución de gastos y por tanto, el de diámetros.

Con ello el siguiente paso es el de solicitar a las autoridades competentes, la reglamentación de los métodos actualizados y comprobados para el diseño de las instalaciones hidráulicas en edificaciones de los proyectos (planos hidráulicos).

CAPITULO

1

ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA EN DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES

1.1. Promedios de consumo.

Para establecer los promedios de consumo domiciliario de agua potable, requeridos por cada habitante, se tiene que especificar el sistema de servicio que predomina en la localidad.

- 1.-Red de distribución con conexiones domiciliarias.
- 2.-Tomas públicas.
- 3.-Distribución flexible (pipas).
- 4.-Pozos particulares.

La primera opción implica determinar la presión en la red de distribución, y verificar si ésta permite suministrar directamente el agua, en domicilios ubicados en construcciones de 5, 10, 15, o más niveles, sin intervención de otro sistema.

En el caso de la segunda y tercera opciones se requiere efectuar el transporte del agua hasta los tanques o depósitos de la edificación, y en la última se extrae y se eleva hasta el depósito superior mediante una bomba, estas últimas opciones hacen que el agua corra el riesgo de perder su potabilidad.

Los hábitos de consumo

En el aseo personal, tenemos quienes nos duchamos una, dos, tres o más veces al día, pero también hay quien lo hace en tiempos más espaciados; unos tardan media hora bajo la regadera, mientras que otros sólo algunos minutos. Dejar correr el agua en la regadera mientras esperan a que se caliente o se rasuran, son actos que reflejan las costumbres, todo depende de la conciencia de las personas y las facilidades con que cuentan.

Los hábitos de toda la vida son muy difíciles de erradicar, pero no es imposible, sólo se requiere de una buena motivación. Para el estudio del consumo de agua se seleccionaron edificaciones de los siguientes dos tipos generales: doméstico e institucional, debido a la relativa facilidad que existe para obtener datos cuantitativos reales del uso del agua en dicho tipo de edificaciones, siendo el más importante el de tipo doméstico dado que en él se presentan los mayores gastos pico del hidrograma de consumo (Figura 1.1).

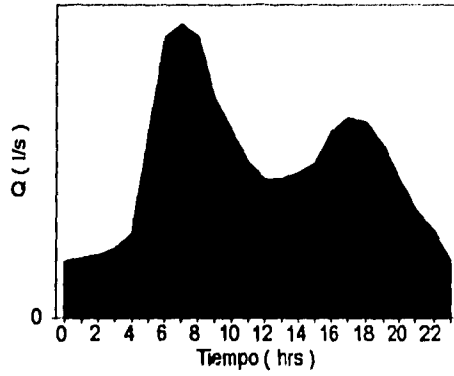


Figura 1.1. Hidrograma del consumo doméstico de agua potable típico del Distrito Federal.

Al uso doméstico del agua le sigue el de oficina, que tiene un hidrograma irregular en el transcurso del día, y por último el de tipo institucional que presenta un hidrograma con gastos pico a horas fijas del día (Figura 1.2).

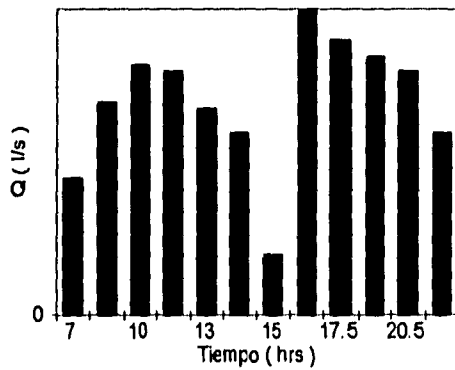


Figura 1.2. Hidrograma típico del consumo de agua en una edificación de tipo institucional F.I. UNAM.

1.2. Actividades del estudio

Las actividades realizadas en esta etapa del estudio fueron las siguientes:

- a. Investigación bibliográfica de documentos relacionados con dispositivos de ahorro de agua.
- b. Estudio del funcionamiento en instalaciones hidráulicas con muebles y aparatos convencionales y de bajo consumo de agua, mediante las siguientes técnicas: encuesta, mediciones directas y observaciones.

1.3. Desarrollo del estudio en edificaciones domiciliarias

Con el fin de estudiar los hábitos del consumo de agua de los habitantes de una edificación de tipo domiciliario, se vió la conveniencia de efectuar una encuesta, la cual se diseñó considerando los siguientes aspectos:

- a. Información general, incluyendo datos sobre el número de habitantes del domicilio, y cantidad y tipo de muebles sanitarios;
- b. Duración en segundos de la salida del agua en cada uso de los muebles sanitarios y duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos.

En el Cuadro 1.3. se muestra el formato empleado. Dado que los alumnos de la materia de Instalaciones Sanitarias en Edificación de la carrera de Ingeniero civil que se imparte en la Facultad de Ingeniería de la UNAM tienen el conocimiento necesario para obtener resultados confiables, se les solicitó su participación para efectuar la encuesta en sus domicilios.

Cuadro 1.3.

ESTUDIO PARA LA DETERMINACION DEL GASTO PROBABLE
EN INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS DOMICILIARIAS

1. Información general.

Nombre del observador: _____
Domicilio _____ # de habitantes: _____ # de baños: _____
Datos del tinaco: capacidad: _____ lts ; dimensiones: altura _____ m
área: _____ cm² material: _____

Muebles y aparatos por baño:

Baño # 1 : WC () Lavabo () Regadera () Tina () Bidet () Indique la capacidad del WC(lts)
Baño # 2 : WC () Lavabo () Regadera () Tina () Bidet () 15 () 10 () 6 ()
Baño # 3 : WC () Lavabo () Regadera () Tina () Bidet ()

2. Medición del tiempo de uso del agua y servicios.
Duración en horas del período de punta: _____ de _____ hrs. a _____ hrs.

2.1. Inodoro (WC)
Duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca: _____ seg.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta: _____

2.2. Lavabo
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

2.3. Regadera
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

2.4. Día(s) de la semana de lavado de ropa _____ horario: de _____ a _____ hrs.

2.5. Fregadero
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

3. Gasto medio en l/s en el período de punta.
Nota Al empezar el período de punta el tinaco se encuentra lleno, detener el flotador para evitar la salida del agua. Y al término del período determinar el volumen para obtener el gasto medio (l/s).

Domingo _____ Lunes _____ Martes _____ Miércoles _____ Jueves _____ Viernes _____ Sábado _____

4. Metodología: Explique la forma en que obtuvo sus resultados al reverso de ésta hoja.

5. Observaciones y comentarios.

Se presenta a continuación una encuesta llenada por uno de los alumnos de la Facultad de Ingeniería.

1. Información general.

Nombre del observador: Karina Ireini Rosales Plascencia.
Domicilio: Calle 6, Col. Esperanza, Neza. # de habitantes: 5 # de baños: 2
Datos del tinaco: capacidad: 1100 lts ; dimensiones: altura 1.1 m
Área 100 cm² material: Plástico

Muebles y aparatos por baño:

Baño # 1 : WC (x) Lavabo (x) Regadera (x) Tina (x) Bidet () Indique la capacidad del WC(lts)
Baño # 2 : WC (x) Lavabo (x) Regadera (x) Tina () Bidet () 15 () 10 () 6 (x)
Baño # 3 : WC () Lavabo () Regadera () Tina () Bidet ()

2. Medición del tiempo de uso del agua y servicios.
Duración en horas del periodo de punta: 2 hrs. de 6 hrs. a 6 hrs.

2.1. Inodoro (WC)
Duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca: 9 seg.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de punta.

2.2. Lavabo
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: 0.8 min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de máximo uso durante el día (periodo de punta): 0.4 hr. ___

2.3. Regadera
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: 15 min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de máximo uso durante el día (periodo de punta): 15 min.

2.4. Día(s) de la semana de lavado de ropa: Lunes, Miércoles y Viernes_ horario: de 10 a 13 hrs.

2.5. Fregadero
Duración en minutos de salida del agua en cada uso: 2 min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de máximo uso durante el día (periodo de punta): 2 min.

3. Gasto medio en l/s en el periodo de punta:
Nota Al empezar el periodo de punta el tinaco se encuentra lleno , detener el flotador para evitar la salida del agua. Y al término del periodo determinar el volumen para obtener el gasto medio (l/s).

Domingo ___ Lunes ___ Martes ___ Miércoles ___ Jueves ___ Viernes ___ Sábado ___

4. Metodología : Explique la forma en que obtuvo sus resultados al reverso de ésta hoja.

5. Observaciones y comentarios.

1.3.1. Importancia del estudio

La conveniencia de utilizar racional y eficientemente los escasos recursos hidráulicos disponibles para una población, redundan en términos generales en: a) mejora del servicio que se presta a los usuarios y/o servir a mayor número de ellos con la misma capacidad del sistema, b) disminuye los volúmenes de agua residual a manejar, lo que representa una reducción en las dimensiones tanto de los sistemas de drenaje como del tratamiento requerido, y c) disminuye el consumo de energía eléctrica requerida en los sistemas de bombeo para la conducción, distribución, potabilización y posterior tratamiento.

La importancia del estudio propuesto consiste en verificar los procedimientos de diseño de las instalaciones hidráulicas con la finalidad de evitar el uso de gastos excesivos que dan por resultado el sobredimensionamiento de los diversos elementos del sistema.

1.4. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos recabados en la encuesta se realizó en tres etapas:

- 1) Depuración de la información;
- 2) Presentación de resultados; y
- 3) Análisis estadístico.

Depuración de la información

En la primera etapa se depuró la información eliminando las encuestas con valores excesivamente grandes, mediante esta eliminación de datos incongruentes la información se redujo en un 20 %, aproximadamente. Dado que el tamaño de muestra fue reducido, el procedimiento de los datos se llevó a cabo en forma manual.

Presentación de resultados

Una vez obtenidas las encuestas, se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos, los cuales se manejaron a través de cuadros y figuras que se describen a continuación.

En el Cuadro 1.4.1. se muestra la distribución del número de personas en relación al número de baños de la edificación.

En el Cuadro 1.4.2. se muestra la distribución porcentual del número de casos con la duración media diaria del período de punta (m), en minutos.

En la Figura 1.4.3. se muestra la frecuencia con que se acostumbra lavar la ropa, por las mañanas.

En la Figura 1.4.4. se muestra la frecuencia con que se acostumbra lavar la ropa, por las tardes.

En la Figura 1.4.5. se muestra la distribución porcentual de los inodoros domiciliarios de acuerdo a la capacidad de su depósito.

En la Figura 1.4.6. se ilustra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 15 l/s.

En la Figura 1.4.7. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 10 l/s.

En la Figura 1.4.8. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 6 l/s.

En la Figura 1.4.9. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, del inodoro.

En la Figura 1.4.10. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso del lavabo.

En la Figura 1.4.11. se muestra la distribución del número de casos versus la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos), del lavabo.

En la Figura 1.4.12. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, de la regadera.

En la Figura 1.4.13. se ilustra la distribución del número de casos versus la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos), de la regadera.

En la Figura 1.4.14. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, del fregadero.

En cuanto a la distribución del número de casos versus la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos) del fregadero, no se incluyó ya que se utiliza después de los horarios comunes de alimento.

Cuadro 1.4.1.

Relación entre el número de personas con el número de baños.

Número de habitantes en la vivienda.	Número de baños.			
	baño 1	baño 2	baño 3	baño 4
1	6	0	0	0
2	6	2	1	0
3	6	6	1	1
4	12	5	5	2
5	10	7	4	1
6	0	5	2	1
7	4	2	1	1
8	1	2	1	0
9	1	2	0	0
10	1	0	0	0
11	1	0	1	0

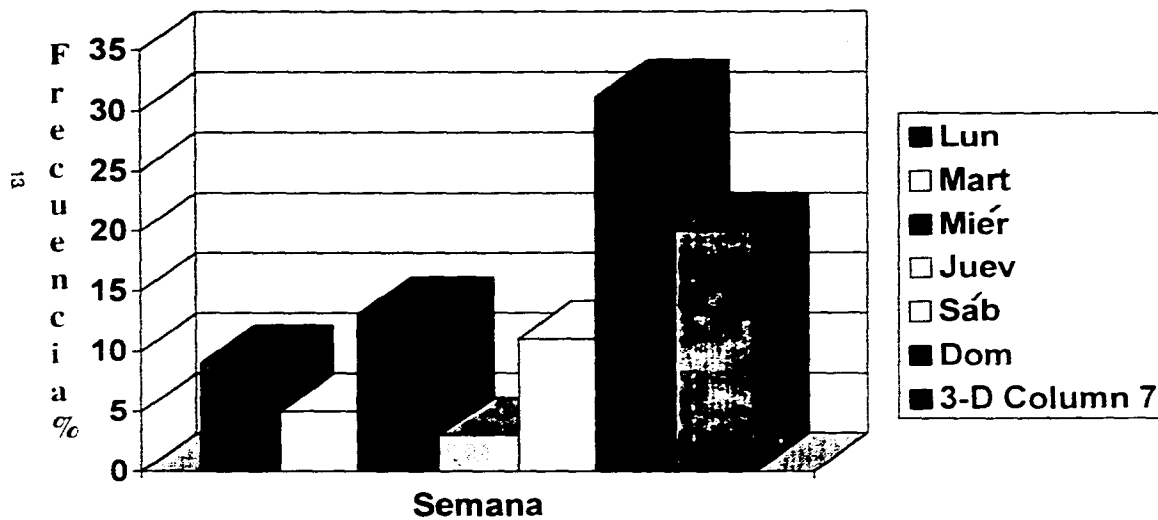
La mayoría de los resultados son descriptivos y no requieren mayor análisis.

Cuadro 1.4.2.

Relación del % del número de casos con la duración media diaria del período de punta(m), en minutos.

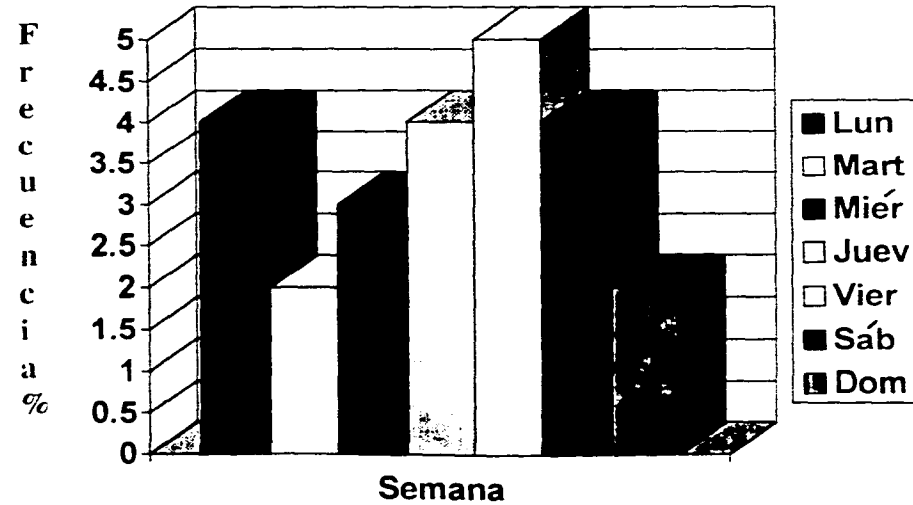
m (minutos)	Número de casos
45	4
60	18
90	18
120	31
150	9
180	10
210	5
240	5

En la Figura 1.4.3. se muestra la frecuencia con que se acostumbra lavar la ropa, por las mañanas.

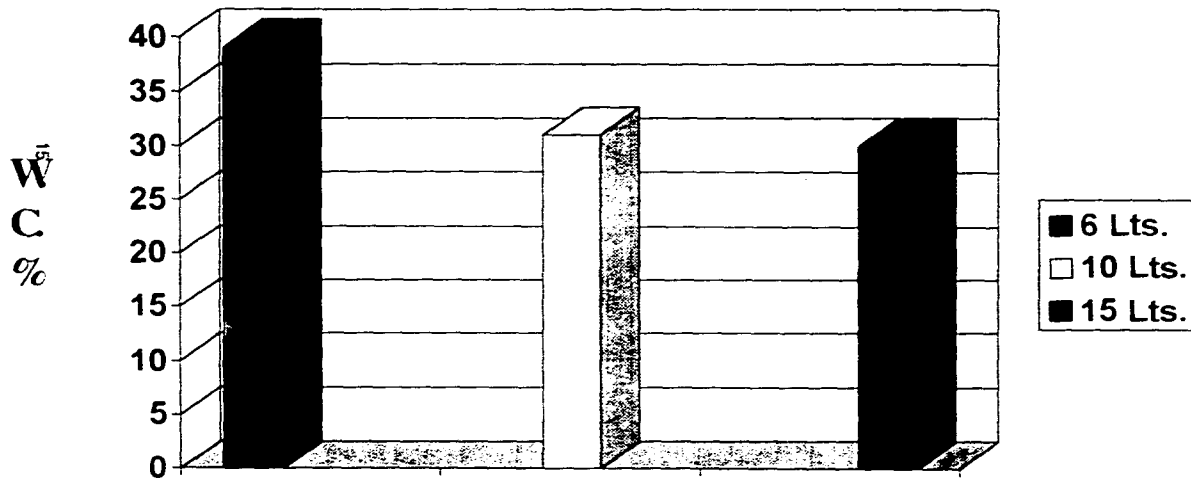


En la Figura 1.4.4. se muestra la frecuencia con que se acostumbra a lavar la ropa, por las tardes.

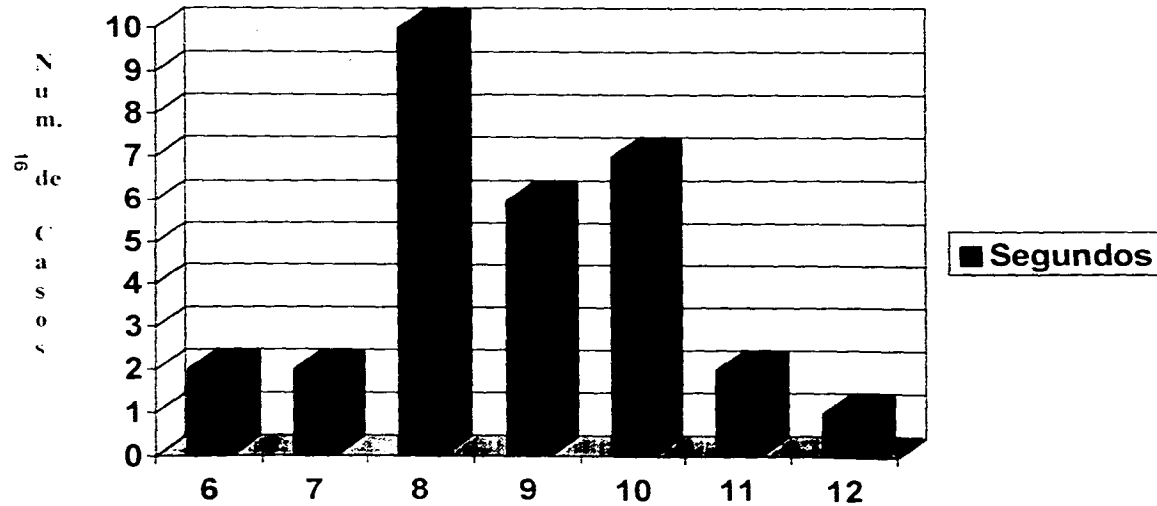
14



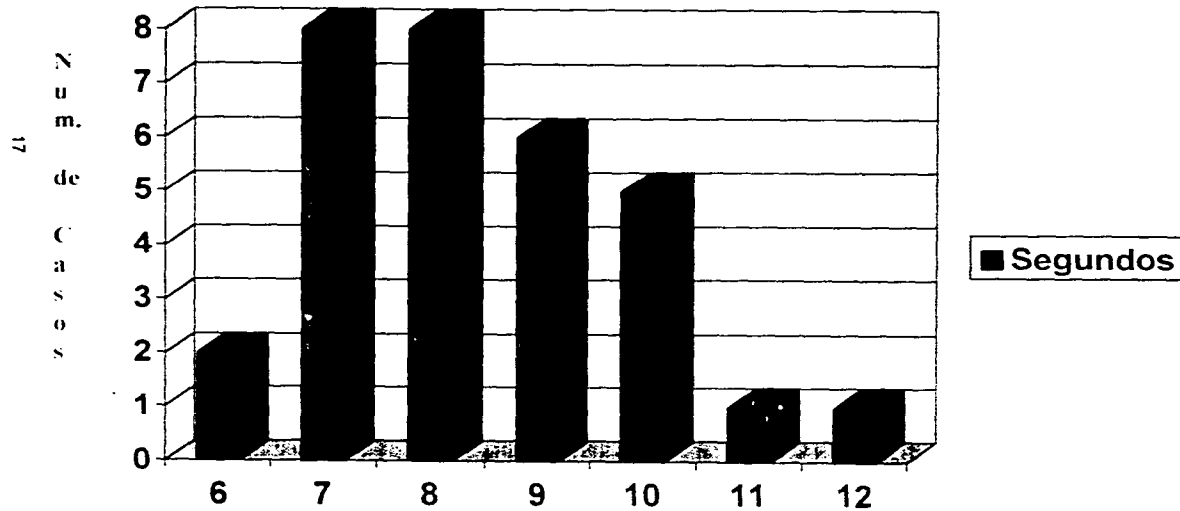
En la Figura 1.4.5. se muestra la distribución porcentual de los inodoros domiciliarios de acuerdo a la capacidad de su depósito.



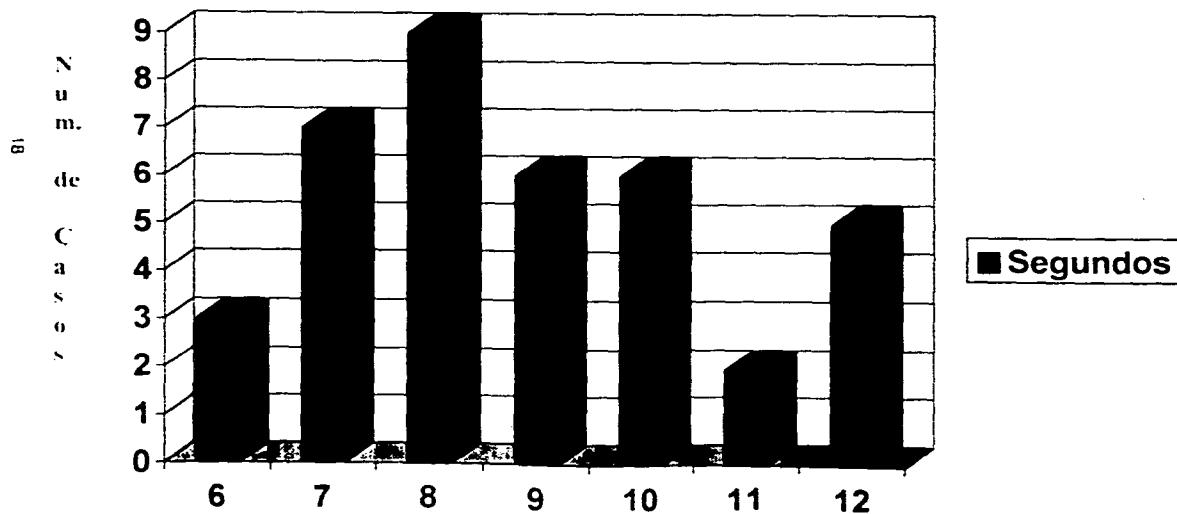
En la Figura 1.4.6. se ilustra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 15 l/s.



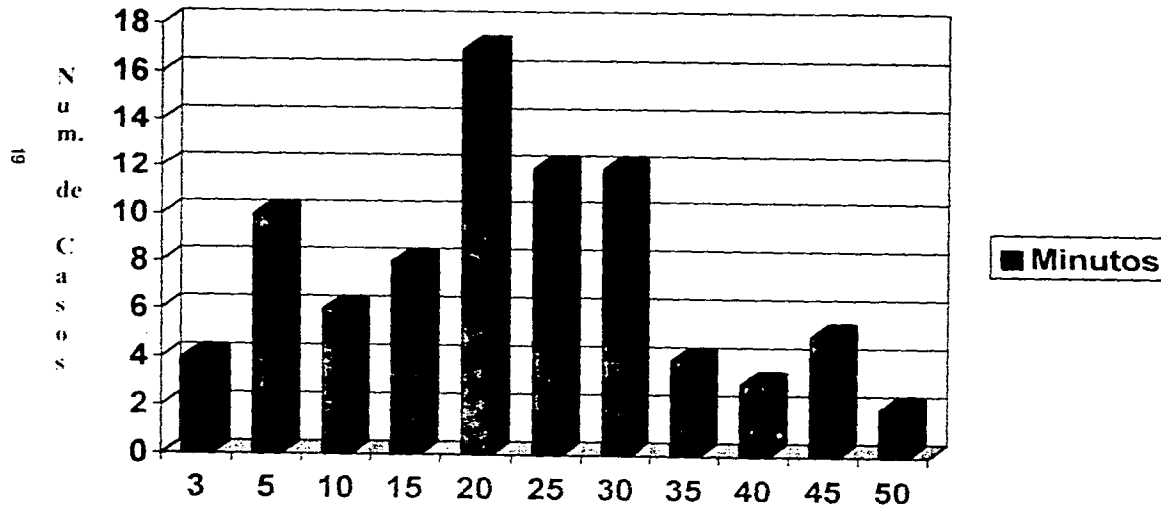
En la Figura 1.4.7. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 10 l/s.



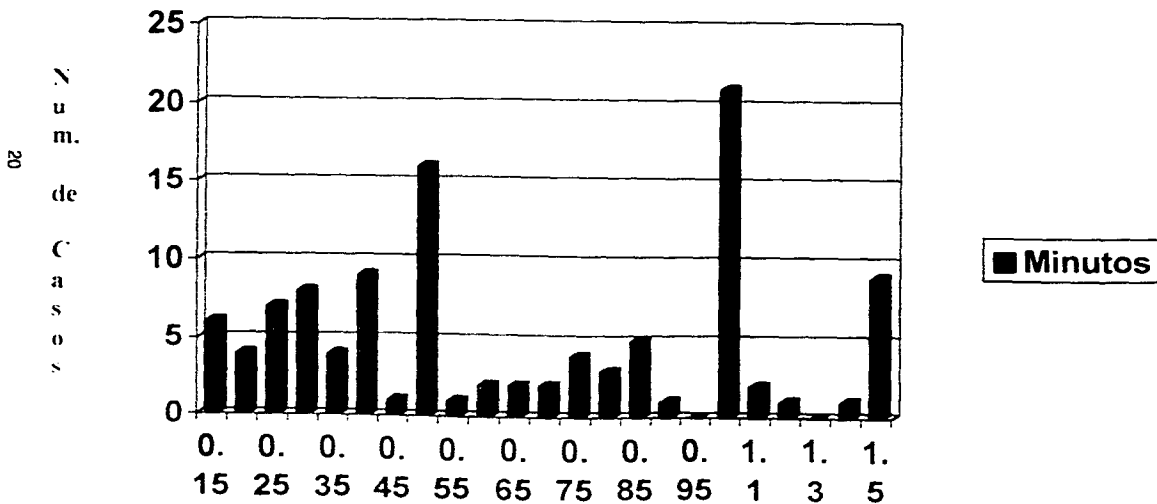
En la Figura 1.4.8. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca (en segundos), para el caso del inodoro con capacidad de 6 l/s.



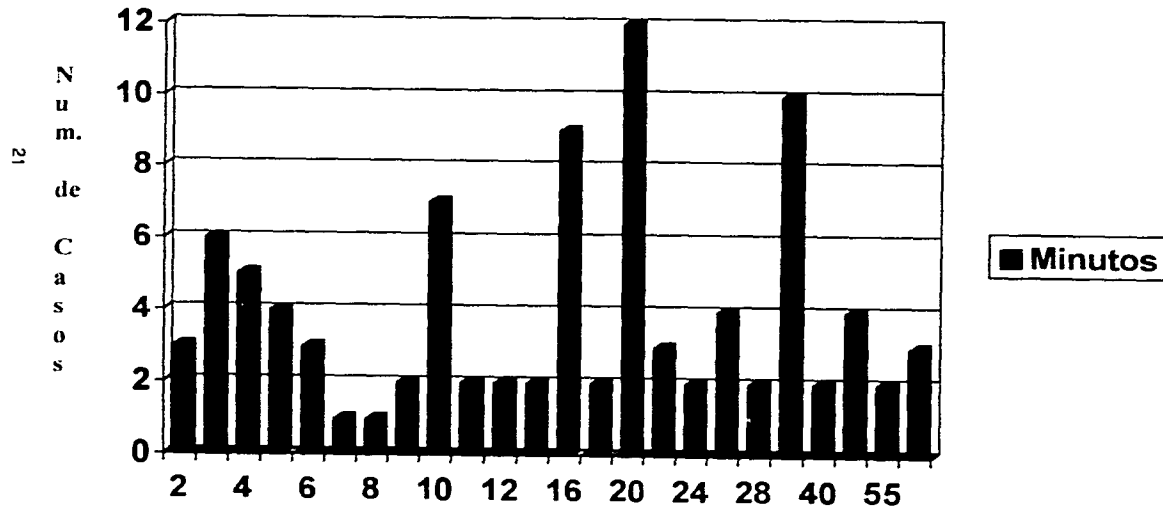
En la Figura 1.4.9. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, del inodoro.



