

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS DOMESTICAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN LAVABO PARA EL ACCIONAMIENTO DE INODOROS.

Tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico, que presenta el bachiller:

JUNIOR CARLOS RIQUELME MORAN

**ASESOR:** Dr. Ing. Quino Valverde, Ing. Herbert Yépez.

Lima, Noviembre del 2009



© 2009, Junior Carlos Riquelme Moran

Ninguna parte de la tesis puede reproducirse  
o transmitirse bajo ninguna forma o procedimiento,  
sin el permiso escrito otorgado por el autor.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en diseñar un sistema que emplea el vacío que se genera durante el descenso del nivel de agua dentro del tanque de un inodoro para succionar agua previamente tratada proveniente de un lavabo.

Dicha aplicación evita el desperdicio de agua potable utilizada en los sistemas actuales de los inodoros, generando un consumo responsable y eficiente del recurso. La implementación de un sistema como este redundará en un ahorro económico tangible en la economía de los hogares que cuenten con el sistema.

A lo largo de este estudio se comprobó la validez del principio de funcionamiento de este sistema además de la factibilidad de su construcción realizando la menor cantidad de modificaciones posibles en los inodoros estándar.

Dada la naturaleza experimental de este proyecto fueron necesarias diferentes pruebas en el laboratorio de energía de la sección de Ingeniería Mecánica de la PUCP para comprobar dicho principio de funcionamiento; con este objetivo en mente se construyeron dos prototipos para pruebas en el laboratorio y además de forma complementaria se realizaron entrevistas con expertos en temas de filtración, así como una investigación bibliográfica exhaustiva.

Tras los ensayos en el laboratorio se comprobó que el sistema diseñado es capaz de succionar aproximadamente un litro de agua reciclada por cada dos litros de agua descargada, es decir recupera casi el 50% del agua descargada desde el tanque del inodoro, alcanzando una presión de succión de al rededor de 4.3 kPa sin que esto ponga en riesgo la integridad de la estructura del tanque, cumpliendo cabalmente con los objetivos del proyecto.







*A la memoria de mis abuelos  
Hugo, María y Víctor*

## AGRADECIMIENTOS

Son necesarios los agradecimientos a las siguientes personas:

- A mis padres y hermanos por su paciencia, apoyo y comprensión durante todo este tiempo, así como por su motivación constante a culminar esta tesis.
- A mis asesores, los Ingenieros Herbert Yopez y Quino Valverde por la confianza depositada en mí y el apoyo incondicional a lo largo de todo el proyecto.
- A la familia Perry Orbezo, particularmente al Ing. Pablo Perry Lavado por su apoyo en la sección de filtración, sin su ayuda no hubiera sido posible terminar este trabajo.
- A Kristell Lazo por su ayuda en la redacción y recuperación del primer capítulo.
- A Zlatko Pérez-Luna Rafajlovski por su apoyo en la redacción y corrección de esta tesis.
- A Pablo Perry Orbezo, Evelyn Carrera, Walter Vera Tudela y especialmente a Ronald Gil y Ronald Mas, por su inestimable ayuda en la toma de datos en las experiencias de laboratorio.
- A Marcio Vilcapoma y Rockdrill S.A. por su ayuda en la consecución de los elementos necesarios para la tesis y su posterior mecanizado.
- A los técnicos del Taller Mecánico y el Laboratorio de Energía de la Sección Ing. Mecánica de la PUCP por su constante apoyo y asesoría.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	.....	01
--------------	-------	----

### CAPÍTULO PRIMERO: ASPECTOS GENERALES

1.1	Descripción del Contexto.	.....	02
1.2	El Inodoro: Aspectos generales.	.....	05
1.2.1	Componentes.	.....	06
1.2.1.1	El tanque o Cisterna.	.....	06
1.2.1.2	La taza o <i>Bowl</i> .	.....	09
1.3	Clasificación de la tecnología usada en los inodoros.	.....	13
1.3.1	Tecnología usada comercialmente.	.....	13
1.3.2	Tecnología patentada mas no comercializada.	.....	17
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	27

### CAPÍTULO SEGUNDO: DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL SISTEMA

2.1	Introducción.	.....	29
2.2	Descripción del sistema.	.....	29
2.3	Funcionamiento.	.....	29
2.4	Componentes.	.....	30
a)	Tanque de Reutilización.	.....	31
b)	Filtro.	.....	31
c)	Manguera de Conexión.	.....	32

d)	Tapa Hermética.	.....	33
e)	Válvula de la Tubería de Abasto.	.....	33
f)	Tanque del Inodoro.	.....	35
g)	Mecanismo de accionamiento.	.....	35
h)	Tubería para el Desborde.	.....	36
2.5	Tratamiento de Agua en el tanque de Reutilización.	.....	36
2.6	Selección de tipo de tratamiento.	.....	40
2.7	Selección del tipo de filtro a utilizar.	.....	40
2.7.1	Selección en base a criterios.	.....	43
2.7.2	Criterios a utilizar.	.....	43
a)	Costos de materiales para la fabricación y mano de obra.	.....	43
b)	Fabricación.	.....	44
c)	Espacio Ocupado.	.....	44
d)	Mantenimiento.	.....	44
2.7.3	Selección propiamente dicha.	.....	44
2.8	Diseño del filtro.	.....	45
2.8.1	Materiales.	.....	45
2.8.2	Estructura.	.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS			..... 48

**CAPÍTULO TERCERO: RESULTADOS DE EXPERIMENTACIÓN EN EL LABORATORIO**

3.1	Aspectos preliminares.	.....	49
a)	Consideraciones.	.....	49

b)	Funcionamiento estándar.	.....	50
c)	Marco Teórico.	.....	51
d)	Pruebas realizadas el laboratorio.	.....	54
3.2	Primer Experimento: Máquina de Vacío.	.....	54
a)	Pruebas Realizadas.	.....	55
b)	Descripción de las pruebas realizadas.	.....	55
c)	Elementos utilizados.	.....	55
d)	Resultados.	.....	56
e)	Observaciones.	.....	56
3.3	Segundo Experimento: Prototipo #1 - Tanque Standard con tapa y mecanismo de accionamiento modificados.	.....	57
a)	Pruebas Realizadas.	.....	57
b)	Descripción de las pruebas realizadas.	.....	57
c)	Elementos utilizados.	.....	59
d)	Resultados.	.....	61
e)	Observaciones.	.....	61
3.4.	Tercer Experimento: Prototipo #2 - Tanque de Vidrio y mecanismo de accionamiento dual.	.....	62
a)	Pruebas Realizadas.	.....	62
b)	Descripción del prototipo	.....	62
c)	Resultados de las pruebas.	.....	67
i)	Resultados de Pruebas de capacidad de succión en vacío.	.....	67
ii)	Resultados de las pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.	.....	74
d)	Observaciones.	.....	78

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	81
----------------------------	-------	----

**CAPÍTULO CUARTO: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE AGUA.**

4.1	Valores finales del proyecto.	.....	82
	4.1.1. Funcionamiento Estándar.	.....	82
	4.1.2. Ensayos de capacidad de succión en Vacío.	.....	82
	4.1.3. Ensayos de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto	.....	88
4.2.	Conclusiones respecto a los ensayos.	.....	85
	4.2.1. De los ensayos de capacidad de succión en Vacío.	.....	85
	4.2.2. De los ensayos de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.	.....	89
4.3.	Alternativas de mecanismos de almacenamiento temporal de agua (Brazo Flotante y solapa).	.....	91
	4.3.1 Componentes	.....	91
	4.3.3 Funcionamiento	.....	93
	4.3.4 Cálculo del volumen a almacenar y del tiempo de apertura	.....	93
	CONCLUSIONES	.....	95
	BIBLIOGRAFÍA	.....	97

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $V_{\text{llenado\_prom}}$  : Volumen de llenado promedio para un tanque inodoro para las pruebas del sistema estándar.
- $T_{\text{llenado\_prom}}$  : Tiempo de llenado promedio para un tanque inodoro para las pruebas del sistema estándar.
- $Q_{\text{llenado}}$  : Caudal de llenado promedio para un tanque inodoro para las pruebas del sistema estándar.
- $A_2$  : Área de la manguera que conecta el tanque de recirculación con el tanque del inodoro.
- $V_2$  : Velocidad al ingreso del tanque del inodoro.
- $\phi_{\text{manguera}}$  : Diámetro promedio de la manguera conecta el tanque de recirculación con el tanque del inodoro.
- $P_2, P_1$  : Presión absoluta del fluido en un punto dado (Pa).
- $Z_2, Z_1$  : Altura respecto al nivel de referencia (m).
- $g$  : Aceleración de la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- $h_w$  : Pérdidas de presión en la manguera.

$V_2, V_1$  : Velocidad en un punto dado (m/s).

$dV$  : Diferencial de velocidad.

$dP$  : Diferencial de Presión.



## INTRODUCCIÓN

En un contexto globalizado como el nuestro, los temas medioambientales toman cada vez mayor fuerza, dentro del amplio espectro de contribuciones que la ingeniería mecánica podría hacer en esta área, los temas referidos al ahorro y máximo aprovechamiento de los recursos hídricos son especialmente importantes por el contexto de escasez donde nos desarrollamos, UNESCO<sup>1</sup> pronostica que en los próximos 20 años, la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en un 30%, cada día alrededor de 6000 personas mueren por razones relacionadas a la escasez de agua. Con la finalidad de aportar una alternativa de solución esta tesis propone emplear el vacío que se genera durante el descenso del nivel del tanque del inodoro para succionar agua previamente tratada proveniente de un lavabo, evitando así el desperdicio de agua potable utilizada en los sistemas actuales de los inodoros, generando un consumo responsable y eficiente del recurso. El público receptor para el cual el sistema fue pensado es básicamente el de escasos recursos económicos, por ello el diseño del sistema está en base a inodoros de tipo *Siphon Jet*, los más comunes y fáciles de encontrar en los hogares del país.

Esta tesis es el primer acercamiento en lo que respecta a sistemas domésticos de ahorro de agua en ingeniería mecánica en la PUCP, además el sistema propuesto es único y difiere de las distintas propuestas comerciales e ideas patentadas en el mundo, aunque guarda similitudes con algunos sistemas de ahorro de agua patentados en otros países (los más resaltantes son detallados en el Capítulo uno), el sistema es importante también ya que propone la menor cantidad de modificaciones sobre los sistemas ya existentes razón por la cuál, entre otras cosas, la idea se hizo ganadora del XI Premio Coca Cola a la Ecoeficiencia. Para comprobar la factibilidad del proyecto se realizaron diversos ensayos en el laboratorio de energía de la Sección Ingeniería mecánica de la PUCP, actividades complementadas por entrevistas a expertos en temas de filtración así como una profunda investigación bibliográfica.

---

<sup>1</sup> En *World Water Development Report* (informe mundial del desarrollo del agua) del 2003.

## **CAPITULO PRIMERO**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 Descripción del Contexto:**

La Crisis que el planeta afronta por el aumento gradual de la escasez de agua es una realidad vivida a diario desde hace ya varios años, las cifras son por demás alarmantes, UNESCO<sup>2</sup> pronostica que en los próximos 20 años, la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en un 30%. El 40% de los habitantes del mundo actualmente no tiene la cantidad mínima necesaria para el mínimo aseo, lo que es peor cada día alrededor de 6000 personas mueren por razones relacionadas a la escasez de agua la mayor parte niños menores de cinco años, además hay 1000 millones de personas que no disponen de instalaciones para abastecerse de agua en el mundo y 2400 millones se ven privadas de acceso a sistemas de saneamiento.

[Ref. 1].

Es necesario considerar también las múltiples carencias que trae consigo la escasez de agua las mismas que están resumidas en la Fig. 1.2 y que son particularmente visibles en nuestro país.

Para empeorar la situación el porcentaje de instituciones que imparten materias relacionadas al agua en educación superior es cada vez menor (afortunadamente nuestra universidad se encuentra en este pequeño porcentaje) lo cuál demuestra el poco interés que los estados sub desarrollados ponen en la solución académica del asunto.

---

<sup>2</sup> En su *World Water Development Report* (informe mundial del desarrollo del agua) del 2003, parte de la *World Water Assesment Program* (Programa mundial par ala estimación del agua).

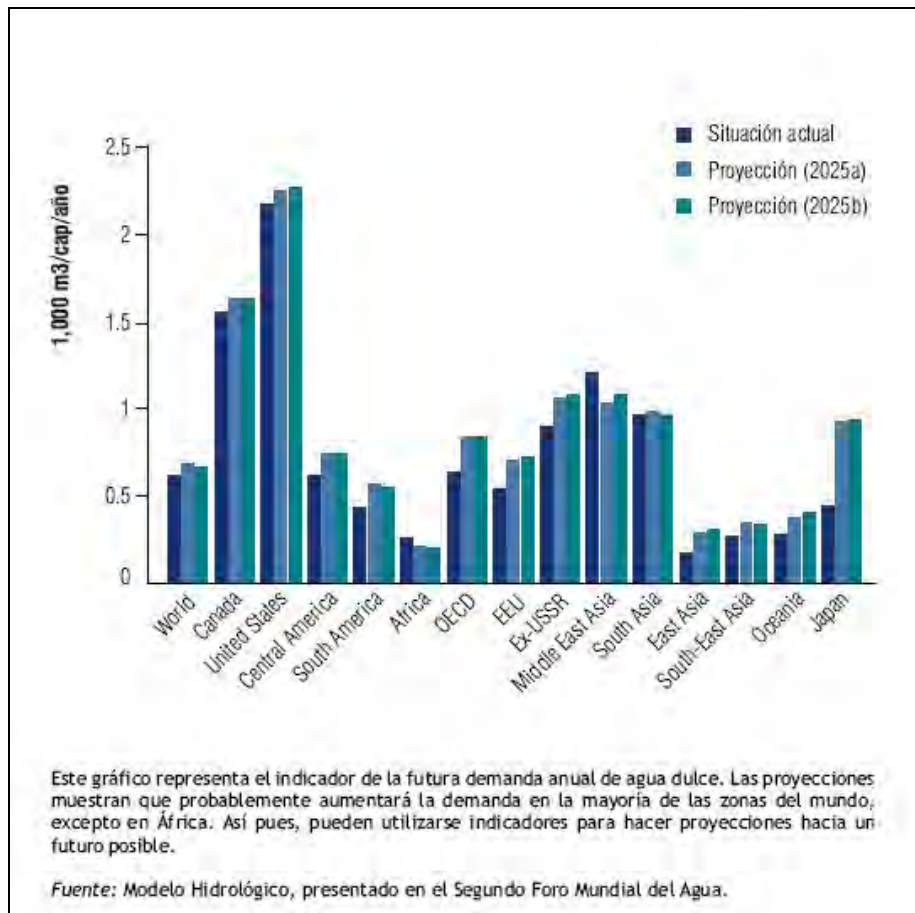


Fig. 1.1: Demanda anual de agua dulce en diferentes partes del mundo en la situación actual y en dos proyecciones para el año 2025. [Ref. 2]

Ante esta realidad como ingenieros son tres los frentes que atacar para tratar de solucionar de a pocos este problema, primero podríamos investigar sobre formas o maneras para obtener más agua, segundo, podríamos desarrollar programas, sistemas y redes que ayuden a distribuirla mejor a lo largo del país o por último podríamos crear sistemas que nos permitan desperdiciar la menor cantidad posible. Y es dentro de este último frente que el sistema que motiva esta Tesis fue diseñado.

Esta tesis propone emplear el vacío que se genera durante el descenso del nivel del tanque del inodoro para succionar agua previamente tratada, proveniente de un lavabo, evitando así el desperdicio de agua potable utilizada en los sistemas actuales de los inodoros, el cual sumado a lo que las pérdidas comunes presentes en la Tabla 1.1 serían potencialmente críticos para la sostenibilidad de los recursos hídricos del país, además esto supondrá una reducción considerable en los gastos de las familias de escasos recursos, en especial si tomamos en cuenta que el consumo promedio de

agua potable en el aseo corporal diario de una persona es de 50 Litros aproximadamente. Si esta cifra la trasladamos a una familia de cinco miembros, veremos que su consumo asciende a 250 Litros diarios y a 7500 Litros por mes. Este consumo se eleva a cifras alarmantes si la aplicamos a una población pequeña de 1000 familias. Así tendremos la cantidad de 7'500,000 Litros de agua potable que finalmente van al desagüe mensualmente luego de cumplir su cometido. El agua utilizada en el lavado puede representar alrededor del 17% del agua total consumida en casa (según la Fundación para la Investigación y el desarrollo ambiental), es decir, unos 1'275,000 Litros [Ref. 5].

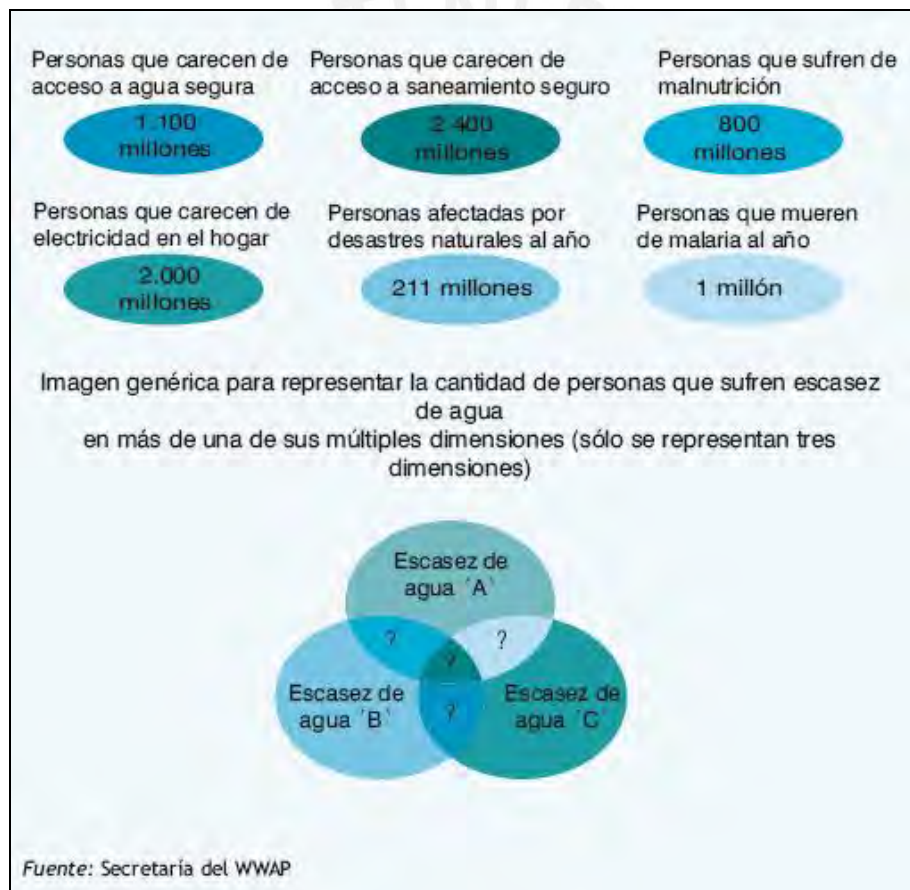


Fig. 1.2: Carencias derivadas de la escasez de agua [Ref. 3].

Tabla N° 1.1 Fugas de agua (según tarifa a Julio 2008 – Referenciales, en hogares) <sup>3</sup>			
Instalación malograda	Pérdida de agua por día (L)	Pérdida de agua al mes (L)	Costo sin IGV (Referencial) Julio 2008 (S/.)
Caño malogrado con chorro de 32 mm	733.3	22000	26.51
Inodoro malogrado	5000	150000	536.71
Tanque alto malogrado	10000	300000	1073.42
Cisterna malograda	12000	360000	1288.07

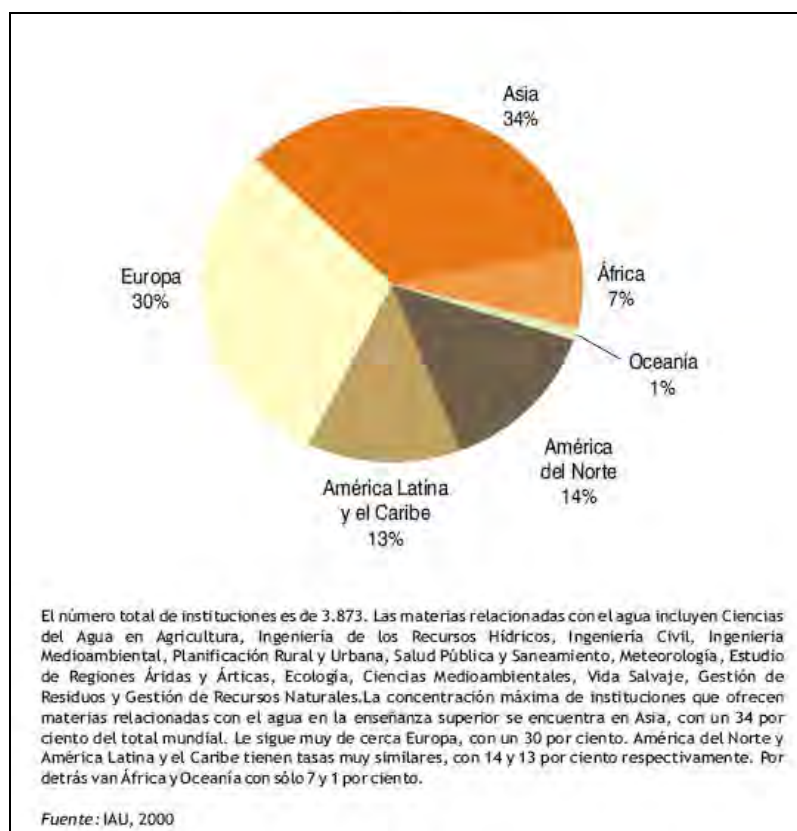


Fig. 1.3 Instituciones que ofrecen materias relacionadas con el agua en educación superior. [Ref. 4]

## 1.2 El Inodoro: Aspectos generales

<sup>3</sup> Todos los usuarios domésticos que consumen por debajo de 80 m<sup>3</sup> se encuentran subsidiados, al corresponderles un pago real inferior a la tarifa media. Fuente: SUNASS.

Según el diccionario de la RAE (Real academia de la lengua española), se llama Inodoro al aparato que se coloca en los escusados de las casas y en los evacuatorios públicos para impedir el paso de los malos olores. [Ref. 6].

### 1.2.1 Componentes:

A pesar de la inmensa cantidad de modelos diferentes presentes en el mercado, la mayor parte de los inodoros cuentan básicamente con una estructura en dos piezas: El tanque o Cisterna y la Taza o *bowl*.

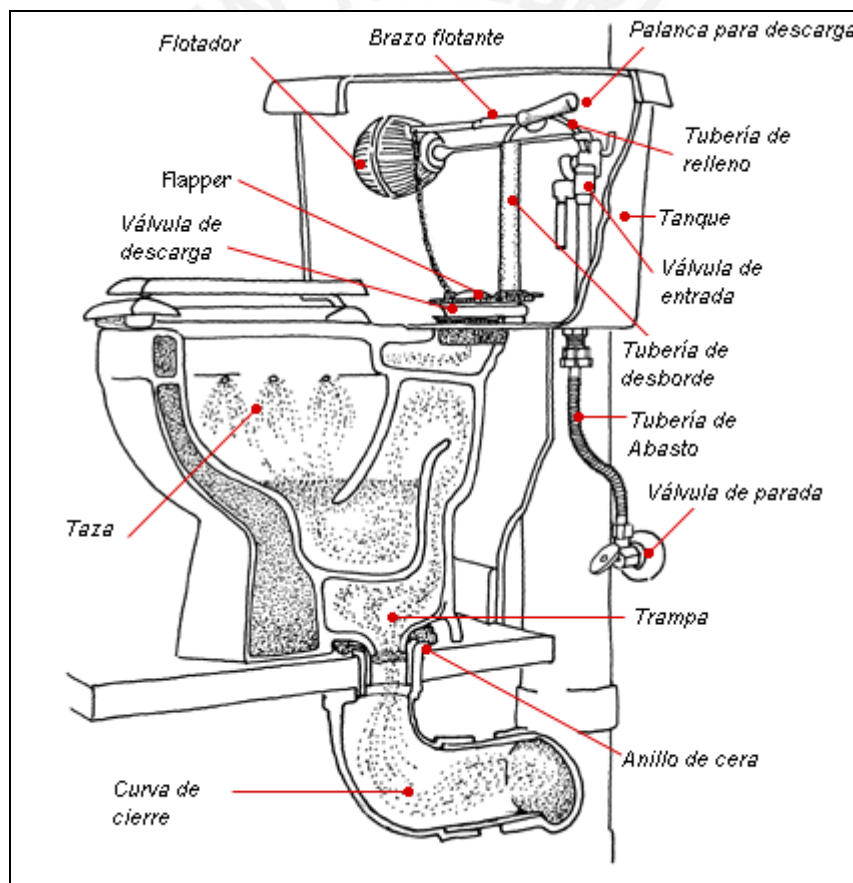


Fig.1.4 Vista en corte de un Inodoro típico con todos sus componentes

#### 1.2.1.1.1 El tanque o Cisterna:

Es el elemento en el que se almacena el agua necesaria para la descarga, en algunos casos es reemplazada por una válvula especial llamada fluxómetro, en cuanto a la

capacidad desde mediados de los años sesentas hasta la fecha a variado mucho pasando de modelos antiguos que usaban de 3,5 a 7 galones americanos (es decir entre 10.5 y 21 Litros) a los sumamente eficientes modelos modernos capaces de evacuar residuos con solo 1.4 Litros de agua, no obstante el estándar actual es el de trabajar con 1.6 Galones americanos de agua (4.8 Litros) en Norte América y Europa, mientras que en nuestro país el estándar es comercializar tanques de 6 Litros de capacidad. En su interior pueden encontrarse los siguientes dispositivos:

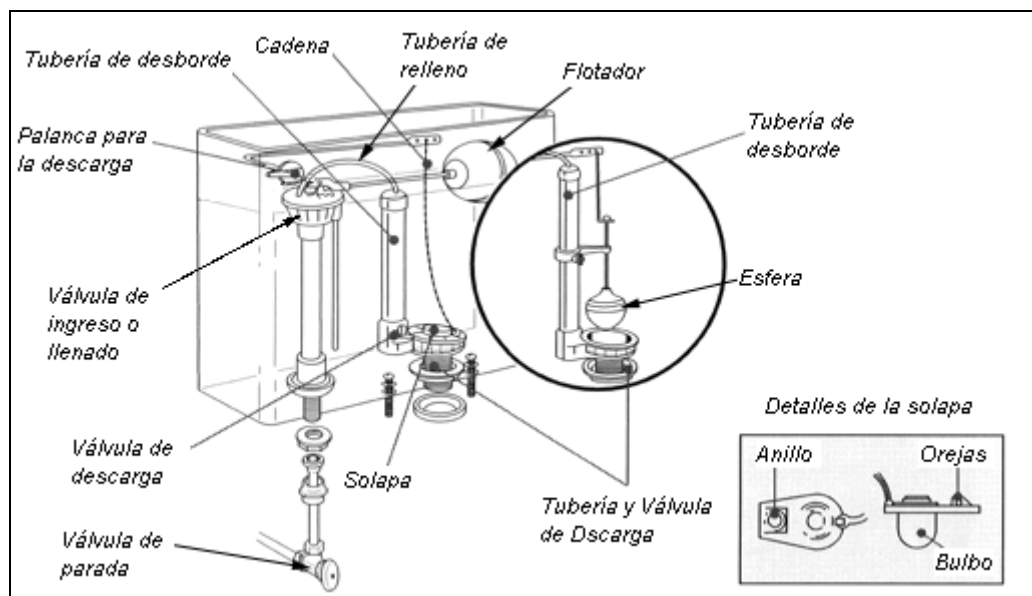


Fig. 1.5 Partes de una cisterna tradicional

Cabe recalcar que a pesar de que el sistema de la Fig. 1.5 es el más utilizado, existen también en el mercado sistemas ligeramente más ahorradores que utilizan en lugar de palanca para la descarga, un sistema de pulsadores o jaladores de simple o doble efecto, estos últimos permiten regular la cantidad de agua descargada en la taza, entre carga completa o media carga, para los casos que solo sea orina lo que se pretenda evacuar.

Nótese en la Fig. 1.6 que se reemplaza el sistema que usa Cadena, palanca y solapa para la descarga por un conjunto de palancas y un sifón para accionar el sistema.

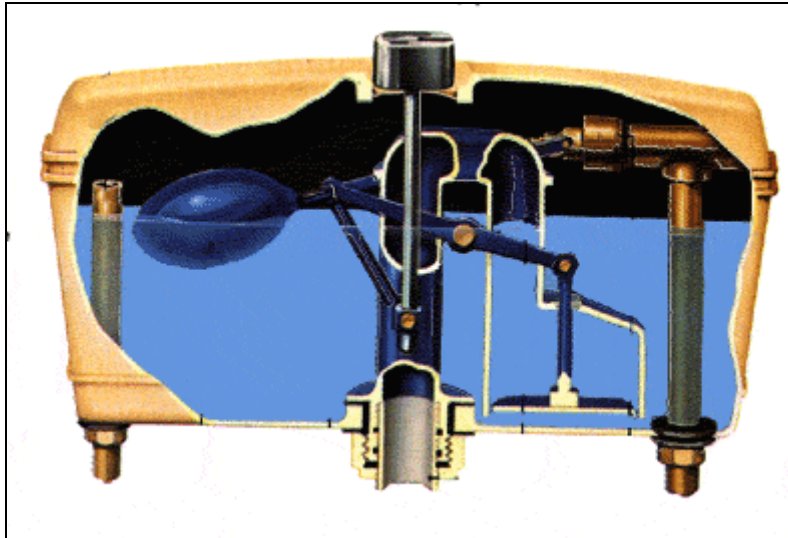


Fig. 1.6 Partes de una cisterna con pulsador de simple efecto [Ref. 7].

- **Funcionamiento de la Cisterna:**

Al presionar el pulsador se activa un conjunto de palancas que hacen que un sifón aspire el líquido de la cisterna y lo vierta por una tubería a la tasa inodoro, en el caso de que se cuente con una cisterna activada por palanca, al girar esta la solapa es levantada y se procede a la descarga hacia el inodoro.

Una vez vaciada la cisterna el flotador está en el punto más bajo lo que hace que la válvula de entrada esté abierta y permita la entrada de agua de una forma rápida. A la vez que esto sucede, en los sistemas con pulsador a través de un mecanismo de palancas la válvula de salida se cierra parando la descarga de líquido hacia el inodoro; en el caso de sistemas con palanca la situación es más simple ya que una vez que el brazo flotante está en la zona más baja la solapa regresa a su posición inicial cerrando la salida de agua hacia el tanque.

Por otro lado mientras que el nivel de agua en la cisterna sube, el flotador se eleva, en los sistemas con pulsador mientras esto sucede el juego de palancas que actúa sobre la válvula de entrada hace que esta se vaya cerrando poco a poco, por su parte en los sistemas con palanca mientras el brazo flotante va subiendo la válvula de entrada se va cerrando de forma gradual también, con esto se consigue en ambos casos que el cierre de válvulas de entrada y salida sea total en el momento en que el agua alcance

el máximo nivel permitido.

#### 1.2.1.2 La taza o *Bowl*:

Que es el dispositivo donde se lleva a cabo la evacuación de la materia fecal hacia la red de aguas servidas, la taza esta conformada por los siguientes componentes:

- **La taza propiamente dicha**, que es la zona donde se deposita la materia fecal.
- **El Sifón**, sección curva en forma de “S” en la cuál debido a una diferencia de presiones entre sus extremos y al vacío producido, cada vez que se introduce la cantidad de agua necesaria para llenar el sifón ocurre un efecto similar al de un pistón hidráulico succionando la materia y el agua que se encuentra en un extremo (en este caso en la taza) hacía el otro, que conecta a la trampa y posteriormente a la curva de cierre.
- **La trampa**, zona previa a la curva de cerrada en la cuál debido a su forma e ubicación impide que los gases provenientes de las cloacas regresen al inodoro, evitando la salida del hedor.
- **La curva de cierre**, donde el material pasa a la red de aguas servidas y que por su forma hidrodinámica impide el retorno del material evacuado usando para ello un cierre hidráulico.
- **El Anillo de cera**, que impide la filtración de líquidos y sólidos así como de malos olores en el inodoro.

Básicamente son tres los tipos más comunes de tazas para inodoro:

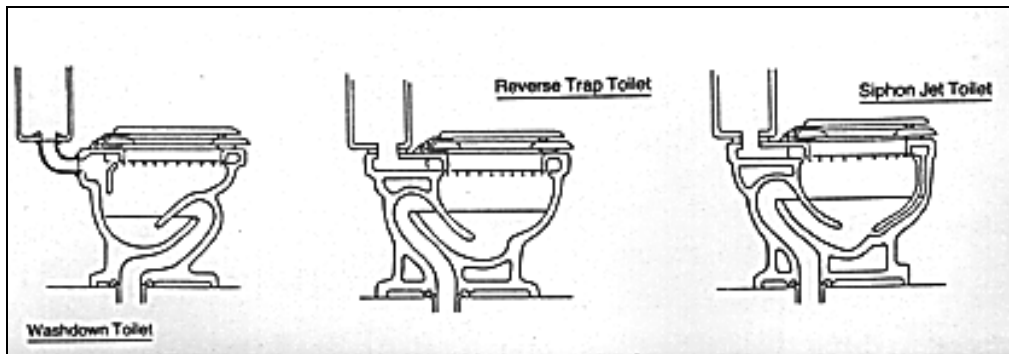


Fig. 1.7 Tipos comunes de tazas de inodoro [Ref. 8].

- *Washdown Toilet*, que aunque ya no se fabrica aún es comercializado.
- *Reverse Trap Toilet* (Inodoro de trampa reversa).
- *Siphon Jet Toilet* (Inodoro Sifón Jet, el más usado en la actualidad).

- **Funcionamiento:**

Los principios de funcionamientos son comunes a los tres tipos reseñados pero usaremos para la descripción un modelo de tipo Sifón jet<sup>4</sup>.

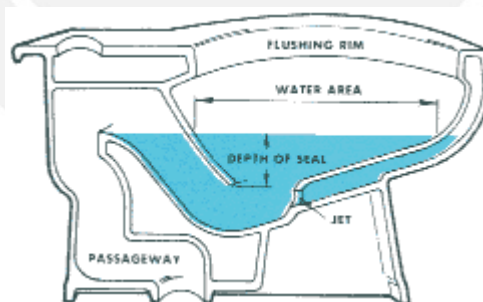


Fig. 1.8 Taza del inodoro en condiciones normales antes de iniciada la descarga [Ref. 9].

Una vez iniciada la descarga, el agua entra a la taza a través del sifón jet y el ducto principal, el agua sube su nivel en la taza pero el efecto del sifón aún no es iniciado.

<sup>4</sup> El sistema Sifón *Jet* hace mención a una serie de pequeños agujeros hechos en el borde de la cara interna de la taza, que permiten que el agua ingrese al *bowl* a través de estos pequeños chorros.

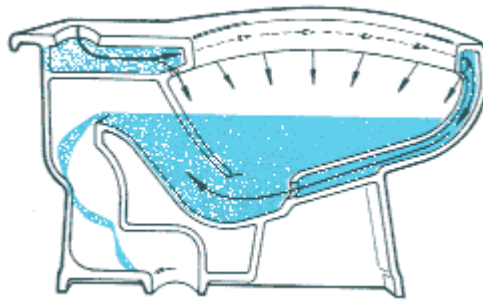


Fig. 1.9 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 10].

Mientras más agua entra en la taza la velocidad del flujo de esta aumenta creando una cortina de agua que al pasar genera parcialmente vacío (el inicio de la acción del sifón) la cortina de agua previene también que el aire de la entrada pase a través del sifón y llegue a la salida arruinando el vacío.

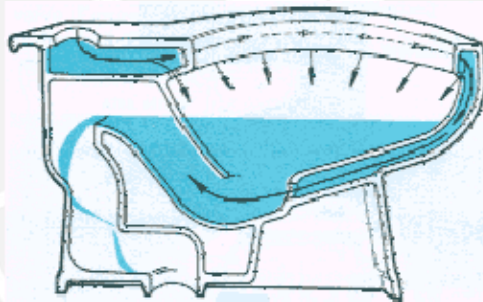


Fig. 1.10 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 11].

El agua que entra continua acelerando, a la vez que el aire en la parte baja del ducto previo al sifón empieza a ser desplazado.

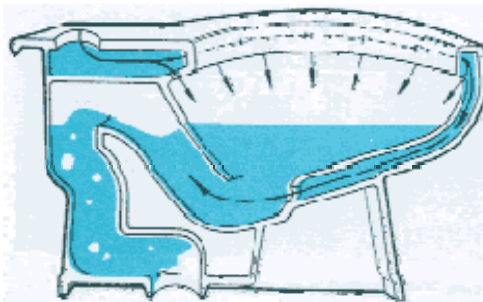


Fig. 1.11 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 12]. Una vez que el sifón está lleno, el efecto del mismo empieza produciendo el arrastre

de toda la materia que se encuentra en al taza.

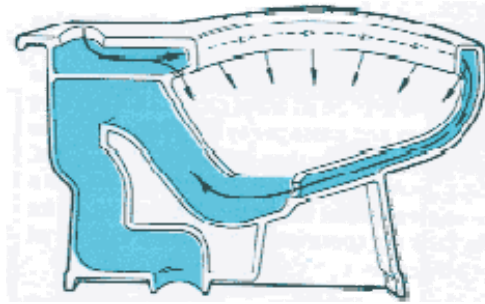


Fig. 1.12 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 13].

Tan pronto como el nivel del agua en la taza alcanza el nivel donde esta el aire dentro del ducto, el efecto sifón termina

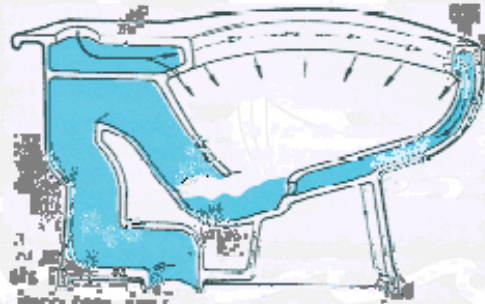


Fig. 1.13 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 14].

Cuando el agua no llega a su nivel correspondiente en la taza, no se forma el sello de agua, lo que provoca que los gases provenientes de las cloacas se filtren junto al hedor correspondiente.

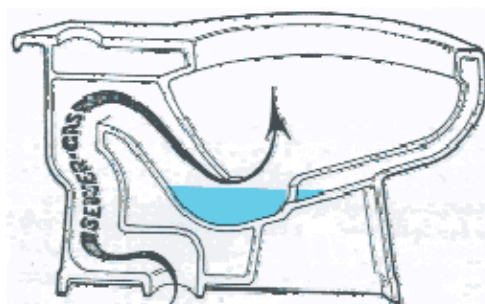


Fig. 1.14 Vista en sección de la Taza del inodoro en el proceso de descarga [Ref. 15].

### 1.3 Clasificación de la tecnología usada en los inodoros:

Clasificar los diferentes tipos de inodoros es bastante complicado, particularmente porque lo que más nos interesa en la presente tesis es mostrar los diferentes tipos de tecnologías utilizadas mas no marcas o modelos en particular, por ello clasificaremos dichas tecnologías en dos grandes grupos<sup>5</sup>:

- Tecnología usada comercialmente.
- Tecnología patentada mas no comercializada.

#### 1.3.1 Tecnología usada comercialmente:

- ***Briggs Vacuity toilet* ©:**

El sistema de vacío que utilizan los inodoros Briggs es a grandes rasgos similar a los modelos tradicionales descritos líneas arriba la mejora que presentan es tener conectado a través de una tubería y una sección en la taza, el sifón y el tanque, como se muestra en la Fig.1.15, esto permite que segundos después que el tanque esta vacío y el efecto sifón iniciado, ingrese agua en la parte superior del sifón creando vacío, esto potencia el efecto sifón generando mayor succión para dirigir la materia descargada hacia la trampa y luego a la curva de cierre.

- ***FLUSHMATE III* ® Toilet:**

El sistema *Flushmate III* fue diseñado por la empresa *Sloan Valve Company*, para los inodoros de la empresa GERBER y es básicamente un sistema que opera con presión asistida, sus componentes son mostrados en la Fig. 1.16.

---

<sup>5</sup> Debe recordarse que en cualquiera de los dos casos se verán diferentes principios de funcionamiento siendo los más resaltantes las variaciones sobre la descarga usando la gravedad (*gravity toilets*) que utilizan un sifón y los otros sistemas como aquellos que usan presión asistida o algún principio mecánico distinto.

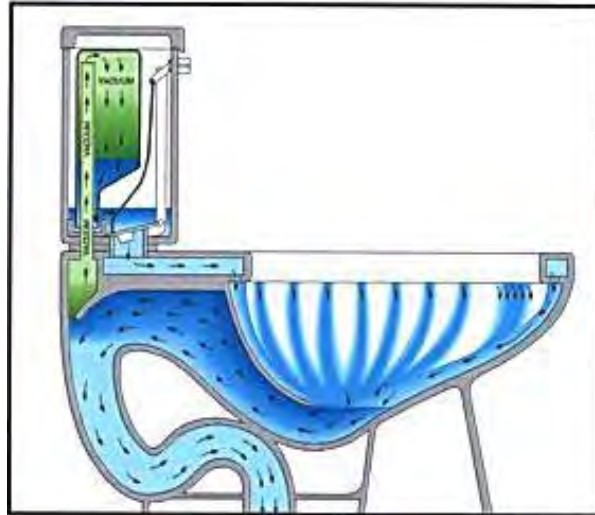


Fig. 1.15 Vista en sección del *Briggs Vacuity toilet* © en plena descarga [Ref. 16].

La presión extra generada en el grupo suplementario superior (*Upper Supply Group*) de la cisterna permite al equipo operar con menos de 6 Litros por descarga.

El sistema atrapa el aire dentro del *Upper Supply Group* y al llenar este con agua, el aire dentro empieza comprimirse. Este aire comprimido es lo que obliga al agua a entrar en el *bowl*, así que en lugar de "tirar" o utilizar un sifón, la unidad de presión asistida "empuja" los residuos, limpiando la taza posiblemente mejor que las unidades convencionales.

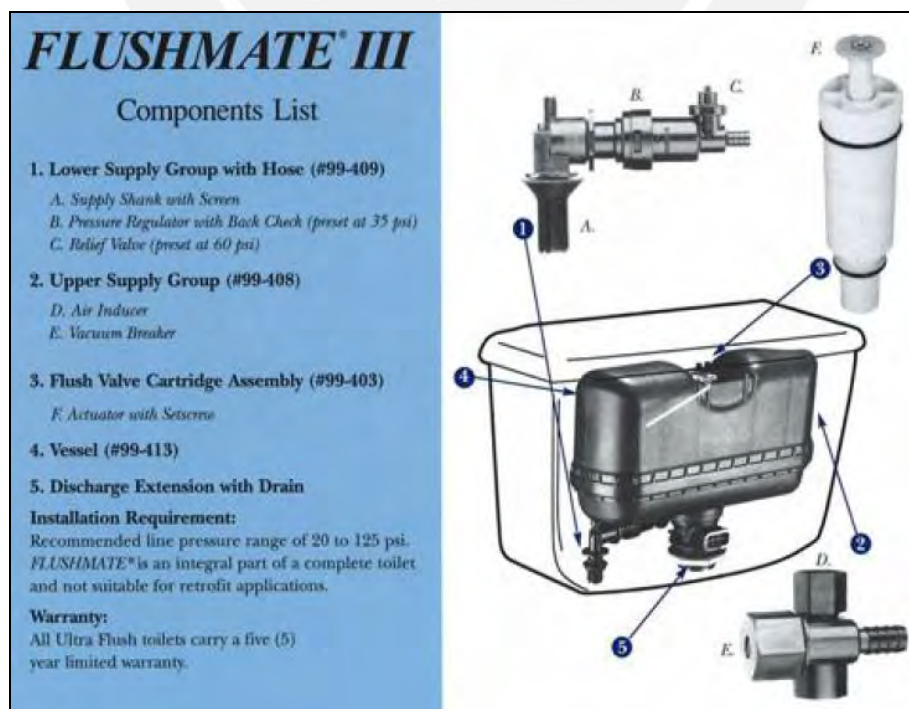


Fig. 1.16 Componentes de un sistema Flushmate III [Ref. 17].

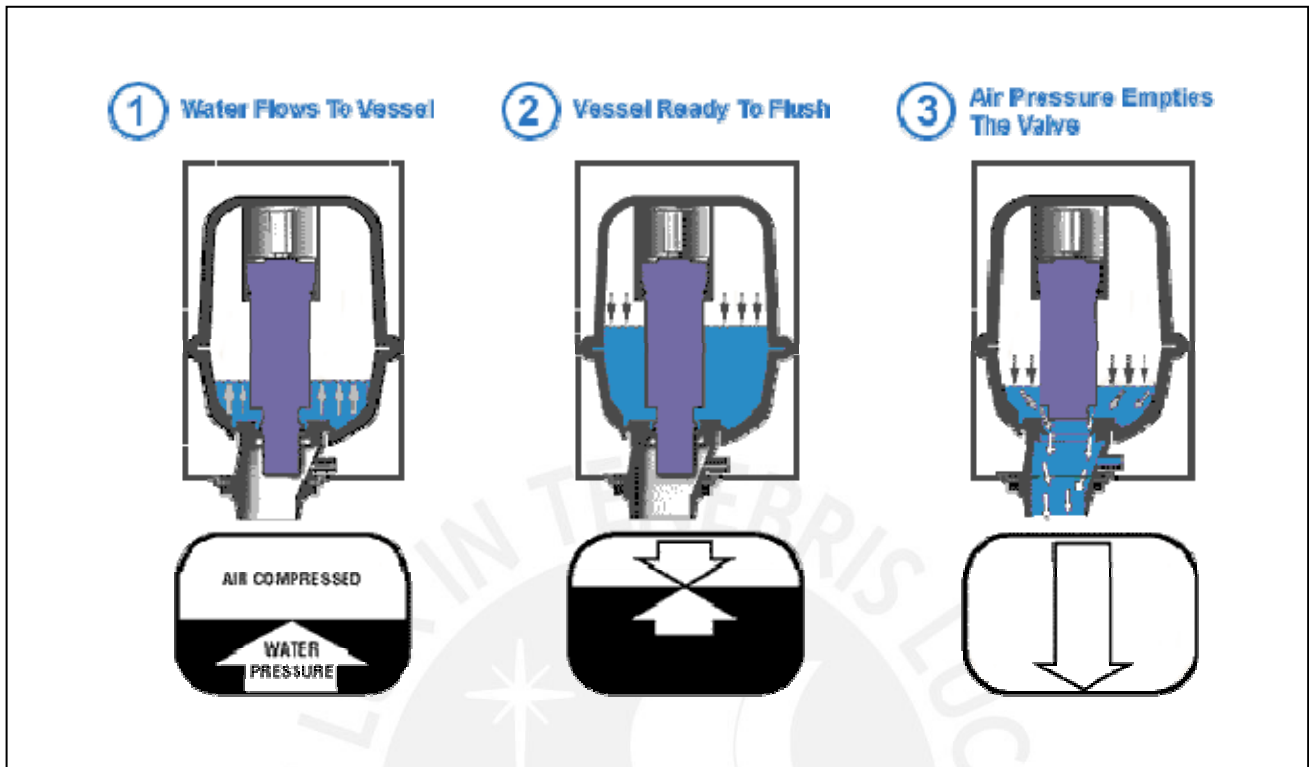


Fig. 1.17 Principio de funcionamiento del sistema Flushmate III [Ref. 18].

- **Sistema KOHLER® Ingenium™:**

Este sistema es recomendable para baños que están sometidos a gran afluencia de personas, es una variación del sistema tradicional con sifón y se caracteriza por ser poco ruidoso, ya que la salida del sifón jet está regulada, además presenta previo al llenado del sifón y la generación de un vórtice remolino tipo jacuzzi que permite un ciclo de lavado más rápido.

- **Sistema KOHLER® Power Assisted (or Power Lite)<sup>6</sup>:**

El sistema KOHLER® Power Lite dispone de una bomba de 2 HP en reemplazo del tanque. Además posee un exclusivo sistema *Twin Touch™*, un actuador que permite a los usuarios seleccionar descargas de bien 1.0 galones o 1.4 galones, en función de

<sup>6</sup> Este sistema es utilizado en los inodoros de un solo cuerpo conocidos comercialmente como “One Piece”

sus necesidades individuales. Esta doble opción puede ahorrar un promedio aproximadamente de 2000 galones de agua al año.



Fig. 1.18 Sistema KOHLER® Ingenium™ [Ref. 19].

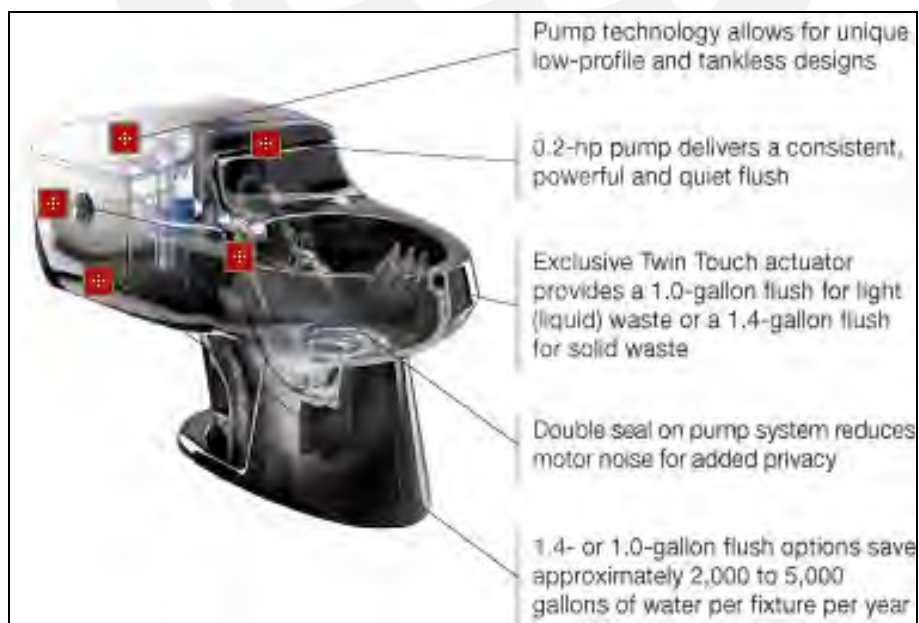


Fig. 1.19 Sistema KOHLER® Power Assisted, Modelo San Rafael [Ref. 20].

- **Sistema KOHLER® Rim Jet:**

Este sistema utiliza una variación del sistema sifón jet, aquí el agua entra rápidamente a la trampa a través de chorros que apuntan hacia adentro, los mismos que salen de agujeros colocados en la parte delantera del *bowl* y alrededor de este, existe también un sistema parecido al sifón jet que complementa la acción.

