

## **MONITOREO DE FILTRACIONES EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE Y DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESTACIONES DE SERVICIO O DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES**

El diseño y construcción de las obras a que se hace alusión en el presente documento debe ser llevado a cabo por parte de personal idóneo y con experiencia comprobada o certificada en hidrogeología.

**A. METODOS DE DETECCION DE FILTRACIONES EN TANQUES (MONITOREO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESTACIONES DE SERVICIO QUE POSEAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE). ESTAS ESPECIFICACIONES APLICAN PARA LAS ESTACIONES DE SERVICIO A LAS CUALES NO SE LES HA FIJADO AÚN EL SISTEMA DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

A continuación se presentan algunos de los métodos más utilizados para detectar filtraciones en tanques superficiales y tanques subterráneos los cuales pueden utilizarse tanto en tanques nuevos como en existentes.

### **1.1 Pozos de monitoreo:**

Los pozos de monitoreo se utilizan tanto para monitorear combustible libre flotando sobre el agua subterránea, como combustible disuelto, y eventualmente para monitorear vapores. El método requiere la construcción de pozos, por lo general, con revestimiento de 2-4 pulgadas de diámetro en PVC RDE 17, o acero schedule 40. (Figura 1.)

Los pozos construidos en acero o tubería galvanizada son inapropiados para suelos ácidos; este tipo de material esta sujeto a corrosión lo cual limita la vida útil del pozo y puede llegar a afectar los análisis químicos de las muestras que se toman en él, ya que generalmente incrementan las concentraciones de los metales disueltos y de los compuestos orgánicos. El PVC es un material ampliamente usado en el revestimiento de pozos pues ofrece resistencia a la corrosión, a la abrasión y requiere de poco mantenimiento, sin embargo pozos en PVC que pueden estar en contacto con solventes orgánicos (clorinados) pueden absorber algunos compuestos orgánicos como el tetracloroetileno, tricloroetano, tetracloroetano, y/o el hexacloroetano.

Debido a que el tipo de combustible que se maneja en las estaciones de servicio no contiene este tipo de compuestos (solventes clorinados), el revestimiento en PVC es ampliamente usado a nivel mundial para los pozos de monitoreo. Bajo condiciones muy específicas del monitoreo y si se determina que el producto que se va a detectar no es compatible con PVC se puede usar, como material de construcción del pozo de monitoreo, el acero inoxidable o el teflón.

En la construcción de los pozos se debe usar tubería roscada, no pegada, con punteras de 2 a 4 pulgadas de diámetro. Antes de la instalación de este sistema de monitoreo, se debe determinar el tipo de suelo, el nivel aproximado de aguas subterráneas, la dirección regional del flujo y en general la hidrogeología del sitio, para determinar si su uso garantiza un monitoreo real de las eventuales fugas de combustibles.

Los pozos pueden usarse como único sistema de monitoreo, siempre y cuando el nivel o tabla de agua esté a una profundidad máxima de 7 m y el material del subsuelo entre el tanque y el pozo sea permeable (fundamentalmente gravas y arenas). Esta profundidad de tabla de agua, garantiza que se detecte rápidamente cualquier fuga eventual de combustible, debido a la cercanía entre el nivel del agua y la cota inferior del tanque (dos metros aproximadamente). Profundidades mayores de la tabla de agua retrasan la detección de combustibles proveniente de fugas, aumentan los posibles impactos al medio ambiente, e incrementan las probabilidades de detectar contaminaciones provenientes de zonas o regiones externas a las áreas de almacenamiento y distribución de combustibles de la estación.

