



Manual de localización de fugas de agua





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A	<i>Servicio agua</i>	Rev. 3 de 06/05/03
Descrip: Manual técnico		Capítulo: 0
Redactado: TEC		Pág. 2 de 28

Índice

		Página
1.	Introducción	3
2.	Causas de las fugas de agua	4
3.	Las Tuberías	5
4.	Equipos para la localización de fugas de agua	6
4.1.	Fonómetro	6
4.2.	Geófono	8
4.2.1.	Sondas del geófono	9
4.2.2.	Filtros del geófono	12
4.3.	Correlador	13
4.3.1.	Sensores del correlador	17
4.4.	Data-logger	18
4.5.	Detector de hidrógeno	20
4.6.	Detector de tuberías	24
5.	Litros de agua que se pierden por las fugas	25
6.	Simbología de planos	26



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 3 de 28

1 - Introducción

El planeta en el que vivimos es conocido también como el Planeta Azul a causa de la abundancia de agua que hay en él; sin embargo, este elemento se ha ido convirtiendo en un bien escaso debido, principalmente, al mal uso que el género humano ha hecho de todos los recursos naturales.

Todas las empresas que distribuyen agua potable suelen tener problemas de pérdidas de agua en sus redes de distribución.

Es muy importante no derrochar el agua, ya que es un bien colectivo y, por eso, se deben buscar las pérdidas de agua que se ocasionan; además del gasto económico que estas pérdidas implican.

Otro motivo importante que nos obliga a reducir las pérdidas de agua es el hecho de poder garantizar la continuidad de las redes en su distribución y, así, garantizar la calidad del agua en cuanto se produzca una rotura, ya que ésta puede suponer el riesgo de filtraciones de sustancias contaminantes.

Los hundimientos en las calles y las filtraciones de agua en edificios pueden ser causadas por pérdidas en la red hídrica.

Reducir las pérdidas favorece, por consiguiente, a la posibilidad de aplazar o evitar la construcción de nuevas instalaciones; siempre y cuando la pérdida localizada no exija lo contrario.

Por todos estos motivos, se deben localizar las fugas de agua en las localidades para que no haya pérdidas relevantes que lo único que provocan es el derroche del agua.



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A	Servicio agua	Rev. 3 de 06/05/03
Descrip: Manual técnico		Capítulo: 0
Redactado: TEC		Pág. 4 de 28

2 - Causas de las fugas de agua

Es importante conocer las causas y las situaciones en las que se puede dar una fuga, ya que, así, podremos determinar con mayor exactitud dónde se encuentra el escape. Las causas más comunes que suelen provocar una fuga de agua son: la corrosión causada por daños en la envoltura de los tubos, una instalación incorrecta, suelos agresivos, corrientes sin cauce, daños causados por excavaciones, roturas debidas al tráfico, movimientos de tierra, heladas, cambios de humedad del suelo, hundimientos, etc. Las tuberías más utilizadas en la actualidad son la de PE, ya que suponen ciertas ventajas como, por ejemplo, su fácil instalación o su bajo costo.

AGRESIONES A LAS TUBERÍAS ENTERRADAS

Se dan tres tipos de agresiones: agresión mecánica, química y eléctrica. Un tipo de agresión mecánica es la producida por el paso de personas, vehículos u objetos por encima del terreno en el que las tuberías están situadas. Especialmente significativa es la agresión originada en las horas pico de circulación a causa del paso de vehículos pesados y el transcurrir continuo de personas.

Otro tipo de agresión mecánica es la producida por los terremotos. La tierra, al moverse desplazándose en bloques, puede doblar o cortar la tubería. La agresión química es la derivada de la composición y acidez del terreno. Otro tipo de agresión química es la debida a las filtraciones de productos corrosivos en las zanjas de la tierra; éstos pueden ser de procedencia muy diversa e incluso, a veces, desconocida.

El tercer aspecto que debemos considerar es la conductividad del terreno como consecuencia de su composición por capas. Un terreno conductor hace que las tuberías metálicas sufran corrosión debido a las corrientes de fugas o "aguas vagabundas". Puede llegar a convertirse en un problema serio especialmente en el caso de instalaciones de oleoductos y gaseoductos.

Las corrientes de fuga suelen darse en las inmediaciones de las vías del ferrocarril, aunque depende, en gran medida, del tipo de terreno que envuelva a las tuberías. Una de las agresiones que provoca el paso de los trenes es de carácter mecánico, debido principalmente a las vibraciones que se producen. Otra es que, al tratarse de un vehículo mayoritariamente metálico, pesado y que circula a alta velocidad, se carga con electricidad estática. Esta energía eléctrica es conducida por el chasis, también metálico, y es conducida hasta la tubería, si ésta está lo suficientemente cerca. La energía eléctrica continúa por la tubería hasta que encuentra un desperfecto, una junta de estanqueidad o cualquier elemento que oponga resistencia a su paso, entonces, la corriente vuelve a la tierra y de ella a las vías para completar el circuito eléctrico. Todo esto supone una aceleración del fenómeno de la corrosión.



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 5 de 28

3 - Las Tuberías

Antes de explicar el uso de los equipos es necesario tener conocimiento de las distintas clases de tuberías que existen.

Las tuberías están hechas de distintos tipos de materiales que se clasifican en dos grupos: Rígidos y Plásticos. En el grupo de materiales Rígidos se incluyen las tuberías de acero, cobre, fundición, fibrocemento, plomo, etc. Y al grupo de los materiales Plásticos pertenecen las tuberías de Polietileno y PVC.

Lo que diferencia a estos dos grupos es la propagación del sonido que generan las fugas. En las tuberías rígidas el rumor suele ser agudo y más claro, pudiendo captarse la fuga utilizando filtros en frecuencias altas. En las tuberías plásticas suele ocurrir todo lo contrario, porque los materiales plásticos absorben la propagación del rumor de la fuga antes que los materiales rígidos, quedando sólo las componentes armónicas de frecuencias mas bajas.

Según estos factores surgen unas reglas de distancias mínimas y máximas. Son escalas de filtros y rangos de frecuencias que deben ser entendidas para poder sacar el máximo rendimiento a los equipos. Éstas son las siguientes: (cada equipo respeta las reglas de los materiales de una manera distinta, pero con la misma base)

Situación perfecta: la distancia más larga que se puede llegar a medir con resultados óptimos tiene que llevarse a cabo con un correlador que nos permitirá medir hasta 2 Km. de red en tuberías rígidas y 1 Km. en tuberías plásticas.