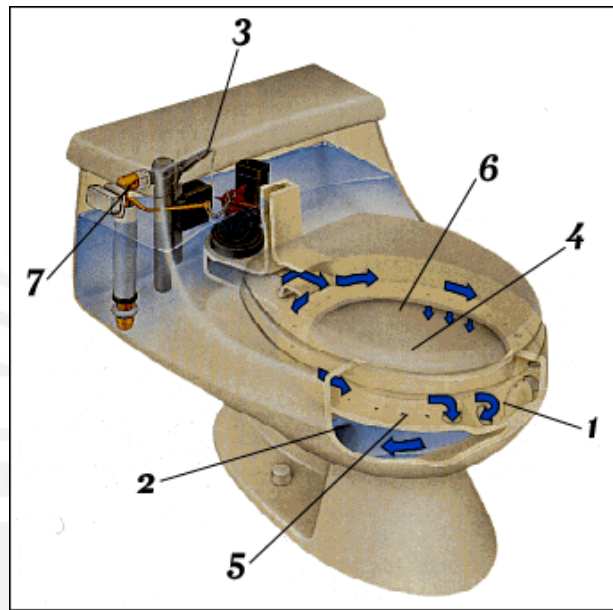


Fig. 1.20 Sistema KOHLER® Rim Jet [Ref. 21].

- **Sistema Cyclone® de Toto**

El sistema *Cyclone* cuenta con un sistema sifón jet modificado, con unas boquillas que permiten la salida del agua del borde a gran velocidad en dos puntos, lo cuál crea un efecto centrífugo, de allí el nombre de *Cyclone*, que refuerza considerablemente el efecto sifón, nótese que carece de los agujeros característicos de los sifón jet en el borde de la taza.

### 1.3.2 Tecnología patentada mas no comercializada:

A continuación listaremos las patentes cuyo desarrollo presenta los mismos objetivos que nuestro sistema.



Fig. 1.21 Sistema Cyclone © de Toto [Ref. 22].

a) **Título** : **Aparato y arreglos para conservar el agua  
Para un Inodoro<sup>7</sup>**

**Inventores** : Aleman, Augusto Cuevas

**Resumen:** Este diseño contiene es básicamente un aparato y arreglos para conservar el agua una vez que ha sido utilizada en diversas acciones como el lavado, o similares (estas son aguas drenadas jabonosas o lo que podría ser denominado "aguas blancas"). Básicamente el agua que sale de un lavabo, es drenada hacia el tanque de un retrete de forma que, el agua que se utilizó por primera vez para el lavado u otros propósitos sanitarios, se utiliza una segunda vez para Inodoro.

De acuerdo con la presente invención, el sistema tiene una tubería que va desde la

<sup>7</sup> De ahora en adelante cada vez que se use el término "Inodoro" se hará referencia al modelo tradicional de dos piezas, descrito en la primera parte de este capítulo.

parte inferior de un lavabo de pie, o similares, y descarga en el tanque de la taza del baño o retrete (previo paso por un filtro), el agua descargada desde el lavabo de pie fluye por gravedad en el tanque. El fondo del tanque de drenaje o del lavabo está por encima del nivel al cual el tanque del inodoro se llena y, por tanto, no surgen problemas en relación con el flujo de agua en el tanque. El tanque del inodoro normalmente incluye una conexión para desborde de modo que cualquier flujo de agua que exceda el volumen requerido para llenar el tanque al nivel deseado se evacua a través de una tubería.

**b) Título** : Combinación de lavabo y retrete como sistema de conservación de agua.

**Inventores** : Medrano, Juan M.

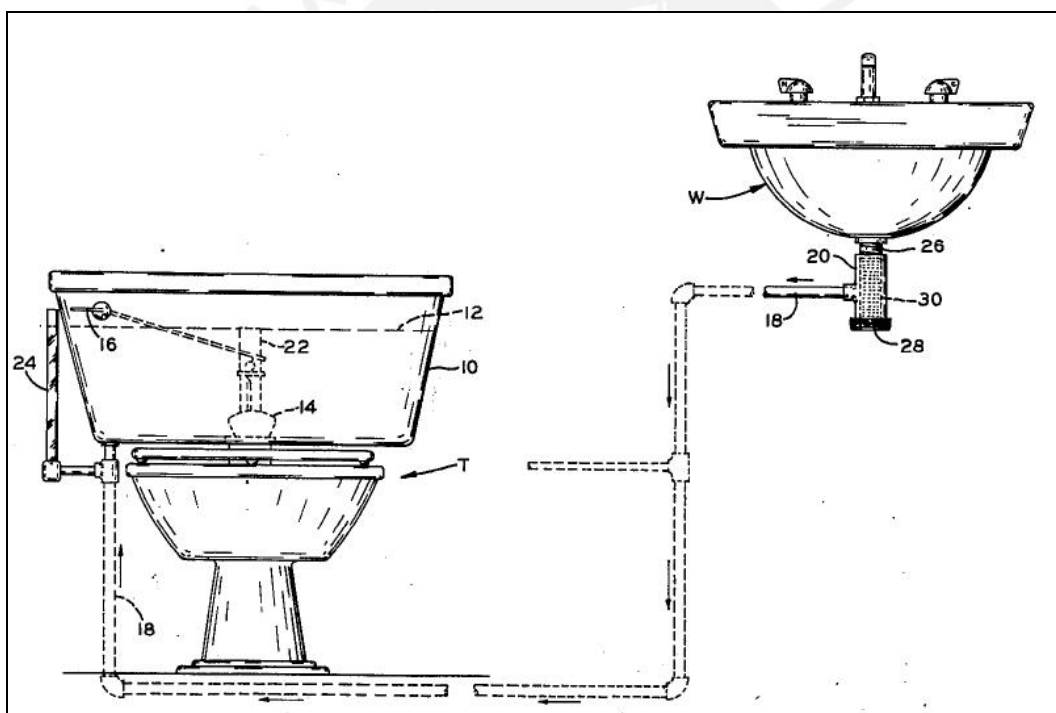


Fig. 1.22 Disposición y conexión del Aparato y arreglos para conservar el agua para un Inodoro [Ref. 23].

**Resumen:** Un sistema de conservación de agua basado en una combinación de lavabo e inodoro con un depósito de agua. El tanque de agua tiene una cámara de

agua limpia y una cámara de aguas grises<sup>8</sup>. Una primera salida conecta la cámara de aguas grises con la taza del baño y una válvula trampa se cierra esta salida. Una segunda salida conecta la cámara de agua limpia con la de agua gris y una cámara de válvulas cierra esta salida. Las tuberías conectan al desagüe del lavabo con la cámara de aguas grises. Otras tuberías también conectan una fuente de agua limpia a la cámara de agua limpia. Una palanca de mano en la parte exterior de la taza del inodoro opera un brazo de palanca en el tanque de agua, el cual cuando se produce una carencia en el volumen de aguas grises activa una válvula flotante que deja que el agua limpia entre en el tanque de agua gris. La estructura también es accionada en el tanque de agua gris, cuando el brazo de palanca se mueve hacia arriba y eleva esta estructura, se abre la válvula trampa para liberar el agua de la cámara de aguas grises en el inodoro para el lavado del mismo.

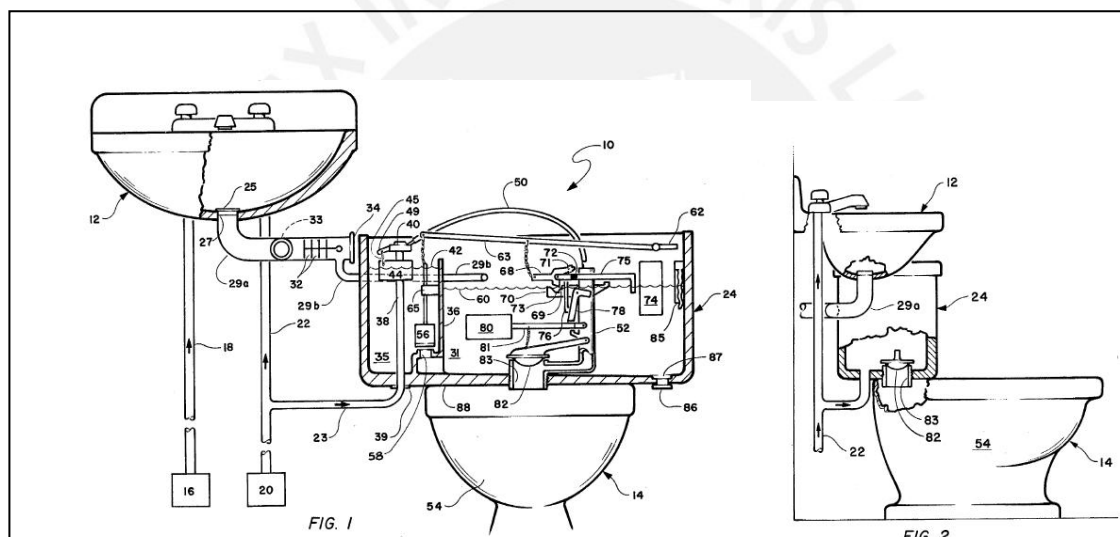


Fig. 1.23 Combinación de lavabo y retrete como sistema de conservación de agua [Ref. 24].

**c) Título : Tanque conservador y alimentador de agua**

**Inventores : Rivera; Alfredo**

**Resumen : El Tanque conservador y alimentador de agua, es una combinación de un tanque de alimentación instalado en una mesa sobre un tanque de**

<sup>8</sup> Aguas grises: Aguas que son Coleccionadas del flujo de aguas residuales que originan lavadoras de ropa, la tina de baño duchas o lavamanos. El agua gris no es coleccionada del flujo de alcantarilla, del fregadero, del lavavajillas o del baño. [Ref. 32].

inodoro convencional, y una tubería de descarga que se extiende hacia abajo por todo el tanque saliendo por el fondo del tanque. Existe también un cierre hermético entre los bordes de dicha cubierta que impide el paso del aire, cierra el conjunto una boya que flota sobre un mecanismo encima del tubo de salida; dicho mecanismo de flotación está controlado por una cadena que permite regular la abertura y con ella el flujo de agua al tanque del inodoro, la boya esta en un extremo de un brazo pivoteado sobre un pin en la parte inferior del tanque, mientras que la cadena se encuentra en un extremo opuesto de dicho brazo a fin de que la boya este en contra de la salida del tubo, lo que impide cualquier entrada de agua o filtración en la tubería mientras la cadena se encuentre hacia arriba.

d) **Título : WC sistema de vacío**

**Inventores** : Oldfelt, Sven; Stahl, Gary L., Still; Bjorn M.

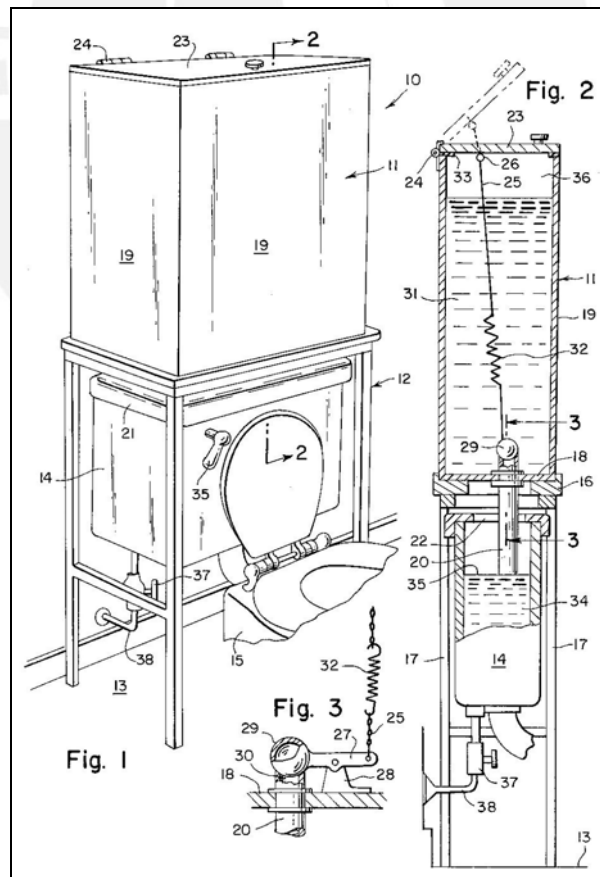


Fig. 1.24 Tanque conservador y alimentador de agua [Ref. 25].

**Resumen** : El sistema de vacío para inodoro consta de un inodoro con una tapa montada para el movimiento relativo a la taza entre una posición abierta y una posición cerrada, la cubierta está al menos parcialmente sellada en los bordes en la posición “cerrada”. Una apertura para el suministro de líquidos es necesaria para la introducción de estos en el inodoro cuando la tapa está en la posición cerrada. Una válvula de descarga conecta la salida de esta apertura del inodoro a una tubería de alcantarillado, en la que un vacío parcial se puede establecer. El depósito tiene una apertura de entrada para la recepción de enjuague líquido y una salida que comunica con la apertura del suministro de líquidos. La entrada del embalse es expuesta a la misma presión que el líquido suministrado cuando la taza está en la posición de “abierto” y la válvula de descarga está cerrada. El Enjuague líquido se extrae del tanque de reserva de manera que el líquido es arrastrado cuando la válvula de descarga está abierta y la tapa se encuentra en la posición “cerrada”.

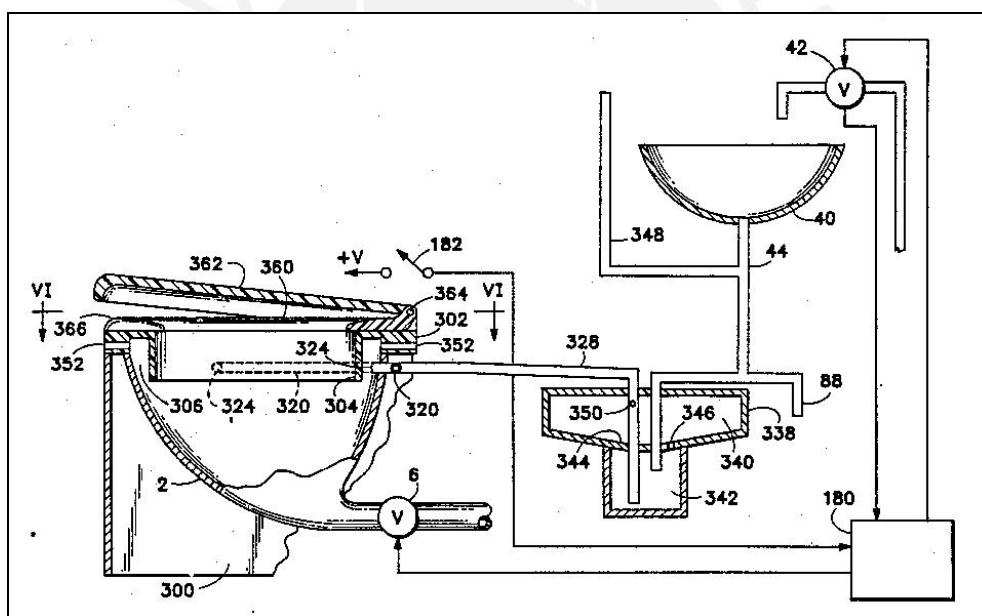


Fig. 1.25 WC sistema de vacío [Ref. 26].

e) **Título : Sistema de recirculación de aguas grises.**

**Inventores** : McDonald, John R., Henry, Michael P. y Steele, Ronald J.

**Resumen** : Un sistema modular, compacto y portátil para reciclar aguas grises, para su instalación es necesaria la existencia de cañerías con un sistema de abastecimiento de agua, un lavabo, una bañera o ducha, un retrete y un alcantarillado.

Los módulos incluyen un módulo accesorio de drenaje, un módulo de sistema de control, y un módulo tanque de almacenamiento, todos interconectables. Las aguas grises se recogen de la bañera, ducha, o sumidero, y se almacena en un tanque de almacenamiento para su reutilización en un retrete. El tanque de almacenamiento y el módulo de drenaje son controlados por un módulo de control. La Capacidad puede ser modificada mediante la adición o supresión de módulos de tanques de almacenamiento. Diferentes sistemas para proveer agua pueden ser adaptados mediante la adición o supresión de los módulos de drenaje y sistemas de módulos de control. El tanque de almacenamiento y el sistema de módulos de control están diseñados de tal forma y tamaño que pueden caber debajo de un lavabo convencional.

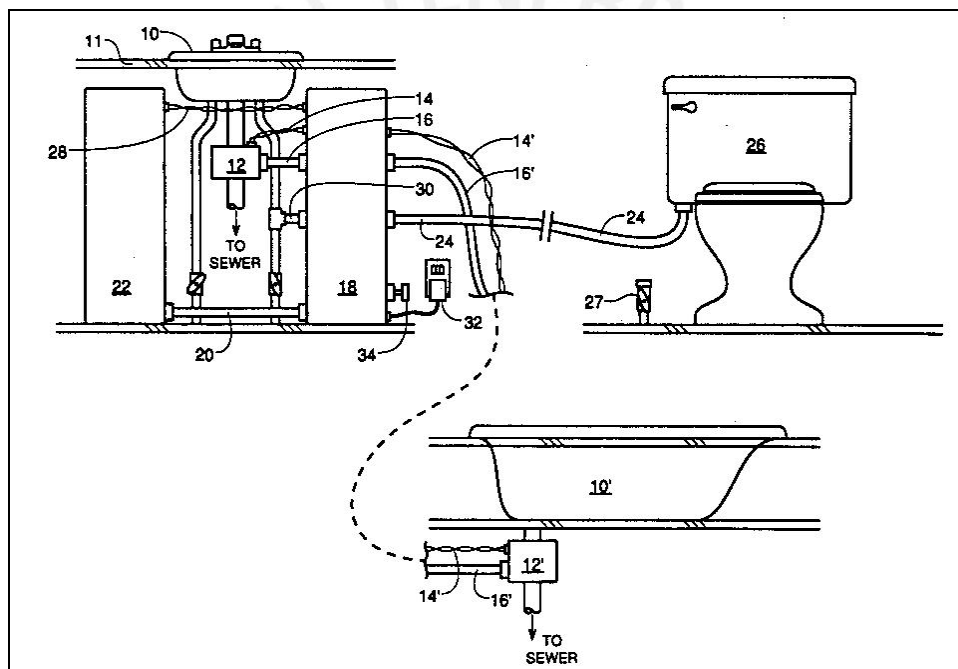


Fig. 1.26 Sistema de recirculación de aguas grises [Ref. 27].

f) **Título : Sistema para utilizar aguas grises drenadas de un lavabo en un inodoro**

**Inventores** : Teichroeb; Darrick

**Resumen** : Este es un sistema que permite el uso de aguas grises drenadas de un lavabo, incluye un retrete con taza, un tanque de agua con un agujero de drenaje en la zona inferior y una pared interna que define un compartimiento superior y un

compartimiento inferior. El compartimiento superior tiene un agujero en la pared interna para el drenaje, el lavabo cuenta con un tubo de salida que se extiende por la parte superior del compartimiento; se cuenta también con un canal de conexión entre los compartimientos y el agujero del drenaje inferior. Existe un tubo conectado al agujero de drenaje del compartimiento superior y un mecanismo de descarga orientado a permitir la descarga de dicho tubo, el flujo de agua va del compartimiento superior al inferior a través de unas perforaciones, además este sistema impide el flujo de agua en el canal de conexión. Por otro lado hay un mecanismo de descarga más, que tiene otra orientación, esta impide que el flujo de agua de la parte superior del compartimiento pase al compartimiento inferior y además permite el agua fluya hacia el canal y hacia la conexión con el tanque del inodoro.

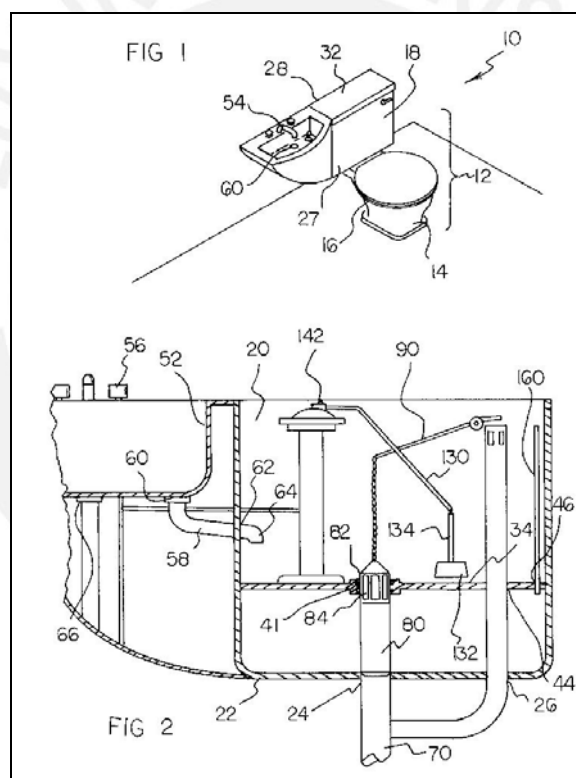


Fig. 1.27 Sistema para utilizar aguas grises drenadas de un lavabo en un inodoro [Ref. 28].

**g) Título : Die folgenden sind den vom anmelder eingereichten  
Unterlagen Entnommen**

**Inventores** : Schmidt, Klaus – Peter

**Resumen** : El aparato consta de un contenedor que funciona como depósito de

agua, al cual la ducha, lavadora o bañera suministran aguas grises. Dentro del contenedor y alrededor podremos apreciar aparatos para la absorción de aguas grises (bombas) así como un sistema en caso de desborde.

El contenedor está conectado mediante un tubo flexible con una bomba eléctrica sumergida, que se encarga de impulsar las aguas grises desde la base de la bañera hasta llenar el depósito de agua. Tras el encendido de la bomba en el baño o en la ducha el agua se bombea a través del tubo flexible hacia el contenedor, el tiempo de funcionamiento de la bomba puede ser controlado según un tiempo dado o asignando según un nivel de delimitación en el tanque a través de un brazo flotante o una boya.

Si el tanque se llena, podremos abrir una válvula en el recipiente para que el sistema alimente al inodoro y este pueda funcionar. En caso de desborde se cuenta con una válvula, ubicada entre un extremo del tubo de alimentación y el tanque cisterna del inodoro. No hay posibilidad que el agua siga corriendo una vez terminada la descarga del inodoro pues la válvula que regula el flujo se cierra automáticamente. Si no hubiese agua en el tanque contenedor el tanque del inodoro se llenará de forma independiente.

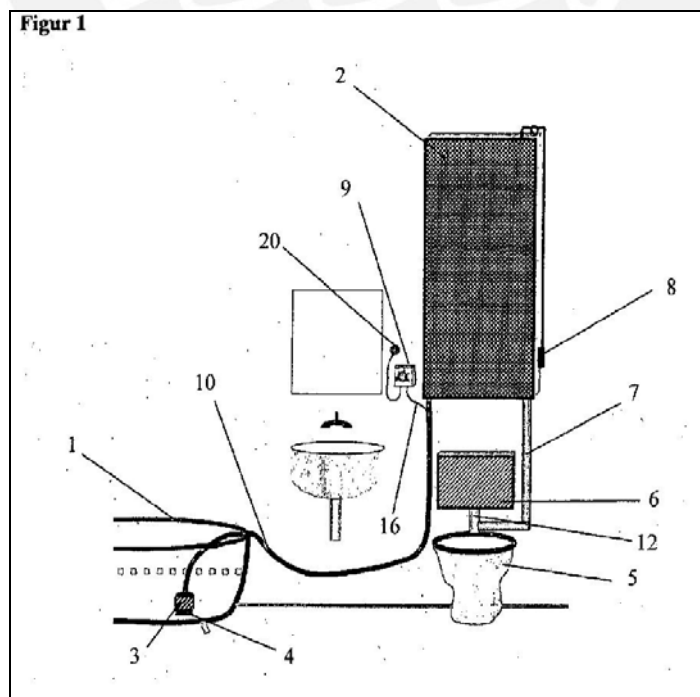


Fig. 1.28 Die folgenden sind den vom anmelder eingereichten Unterlagen Entnommen [Ref. 29].

h) **Título : Toilet system with vacuum extraction**

**Inventores** : Haberzettl, Michael

**Resumen** : La invención se refiere a un inodoro con sistema de aspiración por vacío, en el cual una inserción (1) se coloca en la taza del inodoro (10). Esta inserción tiene una trampa para evitar los malos olores (6) en el extremo inferior, y está conectado a la parte superior del tanque del inodoro a través de una tubería con boquillas (7) que puede ser conectada a otra tubería con agua a presión (2). La trampa contra malos olores (6) se conecta a través de un conducto de aspiración (3) a una unidad de succión que puede ser vaciada por medio de un drenaje conectado al sistema de alcantarillado.

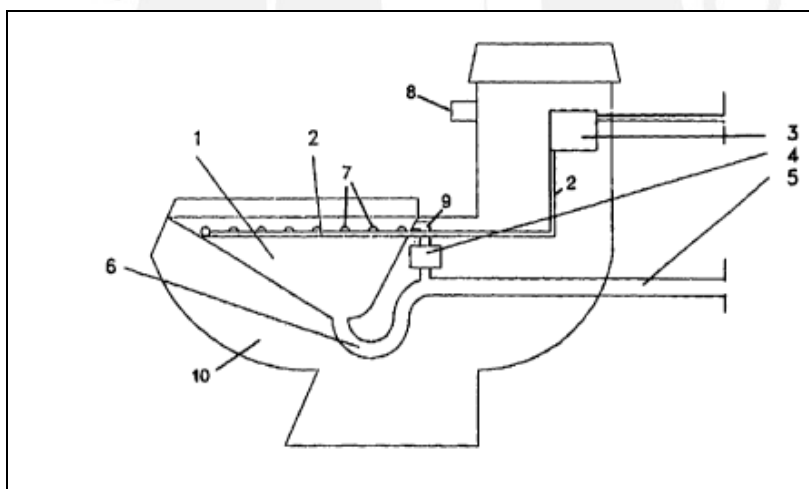


Fig. 1.29 Toilet system with vacuum extraction [Ref. 30].

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Ref. 1] Naciones Unidas/WWAP, Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: "Agua para todos, agua para la vida". París, Nueva York y Oxford, Ediciones UNESCO y Berghahn Books, UNESCO WWAP 2003., p.5.
- [Ref. 2] Ibid., p.36.
- [Ref. 3] Ibid., p.504.
- [Ref. 4] Ibid., p..361.
- [Ref. 5] Yopez, Herbert ; Fuentes, Carlos; Sevillano, Gonzalo; Tominaga, Andres. Reutilización y tratamiento de aguas domesticas residuales para el accionamiento de inodoros mediante un sistema de vacío. Propuesta para el XI Premio Coca Cola a la Ecoeficiencia, 2007.
- [Ref. 6] RAE Dicionario On line: <http://buscon.rae.es/drae/> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 7] Imágenes disponibles en: <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/index.htm> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 8] Imágenes disponibles en: <http://www.toiletology.com/> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 9] Idem Ref. 5.
- [Ref. 10] Idem Ref. 5.
- [Ref. 11] Idem., Ref. 5.
- [Ref. 12] Idem., Ref. 5.
- [Ref. 13] Idem., Ref. 5.
- [Ref. 14] Idem., Ref. 5.
- [Ref. 15] Idem., Ref. 5.
- [Ref. 16] Imágenes disponibles en: <http://www.toiletology.com/briggs> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 17] <http://www.flushmate.com/HowItWorks/default.asp> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 18] Idem., Ref. 17.
- [Ref. 19] <http://www.kohler.com/> [En línea] <Revisado 14.09.2008>
- [Ref. 20] Idem., Ref. 19.

- [Ref. 21] Idem., Ref. 20.
- [Ref. 22] [http://www.totousa.com/innovation\\_landing.asp](http://www.totousa.com/innovation_landing.asp) [En línea] <Revisado 14.09.2008>
- [Ref. 23] Aleman, Augusto Cuevas, Apparatus and arrangement for conserving water for toilet flushing, US 4.030.144, 02 de Septiembre de 1975, App. 609.608, 21 de Septiembre de 1977, 4 p.
- [Ref. 24] Medrano; Juan M, Apparatus Combination wash basin and toilet conservation system , US 4.358.864, 04 de mayo de 1981, App. 260.368, 16 de Noviembre de 1986, 9 p.
- [Ref. 25] Rivera, Alfredo, Water feeder conservation tank, US 4.371.992, 04 de Septiembre de 1981, App. 299.598, 08 de Febrero de 1983, 4 p.
- [Ref. 26] Oldfelt, Sven, Stahl, Gary L. y Still; Bjorn M. Vacuum toilet system, US 5.245.711, 15 de Agosto de 1989, App. 394.072, 21 de Septiembre de 1993, 13 p.
- [Ref. 27] McDonald, John R., Henry, Michael P y Steele, Ronald J, Gray water recycle system, US 5.317.766, 21 de Junio de 1993, App. 78.828, 07 de junio de 1994, 17 p.
- [Ref. 28] Teichroeb, Darrick, Toilet flushing system that allows use of gray water drained from a sink, US 5.813.047, 12 de Febrero de 1997, App. 799.500, 29 de Septiembre de 1998 , 9 p.
- [Ref. 29] Schmidt, Klaus –Peter , Die folgenden sind den vom anmelder eingereichten Unterlagen entnommen, DE102005015562A1, 05 de Abril del 2005, 12 de Octubre del 2006, 6p.
- [Ref. 30] Haberzettl, Michael, Toilet system with vacuum extraction, CA 2290997, 06 de marzo de 1998, App. 297 09 653.2, 12 de Octubre de 1998, 17p.
- [Ref. 31] Rodriguez Pin, Jose Antonio, Sistema economizador de agua, ES2267413A1, 01 de Septiembre del 2006, 01 de Marzo del 2007, 7p.
- [Ref. 32] ADEQ (Arizona Department of environmental quality). Uso de aguas grises en el hogar. <http://www.adeq.gov/environ/water/permits/download/graywater.pdf> [En línea] <Revisado 14.09.2008>

## **CAPITULO SEGUNDO**

### **DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL SISTEMA**

#### **2.1 Introducción:**

A lo largo de este capítulo veremos la evolución del sistema desde el concepto original (representado en la Fig. 2.1) hasta su materialización en dos prototipos diferentes, cada cuál con distintas modificaciones respecto al original, a fin de ser construidos para pruebas en laboratorio. El Prototipo #1, que se basó en la modificación de un inodoro existente (mostrado en la Fig. 2.2) cuyos componentes son descritos en su totalidad en este capítulo y el Prototipo #2, que se crea a raíz de resultados poco favorables obtenidos con el primer prototipo y cuyas características son descritas en el Capítulo Tercero.

#### **2.2 Descripción del sistema:**

Tras considerar los avances tecnológicos y las ideas patentadas descritas en el capítulo anterior, esta tesis propone un sistema diferente a los expuestos para que valiéndose del vacío generado por el descenso de nivel del agua en el tanque del inodoro, se pueda succionar agua que abastezca nuevamente a este último desde un tanque que almacena aguas residuales provenientes del lavabo del baño.

#### **2.3 Funcionamiento:**

En un principio el tanque, cerrado herméticamente para evitar una pérdida de presión, se encuentra lleno, al accionar la palanca se produce la descarga del total del volumen del tanque (seis Litros) esta descarga generará una diferencia de presiones entre el tanque del inodoro (ahora vacío) y el tanque de reutilización de agua, ambos

conectados por una manguera, la presión generada es de tal magnitud que logra succionar parte del agua residual contenida en el tanque de reutilización, toda vez que por gravedad la solapa de la cisterna se coloca en posición de cerrado tras alcanzar el volumen deseado, como es de esperar tanto el volumen del tanque de reutilización como el del tanque de la cisterna deben de ser visibles, ya que si la cantidad de agua en el tanque de recirculación es menor a seis Litros puede que el inodoro no funcione correctamente para la siguiente descarga, en previsión de ello existirá una válvula entre la toma de agua de la casa y el tubo de abasto de la cisterna de forma tal que cuando el volumen de agua en la cisterna sea menor a seis Litros y el tanque de recirculación no cuente con agua, la cisterna pueda llenarse de manera tradicional. La Fig. 2.1 muestra un esquema con la idea original del sistema.

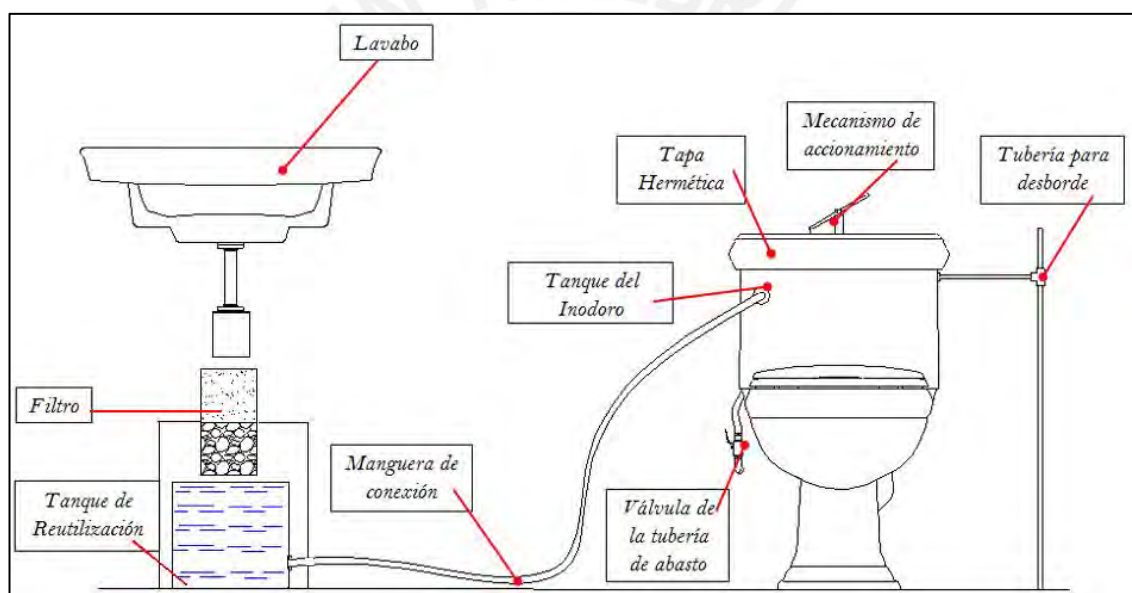


Fig. 2.1: Esquema de la idea original del Sistema Reutilización y Tratamiento de Aguas Domésticas Residuales para el accionamiento de Inodoros mediante un Sistema de Vacío.

## 2.4 Componentes:

Son dos los criterios que primaron a la hora de seleccionar los materiales y componentes del sistema (los mismos que se aprecian en la Fig. 2.1), el primero fue la economía, los materiales han de ser lo menos costosos posibles, considerando que el público objetivo del diseño es gente de escasos recursos económicos. Segundo, la facilidad para encontrar los componentes en el mercado local, los componentes de ser posible deben de poder hallarse en tiendas no especializadas, de allí que siempre que se pueda optar por material reciclado (como en el caso del material base del tanque de

reutilización) será mejor para los objetivos del proyecto. La Fig. 2.2 muestra el Prototipo #1 tal cuál fue montado en el laboratorio.

#### a) Tanque de Reutilización:

El Tanque de reutilización es el recipiente en el cuál se almacenan las aguas jabonosas provenientes del lavabo para ser usadas nuevamente previo paso por el filtro del sistema, para su construcción se puede adaptar bidón genérico de agua de mesa de 40 Litros, utilizarlo nos trae varias ventajas, la primera al ser un material reciclado, el costo será mínimo y segundo tanto en capacidad como en forma cumple con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [Ref. 1] para almacenamiento de agua. Para su montaje en el laboratorio el tanque de recirculación fue reemplazado por una batea de 15 Litros de capacidad conectada a través de una manguera al tanque del inodoro. Tal cuál se muestra en La Fig. 2.3.



Fig. 2.2: Fotografía del Sistema Reutilización y Tratamiento de Aguas Domésticas Residuales para el accionamiento de Inodoros mediante un Sistema de Vacío.

#### b) Filtro:

Filtro lento de arena y grava, utilizado para filtrar espuma, restos orgánicos y partículas capaces de obstruir la manguera. Su justificación y características serán descritas en

la sección correspondiente al tratamiento de aguas. La Fig. 2.4 muestra los principales medios de Filtración.

### c) Manguera de Conexión:

Manguera plástica común de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro que servirá para conectar el tanque o cisterna del inodoro con el tanque de reutilización.

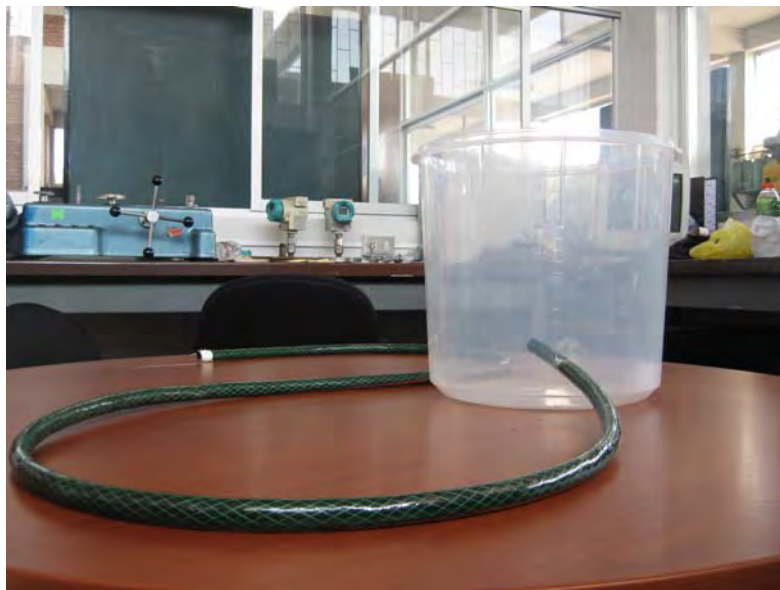


Fig. 2.3: Fotografía del Tanque de reutilización para la experiencia del laboratorio

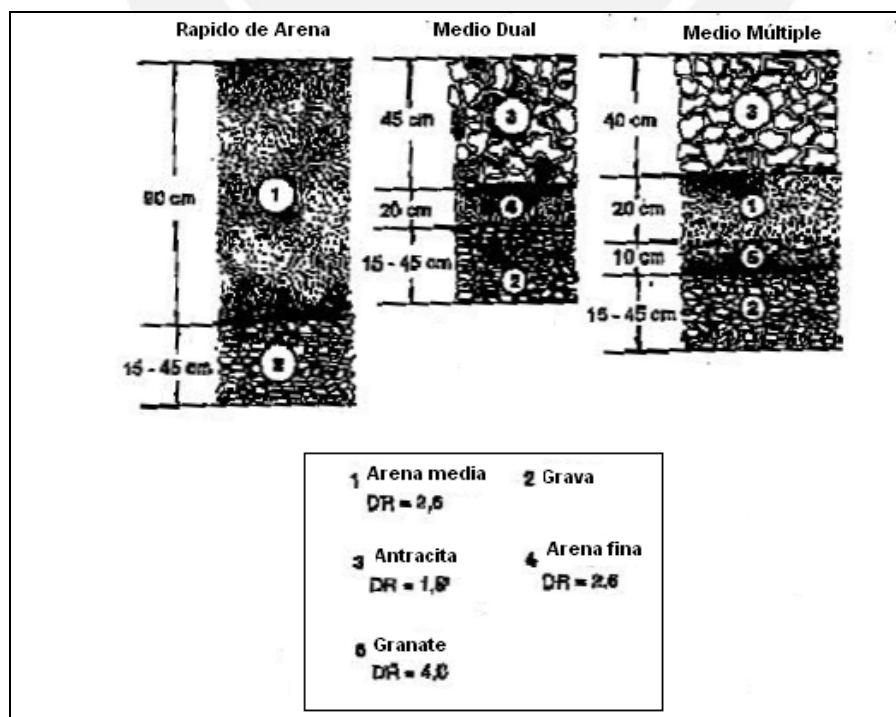


Fig. 2.4: Principales Medios de Filtración

#### d) Tapa Hermética:

La tapa original del inodoro de material cerámico (porcelana), cuyas propiedades se ven resumidas en la Tabla 2.1, será ligeramente modificada a fin de ganar hermeticidad, para ello se recomienda utilizar un empaque y colocarlo entre la tapa y el tanque del inodoro. La presión de acople necesaria entre ambos elementos es conseguida mediante el empleo de cintas plásticas de embalaje alrededor del tanque. La principal modificación consiste en el agujero hecho en la parte central de la tapa a fin de colocar el sistema de accionamiento.

Módulo elástico	2.2059e+011	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.22	NA
Módulo cortante	9.0407e+010	N/m <sup>2</sup>
Densidad	2300	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	1.7234e+008	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión	5.5149e+008	N/m <sup>2</sup>

Para el montaje en el laboratorio, dadas las complicaciones inherentes a trabajar con material cerámico procedimos a elaborar una tapa para el tanque del inodoro a partir de una plancha de Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMW) de 215 mm x 204 mm x 35 mm, la misma que fue mecanizada (al respecto referirse al plano PRT\_01 en la sección correspondiente) en un centro CNC para que encajará exactamente con el contorno del tanque del inodoro de nuestro prototipo. Se eligió el Polietileno entre otras razones por su elasticidad y su baja dureza, lo que permitiría en caso de una elevada presión de vacío que la tapa se deforme sin romperse, toda vez que nos daría facilidades para mecanizarla y modificarla sin problemas. Las propiedades del material, cualitativamente graficadas en una escala de 1 a 10, se muestran en la Fig. 2.5, mientras que los valores exactos aparecen en la tabla 2.2.

Para asegurar la hermeticidad se procedió a colocar una empaquetadura de corcho en la ranura de la tapa para así unirla al tanque tal como fue descrito líneas arriba. La Fig. 2.6 muestra la disposición de la empaquetadura.

### e) Válvula de la Tubería de Abasto:

Válvula unidireccional de diámetro nominal 7/8", su función es sencilla: en caso que el tanque de reutilización no contenga suficiente agua para abastecer al tanque de la cisterna permitirá el paso del agua de la red doméstica hacia la cisterna del inodoro para que este sea llenado de forma tradicional.

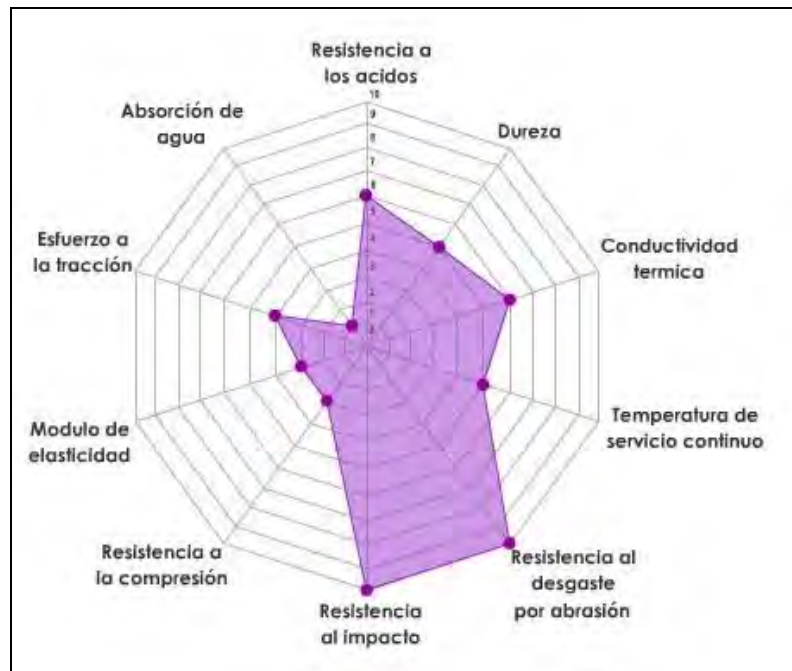


Fig. 2.5. Esquema de propiedades del Polietileno UHMW [Ref. 3]

Tabla 2.2. Propiedades del Polietileno UHMW [Ref. 4]

UHMWE - PE			
PROPERTIES	ASTM Test Method	Unit	Typical Value
<b>Mechanical Properties</b>			
Density	D792	g/cm <sup>3</sup>	0,928 - 0,940
Yield	D638	psi	2900 - 3400
Tensile	D638	psi	4600 - 6800
Elongation	D638	%	250 - 400
Single Notch Izod	D256	-	No break
Double Notch Izod	Internal procedures	ft lbs/in <sup>2</sup>	25 - 50
Tensile Impact	D1822	ft lbs/in <sup>2</sup>	600 - 1200
Flexural Modulus	D790	psi	10x10 <sup>4</sup> - 15x10 <sup>4</sup>
Tensile Modulus	D638	psi	10x10 <sup>4</sup> - 15x10 <sup>4</sup>
Hardness	D785	Shore D	65
Static Friction on Polished Steel	D1894	-	0,20 - 0,25
Dynamic Friction	D1894	-	0,14 - 0,17
<b>Electrical Properties</b>			
Surface Resistivity	D257	-	10 <sup>16</sup>
Volume Resistivity	D257	-	10 <sup>16</sup>
Dielectric Constant	D150	-	2,3
<b>Thermal Properties</b>			
Thermal Expansion (-30°C - +80°C)	D696	-	2 x 10 <sup>-4</sup>
Vicat Softening Point	D1525	°C	138 - 140
Heat Deflection (79°C)	D648	psi	66
Recommended operating temperature range	-	°C	-30 - +82

### f) Tanque del Inodoro:

La cisterna del Inodoro se verá modificada de varias formas, para instalar los aditamentos que propone el sistema se debe retirar la palanca de accionamiento convencional y en su lugar colocar la manguera de succión. Además, se deberá sellar el tubo de rebose interno para conseguir hermeticidad.



Fig. 2.6: Izq. Fotografía de la tapa utilizada en la experiencia del laboratorio. Der. Fotografía de la empaquetadura colocada en la tapa utilizada en la experiencia del laboratorio.

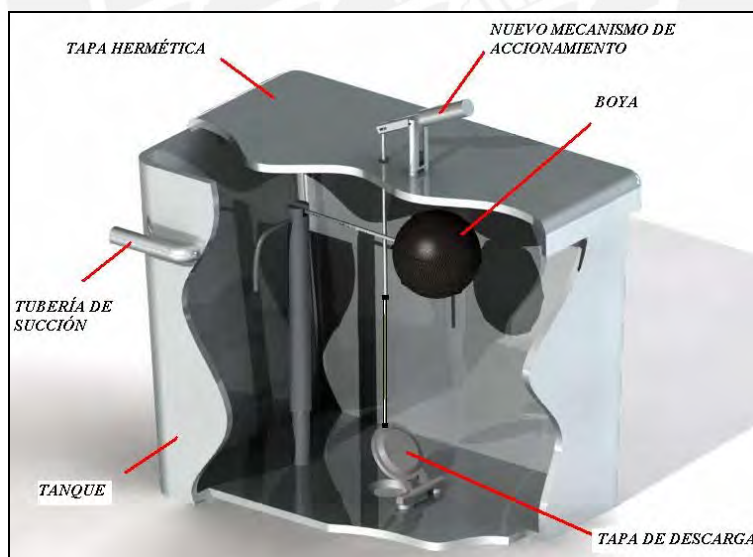


Fig. 2.7: Modelado del tanque modificado.

### g) Mecanismo de accionamiento:

El mecanismo de accionamiento del retrete consiste básicamente en una palanca pivoteada en el centro conectada a la solapa del tanque (tapa de descarga) en un

extremo, al presionar el otro extremo de la palanca la solapa se levanta iniciando la descarga.

Para la experiencia en el laboratorio, con el fin de preservar la hermeticidad del tanque el sistema fue reemplazado por uno compuesto principalmente por una Jeringa de 60 cc con 29 mm de diámetro, siendo modificada según sigue: la punta donde se conecta con la aguja fue removida, el extremo del tampón de goma de la jeringa va unido a una varilla plástica que a su vez esta unida a la solapa, permitiendo así que al accionar la jeringa, se levante la solapa iniciando la descarga, con la ventaja de que la hermeticidad de la jeringa está garantizada.



Fig. 2.8: Fotografías del mecanismo de accionamiento del sistema usado en el laboratorio.

#### **h) Tubería para el Desborde:**

Sistema compuesto por tres secciones de tubería de 1 ½” conectadas por un accesorio tipo “T”, en caso el agua empiece a pasar de cierto nivel permitirán el drenaje.

## 2.5 Tratamiento de Agua en el tanque de Reutilización:

El tema del tratamiento de agua excede por mucho los alcances de esta tesis, no obstante es necesario señalar algunos aspectos al respecto, para empezar el cuadro 2.1 resume los procesos de purificación más usados actualmente.

Cuadro 2.1: Procesos de purificación de agua. [Ref. 5]

PROCESO	PROPÓSITO
<b>TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>	
Cribado	Remoción de desechos grandes que pueden obstruir o dañar los equipos de la planta.
Pretratamiento químico	Remoción eventual de algas y otros elementos acuáticos que causan sabor, olor y color.
Presedimentación	Remoción de grava, arena, limo y otros materiales sedimentables.
Aforo	Medida del agua cruda por tratar.
<b>TRATAMIENTO PRINCIPAL</b>	
Aireación	Remoción de olores y gases disueltos; adición de oxígeno para mejorar sabor.
Coagulación/floculación	Conversión de sólidos no sedimentables en sólidos sedimentables.
Sedimentación	Remoción de sólidos sedimentables.
Ablandamiento	Remoción de dureza.
Filtración	Remoción de sólidos finos, floc en suspensión y la mayoría de los microorganismos.
Adsorción	Remoción de sustancias orgánicas y color.
Estabilización	Prevención de incrustaciones y corrosión.
Fluoruración	Prevención de caries dental.
Desinfección	Exterminio de organismos patógenos.

La efectividad de cada uno de estos métodos varía considerablemente entre uno y otro, mientras que algunos son mejores para tratar problemas bacteriológicos otros lo son para reducir la dureza del agua, pero para poder seleccionar algún método en particular, es necesario entender primero que el concepto de "calidad" del agua varía según su aplicación, es decir dependiendo de su aplicación el agua puede tener diferentes características por ejemplo el agua utilizada en campos, parques y regadíos es diferente, del agua potable que usamos para beber y esto es importante pues el valor económico del agua va de la mano con su calidad, potabilizar el agua es un proceso sumamente costoso, en particular si trabajamos con aguas residuales como es nuestro caso, de allí que tengamos que conocer bien en que hemos de reutilizar el

agua a tratar y que características mínimas deberá tener el agua una vez tratada según su utilidad. La tabla 2.3 muestra las características microbiológicas que debería tener el agua residual utilizada en la agricultura.

He aquí nuestro primer problema, el agua que hemos de reutilizar, coloquialmente suele definirse como “Aguas blancas” o jabonosas, como se explico en el capítulo anterior son diferentes de las aguas negras (*Black Water*) que provienen de los desagües que contienen todo tipo de contaminantes, las aguas blancas, casi no contienen residuos orgánicos, carecen de materia fecal u otros restos, para complicar aún más la situación la Norma técnica peruana no se ha manifestado sobre el tema, si se revisan las patentes mostradas en el capítulo anterior, se verá que varios de los sistemas, especialmente aquellos que tienen integrados el lavabo y el inodoro, no filtran o tratan el agua a utilizar.

Tabla 2.3: Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura [Ref. 6].

Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura <sup>a</sup>					
Categoría	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales <sup>b</sup> (Media aritmética n° de huevo por litro <sup>c</sup> )	Coliformes fecales (Media geométrica N° por 100 ml <sup>d</sup> )	Tratamiento requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos	Trabajadores, consumidores, público	1	1.000 <sup>d</sup>	Serie de estanques de estabilización que permiten lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles <sup>e</sup>	Trabajadores	< 1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria

<sup>a</sup> En casos específicos se debería tener en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar y modificar las directrices de acuerdo a ello.

<sup>b</sup> Especies *Ascaris* y *Trichuris* y anquilostomas.