Para una correcta evaluación hidrogeológica y para el monitoreo posterior se deben construir como mínimo, tres pozos de monitoreo, de tal forma que triangulen tanto el área de almacenamiento como el área de distribución. Los pozos deben ubicarse lo más cerca posible a los tanques y tuberías a monitorear, llevando su profundidad como mínimo hasta un metro por debajo de la cota inferior del tanque. La perforación de los pozos de monitoreo debe hacerse siguiendo la reglamentación pertinente o en su ausencia siguiendo las normas ASTM "Standard Practice for Design and Installation of Ground Water Monitoring Wells in Aquifers" (ASTM D5092-90). En lo posible se debe utilizar barrenos helicoidales de eje hueco, evitando el uso de fluidos de perforación, ya que estos pueden arrastrar contaminantes de una profundidad a otra, produciendo contaminación cruzada. La perforación no debe llevarse a más de 7 metros bajo el nivel de la tabla de agua.

Terminada la perforación se introduce la tubería, dejando en la parte inferior la tubería de filtro, para permitir el paso del agua a través del pozo. La ranura de la tubería de filtro se selecciona con base en el tamaño de las partículas del material de filtro, por lo general es de 0.020", aunque este aspecto debe ser escogido por parte de personal con experiencia comprobada en el diseño de piezómetros.

Debido a que el nivel freático presenta fluctuaciones (variaciones estacionales invierno-verano) se requiere que el pozo tenga por lo menos 1.50 m de filtro bajo el nivel de la tabla de agua, y en lo posible 1.50 m de filtro sobre éste nivel para acuíferos libres; si el acuífero es confinado el filtro se coloca con referencia al nivel de confinamiento.

Una vez la tubería está dentro del hueco de la perforación, se procede a vaciar material granular que sirve de filtro entre la pared del hueco y la tubería de filtro. Este material es de grava silicea lavada y seleccionada, el cual se coloca a lo largo de la longitud del filtro y 0.50 m por encima del nivel superior del mismo. Sobre este se coloca 0.50 m de un sello de bentonita en tabletas para prevenir las infiltraciones de agua desde la superficie. El resto del espacio anular se llena con una mezcla de bentonita y cemento.

Finalizada la instalación del pozo se procede a purgarlo y desarrollarlo, es decir, a retirar el agua del pozo, los residuos de la perforación y el material fino en el mismo pozo y en el espacio anular entre las paredes de la perforación, bien sea por baldeo o bombeo, hasta cuando el agua que se retire sea clara, libre de partículas en suspensión. La boca del pozo se protege con una tubería cementada. A la tubería de revestimiento se le coloca un tapón roscado o de presión, y en superficie se coloca una tapa metálica pintada de blanco, marcada con un triángulo y la inscripción: " Pozo de Monitoreo" y la advertencia de no llenar con combustible. Los pozos de monitoreo pueden utilizarse, además, para determinar direcciones de flujo; en este caso, es imprescindible que estos estén nivelados, es decir, que se conozca la cota topográfica (real o relativa) del pozo de monitoreo. De estar nivelados los pozos, se debe marcar explícitamente el punto nivelado para posteriormente tomar todas las lecturas de niveles con respecto a este nivel de referencia (por ejemplo, extremo de la tapa metálica). Los pozos de monitoreo deben inspeccionarse como mínimo una vez al mes. La inspección puede hacerse de alguna de las siguientes formas: - Con varas de medida, a las cuales se le aplica por un lado la pasta para determinar el nivel de agua y por el otro la pasta para determinar el nivel de combustible. - Por medio de una sonda de detección de interfase. - Por medio de una inspección visual de una muestra de agua extraída del pozo con un muestreador (bailer). - Con un analizador de vapor orgánico (OVA). - Con un fotoionizador.