Estas mediciones tan largas exigen unas condiciones poco frecuentes que consisten, principalmente, en que la tubería sea un tramo recto o sin curvas cerradas, de lo contrario, cuantas más curvas y desvíos haya en el tramo más pérdida de propagación tendrá la señal del rumor de la fuga. En una presión regular de punta a punta; es decir, que en todo el tramo de red no hubieran consumos para no confundir una fuga por un consumo. Y, finalmente, y sobre todo, dadas las circunstancias de la longitud, el ruido externo (contaminación acústica) debería ser lo más silencioso posible (los ruidos y consumos se pueden solventar tomando las medidas en horario nocturno).

Reuniendo estas características podríamos tomar medidas de las siguientes distancias:

	Rígidos	Plásticos
Correlador situación perfecta	1000 m.	500 m.
Correlador situación normal	200 m.	50 m.
Data-Logger	200 m. de °	100 m. de °



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 6 de 28

4 - Equipos para la localización de fugas de agua

4.1. Fonómetro

4.2. Geófono

4.2.1. Sondas del geófono

4.2.2. Filtros del geófono

4.3. Correlador

4.3.1. Sensores del Correlador

4.4. Data-Logger

4.5. Detector de hidrógeno

4.6. Detector de tuberías

4.1. Fonómetro

Los fonómetros suelen ser instrumentos portátiles, manejables con una sola mano. Esta clase de instrumentos están diseñados especialmente para la pre-localización, tanto en exteriores como en interiores. Permiten obtener contrastes de los ruidos tomando contacto directo con los accesorios de las redes.

El modo de efectuar una pre-localización es tomando medidas en todos los accesorios de la red e ir anotando los valores de decibelios en el plano. Una vez terminado esto, se repasan las anotaciones. Los valores que superen los 300 decibelios podrán considerarse como una posible fuga.



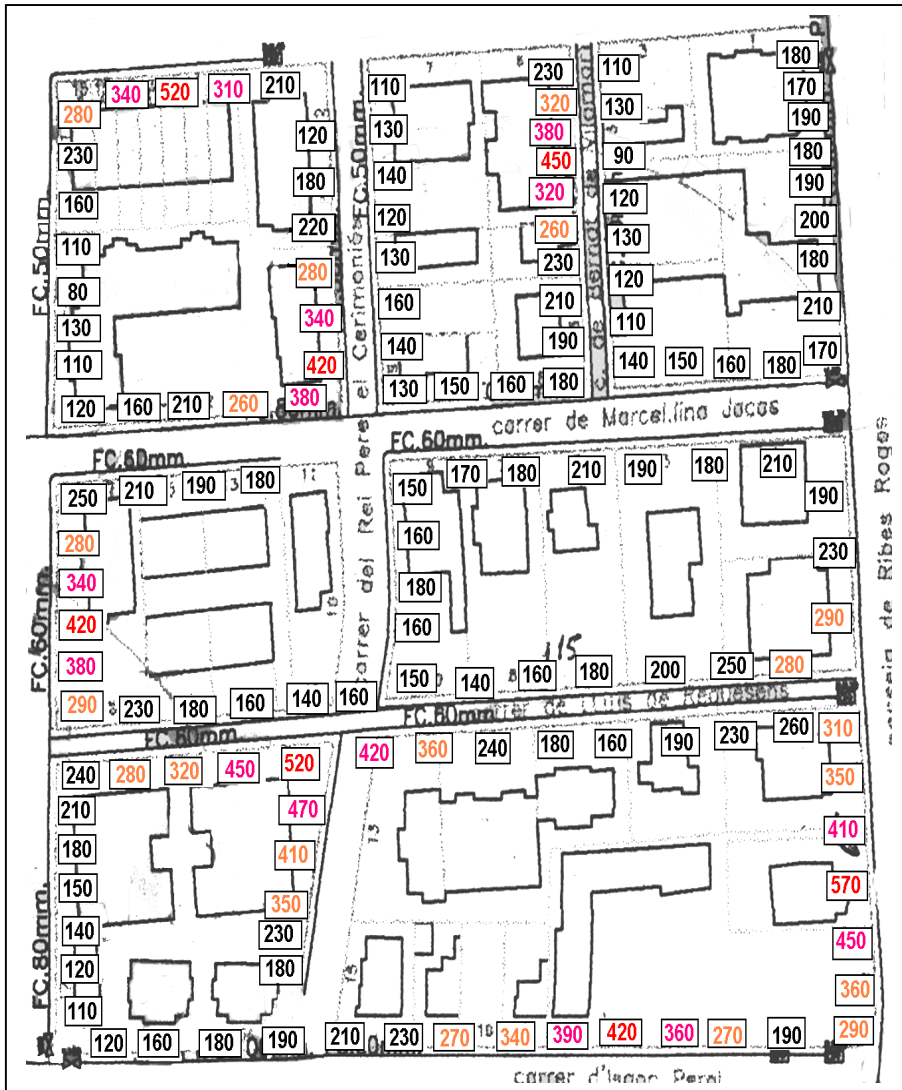


MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 7 de 28





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 8 de 28



4.2. Geófono

El geófono se usa para la pre-localización y localización de las pérdidas de agua. Este equipo está formado por un micrófono que capta y recoge el rumor de la fuga. Este rumor se filtra y se transmite como una señal visual para ser visualizado a través de un display (analógico o digital dependiendo del equipo), el cual, representa el nivel del ruido medido a través de un amplificador para que se pueda escuchar con auriculares. El micrófono está puesto en dos tipos de sondas: sonda de campana y sonda de bastón. Cada sonda tiene un uso determinado por su modo de empleo y por el modo de escuchar el micrófono.



GEÓFONO HU-500



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 9 de 28

4.2.1. Sondas del Geófono

Sonda de campana: en el interior de la campana se encuentra el micrófono, protegido, para escuchar con mayor exactitud acústica los ruidos de la tubería desde la superficie. El punto que transmite el máximo rumor es, generalmente, el más cercano a la pérdida. Siguiendo paso a paso con la sonda de campana el recorrido de la tubería se localiza el punto de pérdida en correspondencia con la máxima intensidad del rumor.



SONDA CAMPANA GEÓFONO HU-500

Sonda de bastón: sirve para la pre-localización, para escuchar directamente el rumor desde la tubería (válvulas, hidrantes, llaves de paso, acometidas, etc.). Se anotan los valores medidos para identificar el punto más ruidoso y, así, continuar la búsqueda con la sonda de campana.