<sup>c</sup> Durante el periodo de riego.

<sup>d</sup> Conviene establecer una directriz más estricta ( $\leq 200$  coliformes fecales por 100 ml) para prados públicos, como los de los hoteles, con los que el público puede entrar en contacto directo.

<sup>e</sup> En el caso de los árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

La normativa americana la define como “Aguas grises” (las principales recomendaciones para su uso se muestran en el Cuadro 2.3) y facilita bastante su uso, particularmente en el estado de Arizona, no obstante no hay ningún acápite respecto al uso específico en los inodoros, además por definición las aguas grises a las que el se refieren no son solamente las drenadas del lavabo, sino que incluyen

también las procedentes del lavado de ropa en máquinas lavadoras y la procedente de las lavadoras de platos y el lavabo de las cocinas, agua muchísimo más contaminada químicamente por el alto contenido de detergentes así como por la gran suciedad diluida, esta agua es obviamente más contaminante que los remanentes de lavabo del baño con los que hemos de trabajar, con el fin de zanjar este tema y definir la calidad del agua con la que proveeremos al inodoro, se realizará un análisis químico (los resultados y las características de las pruebas se verán en el capítulo correspondiente) y se compararán los resultados con las recomendaciones de la OMS para reutilización de agua en el regado de parques, presentadas en la tabla 2.3 y con las características del agua que C. Tamés de fine como “Aguas Blancas”<sup>9</sup> [Ref. 7], tratando de que el filtrado cumpla con las principales características de estas.

Cuadro 2.2: Prácticas de Mejor Administración del Permiso General Tipo 1<sup>10</sup> del estado de Arizona en EE.UU. [Ref. 8].

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes que nada y por sobre todo, evite el contacto humano con las aguas grises.</li> <li>• Usted debe usar el agua gris para irrigación del jardín de la casa, o abonos orgánicos, pero el agua no debe derramarse fuera de su propiedad.</li> <li>• No irrigue la superficie de ninguna planta que produzca alimentos, excepto los árboles cítricos o de nueces.</li> <li>• Use solamente irrigación por goteo o inundación para regar céspedes y jardines. Se prohíbe el riego por aspersión con agua gris.</li> <li>• El área que se regará con agua gris no puede estar en el camino de un desagüe o una acequia.</li> <li>• El agua gris sólo puede usarse en lugares donde el agua subterránea se encuentra pro lo menos a 5 pies por debajo de la superficie.</li> <li>• Coloque una etiqueta en las cañerías que llevan agua gris bajo presión, si existe la posibilidad de que se confundan fácilmente con las cañerías de agua potable.</li> <li>• Los químicos peligrosos, como anticongelante, bolas de naftalina y solventes, no deben estar presentes en el agua gris. No incluya el agua del lavado de trapos aceitosos o grasosos en su agua gris.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua gris del lavado de pañales u otros artículos infecciosos deben drenar a un alcantarillado residencial o en alguna instalación de aguas residuales, o donde puede ser desinfectada antes de usarla.</li> <li>• La acumulación de agua gris superficial debe limitarse a un mínimo.</li> <li>• Si el agua gris se llegara a estancar, ésta deberá desecharse en su sistema de drenaje residencial. Para evitar el estancamiento, considere el uso de un sistema de filtración para reducir el taponamiento y extender la vida útil del sistema.</li> <li>• Si usted tiene un sistema de desecho de aguas residuales o un tanque séptico en su hogar, el uso de agua gris no cambia los requisitos sobre el diseño del sistema.</li> <li>• Cubra, selle y asegure los estanques de almacenamiento para restringir el acceso de los roedores pequeños y para controlar los insectos portadores de enfermedades.</li> </ul>
--	---

<sup>9</sup> Aguas reutilizables siempre.

<sup>10</sup> El permiso General de tipo 1, es un permiso que emite el Estado de Arizona en EE.UU para el uso de aguas grises de manera Doméstica.

Características	Especificación
Total de sólidos disueltos	No superior a 0.5 g/l (equivalente aproximadamente a 780 microhmios/cm)
Contenido en Boro:	Inferior a 0.33 mg/l
Índice de Carbonato Sódico residual (EATON)	Debe ser menor de 1.25 meq/l
Relación de Calcio	Superior a 0.35

## 2.6 Selección de tipo de tratamiento:

Como se deduce de las secciones anteriores el principal problema tanto para seleccionar el tipo de tratamiento, como para el desarrollo de esta sección fue la definición de la calidad del agua a utilizar, partiendo del hecho que nuestro sistema no requiere de agua potable para su funcionamiento y tras la entrevista con especialistas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) se llegó a la conclusión de que la prioridad en nuestro diseño será separar de las aguas blancas de los contenidos grasos y demás residuos sólidos en suspensión que podrían obstruir las tuberías que conectan el inodoro con la red de desagüe.

Dada la naturaleza de las aguas blancas, el riesgo biológico es mínimo no obstante se incluirá una pastilla desinfectante para baño en el fondo del tanque de reutilización, para que además de los posibles problemas bacteriológicos, lidie con la posibilidad de un color turbio en el agua tratada o un olor poco agradable.

La Tabla 2.5 describe los principales métodos de tratamiento y como estos afectan el agua, mientras que la tabla 2.1 nos muestra la descripción de los mismos; tras definir el objetivo del sistema de tratamiento de agua la selección se hace más sencilla, ya que debido a que no será necesario potabilizar el agua, se eliminan todas las opciones de pre tratamiento de la tabla, especialmente las químicas, y como asumimos el contenido de bacterias es despreciable, la adsorción, estabilización, fluoración y desinfección son descartadas de la lista también, por último dadas las condiciones de desarrollo del proyecto, espacio reducido muy bajo caudal de agua, el proceso deberá ser lo más económico posible, la aireación, floculación, sedimentación y el ablandamiento, terminan por descartarse también, de esa forma solo nos queda un procedimiento a adaptar a nuestro sistema y este es la filtración.

## 2.7 Selección del tipo de filtro a utilizar:

La filtración se puede definir como el proceso por el cual se separa la materia suspendida, mediante el paso del agua a través de una capa porosa (generalmente arena) que retiene las partículas en suspensión. Antes de seleccionar el tipo de filtro deben de aclararse algunos puntos, para empezar, en general los filtros suelen estar compuestos por arena, grava y antracita, el mecanismo por el cual el filtro retiene y remueve las partículas de suciedad es un fenómeno que resulta de la interacción de diferentes acciones físicas y químicas, no obstante un filtro común de tres capas terminaría por ralentizar el proceso y en palabras simples dejaría el agua más limpia de lo que realmente necesitamos, por ello y siguiendo la recomendación de los ingenieros de Sunass la capa de antracita (carbón activado) se quitó del sistema. Por otro lado son tres los principales tipos de filtros [Ref. 11]:

Tabla 2.5: Atributos comunes del agua afectados por los procesos y operaciones unitarias convencionales de tratamiento [Ref. 10].

*El grado relativo de efectividad de cada operación o proceso unitario se indica por un signo +, hasta un límite de cuatro; los efectos indirectos se registran mediante paréntesis colocados alrededor de los signos. Otros factores y limitaciones se indican con notas al pie de la tabla.*

Atributo	Aireación	Coagulación floculación y sedimentación	Ablan- damiento con cal-soda y sedimen- tación	Filtración lenta en arena sin (c)	Filtración rápida en arena precedida de (c)	Cloración
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
BACTERIAS	0	+	(+++) <sup>1,2</sup>	++++	++++	++++
COLOR	0	+++	0	+	++++	0
TURBIDEZ	0	+++	(++) <sup>2</sup>	+++ <sup>3</sup>	++++	0
OLOR Y SABOR	++ <sup>4</sup>	(+)	(++) <sup>2</sup>	+	(++)	+++ <sup>5</sup> -- <sup>5</sup>
DUREZA	+	(-) <sup>7</sup>	++++ <sup>11</sup>	0	(-) <sup>7</sup>	0
CORROSIVIDAD	+++ <sup>8</sup> -- <sup>9</sup>	(-) <sup>10</sup>	11	0	(-) <sup>10</sup>	0
HIERRO Y Mn	+++	+ <sup>12</sup>	(++)	++++ <sup>12</sup>	++++ <sup>12</sup>	0

1. Cuando se producen valores muy altos de pH por tratamiento con exceso de cal.
2. Mediante inclusión en los precipitados.
3. Por turbidez alta los filtros se taponan muy rápidamente.
4. Sin incluir sabores por clorofenoles.
5. Cuando se emplea cloración al punto de quiebre o supercloración seguida de decloración.
6. Cuando no se emplea (5) en presencia de olores y sabores intensos.
7. Algunos coagulantes convierten carbonatos en sulfatos.
8. Mediante remoción de dióxido de carbono.
9. Mediante adición de oxígeno.
10. Algunos coagulantes introducen dióxido de carbono.
11. Variable; algunos metales son atacados a valores de pH altos.
12. Después de la aireación.

- **Los filtros lentos de arena**, se utilizan para el tratamiento de las aguas ligeramente turbias y generalmente no poseen coagulación ni sedimentación previa. Su granulometría creciente hacia el fondo varía desde arena gruesa hasta  $\frac{3}{4}$  " o más de tamaño. Los filtros lentos de arena, debido a la baja tasa de filtración, requieren grandes superficies y el número es función de la cantidad de agua necesaria. Generalmente para plantas pequeñas dos o cuatro filtros son suficientes.
- **Los filtros rápidos de arena**, como los lentos, son sistemas muy apropiados para eliminar del agua las formas de resistencia de quistes y huevos de parásitos ( 100% ), teniendo los primeros un rendimiento bacteriológico muy satisfactorio, aunque algo inferior a los segundos ( que es del 99.9 % o más ). La eficiencia bacteriana de un filtro rápido depende del agua cruda, o en otros términos, del número de coliformes en el agua tratada está en función de la cantidad inicialmente presente.
- **Los filtros de alta tasa**, generalmente filtros de medios filtrantes duales, con tasa de filtración mucho mayores y por consiguiente con menores requerimientos de área. La tabla 2.6 resume los tres tipos principales de filtros y sus características:

Tabla 2.6: Principales características de los Filtros [Ref. 12].

<b>Característica</b>	<b>Filtros lentos de arena</b>	<b>Filtros rápidos de arena</b>	<b>Filtros de alta tasa</b>
Tasa de filtración	2-5 (<12 m <sup>3</sup> /d)	120 m <sup>3</sup> /d	180 - 480 m <sup>3</sup> /d
Medio	Arena	Arena	Arena y antracita
Distribución del medio	No estratificado	Estratificado: fino a grueso	Estratificado: grueso a fino
Duración carrera	20-60 días	12-36 horas	12 - 36 horas
Pérdida de carga	Inicial: 0,6 m final: 1,2 m	Inicial: 0,3 m final: 2,4-3 m	Inicial: 0,3 m final: 2,4-3 m
Agua de lavado	No usa	2-4% del agua filtrada	6% del agua filtrada
Profundidad del medio	0,6 - 1,0 m	0,60-0,75 m	Antracita 0,4 - 0,6 m arena 0,15 - 0,3 m
Profundidad de grava	0,30 m	0,30-0,45 m	0,30 - 0,45 m
Drenaje	Tubería perforada	Tubería perforada Falsos fondos	Tubería perforada Falsos fondos

### 2.7.1 Selección en base a criterios:

Las alternativas serán las siguientes:

- Alternativa 1: Filtros lentos de arena.
- Alternativa 2: Filtros rápidos de arena.
- Alternativa 3: Filtros de alta tasa.

Se seleccionará uno de ellos tomando en cuenta que la opción elegida deberá:

- Ser la más confiable y económica posible.
- De ser de fácil y simple construcción e implementación.
- Tener la mayor eficiencia posible.
- Contar con MTBS (Mean Time Between Services) prolongado, para evitar las continuas paradas en el sistema por cambio o lavado del filtro.

### 2.7.2 Criterios a utilizar:

Se utilizarán cuatro criterios, con diferentes pesos, según su importancia para el proyecto:

#### a) Costos de materiales para la fabricación y mano de obra:

Es el criterio determinante por excelencia, una de las principales ventajas de nuestro sistema es que será posible de implementar a un costo de fabricación y mantenimiento mínimos. Las opciones pueden ser:

- Costo menor al cotizado<sup>11</sup>.
- Costo igual al cotizado.
- Costo mayor al cotizado.

---

<sup>11</sup> Como referencia para la cotización se usa como base para la comparación la cotización de un filtro de arena para piscinas, los detalles de la cotización podrán verse en el capítulo correspondiente a costos.

**b) Fabricación:**

La fabricación propiamente dicha es analizada en función de la complejidad para montar el filtro, es decir si se requerirá:

- Operarios con conocimientos básicos y pocas herramientas.
- Operarios medianamente calificados y herramientas acordes.
- Operarios calificados y máquinas automáticas.

**c) Espacio Ocupado:**

Dado que es vital que el filtro pueda colocarse debajo del lavabo sin problemas, mientras menos espacio ocupe será mejor son tres los niveles aquí:

- Requiere poco espacio.
- Requiere espacio considerable.
- Requiere mucho espacio.

Los calificativos como “poco” o “mucho” están referidos al espacio disponible.

**d) Mantenimiento:**

Un buen equipo es aquél que requiere mantenimiento en un intervalo mayor de tiempo, teniendo esto en cuenta la opción mejor calificada será aquella que presente un mayor MTBS (Mean Time Between Services), las posibles opciones son:

- MTBS Largo (más de un año).
- MTBS Medio (entre 8 y 12 meses).
- MTBS Corto (menos de 8 meses).

**2.7.3 Selección propiamente dicha:**

En la Tabla 2.6 se ve la evaluación de las opciones en función de los criterios, como se ve sobre un puntaje ideal de 50 puntos la alternativa que mayor puntuación fue la alternativa 1 (con 38 puntos).

Seleccionamos entonces la “Alternativa 1” pues alcanzó el mayor puntaje (38/50 puntos). Por tanto hemos de adaptar un sistema de filtro lento de Arena para nuestro sistema de recirculación de agua.

## 2.8 Diseño del filtro:

### 2.8.1 Materiales:

En aras de cumplir con uno de los objetivos de esta tesis, el filtro debe poder construirse con materiales de fácil ubicación en ferreterías locales, en nuestro caso utilizaremos sencillamente una tubería de PVC de 2” de diámetro, grava de  $\frac{3}{4}$ ”,  $\frac{1}{2}$ ”,  $\frac{1}{4}$ ” de diámetro, gravilla de  $\frac{1}{8}$ ” de diámetro y arena de 1.5 mm a 6.0 mm de diámetro de grano promedio.

### 2.8.2 Estructura:

El filtro presentará dos capas claramente diferenciables una de grava y otra de arena<sup>12</sup>.

- **La capa de grava** tendrá 25 cm de altura, en la cuál se colocará grava de  $\frac{3}{4}$ ”,  $\frac{1}{2}$ ”,  $\frac{1}{4}$ ” de diámetro y gravilla de  $\frac{1}{8}$ ” de diámetro en ese orden (de mayor a menor diámetro) en sub capas de aproximadamente 6.25 cm de altura cada una.

---

<sup>12</sup> Como se comentó en una sección previa en este mismo capítulo, para la elaboración de este capítulo se contó con la asesoría del Ingeniero Pablo Perry Lavado especialista de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), quién dadas las características de nuestro sistemas recomendó que el filtro solo tuviera dos capas (grava y arena) en lugar de las tres habituales (carbón activo, grava y arena) esto a razón de que el riesgo microbiológico es mínimo y no ameritaba el uso de carbón activo.

Tabla 2.6: Selección de la alternativa óptima según los criterios seleccionados en la tesis.

Criterio	Peso	Descripción	Puntaje parcial	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Ptje Parcial Alter. 1	Ptje Parcial Alter. 2	Ptje Parcial Alter. 3
Costos de Fabricación (Materiales y Mano de obra)	2	Costo menor al cotizado	3	X	X		6	6	
		Costo igual al cotizado	2						
		Costo mayor al cotizado	1			X			2
Fabricación	5	Operarios con conocimientos básicos y pocas herramientas.	4	X			20		
		Operarios medianamente calificados y herramientas acordes.	3		X			15	
		Operarios calificados y máquinas automáticas.	2			X			10
Mantenimiento	3	MTBS Largo (más de un año)	3						
		MTBS Medio (entre 8 y 12 meses)	2						
		MTBS Corto (menos de 8 meses)	1	X	X	X	3	3	3
Espacio ocupado	3	Requiere poco espacio	3	X			9		
		Requiere espacio considerable	1		X			3	
		Requiere mucho espacio.	1			X			3
Puntaje Final									
Puntaje ideal: 50 puntos							38	27	18

- **La capa de arena** tendrá una altura de 55 cm como máximo y en ella se colocará arena de 1.5 a 0.6 mm de diámetro en orden descendente de tamaño de grano, colocando la arena más fina al fondo y asignando las alturas de forma proporcional. La figura 2.9 muestra en detalle la estructura y medidas del filtro.

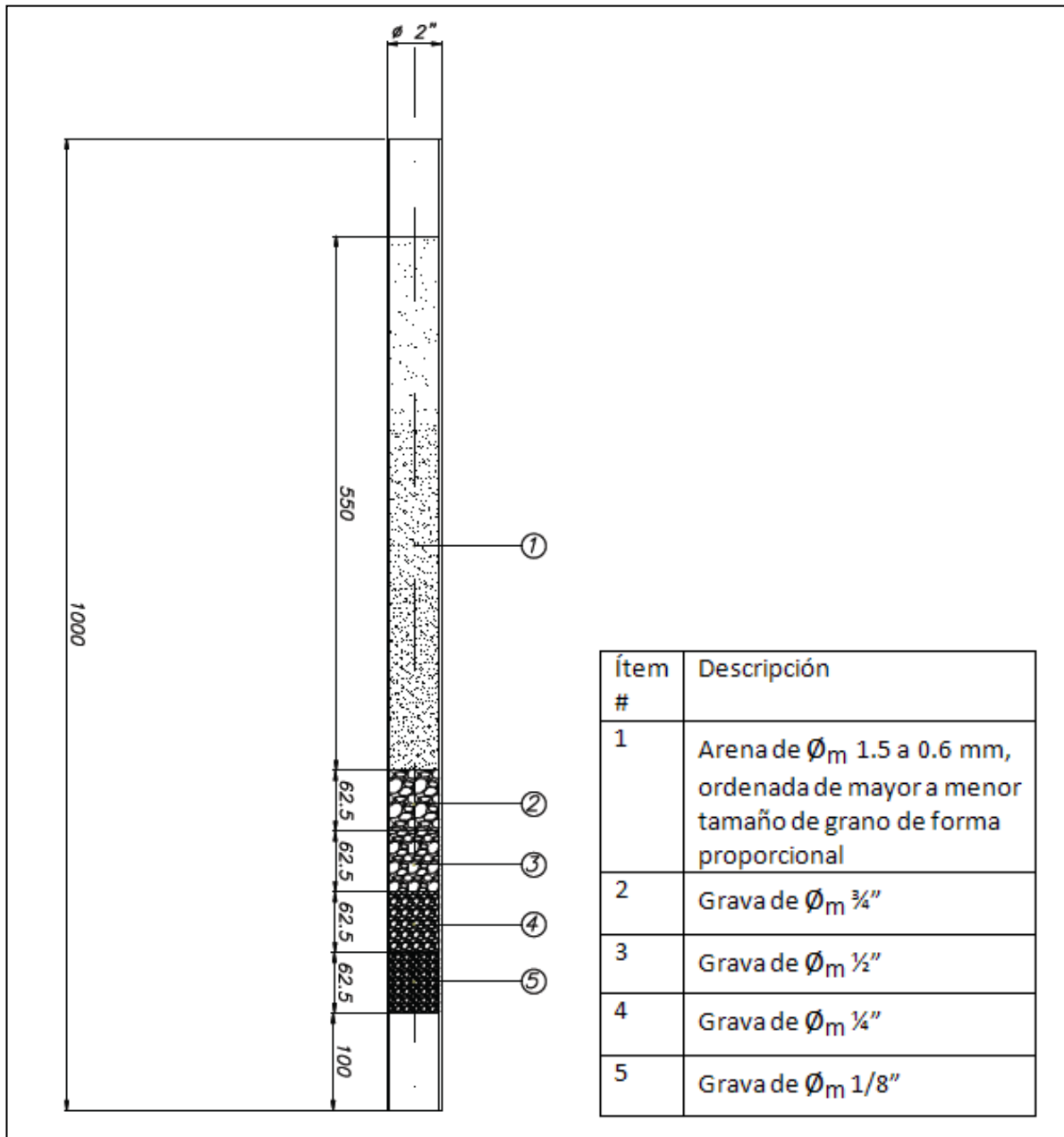


Fig. 2.9: Esquema de la estructura del filtro a utilizar en el sistema.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [Ref. 1] Características descritas en: <http://www.bvsde.paho.org/cepis>. [En línea] <Revisado 27.11.2008>.
- [Ref. 2] Yepez, Herbert; Fuentes, Carlos; Sevillano, Gonzalo; Tominaga, Andres. Reutilización y tratamiento de aguas domesticas residuales para el accionamiento de inodoros mediante un sistema de vacío. Propuesta para el XI Premio Coca Cola a la Ecoeficiencia, 2007.
- [Ref. 3] Información del catálogo de Simons - Perú: <http://www.simons-peru.com.pe/materiales.htm> [En línea] <Revisado 27.11.2008>.
- [Ref. 4] Ídem. [Ref. 3].
- [Ref. 5] Romero Rojas, Jairo Alberto. Acuípurificación : diseño de sistemas de purificación de aguas. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. Pág..18.
- [Ref. 6] León Suematsu, Guillermo. "PARÁMETROS DE CALIDAD PARA EL USO DE AGUAS RESIDUALES. GUÍAS DE CALIDAD DE EFLUENTES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD" CEPIS/OPS (1995). Pág. 5 Disponible en: <http://www.cepis.org.pe.html> [En línea] <Revisado 27.11.2008>.
- [Ref. 7] Referenciado por Seonez Calvo, Mariano en "Aguas Residuales Urbanas, Tratamientos Naturales de bajo costo y aprovechamiento" 2º Edición. Madrid. Ediciones mundiprensa 1999. Pág. .61.
- [Ref. 8] ADEQ (Arizona Department of environmental quality). Uso de aguas grises en el hogar. <http://www.adeq.gov/environ/water/permits/download/graywater.pdf> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [Ref. 9] Idem. [Ref. 7].
- [Ref. 10] Romero Rojas, Jairo Alberto. Acuípurificación: diseño de sistemas de purificación de aguas. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. Pág..19.
- [Ref. 11] Información tomada de: <http://www.ssvsa.cl/filtro.htm> [En línea] <Revisado 27.11.2008>.
- [Ref. 12] Romero Rojas, Jairo Alberto. Acuípurificación : diseño de sistemas de purificación de aguas. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. Pág.187.

## **CAPITULO TERCERO**

### **RESULTADOS DE EXPERIMENTACIÓN EN EL LABORATORIO**

#### **3.1 Aspectos preliminares:**

El presente capítulo expondrá los resultados de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio de energía de la sección de Ingeniería mecánica de la PUCP en los diferentes prototipos construidos.

Analizando el funcionamiento del Sifón de la taza del inodoro (descrito en el primer capítulo) podremos caer en cuenta que lo que hace funcionar el “pistón” de agua, es decir lo que activa el efecto sifón en el inodoro no es una diferencia de presiones sino el efecto de la gravedad, por ello se requiere una cantidad de agua determinada (para este diseño aproximadamente 7L) que baje a una velocidad dada (generalmente entre tres y seis segundos) para que se active el sistema, verter agua en el inodoro a menores velocidades que las indicadas no hará otra cosa que subir ligeramente el nivel de agua en la taza.

#### **a) Consideraciones:**

El diseño propuesto en esta tesis no afecta directamente el funcionamiento del sifón, es decir, este sistema tan solo reemplaza el mecanismo de llenado del tanque, por tanto la zona del sifón, las presiones presentes allí y demás aspectos relacionados con esa área no serán analizados en la tesis. Cabe mencionar que para el correcto funcionamiento del sistema se requiere de un mecanismo que reemplace el sistema de palanca y cadena usadas en la actualidad, dicho diseño esta fuera de los alcances de la tesis, no obstante se incluirá en los anexos

información sobre los diferentes dispositivos que podrían adaptarse a nuestro sistema para su correcto funcionamiento, en el caso de las experiencias de laboratorio dicho mecanismo dependió del prototipo en cuestión que fue probado.

El objetivo de las experiencias de laboratorio es demostrar la factibilidad de utilizar el vacío para llenar nuevamente el tanque, por ello mediremos la presión de vacío generada con el descenso de nivel de agua y verificaremos si es que es lo suficientemente alta como para llenar el tanque con siete Litros de nuevo, además se realizarán pruebas complementarias que permitirán optimizar el diseño.

**b) Funcionamiento estándar:**

Antes de empezar con los ensayos de laboratorio, se realizaron una serie de pruebas<sup>13</sup> en un inodoro *Siphon jet* estándar de marca Trébol modelo *Top Piece* de 6 L de capacidad (Fig. 3.1), a fin de conocer los parámetros de operación usuales. El inodoro usaba un sistema tradicional con brazo flotante y fue regulado para cerrar la solapa a un volumen alrededor de 9 L, esto a razón de que las pruebas de laboratorio se hicieron para volúmenes cercanos a esta magnitud.



Fig. 3.1: Fotografía de Inodoro *Top Piece* de Trébol. [Ref.1]

La Tabla 3.1 muestra los resultados de dicha experiencia:

---

<sup>13</sup> Las pruebas se realizaron en Chorrillos el 10 de Diciembre del 2008 a las 18:30 horas.

Tabla 3.1: Parámetros de operación para un sistema de brazo flotante estándar				
Medición #	Volumen llenado(L)	Caudal llenado(L/s)	Tiempo de carga (segundos)	Tiempo de descarga (segundos)
1	9.063	0.167	54.12	6.63
2	9.063	0.167	54.17	6.56
3	9.125	0.169	54.10	6.47
4	9.125	0.167	54.67	6.30
5	9.125	0.169	54.05	5.72
6	9.063	0.164	55.37	6.53
7	9.063	0.165	54.80	6.46
8	9.125	0.167	54.65	5.87
9	9.063	0.167	54.25	6.21
10	9.063	0.167	54.32	5.53
11	9.063	0.168	54.04	5.72
12	9.063	0.171	53.11	5.74
13	9.125	0.170	53.70	6.00
14	9.250	0.173	53.58	6.76
15	9.250	0.173	53.52	6.80
16	9.063	0.173	52.29	6.15
17	9.125	0.178	51.16	5.96
18	9.125	0.179	50.88	5.59
19	9.125	0.170	53.63	6.07
20	9.125	0.173	52.60	5.84
Valor promedio	9.109	0.17	53.651	6.146
Desviación Estándar	0.0569	0.00408	1.15343	0.39981

c) **Marco Teórico:**

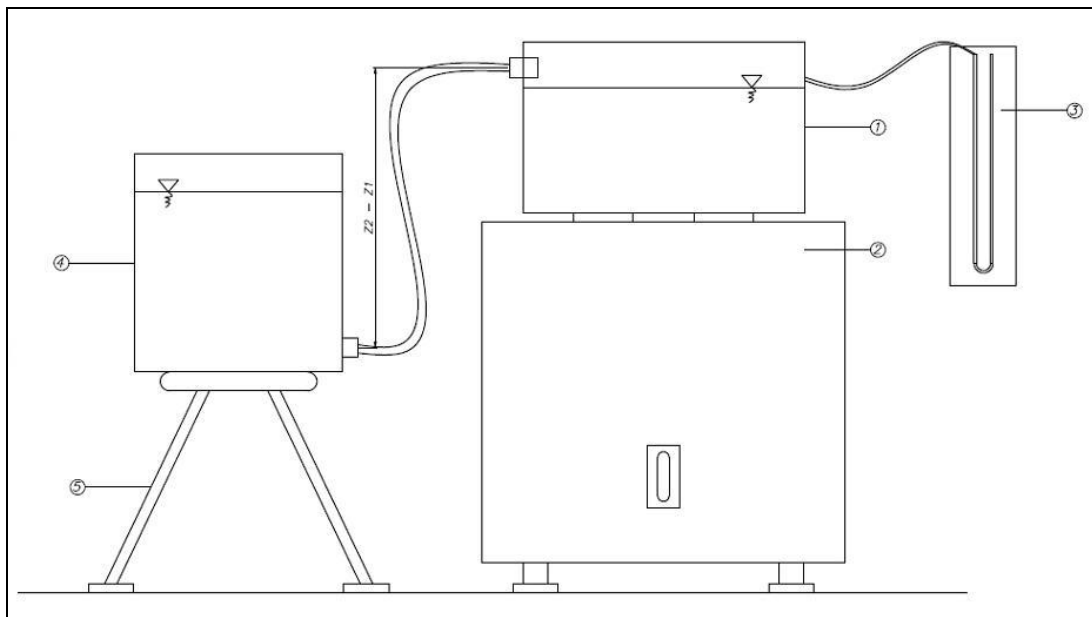
Con los datos de la Tabla #1, es posible calcular el caudal de llenado, sean:

$$V_{\text{llenado\_prom}} = 9.109 \text{ L}$$

$$T_{\text{llenado\_prom}} = 53.651 \text{ Segundos}$$

$$Q_{\text{llenado}} = \frac{V_{\text{llenado\_prom}}}{T_{\text{llenado\_prom}}} = \frac{9.109 \text{ L}}{53.651 \text{ s}} = 0.170 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

La Fig. 3.2 muestra el esquema principal del Prototipo #2 en el cuál se harán la mayor parte de las pruebas y de cuyas características partiremos para desarrollar nuestros cálculos como veremos más adelante.



Ítem #1	Descripción
1	Tanque de Vidrio
2	Tanque de descarga y soporte
3	Manómetro en U
4	Tanque de recirculación
5	Soporte del tanque de Recirculación

Fig. 3.2: Esquema del banco de pruebas del prototipo #2

Ahora bien, con esta información podemos finalmente calcular la velocidad promedio con la que teóricamente debería ingresar el agua través de la manguera a nuestro tanque, este valor es importante pues nos servirá de referencia al momento de calcular las velocidades de succión en nuestro sistema:

$$\phi_{manguera} = 1/2" = 0.0254m$$

$$A_2 = \frac{\pi * \phi_{manguera}^2}{4} = 0.0005067m^2$$

$$V_2 = \frac{Q_{llenado}}{A_2} = 0.3352 \frac{m}{s}$$

Luego:

Una vez que el tanque es sellado, la presión de vacío que se espera obtener se puede calcular aplicando la ecuación de Bernoulli a través de una línea de corriente tal cuál muestra la Fig. 3.3.

Sea:

La ecuación de Bernoulli:

$$\int \frac{dP}{\rho} + \int gZ + \int \frac{dV^2}{2} + h_w = 0 \quad \text{[Ecuación 1]}$$

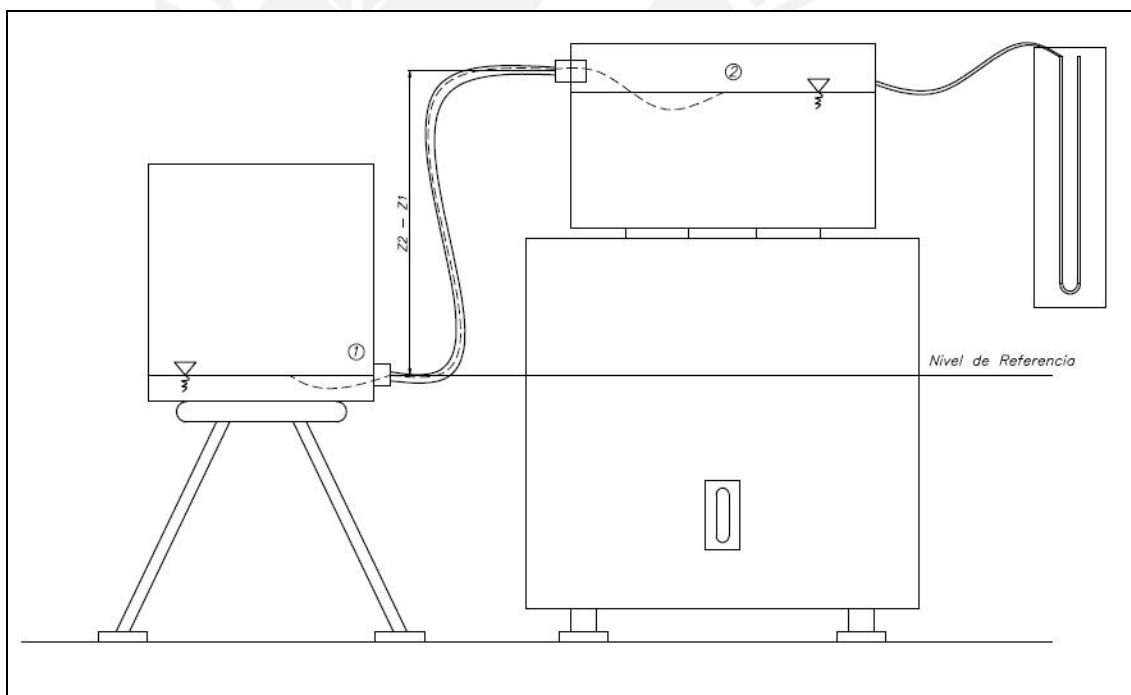


Fig. 3.3: Esquema del banco de pruebas del prototipo #2 con línea de corriente para aplicación del teorema de Bernoulli.

Consideraremos además para los cálculos:

- Régimen permanente.
- Fluido Ideal.
- Solo acción de fuerzas másicas.

- Movimiento restringido solo a la línea de corriente.
- Pérdidas por fricción a través de la manguera y los accesorios despreciables.
- La velocidad Inicial en el tanque de recirculación ( $V_1$ ) es cero.

Aplicando [Ecuación 1] al sistema mostrado en la Fig. 3.3 tenemos:

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + g(Z_2 - Z_1) + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} = 0$$

Despejando  $P_2$ :

$$P_2 = -\frac{V_2^2 \rho}{2} - \rho g(Z_2 - Z_1) + P_1 \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Finalmente para hallar el valor de  $P_2$  asumiremos:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$P_1 = \text{Presión Atmosférica} = 100 \text{ kPa}$$

#### d) Pruebas realizadas el laboratorio:

Desde el momento de creación del sistema que da pie a esta Tesis hasta la fecha se han realizado pruebas en dos prototipos diferentes además de en una máquina de vacío. La razón de construir más de un prototipo recae en la naturaleza experimental de la tesis, fue necesario corregir los errores presentes en el primer prototipo a fin de obtener resultados provechosos en la experiencia de laboratorio; por ello, nos vimos en la necesidad de diseñar un segundo prototipo totalmente diferente del primero, a continuación describiremos los resultados obtenidos en cada experiencia:

### 3.2 Primer Experimento: Máquina de Vacío.

#### a) Pruebas Realizadas: Pruebas de capacidad de succión en vacío.

**b) Descripción de las pruebas realizadas:**

Para comprobar la factibilidad del proyecto se realizaron ensayos en una máquina de vacío simulando la descarga de seis Litros de agua. Para registrar la variación de la presión dentro de la máquina de vacío se conto con un manómetro en "U" que utilizaba como fluido de referencia al Mercurio, las pruebas se realizaron sin problemas.

**c) Elementos utilizados:**

- **Máquina de Vacío:** Máquina hecha de acrílico con válvulas y accesorios colocados herméticamente a fin de mostrar las mejores condiciones para el registro del principio de funcionamiento del sistema. La Fig. 3.4 muestra la máquina en cuestión utilizada para estas pruebas.



Fig. 3.4: Máquina de vacío

- **Manómetro en “U” de Mercurio:** Instrumento para medir presión, de tipo gravitacional y de presión relativa, utiliza Mercurio como fluido de referencia. La Fig. 3.5 muestra el manómetro utilizado en los ensayos.

**d) Resultados:**

Los ensayos arrojaron un valor promedio de presión diferencial dentro de la máquina de vacío de 34 mmHg (milímetros de mercurio) en el manómetro en U, valor equivalente a 4620 Pa.

**e) Observaciones:**

- Dadas las condiciones de operación el valor de 4620 Pa (4.62 kPa) será considerado como el valor de referencia de presión que se esperará alcanzar en las experiencias con los prototipos en el laboratorio, después de todo sería difícil alcanzar mayor hermeticidad en los prototipos que la presente en la máquina de vacío.
- La descarga de la máquina de vacío se hacía a través de una manguera de 1 1/4” de diámetro y de una longitud de 1.5 m, ninguno de estos valores acordes a las dimensiones de un tanque estándar de inodoro.
- El caudal de succión fue tal que pese a no haberse registrado se pudo comprobar que fue capaz de succionar mas de seis Litros de agua colocando la salida del tanque de recirculación y el ingreso a la máquina de vacío a la misma altura.
- El mercurio se presenta como demasiado denso para efectuar las mediciones de variación en la presión diferencial, un fluido menos denso hubiera hecho más fácil la toma de datos.



Fig. 3.5: Manómetro en "U" de Mercurio.

### 3.3 Segundo Experimento: Prototipo #1 - Tanque Standard con tapa y mecanismo de accionamiento modificados.

#### a) Pruebas Realizadas:

Pruebas de capacidad de succión en vacío.

#### b) Descripción de las pruebas realizadas:

Para la construcción de este prototipo, las correcciones del mismo y las pruebas realizadas en él se requirió de varios meses de trabajo, la descripción de cada componente así como las imágenes correspondientes se encuentran en el Capítulo dos, la Fig. 3.6 nos muestra la estructura general del sistema ya montado en el laboratorio.



Fig. 3.6: Prototipo #1: Sistema de recirculación de agua con tanque estándar con tapa y mecanismo de accionamiento modificados

Los agujeros en el tanque fueron rellenados con masilla epóxica (Fig. 3.7), mientras que la tapa de Polietileno PMMA fue adherida al tanque utilizando un sellante de silicona neutra: Sikacil C, de la empresa Sika, la Fig 3.8 muestra las propiedades del producto utilizado.

El montaje se realizó con precisión, tratando de instalar los componentes de forma correcta a fin de evitar errores en las mediciones, la Fig. 3.9 muestra los instantes del montaje del manómetro junto a un nivel que garantiza su verticalidad.

Una vez instalado el sistema se procedió a llenar el tanque hasta un volumen aproximado de nueve Litros, tras ello se accionaría el mecanismo que levantaba la solapa y se produciría la descarga que luego sería interrumpida con el mismo mecanismo, se registraría la presión al inicio y al fin de la descarga así como los tiempos de succión y descarga.



Fig. 3.7: Prototipo #1: Sellado de agujeros en tanque.

Datos Técnicos	
Densidad	1,01 kg/l. Aprox
Dureza Shore A	18 aprox
Temperaturas de aplicación	de + 5°C a +40°C
Temperaturas de Servicio	de - 50 °C a + 150 °C
Velocidad de polimerización	Aprox 2 mm/día (23°C, 50% HR)
Tiempo de formación de piel	Aprox 15 minutos (a 20 °C)
Resistencia a tracción	Aprox 0,5 Mpa (DIN 53504)
Resistencia a rasgado	Aprox 4 N/mm
Modulo de elasticidad / 100%	Aprox. 0,34 (a 20°C)
Recuperación elástica	> 90%
Movimiento Admisible	máx 25% del ancho medio de la junta
Factor de junta	Relación ancho: profundidad (a:p) Si 6mm < a < 12 mm a/p = 2:1

Fig.3.8: Propiedades del sellante de silicona neutra Sikasil C [Ref.2]

### c) Elementos utilizados:

- **Manómetro en “U” de Agua:** Instrumento para medir presión de tipo gravitacional y de presión relativa, utiliza agua como fluido de referencia. La Fig. 3.10 muestra el manómetro utilizado en la experiencia.



Fig.3.9: Montaje del Manómetro en "U"



Fig.3.10: Manómetro en "U" de agua

- **Cronómetro:** Reloj de gran precisión para medir fracciones de tiempo muy pequeñas, de la marca *Control Company*, con una resolución de 0.01

segundos y un error de 0.001%. La Fig. 3.11 muestra el cronómetro utilizado.



Fig.3.11: Cronómetro digital utilizado en al experiencia de laboratorio.

**d) Resultados:**

Pese a que el tanque estaba cerrado herméticamente la presión diferencial alcanzada dentro fue en promedio solo 220 mm H<sub>2</sub>O ó 2,156 kPa, este valor muy por debajo de las expectativas hacía imposible el succionar agua aún cuando el tanque de recirculación era colocado a la misma altura de la cisterna del inodoro.

**e) Observaciones:**

- Al ser el tanque de material cerámico era imposible saber exactamente que estaba ocurriendo dentro del mismo durante la experiencia.
- En más de una oportunidad el mecanismo de accionamiento se desprendió (la solapa se soltó de la varilla de acero a la que estaba unida por masilla epóxica), lo que obligó a abrir y volver a sellar el tanque.
- La descarga del agua a través del agujero de la parte baja del tanque era notablemente turbulenta dejando espacio para el ingreso de grandes cantidades de aire.

### 3.4 Tercer Experimento: Prototipo #2 - Tanque de Vidrio y mecanismo de accionamiento dual.

#### a) Pruebas Realizadas:

- Pruebas de capacidad de succión en vacío.
- Pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.

#### b) Descripción del prototipo:

Tomando en consideración las observaciones hechas en las dos experiencias previas, se diseñó un nuevo sistema, un segundo prototipo que integrara la solución a los problemas observados; la Fig. 3.2 muestra un esquema de este segundo prototipo, toda vez que la Fig. 3.12 muestra una fotografía del sistema tal cuál fue montando en el laboratorio, a continuación describiremos cada uno de los componentes.



Fig.3.12: Prototipo # 2 montado en el laboratorio de energía.

- **Tanque de vidrio:**

Es el elemento principal de esta nueva estructura los planos PRT\_02 y PRT\_03 muestran las características de su diseño, básicamente es una réplica de un tanque estándar de inodoro construido íntegramente en vidrio, el cambio de material nos permite observar el fenómeno y el principio de funcionamiento en plena ejecución además de facilitar la ubicación y corrección de cualquier problema que surja, la Fig. 3.13 nos muestra una fotografía del mismo.

- **Sistema de descarga del tanque de vidrio:**

Tal como en los tanques estándar, el agujero de descarga tiene un diámetro un poco mayor a 2", lo cual deviene indefectiblemente en el ingreso de aire cuando se procede a la descarga de agua, a fin de solucionar el problema se decidió colocar un segmento de tubería de PVC de 10 cm a la salida del tanque (adherido a este a través de masilla epóxica) seguido por una reducción de 2" a 1" tras ello un segmento de tubería de 90 cm y finalmente una válvula de compuerta de PVC que nos permitiría parar abruptamente la descarga cuando el ensayo así lo requiera, con este conjunto de extensión un poco mayor a 1 m logramos evitar el ingreso de aire al tanque al momento de la descarga, lo que permitió una toma exitosa de datos. La Fig. 3.14 muestra dicho conjunto de tubería, válvulas y accesorios.



Fig.3.13: Tanque de vidrio del Prototipo # 2.

- **Sistema de accionamiento del Tanque de Vidrio:**

Para solucionar el problema que suponía el sistema de accionamiento del inodoro (el del primer prototipo fue difícil de construir y adaptar) se optó por cambiar el sistema tradicional de brazo flotante por un “Sistema Dúo para WC” de la marca Rotoplas S.A., este sistema está diseñado para inodoros de seis Litros de capacidad, presenta un sistema de dos botones, si necesita evacuar residuos líquidos puede descargar tres Litros de agua y si son sólidos descarga seis Litros, además es completamente neumático, lo cual simplificó considerablemente su instalación ya que solo se requirió de un pequeño agujero para que ingresara la manguera que sigue a los botones de accionamiento como muestran la Fig. 3.15. y en la Fig. 3.16.



Fig. 3.14: Tubería, válvula y accesorios del sistema de descarga del tanque del Prototipo # 2.

- **Tanque de descarga y soporte:**

Este tanque está ubicado debajo del tanque de vidrio, su función es hacer de soporte para este y registrar los volúmenes de agua descargada en cada una de las experiencias, está cubicado para almacenar y registrar variaciones en un rango de 0 Litros a 120 Litros, gracias a él se lograron registrar eficientemente y rápidamente los volúmenes descargados. La Fig. 3.17 muestra el tanque en su posición de trabajo.

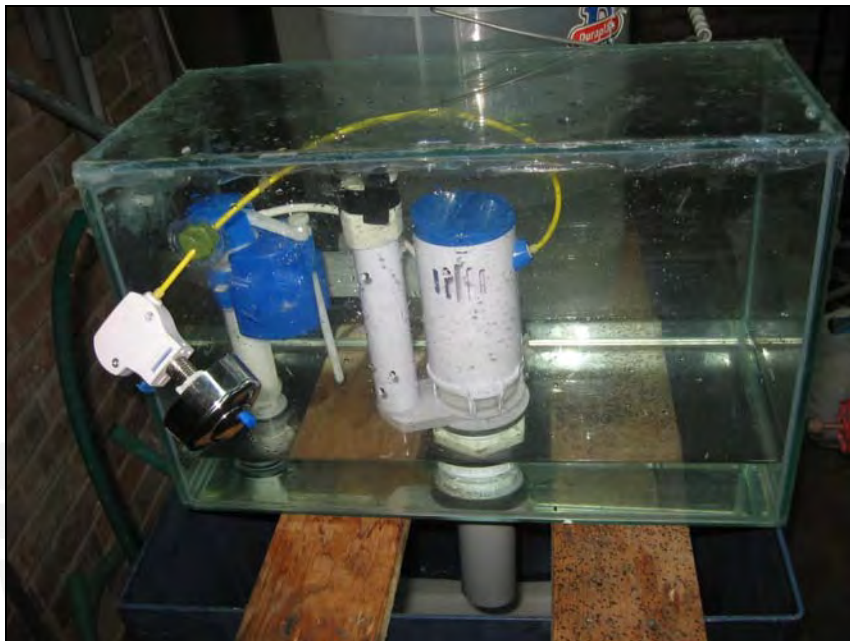


Fig. 3.15: "Sistema Dúo para WC" de Rotoplas S.A instalado en el tanque de vidrio.



Fig. 3.16: Detalle del ingreso de la manguera neumática al tanque de vidrio.

- **Tanque de recirculación:**

Para este segundo prototipo se utilizó un balde común de plástico de 20 Litros de capacidad para que haga las veces de tanque de recirculación, este tanque estaba soportado sobre una banca, la altura de la banca fue variando lo que permitió variar la altura relativa entre la salida del tanque de recirculación y el ingreso del tanque de vidrio. Es necesario mencionar que el tanque de recirculación se unía al tanque de vidrio a través de una manguera de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y de longitud aproximada de 1.64 m. La Fig. 3.18 muestra el tanque en cuestión.

- Además se utilizaron el mismo manómetro en "U" de agua y el mismo cronómetro del primer prototipo.



Fig. 3.17: Tanque de descarga y soporte del Prototipo # 2.

- Para las pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto se requirió del uso de una pipeta de 100 ml de capacidad con tolerancia de +/-

1 ml y de un vaso graduado de 500 ml con error del 0.5%, los mismos que se muestran en la Fig. 3.19.

**c) Resultados de las pruebas:**

**i) Resultados de Pruebas de capacidad de succión en vacío.**

La prueba consistió en llenar el tanque de vidrio con un volumen inicial de aproximadamente 15 Litros de agua, luego proceder a la descarga del mismo y registrar las presiones alcanzadas dentro del tanque de vidrio así como el volumen succionado del tanque de recirculación y el tiempo durante el cuál se produjo el fenómeno en cuestión. Adicionalmente se midió también el volumen descargado.

**• Consideraciones previas:**



Fig. 3.18: Tanque de recirculación del Prototipo # 2.

- Los ensayos se realizaron para tres valores diferentes de  $Z_2 - Z_1$ .
- En todos los casos el volumen inicial dentro del tanque era aproximadamente de 15 Litros.



Fig. 3.19: Elementos utilizados en las pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.

- **Primer ensayo:**

Z2 -Z1 (cm)	40.9
Fecha	5/14/2009
Hora	20:00

Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Tiempo de succión (Segundos)	Presión diferencial al inicio de la succión (kPa)	Presión diferencial al final de la succión (kPa)
1	12.50	5.20	159.14	3.54	2.60
2	10.10	5.98	160.27	3.68	2.65
3	12.60	6.13	168.19	3.92	3.07
4	11.40	5.88	164.62	4.02	3.04
5	11.50	6.18	165.20	3.97	2.99
6	12.00	6.44	167.91	4.22	3.06
7	10.60	6.38	168.40	4.02	3.04
8	12.00	6.56	169.35	4.37	3.09
9	11.00	6.44	163.98	4.37	3.05
10	11.60	6.19	166.06	4.12	3.01
<b>Varianza</b>	0.6379	0.1547	11.9127	0.0717	0.0324
<b>Desv. Est.</b>	0.7987	0.3933	3.4515	0.2677	0.1799
<b>Promedio</b>	11.5300	6.1358	165.3120	4.0231	2.9607

- Gráficos:

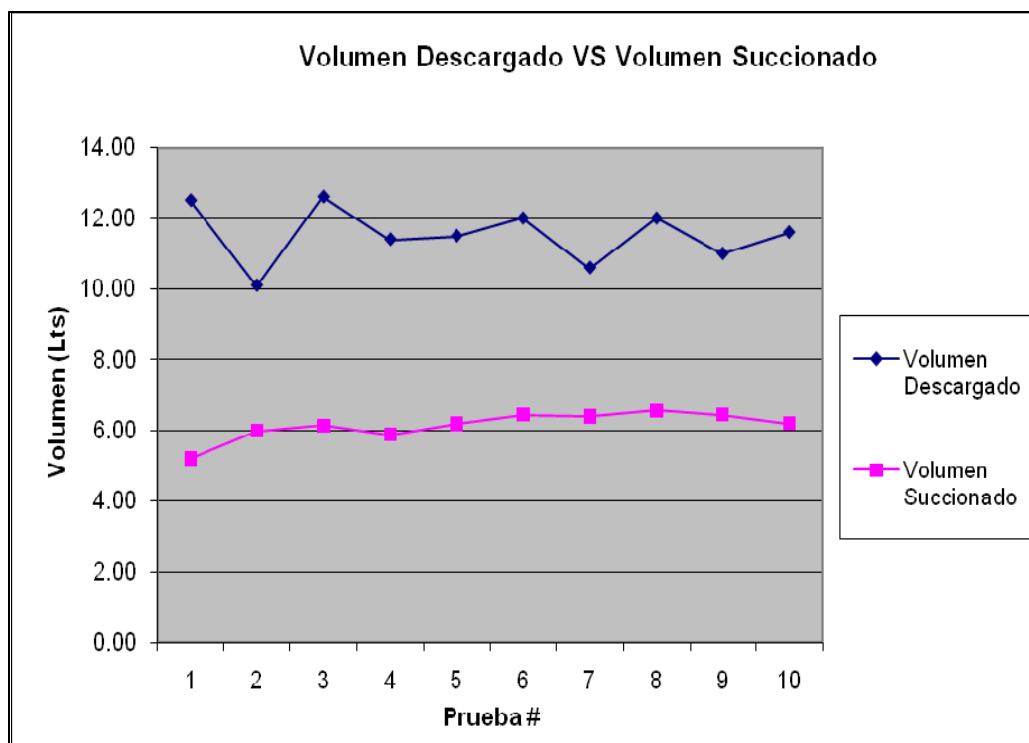


Fig. 3.20: Gráfico de Volumen descargado VS Volumen Succionado.