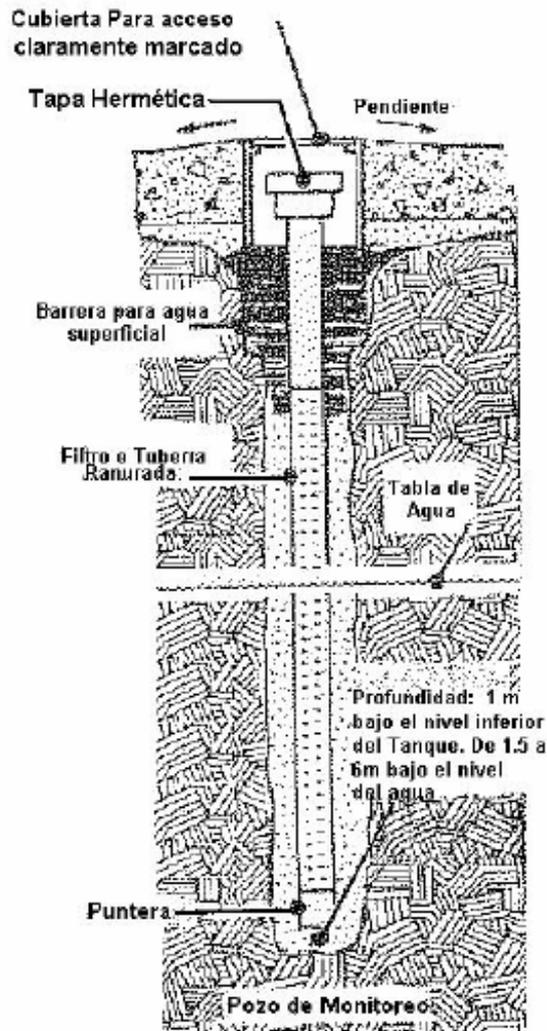


Figura 1. Pozo de monitoreo. Adaptado de PEI, 1994

## 1.2. Pozos de observación.

En los casos en que la tabla de agua esté a más de 7 metros bajo la superficie, y/o el suelo esté compuesto por material arcilloso, y/o el tanque no posea un sistema de monitoreo intersticial, los pozos deben construirse dentro del área de la excavación (Pozos de Observación). De esta forma, se garantiza la presencia de un material granular que permite el movimiento del producto de posibles fugas del tanque (vapores o líquidos) hacia el pozo de observación. (Figura 2)