SONDA BASTÓN GEÓFONO HU-500

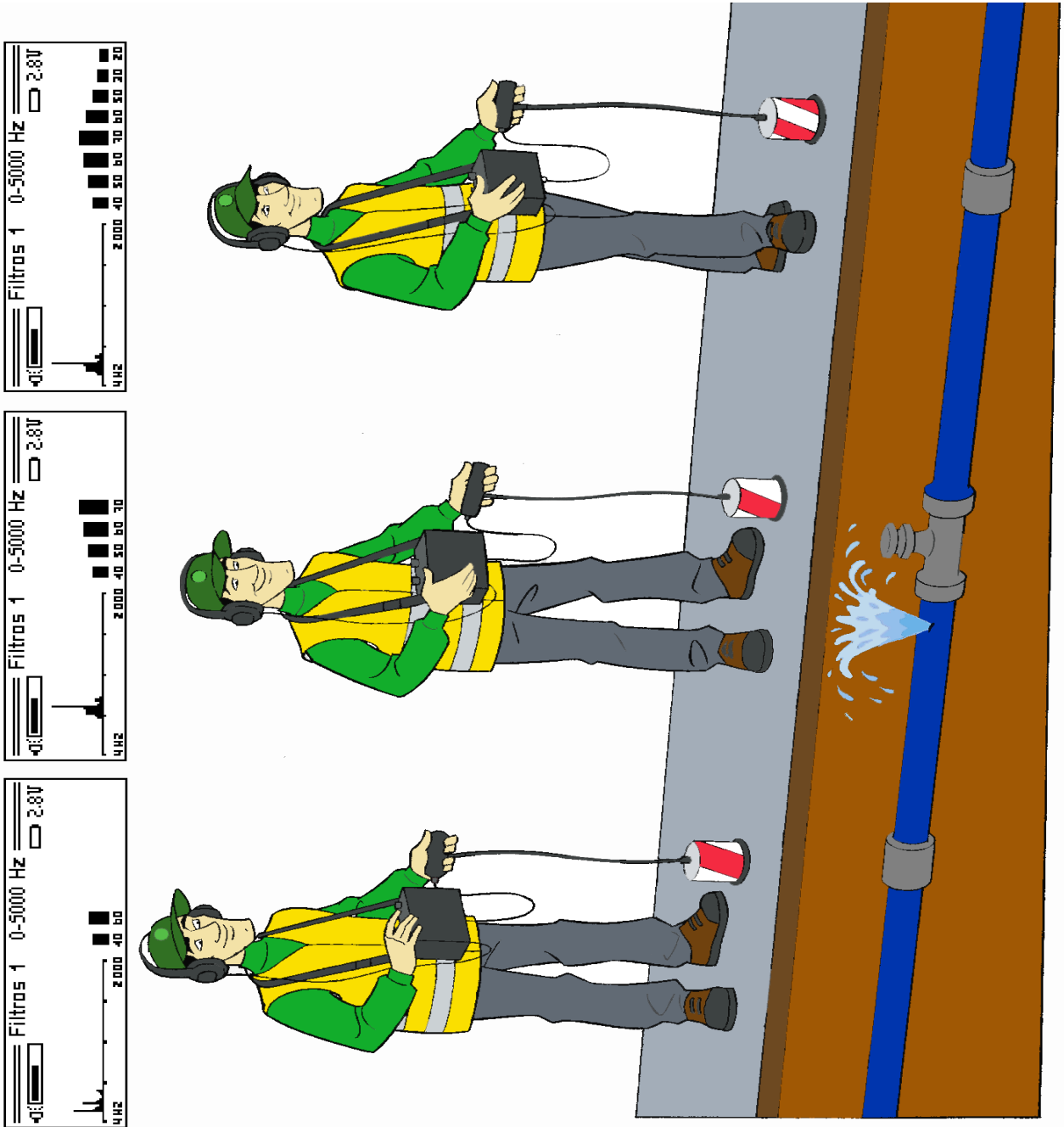


MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 10 de 28



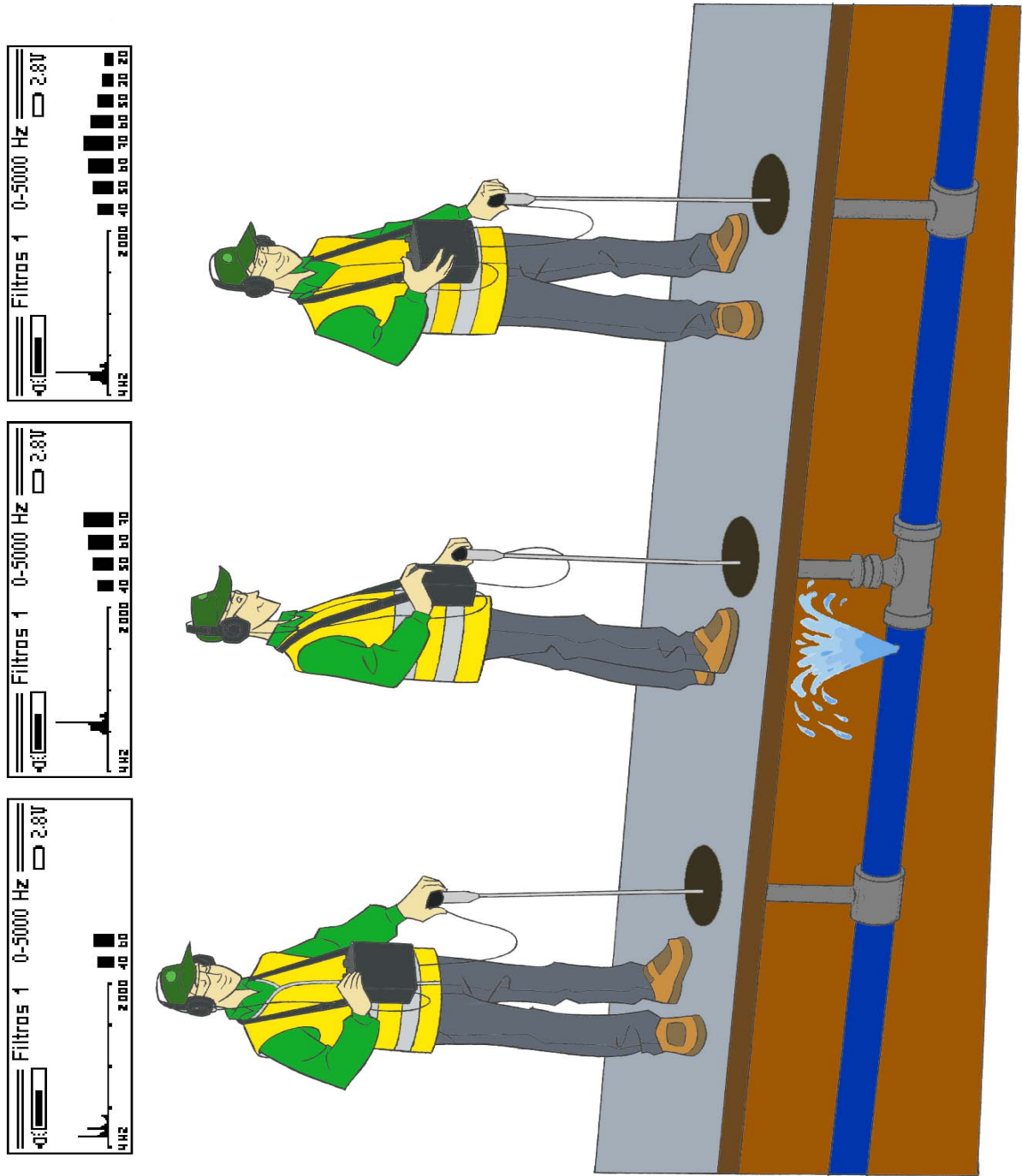


MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 11 de 28





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

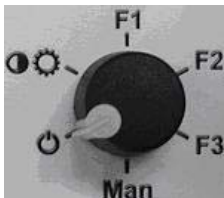
Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 12 de 28

4.2.2. Filtros del Geófono

Los filtros: teniendo en cuenta que la propagación de las fugas puede variar según el material del que esté hecho la tubería, nos resulta de gran apoyo poder adaptarnos a estos cambios acústicos utilizando el uso del filtrado de la señal acústica. Mediante los filtros podemos cambiar el ancho de la banda de la señal acústica para, así, poder escuchar con mayor atención los ruidos que más nos puedan importar según cada caso. Los filtros están representados por intervalos de frecuencias preestablecidas para facilitar su elección. Generalmente, el rango de filtros más común en cuanto a reconocimiento de ruidos de fuga es el comprendido entre 250hz y 1000hz.



F1 - 0 Hz. – 5000 Hz.

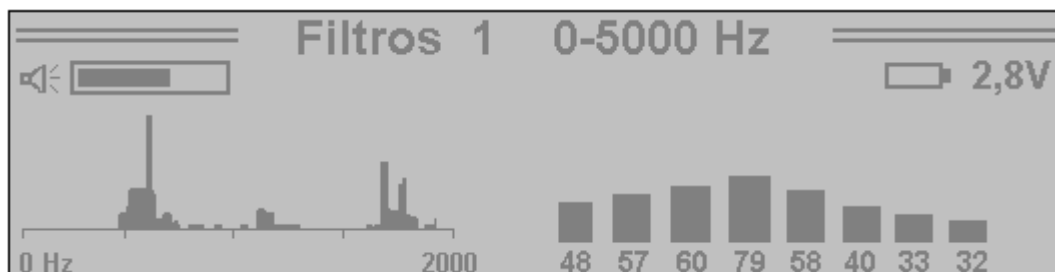
F2 - 100 Hz. –.5000 Hz.

F3 - 0 Hz. –400 Hz. **En tuberías plásticas.**

Manual (Man) - Esta opción permite regular los filtros de cualquier valor y conseguir un sonido perfecto de la fuga.