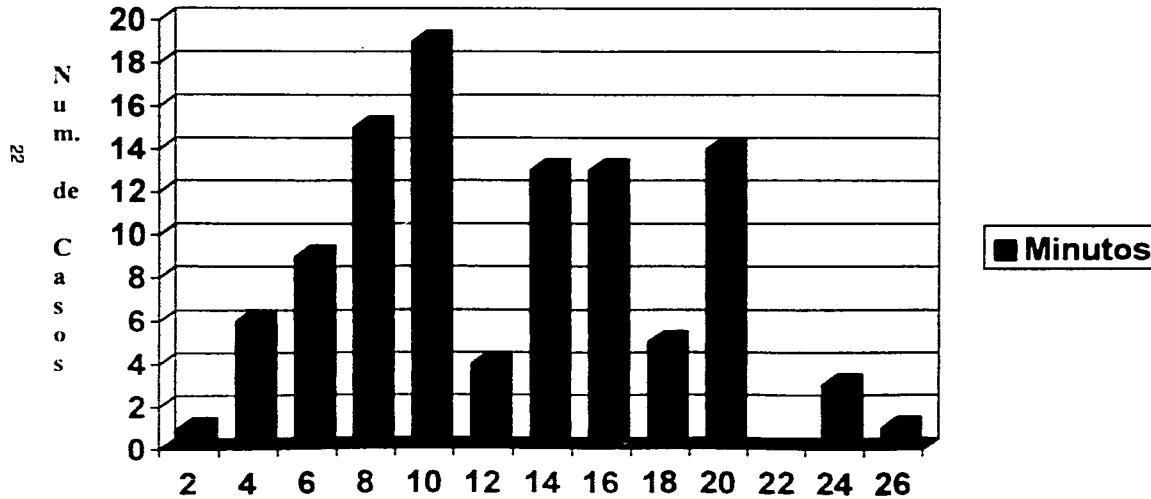
En la Figura 1.4.10. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso del lavabo.



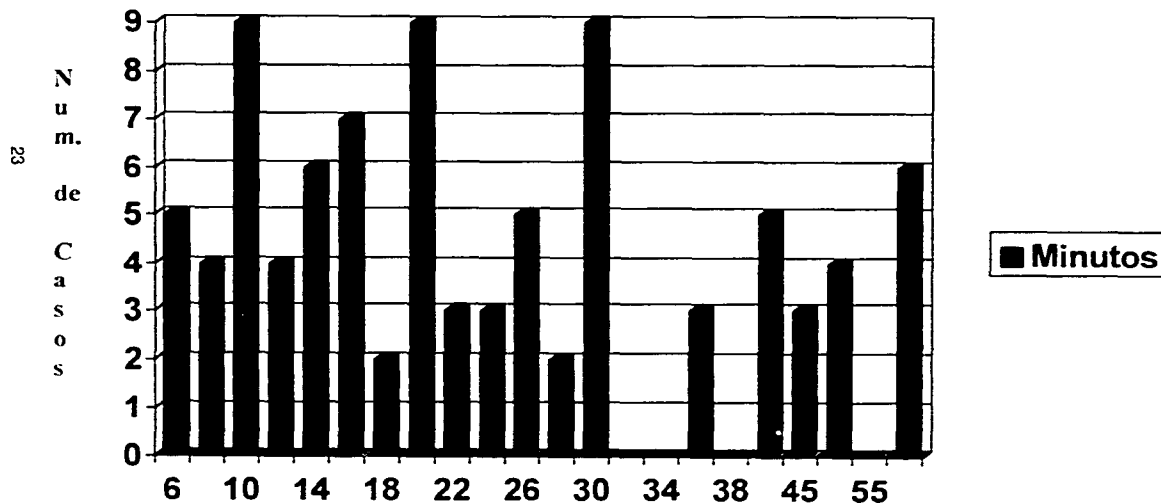
En la Figura 1.4.11. se muestra la distribución del número de casos versus la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos), del lavabo.



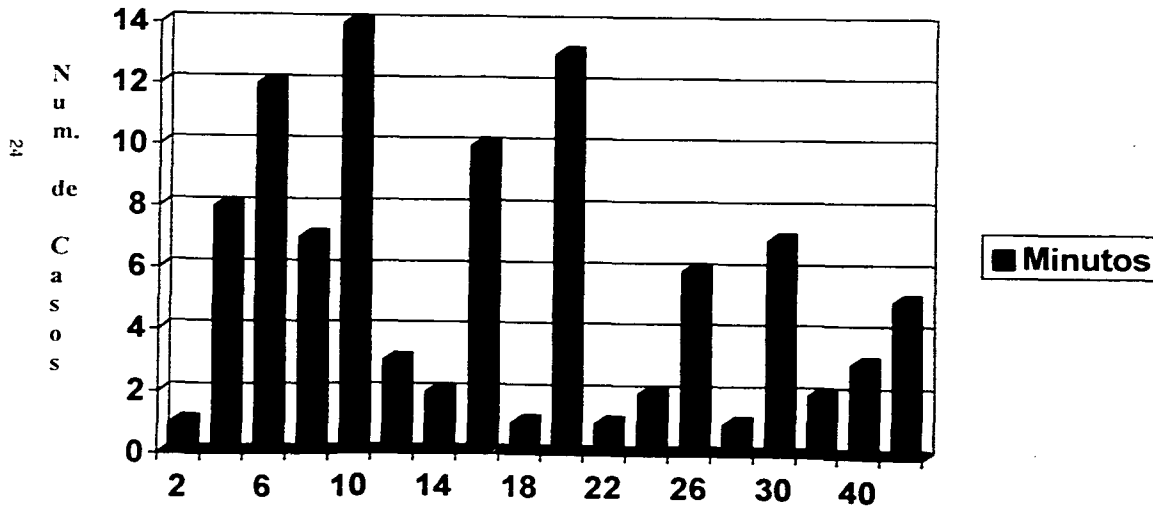
En la Figura 1.4.12. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, de la regadera.



En la Figura 1.4.13. se ilustra la distribución del número de casos versus la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos), de la regadera.



En la Figura 1.4.14. se muestra la distribución del número de casos versus la duración en minutos de la salida del agua en cada uso, del fregadero.



1.5. Análisis estadístico

Para obtener mayor información se hizo un análisis de correlación lineal entre las variables, sin encontrarse ningún valor alto.

Cuadro 1.5.1.

Resumen del análisis estadístico.

Musble sanitario.	La duración en minutos de la salida del agua en cada uso. (t)	La duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de punta. (en minutos). (i)
w.c. 15 lts.	8.80	22
w.c.10 lts.	8.35	22
w.c. 6 lts.	8.81	22
Lavabo	0.75	20
Regadera.	13.00	25
Fregadero	20.00	--

1.6. Conclusiones del estudio

Con el estudio realizado se llegó a comprobar que es muy poca la variación que hay en los diferentes parámetros (la duración en minutos de la salida del agua en cada uso (t) y la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el periodo de punta (en minutos) i) como se muestra en el cuadro 1.6.1. ; En el capítulo 4 se muestran unos ejemplos donde se hace un análisis comparativo del diseño de instalaciones hidráulicas empleando muebles y aparatos convencionales y de bajo consumo de agua y verificar si es recomendable utilizar las tablas que se utilizan actualmente.

Cuadro 1.6.1.

Datos del estudio

Datos del método

Mueble sanitario.	La duración en minutos de la salida del agua en cada uso. (l)	La duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta. (en minutos). (l)	La duración en minutos de la salida del agua en cada uso. (l)	La duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta. (en minutos). (l)
w.c. 15 lts.	8.80	22	8	20
w.c. 10 lts.	8.35	22	8	20
w.c. 6 lts.	8.81	22	8	20
Lavabo	0.75	20	2	20
Fregadera.	13.00	25	10	60
Fregadero	20.00	--	--	--

Las principales ventajas para el usuario al ahorrar agua en sus domicilios son:

- a) Ahorro al pagar el recibo por el servicio de agua y drenaje.
- b) Ahorro al pagar su recibo del consumo de gas utilizado por boiler, cocina y lavandería.
- c) Ahorro al pagar su recibo de consumo de la energía eléctrica utilizada en los hogares que cuentan con un sistema hidroneumático o de cisterna-tinaco.

1.7. Desarrollo del estudio en edificaciones institucionales.

Con el fin de estudiar los hábitos del consumo de agua de los estudiantes de una edificación de tipo institucional, se vió la conveniencia de efectuar una serie de mediciones de tiempos y una encuesta, la cual se diseñó considerando los siguientes aspectos:

a. Información general, incluyendo datos sobre el número de estudiantes de la institución, en este caso la Facultad de Ingeniería de la UNAM; La cantidad y tipo de muebles sanitarios con que cuenta dicha institución.

b. Duración en segundos de la salida del agua en cada uso de los muebles sanitarios y duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos.

En relación al número de alumnos que toman clases en el edificio principal de la facultad de ingeniería, se tomó el número de alumnos que se registraron en el semestre 1996-2, el cual es de 2595 alumnos.

1. Información general.

Número de alumnos: 2350 Número de baños para hombres: 7

Cuadro 1.7.1.

Muebles y aparatos por baño de hombres.

Mueble Sanitario	baño 1	baño 2	baño 3	baño 4	baño 5	baño 6	baño 7
Lavabo	3	3	3	3	2	3	3
Mingitorio	1	2	2	2	1	1	1
Inodoro	3	4	4	4	1	1	1
Vertedero	0	1	1	1	1	1	1

Número de alumnas: 245

Número de baños para mujeres: 4

Cuadro 1.7.2.

Muebles y aparatos por baño de mujeres.

Mueble Sanitario	baño 1	baño 2	baño 3	baño 4
Lavabo	2	2	3	3
Vertedero	2	1	1	1
Inodoro	2	3	3	3

En el Cuadro 1.7.3. se muestra el formato empleado. Dado que los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM tienen el conocimiento necesario para obtener resultados confiables, se les solicitó su participación para efectuar la encuesta.

Cuadro 1.7.3.
Estudio para la determinación del gasto probable en instalaciones hidráulicas y sanitarias institucionales

Medición del tiempo de uso del agua y servicios.

2.1. Inodoro (WC)

Duración en segundos de la salida del agua al accionar la palanca: _____ seg.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta: _____

2.2. Lavabo

Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

2.3. Mingitorio

Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

2.4. Vertedero

Duración en minutos de salida del agua en cada uso: _____ min.
Duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de máximo uso durante el día (período de punta): _____

1.7.1. Análisis estadístico

Para obtener mayor información se hizo un análisis de correlación lineal entre las variables, sin encontrarse ningún valor alto.

Cuadro 1.7.4.

Resumen del análisis estadístico, y comparación con las mediciones.

Mueble sanitario	Encuestas		Mediciones	
	La duración en minutos de la salida del agua en cada uso. (t)	La duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta. (en minutos). (i)	La duración en minutos de la salida del agua en cada uso. (t)	La duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta. (en minutos). (i)
Mingitorio	5-15 *	90	10-90 *	90
Vertedero	6	250 o más	8	260-580
w.c. 6 lts.	10	90	9	90
Lavabo	1.5	90	1.25	90

* Algunas veces permanece cerrado, pero por lo general se abre antes de que terminen las clases.

1.7.2. Conclusiones del estudio

Con el estudio realizado se llegó a comprobar que es muy poca la variación que hay en los diferentes parámetros (la duración en minutos de la salida del agua en cada uso (t) y la duración media del intervalo entre cada dos usos consecutivos en el período de punta (en minutos) i) como se muestra en el cuadro 1.7.4.

El intervalo entre el final del uso de un aparato y el principio del uso siguiente (i) depende de la relación entre el número de aparatos y el número de personas que lo usan, para tener un valor aproximado se puede obtener de la siguiente manera.

$$m = \text{min.} \quad t = \text{min.}$$

El Uso por mueble se calcula como sigue:

$$X \text{ usos} = \text{número de usuarios} * \text{Número de usos.} \quad \text{Para cada mueble:}$$

$$U_m = X \text{ usos} / \text{Número de muebles.} \quad \text{Por consiguiente.} \quad i = (m / U_m) - t \quad (\text{min})$$

MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA

2.1. Reseña de muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

El modelo de crecimiento adoptado por nuestro país ha propiciado conjuntamente con su aprovechamiento el deterioro y desperdicio de sus recursos naturales. En particular, las aguas nacionales han sido y están siendo sometidas a fenómenos de degradación, subutilización, sobreexplotación, agotamiento, pérdida, disminución y contaminación.

Los muebles y aparatos pueden dividirse en tres grupos, de acuerdo con el uso al cual se destinan:

a) Evacuadores.

- Inodoro.
- Mingitorios.
- Vertedores.

Todos los evacuadores requieren de gran cantidad de agua en poco tiempo con el objeto de efectuar una limpieza profunda del mueble, permitiéndole ser utilizable en condiciones higiénicas.

b) De limpieza de objetos.

- Fregaderos.
- Lavaplatos.
- Lavaderos.

Los aparatos que se utilizan para efectuar la limpieza de objetos requieren de recipientes donde el agua se pueda acumular y los objetos se puedan colocar, y requieran de un flujo más bien bajo y constante.

c) De higiene corporal.

- Lavabos.
- Regaderas.
- Tinas.
- Bidets.

Los aparatos usados para la higiene corporal tienen características individuales, el lavado requiere de un flujo mínimo y en poco tiempo, la regadera requiere de buen flujo y en bastante tiempo, etc.

- d) Algunos aparatos no se agrupan por tener condiciones especiales como el caso de las Lavadoras de ropa, Lavaplatos eléctricos, Mangueras de jardín, etc., sin embargo requieren de determinado flujo. Su característica común es, ser alimentados por una llave de nariz roscada.

Dado que los muebles y aparatos convencionales consumen agua en forma constante, deben regularse sus especificaciones y métodos de prueba, con el objeto de coadyuvar a la preservación de ese recurso natural y disminuir sus costos de utilización; para ello se han expedido normas y reglamentos en la materia.

Las legislaciones que regulan las actividades inherentes a la prestación del servicio de agua y alcantarillado, encuentran su fundamentación en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual otorga al recurso natural importancia relevante como elemento necesario para beneficio y desarrollo de la sociedad.

En el Artículo 27 de la Carta Magna, se determina que la propiedad de las aguas, corresponde a la Nación, la cual tiene facultades para transmitir su dominio y regular su aprovechamiento para una distribución equitativa en beneficio de la colectividad, cuidando su conservación, a efecto de lograr el desarrollo equilibrado del país y mejorar las condiciones de vida de las poblaciones urbana y rural.

Los principios fundamentales establecidos en la Constitución con relación a la preservación, uso y aprovechamiento del agua como recurso natural, se cumplen a través de las condiciones jurídicas que establece la Ley de Aguas Nacionales publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1992, de la cual se reproduce el artículo 1º a continuación.

ARTICULO 1º.- La presente ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Con respecto a las instalaciones sanitarias en los edificios, es de competencia federal el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el Lunes 14 de Marzo de 1994. Las disposiciones en materia de consumo de agua de este reglamento son que las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio;

las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minutos, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto. De la lectura del Reglamento mencionado se concluye que debe ser actualizado, particularmente estableciendo normas de obligado cumplimiento en lo referente al diseño hidráulico de las instalaciones, así como en materia de muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua.

Para el Distrito Federal se han expedido dos reglamentos de competencia local: el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y el Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal. Las principales disposiciones de estos Reglamentos relativos al tema en estudio se reproducen a continuación, con la aclaración de que las figuras han sido agregadas por el autor del presente estudio.

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Julio 1987)

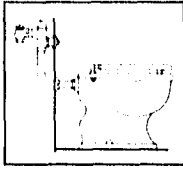
Art. 154.- Las instalaciones hidráulicas de baño y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los inodoros tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minutos, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.

Reglamento del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal (publicado en el Diario Oficial de la Federación en enero de 1990)

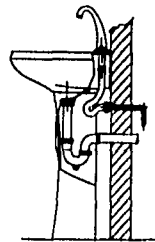
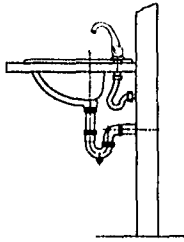
Del Uso Responsable, Racional y Eficiente del Agua.

Artículo 25.- Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios de los predios, casas habitación, giros mercantiles e industrias deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua.

Los excusados tendrán una descarga máxima de 6 litros en cada servicio; las regaderas tendrán una descarga máxima de 10 litros por minuto; los mingitorios tendrán una descarga máxima de 4 litros por servicio. Todos estos muebles deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana y contará con dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio.



Los lavabos y fregaderos tendrán las llaves con aditamentos economizadores de agua para que su descarga no sea mayor a 10 litros por minuto.



Por otra parte, se han expedido normas oficiales mexicanas relativas a diversos aspectos de la fabricación de muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua, entre las cuales se tienen las siguientes:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994

Norma Oficial Mexicana NOM-002-EDIF-1994

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994 establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los muebles y aparatos sanitarios. Por considerarla de interés se presenta un resumen a continuación; las figuras han sido incluidas por el autor del presente estudio. En el Anexo 1 se reproduce íntegramente.

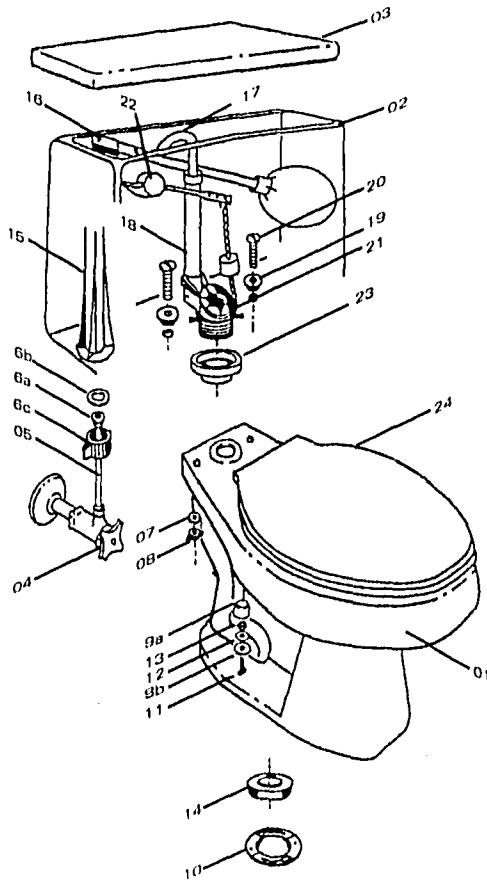
Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994 que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario (fragmento)

Para una mejor comprensión de la presente Norma se establecen las definiciones, especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los muebles y aparatos sanitarios correspondientes:

Sistemas de admisión y descarga de agua de los inodoros (Herrajes).

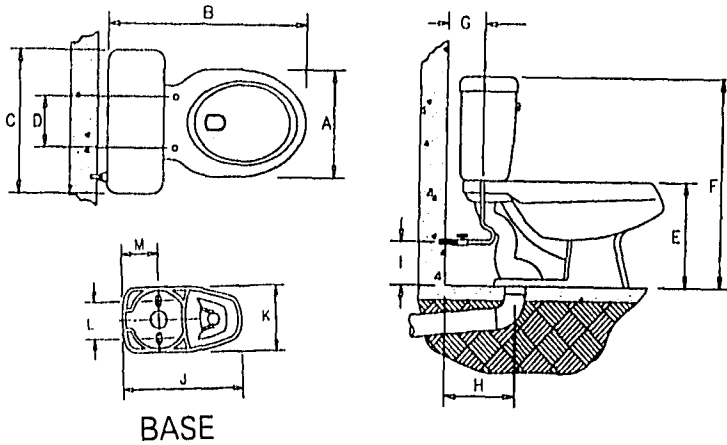
Elementos complementarios del inodoro, para su fijación y operación (juntas, mecanismos de operación del tanque, tornillos, soportes, etc.)

LISTA DE COMPONENTES PARTS LIST		
No.	CANTIDAD QUANTITY	DESCRIPCION DESCRIPTION
01	01	TAZA BOWL
02	01	TANQUE TANK
03	01	TAPA DEL TANQUE TANK COVER
04	-	VALVULA DE ALIMENTACION WATER SUPPLY VALVE
05	-	LINEA DE ALIMENTACION WATER SUPPLY LINE
06	-	CONEXION PARA LA ALIMENTACION DEL AGUA WATER SUPPLY CONNECTION
06a	01	EMPAQUE DE HULE CONICO CONIC RUBBER GASKET
06b	01	RONDANA WASHER
06c	01	ESTOPERO STOPPER
07	02	RONDANAS DE PLASTICO PLASTIC WASHERS
08	02	TUERCAS MARIPOSA BUTTERFLY NUTS
09a	02	CUBREPIJAS FLUSH VALVE COVER
09b	02	BASE DE CUBREPIJAS FLUSH VALVE COVER BASE
10	-	BRIDA FLANGE
11	-	TORNILLOS PARA INODORO TOILET BOLT
12	-	RONDANAS METALICAS METAL WASHERS
13	-	TUERCAS HEXAGONALES HEXAGONAL NUTS
14	-	CUELLO DE CERA O JUNTA CERAMIC NECK OR GASKET
15	01	VALVULA DE ENTRADA INLET VALVE
16	01	TORNILLO DE AJUSTE ADJUSTMENT SCREW
17	01	MANGUERA DE PLASTICO PLASTIC HOSE
18	01	VALVULA DE SALIDA FLUSH VALVE
19	02	EMPAQUES CONICOS CONIC RUBBER GASKETS
20	02	TORNILLOS DE LATON BRASS SCREWS
21	01	DIAPHRAGMA DE HULE RUBBER DIAPHRAGM
22	01	PALANCA Y BRAZO OPERADOR FLUSH VALVE LEVER AND ARM
23	01	EMPAQUE ESPONJOSO SPONGE GASKET
24	01	ASIENTO Y TAPA TOILET SEAT AND COVER



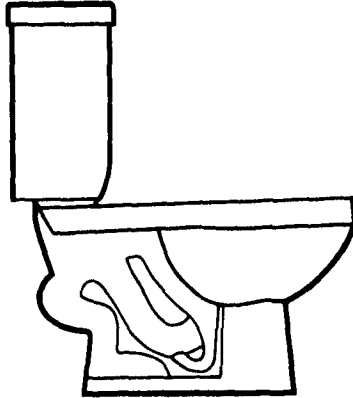
Inodoro

Conjunto de taza y tanque, provisto con un dispositivo para desagüe y de una trampa hidráulica que permite el paso de excretas humanas a la red de drenaje, sin permitir el retroceso de aire o gases de la misma, con un diseño tal que permita la limpieza combinada con una acción sifónica.



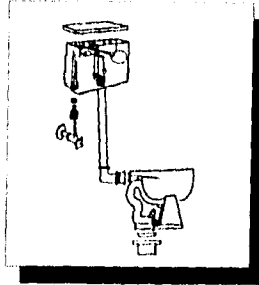
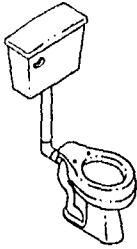
Taza de inodoro

Mueble sanitario que integra el conjunto de inodoro, puede ser independiente o formar parte de una combinación y de varios diseños (alargada, regular, etc.).



Tipo I.- Inodoro con tanque alto.

El proyectado para instalarse a más de 60 cm del piso (distancia del suelo al fondo del tanque alto).

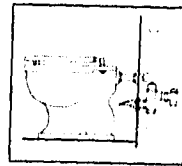
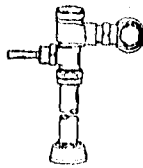
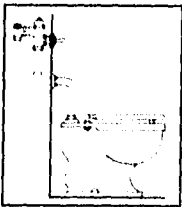


Tipo II.- Inodoro con tanque bajo (acoplado al mueble) de una o dos piezas.

El proyectado para instalarse a 60 cm o menos del piso (distancia del suelo al fondo del tanque alto).



Tipo III.- Inodoro para adaptarse a fluxómetro.

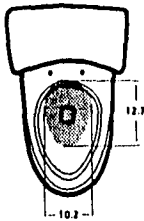


Tipo IV.- Inodoro infantil.



Espejo de agua

El espejo de agua debe tener dimensiones mínimas de 102 x 127 mm. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 7.1.(ver Anexo 1)

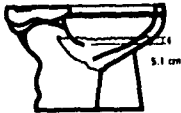


Espejo de Agua

Norma Oficial 10.2 X 12.7 cm

Sello hidráulico

La altura del sello hidráulico debe ser de 51 mm, medido de acuerdo al método especificado en el punto 7.2. (ver Anexo 1)

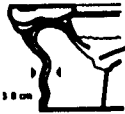


Sello Hidráulico

Sello de agua para evitar retorno de malos olores de la red sanitaria.
Norma Oficial 5.1 cm

Trampa

La trampa deberá dejar pasar una bola sólida de 38 mm de diámetro como mínimo. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 7.3. (ver Anexo 1)



Trampa
Diámetro de sifón para arrastre de sólidos a la red sanitaria.
Norma Oficial 3.8 cm

Válvulas

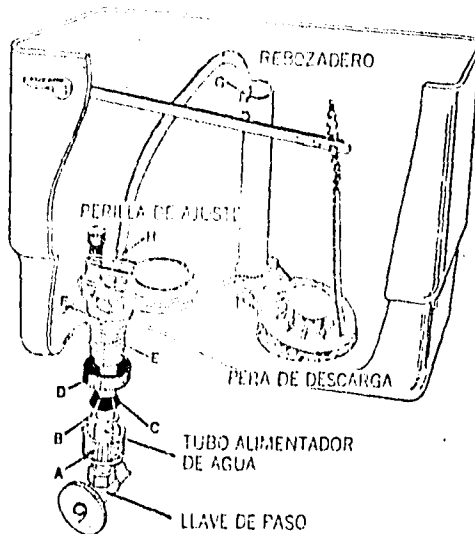
La válvula de admisión para el llenado del tanque debe tener un cierre automático y hermético al alcanzar el agua el nivel equivalente al volumen de descarga establecido en el punto 5.1, en un tiempo no mayor de 3 minutos y a una presión de 0,25 kgf/cm².



Válvula de Admisión
Asegura en menos de 3 minutos el llenado y corte de agua en el tanque para funcionamiento normal, con presión de agua de 0.25 Kgf /cm² (equivale a uso de agua de tinaco de una casa habitación).

Válvula de descarga

Dispositivo destinado a permitir el flujo de un volumen de agua del tanque de inodoro hacia la taza del mismo, en una sola operación ininterrumpida para posteriormente cerrar automáticamente la salida del agua hasta la siguiente operación.



VALVULA DE CONTROL DE NIVEL Y
DESCARGA EN DEPOSITO DE INODORO

Las fugas más frecuentes en los excusados son debidas al mal funcionamiento de las válvulas de entrada y salida de los tanques de excusados.

Experiencias en el Distrito Federal.

El departamento del Distrito Federal ha promovido diversas formas de usar menos agua en los inodoros. Fomentó el uso de bolsas de plástico para reducir el volumen de descarga e impulso el uso de dispositivos ahorradores de agua. Después de la experiencia acumulada, en 1989 puso en marcha el Programa de Uso Eficiente de agua en el Distrito Federal (pueda), que en una de sus principales acciones contempla la sustitución masiva de 2 millones de excusados de bajo consumo por muebles tradicionales en la Ciudad de México. Este Programa se reforzó con el cambio de reglamento de construcción en 1988 y con el reglamento del Servicio de Agua y drenaje para el distrito Federal publicado el 25 de enero de 1990, en donde se obliga al uso de inodoro de bajo consumo y otros dispositivos ahorradores de agua como el que se muestra a continuación.

4.3.6. Modelación del crecimiento de la población

Según el modelo I, a nivel de individuos se estimó que esta población crecería a un tasa finita anual de 1.010050, es decir, 1.00% anual. Los límites de confianza dados por \pm dos errores estándar (± 2 E. E.) del valor de λ , dan como límite superior 1.05477 y como límite inferior, 0.96533.

Según el modelo II, a nivel de la población de tallos se estimó una tasa finita de crecimiento anual de la población de 1.023100, equivalente a un crecimiento de 2.31% anual. Los límites de confianza superior e inferior de λ son 1.060248 y 0.985952 respectivamente.