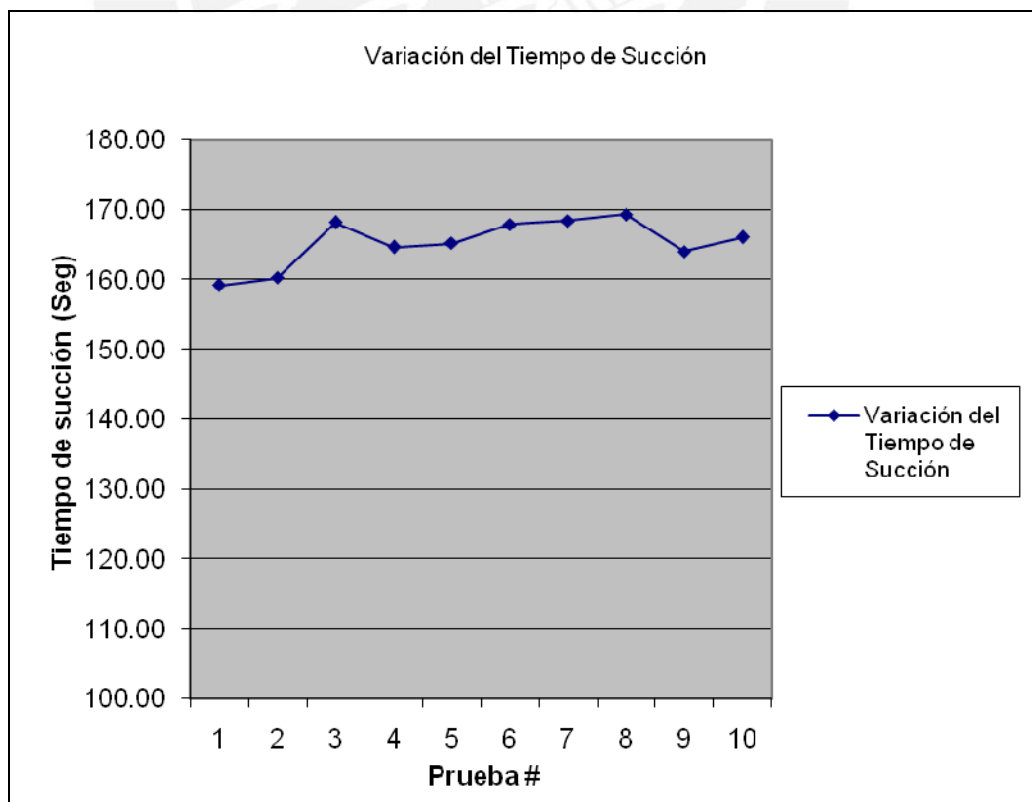


Fig. 3.21: Gráfico de la variación del tiempo de succión.

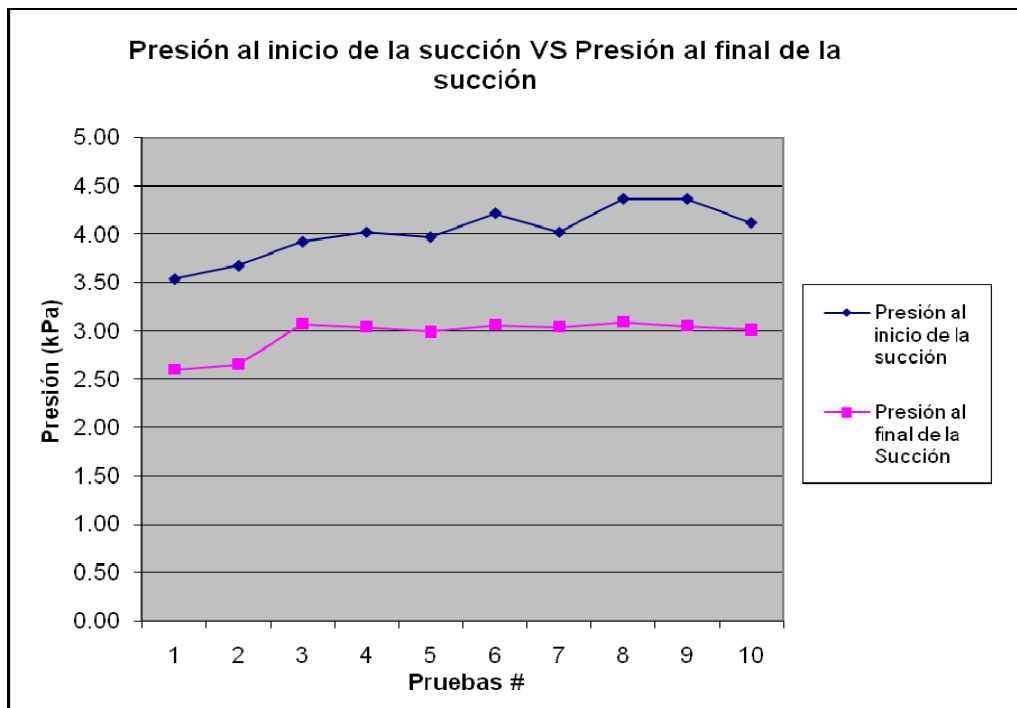


Fig. 3.22: Gráfico de Presiones al inicio y final del experimento.

- **Segundo Ensayo:**

Z2 -Z1 (cm)	46.9
Fecha	5/16/2009
Hora	14:00

Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Tiempo de succión (Segundos)	Presión diferencial al inicio de la succión (kPa)	Presión diferencial al final de la succión (kPa)
1	12.00	6.92	184.38	4.02	3.04
2	11.50	6.55	180.15	3.92	2.98
3	11.80	6.92	182.90	4.17	2.99
4	12.00	6.73	181.91	3.97	3.14
5	13.00	6.24	182.52	4.02	2.93
6	11.00	6.61	181.18	4.24	3.04
7	11.50	6.73	181.76	4.02	3.12
8	11.80	6.67	180.57	4.07	3.14
10	12.00	6.80	185.91	4.01	3.25
11	11.00	6.61	181.78	4.12	3.03
<b>Varianza</b>	0.3338	0.0387	3.0389	0.0089	0.0088
<b>Desv. Est.</b>	0.5777	0.1967	1.7433	0.0942	0.0937
<b>Promedio</b>	11.7600	6.6796	182.3060	4.0574	3.0666

- **Gráficos:**

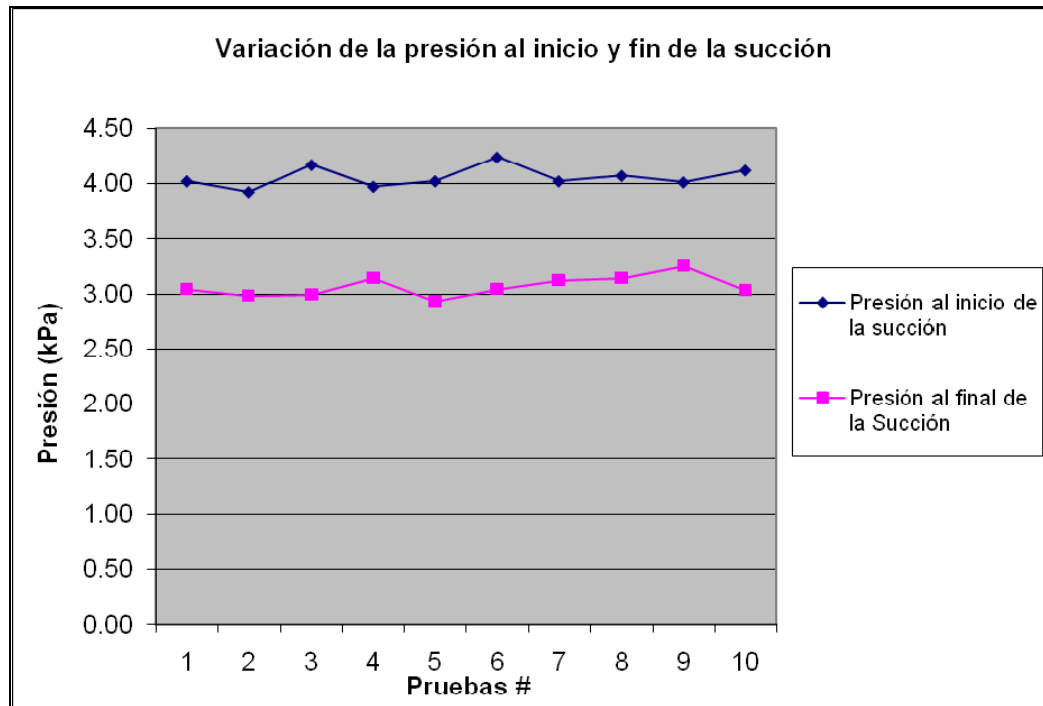


Fig. 3.23: Gráfico de Volumen descargado VS Volumen Succionado.

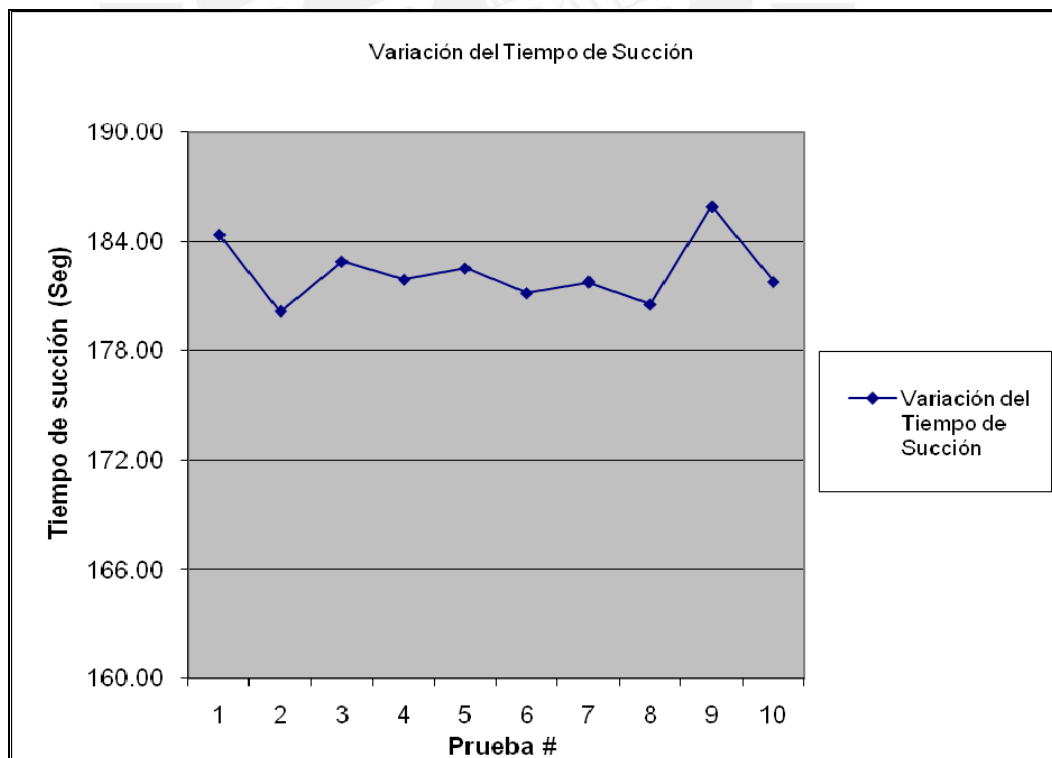


Fig. 3.24: Gráfico de la variación del tiempo de succión.

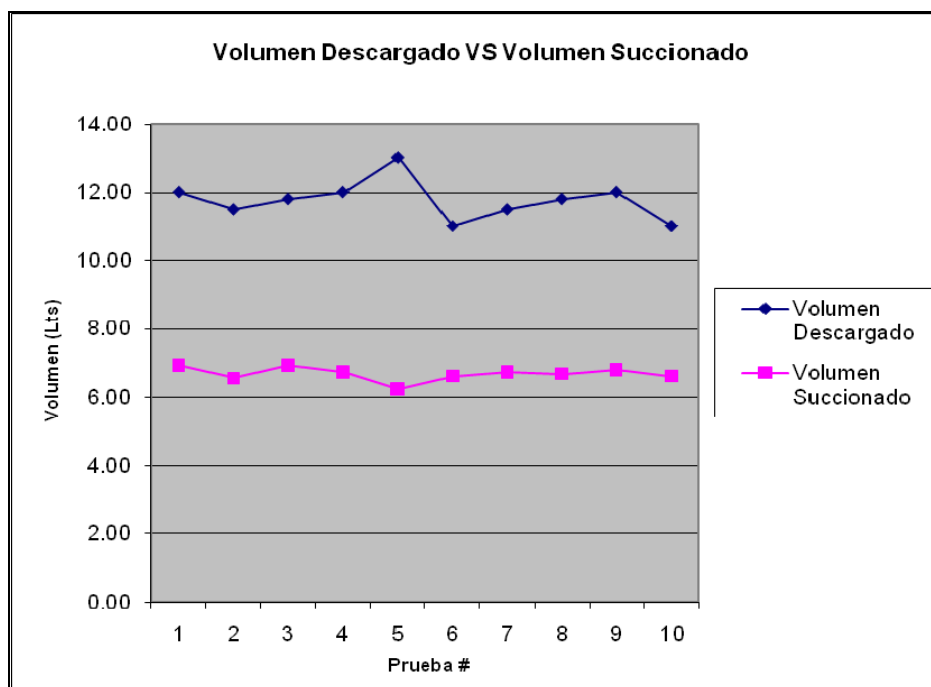


Fig. 3.25: Gráfico de Presiones al inicio y final del experimento.

- Tercer ensayo:

Z2- Z1	51.9
Fecha	5/16/2009
Hora	14:00

Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Tiempo de succión (Segundos)	Presión diferencial al inicio de la succión (kPa)	Presión diferencial al final de la succión (kPa)
1	18.00	7.50	195.70	6.22	5.93
2	18.00	7.07	184.27	6.22	5.98
5	18.00	7.52	196.73	6.17	5.91
6	18.50	7.00	180.36	6.13	5.98
8	18.00	7.07	200.00	6.08	5.96
9	18.75	7.15	182.84	6.08	5.83
7	17.00	6.82	185.26	5.98	5.83
3	17.00	6.60	194.65	5.88	5.68
4	19.00	6.25	182.32	5.86	5.73
10	17.00	7.00	193.95	5.83	5.64

<b>Varianza</b>	0.5285	0.1450	52.4388	0.0222	0.0158
<b>Desv. Est.</b>	0.7270	0.3808	7.2415	0.1490	0.1258
<b>Promedio</b>	17.9250	6.9986	189.6080	6.0446	5.8467

- Gráficos:

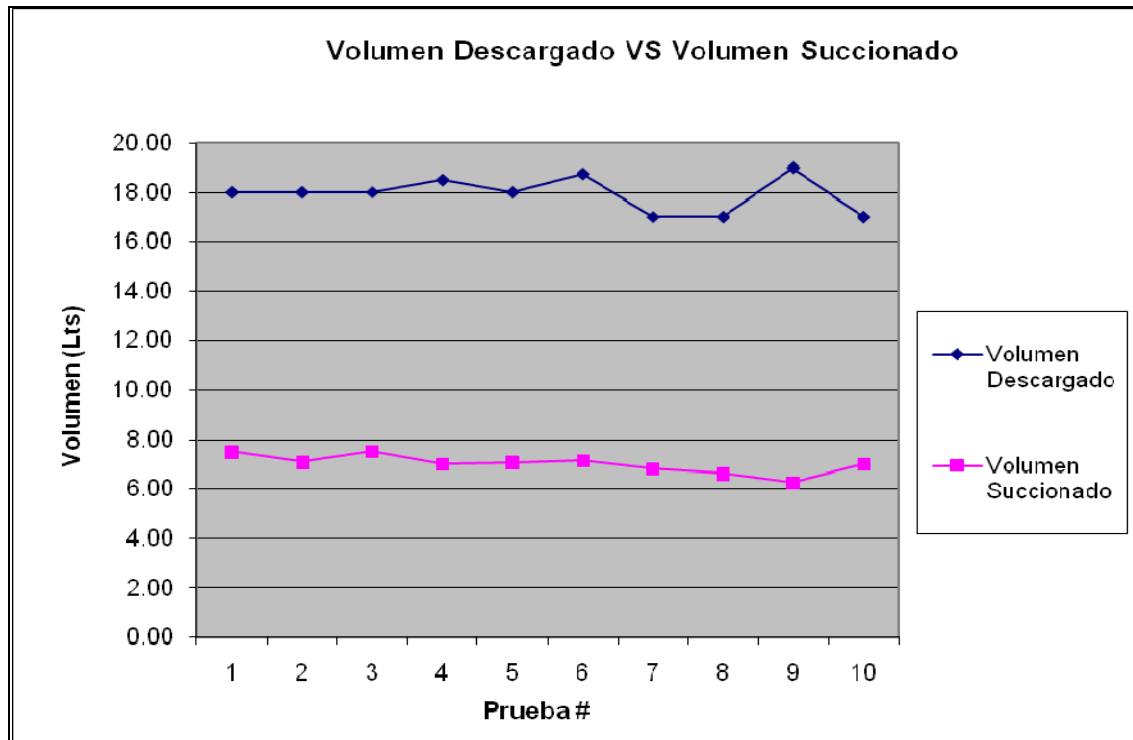


Fig. 3.26: Gráfico de Volumen descargado VS Volumen Succionado.

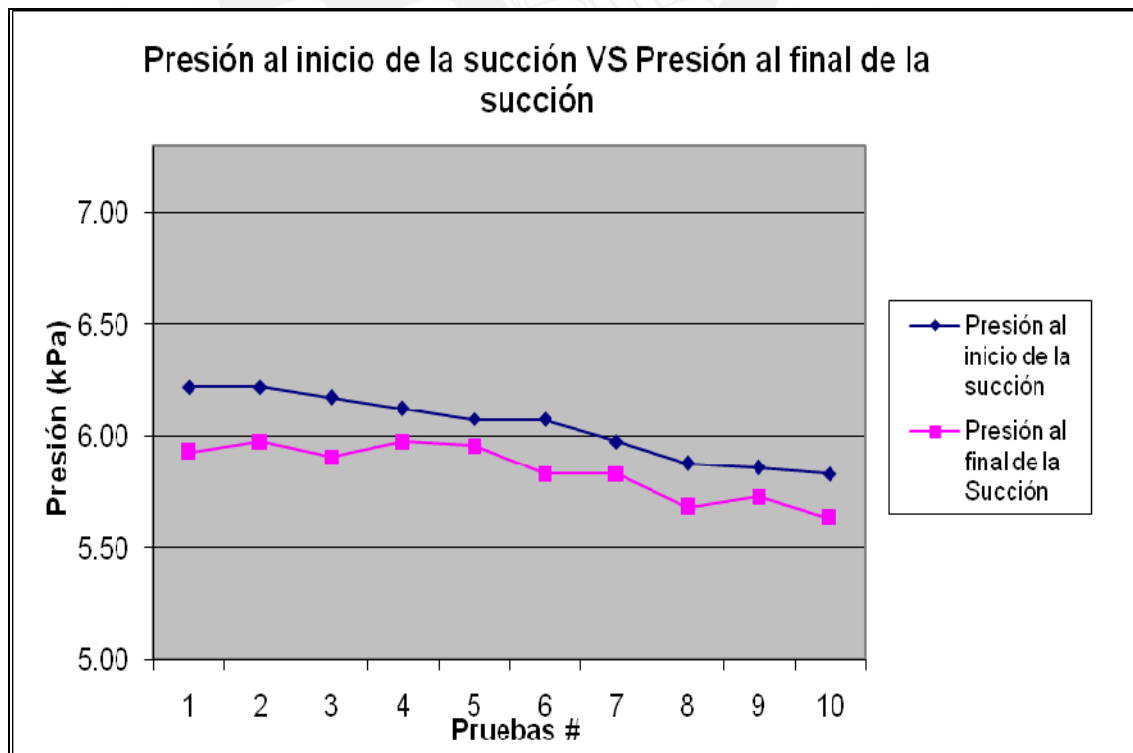


Fig. 3.27: Gráfico de la variación del tiempo de succión.

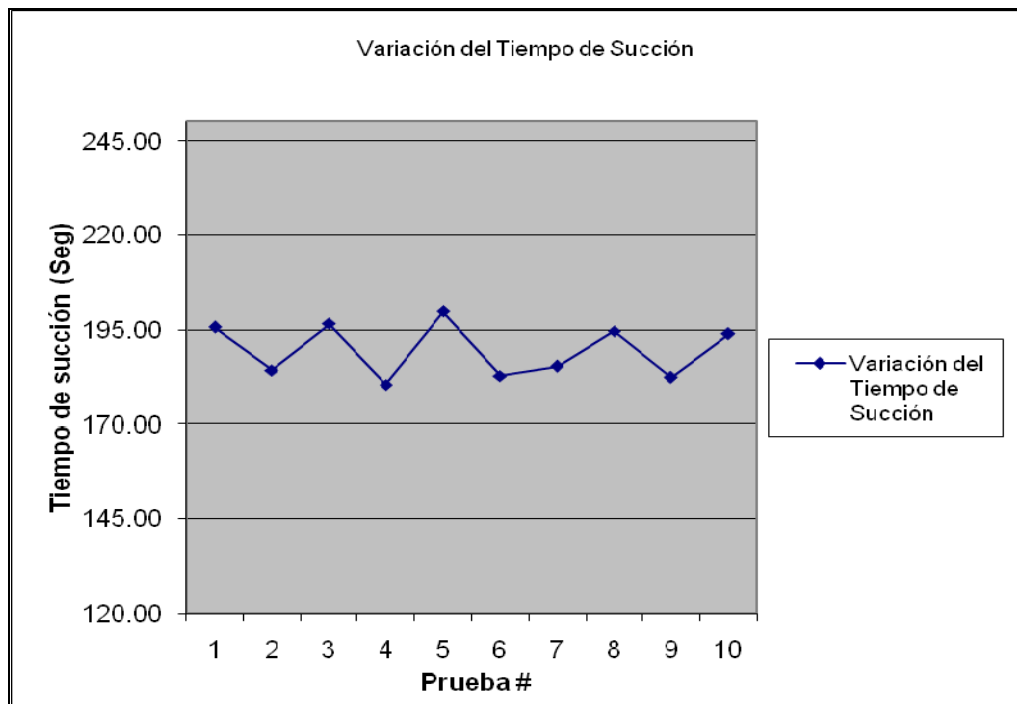


Fig. 3.28: Gráfico de Presiones al inicio y final del experimento.

## ii) Resultados de las pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.

Para esta experiencia tras la medición de la descarga de un volumen específico (6 Litros en todos los casos) se cerraba abruptamente la válvula de compuerta al final de la tubería del sistema de descarga, interrumpiendo así la misma y registrando el pequeño tiempo en que se seguía succionando agua junto al volumen succionado.

- **Consideraciones previas:**
  - Se consideraron seis Litros de agua para la descarga porque este es el volumen mínimo requerido para accionar un inodoro estándar.
  - Básicamente se usaron los mismos soportes que en las pruebas anteriores por los que los valores de  $Z_2 - Z_1$  son los mismos.

- **Primer ensayo:**

Z2 - Z1 (cm)	37.9
Fecha	1/6/2009
Hora	11:00 AM

Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Volumen Almacenado (L)	Tiempo de succión tras cierre abrupto (Seg)
1	6.000	3.785	0.098	3.890
2	6.000	4.143	0.100	4.990
3	6.000	4.202	0.095	4.480
4	6.000	4.320	0.096	4.360
5	6.000	4.381	0.110	3.290
<b>Varianza</b>	0.0000	0.0542	0.0000	0.4131
<b>Desv. Est.</b>	0.0000	0.2329	0.0060	0.6427
<b>Promedio</b>	6.0000	4.1662	0.0998	4.2020

- **Gráficos:**

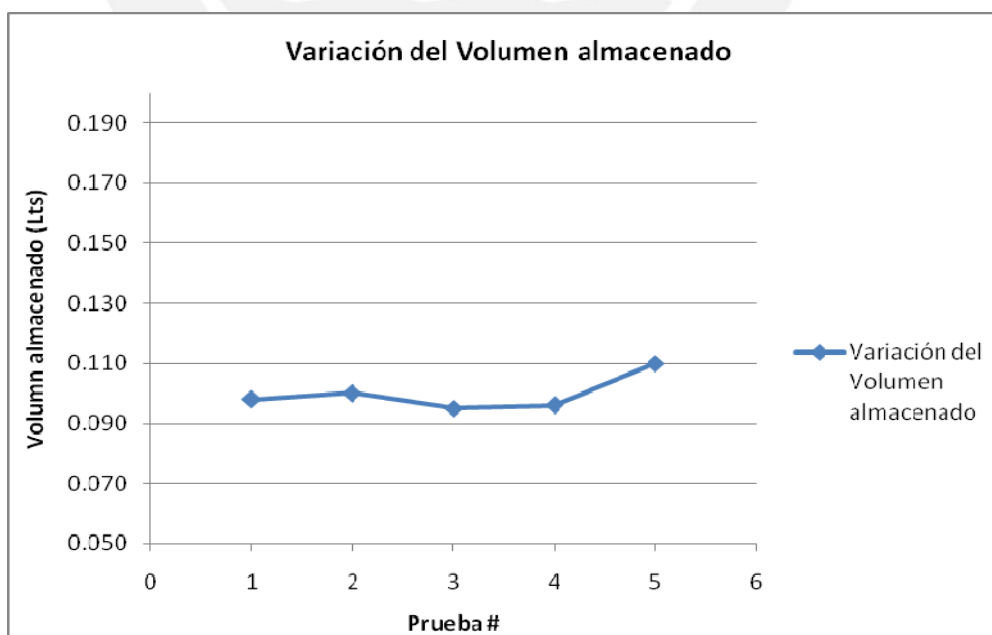


Fig. 3.29: Gráfico de la Variación del almacenado tras cierre abrupto.

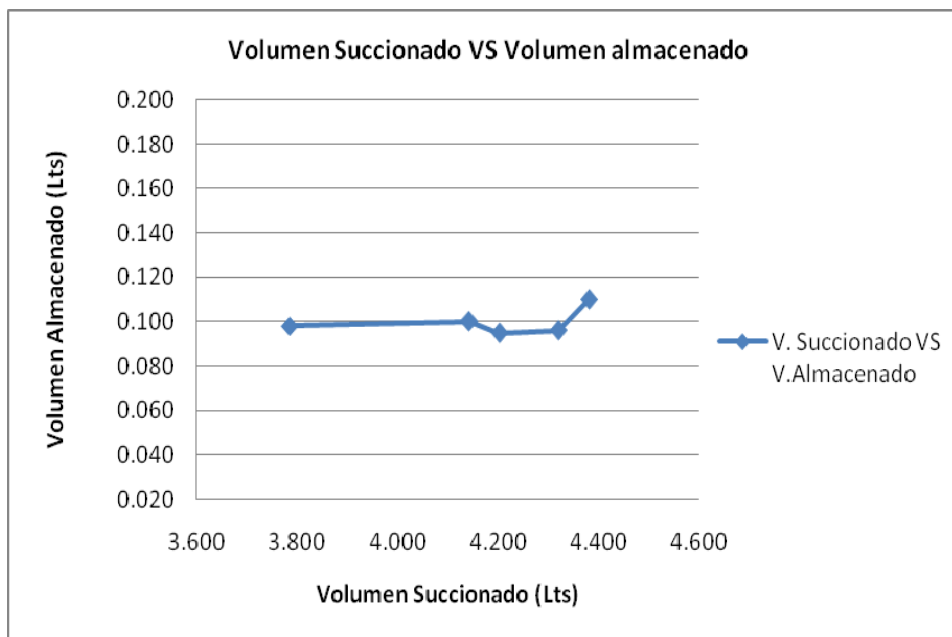


Fig. 3.30: Gráfico de Volumen Succionado VS Volumen almacenado tras cierre abrupto.

- **Segundo ensayo**

Z2 - Z1 (cm)	41.9
Fecha	1/6/2009
Hora	12:00 AM

Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Volumen Almacenado (L)	Tiempo de succión tras cierre abrupto (Seg)
1	6.000	4.260	0.070	4.04
2	6.000	4.320	0.055	3.75
3	6.000	4.320	0.062	4.68
4	6.000	4.381	0.080	3.97
5	6.000	5.270	0.109	4.48
<b>Varianza</b>	0.0000	0.1822	0.0004	0.1471
<b>Desv. Est.</b>	0.0000	0.4269	0.0211	0.3836
<b>Promedio</b>	6.0000	4.5102	0.0752	4.1840

- **Gráficos:**

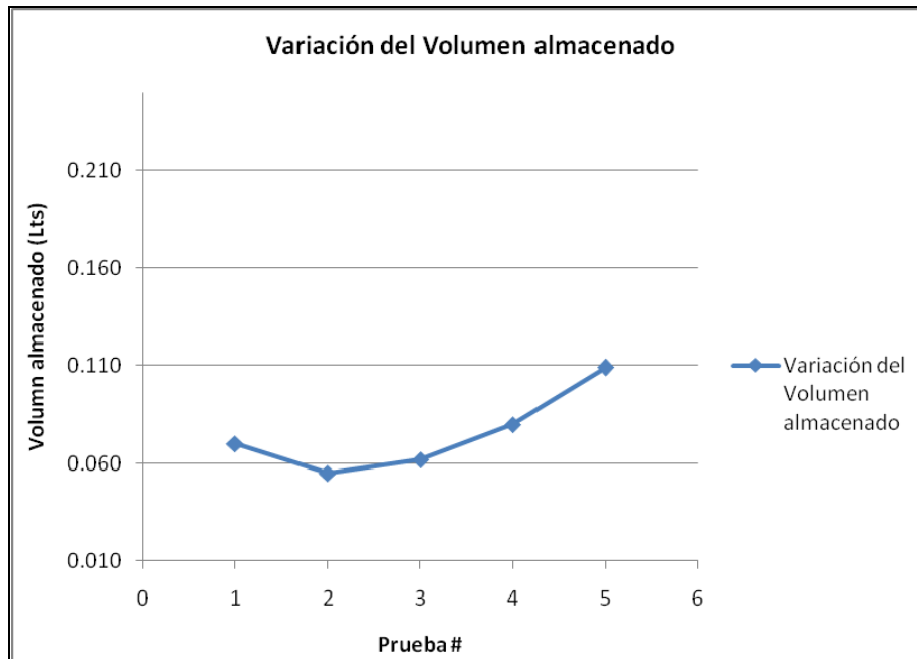


Fig. 3.31: Gráfico de la Variación del almacenado tras cierre abrupto.

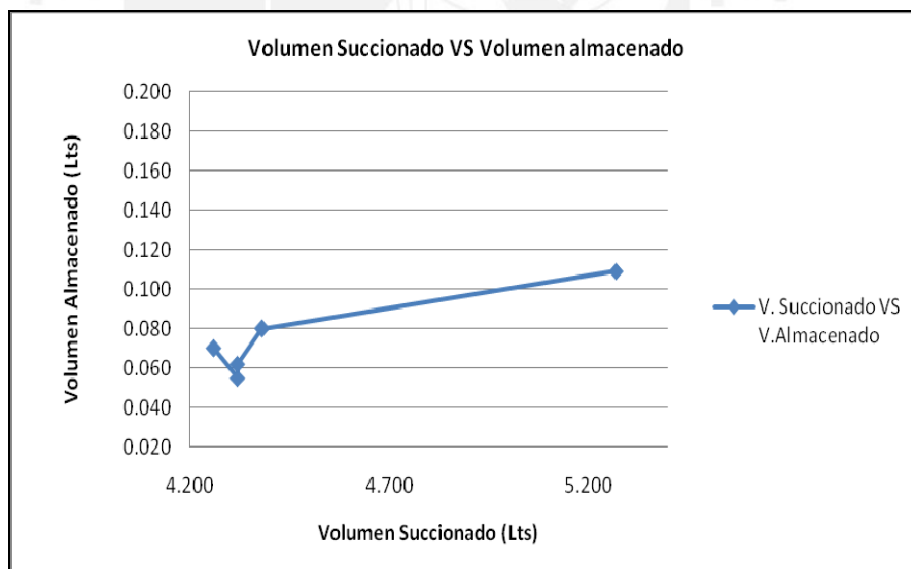


Fig. 3.32: Gráfico de Volumen Suctionado VS Volumen almacenado tras cierre abrupto.

- **Tercer ensayo:**

Z2 - Z1 (cm)	52.9
Fecha	1/6/2009
Hora	13:00 PM

Tabla 3.13: Resultados del Primer ensayo de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.				
Prueba #	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Volumen Almacenado (L)	Tiempo de succión tras cierre abrupto (Seg)
1	6.000	3.726	0.176	4.420
2	6.000	3.845	0.122	3.020
3	6.000	3.905	0.122	3.130
4	6.000	3.964	0.082	3.950
5	6.000	4.260	0.094	3.390
<b>Varianza</b>	0.0000	0.0398	0.0013	0.3487
<b>Desv. Est.</b>	0.0000	0.1994	0.0363	0.5905
<b>Promedio</b>	6.0000	3.9400	0.1192	3.5820

- **Gráficos:**

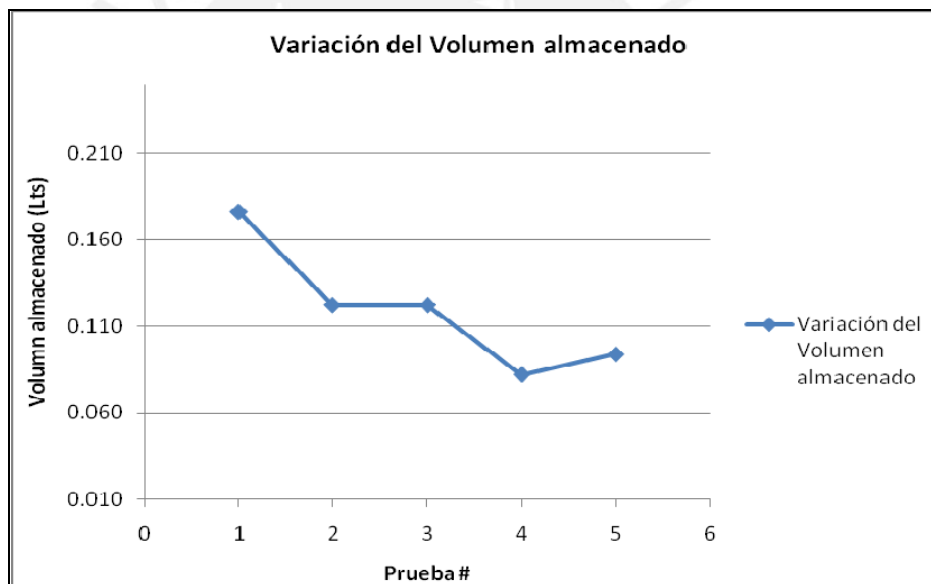


Fig. 3.33: Gráfico de la Variación del almacenado tras cierre abrupto.

**d) Observaciones:**

- El sellado no fue completamente hermético pequeñas cantidades de agua salían a través de la manguera neumática del sistema dúal.

- Pequeñas cantidades de aire quedaban dentro de la tubería de descarga del tanque de vidrio y durante la descarga subían hasta la solapa del sistema tal como la Fig. 3.35 muestra.

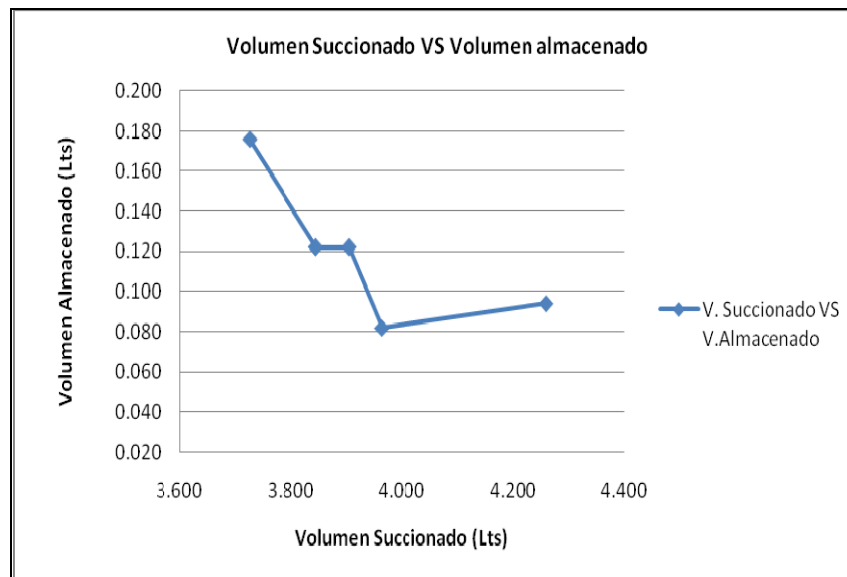


Fig. 3.34: Gráfico de Volumen Succionado VS Volumen almacenado tras cierre abrupto.



Fig. 3.35: Burbujas de aire presentes durante la descarga del sistema.

- La medición de tiempo para las pruebas de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto fue sumamente complicada ya que el proceso duraba menos de cinco segundos y solo el presionar los botones del cronómetro tomaba casi la mitad del periodo medido.

- En el caso de las pruebas de capacidad de succión en vacío se debe notar que el sistema alcanzaba el equilibrio tras succionar el volumen consignado en la columna de “Volumen Succionado” y en ese momento dejaba tanto de succionar como de descargar agua.
- Se encontró que para una diferencia de  $Z_2 - Z_1$  de **70.9 cm**, se alcanza un presión de vacío de 5.54 kPa. No obstante no se logra succionar más que un pequeño chorro intermitente de agua, por lo que este punto será considerado como **el punto mínimo de operación**.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Ref.1] Imagen disponible en: <http://www.celima-trebol.com/> [En línea] <Revisado 03.07.2009>.
- [Ref.2] Información disponible en: <http://www.sika.cl/productos/products-list-alpha.asp>. [En línea] <Revisado 03.07.2009>.



## CAPITULO CUARTO

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE AGUA

En este capítulo analizaremos los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, así como las observaciones y trataremos de explicar la razón tras las diferencias respecto a los valores teóricos.

#### 4.1 Valores finales del proyecto:

##### 4.1.1. Funcionamiento Estándar:

Respecto al los parámetros de funcionamiento de un sistema de llenado tradicional para inodoro (boya y brazo flotante), estos se resumen en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Valores promedio de un sistema de llenado tradicional.			
	<b>Volumen llenado(L)</b>	<b>Caudal llenado(L/s)</b>	<b>Tiempo de carga (segundos)</b>
Valor Promedio	9.109	0.170	53.651

##### 4.1.2. Ensayos de capacidad de succión en Vacío:

Respecto a las pruebas de capacidad de succión en Vacío son necesarias algunas aclaraciones:

- Para calcular el valor promedio de la presión diferencial real o de operación, se calculo un promedio simple considerando los valores de la presión al inicio y al final del experimento.
- Para hallar el caudal sencillamente se dividió el volumen succionado entre el tiempo de succión. Mientras que para hallar la velocidad de succión sencillamente se dividió el caudal entre el área de la manguera que conectaba el tanque de recirculación con el tanque de vidrio. Los resultados de las pruebas en vacío se muestran en las tablas de la 4.2 a la tabla 4.7.
- Por otro lado los valores de presión diferencial teórica promedio fueron hallados utilizando la [Ecuación 2] del capítulo tercero de esta tesis.
- **Primer Ensayo**

Z2 -Z1 (cm)	40.9
Fecha	5/14/2009
Hora	20:00

Prueba #	Presión Diferencial de trabajo Promedio (kPa)	Caudal de succión (Lts/s)	Caudal de Descarga (Lts/s)	Velocidad de Ingreso (m/s)	Presión Diferencial Teórica Promedio (kPa)
1	3.071	0.033	0.079	0.258	4.041
2	3.164	0.037	0.063	0.295	4.052
3	3.497	0.051	0.105	0.403	4.089
4	3.532	0.049	0.095	0.386	4.083
5	3.483	0.052	0.096	0.407	4.091
6	3.640	0.054	0.100	0.423	4.098
7	3.532	0.053	0.088	0.419	4.870
8	3.728	0.039	0.071	0.306	4.055
9	3.708	0.054	0.092	0.423	4.098
10	3.566	0.052	0.097	0.407	4.091
<b>Promedio</b>	3.492	0.0472	0.0885	0.373	4.157

- Segundo Ensayo:

Tabla 4.4: Condiciones Iniciales	
Z2 -Z1 (cm)	46.9
Fecha	5/16/2009
Hora	14:00

Tabla 4.5: Resultados del Segundo ensayo de capacidad de succión en Vacío.					
Prueba #	Presión Diferencial de trabajo Promedio (kPa)	Caudal de succión (Lts/s)	Caudal de Descarga (Lts/s)	Velocidad de Ingreso (m/s)	Presión Diferencial Teórica Promedio (kPa)
1	3.532	0.038	0.067	0.303	4.642
2	3.453	0.036	0.064	0.287	4.637
3	3.581	0.038	0.066	0.303	4.642
4	3.556	0.037	0.067	0.295	4.640
5	3.478	0.035	0.072	0.274	4.634
6	3.640	0.037	0.061	0.290	4.638
7	3.571	0.037	0.064	0.295	4.640
8	3.605	0.037	0.066	0.293	4.639
9	3.630	0.038	0.067	0.298	4.641
10	3.576	0.037	0.061	0.290	4.638
<b>Promedio</b>	3.562	0.03711	0.0653	0.293	4.639

- Tercer Ensayo

Tabla 4.6: Condiciones Iniciales	
Z2- Z1	51.9
Fecha	5/16/2009
Hora	14:00

Tabla 4.7: Resultados del Tercer ensayo de capacidad de succión en Vacío.					
Prueba #	Presión Diferencial de trabajo Promedio (kPa)	Caudal de succión (Lts/s)	Caudal de Descarga (Lts/s)	Velocidad de Ingreso	Presión Diferencial de trabajo Promedio Teórica (kPa)
1	6.076	0.038	0.092	0.302	5.132
2	6.101	0.038	0.098	0.303	5.132
3	6.042	0.038	0.091	0.302	5.132
4	6.052	0.039	0.103	0.306	5.133
5	6.017	0.035	0.090	0.279	5.125
6	5.954	0.039	0.103	0.309	5.134
7	5.905	0.037	0.092	0.291	5.128
8	5.782	0.034	0.087	0.268	5.122
9	5.797	0.034	0.104	0.271	5.123

10	5.733	0.036	0.088	0.285	5.127
<b>Promedio</b>	5.9457	0.0369	0.0947	0.2915	5.129

### 1.3. Ensayos de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto:

Respecto de las pruebas de capacidad de succión tras cierre abrupto, la Tabla 4.8 resume los mismos:

Tabla 4.8: Resultados de los ensayos de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto.

Z2 -Z1 (cm)	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)	Volumen Almacenado (L)	Tiempo de succión tras cierre abrupto (Seg)
37.9	6.000	4.166	0.099	4.202
41.9	6.000	4.510	0.075	4.184
52.9	6.000	3.940	0.119	3.582

Los resultados de las pruebas de capacidad de succión en vacío se pueden resumir en la tabla 4.9.

Tabla 4.9: Resumen de los Resultados de los ensayos de capacidad de succión en Vacío.

Z2 -Z1 (m)	Presión Diferencial de trabajo Promedio (kPa)	Caudal de succión (L/s)	Caudal de Descarga (L/s)	Velocidad de Ingreso (m/s)	Presión Diferencial Teórica Promedio (kPa)	Volumen descargado (L)	Volumen Succionado (L)
0.409	3.492	0.0472	0.0885	0.3730	4.078	11.530	6.1358
0.469	3.562	0.0371	0.0653	0.2930	4.639	11.760	6.6796
0.519	5.946	0.0369	0.0947	0.2915	5.129	17.930	6.9986

## 4.2 Conclusiones respecto a los ensayos:

### 4.2.1 De los ensayos de capacidad de succión en Vacío:

- Tras observar y analizar los resultados de las pruebas podemos afirmar que mientras mayor sea la diferencia entre la salida del tanque de recirculación y el ingreso al tanque de vidrio, mayor será la presión de vacío necesaria dentro del tanque para poder operar, esto se puede apreciar en Fig. 4.1, por otro lado este resultado es coherente con la Ecuación 2 del capítulo tercero de esta tesis

y se basa en que a mayor diferencia de alturas, mayor es la energía potencial y por ende mayor será el diferencial de presión, toda vez que las pérdidas son consideradas despreciables debido al bajo coeficiente de fricción en la manguera y en los accesorios.

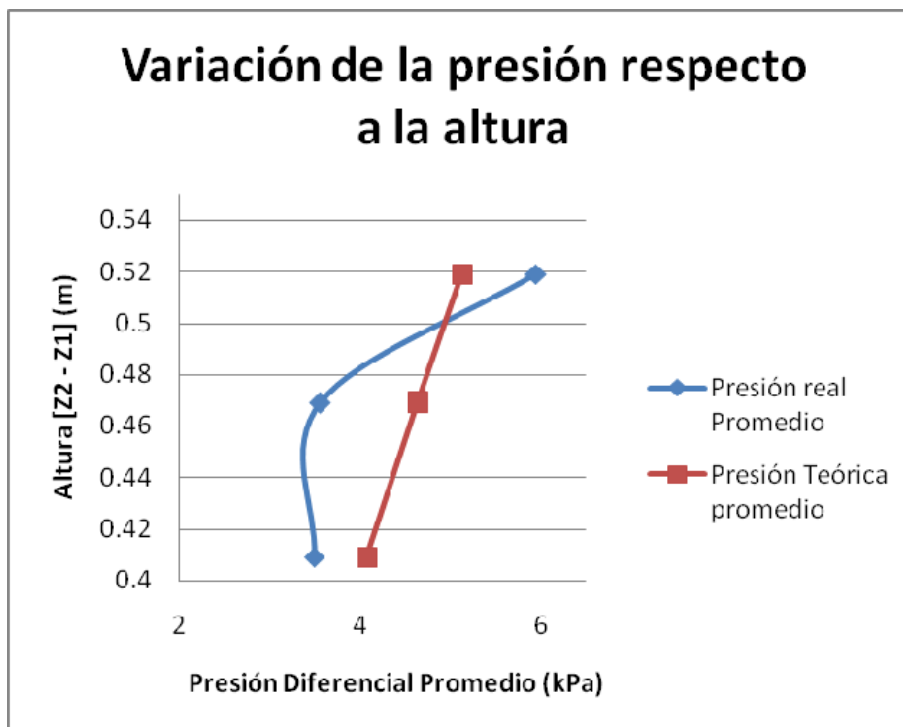


Fig. 4.1: Variación de la presión de operación promedio respecto a la diferencia de alturas  $Z_2 - Z_1$

- Por otro lado si comparamos la presión de vacío esperada o teórica con lo experimentado en el laboratorio veremos que en casi todos los casos se obtiene un valor menor en magnitud esto es debido posiblemente a tres factores:
  - Primero, tal como consta en las observaciones del capítulo anterior el tanque no es completamente hermético hubo ingreso de aire por la manguera que acciona el sistema de descarga dual y principalmente por el agujero de descarga, en segundo lugar habrían también pequeños ingresos de aire en las uniones de las mangueras con el tanque de vidrio (dichas uniones fueron hechas con sellante de silicona neutra), por último, es posible que se presentara un error al momento del registro de las presiones durante los experimentos, la presión variaba con el tiempo, una demora en la toma del valor de presión al iniciar o finalizar el experimento determinaba que se registrara un valor menor al real, no

obstante estas diferencias no desvirtúan para nada los resultados obtenidos, después de todo el error porcentual en el peor de los casos es de solo el 13%, mientras que el comportamiento en ambos casos (real y teórico) fue el mismo. La tabla 4.10 resume los errores porcentuales respecto a los valores teóricos.

Z2-Z1 (m)	Error respecto al valor teórico (%)
0.409	8.693
0.469	13.134
0.519	-7.376

- Una mención aparte merece el último registro en el cuál se puede apreciar que la presión alcanzada en el experimento es mayor (en 8%) que el valor teórico, no hay una razón clara del porque sucedió esto, es posible que se deba a errores del operario al momento de registrar los valores, no obstante coincide con el refuerzo de la hermeticidad de las juntas e uniones en el sistema, este refuerzo se realizó en aras de reducir las pérdidas que se presentaron en los dos ensayos preliminares, no obstante no se puede afirmar ello, razón por la cuál se recomienda hacer nuevos ensayos con una diferencia de alturas mayor a 0.519 m, para corroborar si se trata de un hecho aislado, de un punto de inflexión o de un cambio en el comportamiento del sistema.
- Se concluye también que la velocidad de succión disminuye con la altura, a mayor diferencia de altura menor es la velocidad con que se reabastece el tanque con agua reciclada. Lo cuál se avala en el hecho de que a mayor diferencia de altura se consigue una mayor presión de vacío y esta se presenta por periodos mucho más largos de tiempo, dicho fenómeno se apreció en el laboratorio y se puede ver en los resultados registrados en el capítulo anterior. La Fig. 4.2 complementa esta conclusión.
- Así mismo podemos afirmar que a mayor volumen descargado, mayor es el volumen succionado del tanque de recirculación, La Fig. 4.3 muestra esto en detalle, la relación que se alcanza es de casi 2 a 1 (por cada 2 Litros de agua descargada se succiona aproximadamente un litro de agua reciclada), esto es coherente con el principio de funcionamiento, una mayor descarga supone un

mayor tiempo descargando (la velocidad de descarga es casi constante en todos los ensayos) es decir mayor tiempo generando una diferencia de nivel y por ende mayor tiempo succionando agua del tanque de recirculación.

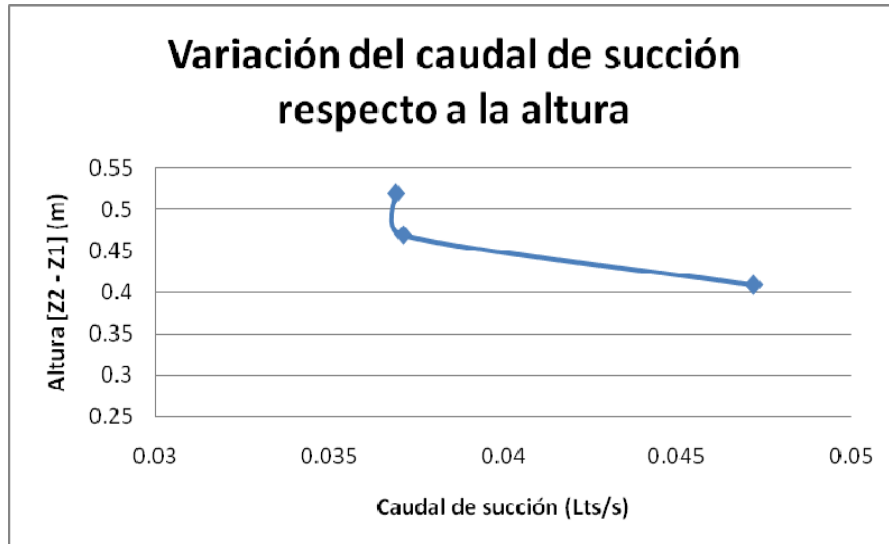


Fig. 4.2: Variación del caudal de succión promedio respecto a la diferencia de alturas  $Z_2 - Z_1$ .

- Corroborando lo dicho líneas arriba, podemos afirmar que a mayores diferencias de altura mayor volumen puede ser succionado, aproximadamente 0.43 Litros se aumentan por cada 5.5 cm en que se ve incrementada la diferencia de alturas. La Fig. 4.4 muestra la curva casi lineal de dichos parámetros.