SELECCIONADOR OPCIONES GEÓFONO HU-500

Podemos ver las funciones de los filtros divididas en dos grupos: los filtros en la función F3 son de paso bajo y de uso en tuberías plásticas, lo que significa que, de todo el sonido que es recogido, el filtro sólo deja pasar las frecuencias bajas excluyendo las frecuencias altas que no estén en el rango de frecuencias indicadas. Los filtros en la Función F1 y F2 son de paso alto y se usan en tuberías rígidas. Igualmente, con la opción manual podemos regular exactamente el filtro deseado.



DISPLAY GEÓFONO HU-500

Los filtros también deben ser respetados si trabajamos con otros equipos como, por ejemplo, el correlador o, como vemos en este display, el geófono dispone de un gráfico de correlación que nos indica la frecuencia que deberíamos usar para escuchar mejor la fuga.



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 13 de 28

4.3. Correlador

Técnica de Correlación

Esta técnica consiste en eliminar muchas de las interferencias que limitan la eficacia de la técnica acústica. Actualmente se usa en diversos países europeos y del resto mundo.

La moderna tecnología ofrece la instrumentación necesaria para la búsqueda de pérdidas basadas en la técnica de Correlación.

A continuación se explica el método de la correlación y la instrumentación empleada. El *modus operandi* y el desarrollo de su uso se explicarán más adelante.