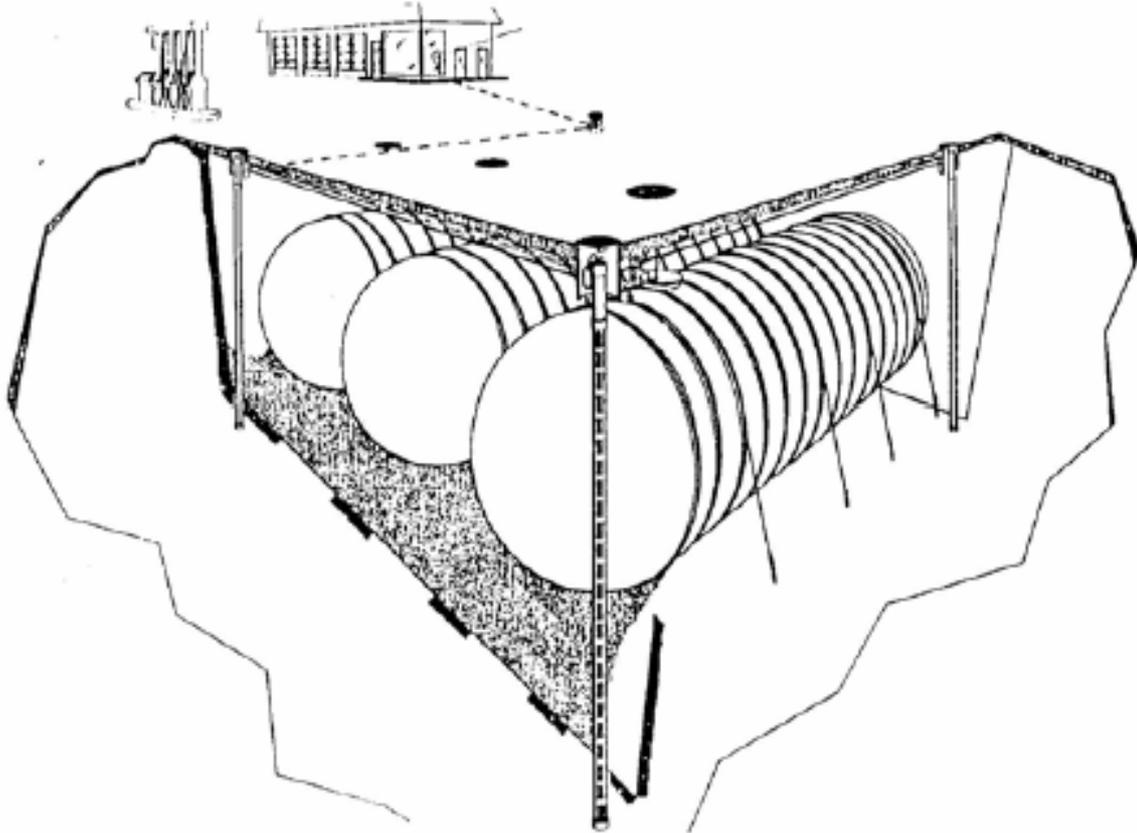


Figura 2. Ubicación de pozo de observación. Adaptador de Rizzo, 1991

El monitoreo con pozos de observación se utiliza para detectar combustibles y vapores de combustible. Deben ser construidos de tal forma que el pozo penetre hasta 1 metro bajo el nivel inferior del tanque. La parte inferior del pozo (los últimos 1.5 metros) debe ser tubería de filtro. Si hay dos o más tanques en una sola excavación, debe dejarse al menos dos pozos ubicados en diagonal. Al igual que los pozos de monitoreo, es muy importante que estén sellados en superficie, pues pueden servir de conducto para que derrames en superficie alcancen la tabla de agua y deben estar marcados, como los pozos de monitoreo, con la advertencia de no llenar con combustible. En los tanques de doble pared, los pozos de observación son los conductos ubicados entre el tanque y el recubrimiento.

La construcción de los pozos de observación se realiza con los mismos principios que la de los pozos de monitoreo, descritas anteriormente. El monitoreo de los pozos de observación debe hacerse por lo menos una vez al mes y la inspección debe ser documentada en los registros de la estación (Figura 3)