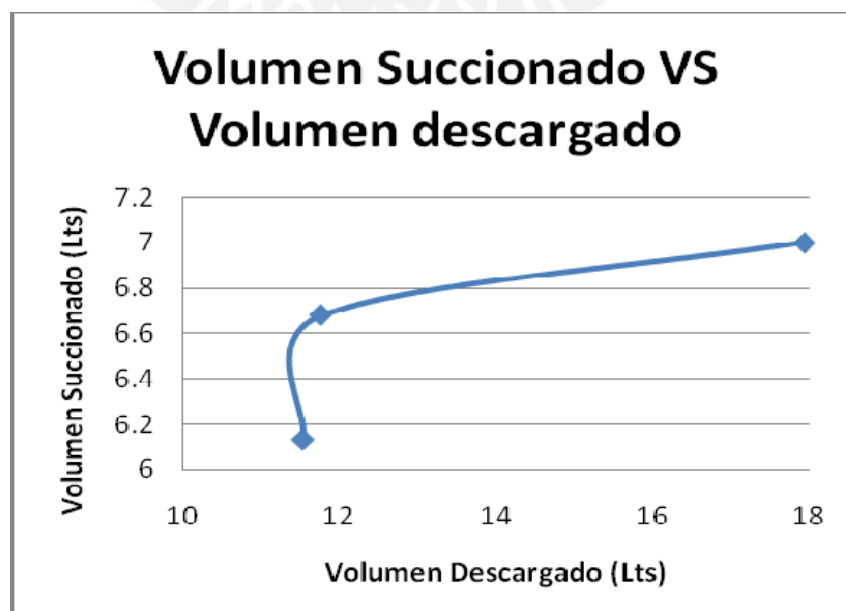


Fig. 4.3: Variación del Volumen succionado promedio respecto del volumen descargado promedio.

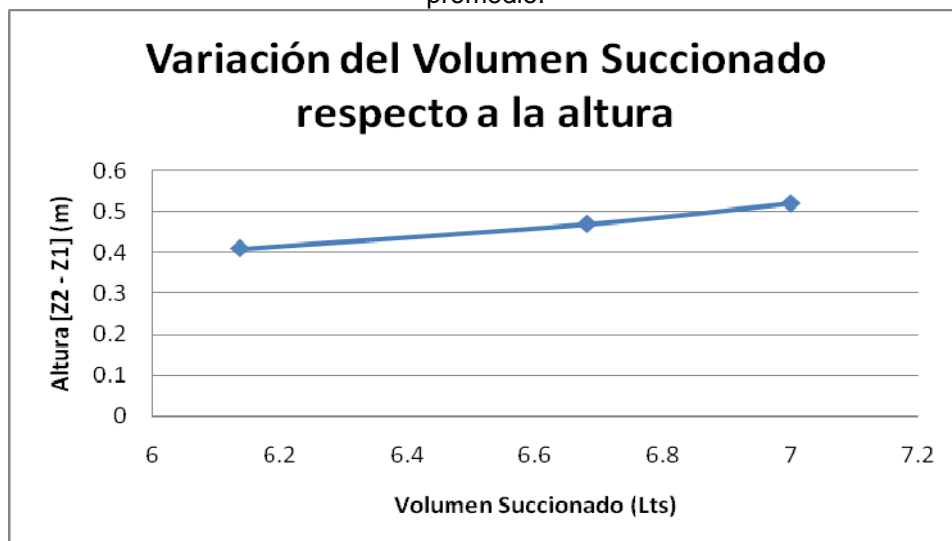


Fig. 4.4: Variación del Volumen succionado promedio respecto a la diferencia de alturas  $Z_2 - Z_1$ .

#### 4.2.2. De los ensayos de capacidad de almacenamiento tras cierre abrupto:

- Las pruebas de almacenamiento tras cierre abrupto fueron muy útiles ya que nos mostraron la necesidad del diseño de un mecanismo que nos permita aprovechar al máximo el principio de funcionamiento.
- La Fig. 4.4 nos muestra que tras un cierre abrupto el volumen que el sistema puede almacenar es casi constante y es en promedio aproximadamente 0.0981 Litros.
- Además como se muestra en la Fig. 4.5 mientras menos volumen se haya succionado antes del cierre mayor será el volumen que se podrá almacenar.
- Por otro lado los tiempos medidos fueron tan breves, que se podría afirmar que su registro fue el más accidentado de todas las pruebas realizadas, de allí que no se calcule el caudal de succión para almacenamiento, el tiempo en el cuál ocurre es tan breve que calcular ese caudal no es relevante.

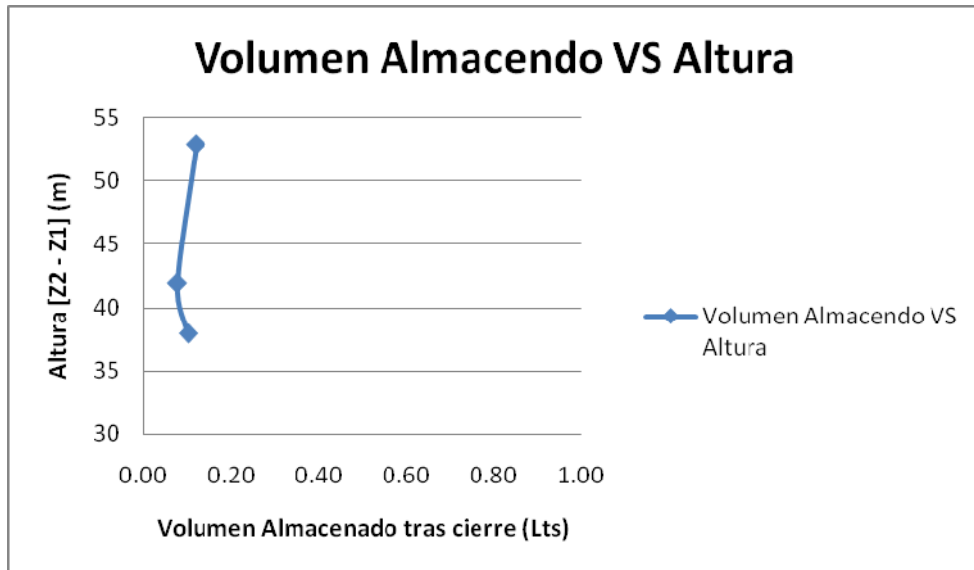


Fig. 4.4: Variación del Volumen almacenado respecto a la diferencia de alturas  $Z_2 - Z_1$ .

- En este punto de la tesis se puede afirmar categóricamente que el principio de funcionamiento del sistema puede aplicarse eficientemente y sin problemas en el diseño de equipos capaces de ahorrar agua, el vacío generado es capaz de reponer en proporción aproximada de dos a uno el agua que es descargada del tanque, no obstante esto solo funciona mientras el nivel de agua siga bajando, es decir mientras sigamos descargando agua, dado que el volumen que se almacena tras un cierre abrupto es muy pequeño, se hace patente la necesidad de generar un mecanismo que nos permita aprovechar el agua succionada, este mecanismo es descrito en la siguiente sección.

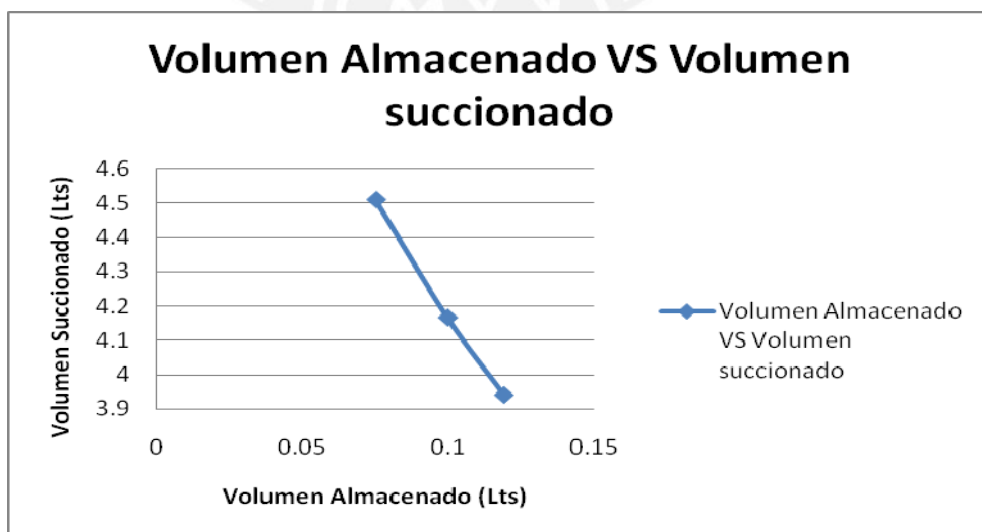


Fig. 4.5 Volumen almacenado VS Volumen Succionado.

### 4.3 Mecanismo de almacenamiento temporal de agua (boya - brazo flotante y solapa).

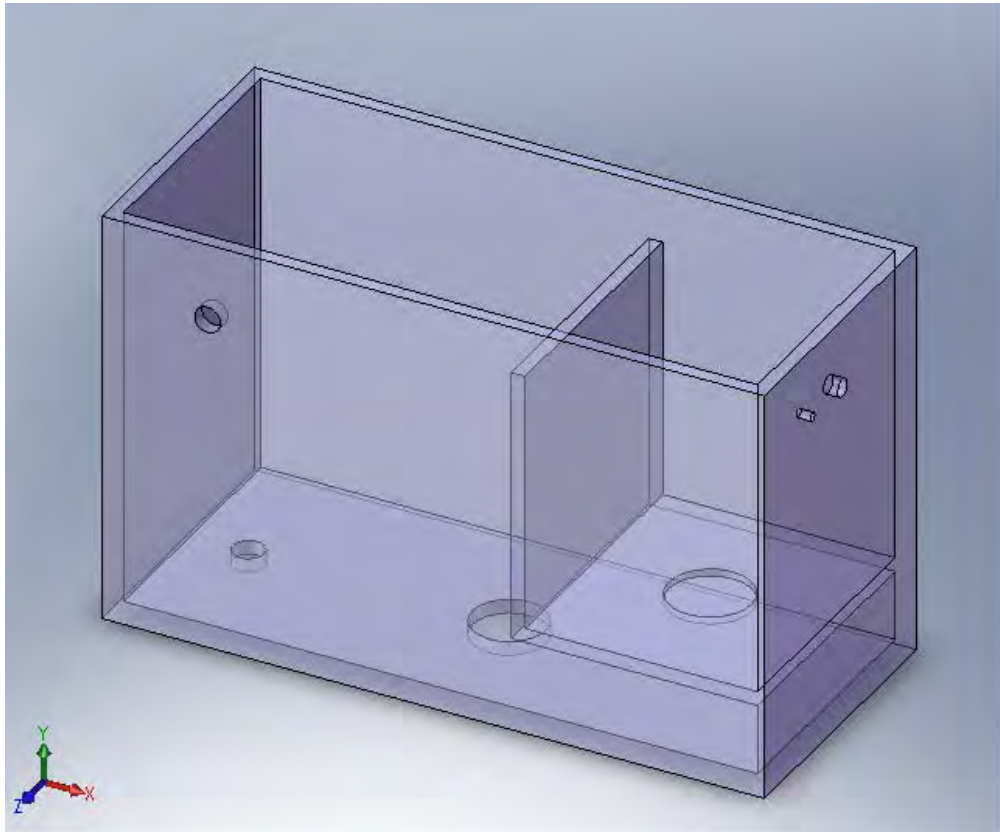


Fig.4.6 Compartimiento para el mecanismo de almacenamiento temporal de agua.

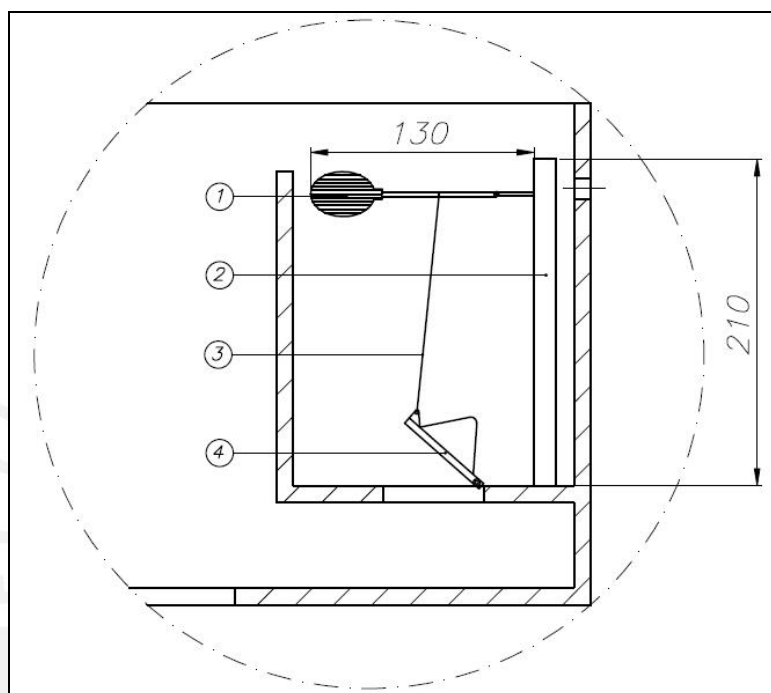
En aras de poder aprovechar el gran caudal de succión el mecanismo propone realizar algunas modificaciones al tanque, las mismas que se encuentran detalladas en los planos PRT\_04 y PRT\_05 y que la Fig.4.6 resume, básicamente lo que se requiere es construir un compartimiento dentro del tanque y adaptar en él un sistema de boya-brazo flotante.

#### 4.3.1 Componentes:

Los componentes del mecanismo se resumen en la Fig. 4.7, siendo estos:

- **Brazo Flotante:** Mecanismo sensor de nivel de material plástico, cuya longitud en su conjunto no debe exceder los 130 mm, se subdivide en dos componentes:

- **Brazo propiamente dicho:** Extensión plástica articulada en un punto, en la articulación se encuentra una rosca que permite regular la inclinación del brazo y por ende el volumen al cuál flotará. Para su fabricación bastará con cortar y adaptar los brazos de los sistemas estándar de descargas de inodoro.



Ítem	Descripción
1	Brazo Flotante
2	Tubería de soporte
3	Segmento de Nylon
4	Solapa

Fig. 4.7 Esquema del mecanismo con sus componentes.

- **Boya:** Cuerpo que permite regular la flotabilidad del brazo, su forma es solo referencial, puede tomar cualquier otra forma siempre y cuando aumente la flotabilidad del conjunto. Para su fabricación no se podrá adaptar la boya que viene por defecto en los sistemas de descarga tradicionales ya que es demasiado grande, pero puede confeccionarse una nueva de caucho, cámara de llanta o hasta un globo, cualquier material que sea resistente al agua y aumente la flotabilidad.

- **Tubería de soporte:** Básicamente es un segmento de tubería de PVC de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, cuya función es soportar el brazo flotante, adicionalmente si fuera necesario podría servir de mecanismo de rebose, al hacer otro agujero en la base del compartimiento.
- **Segmento de Nylon:** Segmento de Nylon usado para unir la solapa al brazo flotante, debe tener una longitud máxima de 140 mm.
- **Solapa:** Solapa de un sistema de descarga estándar, no se requiere de ninguna modificación para su adaptación al compartimiento.

#### 4.3.3 Funcionamiento:

La Fig. 4.8 muestra las posiciones de operación del sistema. En su posición inicial (1) el brazo flotante está hacia abajo y la solapa se encuentra cerrando el compartimiento, en estas condiciones se activa el sistema principal de descarga del tanque, el nivel de agua en el tanque empieza a descender y se inicia la succión de agua por acción del vacío, el chorro succionado impacta contra las paredes del compartimiento y empieza a llenar este. Minutos después, una vez que el nivel del agua dentro del compartimiento logra elevar el brazo hasta un punto dado (2) la solapa (que esta unida al brazo flotante a través de un segmento de nylon) se levantará automáticamente iniciando la descarga, se debe notar que esta última debido a su forma y al material del que esta hecha esta no volverá a su posición inicial hasta que el volumen de agua sea tan pequeño que su peso lo coloque nuevamente en su sitio.

#### 4.3.4 Cálculo del volumen a almacenar y del tiempo de apertura:

Para poder calibrar el volumen al cuál el brazo flotante deberá abrir el compartimiento debemos considerar que:

- El compartimiento está diseñado para almacenar 6.9 L,

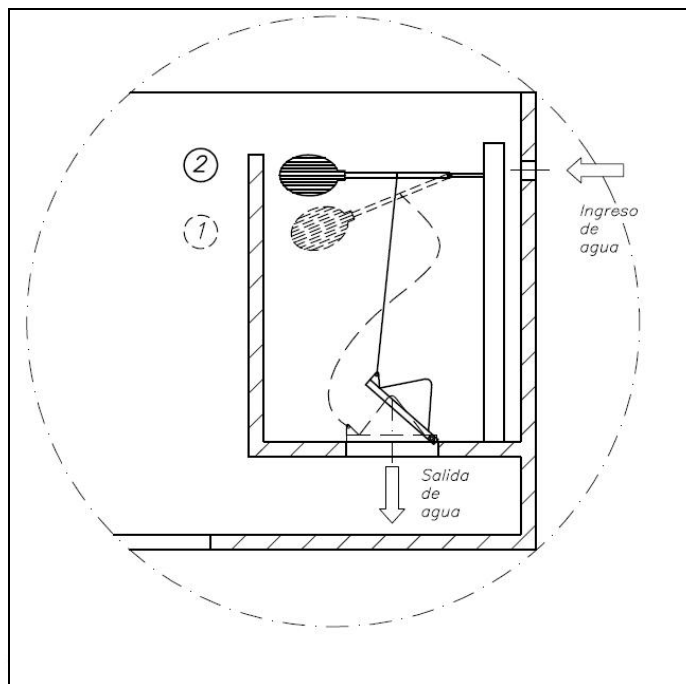


Fig. 4.8 Detalle del Esquema de funcionamiento del mecanismo de almacenamiento temporal.

- Un sistema de descarga estándar utiliza aproximadamente 65 Segundos para evacuar residuos sólidos del inodoro, en se tiempo nuestro sistema habrá succionado aproximadamente 2.5 L
- La solapa se deberá abrir una vez que la descarga del tanque ya haya terminado y de no ser posible, cuando se encuentre cercana a terminar, esto a fin de desperdiciar la menor cantidad posible de agua almacenada.
- Teniendo todo esto en cuenta podemos calcular que para un tiempo de succión de 129 segundos (un segundo antes de que termine la segunda descarga del tanque) nuestro sistema habrá almacenado 4.96 L y es un buen momento para que la solapa se abra, si bien es cierto habrá pérdida del agua almacenada está será mínima, tratar de regular el mecanismo a volúmenes mayores solo hará que este se abra demasiado pronto, en plena descarga del tanque de agua lo que hará la perdida aún mayor

## CONCLUSIONES

- Se ha logrado diseñar exitosamente un sistema de reutilización y tratamiento de aguas domésticas residuales (es decir, aguas blancas o jabonosas descargadas en el lavabo del baño) que valiéndose del vacío generado por la diferencia del nivel en el de agua dentro del tanque durante la descarga, permite realimentar dicho tanque con aguas domésticas residuales aproximadamente en relación de 2 a 1, es decir es capaz de succionar casi el 50 % del volumen de agua descargado.
- El sistema de filtración (filtro lento de arena y grava) utilizado en este proyecto garantiza un buen funcionamiento siempre y cuando se respete las características del agua a filtrar, es decir solo funcionará para aguas blancas o jabonosas descargadas en el lavabo del baño.
- Se comprobó que el vacío generado por el descenso del nivel de agua en el tanque del inodoro es lo suficientemente alto (aproximadamente 4.33 kPa) como para succionar agua desde el tanque de recirculación sin que afecte o fracture la estructura del tanque sellado herméticamente. Un análisis por elementos finitos muestra que una estructura de cerámica como el tanque es capaz de soportar un máximo de presión de 3.5 MPa, por lo que incluso el valor máximo de presión alcanzado en las pruebas resulta inofensivo para la estructura.
- El sistema diseñado implica realizar la menor cantidad de modificaciones a la estructura de inodoros estándar, con una salvedad será necesario que el diámetro del agujero de descarga en la base del tanque, sea reducido como mínimo a 1", de la misma forma se recomienda colocar un segmento de tubería para evitar el ingreso de aire al sistema, estas modificaciones suponen que el tanque se elevará unos 50 cm de su posición actual por lo que se requerirá alguna especie de soporte (dos ladrillos en la base del tanque y una lámina de acero que mantenga el tanque junto a la pared, como en algunos baños públicos, solucionarían el problema).

- El sistema se puede implementar con materiales de fácil obtención y bajo costo en cualquier ferretería de cualquier zona del país.
- El sistema permite un ahorro perceptible del consumo de agua en una vivienda familiar además de fomentar directamente el consumo responsable y efectivo del agua.
- El sistema diseñado provee de un llenado del tanque equivalente en términos de tiempo y caudal a los sistemas de llenado tradicionales siempre que opere dentro de los parámetros de prueba, es decir para una diferencia entre la salida del tanque de recirculación y el ingreso del tanque del inodoro entre 40.9cm y 70.9 cm, fuera de este rango no se garantiza la operatividad del sistema.
- La construcción de un compartimiento dentro del tanque para el almacenamiento temporal de agua es una solución que funciona no solo para un tanque de vidrio como el del prototipo de laboratorio, sino que también se puede adaptar sin problemas a un tanque de inodoro estándar.
- Aunque la velocidad de succión de nuestro sistema es menor que la velocidad de llenado de los sistemas estándar esto no representa un problema real, ya que el objetivo principal del sistema es el de ahorrar agua, no así el de competir con los sistemas existentes; no obstante se debe recalcar que la diferencia en las velocidades hace que el sistema de esta tesis sea solo aproximadamente 32 segundos más lento que el sistema estándar.
- Quedan pendientes para futuras investigaciones: la implementación del mecanismo de almacenamiento temporal de agua propuesto (boya - brazo flotante y solapa) en el capítulo final de esta tesis, la realización de las pruebas pertinentes a dicho mecanismo (como pudieran ser; pruebas de capacidad de almacenamiento por unidad de tiempo, pruebas de eficiencia tras cierta cantidad de accionamientos, etc.), así como la propuesta de nuevos y diferentes sistemas que den solución al problema del almacenamiento temporal de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADEQ (Arizona Department of environmental quality). Uso de aguas grises en el hogar.  
<http://www.adeq.gov/environ/water/permits/download/graywater.pdf> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- AGUAS RESIDUALES CONSIDERACIONES GENERALES USO Y TRATAMIENTO:  
<http://www.ucentral.edu.co/pregrado/escuelainge/hidricos/memorias/Presentaci%F3n%20Mario%20Opazo%20-%20PUJ.PDF>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Aleman, Augusto Cuevas, Apparatus and arrangement for conserving water for toilet flushing, US 4.030.144, 02 de Septiembre de 1975, App. 609.608, 21 de Septiembre de 1977, 4 p.
- ALTERNATIVE GREY WATER SYSTEMS:  
<http://weblife.org/humanure/chapter9.html>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Analysis of Wastewater for Use in Agriculture -A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/labmanual/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/labmanual/en/index.html)[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- APLICACIÓN DE MEDIOS FILTRANTES PARA REDUCCION DE FLUORUROS EN AGUA PARA CONSUMO:  
<http://www.cepis.org.pe/bvsacg/fulltext/godoy.PDF>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Calidad del Agua – Catálogo especializado de normas técnicas peruanas:  
<http://www.bvindecopi.gob.pe>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Chanlett, Emil T. Ingeniería ambiental urbana. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local, 1975.
- Construya su propio filtro de agua:  
[http://www.eraecologica.org/revista\\_04/era\\_ecologica\\_4.htm?filtro\\_de\\_agua.htm~mainFrame](http://www.eraecologica.org/revista_04/era_ecologica_4.htm?filtro_de_agua.htm~mainFrame). [En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- DISEÑO DE FILTRO CASERO PARA TRATAMIENTO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE GUATEMALA - PROCESO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA:  
<http://www.cepis.opsms.org/bvsapi/e/paises/guatemala/filtro.PDF>. [En línea] <Revisado 21.10.2008>.

- Domestic Water Treatment System Australia:  
<http://www.scribd.com/doc/902053/Domestic-Water-Treatment-System-Australia> [En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Environmental Technology Verification Report Hydromatix 786E Ion Exchange Rinsewater Recycling System: <http://www.epa.gov>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Filter Backwash Recycling Rule Technical Guidance Manual:  
<http://www.epa.gov/ogwdw/filterbackwash.html>[En línea] <Revisado 21.10.2008>
- Filter Backwash Recycling Rule: A Rule Summary for Systems:  
<http://www.epa.gov/ogwdw/filterbackwash.html>[En línea] <Revisado 21.10.2008>
- Guía Ambiental para la Disposición y Tratamiento del Agua Producida:  
<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/legislacion/guias/guiadisposiciontrata.PDF>[En línea] <Revisado 21.10.2008>
- Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and Aquaculture: Measures for public health protection Executive Summary:  
<http://www.who.int/bookorders/anglais/detart1.jsp?sesslan=1&codlan=1&codcol=15&codcch=3653>[En línea] <Revisado 21.10.2008>
- Guidelines for Water Reuse: <http://www.epa.gov>[En línea] <Revisado 21.10.2008>
- Haberzettl, Michael, Toilet system with vacuum extraction, CA 2290997, 06 de marzo de 1998, App. 297 09 653.2, 12 de Octubre de 1998, 17p.
- <http://www.celima-trebol.com/> [En línea] <Revisado 03.07.2009>.
- [http://www.devcon.com/prodfiles/pdfs/fam\\_tds\\_101.pdf](http://www.devcon.com/prodfiles/pdfs/fam_tds_101.pdf) [En línea] <Revisado 03.07.2009>.
- <http://www.epa.gov/ogwdw/filterbackwash.html> [En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- <http://www.epa.gov> [En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- <http://www.flushmate.com/HowItWorks/default.asp> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- <http://www.kohler.com/> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- <http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/index.htm> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.

- <http://www.sika.cl/productos/products-list-alpha.asp>. [En línea] <Revisado 03.07.2009>.
- <http://www.toiletology.com/> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- [http://www.totousa.com/innovation\\_landing.asp](http://www.totousa.com/innovation_landing.asp) [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- Mallevalle, Joël ed. Tratamiento del agua por procesos de membrana: principios, procesos y aplicaciones. Madrid. McGraw-Hill, 1998.
- McDonald, John R., Henry, Michael P y Steele, Ronald J, Gray water recycle system, US 5.317.766, 21 de Junio de 1993, App. 78.828, 07 de junio de 1994, 17 p.
- Medrano; Juan M, Apparatus Combination wash basin and toilet conservation system, US 4.358.864, 04 de mayo de 1981, App. 260.368, 16 de Noviembre de 1986, 9 p.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú. Viceministerio de Vivienda y Construcción. Reglamento nacional de construcciones: Norma de saneamiento S.090: plantas de tratamiento de aguas residuales. Lima. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 1997. 92 p.
- Naciones Unidas/WWAP, Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: “Agua para todos, agua para la vida”. París, Nueva York y Oxford, Ediciones UNESCO y Berghahn Books, UNESCO WWAP 2003.
- Oldfelt, Sven, Stahl, Gary L. y Still; Bjorn M. Vacuum toilet system, US 5.245.711, 15 de Agosto de 1989, App. 394.072, 21 de Septiembre de 1993, 13p.
- Procesos de tratamiento normalmente aplicables a aguas de embalse para dedicarlas al abastecimiento de poblaciones [http://ropdigital.ciccp.es/PDF/publico/1962/1962\\_tomoI\\_2971\\_02.PDF](http://ropdigital.ciccp.es/PDF/publico/1962/1962_tomoI_2971_02.PDF)[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Pürschel, Wolfgang. Tratado general del agua y su distribución v.3. La calidad de las aguas y su tratamiento. Bilbao. Urmo, 1976.
- RAE Diccionario On line: <http://buscon.rae.es/draeI> [En línea] <Revisado 14.09.2008>.
- Re potabilización del club irlandés utilizando un sistema Otis Optimum: <http://www.odis.com.mx/>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.

- Rivera, Alfredo, Water feeder conservation tank, US 4.371.992, 04 de Septiembre de 1981, App. 299.598, 08 de Febrero de 1983, 4 p.
- Rodriguez Pin, Jose Antonio, Sistema economizador de agua, ES2267413A1, 01 de Septiembre del 2006, 01 de Marzo del 2007, 7p.
- Romero Rojas, Jairo Alberto. Acuípurificación: diseño de sistemas de purificación de aguas. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. 308 p.
- Romero Rojas, Jairo Alberto. Calidad del agua. México, D.F. Alfaomega, 1999. 273 p.
- Schmidt, Klaus –Peter, Die folgenden sind den vom anmelder eingereichten Unterlagen entnommen, DE102005015562A1, 05 de Abril del 2005, 12 de Octubre del 2006, 6p.
- Solsona, Felipe. Desinfección del agua. Lima. CEPIS, 2002. 211 p.
- Teichroeb, Darrick, Toilet flushing system that allows use of gray water drained from a sink, US 5.813.047, 12 de Febrero de 1997, App. 799.500, 29 de Septiembre de 1998, 9 p.
- Treatment Systems for Household Water Supplies Softening: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/h2oqual/watsys/ae1031w.htm>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Whitewater Sewage Treatment Plant - Ontario Residents: <http://www.canwest-tanks.com/Acrobat/Canwest-WhitewaterProvinces.PDF>[En línea] <Revisado 21.10.2008>.
- Yépez, Herbert; Fuentes, Carlos; Sevillano, Gonzalo; Tominaga, Andrés. Reutilización y tratamiento de aguas domesticas residuales para el accionamiento de inodoros mediante un sistema de vacío. Propuesta para el XI Premio Coca Cola a la Ecoeficiencia, 2007.

# Anexos

## Índice

Anexo # 1: Catálogos de Sistemas duales para inodoros/ especificaciones técnicas de los mismos	...	3
---	-----	---

**Anexo # 1: Catálogos de Sistemas duales para inodoros/ especificaciones técnicas de los mismos**

# Inodoros

## Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** ECO-Reductores para cisternas MULTISHOWER

**Tipo de tecnología** Retención de descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 50%

**Descripción técnica** Retiene la mitad de agua haciendo salir con mayor presión la otra mitad, consiguiendo un arrastre total de los residuos.

**Descripción física** Reductor tipo vaso.  
Fabricación en plástico resistente al agua.

**Instalación y mantenimiento** - Puede instalarse en viviendas en construcción.  
- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.  
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.  
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Adaptable a todas las cisternas de tanque bajo.

**Fabricante** Sistemas Reductores del Consumo de Agua – VICENTE MARTÍNEZ. Exclusiva Multishower España. ~ C/ París, 42 ~ 08029 ~ BARCELONA ~ 93 322 36 70 ~ vicente@vicentemartinez-multishower.com ~ www.vicentemartinez-multishower.com

**Modelos** 305

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** EcoCYCLON Fominaya

**Tipo de tecnología** Doble descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 50%

**Descripción técnica** Mecanismo de doble pulsador que incorpora la posibilidad de regular tanto la descarga parcial (3 o 4 litros) como la total (6 o 9 litros).

**Descripción física** Fabricado con polímeros de primera calidad totalmente reciclables.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.
- Si lo instalado originariamente pertenece a la firma Roca, Gala o Porsan, la sustitución es muy rápida y económica.
- Se recomienda cambiar la junta obturadora de caucho cuando se pase por el tiempo (normalmente, y con aguas no muy duras, puede durar mas de 6 o 7 años). La sustitución la puede hacer el propio usuario.

**Observaciones**

**Fabricante** FOMINAYA, S.A. ~ Ctra. del Pla, S/N. ~ 46117 ~ Bétera - Valencia ~ TI 96-160,06,51  
Fax. 96-160,13,51 ~ correo@fominaya.com ~ www.fominaya.com

**Modelos**



EcoCyclon

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Mecanismo de descarga interrumpible Roca D1P

**Tipo de tecnología** Interrupción de descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 25%

**Descripción técnica** Sistema de interrupción voluntaria de la descarga. Accionando una vez el pulsador comienza la descarga; una segunda pulsación la interrumpe.

**Descripción física** Pulsador elevado.

**Instalación y mantenimiento**

- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.
- Se monta de modo sencillo en la mayoría de cisternas equipadas con una descarga de tirador. Sólo en el modelo de inodoro de la serie VICTORIA se precisa desmontar la cisterna.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Sistema de ahorro de agua para cisternas antiguas.

**Fabricante** ROCA SANITARIO, S.A. ~ Avda. Diagonal, 513 ~ 08029 ~ Barcelona ~ 93 366 1200  
~ info@roca.net ~ www.roca.es

**Modelos** Series antiguas de Roca que admiten el mecanismo D1P: LIBERTY, VERONICA, MERIDIAN, DAMA, VICTORIA, ATLANTA, GÓNDOLA, AQUARIA



Roca D1P

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** RST WC-Stop

**Tipo de tecnología** Interrupción de descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Hasta el 70%

**Descripción técnica** Mecanismo de rearme automático para cisternas, que provoca el cierre automático de la salida de agua de la cisterna al soltar el tirador o dejar de actuar en pulsadores, engañando al mecanismo por la diferencia de presión.  
No sacrifica la potencia de descarga, ya que su técnica consiste en la selección de la cantidad de agua a descargar.

**Descripción física** Contrapesos y muelles de fijación contruidos en acero inoxidable.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Disponible en dos formatos: para tubo central con abrazadera y por cuelgue del tirador. Válido para más del 85% de los sistemas de tirador y pulsador.

**Fabricante** RST ~ Negué Spreestrasse 7 ~ D-15517 ~ Fürstenwalde ~ +49 3361 3745-0 ~ RST@ahorraragua.com ~ www.rst-wassersparer.de/  
**Distribuidor para España:** TEHSA, S.L. ~ C/ Jorge Guillén, nº 5 y 7 ~ 28806 ~ Alcalá de Henares (Madrid) ~ 91 8797979 ~ info@tehsa.com ~ http://www.tehsa.com

**Modelos** RST 1726, RST 1736



RST 1726



RST 1736

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Sistema de descarga GroheDal Dual Flush

**Tipo de tecnología** Doble descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 44 ó 60%

**Descripción técnica** Sistema de doble pulsador. Accionando el botón verde se liberan sólo 3 ó 4,5 litros. Accionando el botón blanco se libera el total, 6 ó 9 litros.

**Descripción física** Pulsador integrado.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- Para su instalación debe intervenir un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones**

**Fabricante** GROHE ESPAÑA, S.A. ~ Botànica, 78-88-Gran Vía L'H Districte Econòmic ~ 08908 ~ L'Hospitalet de Llobregat ~ 93 336 8855 ~ grohe@grohe.es ~ www.grohe.es

**Modelos**



Dual Flush

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Sistema de descarga GroheDal Start & Stop

**Tipo de tecnología** Interrupción de descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 60%

**Descripción técnica** Sistema de interrupción voluntaria de la descarga. Accionando una vez el pulsador comienza la descarga; una segunda pulsación la interrumpe. Elección entre dos volúmenes de descarga de 6 ó 9 litros.

**Descripción física** Pulsador integrado.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones**

**Fabricante** GROHE ESPAÑA, S.A. ~ Botànica, 78-88-Gran Vía L'H Districte Econòmic ~ 08908 ~ L'Hospitalet de Llobregat ~ 93 336 8855 ~ grohe@grohe.es ~ www.grohe.es

**Modelos**

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Tehsa Mdesc2pkit

**Tipo de tecnología** Doble descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 70%

**Descripción técnica** Mecanismo de doble pulsador para descarga de inodoros: parcial de 2,5 a 5 litros y completa con toda la capacidad acumulada del tanque.  
Válido y regulable para tanques de 6 a 12 litros.

**Descripción física** Cuerpo para tanques de 6 a 12 litros; descarga selectiva de 3 ó 6-9 litros.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Recomendable para edificios de alto tránsito.  
Compatible con cualquier tipo de mecanismo existente, frontal, lateral y/o superior.

**Fabricante** TEHSA, S.L. ~ C/ Jorge Guillén, nº 5 y 7 ~ 28806 ~ Alcalá de Henares (Madrid) ~ 91 8797979 ~ info@tehsa.com ~ <http://www.tehsa.com>

## Modelos



Mdesc2pkit

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Tehsapres127COM

**Tipo de tecnología** Cierre automático.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 30%

**Descripción técnica** Equipo y/o dispositivo para sustituir a cualquier fluxor de la firma Presto para inodoros y posibilitar ahorros sobre el consumo previo, en base a su temporización y tipo de descarga.

**Descripción física** Fabricado en materiales resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** De muy fácil sustitución. Válido para las referencias Presto 1000, en todas sus variaciones.

**Fabricante** TEHSA, S.L. ~ C/ Jorge Guillén, nº 5 y 7 ~ 28806 ~ Alcalá de Henares (Madrid) ~ 91 8797979 ~ info@tehsa.com ~ <http://www.tehsa.com>

## Modelos



Tehsapres 127COM

# Adaptaciones a elementos de consumo existentes

**Nombre comercial** Wirquin MW

**Tipo de tecnología** Doble descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 40.000 l/año (Familia de 4 personas)

**Descripción técnica** Mecanismo de descarga de WC por cable con doble pulsador, con posibilidad de media descarga o descarga completa.

**Descripción física**

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario fácilmente.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones**

Al ser por cable se adapta a cualquier posición.  
Incluye rosca modelo Roca.

**Fabricante**

WIRQUIN CALAF, S.L. ~ Avda. Sant Jaume, 59 ~ 8280 ~ Calaf ~ 938681072 ~  
wirquin@wirquincalaf.com ~ www.wirquin.com

**Modelos**

MW 2



MW 2

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Presto 1000 para encastrar

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 1,5 l/s.

**Descripción técnica** Flujo para inodoros, tazas turcas y vertederos, de apertura por pulsador. Temporizado a 6 s. Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Encastrado en muro con entrada macho de 3/4". Cuerpo del flujo en latón niquelado. Caja de empotrar y placa de fijación intermedia fabricadas en acero con protección antioxidante. Diferencia del modelo 1000 E: pulsador y tapa de acceso en latón cromado. Piezas interiores en materiales resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas. Pistón intercambiable que comprende todo el mecanismo del flujo.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- Seguir las recomendaciones de mantenimiento de los temporizados Presto (ver modelos TC).

**Observaciones** Presión dinámica mínima necesaria a la entrada del flujo: 0,900 bar.

**Fabricante** PRESTO IBÉRICA, S.A. ~ C/ Príncipe de Vergara, 13. ~ 28001 ~ Madrid ~ 91 5782575 ~ informacion@prestoiberica.com ~ www.prestoiberica.com

**Modelos** 1000 A, 1000 E



Presto 1000A



Presto 1000E

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Presto 1000 sobre muro

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 1,5 l/s.

**Descripción técnica** Fluxor para inodoros, tazas turcas y vertederos, de apertura por maneta con rótula. Temporizado a 6 s. Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Fijación sobre muro con entrada macho o hembra de 3/4" según modelo. Cuerpo y embellecedor en latón cromado. Piezas interiores en materiales resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas. Pistón intercambiable que comprende todo el mecanismo del flujo.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- Seguir las recomendaciones de mantenimiento de los temporizados Presto (ver modelos TC).

**Observaciones** Presión dinámica mínima necesaria a la entrada del flujo: 0,900 bar.

**Fabricante** PRESTO IBÉRICA, S.A. ~ C/ Príncipe de Vergara, 13. ~ 28001 ~ Madrid ~ 91 5782575 ~ [informacion@prestoiberica.com](mailto:informacion@prestoiberica.com) ~ [www.prestoiberica.com](http://www.prestoiberica.com)

**Modelos** 1000 M, 1000 R



Presto 1000 M



Presto 1000 R

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Presto Eclair y Presto Eyrem

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 1,5 l/s.

**Descripción técnica** Flujo para inodoros, tazas turcas y vertederos, de apertura por pulsador. Temporizado a 6 s. Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Fijación sobre muro con entrada y salida macho de 1 1/4". Cuerpo y pulsador en latón cromado. Piezas interiores en materiales resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas. Pistón intercambiable que comprende todo el mecanismo del flujo. El modelo Eclair H dispone de pulsador gerontológico en acero revestido en epoxy verde, y el modelo Eyrem es de apertura por rótula.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- Seguir las recomendaciones de mantenimiento de los temporizados Presto (ver modelos TC).

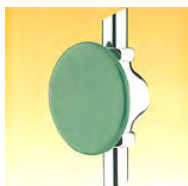
**Observaciones** Presión dinámica mínima necesaria a la entrada del flujo: 1 bar. El empleo de llave de paso es aconsejable para el mantenimiento independiente de cada aparato.

**Fabricante** PRESTO IBÉRICA, S.A. ~ C/ Príncipe de Vergara, 13. ~ 28001 ~ Madrid ~ 91 5782575 ~ informacion@prestoiberica.com ~ www.prestoiberica.com

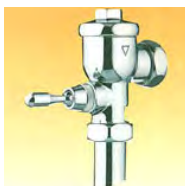
**Modelos** ECLAIR, ECLAIR H, EYREM



Eclair



Eclair H



Eyrem

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Presto electrónico: grifo de mando óptico-electrónico para inodoro

**Tipo de tecnología** Grifería electrónica. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 50%. Caudal de 1,5 l/s para 1 bar.

**Descripción técnica** Fluxor de inodoro encastrado con detector de infrarrojos activos. Alimentación por red o pila. Dispone de accionamiento manual en caso de anomalía del sistema electrónico. La descarga se produce tras 5 s del uso del inodoro y al separarse del mismo, o accionando voluntariamente el pulsador manual (en este caso volverá a activarse el sistema electrónico a los 15"). Descarga normal de 9 litros, con posibilidad de obtener 6 litros por descarga regulando la llave de paso y el tiempo de lavado.

**Descripción física** Caja de acero inoxidable y pulsador en latón cromado.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- La instalación puede realizarla el propio usuario, pero implica cierta dificultad.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- El mantenimiento necesario es el mismo que el de cualquier otro mecanismo convencional.

**Observaciones** Dispone de accesorios: goma de enchufe, tubo curvo cromado, racor de unión para tazas.

**Fabricante** PRESTO IBÉRICA, S.A. ~ C/ Príncipe de Vergara, 13. ~ 28001 ~ Madrid ~ 91 5782575 ~ [informacion@prestoiberica.com](mailto:informacion@prestoiberica.com) ~ [www.prestoiberica.com](http://www.prestoiberica.com)

**Modelos** 7100, 7200



Presto 7100

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Presto TC Antivandálicos

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 1,5 l/s.

**Descripción técnica** Fluxor para inodoro de apertura por maneta con rótula. Temporizado a 6 s. Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Fijación a través de tabique con entrada macho o hembra de 3/4" según modelo. Cuerpo y maneta en latón. Piezas interiores en materiales resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas. Pistón intercambiable que comprende todo el mecanismo del fluxor.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en edificios en construcción.
- Se recomienda que para su instalación intervenga un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- Antes de la puesta en servicio de los grifos, cualesquiera que sean, es indispensable purgar totalmente las cañerías.
- En los grifos en que se suministran juntas filtro o llaves de paso es indispensable que éstas se utilicen.
- Seguidamente a la puesta en servicio, y en caso de anomalías de funcionamiento, se recomienda extraer y limpiar el mecanismo bajo agua corriente.
- Se recomienda purgar las tuberías y desmontar el mecanismo tras períodos inutilizados a bajas temperaturas.
- El recubrimiento cromado debe ser limpiado exclusivamente con agua jabonosa; las incrustaciones calcáreas pueden eliminarse con descalcificantes comerciales.

**Observaciones** Disponible también con pulsador TC y embellecedor en latón cromado visto o empotrado.

**Fabricante** PRESTO IBÉRICA, S.A. ~ C/ Príncipe de Vergara, 13. ~ 28001 ~ Madrid ~ 91 5782575 ~ [informacion@prestoiberica.com](mailto:informacion@prestoiberica.com) ~ [www.prestoiberica.com](http://www.prestoiberica.com)

**Modelos** 1000 M TC, 1000 R TC



Presto 1000 M TC



Presto 1000 R TC



Pulsador visto



Pulsador empotrado

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Ramón Soler Tempoflux 761 de 3/4"

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada. Descarga presurizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 72 l/min. (a 2 bar)

**Descripción técnica** Fluxor temporizado de cierre automático.  
Temporización de 7 segundos aprox.  
Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Mecanismo integrado en un cartucho intercambiable.

**Instalación y mantenimiento** - Ver consejos de instalación y mantenimiento del Sistema Tempostop.  
- Los Tempoflux WC no deben empotrarse, pues debe dejarse libre la ranura posterior para entrada de aire.

**Observaciones** Recomendable para instalaciones públicas.  
Presión mínima aconsejada de 2 bar.

**Fabricante** INDUSTRIAS RAMON SOLER, S.A. ~ Vallespir, 26 ~ 8970 ~ SANT JOAN DESPI ~ 93 3738001 ~ eduplaa@rsramonsoler.com ~ www.ramonsoler.net

## Modelos



Tempoflux 761

# Griferías especiales

**Nombre comercial** Ramón Soler Tempostop WC de 1 1/4"

**Tipo de tecnología** Grifería temporizada.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** Caudal de 90 l/min. (a 1,5 bar)

**Descripción técnica** Grifo Tempostop de cierre automático para inodoro.  
Temporización de 7 segundos aprox.  
Dispositivo antisifónico incorporado.

**Descripción física** Mecanismo integrado en un cartucho intercambiable.

**Instalación y mantenimiento** - Ver consejos de instalación y mantenimiento del Sistema Tempostop.  
- Los Tempostop WC no deben empotrarse, pues debe dejarse libre la ranura posterior para entrada de aire.

**Observaciones** Recomendable para instalaciones públicas.  
Presión mínima aconsejada de 1,5 bar.  
Existe un modelo de Tempostop WC Anti-robo.

**Fabricante** INDUSTRIAS RAMON SOLER, S.A. ~ Vallespir, 26 ~ 8970 ~ SANT JOAN DESPI ~ 93 3738001 ~ eduplaa@rsramonsoler.com ~ www.ramonsoler.net

**Modelos** TEMPOSTOP WC 760, TEMPOSTOP WC Anti-robo 763



Tempostop WC 760



Tempostop WC 763

# Nuevas cisternas

**Nombre comercial** Mecanismo de descarga interrumpible Roca D2P

**Tipo de tecnología** Interrupción de descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 25%

**Descripción técnica** Sistema de interrupción voluntaria de la descarga. Accionando una vez el pulsador comienza la descarga; una segunda pulsación la interrumpe.

**Descripción física** Pulsador integrado.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- Para su instalación debe intervenir un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Sistema de ahorro de agua en cisternas nuevas.

**Fabricante** ROCA SANITARIO, S.A. ~ Avda. Diagonal, 513 ~ 08029 ~ Barcelona ~ 93 366 1200  
~ infosan@roca.net ~ www.roca.es

**Modelos** Serie VICTORIA



Roca D2P

# Nuevas cisternas

**Nombre comercial** Mecanismo de doble descarga 3/6 litros Roca D2D

**Tipo de tecnología** Doble descarga.

**Ahorro de agua respecto a tecnología tradicional** 40%

**Descripción técnica** Sistema de doble pulsador. Accionando el botón circular se descargan sólo 3 litros. Si se presionan los dos pulsadores simultáneamente la descarga es de 6 litros.

**Descripción física** Pulsador integrado.

**Instalación y mantenimiento**

- Puede instalarse en viviendas en construcción.
- Para su instalación debe intervenir un profesional.
- No existe incompatibilidad con la mayoría de instalaciones antiguas.
- No se requiere mantenimiento.