Correlador HU2000

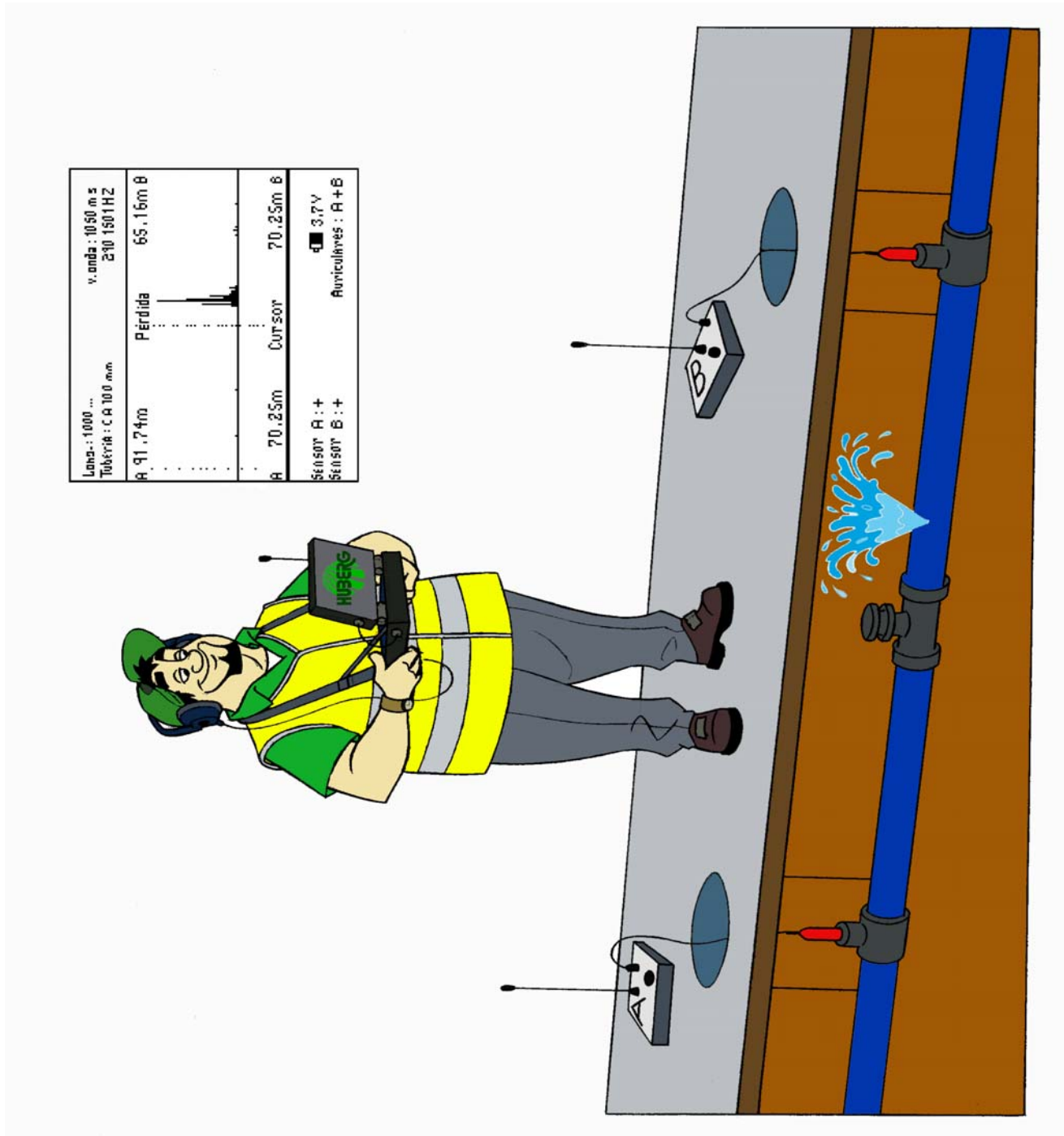


MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 14 de 28





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

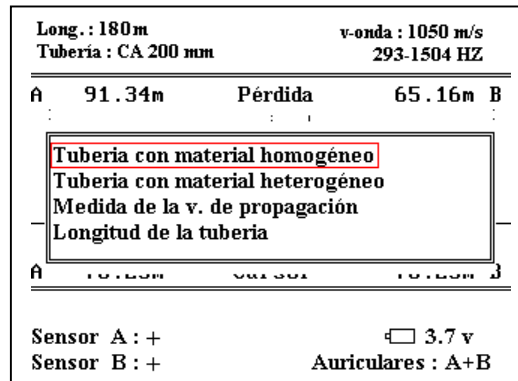
Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 15 de 28

⇒ Funciones del Correlador HU2000

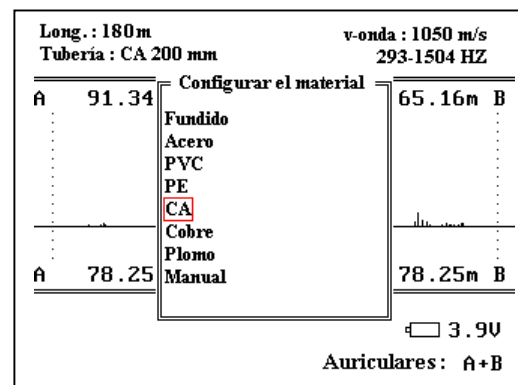
1. En primer lugar, seleccionaremos con el potenciómetro la opción **Parámetros:**



2. A continuación, seleccionaremos el apartado **Tubería con material homogéneo** en el caso de que la tubería que vayamos a medir tenga un solo tipo de material y en el caso de que disponga de varios materiales elegiremos el apartado **Tubería con material heterogéneo:**



3. Después seleccionaremos el material de la tubería:





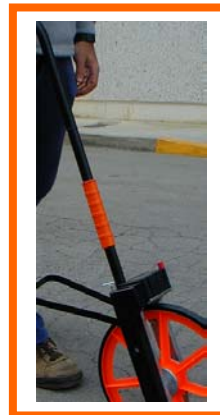
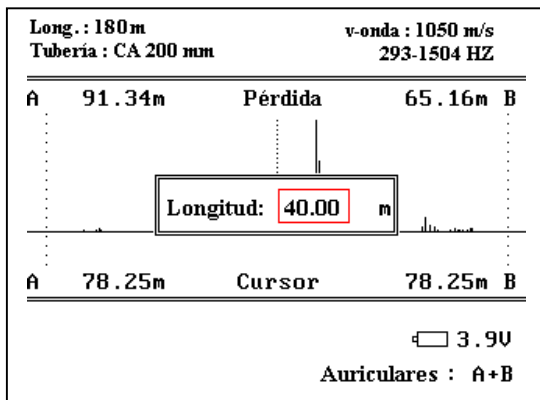
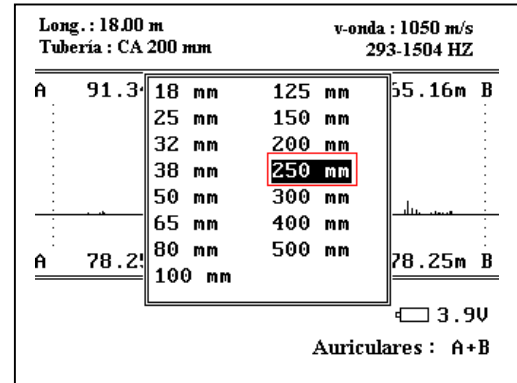
MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
 Descrip: Manual técnico
 Redactado: TEC

Servicio agua

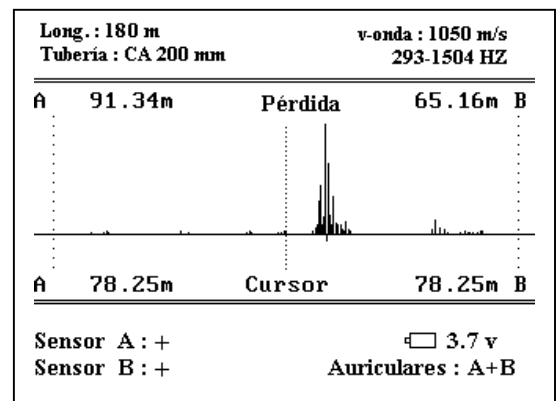
Rev. 3 de 06/05/03
 Capítulo: 0
 Pág. 16 de 28

4. Y, a continuación, seleccionaremos el diámetro de la tubería:



5. Añadiremos la distancia existente entre los sensores que, previamente, habremos medido con un odómetro:

6. Una vez tengamos los datos introducidos en el correlador, ya podemos realizar la correlación para visualizar los picos de ruido que el equipo localiza:





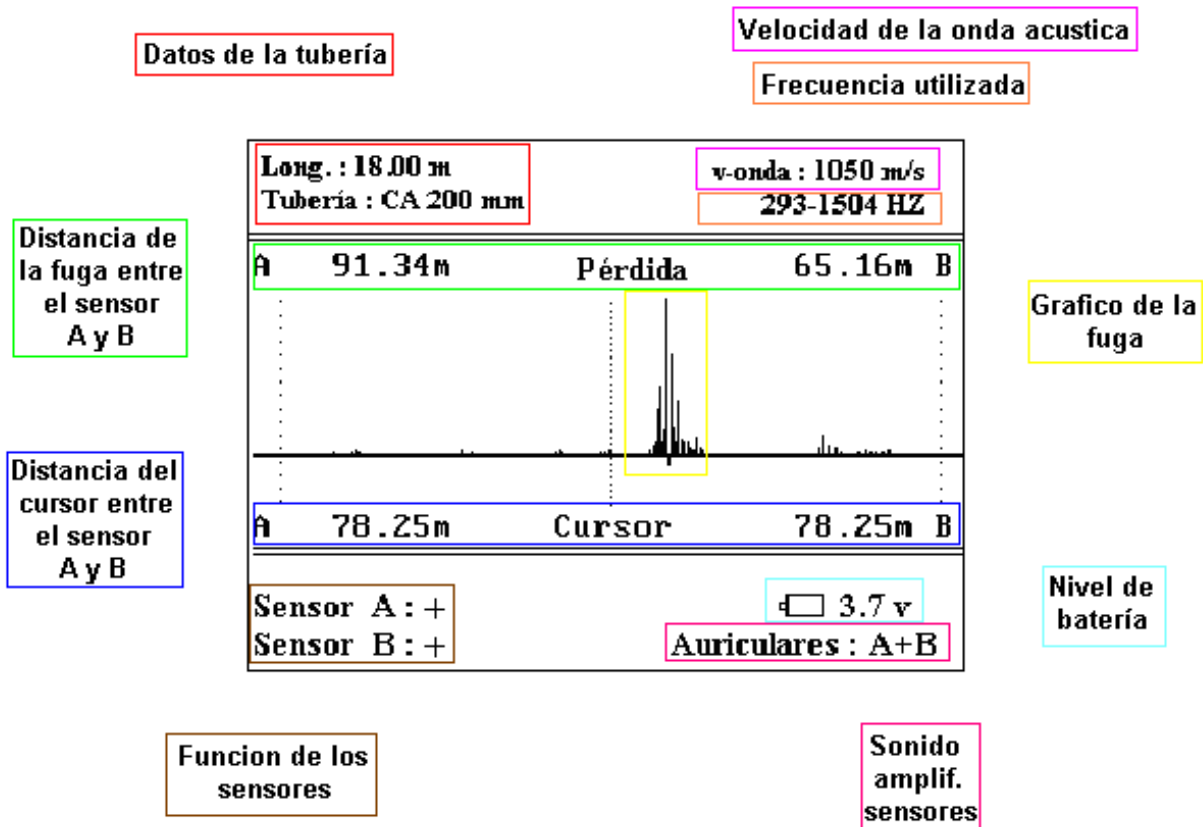
MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 17 de 28

Datos del display del Correlador HU2000



4.3.1. Los sensores del Correlador

Los sensores: son dispositivos para la revelación del rumor de la pérdida. Convierten una vibración mecánica en una señal eléctrica. Hay dos clases de sensores: de tipo intrusivo (hidrófono) o de tipo no intrusivo (acelerómetro).

Los hidrófonos (intrusivos): contienen un micrófono que se utiliza para captar sonidos en el agua. Su funcionamiento se basa en una pieza eléctrica que produce, en



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 18 de 28

un extremo, una tensión proporcional a la vibración mecánica producida por una onda sonora.

Acelerómetros (no intrusivos): son sensores electromecánicos de cerámica que producen la posterior salida de una tensión proporcional para acelerar.

Tuberías Rígidas: sensibilidad 5 – 5000 Hz.

Tuberías Plásticas: sensibilidad 5 – 1500 Hz.

El hidrófono debe introducirse en el interior de la tubería tomando la audición en contacto con el fluido del agua; mientras que el sensor de tipo acelerómetro debe ponerse en contacto directo con la tubería (válvulas, hidrantes, acometidas, llaves de paso, etc.) para, así, efectuar la audición desde el exterior.

Longitud máxima de las señales que se van a controlar

En el caso de tuberías rígidas, podrán ser examinadas las señales con una longitud máxima de 300 metros y con el empleo de sensores no intrusivos (acelerómetros), y de hasta 600 metros con sensores intrusivos (Hidrófonos).

En el caso de tuberías plásticas, la longitud máxima analizable se reduce a 100 metros con el uso del acelerómetro, y a 150 metros en el caso del hidrófono.

	Rígidos	Plásticos
Sensor Acelerómetro	200 metros	80 metros
Sensor Hidrófono	600 metros	300 metros

4.4. Data-logger

Mediante el uso de los data-logger podemos identificar que en un radio de 200 metros desde su ubicación se halle una fuga. No identifica cuántas fugas pueden haber, ni dónde se ubican; pero sí indican si hay o no hay fuga en el tramo del radio medido.

El programa software que nos indica los rumores que recogen los data-logger muestra dos gráficos: el primero, ubicado en la parte superior de la pantalla, indica los niveles de los rumores medidos. Un ejemplo de fuga debería mostrar una línea constante de izquierda a derecha; mientras que una medida sin fuga tendría la línea discontinua con altos y bajos mostrándonos los rumores de consumo y ruidos de las inmediaciones del terreno donde estaba el data-logger.