Se obtuvieron estos resultados sin considerar los errores asociados a las fecundidades, ya que éstas se estimaron en forma indirecta. A pesar de esto, ambas tasas de crecimiento no difieren significativamente de 1, por lo que ambos modelos indican que la población de *E. resinifera* que se encuentra en la REEPSA actualmente se mantiene en un tamaño constante.

La estructura estable de tamaños predicha por el modelo I fué estadísticamente diferente (prueba de Kolmogorov-Smirnov, $D=0.306$, $P<0.01$) de aquella observada al inicio del estudio para la población de árboles individuales (Cuadro 6, matriz de individuos). En particular, en este caso, el modelo predice en el equilibrio un exceso de árboles de las categorías de DAP intermedias y una proporción menor en las categorías mayores, respecto a la estructura actual.

La estructura estable de tamaños predicha por el modelo II, no difiere significativamente (prueba de Kolmogorov-Smirnov, $D=0.078$, $P>0.05$) de aquella observada al inicio del estudio (Cuadro 7, matriz de tallos).

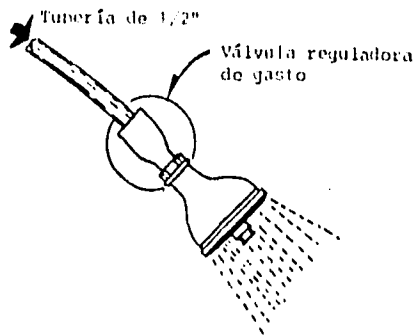
Regaderas de bajo consumo

Para lograr un uso eficiente del agua, es de gran importancia la disminución del consumo domiciliario sin que se vean afectadas las funciones de los muebles hidrosanitarios.

En el caso de los inodoros se ha avanzado al limitar su fabricación a muebles que utilizan 6 litros por descarga como máximo.

Después de los inodoros, son las regaderas las que utilizan el mayor porcentaje del consumo domiciliario (con un gasto de 20 a 40 l/min.). Por lo que resulta necesario reducir su consumo.

Para el distrito federal, se ha reglamentado el gasto máximo de 10 l/min., ya sea debido al diseño de la regadera o la adición de algún dispositivo reductor, como se muestra en la figura siguiente.



REGULADOR DE GASTO EN REGADERA

NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS

IMSS

Normas de diseño de arquitectura.

TIPO	DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD	UNIDAD	REQUISITOS
REGADEROS					
A	REGADERA	HELESA	100	REGADERA	
B	REGADERA DE TELEFONO	HELESA	100	REGADERA	
C	ENCHUFADOR DE AGUA EN REGADERA	HELESA			
FLUJOMETROS					
* A	FLUJOMETRO PARA MINGITORIO CON SPINLE 8mm	HELESA	30	FLUJOMETRO	
B	FLUJOMETRO PARA MINGITORIO-ENTRADA INFERIOR	HELESA	30	FLUJOMETRO	
* A	FLUJOMETRO PARA MINGITORIO-ENTRADA SUPERIOR		30		
CESPOL					
A	CESPOL PARA LAVADO	HELESA	100	CESPOL	
B	CESPOL DE PULIDO				

NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS

IMSS

Normas de diseño de arquitectura.

TIPO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	DIMENSIONES	SILBETA
	LLAVE MANEJABLE PARA LAVABO	NIBCO WATER	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* A	LLAVE MANEJABLE PARA LAVABO	NIBCO WATER	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* B	LLAVE REGULADORA PARA LAVABO	NIBCO WATER	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* C	LLAVE DE CONTROL ANGULAR O RETENCION DE AGUA	DEAL STANDARD	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* D	LLAVE MANEJABLE PARA W.C. O WASH	DEAL STANDARD	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
E	LLAVE DE MARIJE CON SANGRIA PARA WASH O W.C. O WASH	NIBCO WATER	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* F	LLAVE REGULADORA CON CUELLO DE GANSO	DEAL STANDARD	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
* G	LLAVE DE PASO CON CUELLO DE GANSO	NIBCO	100-2000000 200-2000000 400-2000000		
H	LLAVE ECONOMIZADORA	NIBCO	100-2000000 200-2000000 400-2000000		

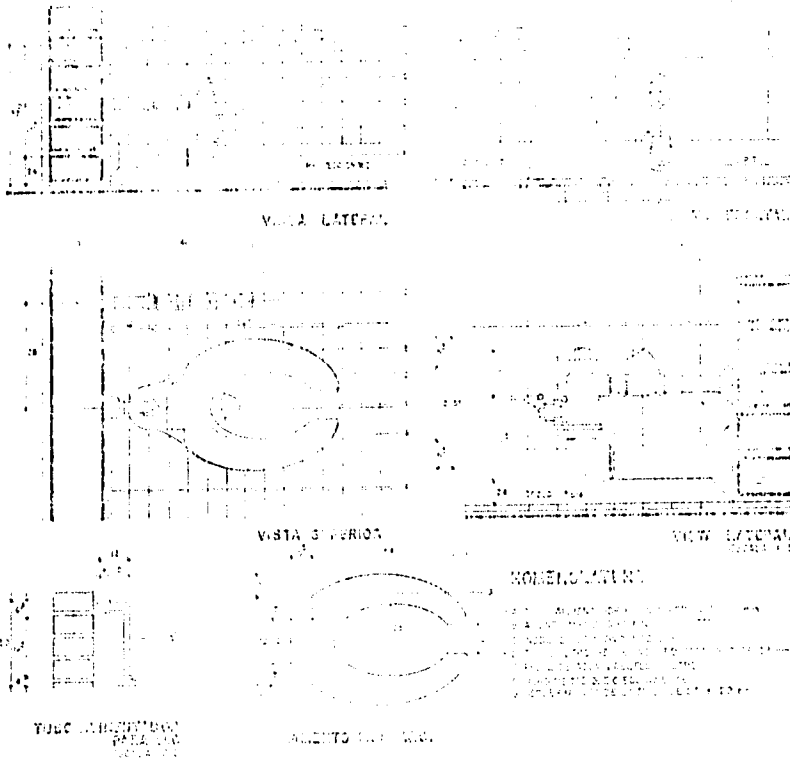
TIPO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	DIMENSIONES	SILBETA
	LLAVE MANEJABLE PARA LAVABO	NIBCO WATER	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE MANEJABLE PARA LAVABO	NIBCO WATER	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE MANEJABLE PARA LAVABO	NIBCO WATER	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE REGULADORA PARA LAVABO	NIBCO WATER	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE REGULADORA PARA LAVABO	NIBCO WATER	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE REGULADORA PARA LAVABO	NIBCO WATER	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE DE CONTROL ANGULAR O RETENCION DE AGUA	DEAL STANDARD	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE DE CONTROL ANGULAR O RETENCION DE AGUA	DEAL STANDARD	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE DE CONTROL ANGULAR O RETENCION DE AGUA	DEAL STANDARD	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE MANEJABLE PARA W.C. O WASH	DEAL STANDARD	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE MANEJABLE PARA W.C. O WASH	DEAL STANDARD	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE MANEJABLE PARA W.C. O WASH	DEAL STANDARD	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE DE MARIJE CON SANGRIA PARA WASH O W.C. O WASH	NIBCO WATER	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE DE MARIJE CON SANGRIA PARA WASH O W.C. O WASH	NIBCO WATER	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE DE MARIJE CON SANGRIA PARA WASH O W.C. O WASH	NIBCO WATER	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE REGULADORA CON CUELLO DE GANSO	DEAL STANDARD	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE REGULADORA CON CUELLO DE GANSO	DEAL STANDARD	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE REGULADORA CON CUELLO DE GANSO	DEAL STANDARD	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE DE PASO CON CUELLO DE GANSO	NIBCO	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE DE PASO CON CUELLO DE GANSO	NIBCO	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE DE PASO CON CUELLO DE GANSO	NIBCO	400-2000000	100 x 300 mm	
	LLAVE ECONOMIZADORA	NIBCO	100-2000000	100 x 100 mm	
	LLAVE ECONOMIZADORA	NIBCO	200-2000000	100 x 200 mm	
	LLAVE ECONOMIZADORA	NIBCO	400-2000000	100 x 300 mm	

NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS

IMSS

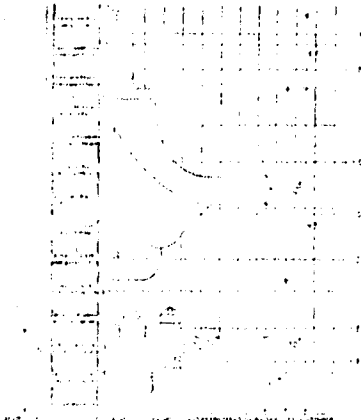
Normas de diseño de arquitectura.



NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

IMSS

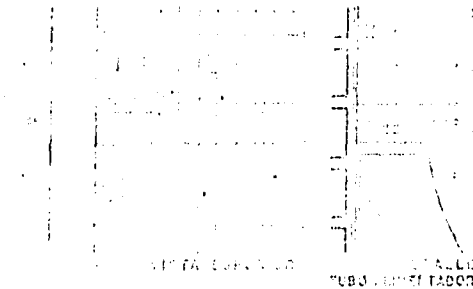
Normas de diseño de arquitectura.



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

LEGENDA

1. TUBO ALIMENTADOR METALICO MOD. 310 DE 19mm
2. EQUIPAMIENTO DE CINTILLA DE 6.5x22 cm.
3. PUNTO DE MONTAJE EN TUBO ENTRADA SUPERIOR (DETALE STANDARD)
4. MONTAJE DE CINTILLA EN TUBO
5. EQUIPAMIENTO DE MONTAJE PARA SERVO DE 19mm
6. EQUIPAMIENTO DE MONTAJE PARA SERVO DE 19mm
7. EQUIPAMIENTO DE MONTAJE PARA SERVO DE 19mm

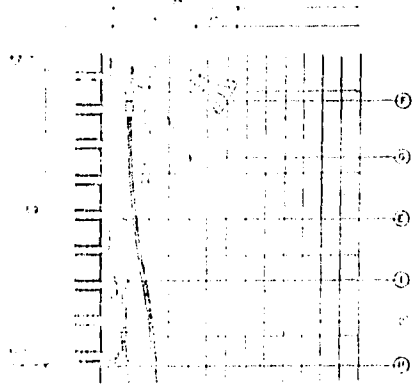
NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de arquitectura.



CABAÑERA
TOILETAS
Módulo 1000x1000



BOQUERA TELEFONO
Módulo 1000x1000

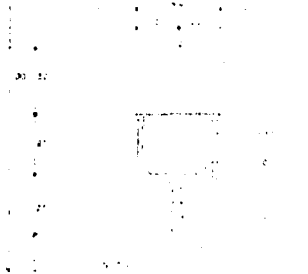
LEYENDA

- 1. CABAÑERA
- 2. BOQUERA TELEFONO ESPECIAL DE CERCA AUTOMATICA
- 3. MÓDULO BANCADO
- 4. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA
- 5. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA SIMILAR
- 6. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA
- 7. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA
- 8. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA
- 9. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA
- 10. MÓDULO BANCADO CON CONTROL DE CERCA

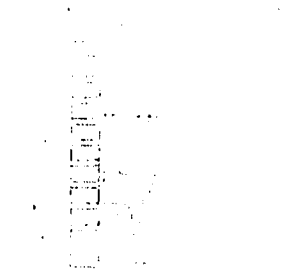
NORMAS DE ACCESORIOS SANITARIOS

IMSS

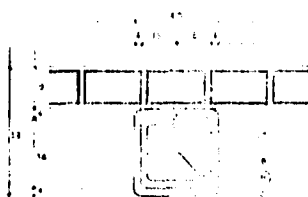
Normas de diseño de arquitectura.



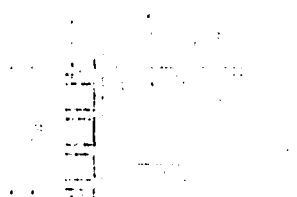
VISTA LATERAL



VISTA LATERAL



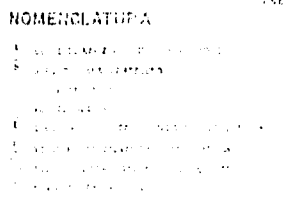
VISTA SUPERIOR



VISTA SUPERIOR



CLAVE DE PLANO



NOMENCLATURA

- 1. ...
- 2. ...
- 3. ...
- 4. ...
- 5. ...
- 6. ...
- 7. ...
- 8. ...
- 9. ...
- 10. ...

MUEBLES SANITARIOS

ESPECIFICACIONES DE MUEBLES SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de Ingeniería.

Lavabo tipo L-1P

ESPECIFICACIONES

LAVABO:

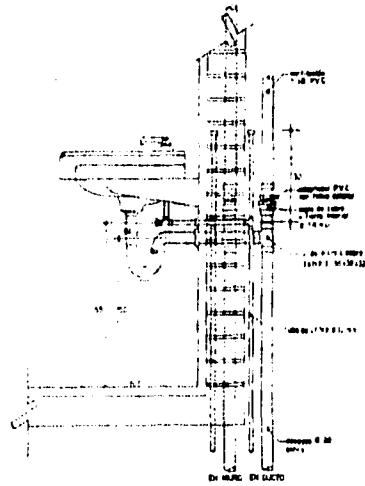
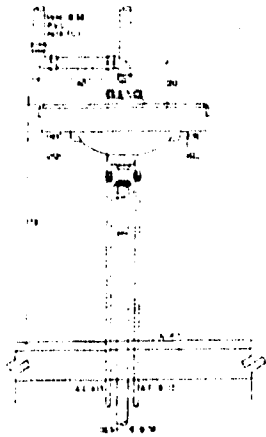
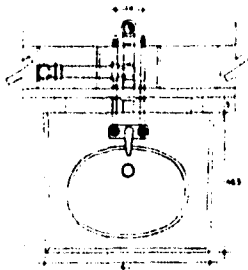
- Material: porcelana vitrificada de color blanco.
- Cuerpo rectangular de 61.4x39 cm con perforación a 18.2 cm de altura con taza ovalada en el centro.

Detalle: Lavabo tipo L-1P de 22 mm de diámetro de latón o bronce cromado con registro, contra y chapetón.

Alimentadores: De bronce cromado de 10 mm de diámetro con llaves de retención a agua.

Llave marcadora: De 10 cm cromada, de bronce cromado con volantes perforados (hexág.) para un gasto máximo de 10 L.P.M.

Atenua: De aluminio galvanizado según diseño IMSS.



MUEBLES SANITARIOS

ESPECIFICACIONES DE MUEBLES SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de Ingeniería.

Lavabo tipo L-5P

ESPECIFICACIONES:

Lavabo • Material: porcelana vitrificada de color blanco.
• Cuerpo: rectangular de 61 x 46.5 cm con perforaciones a 20.4 cm de separación con lava ovalada con rebosadero.

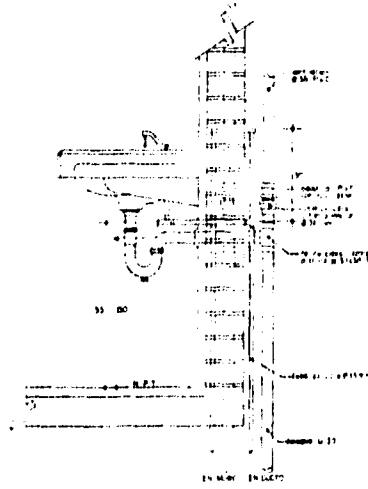
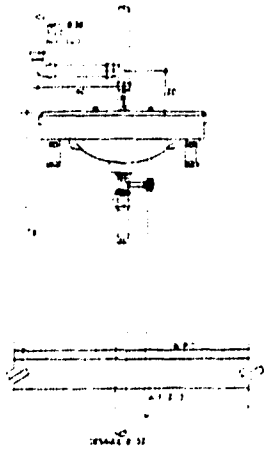
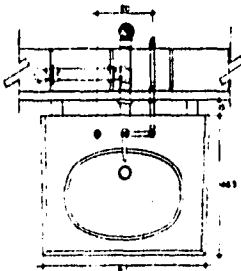
Desagüe: Césped: 1" de 32 mm de diámetro de latón o bronce cromado, con registro, contra y chapetón.

Alimentador: De bronce cromado de 10 mm de diámetro, con llave de retención angular.

Cubre aladro: Latón cromado

Llave: Economizadora tipo badajo, de bronce cromado.

Ménsula: De lámina negra esmaltada, según diseño IMSS.



MUEBLES SANITARIOS

ESPECIFICACIONES DE MUEBLES SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de Ingeniería.

Inodoro W-1. Con entrada superior y fluxómetro de pedal oculto.

ESPECIFICACIONES:

- Inodoro
- Material: porcelana vitrificada de color blanco
 - Cuerpo de una pieza, con entrada superior para fluxómetro, con botón pedante y válvula de cierre.
- Fluxómetro: Ocular de accionamiento de pedalete, bronce cromado, con válvula de cierre de gástulo y spud de 20 mm caudal mínimo para un descargo mínimo de 6 Litros por operación.
- Asiento: En posición cerrada, abierto en parte y sin tapa.

MUEBLES SANITARIOS

ESPECIFICACIONES DE MUEBLES SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de Ingeniería.

Mingitorio M-2. De pared con entrada superior y fluxómetro de pedal aparente.

ESPECIFICACIONES

- Materiales:
 - Material: porcelana vitrificada de primer grado.
 - Cisterna: de una pieza con bomba integral y entrada superior de 10 cm de diámetro.
- Accesorios:
 - Aparato de arrastre de pedal en forma de rueda en curva de 10 cm de radio y espesor de 10 mm, el diámetro para no descargar más de 4 litros por operación.

MUEBLES SANITARIOS

ESPECIFICACIONES DE MUEBLES SANITARIOS

IMSS

Normas de diseño de Ingeniería.

Vertedero de fierro fundido esmaltado.

ESPECIFICACIONES.

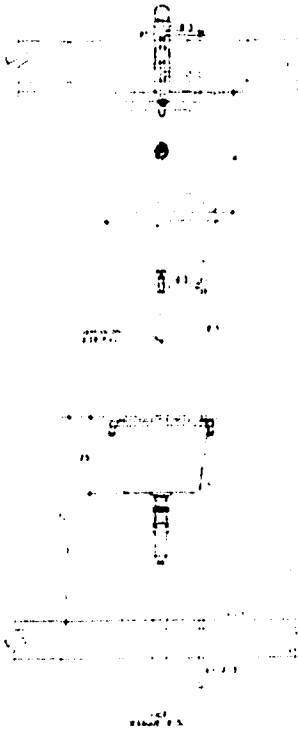
- Vertedero: • Material de fierro fundido esmaltado en blanco
- Cuerpo cuadrado de 41 x 41 cm, 25 mm de espesor y de 39 mm

Contra rejilla: Para vertedero de 38 mm de diámetro de latón cromado

Trampa: Filo de plomo de 38 mm de diámetro con espesor

Soporte: De tubo de fierro galvanizado de 13 mm hueco a en obra

Nota: La maza de bronce molido de 12 mm de diámetro con resaca en la salida para manopla de 19 mm de diámetro, para un gasto máximo de 10 L.P.M.



CALCULO DE LA PROBABILIDAD DEL USO SIMULTANEO DE MUEBLES Y APARATOS DE BAJO CONSUMO DE AGUA.

3.1 Aplicación del Método Probabilístico al diseño de instalaciones hidráulicas con muebles y aparatos de bajo consumo.

Introducción.

El método Probabilístico usado para calcular la demanda de agua o sea el gasto máximo instantáneo en una instalación de abastecimiento de agua de una edificación es desarrollado por la práctica Europea y Americana, usado en la práctica Mexicana.

La aplicación del método requiere conocer el tipo y número(s) de aparatos, curvas características de simultaneidad de servicio y su gasto por llave del aparato (q), y en función de éstas se obtiene el gasto máximo instantáneo del tramo en cuestión.

Teoría. Cálculo de probabilidades:

Hidrogramas de consumo en diferentes tipos de llaves.

El suministro de agua por un grifo de servicio, se puede representar refiriéndolo a dos coordenadas de las cuales la abscisa representa los tiempos y la ordenada los gastos. Para los suministros más comunes se podrán obtener de este modo los diagramas representados en la Figura 3.1.1.

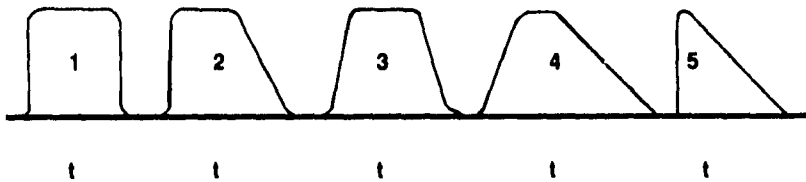


Figura 3.1.1. Hidrogramas de consumo en diferentes tipos de llaves.

El diagrama 1 es de una llave de servicio con cierre automático sin dispositivo contra el golpe de ariete. Tanto la apertura como el cierre son muy rápidos.

El diagrama 2 es de una llave de servicio de cierre automático con dispositivo contra el golpe de ariete, el cual retrasa sensiblemente el cierre.

El diagrama 3 es de una llave de servicio normal para el lavabo, bidé y regadera.

El diagrama 4 representa la salida de agua de un depósito para inodoro a través de una llave de flotador que se cierra lentamente a medida que el agua sale del depósito mismo.

Y el diagrama 5 es el de un fluxómetro que tiene una apertura rapidísima y un cierre lento y gradual.

En la Figura 3.1.1. los tiempos y el caudal no tienen unidad de medida común, representado sólo de un modo esquemático la forma de los hidrogramas.

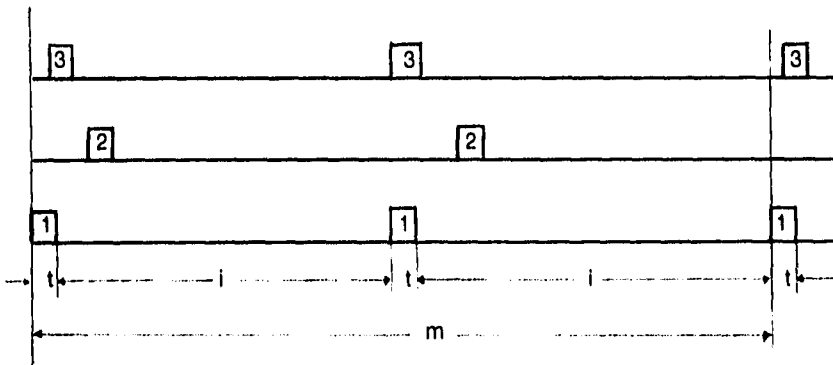


Figura 3.1.2. Diagrama de las sucesiones de los suministros de una llave.

A continuación se representa gráficamente la sucesión de las erogaciones de un aparato en el período de punta máxima de consumo de la instalación (véase la Figura 3.1.2.), designando como:

t = duración media de un servicio, en minutos.

i = intervalo medio que transcurre entre un servicio y el siguiente durante el período de punta, en minutos.

m = duración media diaria del período de punta, en horas.

En la Figura 3.1.2. se destaca que, mientras los servicios del aparato 2 están desviados respecto a los servicios de los aparatos 1 y 3, y por tanto su influencia recíproca, los servicios de los aparatos 1 y 3, por el contrario, se sobreponen y sus caudales se suman.

El problema consiste en determinar el número máximo de servicios que pueden sobreponerse en un determinado período de tiempo, tomado entre los de todos los aparatos en cuestión.

En otras palabras, de veinte aparatos considerados, por ejemplo, deberá calcularse el número máximo de sus erogaciones que se pueden sobreponer en un período de tiempo preestablecido, por ejemplo, de un día. El caudal de este número de servicios simultáneamente sobrepuestos deberá considerarse como base para el cálculo de la tubería que alimenta a los 20 aparatos.

Existe una expresión matemática que establece, de un grupo de acciones iguales e igualmente subsiguientes, cuál es el intervalo probable de tiempo que transcurre entre dos sobreposiciones sucesivas de un determinado número de acciones tomadas entre las del grupo.

Si consideramos, por ejemplo, veinte aparatos iguales y operando del mismo modo, dicha expresión matemática establece el tiempo que transcurre entre dos probables y sucesivas sobreposiciones de seis aparatos, por ejemplo, entre los veinte considerados. Dicha expresión es:

$$P = \frac{A^{r-1}}{B \times C,^n} \quad (1)$$

donde:

P = es el tiempo probable en días que transcurre entre la sobreposición de r servicios, que forman parte de un grupo n de ellos, y la sucesiva sobreposición también de r servicios del mismo grupo;

A = i/t , es la relación entre la duración media (i, en minutos), del intervalo entre dos servicios, durante el período de punta y la duración de un servicio (t, en minutos);

B = m/i , es la relación entre la duración media diaria del período de punta (m, en horas), y la duración media i (en horas) del intervalo entre dos servicios durante el tiempo m;

$$C_r^n$$

Es el número de combinaciones posibles de r unidades, tomadas entre n de éstas, la cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C_r^n = (n (n-1) (n-2)...(n-r+1)) / (1 * 2 * 3 * ... * r)$$

n = es el número de servicios que forman el grupo de aparatos considerados.

Esta fórmula nos dice que P es tanto mayor, y por tanto las sobreposiciones son tanto menos frecuentes:

- 1) Cuando más grande es i, o sea, cuando mayor es el intervalo entre dos servicios;
- 2) Cuando mayor es r, esto es, cuando mayor es el número de los servicios que deben sobreponerse;
- 3) Cuando más pequeño es t, o sea cuando menor es la duración de un servicio;
- 4) Cuando más pequeño es n, o sea cuando más pequeño es el número total de los aparatos de la instalación o del grupo considerado;
- 5) Cuando más pequeño es m, o sea cuando menor es la duración del período de punta.

Para resolver la expresión matemática anterior deberá recurrirse a los logaritmos, mediante los cuales aquélla se transforma en la siguiente:

$$\text{Log } P = \text{Log. } A^{r-1} - \text{Log. } B - \text{Log. } C_r^n \quad (2)$$

A P se le puede asignar prácticamente el valor de uno, lo que equivale a establecer que las sobreposiciones pueden ocurrir con una sucesión de un día; Este método proporciona resultados relativamente superabundantes para pequeños valores de n, resultados que aumentarían todavía si se asignase para P un valor más grande. Para grandes valores de n, por el contrario, o sea, para cálculos de tuberías que alimenten a un gran número de aparatos el valor de P tiene una influencia casi despreciable. Desarrollando a continuación, para n=914 respecto al valor del log. $A^{r-1}=206.8$ no tiene

influencia el elegir $P=1$ (y por lo tanto $\log P=0$) o bien $P=365$ (1 año) y por tanto $\log P=2562$.

Por otra parte con asignar $P=1$ día no se establece que r erogaciones sobre n se sobrepongan cada día, sino como máximo una vez al día, lo que equivale a decir que en las peores condiciones en un determinado instante de las 24 horas de un cierto día tal sobreposición puede ocurrir.

En la práctica esto significará que en aquél instante las tuberías de distribución tendrán un caudal momentáneamente reducido cosa que, siendo instantánea, no perjudicará el buen funcionamiento de la instalación.

Se tendrá entonces:

$$\log P = \log 1 = 0$$

Y la (2) resulta:

$$\log A^{t-1} - \log B = \log C,^n \quad (3)$$

De esta fórmula, fijando los valores de i , t y m , y por tanto de A y B , se pueden obtener la relación que hay entre n y r , o sea, se puede establecer cuántos aparatos deben considerarse simultáneamente en servicio sobre n aparatos servidos por el tronco de tubería de la cual se busca el caudal.

Llevando los resultados de este cálculo sobre un sistema de coordenadas que tengan como abscisa el número de aparatos n y ordenada el porcentaje de aparatos a considerar simultáneamente funcionando: r/n , se obtiene la curva característica de simultaneidad del servicio de la instalación de referencia.

Este método de cálculo proporciona resultados muy verídicos especialmente para instalaciones en las cuales los diferentes tipos de aparatos son pocos (p. ej. oficinas), pero es necesario preestablecer los valores de i , t y m con mucho criterio porque de éstos depende el buen éxito del cálculo, por esa razón se hizo el estudio de hábitos de consumo del agua y del funcionamiento de los aparatos sanitarios que se presentó en el Capítulo I.

El valor de t (duración del servicio) se puede obtener fácilmente, también con una cierta exactitud para los aparatos en los cuales el suministro tiene lugar por medio de una llave de cierre automático, como por ejemplo un fluxómetro.

Los fluxómetros en perfectas condiciones permanecen abiertos de 8 a 12 segundos. En el estudio realizado como parte del presente trabajo, se obtuvo un tiempo promedio de 8.8 segundos.

Para los aparatos con cierre manual, la evaluación del valor de t resultó menos fácil, pero basándose en la encuesta aplicada y en las observaciones realizadas, se obtuvieron promedios suficientemente razonables.