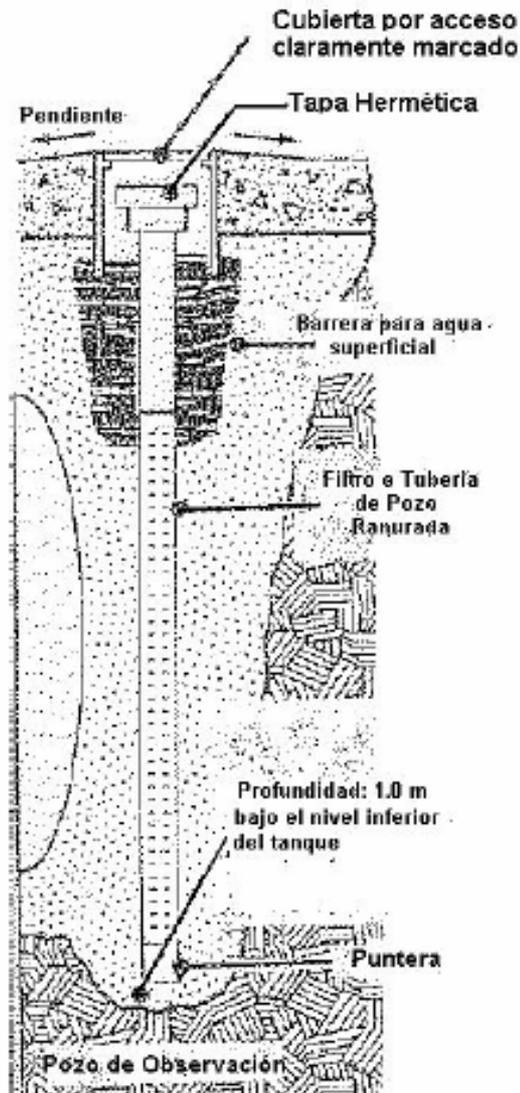


Figura 3. Diseño de pozo de observación. Adaptador de PEI, 1994

### 1.3 Presencia de agua en el tanque

Aunque la presencia de agua dentro del tanque puede ser normal debido a procesos de condensación, su constante aparición y el aumento en su nivel, son una señal clara de la existencia de un problema de ruptura del tanque o de pérdida de hermeticidad en las tapas de las bocas del tanque. La presencia continua y excesiva de agua en el tanque es un signo claro de la presencia de orificios en los tanques que dan lugar a fugas, especialmente en regiones donde el nivel de la tabla de agua está por encima del nivel del combustible en el tanque. En ningún momento el nivel del agua dentro del tanque puede alcanzar los 10 cm. (Figura 4)

## INTRUSION DE AGUA EN EL TANQUE

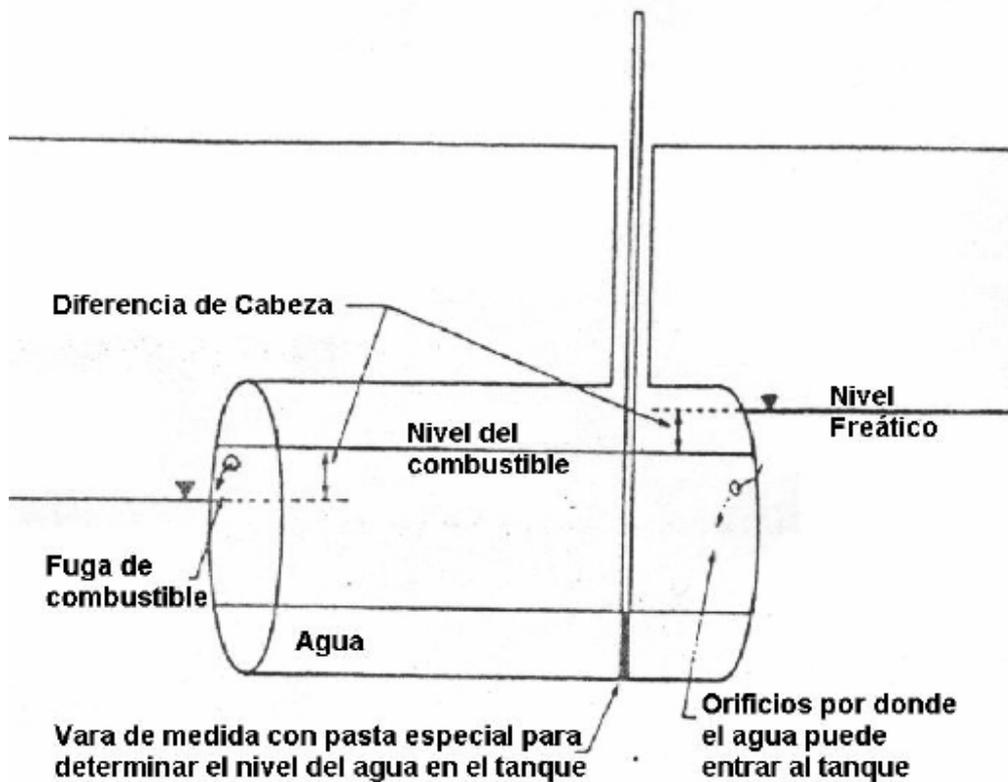


Figura 4. Intrusión de Agua en el Tanque. Adaptado de The Prairie et al

### 1.4 Inspección visual.

Este método se aplica en tanques superficiales y en tanques subterráneos con fosas de concreto, pues en ellos, es posible adelantar una inspección cuidadosa y detallada en busca de posibles signos de fuga, como pueden ser: la presencia de combustibles en la doble contención, la presencia de manchas sobre la superficie del tanque o sobre la doble contención, la presencia de superficies salientes en el tanque o la presencia de suelos contaminados.