Se puede memorizar el día y la hora en el que se quiere medir, ya que son programables a través de un software (sabemos que el mejor horario es de 2:00 a



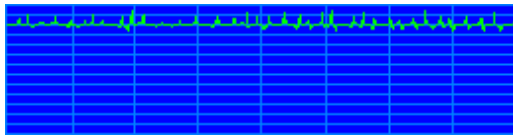
MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

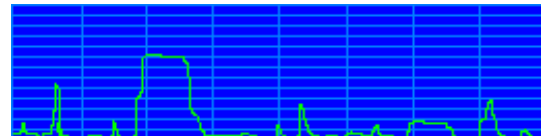
Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 19 de 28

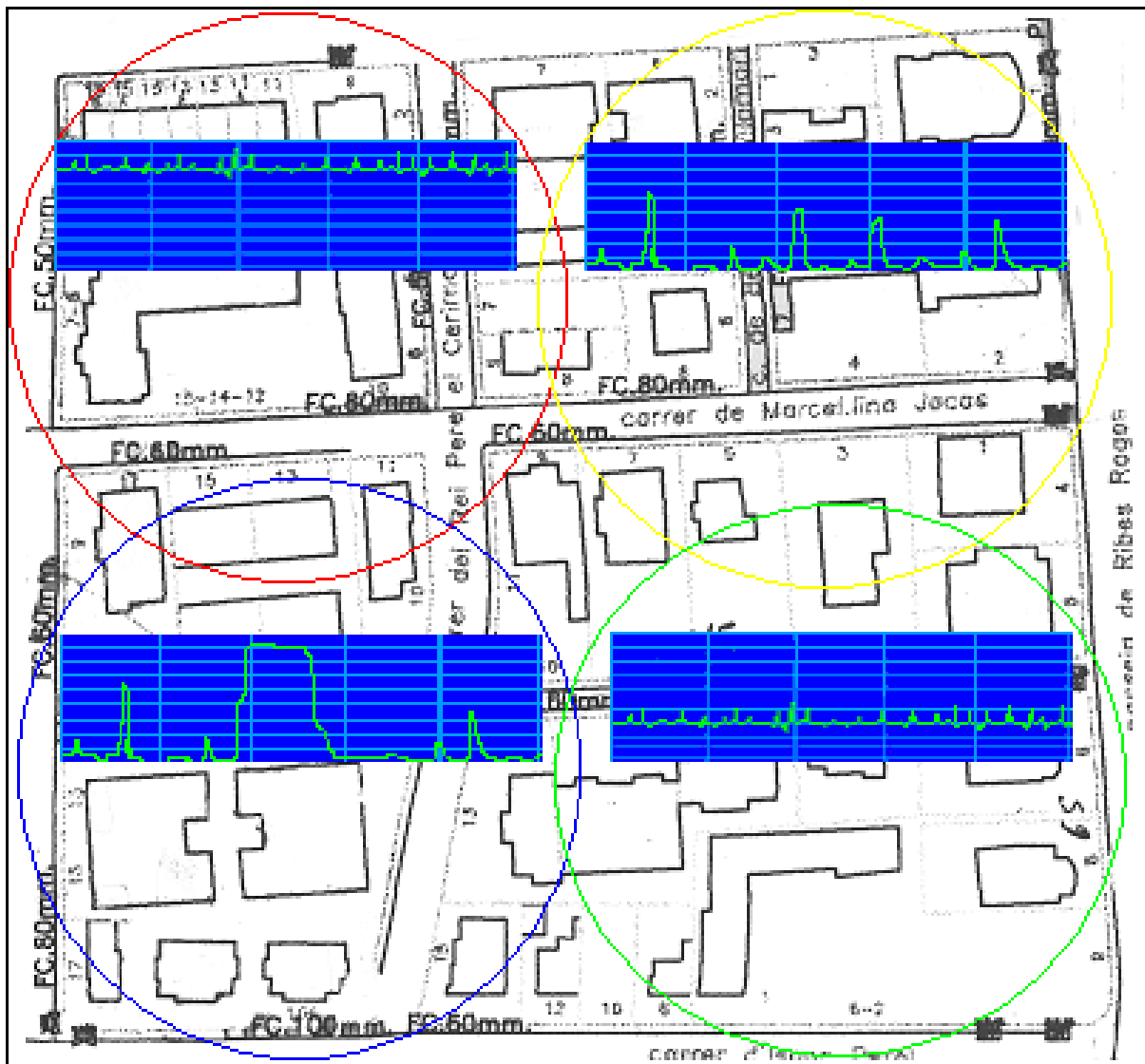
3:00-5:00 de la madrugada, que es un horario en el que difícilmente hay consumo de agua u otros ruidos.)



CON FUGA



SIN FUGA





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A	<i>Servicio agua</i>	Rev. 3 de 06/05/03
Descrip: Manual técnico		Capítulo: 0
Redactado: TEC		Pág. 20 de 28

Logger Rojo

El gráfico de este logger está marcando una fuga cercana al equipo o una fuga que produce mucho ruido.

Logger Azul

El gráfico de este logger no detecta ninguna fuga, pero se aprecia claramente que hay un consumo.

Logger Amarillo

El gráfico de este logger no detecta ninguna fuga, únicamente marca ruidos de tráfico, consumos, etc.

Logger Verde

El gráfico de este logger está marcando una fuga lejana al equipo o una fuga que produce poco ruido.

4.5. Detector de fugas con técnica de Hidrógeno

El TRACER GAS o FORMINGAS es una mezcla compuesta por un 5% de Hidrógeno (H_2) y un 95% de nitrógeno (N_2). La elección del hidrógeno como gas patrón deriva de las siguientes consideraciones técnicas: en primer lugar, su velocidad molecular es la más elevada entre los gases conocidos, mientras que la viscosidad es la mínima. Esto facilita el transporte del hidrógeno a través de cualquier sustancia o material con la máxima velocidad y la menor resistencia posible.

El FORMINGAS está indicado para la búsqueda de todo tipo de fugas en tuberías porque, gracias a su velocidad molecular, se elimina cualquier indicio del mismo al finalizar la intervención de búsqueda en breve tiempo. Además, el gas no es tóxico, ni peligroso y no presenta contraindicaciones para el ambiente.

La mezcla constituyente del FORMINGAS se prepara de manera que sea imposible que se produzca alguna explosión. Científicamente, el límite inferior de explosividad del hidrógeno en una mezcla con nitrógeno liberada en el aire equivale al 5,7%, por lo tanto, teniendo dentro de las bombonas de formingas una concentración del 5%, una vez liberado el gas en el ambiente, es imposible superar el umbral de explosividad. Todo esto está definido por la norma ISO 10156. (Adjuntamos la tabla Nr. 2.)

El modo de empleo de este equipo se basa en la sustitución del agua por hidrógeno.

El hidrógeno es menos pesado que el aire y, por eso, busca la superficie en cuestión de minutos. De esta forma, y con el detector, inspeccionaremos la trayectoria de la red por la superficie hasta encontrar los puntos de pérdida (por donde saldrá el hidrógeno).



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A

Descrip: Manual técnico

Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03

Capítulo: 0

Pág. 21 de 28

El detector de hidrógeno dispone de una bomba que aspira 1 litro por minuto pudiendo, así, aspirar el aire para ser analizado por dos sensores electroquímicos que, mediante un display numérico, nos indicarán la cantidad de gas hidrógeno que contiene el aire aspirado.