Los lavabos, de capacidad variable de 10 a 15 litros con un caudal en cada llave igual a 0.10 l/s como mínimo y de 0.40 como máximo, permanecerán con la llave abierta durante un tiempo variable de 1 a 2 minutos. En las oficinas muestreadas, donde solamente se lavan las manos, bastó tener t=1 minuto, mientras que en las viviendas fueron necesarios aproximadamente 2 minutos (t=2).

La válvula de flotador del depósito de un inodoro permanece abierta un promedio de 2 minutos, debiendo suministrar 6 litros con un caudal de 0.10 l/s en los inodoros que se fabrican desde 1994. En los inodoros instalados antes de esa fecha, la válvula permanece abierta un promedio de 2 minutos, debiendo suministrar 10 o 15 litros, dependiendo del mueble, sin embargo, esto ya no es relevante para los diseños actuales.

El valor de i, intervalo entre dos servicios sucesivos en las horas punta, pueden ser calculados sobre la base del número de personas que utilicen cada aparato durante el período de punta.

La resolución de los logaritmos de la fórmula 2 se efectúa usando los cuadros 3.1.1. y 3.1.2. detalladas a continuación.

Cuadro 3.1.1. Log. A⁻¹

Número de unidades sobrepuestas r

A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
1.5	0.176	0.352	0.528	0.704	0.880	1.057	1.233	1.408	1.585	1.937	2.289	2.641	2.944
2	0.301	0.602	0.903	1.204	1.505	1.806	2.107	2.408	2.709	3.311	3.913	4.515	5.118
3	0.477	0.954	1.431	1.908	2.386	2.863	3.340	3.817	4.294	5.248	6.203	7.157	8.111
4	0.602	1.204	1.806	2.408	3.010	3.612	4.214	4.816	5.419	6.623	7.827	9.031	10.235
5	0.699	1.398	2.097	2.796	3.495	4.194	4.893	5.592	6.291	7.689	9.087	10.485	11.882
6	0.778	1.556	2.334	3.113	3.891	4.669	5.447	6.225	7.003	8.560	10.118	11.672	13.229
8	0.903	1.806	2.709	3.612	4.515	5.419	6.322	7.225	8.128	9.934	11.740	13.546	15.353
10	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000
12	1.079	2.158	3.238	4.317	5.396	6.475	7.554	8.633	9.713	11.871	14.029	16.188	18.346
15	1.178	2.352	3.528	4.704	5.880	7.057	8.233	9.409	10.585	12.937	15.289	17.641	19.994

A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
17	1.230	2.461	3.691	4.922	6.152	7.383	8.613	9.844	11.074	13.535	15.996	18.457	20.918
20	1.301	2.602	3.903	5.204	6.505	7.806	9.107	10.408	11.709	14.311	16.913	19.515	22.116
25	1.398	2.796	4.194	5.592	6.990	8.388	9.786	11.184	12.581	15.377	18.173	20.969	23.775
30	1.477	2.954	4.431	5.908	7.386	8.863	10.340	11.817	13.294	16.248	19.203	22.157	25.111
35	1.544	3.088	4.632	6.176	7.720	9.264	10.808	12.353	13.897	16.905	20.073	23.161	26.249
40	1.602	3.204	4.808	6.408	8.010	9.612	11.214	12.816	14.419	17.623	20.827	24.031	27.235
50	1.699	3.398	5.097	6.796	8.495	10.194	11.893	13.592	15.291	18.689	22.087	25.485	28.682
60	1.778	3.556	5.334	7.113	8.991	10.669	12.447	14.225	16.003	19.560	23.118	26.672	30.229
70	1.845	3.690	5.535	7.380	9.228	11.071	12.916	14.761	16.606	20.296	23.960	27.677	31.367
80	1.903	3.806	5.709	7.612	9.515	11.419	13.322	15.225	17.128	20.934	24.740	28.346	32.353
90	1.954	3.908	5.863	7.817	9.771	11.725	13.680	15.634	17.508	21.497	25.405	29.314	33.222
100	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	22.000	26.000	30.000	34.000
110	2.041	4.083	6.124	8.166	10.207	12.248	14.290	16.331	18.373	22.455	26.538	30.621	34.704
120	2.079	4.158	6.236	8.317	10.396	12.475	14.554	16.633	18.713	22.661	27.029	31.188	35.348
130	2.114	4.228	6.342	8.456	10.570	12.684	14.798	16.912	19.026	23.253	27.481	31.709	35.937
140	2.146	4.292	6.438	8.585	10.731	12.877	15.023	17.169	19.315	23.607	27.900	32.192	36.484
150	2.176	4.352	6.528	8.704	10.880	13.057	15.233	17.409	19.585	23.937	28.289	32.641	36.994
160	2.204	4.408	6.612	8.816	11.021	13.225	15.429	17.633	19.877	24.245	28.654	33.062	37.470
170	2.230	4.461	6.691	8.922	11.152	13.383	15.613	17.844	20.074	24.535	28.996	33.457	37.918
180	2.255	4.511	6.766	9.021	11.276	13.532	15.787	18.042	20.297	24.808	29.319	33.829	38.340
200	2.301	4.602	6.903	9.204	11.505	13.806	16.107	18.400	20.709	25.311	29.913	34.515	39.118
220	2.342	4.685	7.027	9.370	11.712	14.005	16.397	18.739	21.082	25.767	30.451	35.136	39.821
240	2.380	4.760	7.141	9.521	11.901	14.281	16.681	19.042	21.422	26.182	30.943	35.703	40.464
260	2.415	4.830	7.245	9.660	12.075	14.490	16.905	19.320	21.735	26.565	31.395	36.225	41.054
280	2.447	4.894	7.341	9.789	12.236	14.683	17.130	19.577	22.024	26.919	31.813	36.707	41.602

Cuadro 3.1.1. Log. A^r continuación.

Número de unidades sobrepuestas r

A	20	25	30	40	50	75	100	150	200	300	400	500
15	3.346	4.226	5.107	6.068	6.628	13.031	17.433	26.237	35.042	52.651	70.260	87.869
2	5.720	7.225	8.730	11.740	14.750	22.278	29.802	44.853	59.905	90.008	120.11	150.21
3	9.085	11.451	13.836	18.608	23.379	35.307	47.235	71.091	94.947	142.85	190.37	238.08
4	11.439	14.449	17.460	23.480	29.501	44.552	59.604	89.707	119.810	180.01	240.22	300.42
5	13.280	18.775	20.270	27.260	34.249	51.724	69.198	104.14	139.095	208.99	278.88	
6	14.785	18.676	22.566	30.348	38.129	57.583	77.037	115.94	154.852	232.66		
8	17.159	21.674	26.190	35.221	44.251	66.828	89.406	134.56	179.715	270.02		
10	19.000	24.000	29.000	39.000	49.000	74.000	99.000	149.00	199.000	299.00		
12	20.504	25.900	31.296	42.068	52.880	79.859	106.839	160.79	214.757			
15	22.346	28.226	34.107	45.868	57.628	87.031	116.433	175.23	234.042			
17	23.379	29.531	35.683	47.990	60.292	91.053	121.815	183.33	244.260			
20	24.720	31.225	37.730	50.740	63.750	96.278	128.802	193.85	258.905			
25	26.561	33.551	40.540	54.520	68.499	103.448	138.396	208.29	278.190			
30	28.065	35.451	42.836	57.608	72.379	109.307	146.235	220.09	293.947			
35	29.337	37.058	44.778	60.219	75.659	114.261	152.863	230.06	307.270			
40	30.439	38.449	46.460	62.480	78.501	118.552	158.604	238.70				
50	32.280	40.775	49.270	66.260	83.249	125.724	168.198	253.14				
60	33.785	42.675	51.566	69.348	87.129	131.583	178.037	264.94				
70	35.057	44.282	53.508	71.959	90.410	136.537	182.665	274.92				
80	36.159	45.874	55.190	74.221	93.251	140.828	188.406	283.58				
90	37.131	46.902	56.673	76.215	95.758	144.614	193.470	291.18				
100	38.000	48.000	58.000	78.000	98.000	148.000	198.000	298.00				
110	38.786	48.993	59.200	79.614	100.028	151.063	202.098					

A	20	25	30	40	50	75	100	150	200	300	400	500
120	39.504	49.900	60.296	81.068	101.880	153.859	205.839					
130	40.165	50.734	61.304	82.444	103.583	156.432	209.260					
140	40.776	51.507	62.238	83.699	106.160	158.814	212.467					
150	41.346	52.226	63.107	84.868	106.628	161.031	215.433					
160	41.876	52.899	63.919	85.961	108.002	163.105	218.208					
170	43.379	53.531	64.683	86.990	109.292	165.063	220.815					
180	43.550	54.126	65.403	87.056	110.508	166.890	223.272					
200	43.720	55.225	66.730	89.740	112.750	170.276	227.602					
220	44.506	56.218	67.930	91.354	114.779	173.339	231.900					
240	45.224	57.125	69.026	92.828	116.830	176.136	235.641					
260	45.884	57.959	70.035	94.184	118.334	178.708	239.082					
280	46.496	58.732	70.968	95.439	119.911	181.090	242.269					
300	47.065	59.451	71.836	96.606	121.379	183.307	245.235					

Cuadro 3.1.2. Log. C_rⁿ

Número de unidades superpuestas r

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
3	0.477	0.000								
4	0.778	0.602	0.000							
5	1.000	1.000	0.699	0.000						
6	1.176	1.301	1.176	0.778	0.000					
7	1.322	1.544	1.544	1.322	0.845	0.000				
8	1.477	1.748	1.845	1.748	1.4474	0.903	0.000			
9	1.556	1.924	2.100	2.100	1.924	1.556	0.954	0.000		
10	1.653	2.079 2.342	2.232	2.401	2.322	2.079	1.653	1.000	0.000	
12	1.820		2.695	2.899	2.966	2.899	2.695	2.342	1.820	0.000
14	1.959	2.561	3.000	3.301	3.478	3.536	3.478	3.301	3.000	1.959
16	2.079	2.748	3.260	3.604	3.904	4.058	4.110	4.058	3.904	3.260
18	2.185	2.912	3.486	3.933	4.269	4.503	4.641	4.687	4.641	4.29
20	2.279	3.057	3.685	4.190	4.588	4.889	5.100	5.225	5.267	5.100
25	2.247	3.362	4.102	4.725	5.248	5.682	6.034	6.310	6.514	6.716
30	2.638	3.609	4.438	5.154	5.774	6.309	6.767	7.156	7.478	7.937
35	2.775	3.816	4.719	5.511	6.210	6.828	7.372	7.849	8.264	8.291
40	2.892	3.995	4.961	5.818	6.584	7.271	7.886	8.437	8.928	9.747
50	3.088	4.292	5.3625	6.326	7.201	7.999	8.730	9.400	10.012	11.084
75	3.443	4.829	6.0853	7.237	8.304	9.230	10.227	11.099	11.919	13.417
100	3.695	5.209	6.597	7.877	9.076	10.204	11.270	12.279	13.238	15.021
150	4.048	5.741	7.3071	8.772	10.155	11.469	12.721	13.919	15.068	17.021
200	4.299	6.119	7.811	9.404	10.916	12.359	13.741	15.070	16.351	18.786

Cuadro 3.1.2. Log. C_rⁿ Continuación

n	Número de unidades sobrepuestas r													
	14	16	18	20	25	30	40	50	75	100	150	200	300	400
12														
14														
16	2.07	0.00												
18	3.48	2.18	0.00											
20	4.58	3.68	2.27	0.00										
25	6.64	6.31	5.68	4.72	0.00									
30	8.16	8.16	7.93	7.47	5.15	0.00								
35	9.36	9.60	9.65	9.51	8.26	5.51								
40	10.36	10.79	11.05	11.13	10.60	8.92	0.000							
50	11.97	12.69	13.25	13.67	14.10	13.67	10.01	0.000						
75	14.74	15.93	16.96	17.90	19.72	20.89	21.46	19.72	0.000					
100	16.64	18.12	19.48	20.72	23.36	25.46	28.13	29.00	23.39	0.000				
150	19.25	21.12	22.90	24.56	28.29	31.50	36.64	40.30	43.96	40.304	0.000			
200	21.07	23.22	25.27	27.20	31.85	35.81	42.31	47.85	56.22	58.957	47.65	0.000		
300	23.60	26.13	28.55	30.87	36.29	41.23	49.99	57.49	71.09	81.819	66.97	81.619	0.000	
400	25.38	28.18	30.86	33.44	39.52	45.15	55.29	64.23	82.54	96.351	113.54	119.012	96.351	0.000
500	26.78	29.75	32.64	35.42	42.01	48.18	59.35	69.36	90.48	107.320	137.23	144.703	144.70	107.3
700	28.83	32.12	35.64	38.39	45.74	52.65	65.39	76.99	102.20	123.312	156.51	180.399	206.09	206.0
1000	31.02	34.62	38.12	41.53	49.78	57.48	71.64	85.07	114.46	139.90	162.2	215.92	263.83	290.7
1500						62.73	78.90	93.96	127.99	158.17	210.30	254.28	324.39	378.1

3.2 Aplicación del Método de Hunter al diseño de instalaciones hidráulicas con muebles y aparatos de bajo consumo

Introducción.

El método mas usado para calcular la demanda de agua o sea el gasto máximo instantáneo en una instalación de abastecimiento de agua de una edificación es el desarrollado por el Dr. Roy B. Hunter en 1924 en la Oficina Nacional de Normas de los EUA, el cual apareció publicado tal como se usa actualmente en 1940 y conocido comúnmente como método de Hunter.

La idea de Hunter fue de asignar ciertos factores de demanda de agua en términos de "Unidades-Mueble" a los diferentes tipos de muebles sanitarios de una instalación suponiendo una cierta frecuencia máxima de uso, teniendo en cuenta que los muebles sanitarios son utilizados intermitentemente y que el gasto demandado por un grupo de diferentes tipos de muebles o aparatos, no consiste simplemente en la suma de las demandas individuales de los muebles de grupo. Hunter supuso que la demanda de un solo mueble depende no solamente del gasto individual requerido por el mueble, sino también de la frecuencia y de la duración de uso de dicho mueble.

Al aplicar la teoría de probabilidades para estimar el gasto demandado, Hunter determinó el número de muebles que pueden funcionar simultáneamente en un momento dado. La aplicación de su método requiere conocer la frecuencia de uso T de cada mueble, el tiempo de funcionamiento del mueble t llamado también la duración del uso y el volumen de agua consumido por el mueble en cada uso.

Teoría.

Hay tantas maneras de seleccionar dos muebles en uso simultáneo de entre los n muebles como combinaciones de n objetos tomados dos a un tiempo. Las combinaciones que se obtienen al seleccionar r objetos de un total de n objetos están determinadas por la siguiente expresión:

$$C_r^n = \frac{(n)(n-1)(n-2)\dots(n-r+1)}{(1 * 2 * 3 * \dots * r)}$$

Una expresión general para la probabilidad de que r muebles funcionen en uso simultáneo de un total de n puede escribirse como:

$$nP_r = nC_r (1 - P)^{n-r} P^r$$

donde:

${}^n P_r$ = la probabilidad de que r muebles funcionen de un total de n.

${}^n C_r$ = el número de maneras en que r muebles pueden seleccionarse de un total de n.

$(1-p)^{n-r}$ = la probabilidad de que r muebles no funcionen simultáneamente de un total de n.

P^r = la probabilidad de que r muebles funcionen simultáneamente en un instante dado.

Por tanto la probabilidad de que r o más muebles funcionen simultáneamente es:

$$\sum_{r=0}^{r=m} {}^n C_r P^r (1-P)^{n-r} = \sum_{r=0}^{r=m} {}^n P_r$$

donde m es el número de Unidades Mueble de diseño de los muebles.

Este procedimiento de diseño es la base de los diferentes métodos de cálculo que se emplean actualmente tanto en los EUA como en muchos otros países.

En los años transcurridos desde que Hunter estableció los valores de T y de t para los distintos muebles o aparatos sanitarios, Muchos Ingenieros proyectistas de Instalaciones han objetado y discutido los valores relativamente altos para el gasto máximo instantáneo que se obtiene al aplicar su método, los cuales generalmente llevan al sobredimensionamiento de las tuberías de la instalación, por ello el IMSS modificó cierto método.

Los gastos de los diferentes tramos de una red de distribución de agua fría o de agua caliente para muebles sanitarios puede también calcularse con base en el método de Unidades-Mueble.

Debido a que en la actualidad el consumo máximo por descarga debe ser de 6 litros para Inodoros y de 4 litros para mingitorios, además de que los restantes muebles sanitarios deben tener dispositivos para que no proporcionen más de 10 litros por minuto, se han obtenido los valores de Unidades-Mueble correspondientes a los nuevos muebles y aparatos para el cálculo de gastos.

En el Cuadro 3.2.1. se presentan los nuevos valores en Unidades-Mueble de los muebles y aparatos sanitarios.

Cálculo de las Unidades-Mueble de los diferentes tramos.

Para el cálculo de las Unidades-Mueble correspondiente a cada uno de los diferentes tramos de una red de distribución se suman las Unidades-Mueble de los muebles y aparatos a los que da servicio el tramo, con la salvedad de que al ir acumulando las Unidades-Mueble, el último inodoro del último tramo de cualquier línea vale 10 UM, independientemente de su valor dado por las tablas, y a partir del segundo tramo ya que todos los muebles involucrados tendrán el valor dado por las tablas.

Determinación de gastos.

Los gastos de los diferentes tramos de las redes de distribución de agua fría o de agua caliente a muebles sanitarios se determinan con base en el cuadro 3.2.3. Gastos en función de unidades mueble.

Cuando el tramo al que se le va a determinar su gasto alimiente exclusivamente a muebles sin fluxómetro, se usará la columna "sin fluxómetro", pero en caso de que el tramo alimiente a muebles con fluxómetro o a muebles con o sin fluxómetro, su gasto se determinará usando la columna "con fluxómetro".

DIAMETROS Y CARGAS DE TRABAJO MINIMAS

Los diámetros mínimos con los que se deben alimentar los muebles sanitarios, así como las cargas de trabajo mínimas que se deben considerar para su buena operación se muestran en el cuadro 3.2.2.

Cuadro 3.2.1. Unidades-Muebles. Cálculo de gastos en Tipos de Edificios

MUEBLE	TIPO DE USO	TOTAL	AGUA FRÍA	AGUA CALIENTE
Cocineta	Privado	2	1.5	1.5
Fregadero de cocina	Privado	2	1.5	1.5
Inodoro con tanque	Privado	2	2	1.5
Inodoro con fluxómetro	Privado	3	3	

MUEBLE	TIPO DE USO	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Inodoro con tanque	Privado	1	1	
Lavabo	Privado	1	0.75	0.75
Lavadero	Privado	2	2	
Lavadora de loza	Privado	2	1.5	1.5
Regadera	Privado	2	1.5	1.5
Fregadero de cocina	Hotel	3	2.25	2.25
Fregadero de cocina	Rest.	3	2.25	2.25
Regadera	Público	3	2.25	2.25
Cocineta	Público	2	1.5	1.5
Inodoro con fluxómetro	Público	5	5	
Inodoro con tanque	Público	2	2	
Lavabo	Público	1	1	
Mingitorio con fluxómetro	Público	3	3	
Mingitorio con llave de resorte	Público	2	2	

fotografías aéreas de 1987, los manchones de eucaliptos corresponden a las mismas zonas donde se encontraban en 1954.

El sustrato rocoso que cubre gran parte de El Pedregal, posiblemente es uno de tales factores limitantes, ya que afecta la disponibilidad de suelo para el establecimiento y desarrollo de los individuos de *E. resinifera*. El sustrato de El Pedregal exhibe gran variación, desde sitios cubiertos con roca desnuda, hasta sitios con una acumulación notable de suelo. En ausencia de suelo, un pobre desarrollo del sistema radicular de los individuos puede afectar negativamente la captura de agua, de nutrientes y su anclaje al sustrato. Como consecuencia, el desarrollo de los individuos, y en última instancia, las probabilidades de que éstos lleguen a la etapa reproductiva y dejen progenie pueden ser afectados.

En términos demográficos, la edad de los individuos mayores de la población de *E. resinifera*, calculada según la época de formación del vivero y de plantación en el malpaís, es de alrededor de 45 años. La talla máxima que pueden alcanzar los individuos de esta especie en suelos profundos y fértiles de Australia (1.20 m DAP; De la Lama, 1976) también sugiere que los individuos de la población de El pedregal son jóvenes en general. Este factor y la elevada sobrevivencia observada en los individuos adultos durante el año de estudio, indican una probable alta persistencia de la población de *E. resinifera* en la REEPSA, si no se efectúa un adecuado control de estos árboles.

Cuadro 3.2.3. Gasto en función de Unidades-Mueble. Método Hunter-Nielsen.

Gasto probable (l.p.s.)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
2	0.18		192	4.16	5.55	430	7.20	8.30
3	0.25		194	4.19	5.58	432	7.22	8.32
4	0.31		196	4.22	5.60	434	7.25	8.34
5	0.37	1.30	198	4.25	5.63	436	7.27	8.36
6	0.42	1.39	200	4.28	5.66	438	7.30	8.38
7	0.46	1.48	202	4.31	5.69	440	7.32	8.40
8	0.50	1.56	204	4.34	5.72	442	7.35	8.42
9	0.54	1.63	206	4.37	5.74	444	7.37	8.44
10	0.58	1.70	208	4.39	5.77	446	7.39	8.46
11	0.61	1.76	210	4.42	5.80	448	7.41	8.48
12	0.65	1.82	212	4.44	5.83	450	7.43	8.50
13	0.68	1.88	214	4.47	5.85	452	7.45	8.52
14	0.72	1.93	216	4.49	5.88	454	7.47	8.54
15	0.75	1.98	218	4.52	5.91	456	7.49	8.56
16	0.79	2.03	220	4.54	5.94	458	7.51	8.58
17	0.82	2.08	222	4.57	5.96	460	7.53	8.60
18	0.86	2.13	224	4.60	5.99	462	7.55	8.62
19	0.89	2.17	226	4.63	6.02	464	7.57	8.64
20	0.93	2.21	228	4.65	6.04	466	7.60	8.66
21	0.96	2.25	230	4.68	6.07	468	7.62	8.68

Apéndice 2

Algunas especies de *Eucalyptus* registradas en México (Herbario MEXU).

Especie	Distribución
<i>E. botryoides</i> (Smith)	Edo. de Mex.
<i>E. camaldulensis</i> (Denhardt)	Chis., D.F., Nay., S.L.P.
<i>E. citrioides</i> (Hook)	D.F.
<i>E. filicifolia</i> (Mueller)	D.F.
<i>E. globulus</i> (Labillardiere)	D.F., Jal., Mich., Oax., Pue., Ver.
<i>E. gomphocephala</i> (?)	Edo. de Mex.
<i>E. longifolia</i> (?)	B.C.
<i>E. oleosa</i> (Mueller)	Edo. de Mex.
<i>E. resinifera</i> (Smith)	D.F., Edo. de Mex.
<i>E. robusta</i> (Smith)	Edo. de Mex., Mich., Ver.
<i>E. rostrata</i> (Schlecht)	Pue.
<i>E. tereticornis</i> (Smith)	Chis., D.F., Oax.

NÚMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJOMETRO	CON FLUJOMETRO	NÚMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJOMETRO	CON FLUJOMETRO	NÚMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJOMETRO	CON FLUJOMETRI
22	1.00	2.29	232	4.70	6.10	470	7.65	8.70
23	1.03	2.33	234	4.73	6.12	472	7.67	8.72
24	1.07	2.37	236	4.75	6.15	474	7.70	8.74
25	1.10	2.41	238	4.78	6.18	476	7.72	8.76
26	1.14	2.45	240	4.80	6.20	478	7.75	8.78
27	1.17	2.49	242	4.83	6.23	480	7.77	8.80
28	1.21	2.53	244	4.85	6.26	482	7.80	8.82
29	1.24	2.57	246	4.88	6.28	484	7.82	8.84
30	1.28	2.61	248	4.90	6.31	486	7.85	8.86
31	1.31	2.64	250	4.93	6.34	488	7.87	8.88
32	1.34	2.67	252	4.95	6.36	490	7.89	8.90
33	1.37	2.70	254	4.98	6.39	492	7.91	8.92
34	1.40	2.73	256	5.00	6.42	494	7.93	8.94
35	1.43	2.76	258	5.03	6.44	496	7.95	8.96
36	1.46	2.79	260	5.05	6.46	498	7.97	8.98
37	1.49	2.82	262	5.08	6.49	500	7.99	9.00
38	1.52	2.85	264	5.10	6.51	505	8.04	9.05
39	1.55	2.88	266	5.13	6.53	510	8.10	9.10
40	1.58	2.91	268	5.15	6.56	515	8.16	9.15
41	1.61	2.94	270	5.18	6.58	520	8.22	9.20
42	1.64	2.97	272	5.20	6.60	525	8.28	9.25
43	1.67	3.00	274	5.23	6.62	530	8.34	9.30

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
44	1.70	3.03	276	5.25	6.65	535	8.40	9.35
45	1.73	3.06	278	5.28	6.67	540	8.46	9.40
46	1.76	3.09	280	5.30	6.69	545	8.51	9.45
47	1.79	3.12	282	5.33	6.72	550	8.56	9.50
48	1.82	3.15	284	5.35	6.74	555	8.62	9.55
49	1.84	3.18	286	5.38	6.76	560	8.68	9.60
50	1.87	3.20	288	5.40	6.78	565	8.74	9.65
52	1.92	3.24	290	5.43	6.80	570	8.80	9.70
54	1.97	3.28	292	5.45	6.83	575	8.86	9.75
56	2.02	3.32	294	5.48	6.85	580	8.92	9.80
58	2.06	3.36	296	5.50	6.87	585	8.97	9.85
60	2.10	3.40	298	5.53	6.89	590	9.02	9.90
62	2.14	3.44	300	5.55	6.92	595	9.07	9.95
64	2.17	3.48	302	5.58	6.95	600	9.13	10.00
66	2.21	3.52	304	5.61	6.97	605	9.19	10.05
68	2.24	3.56	306	5.64	6.99	610	9.25	10.10
70	2.28	3.60	308	5.66	7.01	615	9.31	10.15
72	2.31	3.64	310	5.69	7.04	620	9.37	10.20
74	2.35	3.68	312	5.71	7.07	625	9.43	10.25
76	2.38	3.72	314	5.74	7.09	630	9.49	10.30
78	2.42	3.76	316	5.76	7.11	635	9.54	10.35
80	2.45	3.80	318	5.79	7.13	640	9.59	10.40

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJIMETRO	CON FLUJIMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJIMETRO	CON FLUJIMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUJIMETRO	CON FLUJIMETR
82	2.49	3.84	320	5.81	7.16	645	9.65	10.45
84	2.52	3.88	322	5.84	7.19	650	9.71	10.50
86	2.56	3.92	324	5.86	7.21	655	9.77	10.55
88	2.59	3.96	326	5.89	7.23	660	9.83	10.60
90	2.63	4.00	328	5.91	7.25	665	9.89	10.65
92	2.66	4.04	330	5.94	7.28	670	9.95	10.70
94	2.70	4.08	332	5.96	7.30	675	10.00	10.75
96	2.73	4.12	334	5.99	7.32	680	10.05	10.80
98	2.76	4.16	336	6.01	7.34	685	10.10	10.85
100	2.79	4.20	338	6.04	7.36	690	10.16	10.90
102	2.82	4.23	340	6.06	7.39	695	10.22	10.95
104	2.85	4.26	342	6.09	7.41	700	10.28	11.00
106	2.88	4.29	344	6.11	7.43	705	10.34	11.05
108	2.91	4.32	346	6.14	7.45	710	10.40	11.10
110	2.94	4.35	348	6.16	7.47	715	10.46	11.15
112	2.97	4.38	350	6.19	7.50	720	10.52	11.20
114	3.00	4.41	352	6.21	7.52	725	10.58	11.25
116	3.03	4.44	354	6.24	7.54	730	10.64	11.30
118	3.07	4.47	356	6.26	7.56	735	10.70	11.35
120	3.10	4.50	358	6.29	7.58	740	10.76	11.40
122	3.14	4.53	360	6.31	7.60	745	10.82	11.45
124	3.17	4.56	362	6.34	7.62	750	10.88	11.50

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
126	3.20	4.59	364	6.36	7.64	755	10.94	11.54
128	3.23	4.62	366	6.39	7.66	760	11.00	11.58
130	3.26	4.65	368	6.41	7.68	765	11.06	11.62
132	3.29	4.68	370	6.44	7.70	770	11.12	11.66
134	3.32	4.71	372	6.46	7.72	775	11.18	11.70
136	3.35	4.74	374	6.49	7.74	780	11.24	11.74
138	3.38	4.77	376	6.51	7.76	785	11.30	11.78
140	3.41	4.80	378	6.54	7.78	790	11.36	11.82
142	3.44	4.83	380	6.56	7.80	795	11.42	11.86
144	3.47	4.86	382	6.59	7.82	800	11.48	11.90
146	3.50	4.89	384	6.62	7.84	805	11.54	11.95
148	3.53	4.92	386	6.65	7.86	810	11.60	12.00
150	3.56	4.95	388	6.67	7.88	815	11.65	12.05
152	3.59	4.98	390	6.70	7.90	820	11.71	12.10
154	3.62	5.01	392	6.72	7.92	825	11.76	12.15
156	3.65	5.04	394	6.75	7.94	830	11.82	12.20
158	3.68	5.07	396	6.77	7.96	835	11.87	12.25
160	3.71	5.10	398	6.80	7.98	840	11.93	12.30
162	3.74	5.13	400	6.82	8.00	845	11.98	12.35
164	3.77	5.16	402	6.85	8.02	850	12.04	12.40
166	3.80	5.18	404	6.87	8.04	855	12.09	12.45
168	3.83	5.21	406	6.90	8.06	860	12.15	12.50

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
170	3.86	5.24	408	6.92	8.08	865	12.20	12.55
172	3.89	5.27	410	6.95	8.10	870	12.26	12.60
174	3.91	5.30	412	6.97	8.12	875	12.31	12.65
176	3.94	5.32	414	7.00	8.14	880	12.37	12.70
178	3.96	5.35	416	7.02	8.16	885	12.42	12.75
180	3.99	5.38	418	7.05	8.18	890	12.48	12.80
182	4.01	5.41	420	7.07	8.20	895	12.53	12.84
184	4.04	5.44	422	7.10	8.22	900	12.59	12.88
186	4.07	5.46	424	7.12	8.24	905	12.64	12.92
188	4.10	5.49	426	7.15	8.26	910	12.70	12.96

Gasto probable (l.p.s.)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	SIN FLUXOMETRO	CON FLUXOMETRO
915	12.75	13.00	945	13.08	13.24	975	13.41	13.48
920	12.81	13.04	950	13.14	13.28	980	13.47	13.52
925	12.86	13.08	955	13.19	13.32	985	13.52	13.56
930	12.92	13.12	960	13.25	13.36	990	13.58	13.60
935	12.97	13.16	965	13.30	13.40	995	13.63	13.65
940	13.03	13.20	970	13.36	13.44	1000	13.69	13.69

A partir de 1000 UMI los gastos probables para muebles con o sin fluxómetro son iguales.