**Observaciones** Sistema de ahorro de agua en cisternas nuevas.

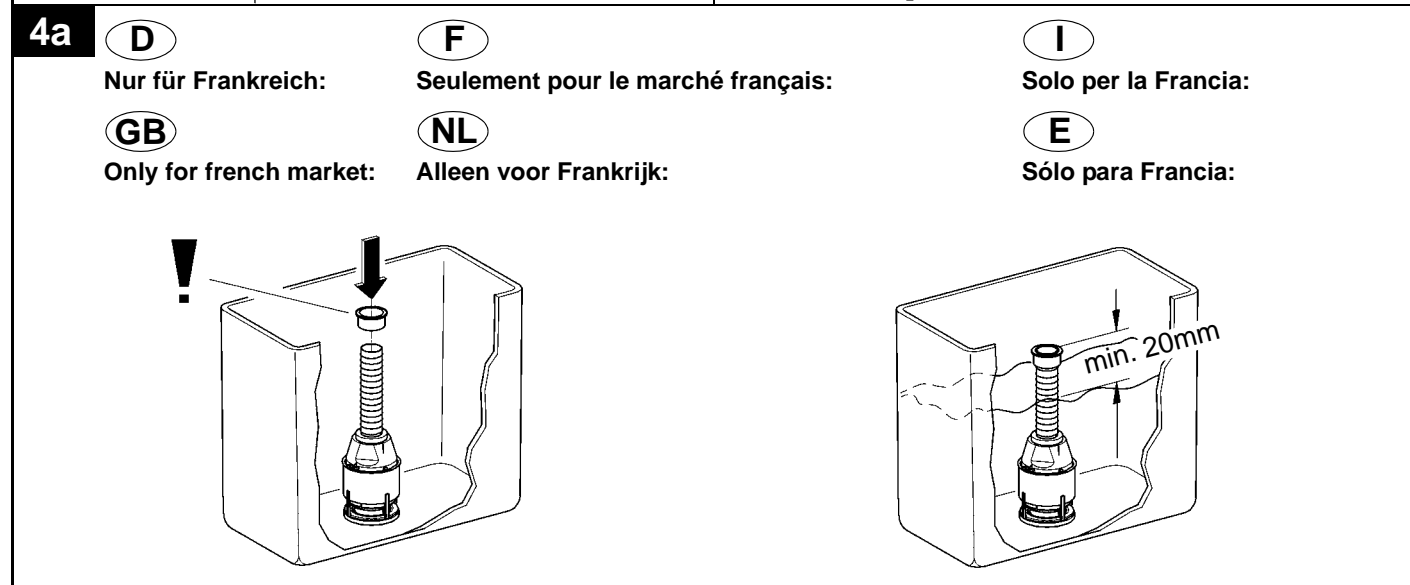
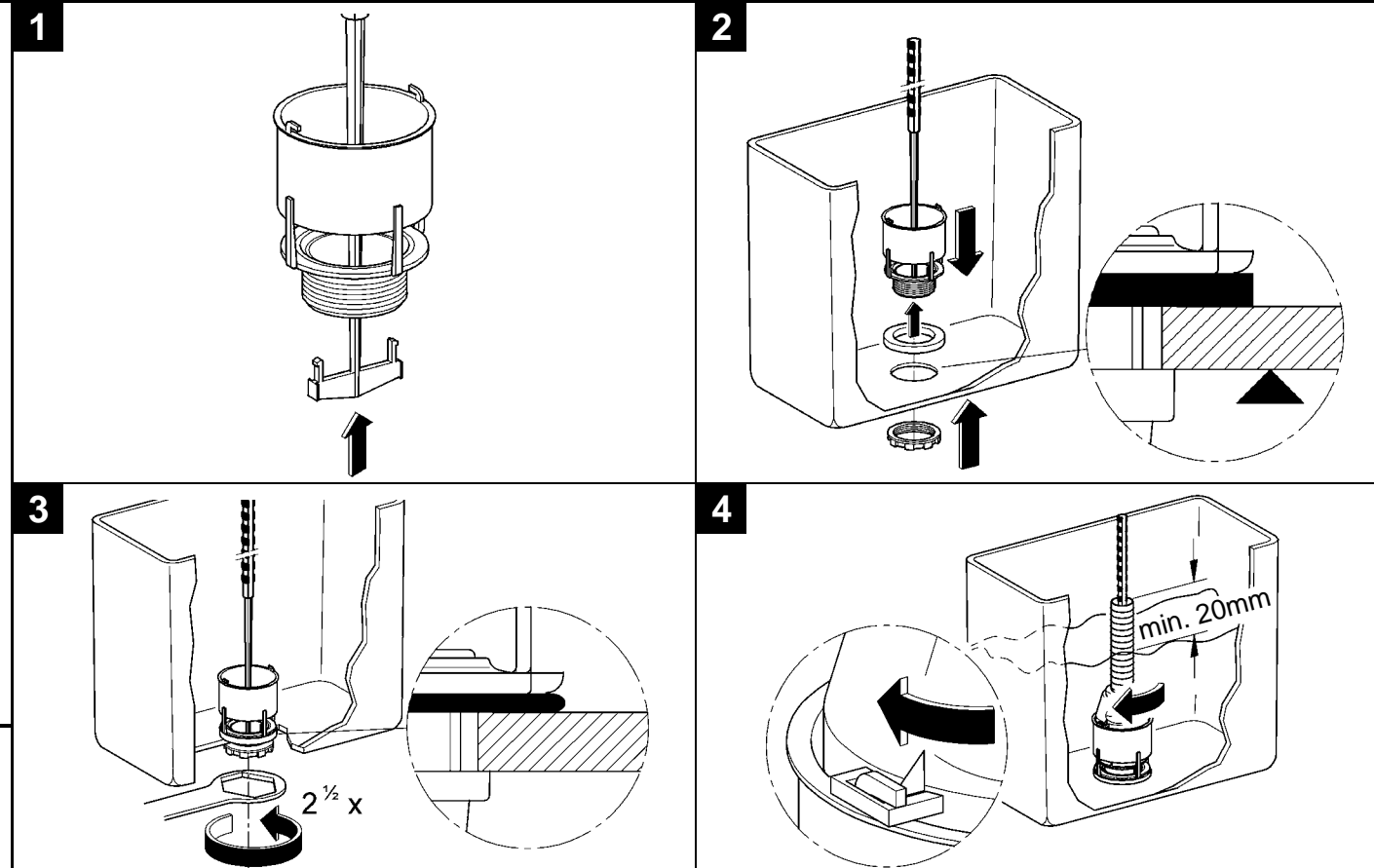
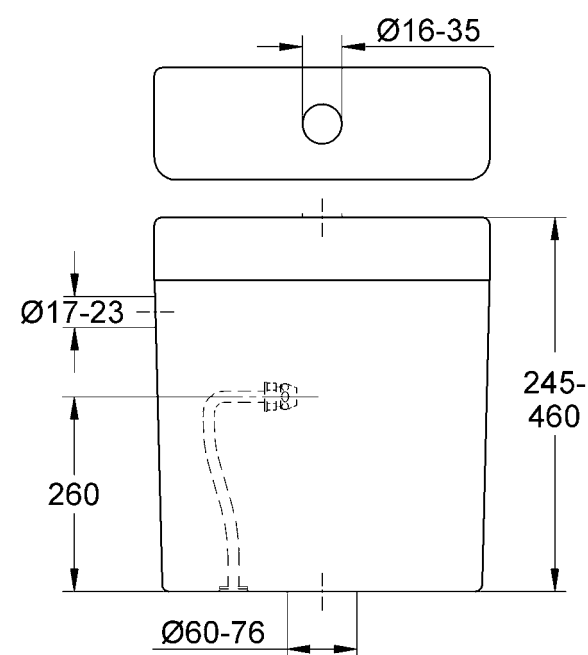
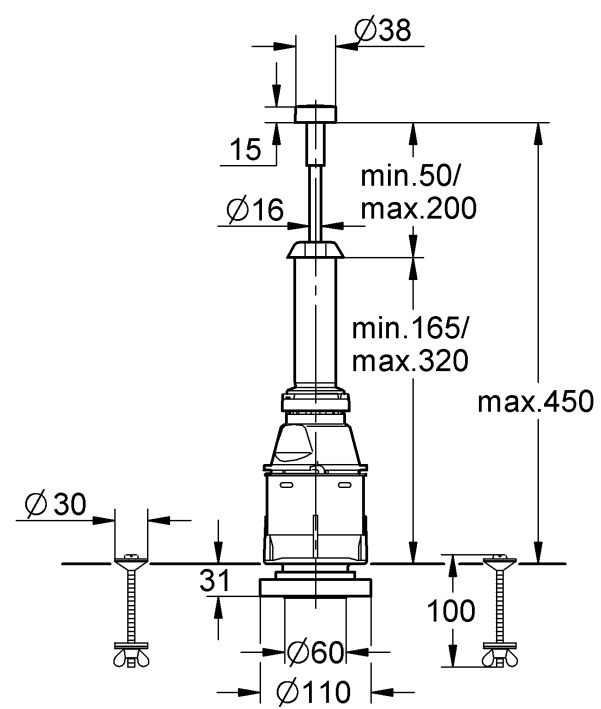
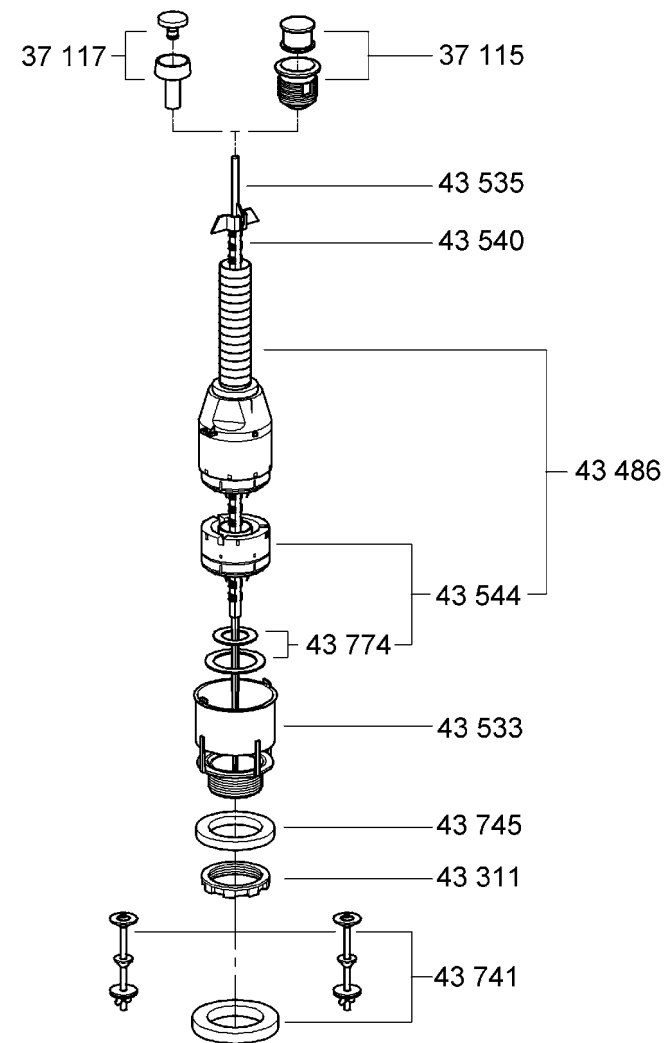
**Fabricante** ROCA SANITARIO, S.A. ~ Avda. Diagonal, 513 ~ 08029 ~ Barcelona ~ 93 366 1200  
~ infosan@roca.net ~ www.roca.es

**Modelos** Series VERANDA, AMERICA, LIBERTY, VERONICA, GEORGIA, SIDNEY, CIVIC, MERIDIAN, DAMA y GIRALDA. Es posible montar el mecanismo D2D en las cisternas VICTORIA equipadas de serie con el D2P

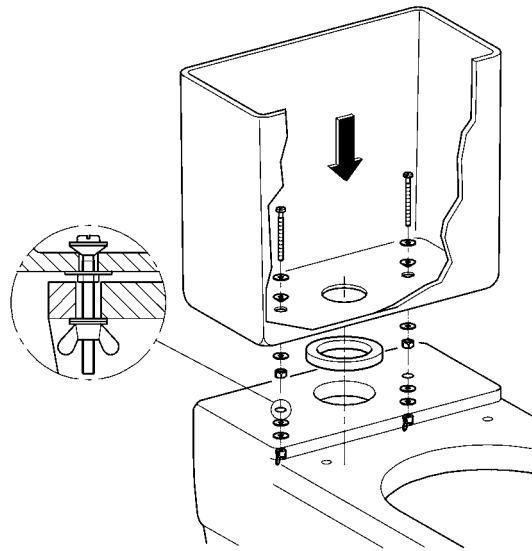


Roca D2D

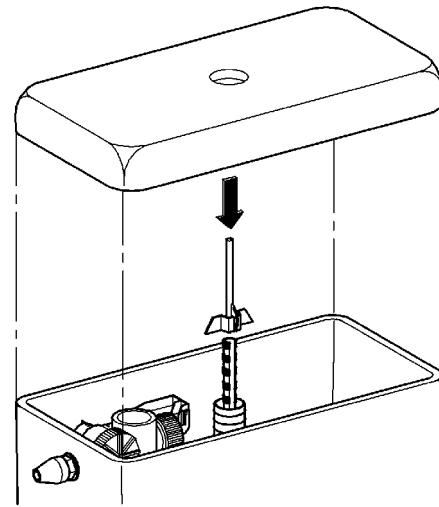
37 085 37 088 37 320  
37 086 37 089 43 540



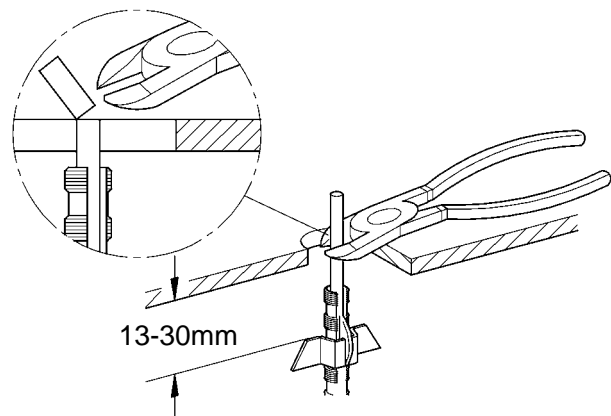
5



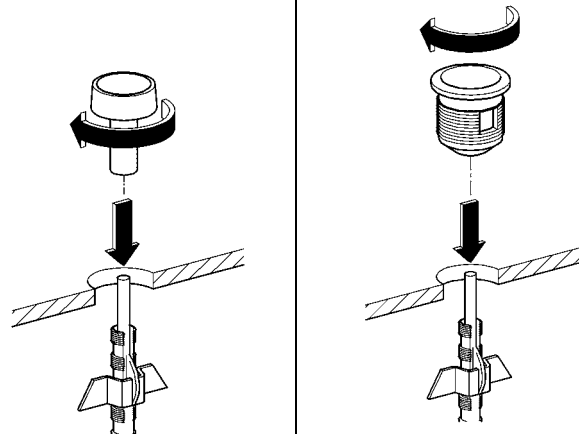
6



7



8



D

**Zubehör:**  
Ablaufventilgehäuse mit längerem Gewinde für wandhängende Spülkästen: 37 116

GB

**Accessory:**  
Outlet valve housing with extended threaded joint for wall-mounted cistern: 37 116

F

**Accessoires:**  
Soupape d'évacuation avec filetage plus long pour réservoir de chasse suspendu: 37 116

NL

**Toebehoren:**  
Bodemklephuis met lang schroefdraad voor wandreservoir: 37 116

I

**Accessori:**  
Alloggiamento della valvola di scarico con filettatura più lunga per cassetta di sciacquo montata a parete: 37 116

E

**Accesario:**  
Alojamiento de la válvula de descarga con rosca larga para cisterna de pared: 37 116

D

Grohe Deutschland Vertriebs GmbH  
Zur Porta 9  
32457 Porta Westfalica  
Tel.: +49 571 3989-333  
Fax: +49 571 3989-999

A

GROHE Ges.m.b.H.  
Beichgasse 6  
1100 Wien  
Tel.: +43 1 68060-0  
Fax: +43 1 6898747

B

GROHE nv - sa  
Diependaalweg 4a  
3020 Winksele  
Tel.: +32 16 230660  
Fax: +32 16 239070

BG

Представителство  
Grohe AG  
в България  
Ралф Шпиринг  
Клон 11, П.К. 35  
8011 Бургас  
тел./факс.: +359 56 950104  
тел./факс.: +359 56 845549

CDN

GROHE Canada Inc.  
1226 Lakeshore Road East  
Mississauga, Ontario  
Canada, L5E 1E9  
Tel.: +1 905 2712929  
Fax: +1 905 2719494

CH

Grohe Switzerland SA  
Hertistrasse 2  
8304 Wallisellen  
Tel.: +41 44 8777300  
Fax: +41 44 8777320

CN

高仪 (上海)  
卫生洁具有限公司  
宁桥路615号  
201206 上海  
中华人民共和国  
电话: +86 21 50323535  
传真: +86 21 50550363

CY

Nicos Theodorou & Sons Ltd.  
12 Dimitsanis Street  
CY-1507 Nicosia  
P.O. Box 21387  
Tel.: +357 22 757671  
Fax: +357 22 759085

CZ SK

Grohe ČR s.r.o.  
Zastoupení pro ČR a SR  
V Oblouku 104, Čestlice  
251 01 Průhonice  
Tel.: +420 225 091 081-4  
Fax: +420 225 091 085

DK

GROHE A/S  
Walgerholm 11  
3500 Vaerløse  
Tel.: +45 44 656800  
Fax: +45 44 650252

E

GROHE España S.A.  
C/ Botanica, 78 - 88  
Gran Vía L'H - Distr. Econòmic  
08908 L'Hospitalet de Llobregat  
(Barcelona)  
Tel.: +34 93 3368850  
Fax: +34 93 3368851

EST LT LV

ALPIGRO OÜ  
Alar Pihlak  
Jõe 5  
10151 Tallinn  
Tel.: +372 6261204  
Fax: +372 6261204

F

GROHE s.à.r.l.  
11, Rue des Peupliers  
92441 Issy-les-  
Moulineaux Cedex  
Tel.: +33 1 46625000  
Fax: +33 1 46626110

FIN

Oy Teknocalor Ab  
Sinikellonkuja 4  
01300 Vantaa  
Tel.: +358 9 8254600  
Fax: +358 9 826151

GB

GROHE Limited  
Blays House, Wick Road  
Englefield Green  
Egham, Surrey, TW20 0HJ  
Tel.: +44 871 200 3414  
Fax: +44 871 200 3415

GR

Nikos Sapountzis S.A.  
86, Kapodistriou & Roumelis Str.  
142 35 N. Ionia - Athens  
Tel.: +30 10 2712908  
Fax: +30 10 2715608

H

GROHE Hungary Kft.  
Liget u. 1.  
2040 Budaörs  
Tel.: +36 23 422 468  
Fax: +36 23 422 469

HR

ENERTECH GmbH  
Division Giersch  
Maksimirska 96/II  
10000 Zagreb  
Tel.: +385 1 2338260  
Fax: +385 1 2308024

I

GROHE S.p.A.  
Via Castellazzo Nr. 9/B  
20040 Cambiago (Milano)  
Tel.: +39 2 959401  
Fax: +39 2 95940263

IND

Grohe India Private Limited  
The Great Eastern Centre  
Gesco Corporate Centre  
70 Nehru Place  
New Delhi 110019  
Tel.: +91 11 5561 9423 / 9513  
Fax: +91 11 5561 9451

IS

BYKO hf.  
Skemmuvegi 2  
200 Kópavogur  
Tel.: +354 515 4000  
Fax: +354 515 4099

J

Grohe Japan Ltd.  
TRC Building, 3F  
1-1 Heiwajima 6-chome, Ota-ku  
Tokyo 143-0006  
Tel.: +81 3 32989730  
Fax: +81 3 37673811

N

GROHE A/S  
Karihaugveien 89  
1086 Oslo  
Tel.: +47 22 906110  
Fax: +47 22 906120

NL

GROHE Nederland BV  
Metaalstraat 2  
2718 SW Zoetermeer  
Tel.: +31 79 3680133  
Fax: +31 79 3615129

P

GROHE Portugal  
Componentes Sanitários, Lda.  
Rua Arq. Cassiano Barbosa, 539  
1.º Frente Esquerdo  
4100-009 Porto  
Tel.: +351 22 543 29 80  
Fax: +351 22 543 29 99

PL

GROHE Polska Sp. z o.o.  
Ul. Migdalowa 4  
02-796 Warszawa  
Tel.: +48 22 6451255 - 57  
Fax: +48 22 6451258

RUS

Представительство  
Grohe AG  
Москва, ул. Пусаковская 13, стр. 1  
1107140  
тел.: +7 495 9819510  
факс: +7 495 9819511

RO

S.C. EURO - International S.R.L.  
B-dul Dinicu Golescu, Nr. 41, Bl.6,  
Sc. 3; Ap. 67, Parter  
010868 Bucharest (Sector 1)  
Tel.: +40 21 3161451  
Fax: +40 21 3161452

S

GROHE A/S  
Box 2063  
194 02 Upplands Väsby  
Tel.: +46 771 141314  
Fax: +46 771 141315

SLO

GROSAN inženiring d.o.o.  
Siandrova 4  
1000 Ljubljana  
Tel.: +386 1 5633060  
Fax: +386 1 5633061

TR

GROME Iç ve Dis Ticaret Ltd. Sti.  
Bagdat Cad. Ugras Parlar Is  
Merkezi No: 305, B Blok D: 12 - 15  
34846 Cevizli - Maltepe-Istanbul  
Tel.: +90 216 4412370  
Fax: +90 216 3706174

UA

Представитель  
Grohe AG  
в УКРАИНЕ  
Н.И. Топольская  
03151 Киев  
тел.: +38 44 2751734  
факс: +38 44 2499458

USA

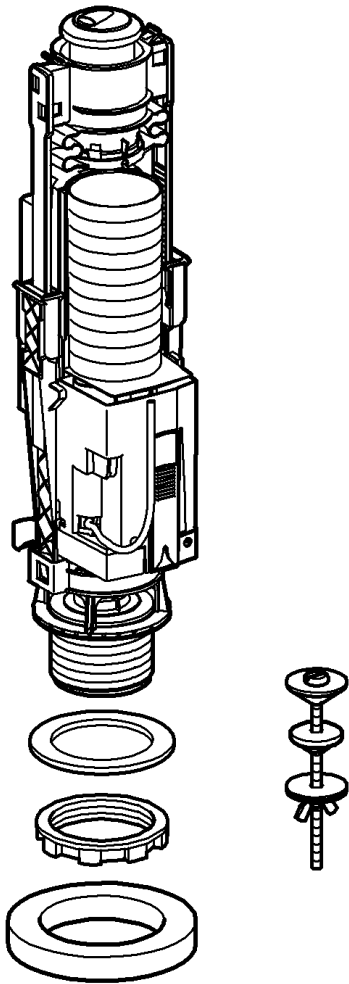
GROHE America Inc.  
241 Covington Drive  
Bloomingdale  
Illinois, 60108  
Tel.: +1 630 5827711  
Fax: +1 630 5827722

**Near and Middle East  
Area Sales Office:**  
GROME Marketing  
(Cyprus) Ltd.  
11, Lemesou Avenue  
Galatariotis Building 1st floor  
2112 Aglanjia  
P.O. Box 27048  
1641 Nicosia  
Tel.: +357 22 465200  
Fax: +357 22 379188

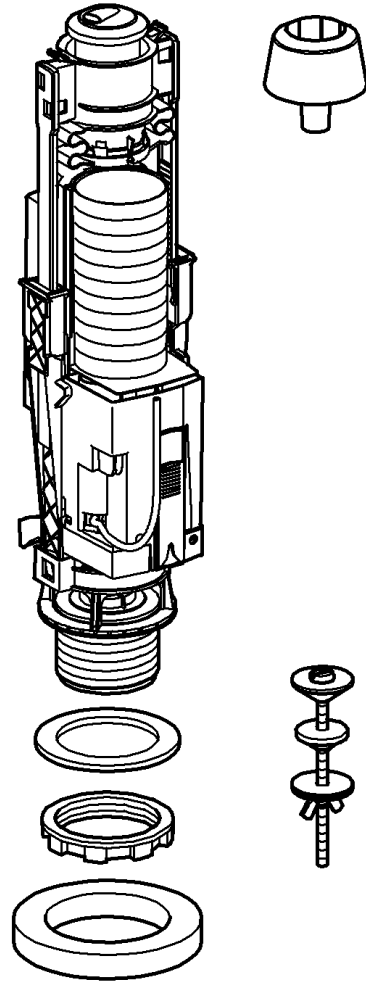
**Far East Area Sales Office:**  
GROHE Pacific Pte. Ltd.  
260 Orchard Road  
# 08-03/04 The Heeren  
Singapore 238855  
Tel.: +65 6738 5585  
Fax: +65 6738 0855

**GROHE**  
ENJOY WATER®

42 297  
38 739  
38 741



38 800



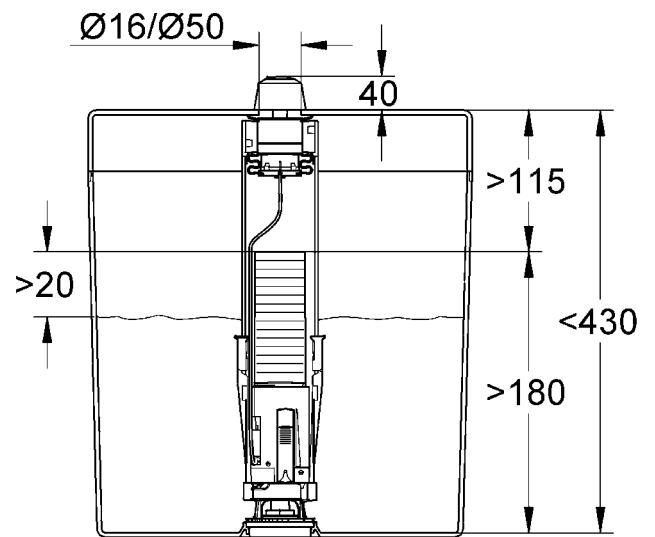
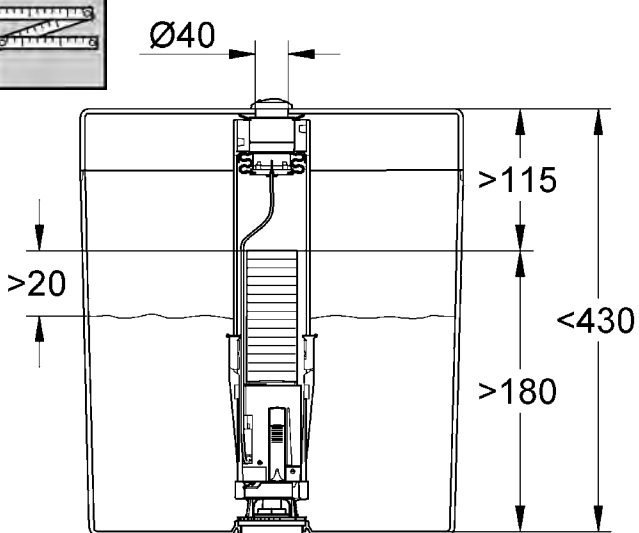
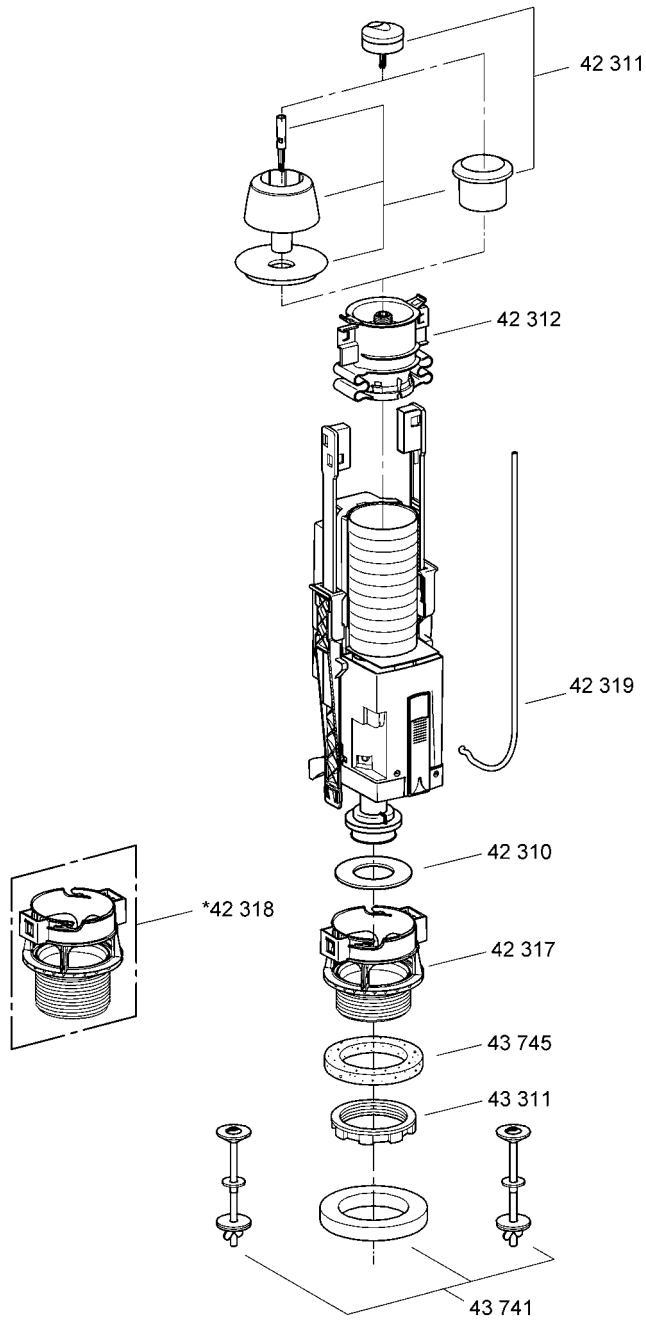
AV 1

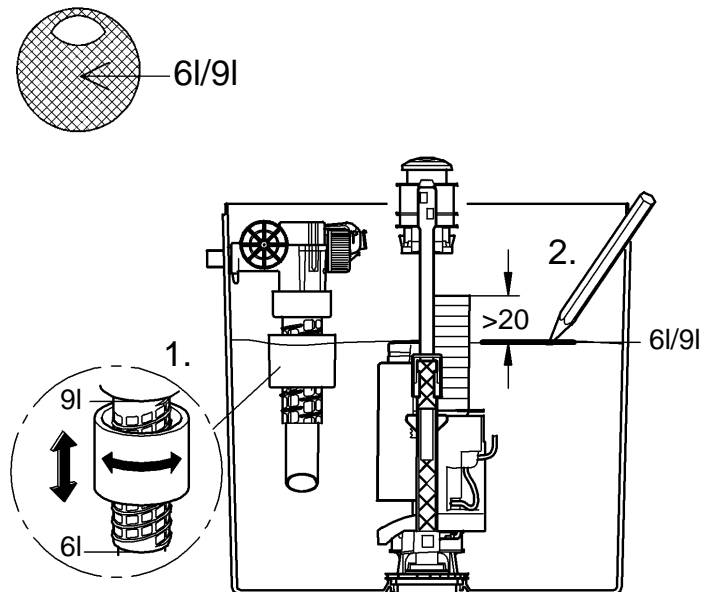
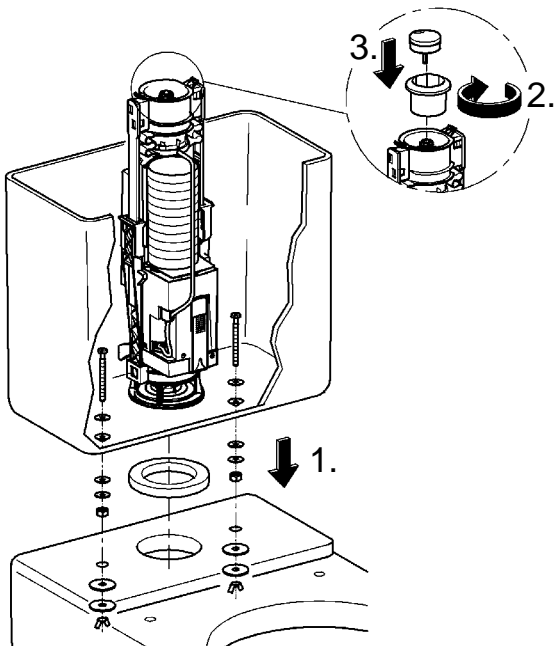
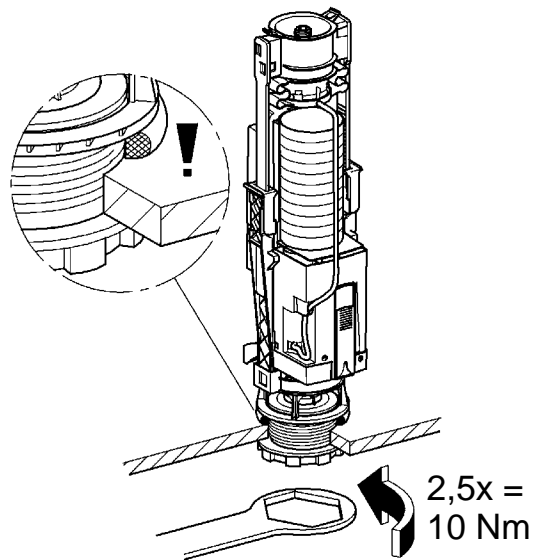
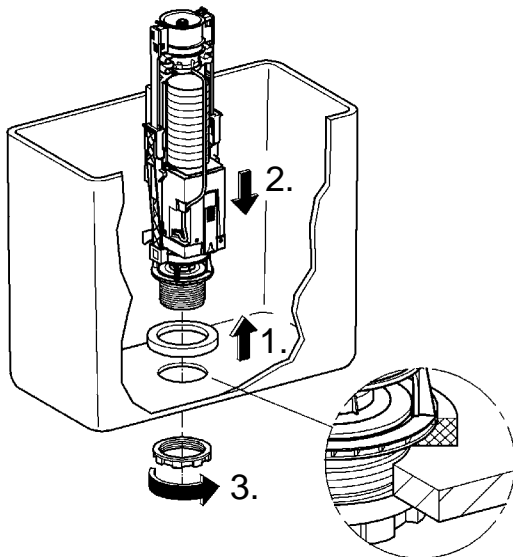
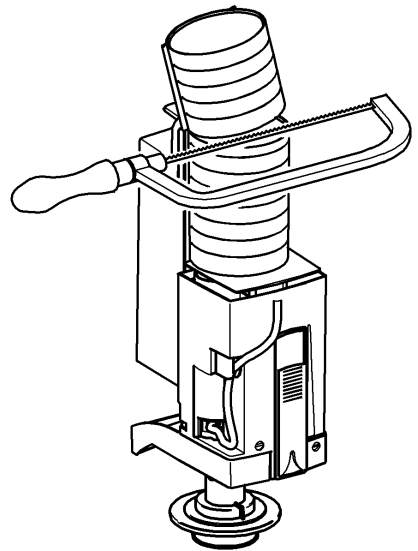
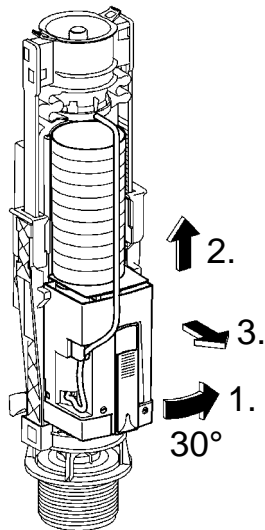
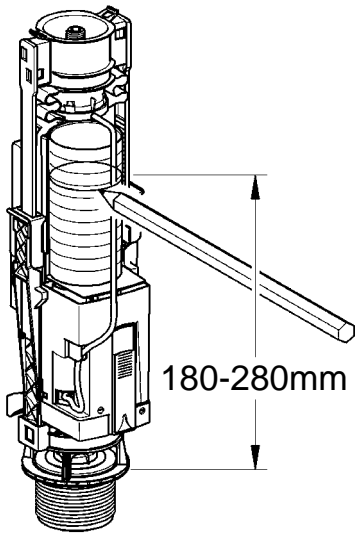
**AV 1**

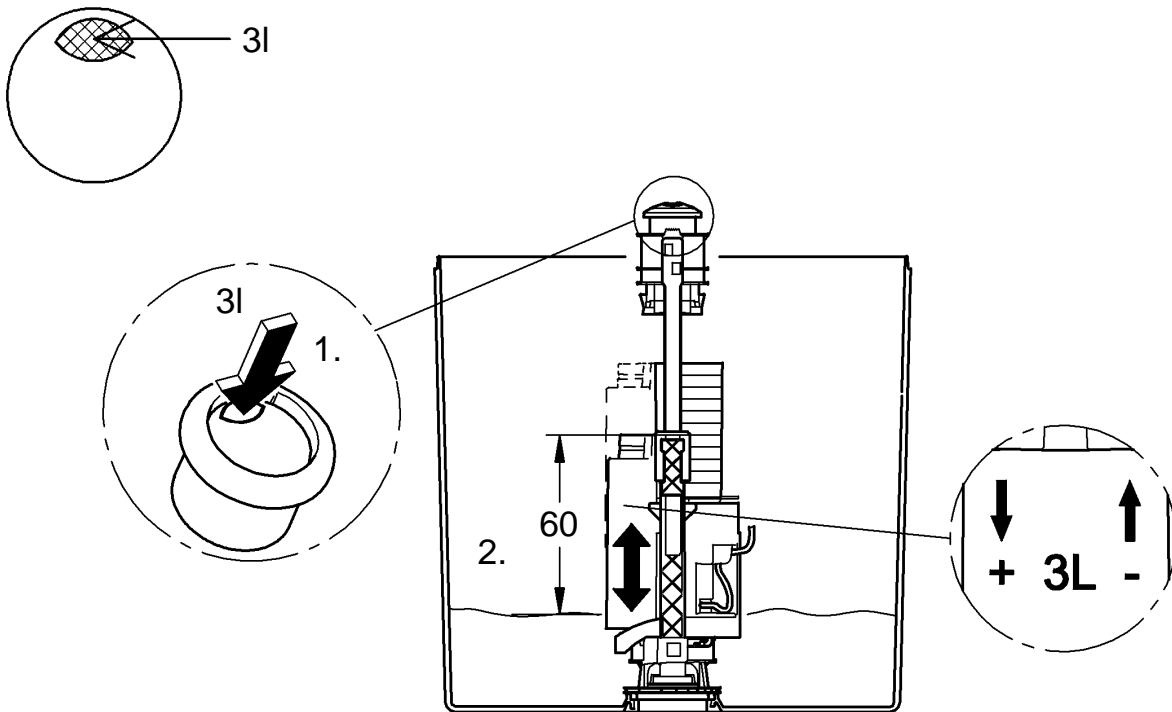
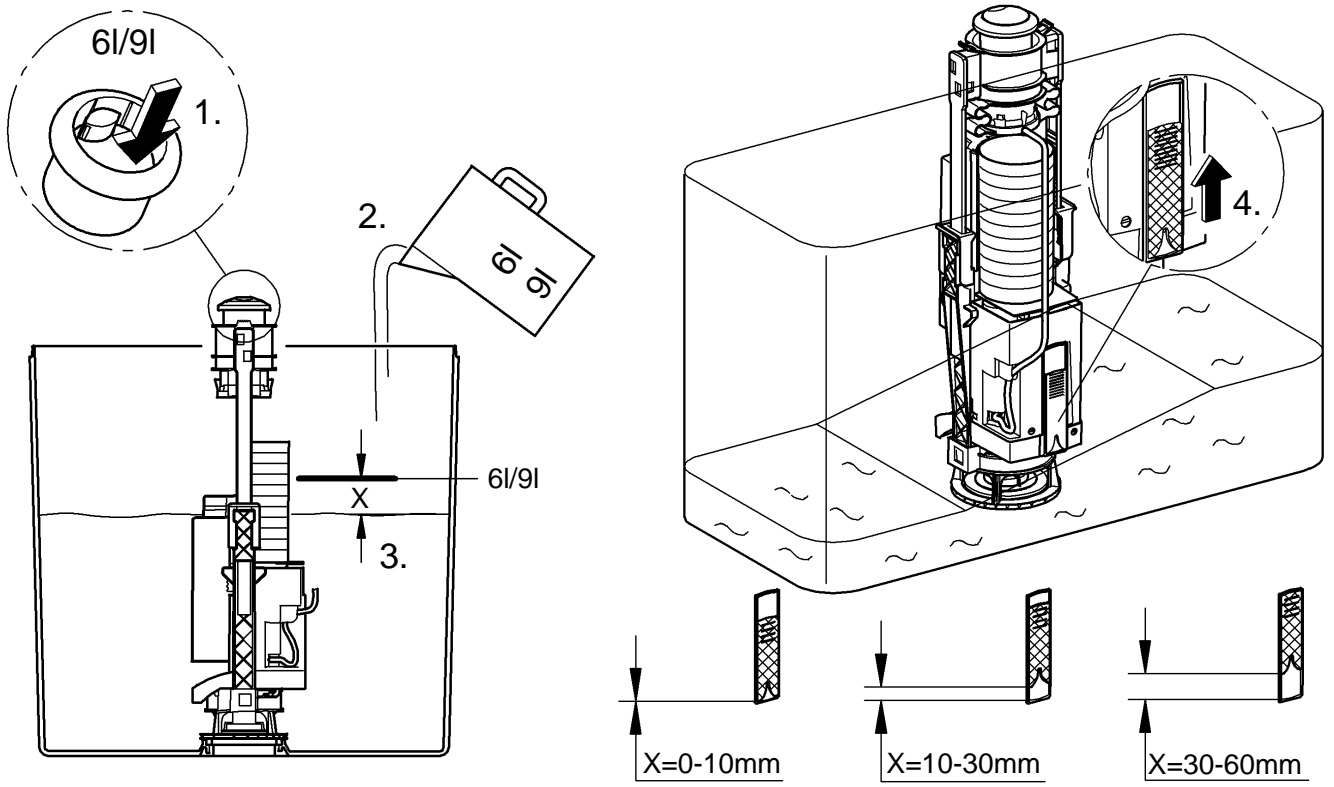
Design & Quality Engineering GROHE Germany

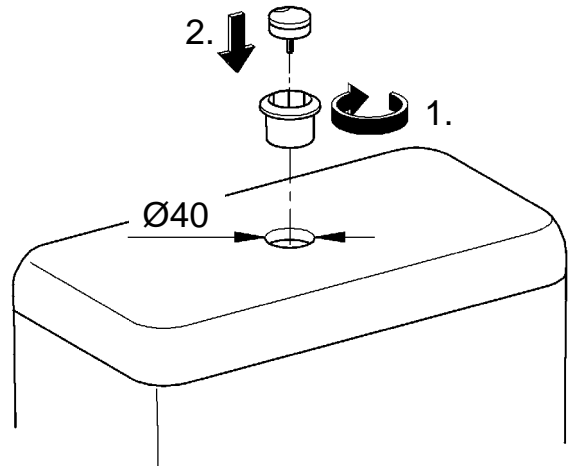
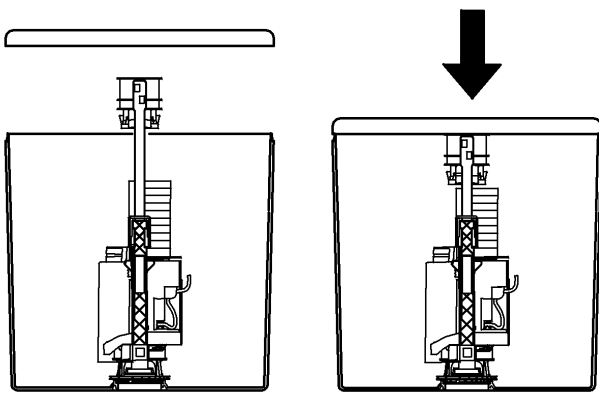
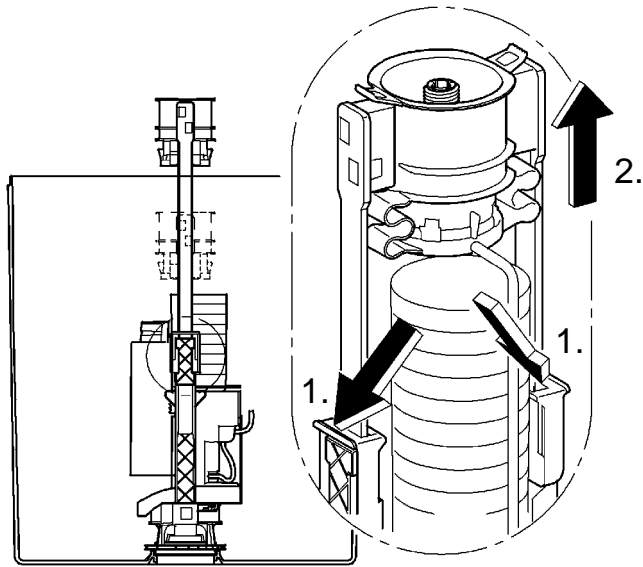
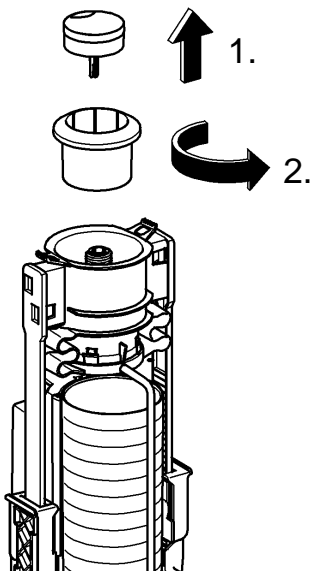
96.036.231/ÄM 213367/08.08

**GROHE**  
ENJOY WATER®

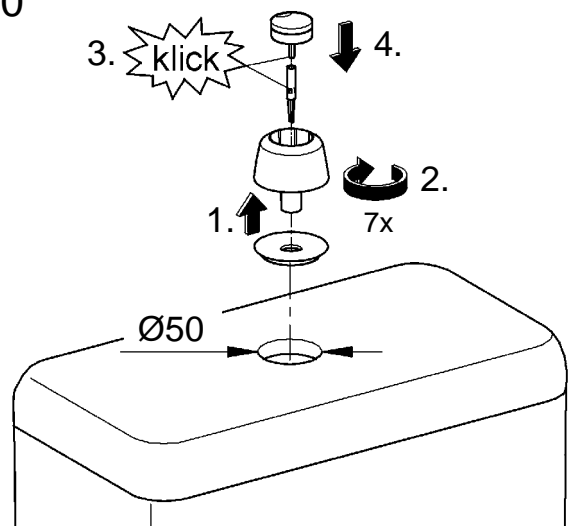
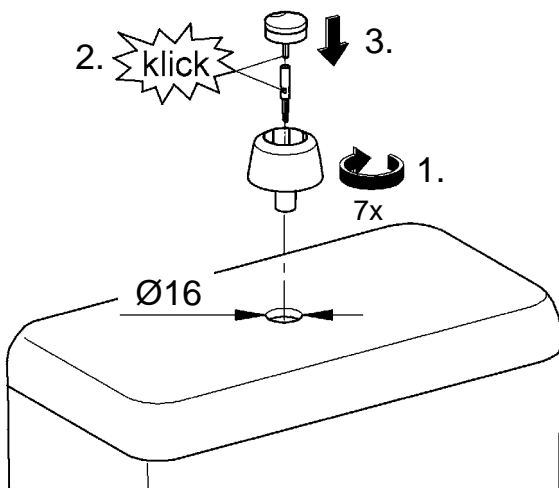








38 800



**D**

Grohe Deutschland  
Vertriebs GmbH  
Zur Porta 9  
32457 Porta Westfalica  
Tel.: +49 571 3989-333  
Fax: +49 571 3989-999

**A**

GROHE Ges.m.b.H.  
Wienerbergerstraße 11/A7  
1100 Wien  
Tel.: +43 1 68060141  
Fax: +43 1 6895550

**B**

GROHE nv - sa  
Diependaalweg 4a  
3020 Winksele  
Tel.: +32 16 230660  
Fax: +32 16 239070

**BG**

Представителство  
Grohe AG  
в България  
Ралф Шпиринг  
Клон 11, П.К. 35  
8011 Бургас  
тел./факс.: +359 56 950104  
тел./факс.: +359 56 845549

**CDN**

GROHE Canada Inc.  
1226 Lakeshore Road East  
Mississauga, Ontario  
Canada, L5E 1E9  
Tel.: +1 905 2712929  
Fax: +1 905 2719494

**CH**

Grohe Switzerland SA  
Oberfeldstrasse 14  
8302 Kloten  
Tel.: +41 44 8777300  
Fax: +41 44 8777320

**CN**

高仪 (上海)  
卫生洁具有限公司  
宁桥路615号  
201206 上海  
中华人民共和国  
电话: +86 21 50328021  
传真: +86 21 50550363

**CY**

Nicos Theodorou & Sons Ltd.  
12 Dimitsanis Street  
CY-1507 Nicosia  
P.O. Box 21387  
Tel.: +357 22 757671  
Fax: +357 22 759085

**CZ SK**

Grohe ČR s.r.o.  
Zastoupení pro ČR a SR  
V Oblouku 104, Čestlice  
252 43 Průhonice  
Tel.: +420 22509 1082  
Fax: +420 22509 1085

**DK**

GROHE A/S  
Walgerholm 11  
3500 Vaerløse  
Tel.: +45 44 656800  
Fax: +45 44 650252

**E**

GROHE España S.A.  
C/ Botanica, 78 - 88  
Gran Via L'H - Distr. Econòmic  
08908 L'Hospitalet de Llobregat  
(Barcelona)  
Tel.: +34 93 3368850  
Fax: +34 93 3368851

**EST LT LV**

AS GROHE Eesti filiaal  
Tartu mnt 16  
10117 Tallinn  
Tel.: +372 6616354  
Fax: +372 6616364

**F**

GROHE s.à.r.l.  
11, Rue des Peupliers  
92441 Issy-les-  
Moulineaux Cedex  
Tel.: +33 1 46625000  
Fax: +33 1 46626110

**FIN**

Oy Teknocalor Ab  
Sinikellonkuja 4  
01300 Vantaa  
Tel.: +358 9 8254600  
Fax: +358 9 826151

**GB**

GROHE Limited  
Blays House, Wick Road  
Englefield Green  
Egham, Surrey, TW20 0HJ  
Tel.: +44 871 200 3414  
Fax: +44 871 200 3415

**GR**

Nikos Sapountzis S.A.  
86, Kapodistriou & Roumelis Str.  
142 35 N. Ionia - Athens  
Tel.: +30 10 2712908  
Fax: +30 10 2715608

**H**

GROHE Hungary Kft.  
Röppentyü u. 53.  
1139 Budapest  
Tel.: +36 1 238 80 45  
Fax: +36 1 238 07 13

**HR**

GROHE AG - Predstavništvo  
Štefanovečka 10  
10000 Zagreb  
Tel.: +385 1 2989025  
Fax: +385 1 2910962

**I**

GROHE S.p.A.  
Via Castellazzo Nr. 9/B  
20040 Cambiagio (Milano)  
Tel.: +39 2 959401  
Fax: +39 2 95940263

**IND**

Grohe India Private Limited  
The Great Eastern Centre  
Gesco Corporate Centre  
70 Nehru Place  
New Delhi 110019  
Tel.: +91 11 5561 9423 / 9513  
Fax: +91 11 5561 9451

**IS**

BYKO hf.  
Skemmuvegi 2  
200 Kópavogur  
Tel.: +354 515 4000  
Fax: +354 515 4099

**J**

Grohe Japan Ltd.  
TRC Building, 3F  
1-1 Heiwajima 6-chome, Ota-ku  
Tokyo 143-0006  
Tel.: +81 3 32989730  
Fax: +81 3 37673811

**N**

GROHE A/S  
Karihaugveien 89  
1086 Oslo  
Tel.: +47 22 906110  
Fax: +47 22 906120

**NL**

GROHE Nederland BV  
Metaalstraat 2  
2718 SW Zoetermeer  
Tel.: +31 79 3680133  
Fax: +31 79 3615129

**P**

GROHE Portugal  
Componentes Sanitários, Lda.  
Rua Arq. Cassiano Barbosa, 539  
1.º Frente Esquerdo  
4100-009 Porto  
Tel.: +351 22 543 29 80  
Fax: +351 22 543 29 99

**PL**

GROHE Polska Sp. z o.o.  
Pulawska 182 Street  
02-670 Warszawa  
Tel.: +48 22 5432 640  
Fax: +48 22 5432 650

**RUS**

Представительство  
Grohe AG  
Москва, ул. Пусаковская 13, стр. 1  
1107140  
тел.: +7 495 9819510  
факс: +7 495 9819511

**RO**

Grohe AG Reprezentanta  
Strada Nicolae Iorga 13,  
Corp B  
010432 Bucuresti (Sector 1)  
Tel.: +40 21 2125050  
Fax: +40 21 2125048

**S**

GROHE A/S  
Kungsängsvägen 25  
753 23 Uppsala  
Tel.: +46 771 141314  
Fax: +46 771 141315

**SLO**

GROSAN inženiring d.o.o.  
Slandrova 4  
1000 Ljubljana  
Tel.: +386 1 5633060  
Fax: +386 1 5633061

**TR**

GROME Iç ve Dis Ticaret Ltd. Sti.  
Bagdat Cad. Ugras Parlar Is  
Merkezi No: 605, B Blok D: 12 - 15  
34846 Cevizli - Maltepe-Istanbul  
Tel.: +90 216 4412370  
Fax: +90 216 3706174

**UA**

Представництво  
Grohe AG в Україні  
Вул. Івана Франка, 18-А  
01030 Київ  
тел.: +38 044 537 52 73  
факс: +38 044 590 01 96

**USA**

GROHE America Inc.  
241 Covington Drive  
Bloomington  
Illinois, 60108  
Tel.: +1 630 5827711  
Fax: +1 630 5827722

**Near and Middle East  
Area Sales Office:**

GROHE Marketing  
(Cyprus) Ltd.  
195B, Old Nicosia-Limassol Road  
Dhali Industrial Zone  
2112 Aglanjia  
P.O. Box 27048  
2550 Nicosia  
Tel.: +357 22 465200  
Fax: +357 22 379188

**Far East Area Sales Office:**

GROHE Pacific Pte. Ltd.  
260 Orchard Road  
# 08-03/04 The Heeren  
Singapore 238855  
Tel.: +65 6738 5585  
Fax: +65 6738 0855

**GROHE**

ENJOY WATER®

## eco-beta dual flush water saving system for WC's...

### Saving water for the next generation!

eco-beta is a simple and highly effective retro-fit system which converts existing toilets (WC's) from a single flush to a dual flush system, giving users the choice of a standard full flush or a small flush.

eco-beta is WRAS approved and has been awarded the Waterwise Marque for water saving. The product has been used in water efficiency projects by a number of the UK Water companies, including Thames Water, Southern Water and Severn Trent water.