Al utilizar este método se recomienda que el tanque este lleno de combustible, para así tener una inspección sobre el área total del tanque. Debido a su simplicidad el monitoreo por inspección visual puede realizarse a nivel semanal.

Este sistema brinda la oportunidad de inspeccionar simultáneamente la tubería superficial del tanque y la tubería que se encuentra dentro de la fosa en tanques subterráneos. En este caso las tuberías se inspeccionan para detectar el mismo tipo de signos de fugas.

## **B. Estaciones con piezómetros ya construidos.**

Para el caso de las visitas de inspección de aquellas estaciones de servicio en las que ya se han construido pozos de monitoreo (piezómetros), debido a que no es posible verificar en campo las especificaciones con las cuales se construyeron (diámetro de la perforación, tipo de tubería, colocación y tipo de filtros para entrada de agua subterránea, colocación y tipo de filtro granular, etc.), sólo es viable determinar el diámetro de la tubería instalada y la profundidad hasta la cual se colocó la misma (fondo del pozo), así como el nivel de agua que eventualmente se tenga dentro del pozo. Para el efecto, el comisionado deberá proveerse de una sonda de detección de niveles de agua en pozos, elemento del cual se dispone en la actualidad en la entidad, luego de haberse adquirido dentro del proyecto Aprovechamiento y Protección Integral del Agua Subterránea en los valles del río Cesar y río Magdalena. También se debe tomar una muestra de agua, cuando la misma se detecte dentro del pozo, para realizar el correspondiente análisis de calidad en laboratorio, en búsqueda de combustible o de otros contaminantes (aceites), para lo cual se sugiere averiguar en qué laboratorios se llevan a cabo tales análisis; dicha muestra se debe tomar con un bailer (muestreador de agua en pozos, del cual también se dispone en la entidad) a varias profundidades cuando así se permita.

En el momento en que se necesite, se podrá instruir al funcionario comisionado sobre la forma en que se debe operar la sonda y el bailer.

Una vez conocido el dato de profundidad del pozo, se debe proceder a medir la profundidad del fondo de los tanques de combustible, lo cual se puede realizar con una vara recta graduada, que se introduce en el interior de los tanques. Luego se comparan ambas profundidades, y se establece si se cumple con lo especificado por la entidad (el fondo del pozo debe estar por debajo del fondo del tanque en la cantidad especificada en la resolución que en su momento haya expedido la entidad).

## **C. Medidores de caudal.**

En el mercado se encuentran diversos tipos de medidores de caudal o flujo para tuberías, por lo que cada usuario puede realizar las averiguaciones del caso. Se recomienda que los medidores sean resistentes a las aguas de alta salinidad o a la corrosión, en caso de que las aguas utilizadas en la estación sean de tal característica.

A continuación se mostrará una lista de algunos medidores que actualmente se pueden conseguir en el mercado, quedando en todo caso a opción del usuario su escogencia.

**Sensor de caudal con ruedas de paleta:** se utiliza cuando los datos sobre el caudal deben transmitirse como salida de impulsos. este sensor contiene un transductor que trasmite una señal de 0-100Hz. La señal de la salida es linealmente proporcional al caudal. Este medidor funciona en medios como: el agua y líquidos de baja viscosidad



Figura 5. Sensor de caudal con ruedas de paleta.

**Sensor de caudal de turbina:** La alta precisión es la característica principal de este sensor. Mide con precisión el caudal de los líquidos transparentes sobre una amplia gama de caudales. Este medidor puede instalarse en cualquier orientación deseada siempre y cuando se tenga cuidado de mantener el medidor lleno de líquido. El movimiento del líquido a través del medidor provoca la rotación de la turbina. Un sensor de proximidad externo detecta la rotación de la turbina sondeando el movimiento de las partículas. La rotación de la turbina es lineal con respecto al caudal. La pantalla y módulo de control convierten la señal del impulso en un número visualizado, este medidor presenta una tolerancia en cuanto a viscosidad a la de fluidos similares al agua.



Figura 6. Sensor de caudal de turbina.