Gasto probable (l.p.a.)

NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO
1010	13.78	1800	19.72	3180	28.82
1020	13.87	1810	19.79	3200	28.94
1030	13.96	1820	19.86	3220	29.06
1040	14.05	1830	19.93	3240	29.18
1050	14.14	1840	20.00	3260	29.30
1060	14.22	1850	20.07	3280	29.42
1070	14.30	1860	20.14	3300	29.54
1080	14.38	1870	20.21	3320	29.66
1090	14.46	1880	20.28	3340	29.78
1100	14.54	1890	20.35	3360	29.90
1110	14.63	1900	20.42	3380	30.02
1120	14.71	1910	20.49	3400	30.13
1130	14.79	1920	20.56	3420	30.25
1140	14.87	1930	20.63	3440	30.37
1150	14.95	1940	20.70	3460	30.49
1160	15.03	1950	20.77	3480	30.60
1170	15.11	1960	20.84	3500	30.71
1180	15.19	1970	20.91	3550	30.99
1190	15.27	1980	20.98	3600	31.28
1200	15.35	1990	21.04	3650	31.55

Apéndice 2

Algunas especies de *Eucalyptus* registradas en México (Herbario MEXU).

Especie	Distribución
<i>E. botryoides</i> (Smith)	Edo. de Mex.
<i>E. camaldulensis</i> (Denhardt)	Chis., D.F., Nay., S.L.P.
<i>E. citrioides</i> (Hook)	D.F.
<i>E. filicifolia</i> (Mueller)	D.F.
<i>E. globulus</i> (Labillardiere)	D.F., Jal., Mich., Oax., Pue., Ver.
<i>E. gomphocephala</i> (?)	Edo. de Mex.
<i>E. longifolia</i> (?)	B.C.
<i>E. oleosa</i> (Mueller)	Edo. de Mex.
<i>E. resinifera</i> (Smith)	D.F., Edo. de Mex.
<i>E. robusta</i> (Smith)	Edo. de Mex., Mich., Ver.
<i>E. rostrata</i> (Schlecht)	Pue.
<i>E. tereticornis</i> (Smith)	Chis., D.F., Oax.

NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO
1210	15.43	2000	21.10	3700	31.83
1220	15.51	2020	21.24	3750	32.10
1230	15.59	2040	21.38	3800	32.37
1240	15.67	2060	21.52	3850	32.63
1250	15.75	2080	21.66	3900	32.89
1260	15.83	2100	21.80	3950	33.15
1270	15.91	2120	21.94	4000	33.40
1280	15.99	2140	22.07	4050	33.65
1290	16.06	2160	22.20	4100	33.90
1300	16.13	2180	22.33	4150	34.14
1310	16.21	2200	22.46	4200	34.38
1320	16.29	2220	22.60	4250	34.62
1330	16.37	2240	22.74	4300	34.85
1340	16.45	2260	22.88	4350	35.08
1350	16.53	2280	23.02	4400	35.31
1360	16.16	2300	23.15	4450	35.53
1370	16.67	2320	23.28	4500	35.75
1380	16.74	2340	23.41	4550	35.97
1390	16.81	2360	23.54	4650	36.39
1400	16.88	2380	23.67	4750	36.80
1410	16.96	2400	23.80	4850	37.19

NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO
1420	17.04	2420	23.94	4900	37.38
1430	17.12	2440	24.08	5000	37.74
1440	17.19	2460	24.21	5100	38.10
1450	17.26	2480	24.34	5200	38.45
1460	17.33	2500	24.47	5300	38.79
1470	17.40	2520	24.60	5400	39.12
1480	17.47	2540	24.73	5500	39.45
1490	17.54	2560	24.86	5600	39.77
1500	17.61	2580	24.99	5700	40.09
1510	17.69	2600	25.12	5800	40.39
1520	17.76	2620	25.25	5900	40.68
1530	17.83	2640	25.38	6000	40.96
1540	17.90	2660	25.51	6100	41.24
1550	17.97	2680	25.64	6200	41.51
1560	18.04	2700	25.77	6300	41.78
1570	18.11	2720	25.90	6400	42.03
1580	18.18	2740	26.03	6500	42.28
1590	18.25	2760	26.16	6600	42.52
1600	18.32	2780	26.29	6700	42.76
1610	18.39	2800	26.42	6800	43.00
1620	18.46	2820	26.55	6900	43.23

NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO	NUMERO UNIDADES MUEBLE	CON O SIN FLUXOMETRO
1630	18.53	2840	26.68	7000	43.45
1640	18.60	2860	26.81	7200	43.87
1650	18.67	2880	26.94	7400	44.28
1660	18.74	2900	27.07	7600	44.68
1670	18.81	2920	27.20	7800	45.06
1680	18.88	2940	27.33	8000	45.42
1690	18.95	2960	27.46	8200	45.75
1700	19.02	2980	27.58	8400	46.09
1710	19.09	3000	27.70	8600	46.42
1720	19.16	3020	27.83	8800	46.74
1730	19.23	3040	27.96	9000	47.06
1740	19.30	3060	28.08	9200	47.37
1750	19.37	3080	28.20	9400	47.68
1760	19.44	3100	28.32	9600	47.98
1770	19.51	3120	28.45	9800	48.28
1780	19.58	3140	28.58	9900	48.43
1790	19.65	3160	28.70	10000	48.57

Eucalyptus resinifera

MATRIZ DE ENTRADA

0.26500 0.04080 0.02050 0.02930 0.01740 0.11130
0.66660 0.43470 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.52170 0.85100 0.06380 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.10630 0.89360 0.01230 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.02120 0.91350 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.06170 0.98780

EIGENVALOR MAXIMO DE LA MATRIZ = 1.010050

PROPORCION DE INDIVIDUOS EN CADA CATEGORIA DE DAP:

0.053690402985
0.062205635408
0.326392470111
0.305017184341
0.066974140771
0.185720166385
Suma de los valores relativos = 1.00000

VALORES REPRODUCTIVOS RELATIVOS:

0.074732293249
0.083527313939
0.086272525111
0.114672129789
0.266969112712
0.373826625200
Suma de los valores relativos = 1.00000

MATRIZ DE SENSIBILIDAD

0.02513 0.02912 0.15278 0.14278 0.03135 0.08694
0.02809 0.03255 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.03361 0.17638 0.16483 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.23444 0.21908 0.04811 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.51005 0.11199 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.15682 0.43487

MATRIZ DE ELASTICIDAD

0.00659 0.00118 0.00310 0.00414 0.00054 0.00958
0.01854 0.01401 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.01736 0.14860 0.01041 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.02467 0.19383 0.00059 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.01071 0.10129 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00958 0.42529

Cuadro 6. Resultados obtenidos del modelo matricial elaborado para la población total de individuos.

Cuadro 3.2.2. Diámetros y cargas de trabajo mínimas requeridas en muebles usuales.

MUEBLE O EQUIPO	DIAMETRO (m.m.)	CARGA DE TRABAJO (m.c.a.)
Inodoro (fluxómetro)	32	10
Inodoro (tanque)	13	3
Lavabo	13	3
Lavadero	13	3
Mingitorio (fluxómetro)	25	10
Mingitorio (llave de resorte)	13	5
Regadera	13	10
Fregadero (por mezcladora)	13	3
Triturador de desperdicios	19	5

Eucalyptus resinifera

MATRIZ DE ENTRADA

0.62100 0.06600 0.04400 0.13800 0.16900 0.25900
0.18810 0.61330 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.28000 0.80510 0.03220 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.11680 0.90320 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.06450 0.93060 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.04950 0.98780

EIGENVALOR MAXIMO DE LA MATRIZ = 1.023100

PROPORCION DE INDIVIDUOS EN CADA CATEGORIA DE DAP:

0.253670043508
0.116435517600
0.174684615447
0.170167433623
0.118656629745
0.166385760077
Suma de los valores relativos = 1.00000

VALORES REPRODUCTIVOS RELATIVOS:

0.041418547431
0.088540240781
0.119822186504
0.208038376622
0.238292631583
0.303888017079
Suma de los valores relativos = 1.00000

MATRIZ DE SENSIBILIDAD

0.06756 0.03092 0.04638 0.04518 0.03151 0.04418
0.14399 0.06609 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.08944 0.13419 0.13072 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.23298 0.22695 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.25996 0.18127 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.23116 0.32415

MATRIZ DE ELASTICIDAD

0.04088 0.00199 0.00199 0.00609 0.00520 0.01118
0.02647 0.03962 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.02448 0.10559 0.00411 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.02660 0.20035 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.01639 0.16488 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.01118 0.31296

Cuadro 7. Resultados obtenidos del modelo matricial elaborado para la población total de tallos.

**ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
EMPLEANDO MUEBLES Y APARATOS CONVENCIONALES Y DE BAJO
CONSUMO DE AGUA.**

En este capítulo se presentan algunos ejemplos resueltos mediante los métodos probabilísticos analizados en este trabajo, considerando muebles y aparatos convencionales, esto es, los que se fabricaban de acuerdo a las normas oficiales mexicanas anteriores a 1994, y los muebles y aparatos de bajo consumo, fabricados de acuerdo a lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas publicadas en el año mencionado y posteriores, con la finalidad de observar si existen ahorros significativos desde el punto de vista constructivo, además del uso adecuado del agua.

**4.1 APLICACION DEL METODO DE HUNTER, A MUEBLES Y APARATOS
CONVENCIONALES Y DE BAJO CONSUMO DE AGUA.**

Ejemplo 1. Supóngase que se ha de calcular la instalación correspondiente a un edificio con 6 niveles, cada uno de éstos niveles tienen la distribución mostrada en las Figuras 4.1.1. y 4.1.2. Con ello se llevará a cabo el cálculo del gasto probable en litros por segundo en función del número de unidades mueble, mediante los valores que se venían usando anteriormente y enseguida se resolverá el mismo problema utilizando los valores correspondientes a muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

FIGURA 4.1.1. Edificio correspondiente a vivienda, de 6 niveles.

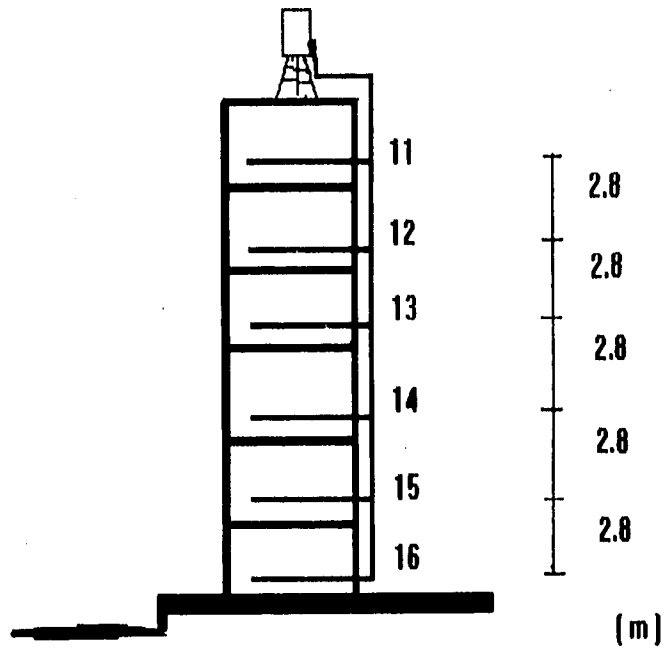
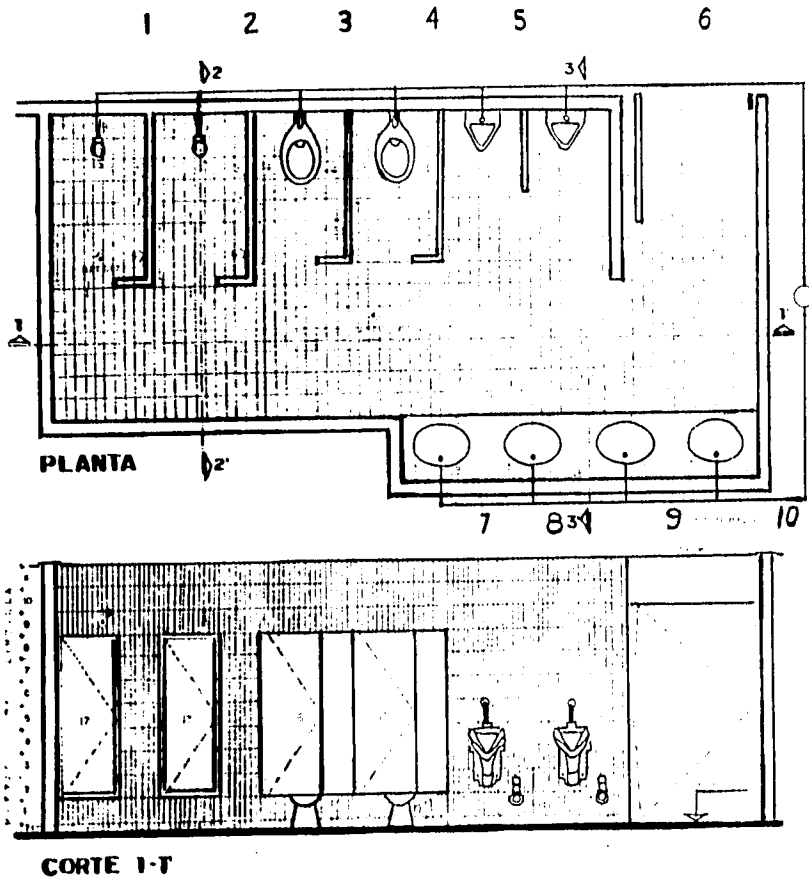


FIGURA 4.1.2.



Solución empleando muebles y aparatos "convencionales"

Al resolver cada uno de los diferentes tramos de la red de distribución se sumaron las Unidades-Mueble correspondientes que se incluyen en el anexo 2, y en función de éstas se obtuvo el gasto máximo instantáneo del tramo en cuestión; con el gasto se calculó el diámetro del tramo de la tubería aplicando la ecuación de continuidad y considerando una velocidad de prediseño de 1 m/s. El diámetro teórico se ajustó a los diámetros comerciales de acuerdo a los manuales de tubería de cobre. En el Anexo 3 se incluyen las principales características de los diferentes tipos de tubería de cobre; el tipo recomendado para las instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general en donde las presiones de servicio sean bajas es el Tipo M. Los cálculos referidos se muestran en el Cuadro 4.1.1.

Cuadro 4.1.1. Hoja de cálculo para la determinación de los diámetros por tramo empleando muebles y aparatos sanitarios "convencionales."

SECCIÓN	SUM. U.M.	Q probable (l/s)	Diámetro teórico de la tubería (mm)	Diámetro comercial de la tubería (mm)
1	2	0.15	13.82	13
2	4	0.26	18.20	19
3	14	1.95	49.82	50
4	24	2.36	54.81	50
5	29	2.55	56.98	63
6	34	2.71	58.74	63
7	2	0.15	13.82	13
8	4	0.26	18.20	19
9	6	0.42	23.12	25
10	6	0.49	24.98	25
11	42	2.96	61.39	63
12	84	3.98	71.20	75
13	126	4.72	77.58	75
14	168	5.33	82.42	100
15	210	5.76	85.64	100
16	252	6.39	92.32	100

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizó la Fórmula de Hazen-Williams, con un coeficiente de capacidad hidráulica $Ch=130$ para tubería de cobre.

La longitud total (L en metros), se obtuvo sumando a la longitud de la tubería, la longitud equivalente de las conexiones y accesorios instalados en la red. La longitud equivalente de las conexiones y accesorios se obtiene directamente del nomograma que se presenta como anexo 4.

Cuadro 4.1.2. Hoja de cálculo de la pérdida total en la red de distribución correspondiente al empleo de muebles y aparatos convencionales.

Velocidad real (m/s)	Longitud (m)	HF (mca)	L Equivalente (m)	HL (mca)
1.13	0.6	0.098	0.60	0.099
0.917	0.6	0.043	1.20	0.548
0.99	0.55	0.015	3.05	0.082
1.20	0.5	0.02	3.05	0.117
0.81	0.5	0.0072	3.65	0.053
0.86	2.3	0.037	3.65	0.059
1.13	0.55	0.090	0.60	0.099
0.92	0.55	0.040	1.20	0.086
0.86	0.55	0.025	1.50	0.069
0.99	1.2	0.073	1.50	0.092
0.94	2.5	0.048	3.65	0.070
0.90	2.5	0.035	4.60	0.065
1.07	2.5	0.048	4.60	0.089
0.68	2.5	0.015	6.40	0.039
0.74	2.5	0.017	6.40	0.044
0.82	2.5	0.020	6.40	0.054
Suma =		0.631		1.700

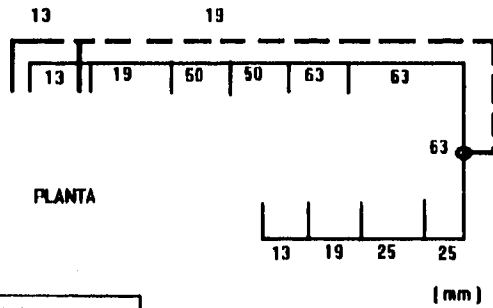
La fórmula para la obtención de la carga requerida es la siguiente:

$$H_{req} = h_e + \sum (h_{Totales}) + h_{Mueble} + V^2 / 2g \quad (m)$$

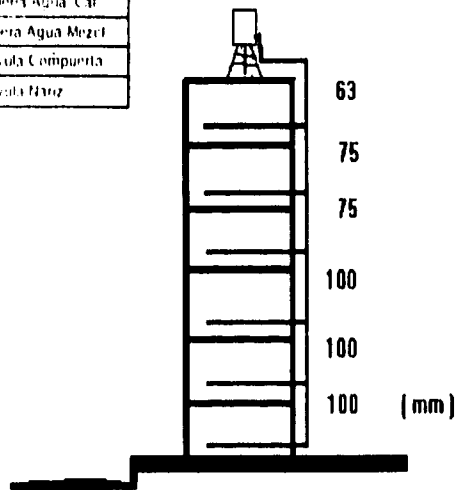
Sustituyendo valores se tiene.

$$H_{req.} = 16.80 + 2.33 + 2 + 0.035 = 21.155 \text{ (m)}$$

Diámetros correspondientes a las tuberías en los tramos analizados.



Simbología	
	Tubería Agua Fría
	Tubería Agua Cal
	Tubería Agua Mezcl
	Válvula Compuerta
	Válvula Mano



Solución empleando muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

Al resolver cada uno de los diferentes tramos de la red de distribución se sumaron las Unidades-Mueble correspondientes de acuerdo a las modificaciones hechas al Método de Hunter tratándose de muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua, (ver Cuadros 3.2.1. y 3.2.3. relativas al método de "Hunter"), y en función de éstas se obtuvo el gasto máximo instantáneo del tramo en cuestión; con el gasto se calculó el diámetro de la tubería aplicando la ecuación de continuidad y proponiendo una velocidad de prediseño de 1 m/s. Como en el ejemplo anterior el diámetro teórico se ajustó a los diámetros comerciales de acuerdo a los manuales de tubería de cobre; los cálculos se presentan en el Cuadro 4.1.3.

Cuadro 4.1.3. Hoja de cálculo para la determinación de los diámetros comerciales por tramo considerando muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua.

Sección	Sum. U.M.	Probable (l/s)	Diámetro teórico de la tubería (mm)	Diámetro comercial de la tubería (mm)
1	2	0.18	15.14	19
2	4	0.31	19.87	19
3	7	1.48	43.41	50
4	17	2.08	51.46	50
5	20	2.21	53.05	50
6	23	2.33	54.47	63
7	1	0.10	11.28	13
8	2	0.18	15.14	19
9	3	0.25	17.85	19
10	4	0.31	19.87	19
11	27	2.49	56.30	63
12	54	3.28	64.62	63
13	81	3.82	69.74	75
14	108	4.32	74.16	75
15	135	4.72	77.52	75
16	162	5.13	80.82	100

Como en el ejemplo anterior, para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizó la Fórmula de Hazen-Williams.

La longitud total (L en metros) se obtuvo sumando a la longitud de la tubería, la longitud equivalente de las conexiones y accesorios instalados en la red. La longitud equivalente de las conexiones y accesorios se obtuvo directamente del nomograma que se incluye en el anexo 4; los cálculos se muestran en el Cuadro 4.1.4.

Cuadro 4.1.4. Hoja de cálculo de la pérdida total en la red de distribución correspondiente al empleo de muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

Velocidad real (m/s)	Longitud (m)	HF (mca)	L Equivalente (m)	HL (mca)
0.64	0.6	0.022	0.75	0.027
1.09	0.6	0.060	1.20	0.120
0.76	0.55	0.009	3.05	0.050
1.06	0.5	0.015	3.05	0.093
1.12	0.5	0.017	3.05	0.104
0.75	2.3	0.028	3.65	0.136
0.75	0.55	0.042	0.60	0.046
0.63	0.55	0.020	1.20	0.044
0.88	0.55	0.036	1.20	0.080
1.09	1.2	0.12	1.20	0.120
0.80	2.8	0.038	3.65	0.050
1.05	2.8	0.064	3.65	0.084
0.87	2.8	0.036	4.60	0.060
0.98	2.8	0.045	4.60	0.750
1.07	2.8	0.054	4.60	0.089
0.65	2.8	0.015	6.40	0.036
Suma =		0.621		1.889

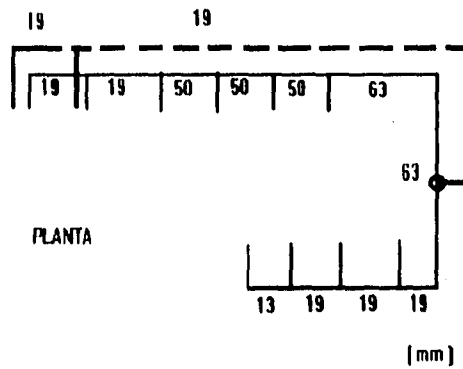
La fórmula para la obtención de la carga requerida es la siguiente:

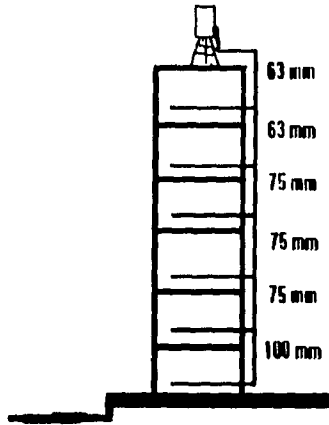
$$H_{req} = h_e + \sum (h_{Total}) + h_{Muelle} + V^2 / 2g \quad (m)$$

Sustituyendo valores se tiene.

$$H_{req} = 16.80 + 2.51 + 2 + 0.022 = 20.732 \quad (m)$$

Diámetros de las tuberías en los tramos analizados.





Al comparar ambas soluciones se observa que las unidades mueble disminuyen aproximadamente 18% al utilizar muebles y aparatos de bajo consumo, mientras que los diámetros disminuyen en promedio un 15% aproximadamente. Esto constituye un cambio radical con respecto a los valores tradicionalmente usados al presentarse la disminución de gastos y, en consecuencia, de diámetros, lo que repercute en forma importante en la economía de la construcción.

Y se notaría más diferencia en los diámetros, si tuviéramos tramos más largos, al igual que más muebles y aparatos sanitarios.

APLICACION DEL METODO PROBABILISTICO

4.2. Determinación de las curvas características de simultaneidad de servicio, empleando muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

Ejemplo 2. Supóngase que se ha de calcular la instalación correspondiente a un edificio destinado a viviendas en el cual para cada piso del mismo hay un cuarto de baño completo y un lavadero de cocina.

Considerando la regadera y con los datos obtenidos en el Capítulo I, se obtuvo una erogación de duración media de 13 minutos, con un intervalo medio entre cada suministro de 25 minutos (0.42 hora).

$$t = 13 \text{ min.} \quad i = 25 \text{ min.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i/t = 25/13 = 1.923 \quad B = h/i = 2 \cdot 60/25 = 4.8 \quad \text{Log. } B = 0.681$$

$$\log. A^{r-1} - 0.681 = \log C_r^n$$

Cuadro 4.2.1. Cálculo de simultaneidad para regaderas de viviendas.
(t = 13 minutos i = 25 minutos h = 2 horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ⁿ	n	% de funcionamiento simultaneo
3	0.568	0.681			
4	0.852	0.681	0.171	4.244	94.25
5	1.136	0.681	0.455	5.585	89.53
6	1.420	0.681	0.739	6.875	87.30
8	1.988	0.681	1.307	9.370	85.30
10	2.556	0.681	1.875	12.060	82.90
20	5.396	0.681	4.715	24.990	80.03
30	8.235	0.681	7.555	38.201	78.68
40	11.075	0.681	10.395	50.837	78.53
50	13.915	0.681	13.234	66.776	74.877

Eucalyptus resinifera

MATRIZ DE ENTRADA

0.62100 0.06600 0.04400 0.13800 0.16900 0.25900
0.18810 0.61330 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.28000 0.80510 0.03220 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.11680 0.90320 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.06450 0.93060 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.04950 0.98780

EIGENVALOR MAXIMO DE LA MATRIZ = 1.023100

PROPORCION DE INDIVIDUOS EN CADA CATEGORIA DE DAP:

0.253670043508
0.116435517600
0.174684615447
0.170167433623
0.118656629745
0.166385760077
Suma de los valores relativos = 1.00000

VALORES REPRODUCTIVOS RELATIVOS:

0.041418547431
0.088540240781
0.119822186504
0.208038376622
0.238292631583
0.303888017079
Suma de los valores relativos = 1.00000

MATRIZ DE SENSIBILIDAD

0.06756 0.03092 0.04638 0.04518 0.03151 0.04418
0.14399 0.06609 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.08944 0.13419 0.13072 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.23298 0.22695 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.25996 0.18127 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.23116 0.32415

MATRIZ DE ELASTICIDAD

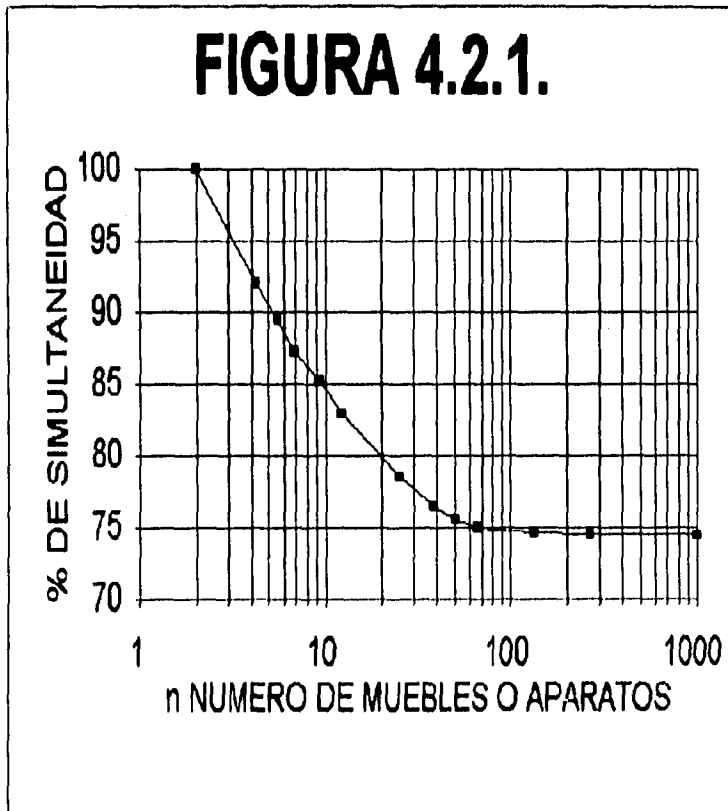
0.04088 0.00199 0.00199 0.00609 0.00520 0.01118
0.02647 0.03962 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.02448 0.10559 0.00411 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.02660 0.20035 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.01639 0.16488 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.01118 0.31296

Cuadro 7. Resultados obtenidos del modelo matricial elaborado para la población total de tallos.