#### How it works

eco-beta interrupts the vacuum created when the toilet is flushed. By pressing the flush handle or button and letting go immediately, a small flush is achieved. By holding down the flush handle or button for a couple of seconds, the standard full flush is achieved. Simple "user awareness" labels are supplied with each system.

#### eco-beta and Enviro-Fresh

Enviro-Fresh's specialist service technicians operating from 11 branches throughout the UK will install eco-beta with minimal disruption to your washroom. Once installed, customers can immediately begin to enjoy the water savings.

#### The savings

- Savings of around 30-40% of WC water usage is typically achievable
- With a standard WC cisterns of 9 litres, each small flush will save approximately 4 litres of water
- Payback periods can be as little as a few months depending on occupancy and daily usage



Tel: 0845 603 6367  
Fax: 0845 603 6294  
Email: [enquiries@enviro-fresh.com](mailto:enquiries@enviro-fresh.com)  
Web: [www.enviro-fresh.com](http://www.enviro-fresh.com)



## IV. Sistemas de descarga para inodoro

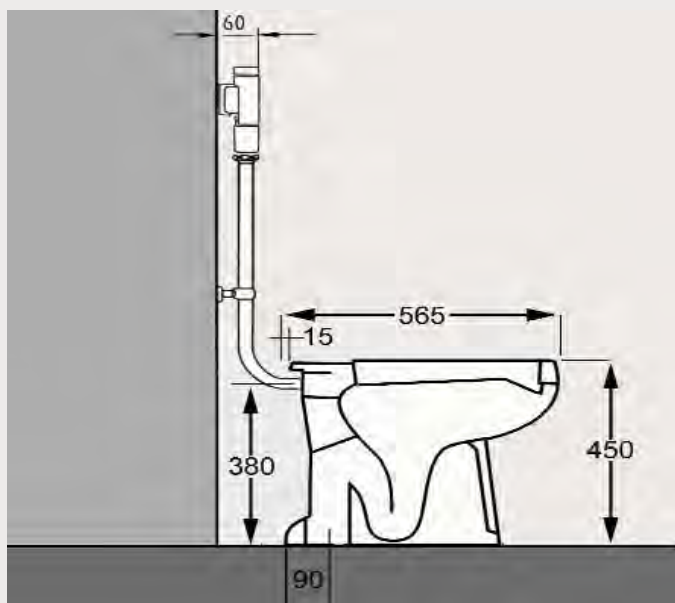


## Sistemas de descarga para inodoro

Los sistemas de descarga para inodoro Aquacon están especialmente diseñados para un uso intensivo en cuartos de baño públicos.

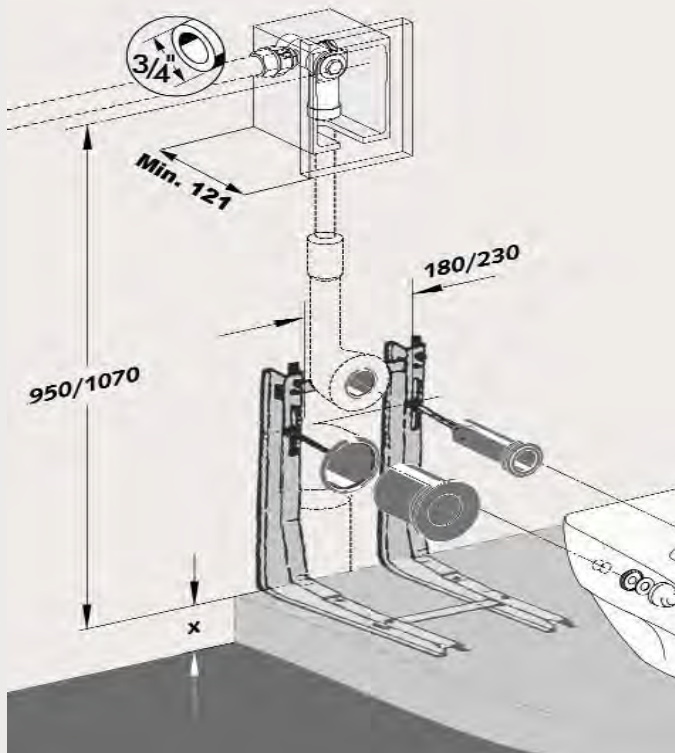
Permiten su colocación en instalaciones de ladrillo o tabiquería ligera, y cumplen con las más altas exigencias en cuanto a su diseño, pensado contra actos vandálicos. Proporcionan un máximo ahorro de agua, incorporando técnicas de ahorro que reducen el consumo hasta un 50%.

Finalmente, ofrecen la máxima higiene, como en el caso de los sistemas de descarga electrónicos sin contacto que además tienen un mínimo y fácil mantenimiento gracias a su fiabilidad, construcción y fácil acceso a sus componentes.



### Fluxor adosado de accionamiento manual (sólo para inodoro a suelo)

250224506	Fluxor adosado Aquacon Schellomat Edition	143,25 €
27001	Tubo de descarga acodado recto	11,95 €
250320306	Abrazadera para tubos de descarga	10,67 €
08170048	Goma enchufe para tubos de descarga	1,40 €
901002	Inodoro a suelo abierto por delante, salida a suelo	187,00 €
901003	Asiento y tapa para inodoros abiertos	63,00 €

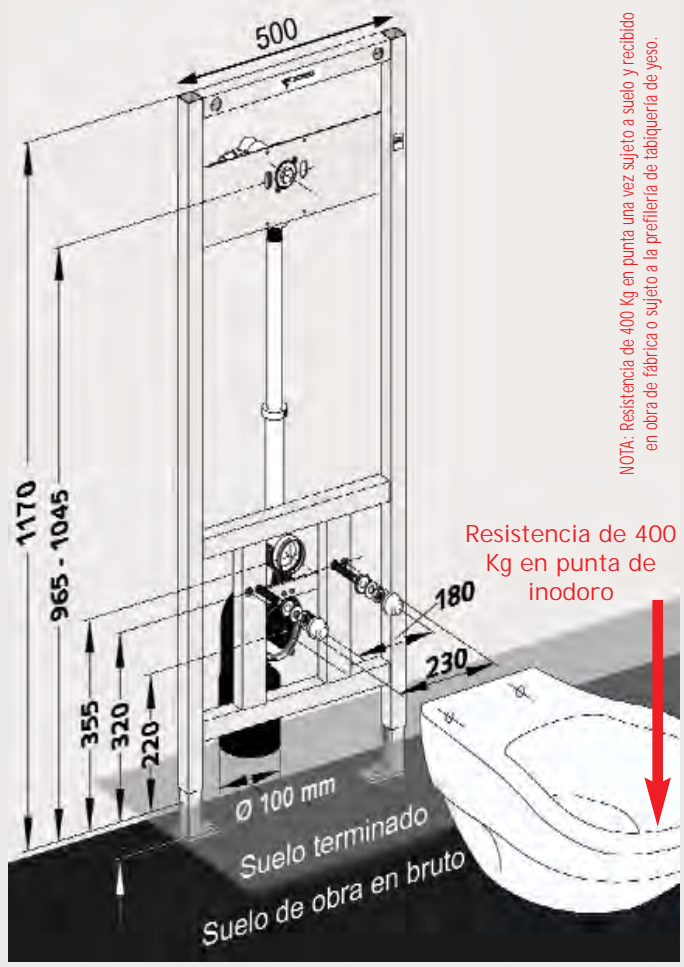


### Fluxor empotrado de accionamiento manual (para inodoro suspendido o a suelo)

250223303	Fluxor Aquacon Schell Verona empotrado de acc. manual, nivel ruido I (<20 dB), llave corte	160,40 €
250320406	Escudo puls. antivandálico, latón cromado brillo	68,05 €
ACCESORIOS MONTAJE INODORO SUSPENDIDO		
30110028	Patas regulables de montaje para WC suspendido	49,45 €
250320700	Accesorios de conexión descarga y desagüe	11,72 €
2270651001	Inodoro suspendido, descarga 6lt., salida pared	109,53 €
12080A36	Asiento y tapa para inodoro suspendido	34,60 €
ACCESORIOS PARA MONTAJE DE INODORO A SUELO ABIERTO POR DELANTE		
901002	Inodoro a suelo abierto por delante, salida a suelo, altura 450mm	187,00 €
901003	Asiento y tapa para inodoros abiertos	63,00 €
29118026211	Tubo de descarga para WC a suelo, cromo	12,60 €

## IV. Sistemas de descarga para inodoro

15. Soluciones completas basadas en fluxor de WC



### Fluxor empotrado de accionamiento manual con bastidor de montaje (sólo para inodoro suspendido)

250323000	Fluxor Verona con bastidor y todos los complementos de conexión incorporados	210,00 €
250323406	Escudo pulsador Schell Compact, latón cromado	44,75 €
250323300	Fijaciones a pared resistente (solo necesario para Tipo de Montaje 2).	21,60 €
2270651001	Inodoro suspendido, descarga 6lt., salida a pared	109,53 €
12080A36	Asiento y tapa para inodoro	34,60 €



TIPO DE MONTAJE 1: Empotrado en pared resistente de obra de fábrica.

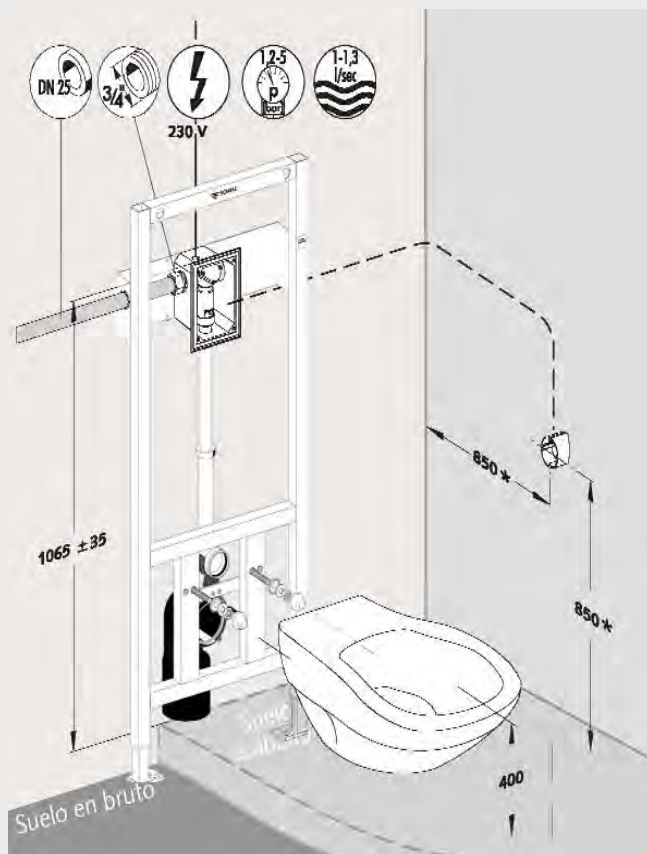


TIPO DE MONTAJE 2: Fijación por delante de pared resistente y recubriendo después por delante con tabiquería ligera u obra de fábrica.



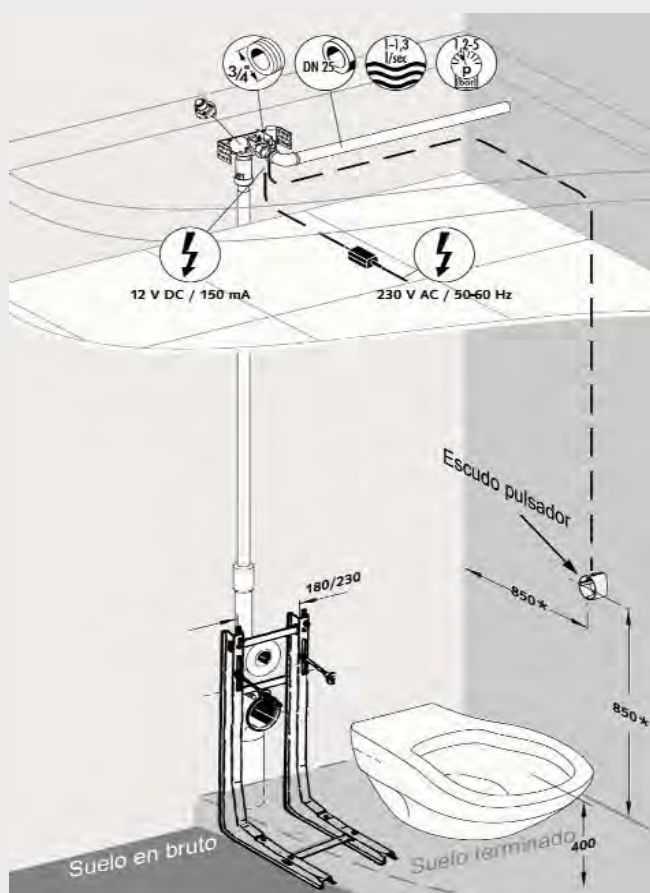
TIPO DE MONTAJE 3: Fijación a perfilera ligera y recubriendo después con paneles (p.e. de yeso).





### Fluxor empotrado de accionamiento electrónico con contacto (para inodoro suspendido)

<b>250323500</b>	Fluxor Schell Verona E de accionamiento manual electrónico, doble descarga	603,80 €
<b>250116906</b>	Escudo pulsador para fluxor Verona E, latón cromado, doble descarga	90,75 €
ACCESORIOS MONTAJE INODORO SUSPENDIDO		
<b>2270651001</b>	Inodoro suspendido, descarga 6 lt, salida a pared	109,53 €
<b>12080A36</b>	Asiento y tapa	34,60 €

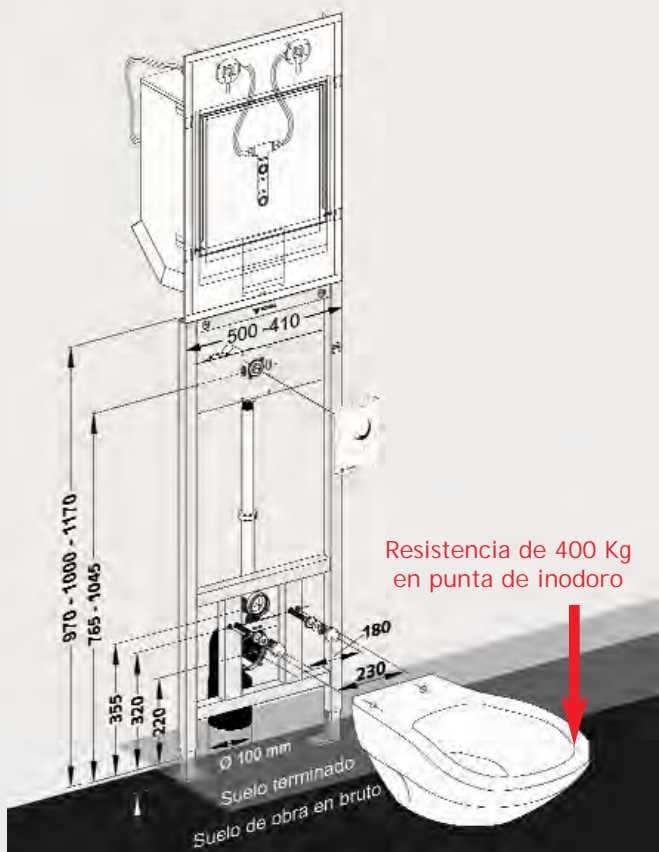


### Fluxor empotrado para instalación transmuro o en el falso techo de accionamiento electrónico con contacto (para inodoro suspendido o de pie)

<b>250117200</b>	Fluxor sin bastidor Schell Verona E de accionam. manual electrónico, doble descarga	417,35 €
<b>250116906</b>	Escudo pulsador para fluxor Verona E, latón cromado, doble descarga	90,75 €
<b>250311600</b>	Tubo de descarga empotrable conexión a WC	15,95 €
<b>250260800</b>	Llave de paso 3/4 para fluxor empotrado	48,95 €
<b>250146800</b>	Transformador 230V/50Hz para fluxor	74,85 €
ACCESORIOS MONTAJE INODORO SUSPENDIDO		
<b>30110028</b>	Patas regulables de montaje para WC suspend.	49,45 €
<b>250320700</b>	Tubos de conexión	11,72 €
<b>2270651001</b>	Inodoro suspendido estándar, salida a pared	109,53 €
<b>12080A36</b>	Asiento y tapa para inodoro suspendido estándar	34,60 €
ACCESORIOS MONTAJE DE INODORO A SUELO ABIERTO POR DELANTE		
<b>29118026211</b>	Tubo de enlace descarga para WC de pie, cromo	12,60 €
<b>901003</b>	Asiento y tapa para inodoros abiertos	63,00 €
<b>901002</b>	Inodoro a suelo abierto por delante, salida a suelo	187,00 €

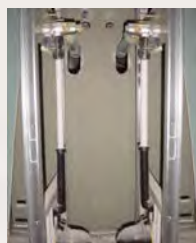
Solución completa para cuarto de baño hospitalares con lavacañas empotrado y fluxor empotrado manual con bastidor de montaje (sólo para inodoro suspendido)

<b>250324300</b>	Fluxor Verona con bastidor y todos los accesorios de montaje incluidos	<a href="#">CONSULTAR</a>
<b>345001</b>	Lavacañas empotrado con grifería manual	466,90 €
<b>250323406</b>	Escudo pulsador Compact, latón cromo brillo	44,75 €
<b>2270651001</b>	Inodoro suspendido, descarga 6lt, salida a pared	109,53 €
<b>12080A36</b>	Asiento y tapa para inodoro	34,60 €



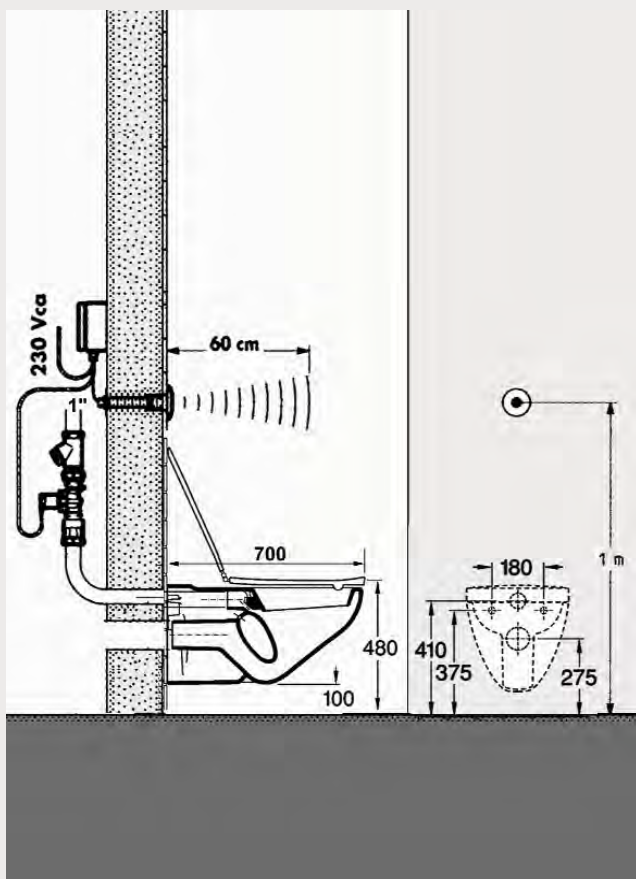
Solución completa para montaje de dos soportes contrapuestos (sólo para inodoro suspendido)

<b>250323000</b>	2 x fluxor Verona con bastidor, varias alturas y todos los accesorios de montaje incorporados	2 x 210,00 €
<b>250323406</b>	2 x Escudo pulsador Schell Compact, latón cromado	2 x 44,75 €
<b>2270651001</b>	2 x Inodoro suspendido, descarga 6 lt, salida pared	2 x 109,53 €
<b>12080A36</b>	2 x Asiento y tapa	2 x 34,60 €
<b>29367923161</b>	Codo doble de desagüe en "Y"	71,15 €



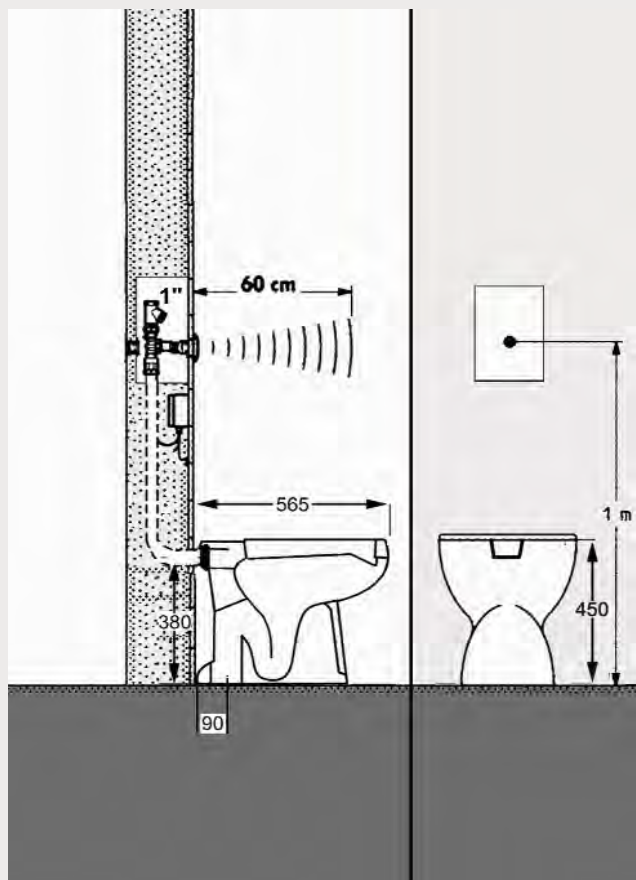
NOTA: Resistencia de 400 kg en punta una vez sujeto a suelo y recibido en obra de fábrica o sujeto a la perfilera de labrería de yeso.





### Fluxor 1" transmuro de accionamiento electrónico sin contacto (para inodoro suspendido o a suelo)

31462150	Fluxor 1" Aquacon Infra transmuro	655,40 €
ACCESORIOS MONTAJE INODORO SUSPENDIDO		
30110028	Patas regulables de montaje WC suspendido	49,45 €
250320700	Accesorios de conexión	11,72 €
227601101	Inodoro suspendido largo 700mm, salida a pared	354,65 €
02124000	Asiento y tapa	66,05 €
ACCESORIOS MONTAJE DE INODORO A SUELO		
29118026211	Tubo de enlace descarga para WC a suelo, cromo	12,60 €
901002	Inodoro a suelo abierto por delante, salida a suelo, altura 450mm	187,00 €
901003	Asiento y tapa para inodoros abiertos	63,00 €



### Fluxor 1" empotrado de accionamiento electrónico sin contacto (para inodoro suspendido o a suelo)

31462326	Fluxor Aquacon Infra empotrado	706,85 €
MONTAJE DE INODORO SUSPENDIDO		
30110028	Patas regulables de montaje WC suspendido	49,45 €
250320700	Accesorios de conexión	11,72 €
2270651001	Inodoro suspendido, descarga 6lt, salida pared	109,53 €
12080A36	Asiento y tapa	34,60 €
MONTAJE PARA INODORO A SUELO		
29118026211	Tubo enlace descarga para WC de pie, cromo	12,60 €
901002	Inodoro a suelo abierto por delante, salida a suelo, altura 450mm	187,00 €
901003	Asiento y tapa para inodoros abiertos	63,00 €

## Fluxores 3/4" adosados manuales Aquacon SCHELLOMAT

Modelo EDITION ECO, doble pulsador **250224606** 155,05 €

Modelo EDITION, pulsador único **250224506** 143,25 €

Consta de: fluxor adosado de WC 3/4", DN20, sistema de autolimpieza del cartucho, con llave de corte incorporada, grupo de ruido I (<20 dB) DIN 4109, con regulación automática de caudal, fabricado totalmente en latón cromado brillo, ejecución robusta.

Características técnicas:

- Caudal: 1,2 l/seg.

- Presión hidrodinámica: 1,2 - 5 bar.

- Descarga regulable 4,5 a 12 lt. Doble pulsador 50% descarga normal.

- Conexión tubo: 26x28mm

Supersilencioso: clasificación de ruido: Grupo I (<20 dB (A) según DIN 4109).

Fluxor conforme EN 12541 DVGW.

Modelo SILENT SV, doble pulsador, llave corte **250225006** 117,95 €

Modelo SILENT, sin llave de corte **250224906** 106,30 €

Modelo BASIC SV, pulsador único, llave de corte **250224806** 98,25 €

Modelo BASIC, sin llave de corte **250224706** 89,45 €

Fluxor adosado de WC 3/4", DN20, sistema de autolimpieza del cartucho, con regulación automática de caudal, latón cromado brillo, ejecución robusta.

Características técnicas:

- Caudal: 1,2 l/seg.

- Presión hidrodinámica: 1,2 - 5 bar.

- Descarga regulable 4,5 a 12 lt. Doble pulsador 50% descarga normal.

- SILENT doble pulsador supersilencioso: clasificación de ruido Grupo I (<20 dB (A) según DIN 4109).

BASIC pulsador único: clasificación de ruido Grupo II (20-30dB (A) según DIN 4109).

- Conexión tubo: 26x28mm. - Fluxor conforme EN 12541 DVGW.


## Fluxor 1" bajas presiones Aquacon SCHELLOMAT

Modelo Aquacon SCHELL, bajas presiones **250222406** 80,65 €

Fluxor de inodoro adosado, con pulsador, sin florón embellecedor, M1" para bajas presiones, con regulador de caudal, presión de 0,4 a 4 bar, descarga de 14 lt, caudal 1,2 -1,4 lt/segundo, para tubo de descarga Ø30/32 (con casquillo extra de plástico para tubo Ø26/28). Cuerpo de latón DIN EN.

Aquacon florón embellecedor **08351430** 1,72 €

Florón de 3/4", para fluxor, latón cromado

 [Vea los complementos necesarios a pie de página](#)

## Fluxor 3/4" adosado manual Aquacon SCHELL palanca


Modelo Aquacon SCHELL palanca, latón DIN EN **250220206** 34,40 €

Fluxor WC adosado, con palanca, sin florón, M 3/4", DIN - DVGW AS2138, con regulación de caudal, y limpieza automática del inyector, presión a partir de 1,2 bar, descarga 6 l., caudal 1-1,3 l/s.

Para tubo de descarga Ø 26/28 mm. Cuerpo latón DIN EN.

Aquacon florón embellecedor **08351003** 1,37 €

Florón de 3/4", 67x10mm para fluxor de 3/4", latón cromado

 [Vea los complementos necesarios a pie de página](#)

## Aquacon accesorios para fluxores e inodoros de pie

Tubo de descarga acodado recto **27001** 11,95 €

Tubo descarga acodado c/quebranto de 52 mm **27002** 12,25 €

Tubo descarga acodado c/quebranto de 95 mm **27003** 12,25 €

Tubos de descarga vistos en latón que conectan el fluxor adosado al inodoro a suelo, modelos con y sin quebranto para cualquier instalación.

Abrazadera, fijación a pared tubo descarga recto **250320306** 10,67 €

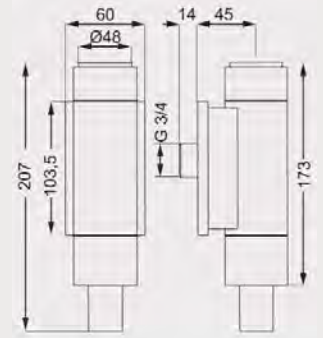
Grapa para fijación a pared de tubo descarga **08820158** 1,40 €

Elementos que permiten fijar los tubos de descarga a la pared.

Goma enchufe Ø55 para tubos de descarga **08170048** 1,40 €

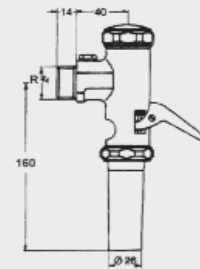
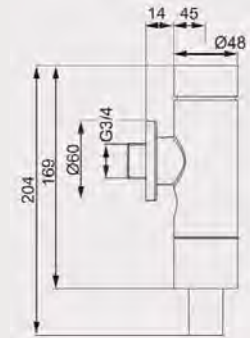
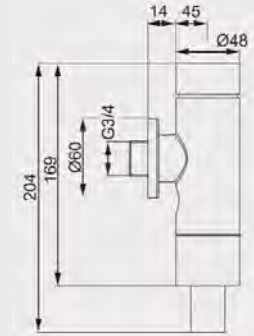
250224506

250224606

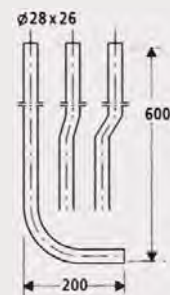


250225006

250224806



08351003



250320306



08820158



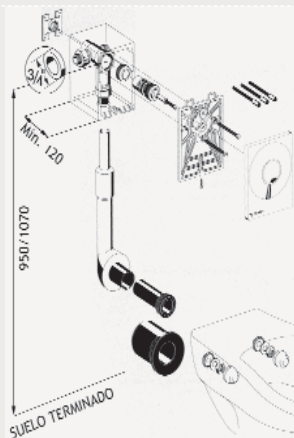
08170048



Ø 55

## Aquacon Schell fluxor Verona

Fluxor Aquacon Schell Verona empotrado **250223303** 160,40 €



Fluxor WC empotrado supersilencioso, con pistón fabricado enteramente en latón, aguja de autolimpieza, llave de paso M 3/4", con tubo de descarga, sin escudo embellecedor de accionamiento, descarga regulable 6/9 lt.

Montaje:

Empotrado, oculto tras azulejos o paneles

Accionamiento:

Manual

Características técnicas:

Presión 1,2-5 bar.

Caudal 1-1,3 l./s. según DIN 3265.

Cantidad de agua 6 o 9 litros.

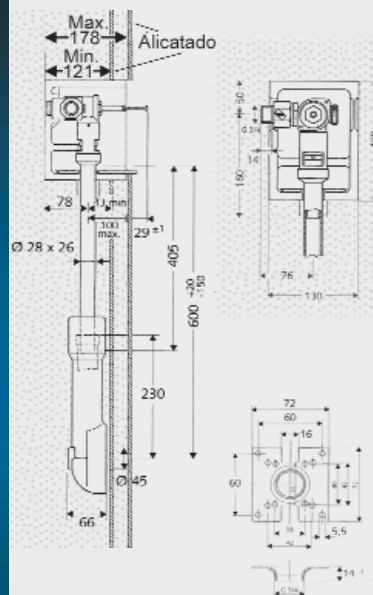
Grupo de ruido I (< 20 dB) (A) según DIN 4109.

Homologación P-IX 4068/I DIN DVGW AQ2236.

**i** El pistón es el único recambio y se desmonta por delante sin sacar la válvula.

### Accesorio de montaje

Brida de sujeción pared resistente **252520235** 5,75 €



## Aquacon Schell escudos pulsadores antivandálicos

Aquacon Schell VERONA antivandálico,

latón brillo 160x220mm **250320406** 68,05 €

latón cromado mate 160x220mm **250320464** 68,05 €

acero inoxidable cepillado 160x220mm **250320428** 84,25 €

latón pintado blanco alpino, 160x220mm **250320415** 84,45 €

Verona ECO, latón cromado 160x220mm **250322206** 104,15 €

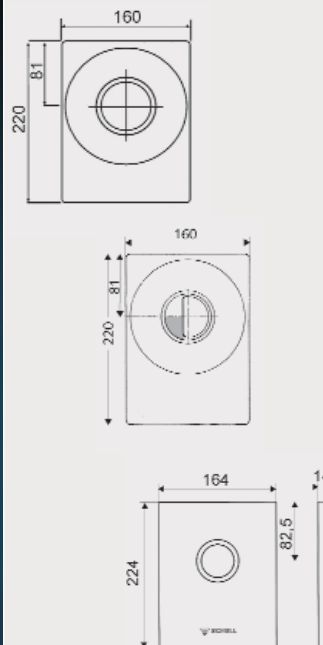
VERONA ECO: Escudo con doble pulsador ahorro. Sistema de doble descarga de 3 y 6 lt (ahorro y normal).

Todos los modelos incluyen cerco y tornillos de sujeción y llave de seguridad.

Escudo Aquacon Schell Verona Edition,

aluminio, descarga simple, 164x224mm **250323606** 129,90 €

Accionamiento manual, descarga simple, escudo de diseño fabricado en aluminio pulido, con 1 botón, cerco de montaje y material de sujeción.



## Accesorios montaje inodoro suspendido

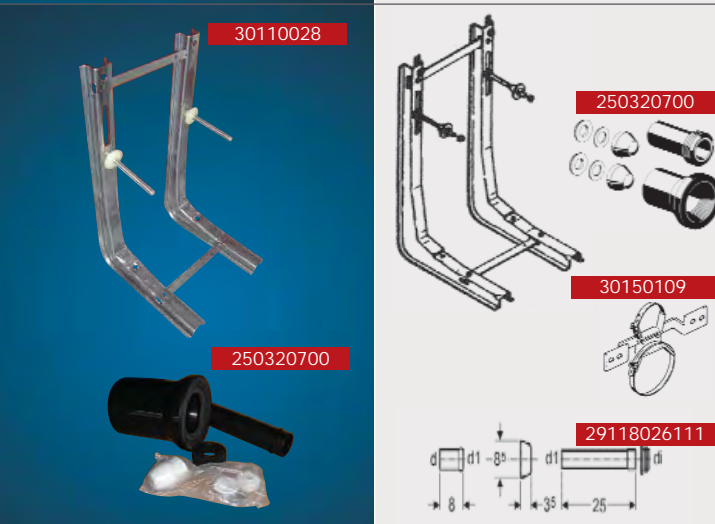
Aquacon patas regulables **30110028** 49,45 €

Juego de patas para inodoros y bidés suspendidos de porcelana, distancia entre los pernos de sujeción ajustable 180 y 230 mm, espesor de 3 mm adecuados para pared ligera. Montaje sujetando a suelo y recibiendo a la pared.

Tubo descarga, manguito desagüe, cubrepernos **250320700** 11,72 €

Tubo de descarga a la taza con goma de enchufe Ø55 mm, piezas embellecedoras en ABS cromado para cubrir pernos y manguito de desagüe DN100.

Brida de sujeción tubos descarga/desagüe **30150109** 31,45 €

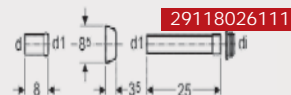


## Complemento montaje inodoro a suelo

Aquacon tubo de enlace plástico blanco **29118026111** 10,20 €

Idem, cromo **29118026211** 12,60 €

Ø45 x 250 mm, con goma de enchufe 55 mm y embellecedor.



### Soporte Aquacon Schell con fluxor Verona 3/4", para tabique ligero y obra fábrica, inodoro suspendido

Fluxor Verona, bastidor y accesorios conexión,

Alto 1170 x Ancho 500mm **250323000** 210,00 €

(\*) MEDIDAS ESPECIALES:

Alto 1000 x Ancho 410mm **250323041** CONSULTAR

Alto 970 x Ancho 500mm **250324300** CONSULTAR

Alto 970 x Ancho 410mm **250323970** CONSULTAR

Fluxor manual Schell Verona supersilencioso, con bastidor de montaje en acero, altura regulable, acabado epoxy.

Tipos de montaje:

- 1- Empotrado en pared resistente de obra de fábrica.
- 2- Fijación por delante de pared resistente y recubriendo después por delante con tabiquería ligera u obra de fábrica.
- 3- Fijación a perfilera ligera y recubriendo después con paneles (p.e. de yeso).

Composición del producto:

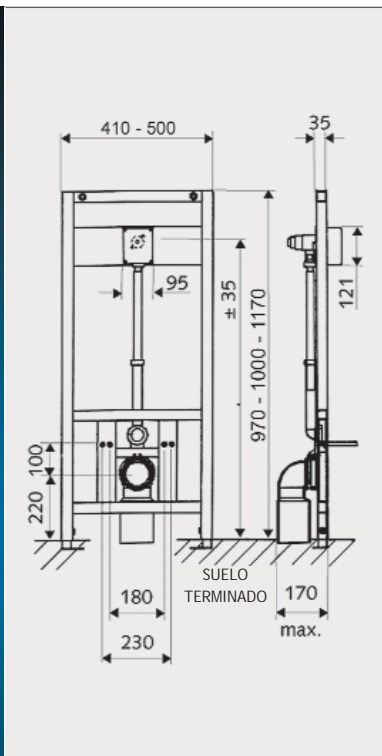
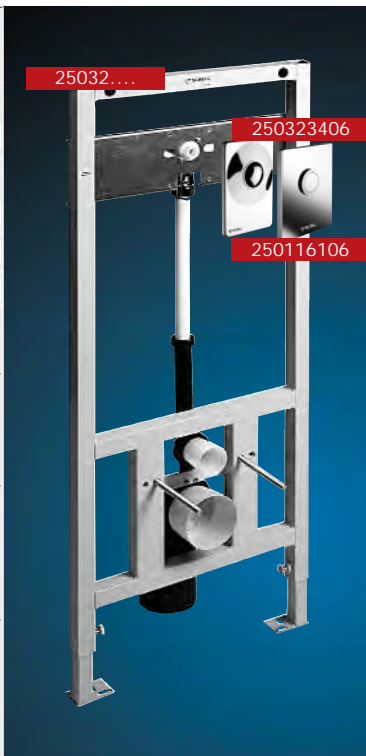
- Fluxor supersilencioso Schell Verona. Bastidor de acero con patas regulables.
- Racor de conexión M $\frac{3}{4}$ " con llave de paso.
- Tubo de descarga Ø 45 mm con tapón y codo de desagüe DN 100 con tapón.
- Pernos de sujeción M 12 con tapón y material de sujeción y piezas auxiliares para purga antes de puesta en marcha.

Características técnicas:

- Grupo de ruido I (< 20 dB (A) según DIN 4109
- Presión hidrodinámica 1,2-5 bar - Caudal 1-1,3 l/s según DIN 3265 - Cartucho con descarga ajustable 6-9 lt.

**i** (\*) Para grandes proyectos, por favor consulte otras medidas especiales.

**i** Vea los sistemas de montaje en pág. 35



### Aquacon Schell escudos pulsadores antivandálicos

Escudo Aquacon Schell Compact antivandálico,

latón cromado brillo, 120x150mm **250323406** 44,75 €

latón cromado velours mate, 120x150mm **250323464** 56,65 €

acero inoxidable mate, 120x150mm **250323428** 61,50 €

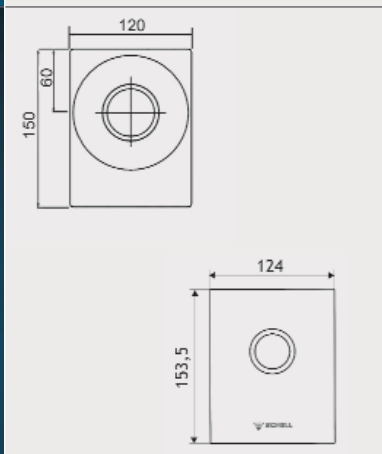
latón pintado blanco alpino, 120x150mm **250323415** 67,70 €

Manual, con cerco de montaje, tornillos de sujeción y llave de seguridad.

Escudo Aquacon Schell Compact Edition,

aluminio pulido, 124x153,5mm **250116106** 114,85 €

Manual, de diseño, en aluminio pulido, con cerco de montaje y material de sujeción.



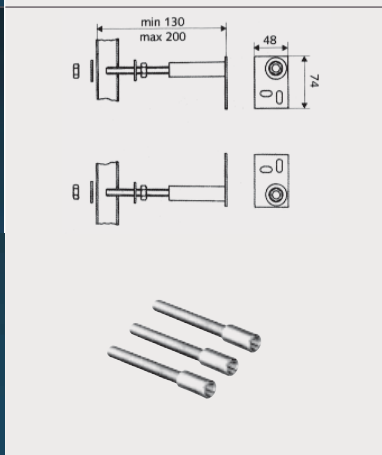
### Aquacon Schell accesorios de montaje

Conjunto de montaje mural para soportes **250323300** 21,60 €

Accesorio para montaje de soporte bastidor por delante de pared resistente.

Compuesto por:

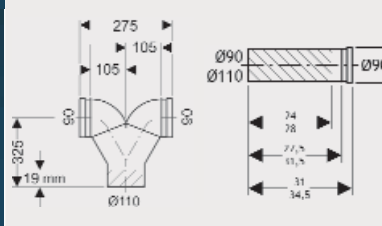
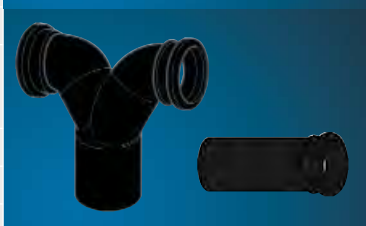
- Placa mural de acero con varios agujeros, acabado epoxy.
- Ajuste de fondo 130-200 mm, con pernos M10 y material de sujeción.



Aquacon tornillos alargadores para escudos **252738400** 17,80 €

Accesorio de montaje para escudos pulsadores manuales. Sólo necesario cuando se tiene que alargar la distancia entre la parte empotrada y el escudo pulsador.

- Longitud 50mm.
- Fabricado en latón.



Aquacon codo doble de desagüe en "Y" 110x90 **29367923161** 71,15 €

Fabricado en PE, entradas a 90Ø y salida a 110Ø. Sólo necesario para montaje de 2 fluxores con bastidor contrapuestos. Evita la transmisión entre ambos inodoros.

Aquacon codo recto de desagüe 90x90 **29366887161** 11,15 €

Aquacon codo recto de desagüe 110x90 **29367887161** 13,50 €

Fabricados en PE, entrada a 90Ø y salida a 90Ø ó 110Ø.

## Fluxor electrónico empotrado Aquacon SCHELL VERONA-E para inodoro

VERONA-E, c/pulsador descarga simple **250116800** 467,95 €

VERONA-E, c/pulsador descarga doble **250116700** 479,10 €

Fluxor de WC electrónico para conexión a red 220V para montaje empotrado oculto tras los azulejos, debiendo quedar registrable para mantenimiento. Accionamiento manual electrónico a través de mandos electromecánicos incorporados en pulsadores especiales circulares.

### Montaje:

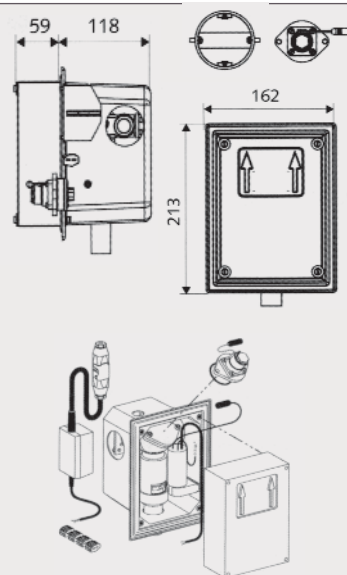
Siempre en la vertical del inodoro, en pared resistente (obra de fábrica) y pared ligera.

### Accionamiento:

Por pulsador, leve contacto.

### Composición del producto:

- Nivel de ruido Grupo I (<20 dB).
- Caja de plástico para montaje en bruto.
- Transformador de 230 voltios /50 Hz.
- Electroválvula.
- Control electrónico.
- Tapa de limpieza.
- Tapa de empotramiento.
- Sin llave de paso 3/4".



## Fluxor electrónico montaje transmuro o falso techo Aquacon SCHELL Verona-E para inodoro

Fluxor Verona E descarga doble **250117200** 417,35 €

Fluxor de WC de accionamiento manual electrónico para montaje transmuro en pared (patinillo técnico) o doble techo. Conexión a red.

La activación se realiza mediante el escudo pulsador de descarga simple, que puede estar situado al lado, encima o en cualquier posición en las paredes que rodean al inodoro, para máxima accesibilidad.

### Montaje:

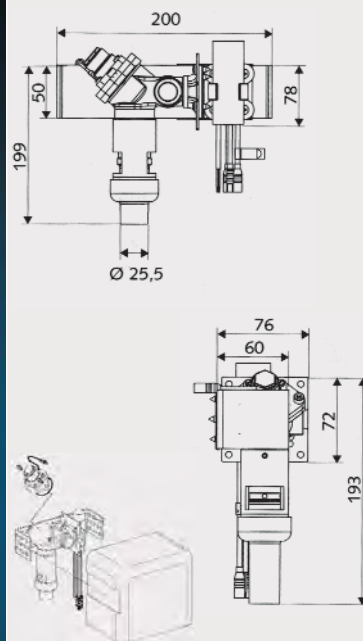
Siempre en la vertical del inodoro, transmuro en tabique ligero con paredes de fibra de yeso, en falso techo o en obra de fábrica.

### Accionamiento:

Por pulsador, leve contacto. Sólo descarga simple.

### Composición del producto:

- Riel de montaje galvanizado.
- Tapa protectora.
- Electroválvula.
- Control electrónico.
- Caja empotrada para el escudo pulsador.
- Sin llave de paso 3/4".



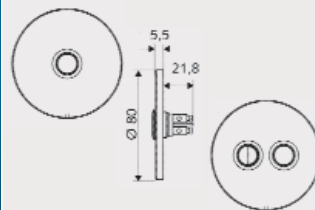
**i** Necesario un transformador, vea pie pág. ref. 250146800

## Aquacon Schell escudos pulsadores Verona-E

Latón cromado, descarga simple **250117006** 68,65 €

Latón cromado, descarga doble **250116906** 90,75 €

Enteramente fabricados en latón cromado.



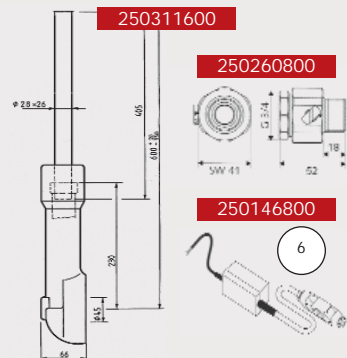
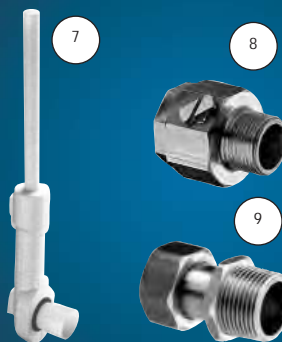
## Accesorios fluxores Aquacon SCHELL Verona-E

Tubo de descarga conexión a WC, 600mm **250311600** 15,95 €

Llave de paso 3/4 para fluxor empotrado **250260800** 48,95 €

Conexión de paso H/M 3/4" **251371700** 11,05 €

Transformador 230V/50Hz para fluxor electrónico transmuro ref. 250117200 **250146800** 74,85 €



**i** Para montaje con inodoro suspendido o a suelo son necesarios los accesorios adicionales incluidos en pág. 40

**Soporte con fluxor 3/4" empotrado Aquacon SCHELL Verona-E, accionamiento electrónico con contacto, inodoro suspendido**

Fluxor Verona, bastidor y accesorios conexión,

Alto 1170 x Ancho 500 mm **250323500** 603,80 €

Fluxor Schell Verona E, con bastidor de montaje en acero, altura regulable, acabado epoxy.

Tipos de montaje:

- 1- Empotrado en pared resistente de obra de fábrica.
- 2- Fijación por delante de pared resistente y recubriendo después por delante con tabiquería ligera u obra de fábrica.
- 3- Fijación a perfilera ligera, recubriendo después con paneles (yeso).

Composición del producto:

Fluxor Schell Verona E, nivel de ruido Grupo I (<20 dB), transformador de 230 voltios /50 Hz, electroválvula, control electrónico

Bastidor de acero con patas regulables, tapa de limpieza.

Racor de conexión M3/4" sin llave de paso.

Tubo de descarga Ø 45mm con tapón.

Codo de desagüe DN 100 con tapón.

Pernos de sujeción M 12 con tapón y material de sujeción y piezas auxiliares para purga antes de puesta en marcha.

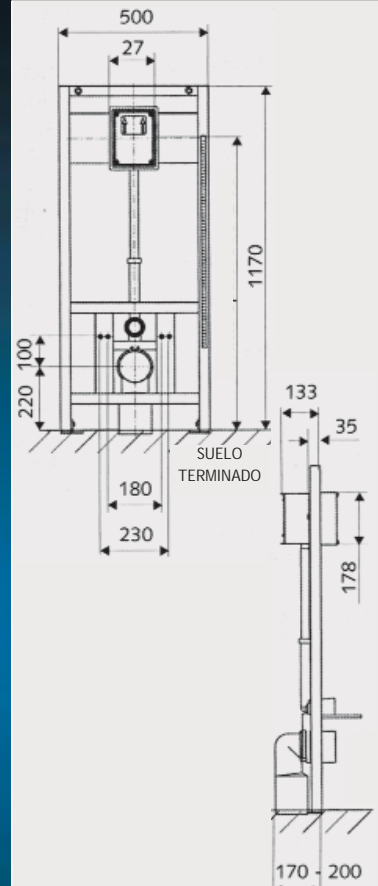
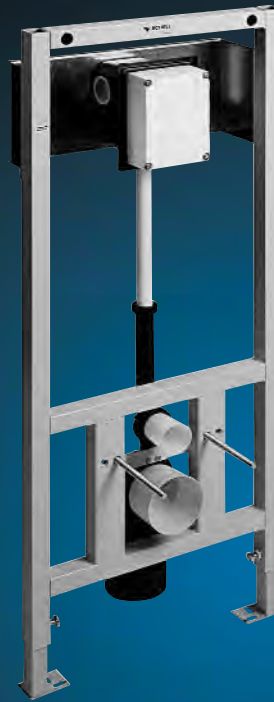
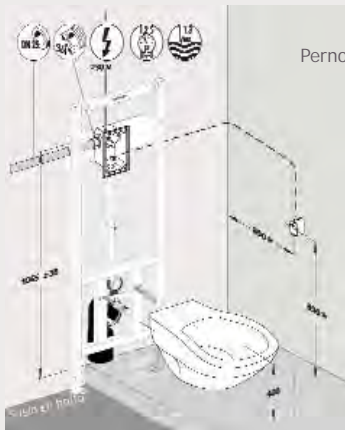
Características técnicas:

Fluxor de WC electrónico para conexión a red 220V para montaje empotrado oculto tras los azulejos, debiendo quedar registrable para mantenimiento.

Accionamiento manual electrónico a través de mandos electromecánicos incorporados en pulsadores especiales circulares.

Accionamiento:

por pulsador, leve contacto

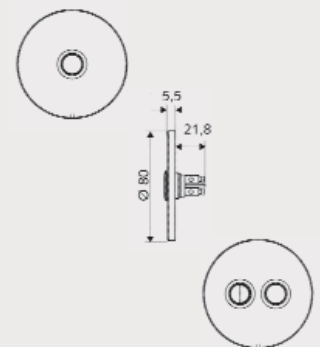


**Escudos pulsadores para fluxores Verona E**

Latón cromado, descarga simple **250117006** 68,65 €

Latón cromado, descarga doble **250116906** 90,75 €

Enteramente fabricados en latón cromado.



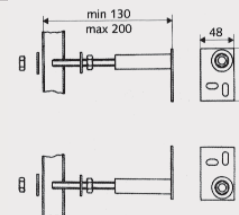
**Aquacon Schell accesorios de montaje**

Conjunto de montaje mural para soportes **250323300** 21,60 €

Accesorio para montaje de soporte bastidor por delante de pared resistente.

Compuesto por:

- Placa mural de acero con varios agujeros, acabado epoxy.
- Ajuste de fondo 130-200 mm, con pernos M10 y material de sujeción.