**Medidor de caudal con fuelles de paleta:** este tipo de disposición es ideal para utilizarse en aplicaciones donde la suciedad y los contaminantes de granos sólidos son una gran preocupación. Este dispositivo opera de la siguiente forma: el caudal provoca que la paleta (1) sea desviada en la dirección del caudal contra la fuerza de un resorte (2). Un fuelle (3) fabricado de bronce (o de preferencia acero inoxidable), aísla en forma hermética el medio de la sección de medición. El movimiento de la paleta (1) se transmite directamente a un indicador (4), este indica el caudal o la trasmite a un acondicionador de señales. Un microinterruptor (6) y una lámpara indicadora (7) se activan cuando se alcanza el punto de referencia. La lámpara se acciona cuando el caudal está por debajo del punto de referencia. Las unidades están disponibles para instalación en línea de tuberías ya sea con extremos roscados o bridados.



Figura 7. Medidor de caudal con fuelles de paleta.

**Medidor de caudal magnético:** es utilizado en el análisis de líquidos difíciles y fangos, este medidor es un tubo hueco forrado con varios electrodos periféricos metálicos. puesto que los electrodos sobresalen de manera insignificante en las paredes de la tubería del medidor, el medidor está casi totalmente libre en su interior, esto ayuda a hacer que este medidor sea adecuado para líquidos que varían desde lodos de alcantarilla hasta una gran variedad de aplicaciones químicas.



Figura 8. Medidor de caudal magnético.

**Sensor de caudal térmico compacto:** utiliza el principio calorimétrico para monitorear en forma continua el caudal tanto de medios viscosos como de no viscosos. La velocidad del caudal se transmite por medio de una salida mientras que un interruptor opcional proporciona la función de alarma. La capacidad de transmisión se hace posible gracias al alto grado de estabilidad de temperatura proporcionado por su diseño. La integración de las funciones de calefacción y medición permite a la sonda estar estructurada en una superficie sencilla, continua y libre de salientes. La ausencia de salientes evita que los contaminantes se acumulen en la punta de la sonda.



Figura 9. Medidor de caudal térmico compacto.

**Medidor de caudal bridado:** este dispositivo funciona con el principio de área variable, es ideal para aplicaciones difíciles en las que se requiera una operación a alta presión o una pérdida de baja presión. Su diseño está disponible en acero. En la configuración estándar es un medidor puramente mecánico.



Figura 10. Medidor de caudal bridado.

**Medidor de caudal de presión diferencial:** estos medidores están diseñados para aplicaciones en ambientes difíciles, la falta de sensibilidad ante campos magnéticos y la capacidad de resistir grandes presiones excesivas sin daños, se combinan para hacer de este un instrumento resistente. Es de fácil uso, fácil lectura y fácil mantenimiento, se puede utilizar en tuberías horizontales o verticales. Este dispositivo determina el caudal mediante la medición de la pérdida de presión a través de un orificio calibrado.



Figura 11. Medidor de caudal de presión diferencial.

**Medidor de caudal de masa electrónico:** mide caudales de gas, en contraste con la mayoría de otros dispositivos de dosificación de caudal volumétrico, este medidor no necesita corrección de presión o temperatura. Esto hace que la unidad sea ideal para una amplia variedad de aplicaciones de caudal de gas, incluyendo el control de procesos generales, el caudal en sistemas de vacío, la prueba de fugas, y la calibración del caudal. Se encuentra disponible en aluminio o acero inoxidable, con o sin una pantalla digital.



Figura 12. Medidor de caudal de masa electrónico.

**Totalizador mecánico:** este se puede ser muy funcional en las aplicaciones de dosificación que impliquen agua con temperaturas de 35°F a 194°F . el indicador estilo contador con rotación de 360° y un mecanismo acoplado magnéticamente ofrece una solución confiable. Se utiliza para control de dosificación en planta, monitoreo de filtros, sistemas de irrigación, maquinaria industrial.



Figura 13. Totalizador mecánico.