100	28.114	0.681	27.477	134.087	74.578
200	56.512	0.681	55.871	268.404	74.515

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.2.1. En correspondencia con las abscisas representando los valores de n , se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

Figura 4.2.1. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Regadera $t = 13$ minutos.)



Con respecto al inodoro, y con los datos obtenidos en el Capítulo I, se obtuvo una erogación media de 8 segundos, con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 22 minutos.

$$t = 8 \text{ seg.} = 0.133 \text{ min} \quad i = 22 \text{ min} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i/t = 22/0.133 = 165.414 \quad B = h/i = (2 \cdot 60)/22 = 5.455$$

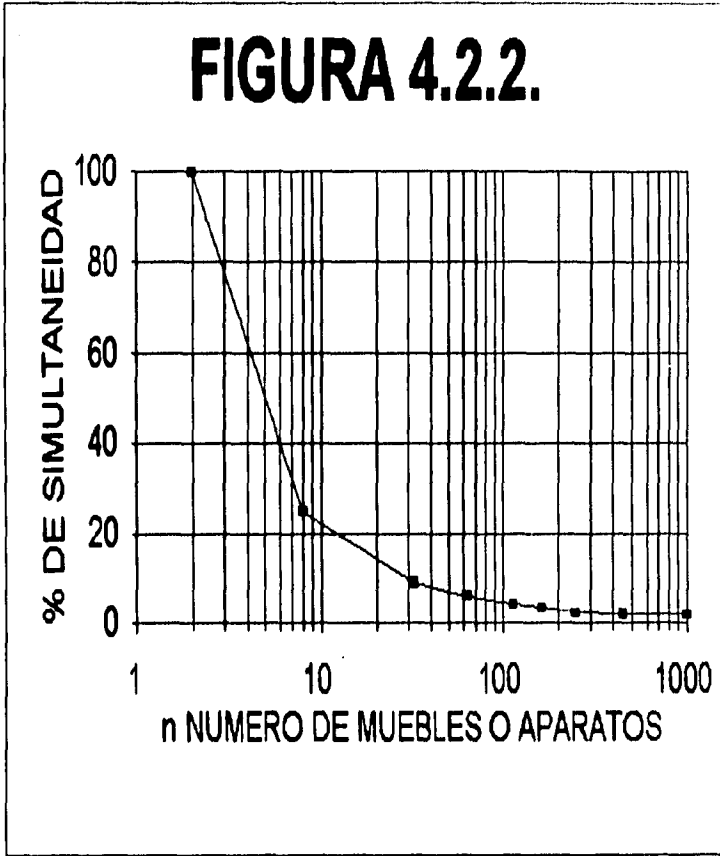
$$\log. B = 0.737 \quad \log. A^{r-1} - 0.737 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.2.2. Cálculo de probabilidades para inodoros con depósito, de vivienda. (t = 8 segundos i = 22 minutos h = 2 horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ⁿ	n	% de funcionamiento simultáneo
2	2.219	0.737	1.482	8.06	24.82
3	4.437	0.737	3.700	32.20	9.317
4	6.656	0.737	5.919	63.89	6.261
5	8.874	0.737	8.137	114.52	4.366
6	11.093	0.737	10.356	163.21	3.676
8	15.530	0.737	14.793	250	2.400
10	19.967	0.737	19.230	450	2.222
20	42.153	0.737	41.416	1000	2.000
30	64.339	0.737	63.602	1500	2.000
40	86.524	0.737	85.787	2000	2.000

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.2.2, en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

FIGURA 4.2.2. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Inodoro $t = 8$ segundos.)



Con relación al lavado, y con los datos obtenidos en el Capítulo I, se obtuvo una erogación media de 0.7 min (42 segundos), con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 20 minutos.

$$t = 0.7 \text{ min.} \quad i = 20 \text{ min.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = it = 20/0.7 = 28.57 \quad B = h/i = (2 \cdot 60)/20 = 6$$

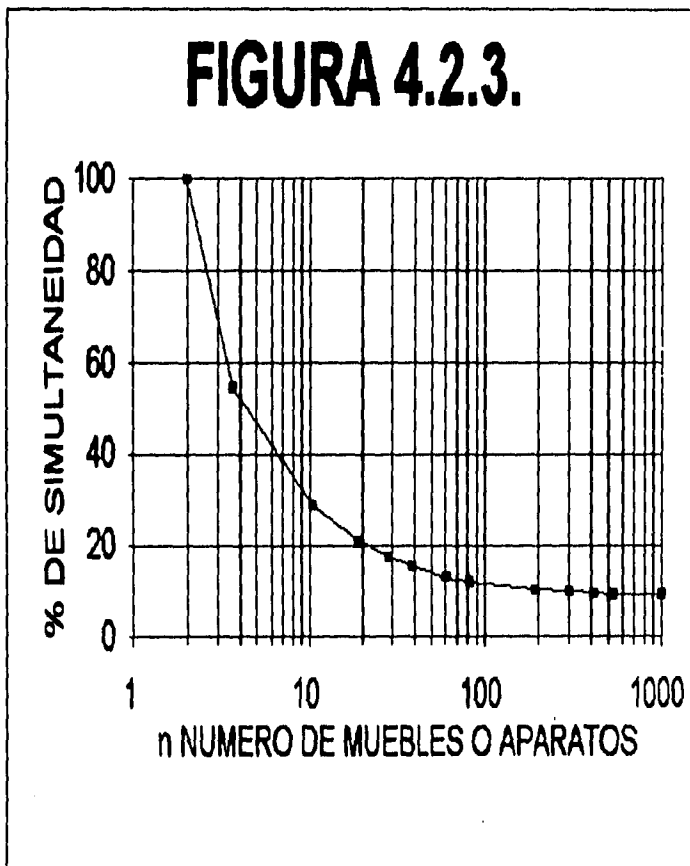
$$\log. B = 0.778 \quad \log. A^{r-1} - 0.778 = \log. C_r^A$$

Cuadro 4.2.3. Cálculo de probabilidades para lavabos de vivienda.
(t = 0.7 min. i = 20 min. h = 2 horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ^A	n	% de funcionamiento simultaneo
2	1.456	0.778	0.678	3.66	54.64
3	2.912	0.778	2.134	10.42	28.79
4	4.368	0.778	3.590	19.05	21.00
5	5.824	0.778	5.046	28.74	17.39
6	7.280	0.778	6.502	38.90	15.42
8	10.191	0.778	9.413	61.40	13.03
10	13.103	0.778	12.325	82.70	12.10
20	27.663	0.778	26.885	193.90	10.30
30	42.222	0.778	41.444	305.24	9.90
40	56.781	0.778	56.003	417.45	9.50
50	71.340	0.778	70.562	531.39	9.40

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.2.3, en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

FIGURA 4.2.3. Curva característica de simultaneidad de suministro.
Lavabo t= 0.7 minuto.)



Considerando el lavabo, y con los datos obtenidos en el Capítulo 1, se obtuvo una erogación media de 1.0 min (60 segundos), con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 20 minutos.

$$t = 1 \text{ min.} \quad i = 20 \text{ min.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i/t = 20/1 = 20 \quad B = h/i = (2 \cdot 60)/20 = 6$$

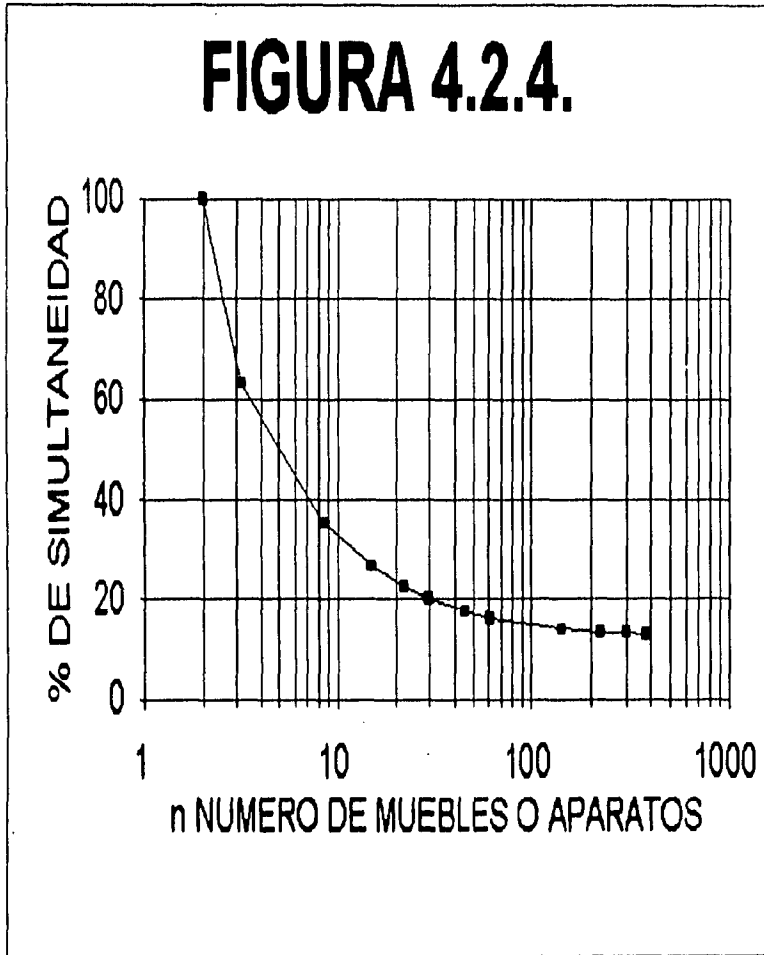
$$\log. B = 0.778 \quad \log. A^{r-1} - 0.778 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.2.4. Cálculo de probabilidades para lavabos de vivienda.
($t = 0.7 \text{ min.}$ $i = 20 \text{ min.}$ $h = 2 \text{ horas}$)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ⁿ	n	% de funcionamiento simultáneo
2	1.301	0.778	0.523	3.16	63.29
3	2.602	0.778	1.824	8.43	35.60
4	3.903	0.778	3.125	14.96	26.74
5	5.204	0.778	4.426	22.21	22.51
6	6.505	0.778	5.727	29.56	20.30
8	9.107	0.778	8.329	45.25	17.68
10	11.709	0.778	10.931	62.05	16.12
20	24.720	0.778	23.942	141.93	14.09
30	37.735	0.778	36.952	223.82	13.40
40	50.740	0.778	49.962	299.62	13.35

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.2.4, en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

Figura 4.2.4. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Lavabo $t = 1$ minuto.)



3. Aplicación del método probabilístico empleando muebles y aparatos "de bajo consumo de agua."

Ejemplo 3. Supóngase que se ha de calcular la instalación correspondiente a un edificio de 6 niveles, destinado a viviendas en el cual para cada piso del mismo hay un cuarto de baño completo y un lavadero de cocina. La distribución se muestra en las Figuras 4.3.1. y 4.3.2. Con ello se llevará a cabo el cálculo del gasto probable en litros por segundo en función del tipo y número(s) de aparatos, curvas características de simultaneidad de servicio y su gasto por llave del aparato (q) (ver Cuadro 4.3.1.) y en función de éstas se obtiene el gasto máximo instantáneo del tramo en cuestión; con el gasto se calculó el diámetro del tramo de la tubería aplicando la ecuación de continuidad y considerando una velocidad de prediseño de 1 m/s. El diámetro teórico se ajustó a los diámetros comerciales de acuerdo a los manuales de tubería de cobre. En el Anexo 3 se incluyen las principales características de los diferentes tipos de tubería de cobre; el tipo recomendado para las instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general en donde las presiones de servicio sean bajas es el Tipo M.

Figura 4.3.1. Edificio de 6 niveles.

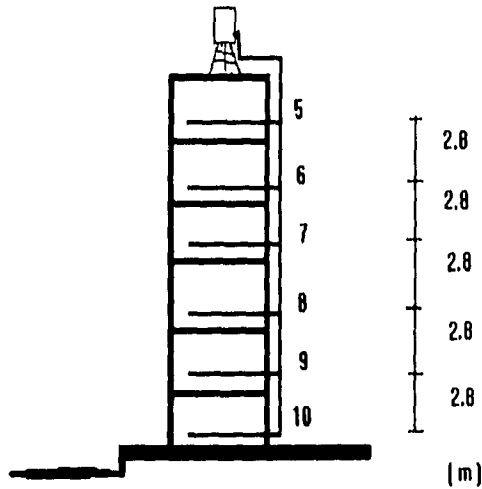
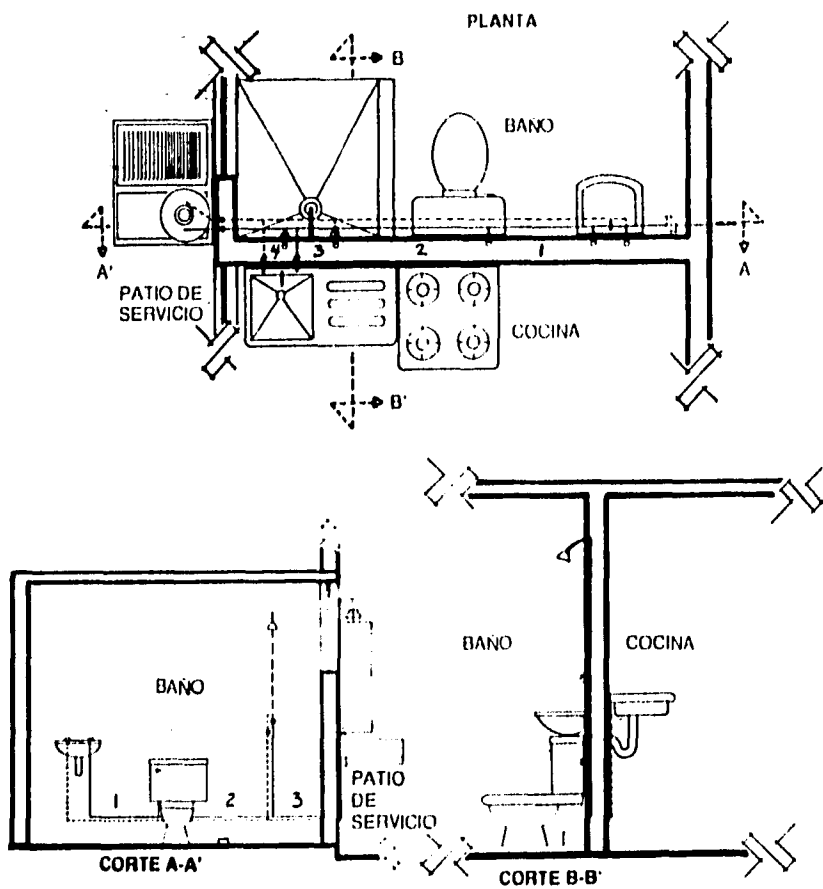


FIGURA 4.3.2.



Simbología	
	Tubería Agua Fría
	Tubería Agua Caliente
	Tubería Gas
	Valvula Compuesta
	Valvula Doble

Cuadro 4.3.1. Gastos mínimos en las llaves de los aparatos sanitarios.

Diámetro mínimo mm (pulg.)	Tipo de aparato sanitario	Práctica europea	Práctica norteamericana
		Gasto por llave (l/seg.)	Gasto por llave (l/seg.)
9.5 (3/8)	Lavabo	0.10	0.19
13 (1/2)	Regadera	0.10	0.32
13 (1/2)	Tina	0.20	0.38
9.5 (3/8)	Bidé	0.10	----
9.5 (3/8)	W.C. con depósito	0.10	----
25 (1)	W.C. con fluxómetro	2.00	0.95 a 2.52
13 (1/2)	Fregadero de vivienda	0.15	0.28
19 (3/4)	Fregadero de restaurante	0.30	0.28
13 (1/2)	Lavadero para ropa	0.20	0.32
9.5 (3/8)	Urinario de lavado continuo	0.05	----
9.5 (3/8)	Urinario de descarga automática	0.05	----

Cuadro 4.3.2. Hoja de cálculo de la aplicación del método Probabilístico, con muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

Mueble sanitario

Sección	Lavabo (n) ¹ (%F) ² (q) Fig. 4.2.3.	Inodoro (n) ¹ (%F) ² (q) Fig. 4.2.2.	Regadera (n) ¹ (%F) ² (q) Fig. 4.2.1.	Fregadero (n) ¹ (%F) ² (q) Fig. 4.2.3.	Lavadero (n) ¹ (%F) ² (q) Fig. 4.2.4.	Q mi (l/s)
1					1 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 0.20
2				1 ¹ 00 ⁰ 0.15+	1 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 0.35
3			1 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	1 ¹ 00 ⁰ 0.15+	1 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 0.45
4		1 ¹ 00 ⁰ 2 +	1 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	1 ¹ 00 ⁰ 0.15+	1 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 2.45
5	1 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	1 ¹ 00 ⁰ 2 +	1 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	1 ¹ 00 ⁰ 0.15+	1 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 2.55
6	2 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	2 ¹ 00 ⁰ 2 +	2 ¹ 00 ⁰ 0.1 +	2 ¹ 00 ⁰ 0.15+	2 ¹ 00 ⁰ 0.2	= 5.1
7	3 ⁰ 70 ⁰ 0.1 +	3 ⁰ 79 ² +	3 ⁰ 98 ⁰ 0.1 +	3 ⁰ 70 ⁰ 0.15+	3 ⁰ 64 ⁰ 0.2	=5.93
8	4 ⁰ 50 ⁰ 0.1 +	4 ⁰ 62 ² +	4 ⁰ 92 ⁰ 0.1 +	4 ⁰ 50 ⁰ 0.15+	4 ⁰ 58 ⁰ 0.2	= 6.30
9	5 ⁰ 45 ⁰ 0.1 +	5 ⁰ 50 ² +	5 ⁰ 91 ⁰ 0.1 +	5 ⁰ 45 ⁰ 0.15+	5 ⁰ 50 ⁰ 0.2	=6.52
10	6 ⁰ 42 ⁰ 0.1 +	6 ⁰ 40 ² +	6 ⁰ 88 ⁰ 0.1 +	6 ⁰ 42 ⁰ 0.15+	6 ⁰ 45 ⁰ 0.2	=6.50

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizó la Fórmula de Hazen-Williams, con un coeficiente de capacidad hidráulica Ch=130 para tubería de cobre.

La longitud total (L en metros), se obtuvo sumando a la longitud de la tubería, la longitud equivalente de las conexiones y accesorios instalados en la red. La longitud equivalente de las conexiones y accesorios se obtiene directamente del nomograma que se presenta en el anexo 4.

Cuadro 4.3.3. Determinación de las variables que intervienen en el cálculo de la carga requerida.

Diámetro teórico de la tubería (mm)	Diámetro comercial de la tubería (mm)	Velocidad real (m/s)	Longitud (m)	HF (mca)	L Equivalente (m)	HL (mca)
15.95	19	0.70	0.70	0.031	0.75	0.033
21.11	19	1.23	0.80	0.099	1.20	0.150

23.93	25	0.92	1.10	0.058	1.50	0.078
55.85	50	1.24	1.40	0.018	3.05	0.125
56.98	63	0.82	1.20	0.027	3.65	0.052
80.58	75	1.15	2.8	0.062	4.60	0.10
86.90	75	1.34	2.8	0.082	4.60	0.13
89.60	100	0.81	2.8	0.027	6.40	0.052
91.11	100	0.83	2.8	0.025	6.40	0.055
90.98	100	0.83	2.8	0.024	6.40	0.055
Suma =				0.453		0.83

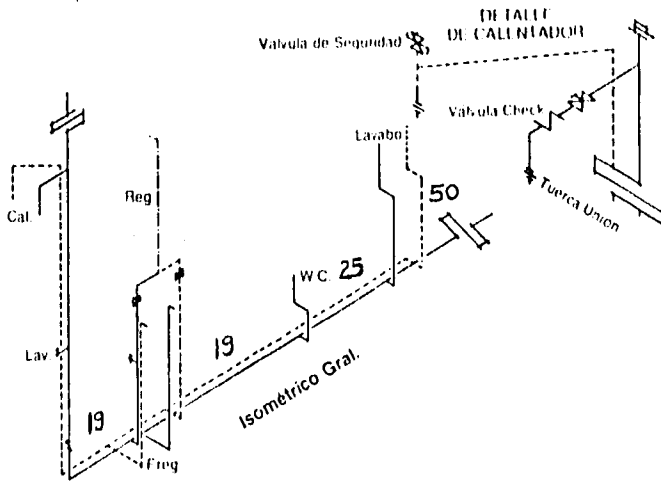
La fórmula para la obtención de la carga requerida es la siguiente:

$$H_{req} = h_e + \sum (h_{Tomas}) + h_{Mueble} + V^2 / 2g \quad (m)$$

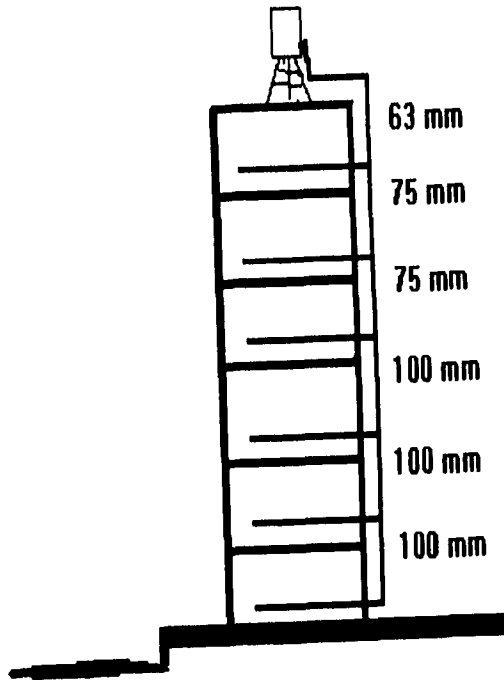
Sustituyendo valores se tiene.

$$H_{req} = 16.80 + 1.29 + 2 + 0.036 = 20.126 \quad (m)$$

Diámetros de las tuberías en los tramos analizados.



Diámetros de las tuberías en los tramos analizados.



APLICACION DEL METODO PROBABILISTICO

4.4. Determinación de las curvas características de simultaneidad de servicio, empleando muebles y aparatos "convencionales."

Ejemplo 4. Supóngase que se ha de calcular la instalación correspondiente a un edificio destinado a viviendas en el cual para cada piso del mismo hay un cuarto de baño completo y un lavadero de cocina.

Considerando la regadera y asignándole una erogación de duración media de 10 minutos, examinaremos los casos particulares de un intervalo medio entre cada suministro de 1 hora y 2 horas.

$$t = 10 \text{ min.} \quad i = 1 \text{ hora.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i/t = (1 \cdot 60) / 10 = 6 \quad B = h/i = 2 \cdot 60 / 60 = 2 \quad \log. B = 0.300$$

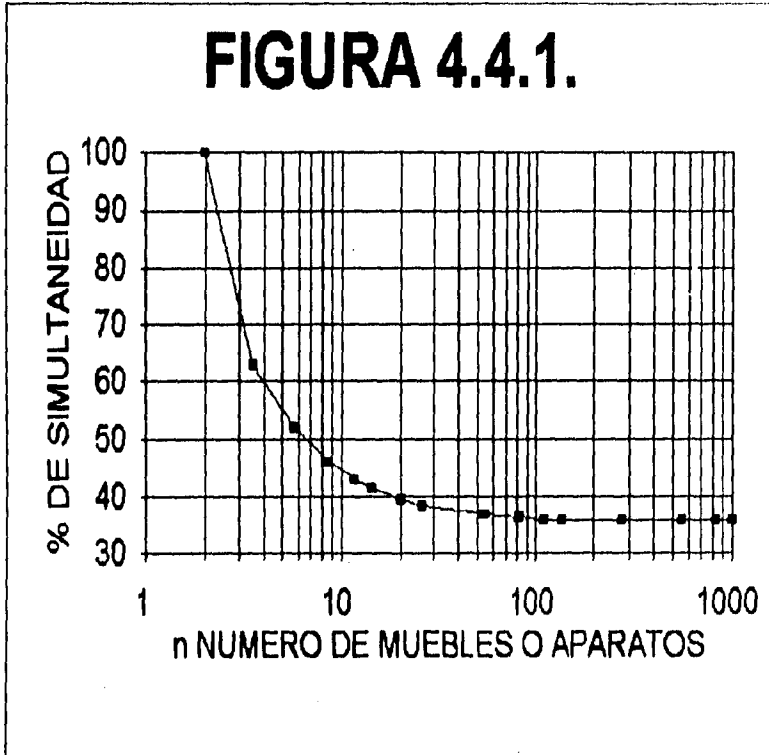
$$\log. A^{r-1} - 0.300 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.4.1. Cálculo de simultaneidad para regaderas de viviendas.
($t = 10$ minutos $i = 1$ hora $h = 2$ horas)

r	log. A^{r-1}	log. B	log. C_r^n	n	% de funcionamiento simultáneo
3	1.556	0.300	1.256	5.8	52
4	2.334	0.300	2.034	8.7	46
5	3.113	0.300	2.813	11.7	43
6	3.891	0.300	3.591	14.5	41.5
8	5.447	0.300	5.147	20.3	39.5
10	7.003	0.300	6.703	26	38.5
20	14.785	0.300	14.485	54.7	37
30	22.566	0.300	22.266	82.5	36.5
40	30.129	0.300	30.048	111	36
50	38.129	0.300	37.829	138	36
100	77.037	0.300	76.737	279	36
200	154.852	0.300	154.552	556	36
300	232.667	0.300	232.367	833	36

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.4.1., en correspondencia con las abscisas representando los valores n , se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

FIGURA 4.4.1. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Regadera $t = 10$ minutos.)