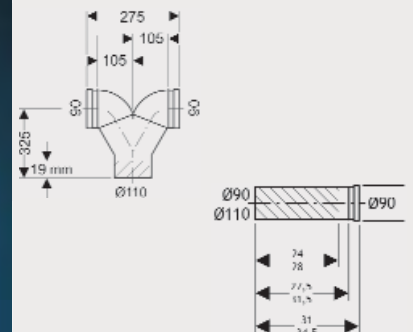
Aquacon codo doble de desagüe en "Y" 110x90 **29367923161** 71,15 €

Fabricado en PE, entradas a 90Ø y salida a 110Ø. Sólo necesario para montaje de 2 fluxores con bastidor contrapuestos. Evita la transmisión entre ambos inodoros.

Aquacon codo recto de desagüe 90x90 **29366887161** 11,15 €

Aquacon codo recto de desagüe 110x90 **29367887161** 13,50 €

Fabricados en PE, entrada a 90Ø y salida a 90Ø ó 110Ø.



17. Fluxores empotrados de inodoro

17.4 De accionamiento electrónico con contacto, tabique ligero

### Fluxor 1" empotrado de accionamiento electrónico sin contacto Aquacon INFRA, para inodoro suspendido o a suelo

Fluxor Infra empotrado **31462326** 706,85 €

Detección de 40 a 80 cm, adecuado para empotrar en la pared, con escudo de montaje. No se incluye el inodoro.

**Montaje:**

Pared ligera y Pared resistente.

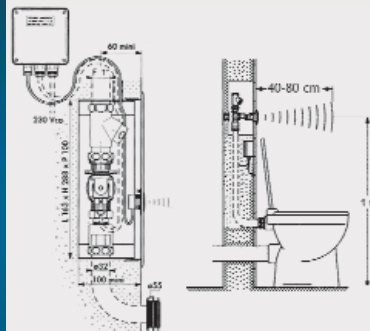
**Accionamiento Dual:**

Automático sin contacto, por detección de presencia al retirarse el usuario.  
Manual sin contacto, por aproximación de la mano al sensor.

**Composición del producto:**

- Unidad electrónica con electroválvula MM1" - 12 V.
- Transformador 230/12V y llave de paso 1".
- Caja empotramiento 100 x 288 x 163 mm.
- Escudo embellecedor de acero inoxidable cepillado 320 x 220 mm.
- Caja electrónica para montaje empotrada en pared o falso techo.

**i** Para montaje con inodoro suspendido o a suelo son necesarios los complementos adicionales incluidos a pie de pág.



### Fluxor 1" transmuro de accionamiento electrónico sin contacto Aquacon INFRA, para inodoro suspendido o a suelo

Fluxor Infra transmuro, muro de 30 mm **31463030** 655,40 €

Fluxor Infra transmuro, muro de 150 mm **31463150** 655,40 €

Fluxor Infra transmuro, muro de 200 mm **31463200** 660,45 €

Detección de 40 a 80 cm.

**Montaje:**

Pared ligera y pared resistente

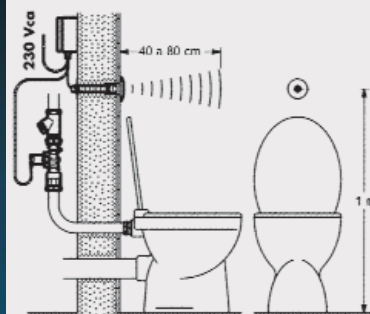
**Accionamiento Dual:**

Automático sin contacto, por detección de presencia al retirarse el usuario.  
Manual sin contacto, por aproximación de la mano al sensor.

**Composición del producto:**

- Unidad electrónica con electroválvula MM1" - 12 V
- Transformador 230/12V y llave de paso 1"
- No se incluye el inodoro

**i** Para montaje con inodoro suspendido o a suelo son necesarios los complementos adicionales incluidos a pie de pág.



### Soporte bastidor empotrado con fluxor 1" de accionamiento electrónico sin contacto Aquacon INFRA, para inodoro suspendido

Soporte con fluxor electrónico empotrado **31546300** 1.198,60 €

Soporte bastidor autoportante universal para inodoro suspendido, con sistema de descarga electrónica. Perfil en acero epoxy, fijación a suelo mediante 4 tornillos, con pies reforzados, altura regulable mediante tuercas flotantes.

**Consta de:**

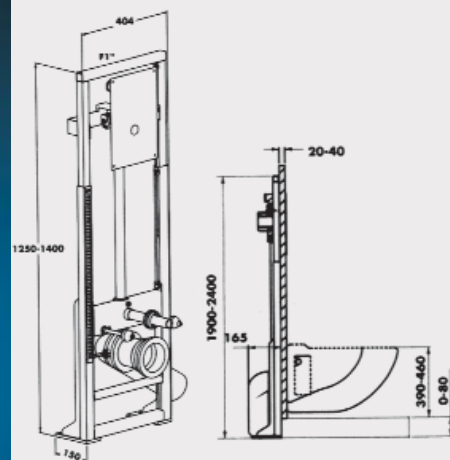
Fluxor 1" Aquacon INFRA (detector sobre escudo embellecedor de acero inoxidable cepillado 320 x 220 mm), tubo de descarga Ø32/26 y tubo de desagüe Ø100.

**Montaje:**

Pared ligera y pared resistente.

**Accionamiento Dual:**

Automático sin contacto, por detección de presencia al retirarse el usuario.  
Manual sin contacto, por aproximación de la mano al sensor.



>



## Nombre del producto: Sistema Ahorrador De Agua Doble Botón 3 y 6 lts DicaDual P/W.C

Fabricante: Dica (Urrea)

Número de modelo: KD4056P

Untitled document

Sistema Dica(URREA) Dual para W.C.

AHORRA HASTA 34,000 LITROS DE AGUA GRACIAS A:

Su exclusiva válvula Dúo que permite descargas de 6 y 3 litros

Su sistema de sellado perfecto "Cero Fugas"

¡

Sistema que permite el ahorro de agua por medio de sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos.

¡Se Instala y es Compatible con Cualquier W.C.!

Economizador de agua doble botón 3/6 lts.

- Para cualquier modelo de sanitario
- Botón de doble acción para descarga de 3lts. ahorro del 80% para líquidos y de 6 lts. para sólidos con ahorro del 37%.
- Elimina fugas al quitar el sapo.
- Se puede instalar en cualquier WC
- No requiere mantenimiento
- Fácil de instalar.

• Ahorra agua por su sistema de sellado perfecto: cero fugas. • Descarga regulable: 3 litros en el paso 1 para descarga de líquidos y 6 litros en el paso 2 para descarga de sólidos. • Evita molestias gracias a su sistema de llenado silencioso. • Fácil instalación. • 10 años de garantía contra defectos de fabricación. • Proporcionamos capacitación gratuita para una adecuada instalación del Sistema Dúo.

### CARACTERISTICAS

Materiales: - Cuerpo de ABS y Acetal - Sello de Silicón - Chicote de acero inoxidable con cubierta de plástico. - Descarga selectiva: 3 litros (o la mitad del tanque de agua) para descarga de líquidos y 6 litros (o tanque completo) para descarga de sólidos. - Con extensión telescópica en ambas válvulas para ajuste del nivel de agua en el tanque. - Para trabajar en baja y alta presión (desde 0.07 kg/cm<sup>2</sup> hasta 7 kg/cm<sup>2</sup> de presión). - Garantía de 10,000 ciclos mínimo. - La válvula de llenado posee un filtro para evitar la entrada de elementos al tanque o que pudieran tapar la válvula. - El sistema de flotador vertical de la válvula de llenado elimina los problemas de los flotadores tradicionales, facilitando el ajuste del nivel de agua a la altura deseada. -

>

Válvula de llenado silencioso. - Cumple con la NOM.

**Precio: \$260.00**

---

TodoAgua

► Ahorro de agua y fiabilidad en la cisterna de su inodoro con los **sistemas de descarga Geberit**

# Ahorre hasta 40.000 litros de agua anuales

El agua en España y en el mundo entero es un recurso escaso. Es importante hacer un uso racional del agua para preservarla y evitar el derroche innecesario. Ahorrar agua es una forma de asumir la responsabilidad de cuidarla para que las generaciones venideras puedan disfrutarla. Reducir su consumo en nuestra vida diaria resulta muy sencillo, del mismo modo que tomar conciencia del consumo que realizamos diariamente es sorprenderse de la cantidad de agua que se desperdicia, por ejemplo al utilizar el inodoro. Geberit le facilita la tarea: se puede reducir el consumo de agua de su cisterna de inodoro hasta un 40 % gracias a los sistemas de descarga Geberit, en sus versiones de interrupción voluntaria o doble volumen de descarga.

**S**ustituir el mecanismo de descarga del inodoro de su casa por un sistema Geberit de descarga interrumpible o de doble volumen puede traducirse en un ahorro de casi 40.000 litros de agua anuales en una vivienda de cuatro personas. En el caso del sistema de descarga de doble volumen, el pulsador mayor descarga seis litros de agua, mientras que el de menor tamaño descarga la mitad, tres litros. Con el sistema de descarga interrumpible, la interrupción voluntaria de la descarga se logra apretando por segunda vez el mismo botón de descarga. En ambos casos es importante que el usuario corrija sus hábitos en el uso del inodoro, ya que la reducción del consumo de agua en ambos casos depende de que la persona que pulsa el mecanismo



de comprobar accediendo al vídeo explicativo en la página de inicio de la web de la empresa, [www.geberit.es](http://www.geberit.es) (Noticias - Ahorro de agua en su hogar).

## Válvulas de Descarga



**Impuls280**  
Descarga  
interrumpible  
Ref. Geberit  
282.002.21.1

**Impuls380**  
Descarga de  
doble volumen  
Ref. Geberit  
282.302.KD.1

Las **válvulas de alimentación Impuls380 (montaje lateral)** e **Impuls360 (montaje inferior)** de Geberit son asimismo absolutamente compatibles con todas las cisternas cerámicas del mercado y poseen una altura completamente regulable y un amplio rango de cierre hidráulico, impidiendo que la cisterna pierda agua o gotee, incidencias habituales en muchos hogares que provocan un consumo estéril de agua y un coste añadido a su consumo diario. Son extremadamente silenciosas y altamente resistentes a los agentes de limpieza.

## Válvulas de Alimentación



**Impuls380**  
Alimentación  
lateral  
Ref. Geberit  
281.000.00.1

**Impuls360**  
Alimentación  
inferior  
Ref. Geberit  
281.001.00.1

Cuando tanto la válvula de descarga como la de alimentación requieren su sustitución, recomendamos la adquisición de nuestro **Kit Completo Impuls590 de Geberit**, que incluye el mecanismo de descarga y la válvula de alimentación ya integrados. Si su cisterna es muy estrecha, deberá adquirir por separado nuestra válvula de descarga Impuls280 y la válvula de alimentación correspondiente, según el tipo de montaje que se requiera: lateral (Impuls380) o inferior (Impuls360).



**Impuls590**  
Descarga de doble volumen  
(el montaje de la válvula de alimentación puede ser lateral o inferior)  
Ref. Geberit 283.308.KD.1

El compromiso de calidad de la empresa lleva a que todos los diseños de nuevos mecanismos, antes de ser aprobados para la producción en serie, sean testados un millón de veces para asegurar su absoluta fiabilidad.



## Geberit AP: cisternas vistas

Si usted desea sustituir completamente la cisterna del inodoro, Geberit dispone de una amplia gama. Todas ellas son compati-

## LA EMPRESA

Geberit es un grupo suizo líder del mercado europeo en tecnología sanitaria. Desde su fundación en 1874, ha sido pionero en el sector, creando nuevas tendencias con sus sistemas integrales de gestión del agua. Geberit tiene delegaciones comerciales en 40 países y 17 plantas de producción. La gama de productos, que integrada por seis líneas se concentra en dos áreas fundamentales, sistemas sanitarios y sistemas de tuberías, ha generado en el 2006 un volumen de ventas de 2.2 billones de francos suizos.

bles con la mayoría de inodoros del mercado y están provistas del correspondiente sistema de ahorro de agua (descarga interrumpible o descarga de doble volumen). Incluso en el caso de los inodoros más antiguos del mercado es posible sustituir sólo la cisterna en lugar del sistema completo.

Las cisternas vistas Geberit están fabricadas con un plástico especial (ASA) que nunca amarillea, apenas se raya y es muy resistente a impactos y al uso frecuente, como el que se da por ejemplo en escuelas, bares, o cualquier lugar público o semipúblico. Incluso tras años de intensa exposición a la luz solar, una cisterna vista Geberit sigue teniendo el mismo color que al principio: un blanco inmaculado.

## Cisternas Bajas



**AP121**  
Descarga interrumpible  
Ref. Geberit 121.800.11.1



**AP128**  
Descarga de doble volumen  
Ref. Geberit 128.305.11.1(\*)  
(\*) varía según el tipo de conexión al suministro de agua que se precise

Gracias al gran espesor de su pared, la cisterna vista Geberit es extraordinariamente estable. Su compatibilidad universal permite un montaje sumamente sencillo y rápido. Además, se trata de cisternas ecológicas y adaptables a nuestros tiempos: la técnica de doble volumen o de interrupción de la descarga permite el ahorro de agua. ■

## GEBERIT, S.A.

Tel. 902 170 635  
sales.es@geberit.com  
[www.geberit.es](http://www.geberit.es)

## Consejos Geberit para el Ahorro de Agua

Lo que usted puede hacer para ahorrar agua en su vivienda protegiendo el Medio Ambiente

### INODORO Y CISTERNA

- Cambiar su sistema de descarga antiguo por uno que permita la doble descarga o la descarga interrumpible.
- Comprobar si el sistema de descarga del inodoro tiene fugas; cambiar la junta o la válvula de alimentación en caso necesario.
- Limpiar el inodoro con el cepillo en vez de con productos químicos; no emplear productos desatascadores.
- Emplear los productos de limpieza del inodoro con poca frecuencia, usar dosis pequeñas y dejar actuar toda la noche.
- No colgar pastillas de olor o color en el inodoro.
- No tirar basura al inodoro (arena para gatos, colillas o pañales, etc).
- No verter en el inodoro aceites, medicamentos, productos químicos, desinfectantes, etc.

### HIGIENE PERSONAL

- Reducir al máximo el tiempo de la ducha o del baño
- Bañarse con poca frecuencia, ducharse siempre que sea posible
- Cerrar el grifo al enjabonarse, al lavarse los dientes o al afeitarse

### COCINA

- Cuando la ropa huele a humo, ventilarla al aire libre en lugar de lavarla
- Lavar con menor frecuencia, ponerse más tiempo a la ropa si es posible
- Llenar la lavadora al máximo cada vez que se usa
- Emplear los programas de ahorro de agua
- No hacer prelavado si la ropa no está muy sucia
- Dosificar el detergente con medida
- No emplear detergentes universales completos sino sólo lo que se necesita por separado
- Emplear el mínimo posible de suavizantes y demás aditivos

### COCINA Y HOGAR

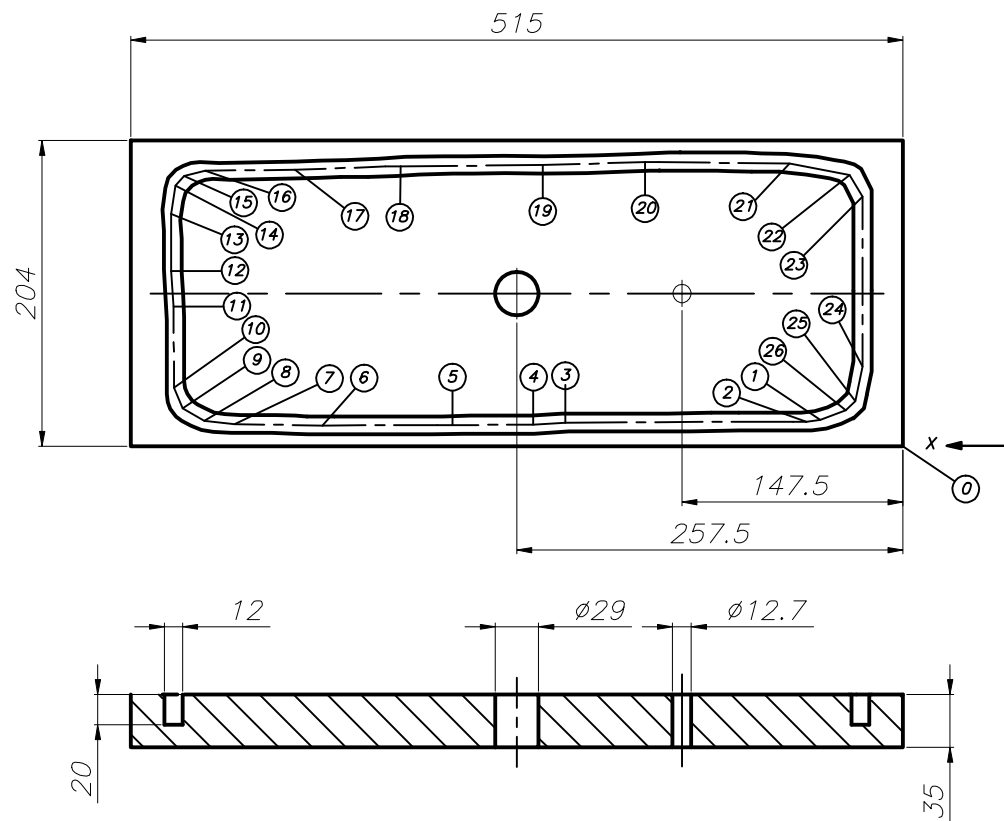
- Lavar la verdura, ensalada y fruta en la pila en lugar de bajo el chorro de agua
- Llenar al máximo el lavavajillas, seleccionar los programas de ahorro, fregar los objetos voluminosos a mano, no enjuagar previamente la vajilla o hacerlo en frío
- Reparar los grifos que gotean
- Recoger agua de lluvia para regar las plantas del jardín o del interior
- Lavar el coche en el tren de lavado en lugar de en casa a mano

lo haga de la forma correcta (ver cuadro adjunto).

Además, todos los sistemas de descarga Geberit también están especialmente indicados para cuando su antigua cisterna empieza a funcionar incorrectamente o deja de hacerlo. Tanto si la cisterna no cierra bien, como si pierde o gotea, su fontanero de confianza o incluso usted mismo podrá reemplazar fácilmente el mecanismo de descarga interior o las válvulas de alimentación de su cisterna, lo que la devolverá rápidamente a su correcto funcionamiento. En el caso de que sea la cisterna completa la que requiera su sustitución, Geberit dispone también de una amplia gama de cisternas vistas, todas ellas en sus versiones de interrupción voluntaria o doble volumen de descarga, y fabricadas en plástico especial ASA, que nunca amarillea y apenas se raya.

## Geberit Impuls (válvulas de descarga y de alimentación)

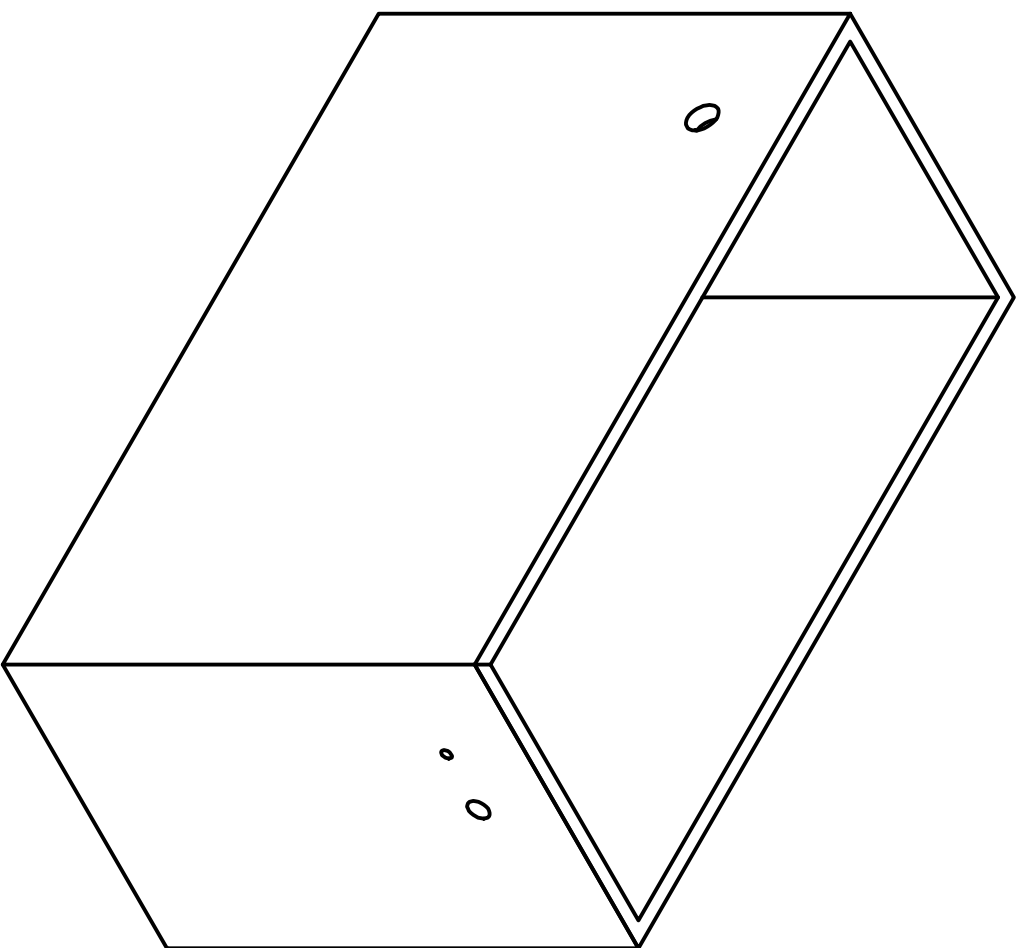
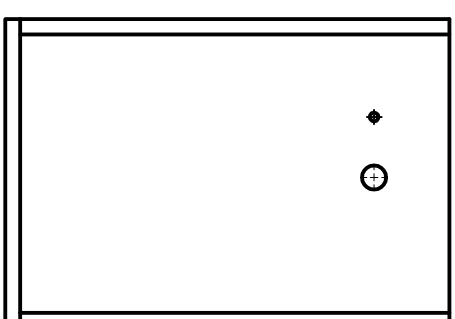
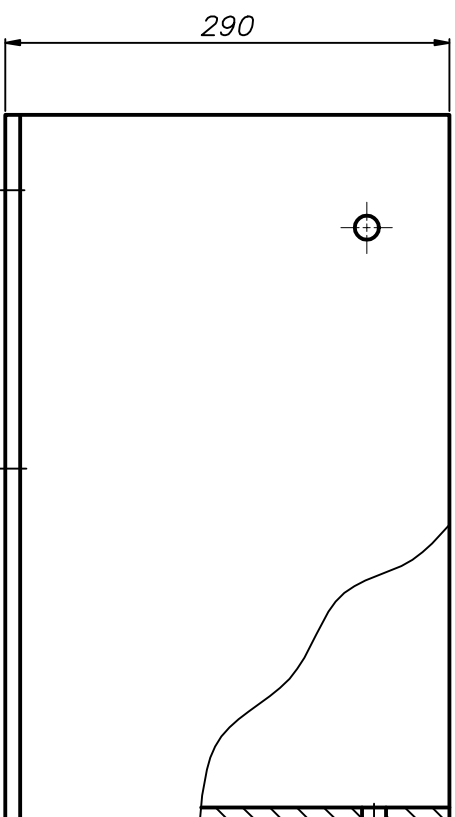
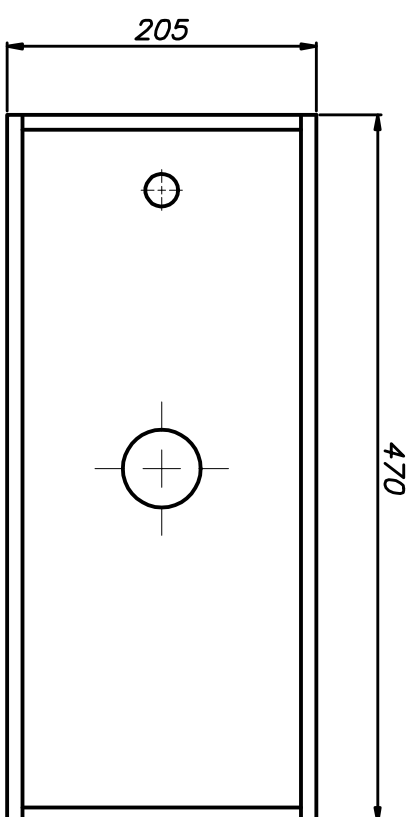
La **válvula de descarga Impuls280 de Geberit** tiene opción de descarga interrumpible o de doble volumen. Es absolutamente compatible con todas las cisternas cerámicas del mercado, tengan pulsador encastrado o en tirador, existiendo además una versión especial para cisternas Roca anteriores a 1990. Usted mismo o su fontanero de confianza podrá efectuar el reemplazo de la válvula de descarga sin medir tan siquiera la altura de la cisterna ni cortar el rebosadero, de una forma rápida y simple, como pue-





Punto	Coordenada en X	Coordenada en Y
1	55.09	17.74
2	64.45	16.53
3	225.20	15.87
4	246.73	14.47
5	300.56	14.23
6	387.21	14.00
7	445.97	14.93
8	465.98	16.43
9	480.51	25.23
10	486.13	39.28
11	486.60	93.20
12	488.00	116.98
13	488.00	155.01
14	485.19	174.09
15	479.45	180.41
16	465.53	183.92
17	405.62	184.38
18	335.20	186.73
19	240.18	187.66
20	172.07	189.53
21	75.68	188.60
22	35.66	181.11
23	27.00	166.60
24	27.00	53.32
25	31.68	30.33
26	38.23	24.06

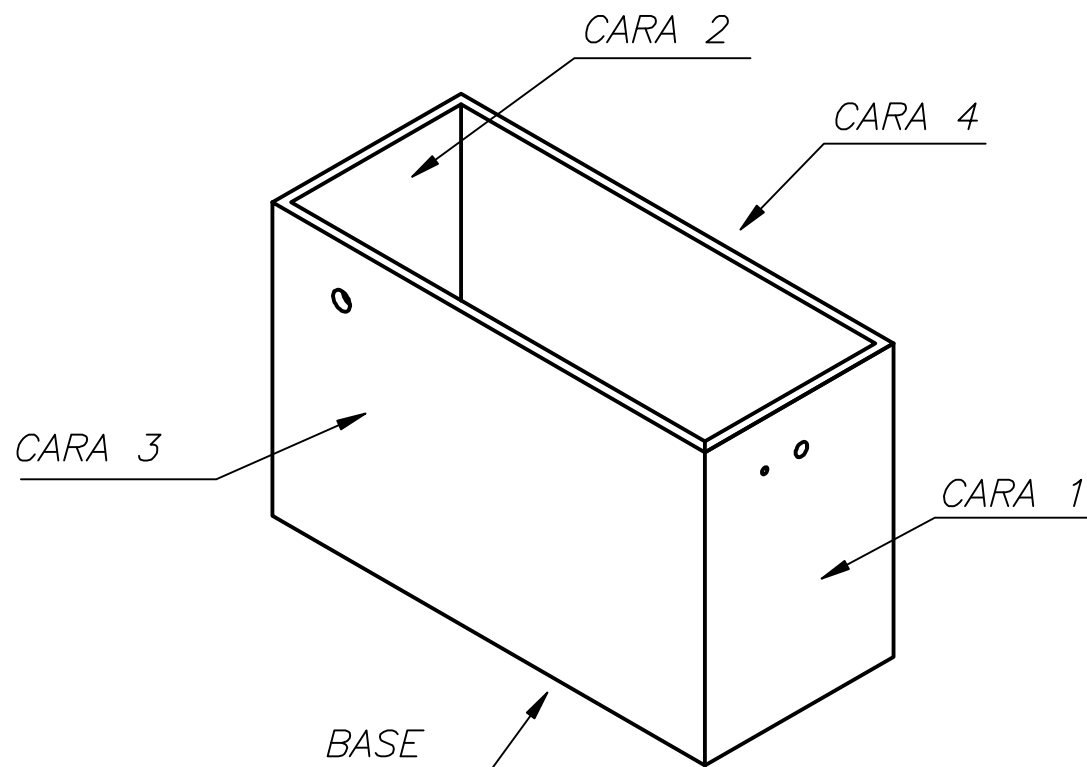
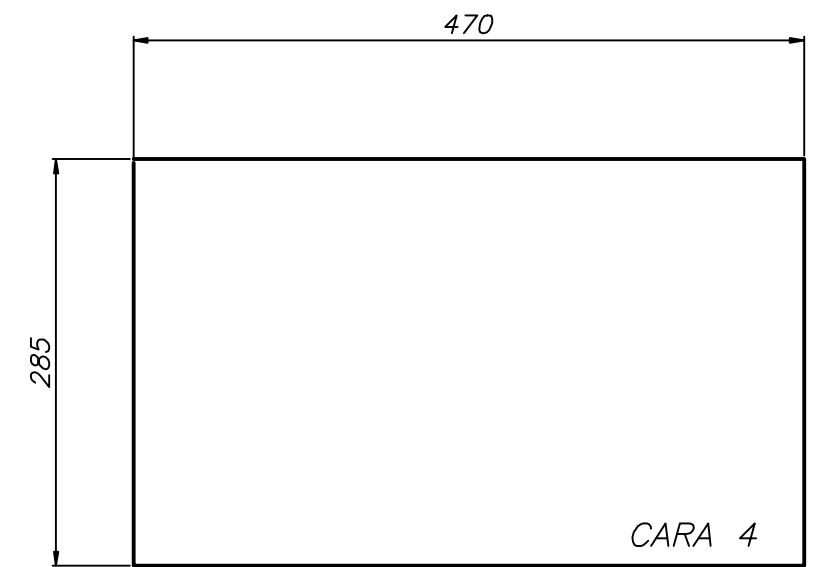
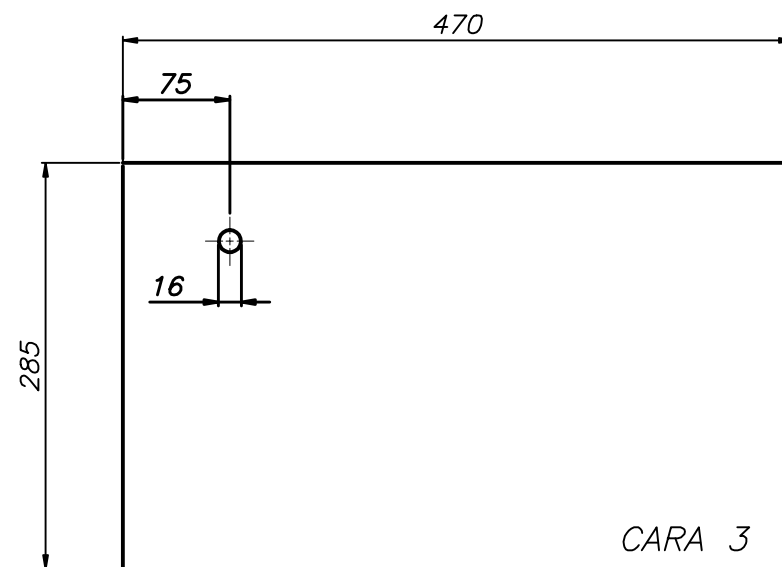
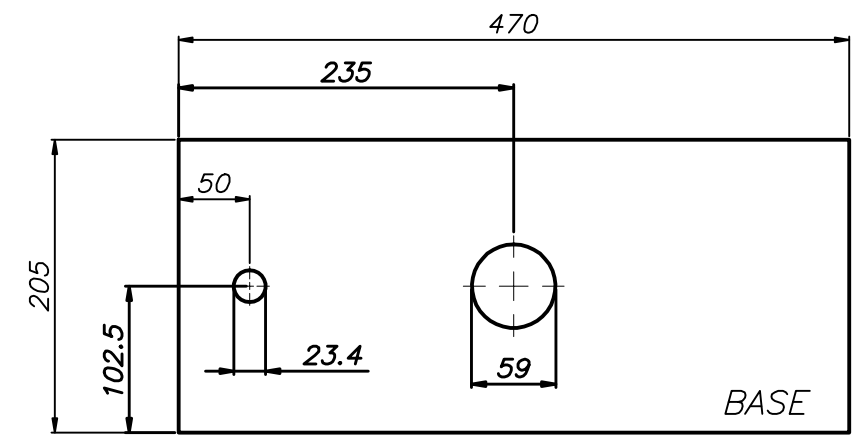
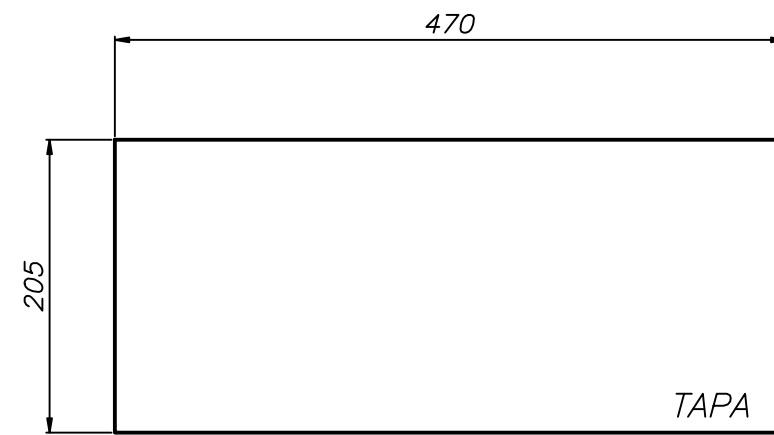
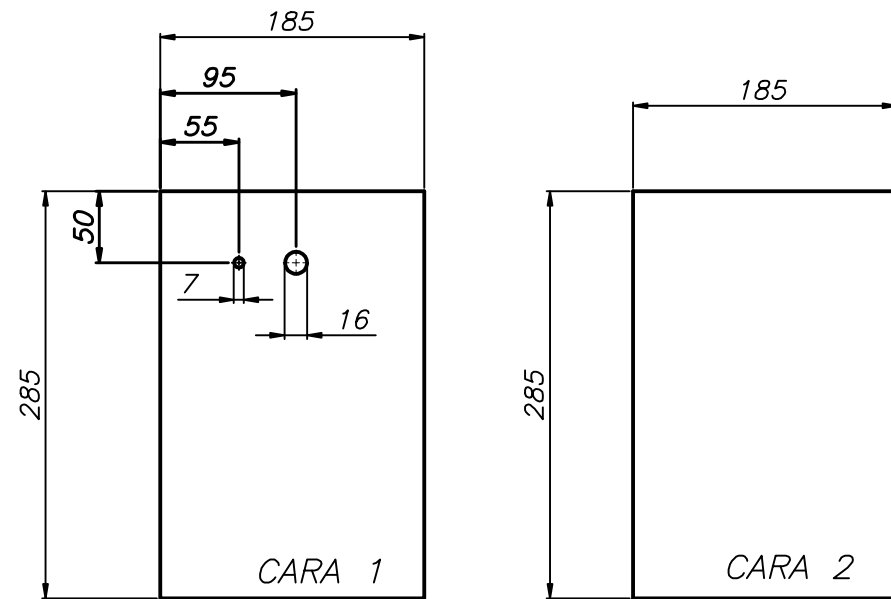
TODAS LAS COORDENADAS REFERIDAS RESPECTO AL PUNTO O

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – SECCIÓN ING. MECANICA		
METODO DE PROYECCION 	TAPA DE INODORO	ESCALA 1:5
20017115	JUNIOR, RIQUELME MORAN	FECHA: 2008.10.15
		LAMINA: A4-PRT_01



NOTA: TODOS LOS ESPESORES SON DE 4 mm SI ES EN VIDRIO Y DE 5 mm SI SE TRABAJA EN ACRILICO

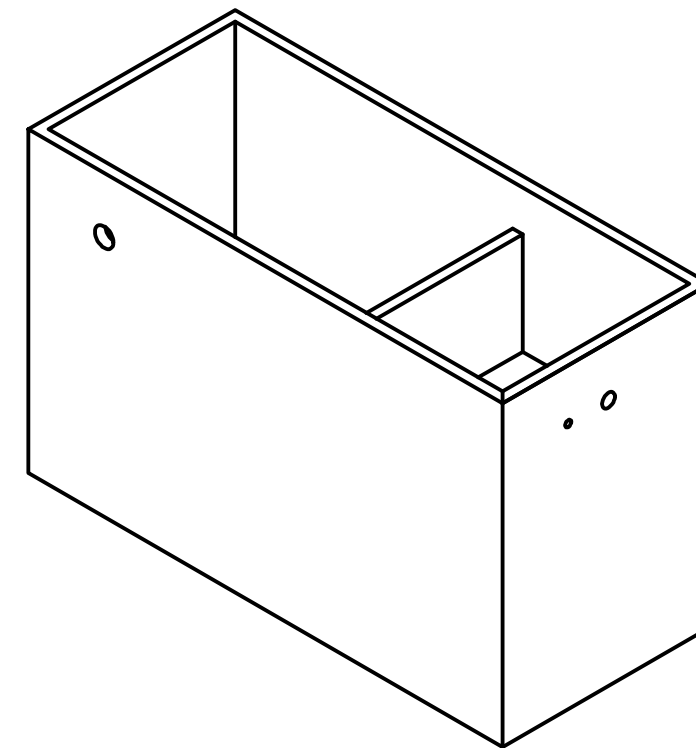
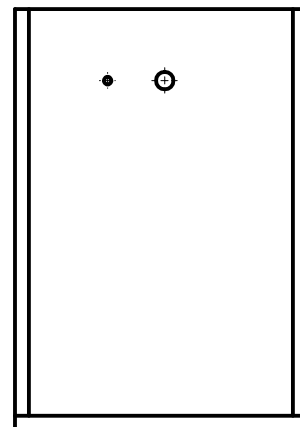
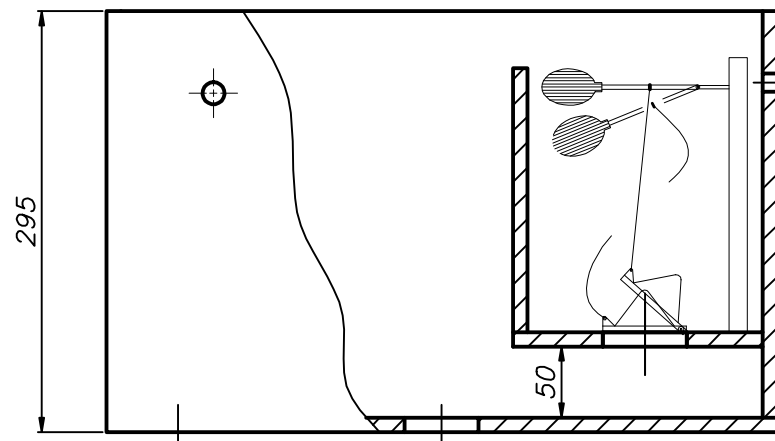
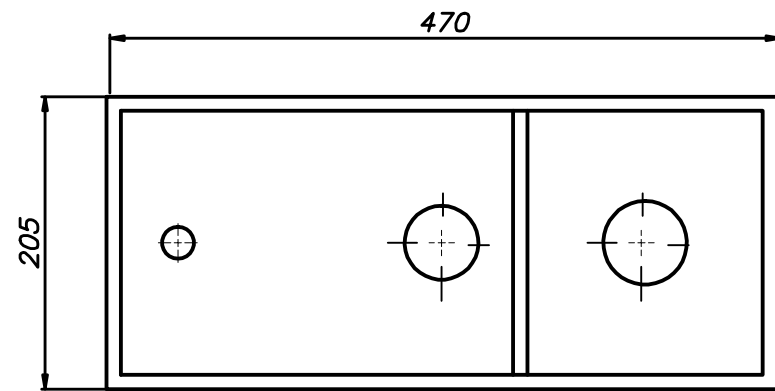
<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU</b> FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – SECCIÓN ING. MECANICA		METODO DE PROYECCION  	
TANQUE PARA INODORO – ENSAMBLE		ESCALA <b>1:5</b>	
20017115	JUNIOR, RIQUELME MORAN	FECHA: 2009.03.07	LAMINA: A3-PRT_03
COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA	



NOTA: TODOS LOS ESPESORES SON DE 4 mm SI ES EN VIDRIO Y DE 5 mm SI SE TRABAJA EN ACRÍLICO

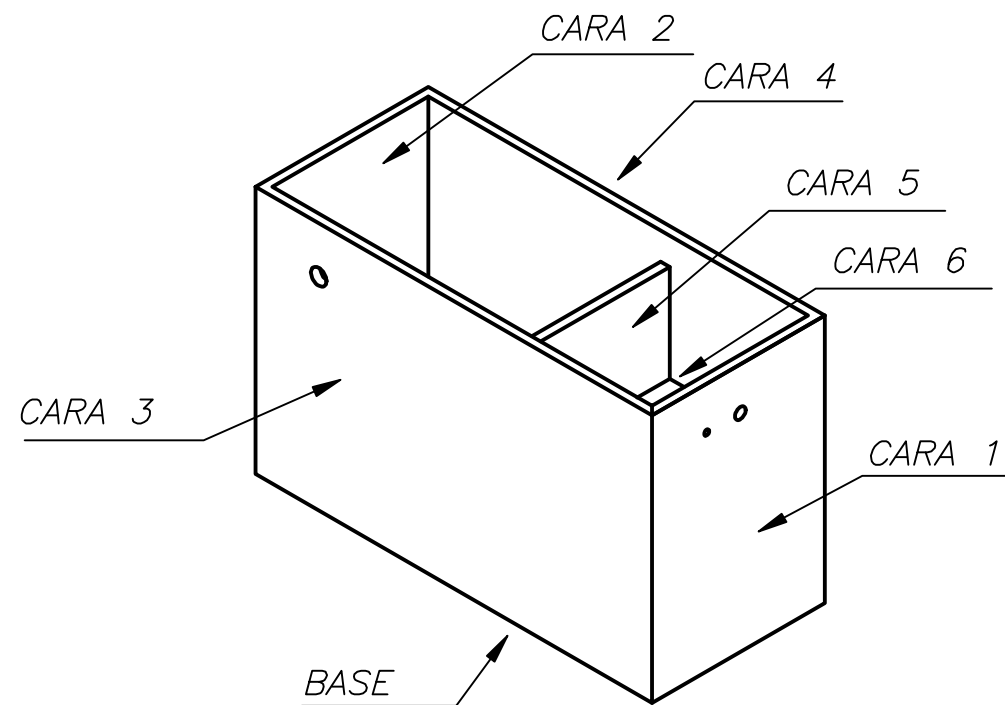
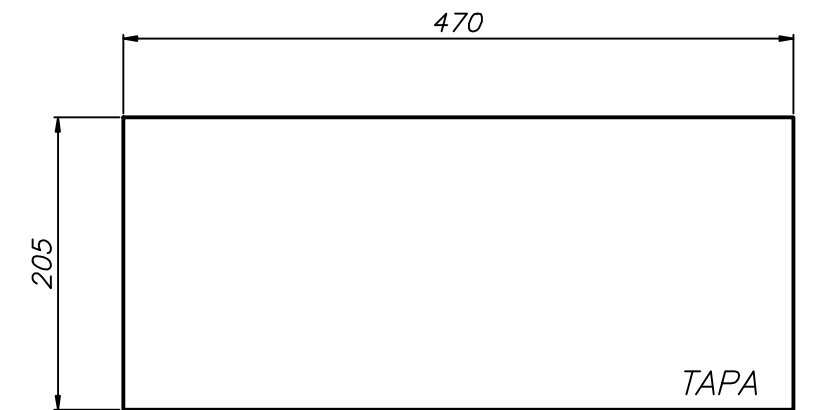
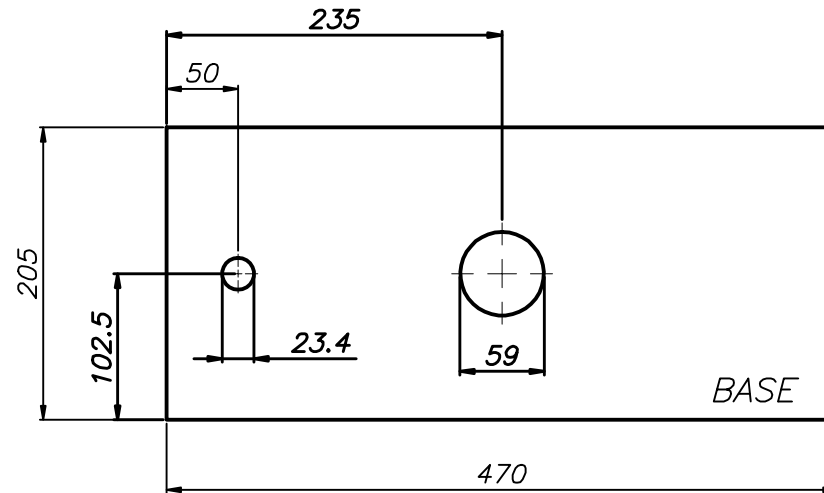
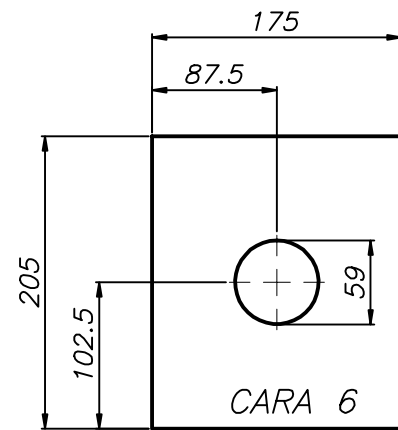
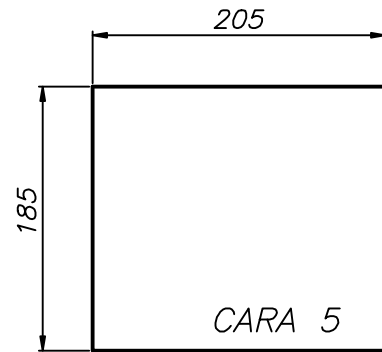
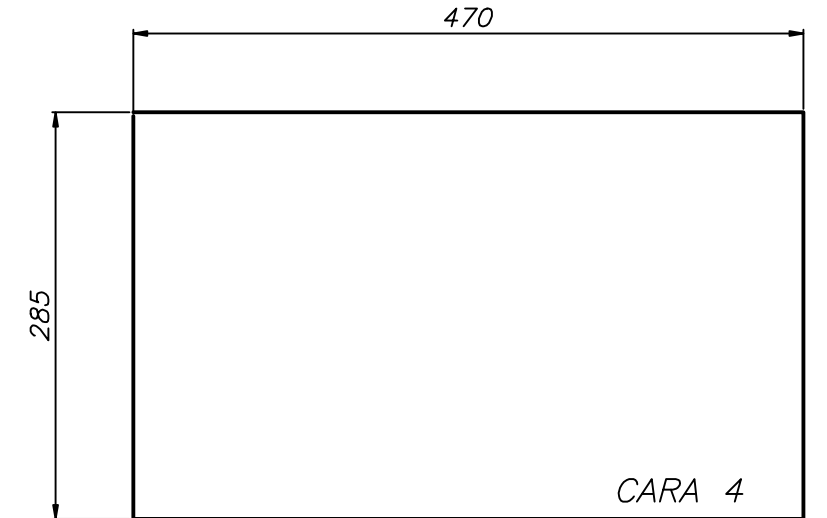
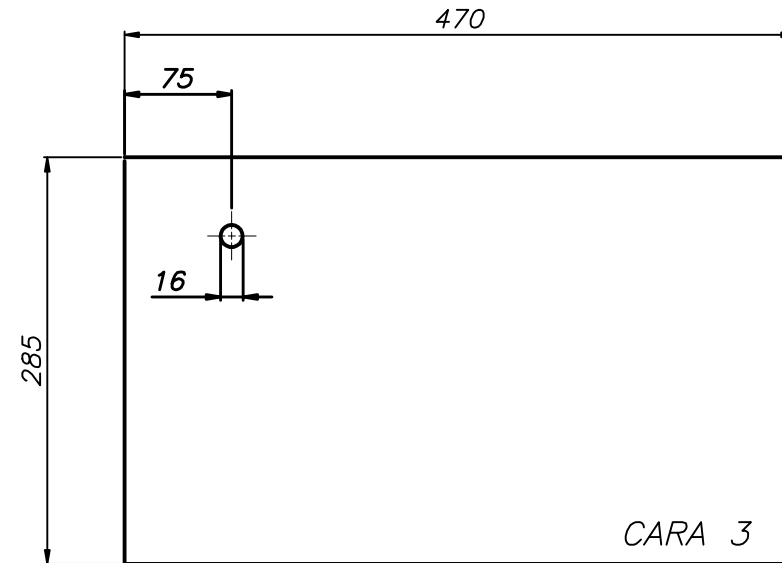
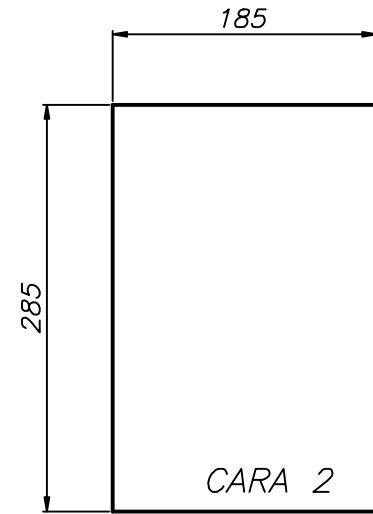
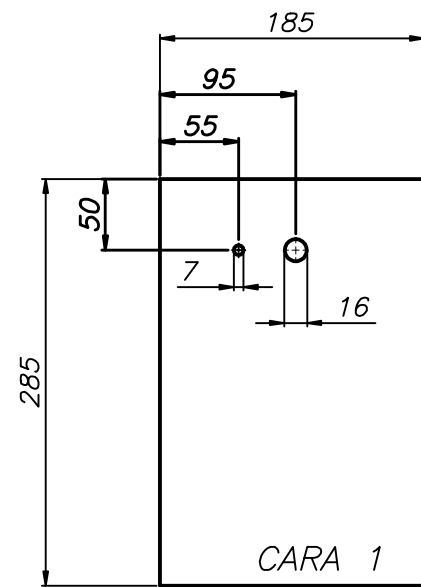
<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU</b> FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – SECCIÓN ING. MECANICA		
METODO DE PROYECCION 	<b>TANQUE PARA INODORO – FABRICACIÓN</b>	ESCALA <b>1:5</b>
20017115	JUNIOR, RIQUELME MORAN	FECHA: 2009.03.07
		LAMINA: A3-PRT_03

COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA



COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – SECCIÓN ING. MECANICA		
METODO DE PROYECCION 	TANQUE PARA INODORO CON MECANISMO TEMPORAL PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA – ENSAMBLE	ESCALA 1:5
20017115	JUNIOR, RIQUELME MORAN	FECHA: 2009.03.07
COTA NOMINAL    COTA MAXIMA    COTA MINIMA		LAMINA: A3-PRT_04



NOTA: TODOS LOS ESPESORES SON DE 4 mm SI ES EN VIDRIO Y DE 5 mm SI SE TRABAJA EN ACRÍLICO

<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU</b> FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA – SECCIÓN ING. MECANICA		
METODO DE PROYECCION 	<b>TANQUE PARA INODORO CON MECANISMO TEMPORAL PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA – FABRICACIÓN</b>	ESCALA <b>1:5</b>
20017115	JUNIOR, RIQUELME MORAN	FECHA: 2009.03.07
		LAMINA: A3-PRT_05

COTA NOMINAL	COTA MAXIMA	COTA MINIMA