Con relación al inodoro, y asignándole una erogación media de 8 segundos, con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 10 minutos.

$$t = 8 \text{ seg.} = 0.133 \text{ min} \quad i = 20 \text{ min} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i / t = (20 \times 60) / 8 = 150 \quad B = h / i = (2 \times 60) / 20 = 6$$

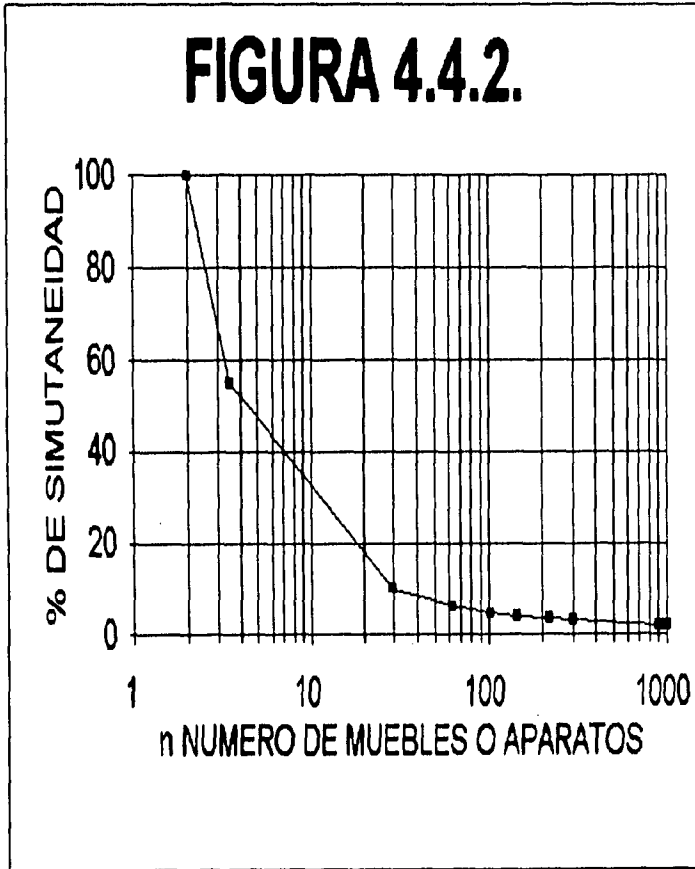
$$\log. B = 0.778 \quad \log. A^{r-1} - 0.778 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.4.2. Cálculo de probabilidades para inodoros con depósito de vivienda.
($t = 8$ segundos $i = 20$ minutos $h = 2$ horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	Log. C ⁿ r	n	% de funcionamiento simultáneo
3	3.352	0.778	3.574	29.3	10.2
4	6.528	0.778	5.750	63.3	6.4
5	8.704	0.778	7.926	102.5	4.9
6	10.880	0.778	10.102	146	4.1
8	15.233	0.778	14.455	220	3.7
10	19.585	0.778	18.807	300	3.33
20	41.346	0.778	40.568	908	2.2

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.4.2., en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

FIGURA 4.4.2. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Inodoro $t = 8$ segundos.)



Con respecto al lavabo, y asignándole una erogación media de 2 min con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 20 minutos.

$$t = 2 \text{ min.} \quad i = 20 \text{ min.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i / t = 20 / 2 = 10 \quad B = h / i = (2 + 60) / 20 = 6$$

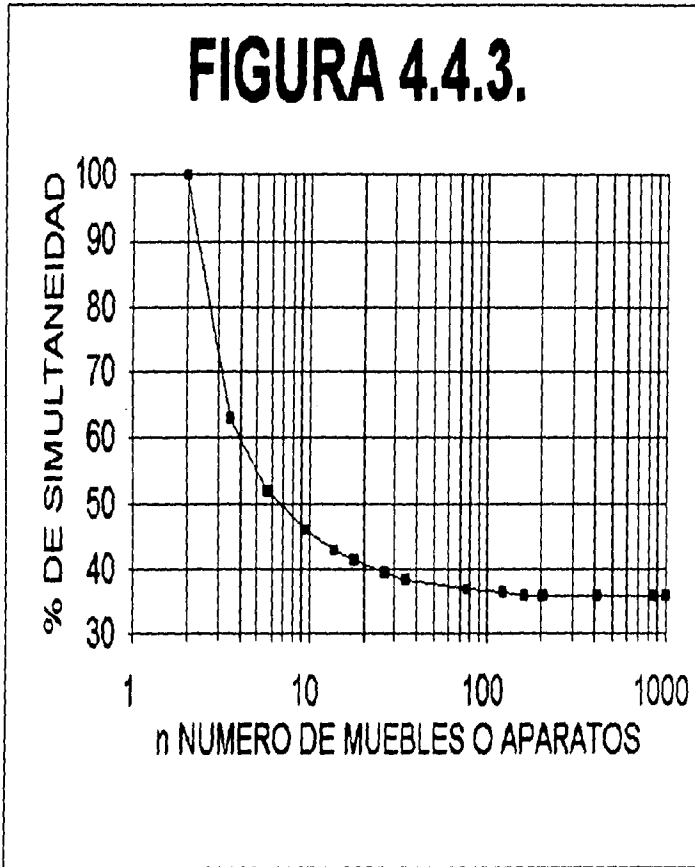
$$\log. B = 0.778 \quad \log. A^{r-1} - 0.778 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.4.3. Cálculo de probabilidades para lavabos de vivienda.
(t = 2 min. i = 20 min. h = 2 horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ⁿ	n	% de funcionamiento simultáneo
3	2	0.788	1.222	5.74	52.5
4	3	0.788	2.222	9.55	42
5	4	0.788	3.222	13.60	37
6	5	0.788	4.222	17.70	34
8	7	0.788	6.222	26.30	30.2
10	9	0.788	8.222	34.80	29
20	19	0.788	18.222	77.80	26
30	29	0.788	28.222	123	24.5
40	39	0.788	38.222	164	24.5
50	49	0.788	48.222	206	24.5
100	99	0.788	98.222	417	24
200	199	0.788	198.222	850	23.5
300	299	0.788	298.222	1284	23.5

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.4.3., en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

FIGURA 4.4.3. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Lavabo $t = 2$ minutos. $l = 20$ minutos)



Considerando el lavabo, y asignándole una erogación media de 2 min con un intervalo medio entre cada dos usos consecutivos de 40 minutos.

$$t = 2 \text{ min.} \quad i = 40 \text{ min.} \quad h = 2 \text{ horas}$$

$$A = i / t = 40/2 = 20 \quad B = h / i = (2 + 60) / 40 = 3$$

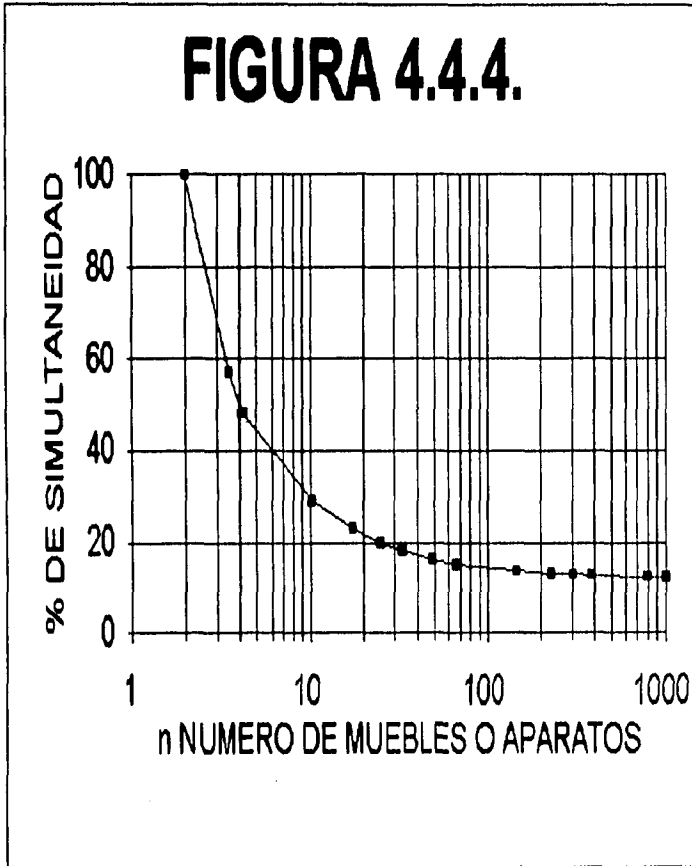
$$\log. B = 0.477 \quad \log. A^{r-1} - 0.477 = \log. C_r^n$$

Cuadro 4.4.4. Cálculo de probabilidades para lavabos de vivienda.
(t = 2 min. i = 40 min. h = 2 horas)

r	log. A ^{r-1}	log. B	log. C _r ⁿ	n	% de funcionamiento simultáneo
2	1.301	0.477	0.824	4.2	48
3	2.602	0.477	2.125	10.3	29
4	3.903	0.477	3.426	17.5	23
5	5.204	0.477	4.727	25	20
6	6.505	0.477	6.028	32.9	18.4
8	9.107	0.477	8.630	49	16.4
10	11.709	0.477	11.232	66	15.2
20	24.720	0.477	24.243	146	13.8
30	37.735	0.477	37.253	229	13.2
40	50.740	0.477	50.263	305	13.1
50	63.750	0.477	63.273	386	13
100	128.802	0.477	128.325	791	12.6
200	258.905	0.477	258.428	1590	12.5

Llevando los porcentajes hallados como ordenadas sobre el diagrama de la Figura 4.4.4., en correspondencia con las abscisas representando los valores n, se obtendrá la curva característica de simultaneidad del aparato considerado.

Figura 4.4.4. Curva característica de simultaneidad de suministro.
(Lavabo $t = 2$ minutos. $i = 40$ minutos)



4.5. Aplicación del método probabilístico empleando muebles y aparatos "convencionales."

Ejemplo 5. Supóngase que se ha de calcular la instalación correspondiente a un edificio de 6 niveles, destinado a viviendas en el cual para cada piso del mismo hay un cuarto de baño completo y un lavadero de cocina. La distribución se muestra en las Figuras 4.3.1. y 4.3.2. Con ello se llevará a cabo el cálculo del gasto probable en litros por segundo en función del tipo y número(s) de aparatos, curvas características de simultaneidad de servicio y su gasto por llave del aparato q , (ver Tabla 4.3.1) y en función de éstas se obtiene el gasto máximo instantáneo del tramo en cuestión; con el gasto se calculó el diámetro del tramo de la tubería aplicando la ecuación de continuidad y considerando una velocidad de prediseño de 1 m/s. El diámetro teórico se ajustó a los diámetros comerciales de acuerdo a los manuales de tubería de cobre. En el Anexo 3 se incluyen las principales características de los diferentes tipos de tubería de cobre; el tipo recomendado para las instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente para casas habitación y edificios en general en donde las presiones de servicio sean bajas es el Tipo M.

Cuadro 4.5.1. Hoja de cálculo de la aplicación del método Probabilístico, con muebles y aparatos de bajo consumo de agua.

MUEBLE SANITARIO

Sección	Lavabo (n)*(%F)*(q) Fig. 4.4.4.	Inodoro (n)*(%F)*(q) Fig. 4.4.2.	Regadera (n)*(%F)*(q) Fig. 4.4.1.	Fregadero (n)*(%F)*(q) Fig. 4.4.3.	Lavadero (n)*(%F)*(q) Fig. 4.4.3.	Q mi (l/s)
1					1*1.00*0.2	= 0.20
2				1*1.00*0.15+	1*1.00*0.2	= 0.35
3			1*1.00*0.1 +	1*1.00*0.15+	1*1.00*0.2	= 0.45
4		1*1.00*2 +	1*1.00*0.1 +	1*1.00*0.15+	1*1.00*0.2	= 2.45
5	1*1.00*0.1 +	1*1.00*2 +	1*1.00*0.1 +	1*1.00*0.15+	1*1.00*0.2	= 2.55
6	2*1.00*0.1 +	2*1.00*2 +	2*1.00*0.1 +	2*1.00*0.15+	2*1.00*0.2	= 6.90
7	3*0.77*0.1 +	3*0.65*2 +	3*0.70*0.1 +	3*0.77*0.15+	3*0.77*0.2	= 5.15
8	4*0.64*0.1 +	4*0.48*2 +	4*0.58*0.1 +	4*0.64*0.15+	4*0.64*0.2	= 5.25
9	5*0.55*0.1 +	5*0.38*2 +	5*0.53*0.1 +	5*0.55*0.15+	5*0.55*0.2	= 5.20
10	6*0.50*0.1 +	6*0.3*2 +	6*0.5*0.1 +	6*0.50*0.15+	6*0.50*0.2	= 5.24

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizó la Fórmula de Hazen-Williams, con un coeficiente de capacidad hidráulica $Ch=130$ para tubería de cobre.

La longitud total (L en metros), se obtuvo sumando a la longitud de la tubería, la longitud equivalente de las conexiones y accesorios instalados en la red. La longitud equivalente de las conexiones y accesorios se obtienen directamente del nomograma que se incluye en el anexo 4.

Cuadro 4.5.2. Determinación de las variables que intervienen en el cálculo de la carga requerida.

Diámetro teórico de la tubería (mm)	Diámetro comercial de la tubería (mm)	Velocidad real (m/s)	Longitud (m)	HF (mca)	L Equivalente (m)	HL (m)
15.96	19	0.70	0.70	0.031	0.75	0.033
21.11	19	1.23	0.80	0.099	1.20	0.150
23.93	25	0.92	1.10	0.058	1.50	0.078
55.85	50	1.24	1.40	0.058	3.05	0.125
56.98	63	0.82	1.20	0.018	3.65	0.052
93.73	75	0.87	2.8	0.027	6.40	0.062
80.97	75	1.16	2.8	0.063	4.60	0.103
81.75	75	1.18	2.8	0.065	4.60	0.107
81.38	75	1.17	2.8	0.064	4.60	0.105
61.68	75	1.18	2.8	0.065	4.60	0.107
Suma =				0.548		0.922

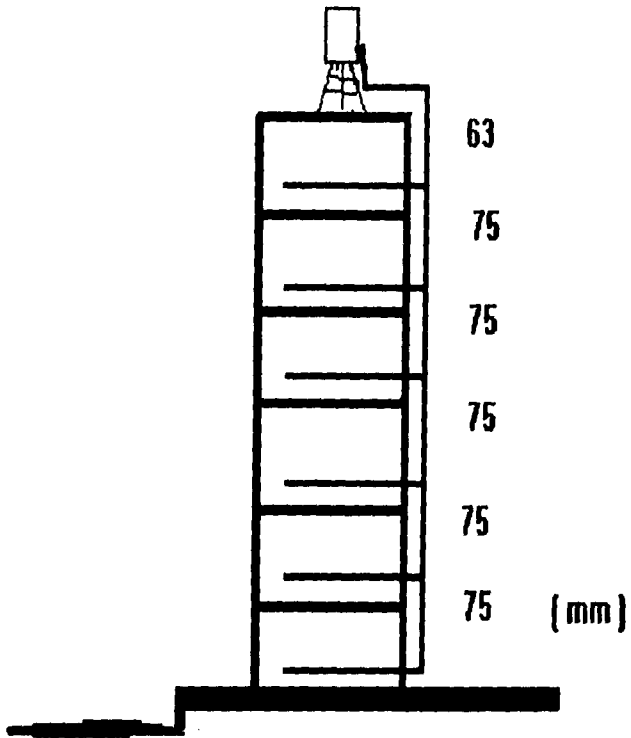
La fórmula para la obtención de la carga requerida es la siguiente:

$$H_{req} = h_e + \sum (h_{Tornillos}) + h_{Mueble} + V^2 / 2g \quad (m)$$

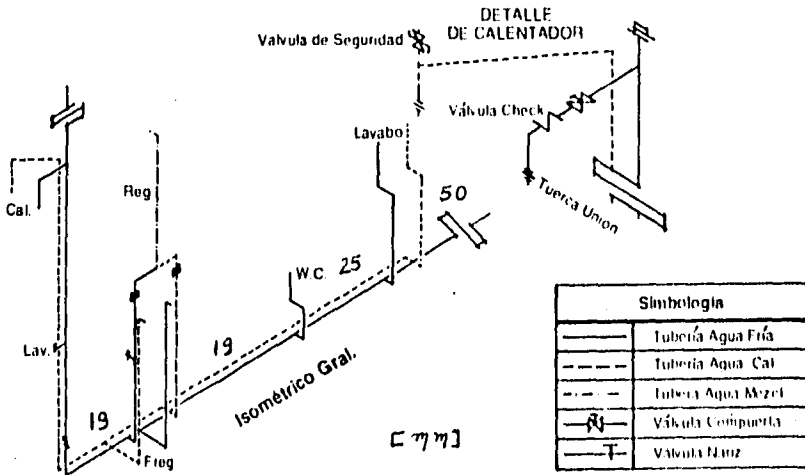
Sustituyendo valores se tiene.

$$H_{req} = 16.80 + 1.47 + 2 + 0.070 = 20.34 \quad (mca)$$

Diámetros de las tuberías en los tramos analizados.



Diámetros de las tuberías en los tramos analizados.



Factores de costo de una instalación hidráulica con tubería de cobre.

Método de Hunter, empleando muebles y aparatos convencionales.

<u>Tramo</u>	<u>Diámetro (mm)</u>	<u>Longitud de tubería (m)</u>	<u>pieza (s)</u>	<u>Número de piezas</u>
1	13	0.60	Codo 90	1
2	19	0.60	Reducción bushing Tee reducido	1 1
3	50	0.55	Reducción bushing Tee reducido	1 1
4	50	0.50	Tee reducido	1
5	63	0.50	Reducción bushing Tee reducido	1 1
6	63	2.30	Tee reducido Codo 90	1 1
7	13	0.55	Codo 90	1
8	19	0.55	Reducción bushing Tee reducido	1 1
9	25	0.55	Reducción bushing Tee reducido	1 1
10	25	1.20	Tee reducido Codo 90	1 1
11	63	2.50	Reducción bushing Cruz	1 1
12	75	2.50	Reducción bushing Cruz	1 1
13	75	2.50	Cruz	1
14	100	2.50	Reducción bushing Cruz	1 1
15	100	2.50	Cruz	1
16	100	2.50	Codo 90	1

Nota: Debido a que el edificio tiene la misma distribución de muebles y aparatos sanitarios, en sus 6 niveles, se le sumará al costo dichas piezas.

Costo Total = \$ 12,327.00

Factores de costo de una instalación hidráulica con tubería de cobre.

Método de Hunter, empleando muebles y aparatos de "bajo consumo de agua."

<u>Tramo</u>	<u>Diámetro (mm)</u>	<u>Longitud de tubería (m)</u>	<u>pieza (s)</u>	<u>Número de piezas</u>
1	19	0.60	Codo 90	1
2	19	0.60	Reducción bushing Tee reducido	1 1
3	50	0.55	Reducción bushing Tee reducido	1 1
4	50	0.50	Tee reducido	1
5	50	0.50	Tee reducido	1
6	63	2.30	Reducción bushing Tee reducido Codo 90	1 1 1
7	13	0.55	Codo 90	1
8	19	0.55	Reducción bushing Tee reducido	1 1
9	19	0.55	Tee reducido	1
10	19	1.20	Tee reducido Codo 90	1 1
11	63	2.50	Reducción bushing Cruz	1 1
12	63	2.50	Cruz	1
13	75	2.50	Reducción bushing Cruz	1 1
14	75	2.50	Cruz	1
15	75	2.50	Cruz	1
16	100	2.50	Reducción bushing Codo 90	1 1

Nota: Debido a que el edificio tiene la misma distribución de muebles y aparatos sanitarios, en sus 6 niveles, se le sumará al costo dichas piezas.

Costo Total = \$ 10,532.00

Eucalyptus resinifera

MATRIZ DE ENTRADA

0.62100 0.06600 0.04400 0.13800 0.16900 0.25900
0.18810 0.61330 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.28000 0.80510 0.03220 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.11680 0.90320 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.06450 0.93060 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.04950 0.98780

EIGENVALOR MAXIMO DE LA MATRIZ = 1.023100

PROPORCION DE INDIVIDUOS EN CADA CATEGORIA DE DAP:

0.253670043508
0.116435517600
0.174684615447
0.170167433623
0.118656629745
0.166385760077
Suma de los valores relativos = 1.00000

VALORES REPRODUCTIVOS RELATIVOS:

0.041418547431
0.088540240781
0.119822186504
0.208038376622
0.238292631583
0.303888017079
Suma de los valores relativos = 1.00000

MATRIZ DE SENSIBILIDAD

0.06736 0.03092 0.04638 0.04518 0.03151 0.04418
0.14399 0.06609 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.08944 0.13419 0.13072 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.23298 0.22695 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.25996 0.18127 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.23116 0.32415

MATRIZ DE ELASTICIDAD

0.04088 0.00199 0.00199 0.00609 0.00520 0.01118
0.02647 0.03962 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.02448 0.10559 0.00411 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.02660 0.20035 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.01639 0.16488 0.00000
0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.01118 0.31296

Cuadro 7. Resultados obtenidos del modelo matricial elaborado para la población total de tallos.

Factores de coslo de una instalación hidráulica con tubería de cobre.

Método probabilístico empleando muebles y aparatos "convencionales."

<u>Tramo</u>	<u>Diámetro (mm)</u>	<u>Longitud de tubería (m)</u>	<u>Pieza</u>	<u>Número de pieza (e)</u>
1	19	0.70	Codo 90	1
2	19	0.80	Tee	1
3	25	1.10	Tee Reducción bushing	1 1
4	50	1.40	Tee Reducción bushing	1 1
5	63	1.20	Codo 90 Reducción bushing	1 1
6	75	2.8	Cruz Reducción bushing	1 1
7	75	2.8	Cruz	1
8	100	2.8	Cruz Reducción bushing	1 1
9	100	2.8	Cruz	1 1
10	100	2.8	Codo 90	1

Nota: Debido a que el edificio tiene la misma distribución de muebles y aparatos sanitarios, en sus 6 niveles, se le sumará al costo dichas piezas.

Costo Total = \$ 6,172.00

Factores de costo de una instalación hidráulica con tubería de cobre.

Método probabilístico empleando muebles y aparatos "de bajo consumo de agua."

Tramo	Diámetro (mm)	Longitud de tubería (m)	Pieza	Número de pieza (s)
1	19	0.70	Codo 90	1
2	19	0.80	Tee	1
3	25	1.10	Tee Reducción bushing	1 1
4	50	1.40	Tee Reducción bushing	1 1
5	63	1.20	Codo 90 Reducción bushing	1 1
6	100	2.8	Cruz Reducción bushing	1 1
7	75	2.8	Cruz	1
8	75	2.8	Cruz Reducción bushing	1 1
9	75	2.8	Cruz	1 1
10	75	2.8	Codo 90	1

Nota: Debido a que el edificio tiene la misma distribución de muebles y aparatos sanitarios, en sus 6 niveles, se le sumará al costo dichas piezas.

Costo Total = \$ 5,432.00

La rapidez con que se instala la tubería debido a su sistema de unión y a su ligereza permiten al operario mayores rendimientos en sus jornadas de trabajo, además evita el uso de tuercas unión en lugares donde con otros materiales roscables las cuerdas quedarán encontradas.

La resistencia a la corrosión es mayor a la de cualquier metal ferroso, nos proporciona la seguridad de que es un material duradero, de buena calidad y que permite el mismo flujo durante toda la vida.

Todo esto redundará en un ahorro considerable en los costos de la instalación tanto en la inversión original como en el mantenimiento por lo que es conveniente en caso de realizar instalaciones de insuperable calidad con fácil instalación y una duración interminable usar tuberías de cobre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El abastecimiento, manejo y uso eficiente del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México representa un doble reto, dado al acelerado y anárquico crecimiento de la población y las características topográficas de la zona sin embargo el uso eficiente del agua debe llevarse a cabo a toda la República. La lucha por el agua marcará el inicio del nuevo siglo y será muy elevado el costo que se pagará para disponer del líquido, debido a la irresponsabilidad del desperdicio del agua y al no existir una cultura para su uso adecuado, ni una reglamentación actualizada.

La responsabilidad sobre el uso racional del agua compete tanto a las autoridades como a los especialistas, entre ellos los Ingenieros Civiles.

Al hacerse el análisis comparativo del diseño de instalaciones hidráulicas empleando muebles y aparatos convencionales y de bajo consumo de agua mediante los métodos de Hunter y Probabilístico, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a) Pueden obtenerse ahorros importantes tanto en los materiales como en los costos de instalación de los distribuidores y las columnas de abastecimiento de agua en edificios altos.
- b) Al aplicar para diseño de un ejemplo específico el método de Hunter, se tiene un costo en el material usando muebles y aparatos convencionales de \$ 12,327.00 y si se maneja el método actualizado para muebles y aparatos de bajo consumo de agua, se tiene un costo de \$ 10,532.00
Teniéndose una diferencia de un 15 % en los costos.
- c) En el caso de la aplicación del método Probabilístico, se tiene un costo en el material usando muebles y aparatos convencionales de \$ 6,172.00 y si se maneja el método actualizado para muebles y aparatos de bajo consumo de agua, se tiene un costo de \$ 5,432.00
Teniéndose una diferencia de un 12 % en los costos.
- d) El ahorro de agua al utilizar muebles y aparatos de bajo consumo de agua es aproximadamente de un 18%.

Traer agua de fuentes externas genera, además de costos muy elevados, graves conflictos sociales debido a que se le quita a otros el agua para traerla al Distrito Federal

y a otras grandes urbes. Un problema de mayor magnitud y gravedad es el de las fugas en la red de abastecimiento, ya que implica el riesgo de contaminación debido a las fracturas en la red al tenerse instalaciones cruzadas. Se estima que debido a las fugas se pierde el 30% del agua en la red. Esto significa que se desperdicia toda el agua que traemos para la ciudad de fuentes externas a la cuenca del Valle a costos elevadísimos.

El cobro por cuota fija favorece el desperdicio del agua y la necesidad de instalación de medidores en las zonas donde el servicio tiene un flujo permanente y la participación de particulares como una forma, no de concesión del servicio, sino de sufragar los costos de rehabilitación de la red con tecnología moderna.

Otras conclusiones relevantes son la necesidad de incrementar el uso de aguas residuales tratadas para todos los giros que no requieren agua de calidad potable, como es el caso de los inodoros, regar jardines, usos industriales donde no se requiera una calidad potable de agua, etc.

Las posibilidades de escasez del agua en un futuro cercano son verdaderamente preocupantes, como el caso de Nuevo León - Tamaulipas, así como la necesidad de impulsar programas tendientes al ahorro y al uso racional del agua en la ciudad, por ello debe reglamentarse el estudio presente con los métodos ya modificados, para el cálculo de del gasto probable en las instalaciones hidráulicas, como se mostró anteriormente en el capítulo 4.

c.c.p.

Presidente de la República Mexicana. Ernesto Zedillo Ponce de León.

Vicepresidentes de la Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos. Sergio Martínez Chevarría.

Director General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento Del Distrito Federal. Ingeniero César Núñez Garduño.

Presidente de la Comisión de Servicio de Agua Potable. Fco. González Gómez.

Recomendación en cuanto a la instalación:

La rapidez con que se instala la tubería de "cobre" debido a su sistema de unión y a su ligereza permiten al operario mayores rendimientos en sus jornadas de trabajo, además evita el uso de tuercas unión en lugares donde con otros materiales roscables las cuerdas quedarán encontradas. La resistencia a la corrosión es mayor a la de cualquier metal ferroso, nos proporciona la seguridad de que es un material duradero, de buena calidad y que permite el mismo flujo durante toda la vida.

ANEXO 1

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación ordenó la publicación del proyecto:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-EDIF-1994 QUE ESTABLECE LAS
ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA PARA LOS INODOROS DE USO
SANITARIO.**

INDICE DEL CONTENIDO

- 1.- Objetivo
- 2.- Campo de aplicación
- 3.- Referencias
- 4.- Definiciones
- 5.- Clasificación
- 6.- Especificaciones
- 7.- Métodos de prueba
- 8.- Anexos

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros.

2. CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a los inodoros de fabricación nacional y de importación.

3. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben emplear las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NOM-002-EDIF Establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las válvulas de admisión y las válvulas de descarga en tanques de inodoro.

NMX-Z-12/1 Muestreo para la inspección por atributos.

4. DEFINICIONES

Para una mejor comprensión de la presente Norma se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Alabeo

Grado de separación de una superficie plana y lisa en las partes que entran en contacto con paredes y pisos de un mueble sanitario, puede ser cóncavo o convexo.

4.2 Acabado

Condición de la superficie, textura y color finales.

4.3 Acabado de cascarón de huevo,

Acabado con falta de brillo.

4.4 Acabado ondulado

Defecto en el acabado que se presenta en forma de ondulaciones en las superficies vidriadas.

4.5 Ampolla

Porción levantada o protuberancia de la superficie.

4.6 Brida

Elemento con reborde circular para acoplar la tubería de la instalación sanitaria, con tornillos a la descarga de la taza.

4.7 Burbuja

Porción levantada en la superficie o una mota de arena.

4.8 Cuadro de clasificación

Hoja de cualquier material flexible, por ejemplo hule o papel, que pueda ser deslizada sobre superficies irregulares y que tenga una perforación cuadrada de 5 cm por lado.

4.9 Decoloración

Mancha de color o número suficiente de motas o manchas que de el efecto de un cambio de color.

4.10 Espejo de agua

Superficie de agua visible en la taza cuando el inodoro se encuentra en condiciones de ser descargado.

4.11 Fractura

Cuarteadura muy fina que se extiende a través del cuerpo.

4.12 Grieta de fusión

Hendidura en el cuerpo, poco profunda, no cubierta por el vidriado. Cuando está parcialmente cubierta por el vidriado y puede limpiarse con facilidad no debe ser considerada perjudicial.

4.13 Herrajes

Elementos complementarios del inodoro, para su fijación y operación (juntas, mecanismos de operación del tanque, tornillos, soportes, etc.).

4.14 Junta

Elemento de unión entre la tubería de la instalación sanitaria y la descarga de la taza.

4.15 Inodoro

Conjunto de taza y tanque, provisto con un dispositivo para desagüe y de una trampa hidráulica que permite el paso de escretas humanas a la red de drenaje, sin permitir el retroceso de aire o gases de la misma, con un diseño tal que permita la limpieza combinada con una acción sifónica.

4.16 Integral

Parte vaciada junto con la pieza con la cual forma un conjunto inseparable tal como un borde, una trampa, etc.

4.17 Pozo

Concavidad abierta hacia arriba, formada a la entrada de la trampa, dentro de la taza del inodoro.

4.18 Superficie de limpieza

Superficie visible del bacín interior de la taza del inodoro donde circula el agua para su limpieza.

4.19 Tanque

Mueble de loza vitrificada compuesto de caja y tapa capaz de contener agua para descargar en otro mueble sanitario, puede ser tanque alto o tanque bajo.

4.20 Taza de inodoro

Mueble sanitario que integra el conjunto de inodoro, puede ser independiente o formar parte de una combinación y de varios diseños(alargada,regular,etc.).

4.21 Sello hidráulico

Tirante hidráulico medido desde la parte superior de la entrada de la trampa hasta el espejo de agua.

4.22 Trampa

Cierre hidráulico destinado a impedir la salida del aire y gases de la red de drenaje a través de un mueble sanitario sin obstaculizar el paso de los desechos.

4.23 Válvula

Dispositivo destinado a permitir el flujo de un fluido u obturador después de realizada la función

4.24 Vidriado

Capa de esmalte o barniz cerámico que constituye la superficie impermeable y protectora de los muebles sanitarios.

5. CLASIFICACION

Los inodoros objetos de esta Norma se clasifican en seis y dos grados de calidad.

5.1 Tipos

5.1.1 Tipo I.- Inodoro con tanque alto.

El proyectado para instalarse a mas de 60 cm del piso(distancia del suelo al fondo del tanque alto)

5.1.2 Tipo II.- Inodoro con tanque bajo(acoplado al mueble) de una o dos piezas.

El proyectado para instalarse a 60 cm o menos del piso(distancia del suelo al fondo del tanque alto)

5.1.3 Tipo III.- Inodoro para adaptarse a fluxómetro.

5.1.4 Tipo IV.- Inodoro para minusválidos.

5.1.5 Tipo V.- Inodoro infantil.

5.1.6 Tipo VI.- Otros (cuando difieran en características de operación y materiales, de los considerados en esta Norma).

5.2 Grados de calidad.

5.2.1 Grado de calidad A, "primera clase", para todos aquellos inodoros que cumplen con todas las especificaciones de esta Norma.

5.2.2 Grado de calidad B, "segunda clase", para todos aquellos inodoros que exceden los límites admisibles de acabados , sin presentar peligro a la integridad física del usuario, debiendo cumplir al 100% con el resto de las especificaciones.

6. ESPECIFICACIONES.

6.1 Acabados del mueble

Los inodoros, en lo que se refiere a sus acabados, deben cumplir con las especificaciones que se establecen de acuerdo al método de prueba.

6.2 Absorción

No debe absorber agua por más de 0.5 % de su propia masa, se verifica de acuerdo al método de prueba.

6.3 Agrietamiento

El inodoro no debe presentar grietas. Se verifica de acuerdo al método de prueba.

6.4 Espesor

El espesor de la loza vitrificada en cualquier parte del mueble, no debe ser menor de mm. Se verifica de acuerdo al método de prueba.

6.5 Dimensiones y tolerancia

Las dimensiones que rigen el diseño de los inodoros son propias de cada fabricante y deben aparecer en sus catálogos, siendo las típicas y más usuales las que se indican en los anexos 1 y 2, excepción hecha de las siguientes que son obligatorias en todos los inodoros y en las que se admite una tolerancia de $\pm 5\%$, excepto donde se marca máximo y mínimo. Distancia del muro terminado al centro de su carga:

305 \pm 15,25 mm (para los inodoros tipo I, II, III y IV).
250 \pm 12,50 mm (para inodoro tipo V).

Distancia entre los centros de las perforaciones para fijar la taza al piso: 152 \pm 7,60 mm.

Distancia entre los centros de los barrenos para fijar el asiento y la tapa de la taza: 140 \pm 7,00 mm.

6.6 Perforaciones

Los inodoros deben tener las perforaciones necesarias a fin de acoplar perfectamente las válvulas para su correcto funcionamiento, de acuerdo a las dimensiones de la figura 3.

6.7 Tazas

6.7.1 Aristas

El borde de la taza debe tener aristas redondeadas a fin de que los usuarios permanezcan cómodos aun en caso de uso sin asiento.

6.7.2 Ceja de salida

Las tazas de inodoros deben tener una ceja en la salida que permita el acoplamiento al sistema de drenaje. Las especificaciones dimensionales que deben cumplir las salidas de las tazas.

6.7.3 Hermeticidad de taza-instalación

La conexión de la taza a la instalación sanitaria, debe ser hermética por medio de una brida y/o junta sanitaria.

6.7.4 Espejo de agua

El espejo de agua debe tener dimensiones mínimas de 102 x 127 mm. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 7.1.

6.7.6 Sello hidráulico

La altura de sello hidráulico debe ser de 51 mm, medido de acuerdo al método especificado en el punto 7.2.

6.7.7 Trampa

La trampa deberá dejar pasar una bola sólida de 38 mm de diámetro como mínimo. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 7.3.

6.8 Tanques

Los tanques para inodoro deben marcarse con una línea horizontal que indique el nivel de agua correspondiente a la máxima capacidad de descarga. Esto se verifica en el punto 7.4.

6.9 Válvulas

La válvula de admisión para el llenado del tanque debe tener un cierre automático y hermético al alcanzar el agua el nivel equivalente al volumen de descarga establecido en el punto 5.1, en un tiempo no mayor de 3 minutos y a una presión de 0,25 kgf/cm².

Válvula de descarga

a) Debe contar con un aditamento para efectuar, por medio de una palanca o dispositivo similar, la acción de descarga y una vez efectuada ésta, produzca el cierre automático y hermético de la salida del tanque.

b) Asimismo debe tener un mecanismo para que en caso de falla del sistema de cierre automático de la válvula de admisión de agua al tanque, impida el derrame del líquido

al exterior.

6.10 Consumo de agua

Los inodoros para uso sanitario deben funcionar con un consumo de agua máximo de 6 litros por descarga. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecido en el punto 7.8.

6.11 Funcionamiento

Los inodoros de uso sanitario deben funcionar hidráulicamente con un consumo de agua de acuerdo a lo indicado en los puntos 5.9. y 5.10 para cumplir con las funciones siguientes:

6.12.1 Eliminación de desperdicios

El inodoro debe desalojar todos los desechos por medio de la acción sifónica.

6.13 Lavado de paredes

Después de la acción sifónica las paredes del interior de la taza deben quedar limpias sin residuos de los desechos desalojados.

6.14 Intercambio de agua

Después de cada acción sifónica debe existir un intercambio del espejo de agua esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecido en el punto 7.9.4.

7. METODOS DE PRUEBA

7.1 Espejo de agua

7.1.1 Procedimiento

- a) Se coloca el inodoro en el banco de pruebas en posición normal de uso.
- b) Nivelar en ambos sentidos.
- c) LLenar el tanque hasta el nivel marcado de agua.
- d) Descargar, permitir que se recupere el espejo de agua, esto se comprueba en observando el excedente por el orificio de salida de la taza.

e) Medir el espejo de agua en forma longitudinal y transversal.

Resultado

El ensayo se considera aceptado si las dimensiones del espejo son de 102 x 127 mm como mínimo.

7.2 Determinación de la altura del sello hidráulico.

Procedimiento y resultado

El ensayo se considera aceptado si la altura mínima de sello hidráulico es de 51 mm. (figura 2)

7.3 Trampa

Procedimiento y resultado

Se coloca el mueble boca abajo en una superficie plana, se desliza la bola por el orificio de salida, se mueve la taza de tal forma que la bola pase a través de toda la trampa saliendo por la entrada. El ensayo se considera aceptado si la bola pasa libremente.

7.4 De consumo de agua.

Procedimiento y resultado

Se considera que el ensayo es aceptado si el volumen de descarga es igual o menor a 6 litros.

7.5 De funcionamiento del inodoro.

Estos métodos de prueba establecen los procedimientos para determinar el funcionamiento del inodoro en lo que se refiere al barrido de desechos. Se deberán usar válvulas certificadas y verificadas.

Antes de iniciar las pruebas de funcionamiento hidráulico se deberá aforar la descarga de los muebles sanitarios a 6 litros, incluyendo el espejo de agua o sello hidráulico.

7.5.1 De eliminación de desperdicios

Procedimiento y resultado

La carga total (5 tiras de papel higiénico sanitario de 4 hojas sencillas cada una de 114 x 127 mm, y seis esponjas sintéticas de 20 x 20 mm de sección por 70 mm de largo)

debe ser desalojada por la taza, de lo contrario, el inodoro no pasa la prueba.

7.6 De barrido

Procedimiento y resultado

La carga total (10 esponjas sintéticas previamente saturadas de agua) debe de ser desalojada por la taza, de lo contrario, el inodoro no pasa la prueba.

7.7 De lavado de paredes para las tazas de inodoros.

Procedimiento y resultado

El producto pasa la prueba, si todo el aserrín (20 grs.) es eliminado de las paredes de la taza con una sola descarga, permitiéndose un residuo no mayor de 2 cm².

7.8 De la elaboración de bolas de papel higiénico usadas en la prueba de eliminación de desperdicios.

Procedimiento y resultado

Una bola de papel de dimensiones según inciso 7.5.1, se colocará suavemente sobre la superficie de agua contenida en un recipiente. Se deberá tomar el tiempo desde el momento en que hace contacto con el agua hasta su completa saturación. El tiempo de absorción de la bola de papel deberá ser de 3 a 9 segundos.

8 ANEXO

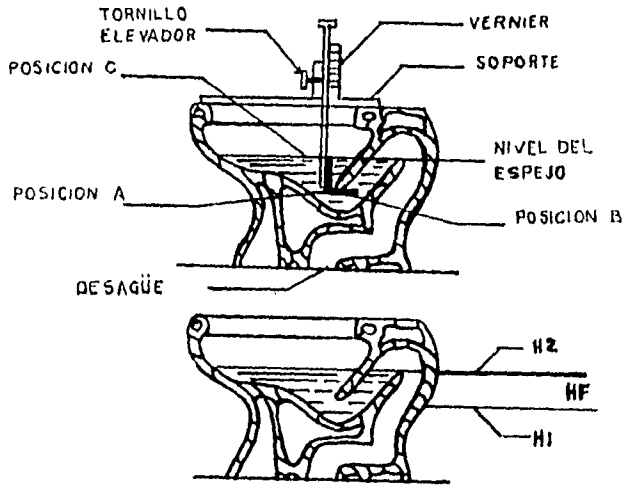
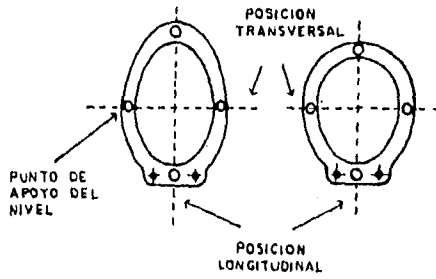


FIG. 4



NIVELACION DEL ANILLO DE LA TAZA
FIG 2

CONSIDERANDO

Que las válvulas de admisión y las válvulas de descarga constituyen dos de los componentes más importantes para regular el flujo de agua en tanques de inodoro, por lo que es necesario establecer sus especificaciones y métodos de prueba con el objeto de coadyuvar a la preservación de este recurso natural y disminuir sus costos de utilización.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación ordenó la publicación del proyecto:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-EDIF-1994 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA PARA VALVULAS DE ADMISION Y VALVULAS DE DESCARGA EN TANQUES DE INODORO.

INDICE DEL CONTENIDO

- 1.- Objetivo
- 2.- Campo de aplicación
- 3.- Referencias
4. Definición
- 5.- Especificaciones
- 6.- Anexos

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las válvulas de admisión y las válvulas de descarga que se emplean para los tanques de inodoro.

2. CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a las válvulas de admisión y válvulas de descarga para tanques de inodoro de fabricación nacional y de importación.

3. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben emplear las siguientes normas

prolongados obscureció las épocas de mayor actividad de fructificación. La determinación de tal actividad debe ser llevada a cabo a través de la observación y seguimiento de varias muestras de ramas e inflorescencias marcadas en árboles de diferente tamaño. Además, la estimación del número de inflorescencias producidas por rama y del número de semillas por cápsula, aunque laboriosa, es indispensable para obtener mejores estimaciones de fecundidad a las aquí calculadas. Por el contrario, la alternativa usada para hacer una evaluación de la fecundidad no presentó problemas ya que tanto la probabilidad de reproducción y el número de plántulas emergidas se cuantificaron claramente.

Los procesos de natalidad evaluados en forma temporal indicaron que en enero se efectuó el último ingreso, lo que sugiere, si es que el patrón de floración del año anterior fue similar al obtenido, que las semillas pueden permanecer viables hasta por nueve meses.

El mayor reclutamiento de plántulas hacia el interior de la reserva puede deberse a diferencias en las condiciones ambientales que prevalecen entre el borde de la reserva y su interior, causadas en parte por la reducción en la densidad de árboles de *E. resinifera* que ocurre en esa dirección.

El análisis espacial del reclutamiento de plántulas indicó que más allá de 200 m dentro de la reserva partiendo del borde, no hubo plántulas sobrevivientes de las emergidas durante el año de estudio. Esta distancia puede ser el límite promedio actual de las condiciones físico-químicas o ecológicas favorables para el establecimiento de individuos de *E. resinifera* en El Pedregal. Probablemente las condiciones ambientales que se dan en lugares desprovistos de estrato arbóreo, como puede ser una excesiva carga calórica y elevados déficits de agua, no son favorables para el establecimiento de los individuos. La producción temporal de reiteraciones fue mas amplia que la de plántulas, ya que durante diez meses del año de estudio ingresaron retoños, mientras que las plántulas sólo en siete. Las reiteraciones se

oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NOM-001-EDIF Establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario.

NMX-D-122 Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos, empleados en vehículos, automotores método de niebla salina.

NMX-Z-12/1 Muestreo para la inspección por atributos.

4. DEFINICIONES

Para una mejor comprensión de la presente Norma se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Espejo de agua

Superficie de agua visible en la taza cuando el inodoro se encuentra en condiciones de ser descarga.

4.2 Inodoro

Conjunto de taza y tanque, provisto con un dispositivo para desagüe y de una trampa hidráulica que permite el paso de excretas humanas a la red de drenaje, sin permitir el retroceso de aire o gases de la misma, con un diseño tal que permita la limpieza combinada con una acción sifónica.

4.3 Válvula

Dispositivo destinado a permitir el flujo de un fluido u obturador después de realizada la función

4.4 Válvula de admisión

Dispositivo destinado para permitir o impedir el paso del agua automáticamente al tanque de inodoro, controlando el nivel del agua en el tanque mediante la acción de un flotador u otro dispositivo.

4.5 Embolo

Dispositivo que se desliza através del cuerpo de la válvula de admisión y que efectua la apertura o cierre de la válvula.

4.6 Sello o empaque

Elementos o dispositivos destinados para permitir o impedir el paso del agua através de la válvula, fabricados de hule natural, sintético u otro material, con los diámetros, formas o espesores según su diseño.

4.7 Tubo columna

Elemento tubular resistente a la corrosión que conduce el agua del cuerpo de conexión al cuerpo de la válvula.

4.8 Tubo de descarga

Elemento tubular que resiste a la corrosión que conduce el agua del cuerpo de la válvula a un nivel cercano al fondo del tanque para reducir el ruido de la salida del agua.

4.9 Tubo de recuperación

Manguera flexible o tubo semirrígido para conducir parte del agua que proporciona la válvula de admisión con el fin de complementar el nivel del espejo de la taza del inodoro.

4.10 Flotador

Elemento con el diseño adecuado para que provee una fuerza de flotación que es utilizada para abrir o cerrar la válvula de admisión para tanque de inodoro y dispone de una parte para su sujeción al brazo.

4.11 Válvulas de reposición

Válvulas de admisión y válvulas de descarga que no están integradas a los tanques de inodoro por los fabricantes de estos últimos y que son comercializadas como repuesto o refacción de las que originalmente tienen los tanques de inodoro al ser puestos ala venta.

4.12 Válvula de descarga

Dispositivo destinado a permitir el flujo de un volumen de agua del tanque de inodoro hacia la taza del mismo, en una sola operación ininterrumpida para posteriormente cerrar automáticamente la salida del agua hasta la siguiente operación.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Funcionamiento

5.1.1 Hermeticidad a presión de trabajo mínima

Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica mínima, 25 kPa (0,25 kg/cm²) y no presentar fugas en todas sus partes.

5.1.2 Hermeticidad a presión de trabajo máxima

Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica máxima, 539 kPa (5,5 kg/cm²) y no presentar fugas en todas sus partes.

5.1.3 Tiempo de llenado

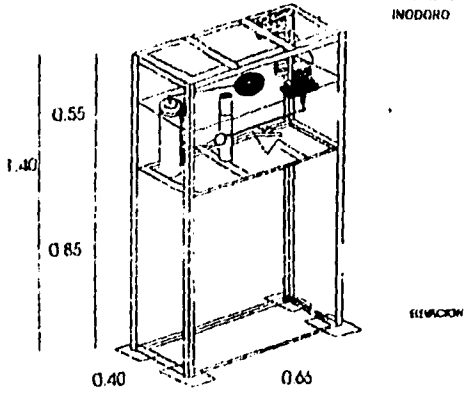
Las válvulas de admisión deben tener un diseño tal que permita un suministro de agua para el llenado de un tanque de inodoro de 6 Litros en un tiempo no mayor a 3 minutos a una presión hidráulica manométrica de 25 a 539 kPa (0,25 a 5,5 kg/cm²)

5.1.4 Las válvulas de admisión durante su operación no deben salpicar agua hacia fuera del tanque del inodoro o hacia la tapa de éste.

6 ANEXO

FIG 4

MECANISMO DE ACCIONAMIENTO EN FORMA CONTINUA PARA VALVULAS DE ADMISION Y VALVULAS DE DESCARGA PARA TANQUE DE INODORO



Detalle de mecanismo de accionamiento en forma continua

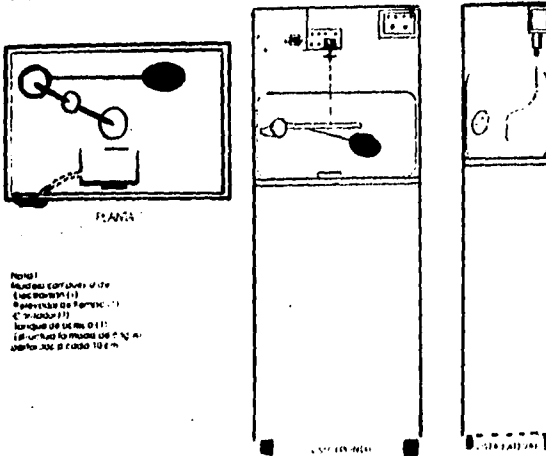


Figura 1
 Mecanismo de accionamiento en forma continua
 (ver detalle 1)
 Dimensiones de referencia:
 1.40 m de altura
 0.40 m de ancho
 0.65 m de profundidad

ANEXO 2

Equivalencia de los muebles sanitarios en unidades mueble

Tipo de mueble	Tipo de servicio	Tipo de control	U.M.
Excusado	público	Válvula*	10
Excusado	público	Tanque	5
Fregadero	hotel,rest.	LLave	4
Lavabo	público	LLave	2
Mingitorio pared	público	Válvula*	5
Mingitorio de pared	público	Tanque	3
Regadera	público	Mezcladora	4
Tina	público	LLave	4
Vertedero	oficina	LLave	3
Excusado	privado	Válvula*	6
Excusado	privado	Tanque	3
Fregadero	privado	LLave	2
Grupo de baño	privado	Exc. válv.*	6
Grupo de baño	privado	exc. tanque	6
Lavabo	privado	LLave	1
Lavadero	privado	LLave	3
Regadera	privado	Mezcladora	2
Tina	privado	Mezcladora	2

* Fluxómetro

METODO DE "HUNTER"

Tabla de gastos probables en litros por segundo en función del número de unidades mueble.

Número de Unidades Mueble.	Sin fluxómetro	Con fluxómetro	Número de Unidades Mueble.	Sin fluxómetro	Con fluxómetro
1	0.10		32	1.31	2.65
2	0.15		34	1.36	2.71
3	0.20		36	1.42	2.78
4	0.26		36	1.46	2.84
5	0.38	1.51	40	1.52	2.90
6	0.42	1.56	42	1.58	2.96
7	0.46	1.61	44	1.63	3.03
8	0.49	1.67	46	1.69	3.09
9	0.53	1.71	48	1.74	3.16
10	0.57	1.77	50	1.80	3.22
12	0.63	1.86	55	1.94	3.35
14	0.70	1.95	60	2.08	3.47
16	0.76	2.03	65	2.18	3.57
18	0.83	2.12	70	2.27	3.66
20	0.89	2.21	75	2.34	3.78
22	0.96	2.29	80	2.40	3.91
24	1.04	2.36	85	2.48	4.00
26	1.11	2.44	90	2.57	4.10
28	1.19	2.51	95	2.68	4.20
30	1.26	2.59	100	2.78	4.29

ANEXO 3

Tuberías de temple rígido.
























TIPO "M"

Medida Nominal Pulgadas. milímetros.	Díámetro Exterior Pulgadas. milímetros.	Díámetro Interior Pulgadas. milímetros.	Grueso Pared Pulgadas. milímetros.	Peso en : Lbs. por Pie Kgs. por M.	Peso por tramo Lbs. Kgs.	Presión Máxima: Lbs. Pulg. ² Kgs. Cm ²	Presión Constante Lbs. Pulg. ² Kgs. Cm ²	Flujo en : G.P.M. L.P.M.
1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525	0.325" 8.255	0.025" 0.635	0.107 0.159	2.132 0.968	6133 431.15	1226 86.18	
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.700	0.450" 11.430	0.025" 0.635	0.145 0.216	2.903 1.316	4500 318.35	900 63.27	2.247 6.507
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875	0.569" 14.453	0.028" 0.711	0.204 0.304	4.083 1.854	4032 283.45	806 56.66	4.064 15.382
3/4" 19 mm	0.875" 22.225	0.811" 20.599	0.032" 0.812	0.328 0.488	6.566 2.981	3291 231.35	658 46.25	10.656 40.333
1" 25 mm	1.125" 28.575	1.055" 26.797	0.035" 0.889	0.465 0.693	9.310 4.227	2800 196.84	560 39.36	21.970 83.180
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925	1.291" 32.791	0.042" 1.067	0.683 1.016	13.656 6.200	2749 193.25	550 38.66	39.255 148.580
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275	1.527" 38.765	0.049" 1.245	0.941 1.400	18.821 8.545	2713 190.72	542 38.10	62.335 235.940
2" 51 mm	2.125" 53.975	2.009" 51.029	0.058" 1.473	1.481 2.176	29.233 13.272	2470 173.85	491 34.51	131.000 495.860
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675	2.495" 63.373	0.065" 1.651	2.032 3.025	40.847 16.454	2228 156.82	445 31.26	231.481 676.010
3" 76 mm	3.125" 79.375	2.981" 75.718	0.072" 1.889	2.683 3.994	53.663 24.363	2073 145.73	414 29.10	375.189 1420.090
4" 102 mm	4.125" 104.775	3.935" 99.949	0.095" 2.413	4.665 6.945	93.310 42.363	2072 145.85	414 29.10	799.395 3025.710

ANEXO 4

Resumen del monograma para el cálculo de la pérdida de carga en conexiones

**LONGITUDES EQUIVALENTES (M) DE LAS PÉRDIDAS LOCALIZADAS DE CARGA
CORRESPONDIENTE A DISTINTOS ELEMENTOS SINGULARES DE LAS REDES HIDRÁULICAS**

Clase de resistencia eleada	Diámetro de las tuberías (\varnothing) (mm)																								
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100	5 125	6 150												
 manguito de unión		0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25	0,20	0,30	0,50	0,66	0,86	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
 cono de reducción		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,26	1,45	1,63	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,94	1,97	2,61	3,42
 codo o curva de 45°		0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,26	1,45	1,63	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,94	1,97	2,61	3,42
 curva de 90°		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,98	1,27	1,48	1,94	1,97	2,61	3,42	0,38	0,80	0,83	0,78	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,54	3,99
 rodo de 90°		0,38	0,80	0,83	0,78	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,54	3,99	1,02	0,64	0,90	0,94	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
 rodo de 45°		1,02	0,64	0,90	0,94	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	1,50	1,80	1,63	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,00	5,40	6,00	6,60
 te arqueada o de curvas (paralelas)		1,50	1,80	1,63	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,00	5,40	6,00	6,60	1,00	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
 te concurrencia de ramal (paso recto)		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,80	2,30	3,00	3,60	4,10	4,80	6,00	6,50	8,20	8,90	7,10	8,90
 te derivado o ramal		1,80	2,30	3,00	3,60	4,10	4,80	6,00	6,50	8,20	8,90	7,10	8,90	0,20	0,30	0,45	0,75	1,15	1,30	1,90	2,85	3,40	4,85	6,60	8,30
 válvula retención de borbotón de pistón		0,20	0,30	0,45	0,75	1,15	1,30	1,90	2,85	3,40	4,85	6,60	8,30	6,10	6,40	6,50	6,50	11,50	13,0	18,5	21,0	25,0	33,0	42,0	61,0
 válvula retención paso de escuadra		6,10	6,40	6,50	6,50	11,50	13,0	18,5	21,0	25,0	33,0	42,0	61,0	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,58	0,69	0,81	1,06	1,44	1,70
 válvula de compuerta abierta		0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,58	0,69	0,81	1,06	1,44	1,70	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,48	4,53	6,51	8,69	9,90	10,8	13,1
 válvula de paso recto y asiento forjado		1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,48	4,53	6,51	8,69	9,90	10,8	13,1	4,05	4,98	6,25	8,15	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	36,0	47,5
 válvula de globo		4,05	4,98	6,25	8,15	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	36,0	47,5	1,80	2,54	2,35	4,30	5,60	6,80	8,80	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
 válvula de escuadra o ángulo (abierta)		1,80	2,54	2,35	4,30	5,60	6,80	8,80	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5	-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	8,00	-	-	-	-	-
 válvula de asiento de paso recto		-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	8,00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-
 intercambiador		-	-	-	2,10	5,00	12,5	13,2	14,2	25,0	-	-	-	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,60	8,00	10,0
 radiador		2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,60	8,00	10,0	3,75	4,40	6,28	8,00	8,75	7,50	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0
 radiador con válvulas		3,75	4,40	6,28	8,00	8,75	7,50	8,80	10,1	11,4	12,7	14,0	15,0	2,50	3,00	3,80	4,00	4,50	5,00	5,75	6,80	7,00	7,90	8,00	10,0
 caldera		2,50	3,00	3,80	4,00	4,50	5,00	5,75	6,80	7,00	7,90	8,00	10,0	3,00	4,20	4,90	5,80	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0
 caldera con válvulas		3,00	4,20	4,90	5,80	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,0	11,0	12,0	4,8 m.c.d.a. individual o divisorio	10 m.c.d.a.										
 condensador general		4,8 m.c.d.a. individual o divisorio																							
 condensador individual o divisorio		10 m.c.d.a.																							

Para tuberías más (o < 0,08 mm) multiplique los valores del cuadro por 1,10

BIBLIOGRAFIA

- Alternativas Tecnológicas 5, Academia Mexicana de Ingeniería. Marzo de 1984.
Memorias, Seminario Internacional sobre el uso eficiente del agua, Organizado por CNA, IMTA, AIRH. Octubre de 1991.
- Diario Oficial de la Federación, Organismo del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Lunes 14 de Marzo de 1994.
- Folleto de muebles y aparatos sanitarios de:
Helvex, Ideal Standard, El anfora, Fábricas Orion, Sanitarios Azteca, S.A. de C.V.
- Ley de Aguas Nacionales, Comisión Nacional del Agua, Diciembre de 1992. SARH.
- Manual Técnico de especificaciones. *ORION*
- Moderno Manual Técnico, Instituto de Instalaciones de Cobre, A.C., Septiembre de 1985.
- Normas de diseño de Arquitectura, Tomo IV, Materiales y elementos de acabados, IMSS, 1993.
- Normas de proyecto de Ingeniería, Tomo II, Instalaciones, Hidráulicas, Sanitaria y Gases medicinales, IMSS, 1993.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 3 de Julio de 1987.
- Reglamento de Instalaciones Sanitarias en Edificación, Departamento de Ingeniería Sanitaria, UNAM.
- Reglamento del servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 15 de Enero de 1990.
- Tecnología-Dispositivos de ahorro de agua, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1987.