En redes exteriores la posibilidad de la aplicación y empleo del detector de hidrógeno dependerá del factor de inserción del gas. Es imprescindible que la red que se va a examinar con el método del hidrógeno disponga de válvulas de cierre y que entre las válvulas haya algún accesorio de la red por el que podamos vaciar el agua e insertar el gas (boca de riego, acometida, etc.).

Detección de fugas con el sistema de hidrógeno



Con este sistema se pueden localizar fugas en cualquier tipo de tubería.

La fuga se puede detectar en el lugar exacto del escape.

Fugas grandes o pequeñas se detectan con mucha facilidad gracias al sistema de hidrógeno.





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

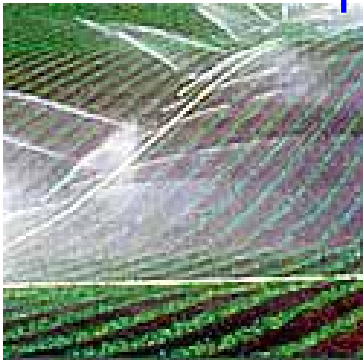
Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 22 de 28



Se pueden detectar las fugas en tuberías para calefacción, piscinas, parques acuáticos, riego, aire acondicionado, tuberías de oxígeno, aislamientos, etc.



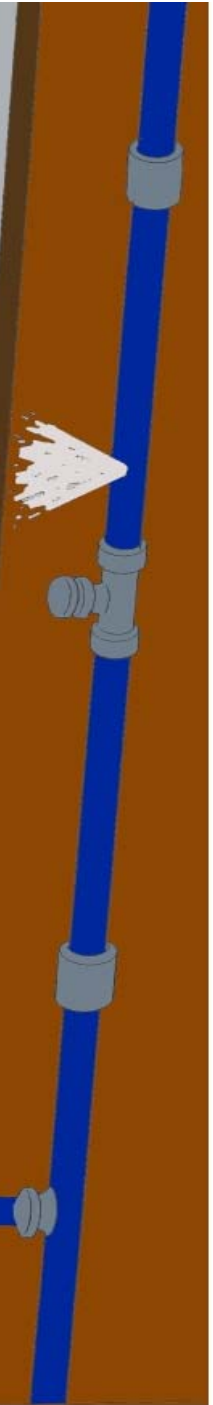
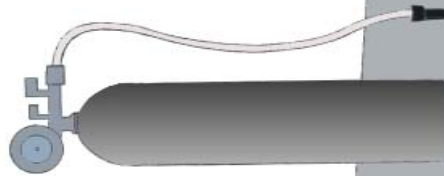
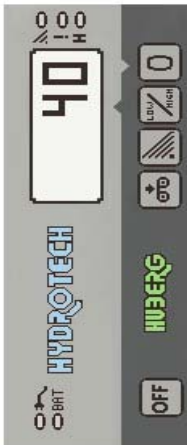


MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 23 de 28





MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 24 de 28

Detector de hidrógeno



Sonda campana



Sonda localizadora



Sonda alfombra



Sonda de mano



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

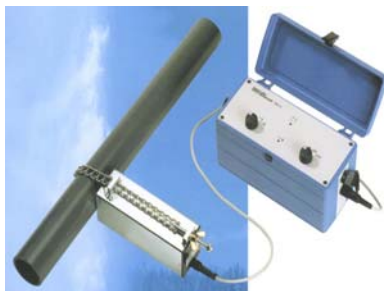
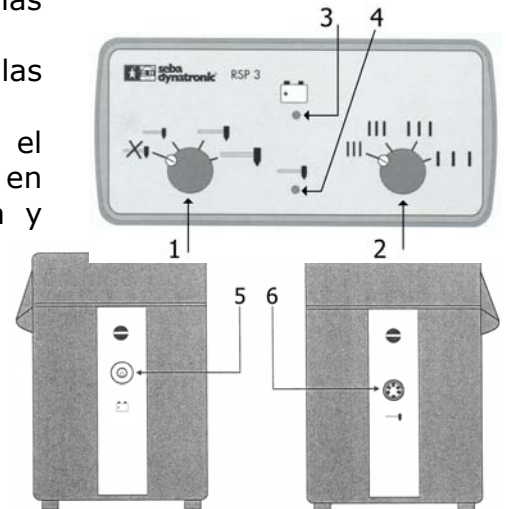
Código: MA-TEC-SR-A
Descrip: Manual técnico
Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
Capítulo: 0
Pág. 25 de 28

4.6. Localizador de tuberías

- 1 Regulador de fuerza de golpeo: contiene 4 escalas para la regulación de la fuerza de golpeo.
- 2 Regulador de la velocidad de golpeo: posee 4 escalas de velocidad de golpeo desde 0,5 a 4 segundos.
- 3 Led indicador del nivel de batería: iluminado, el equipo está encendido y las baterías se encuentran en buen estado. En intermitente, la batería está baja y necesita cargarse.
- 4 Led indicador de golpeo: muestra la frecuencia del golpeo.
- 5 Enchufe de alimentación: conexión de carga para la batería recargable de 12 v. de níquel.
- 6 Conexión de la unidad de golpeo: punto de conexión para la unidad de golpeo.



- 7 **Unidad de golpeo:** La unidad de golpeo está comprendida por 2 partes principales: la caja donde se encuentra el mecanismo de golpeo, y la cadena de sujeción que abraza la tubería y se tensa hasta que la caja queda inmóvil. Podemos ver en las imágenes de abajo un ejemplo de cómo se debe instalar la unidad de golpeo.



Una vez instalado el LOKAL PE y puesto en marcha, con la ayuda de un geófono, la identificación del golpeo se iniciará buscando el punto de cruce a unos 3-5 metros del LOKAL PE. A partir del primer punto, seguiremos identificando los puntos más altos e indicándolos en el terreno con cualquier tipo de marcador. Ejemplo:





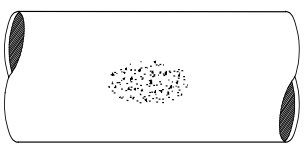
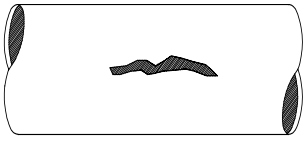
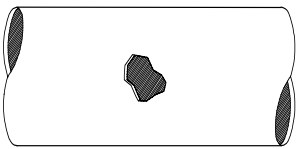
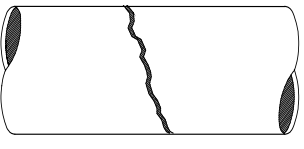
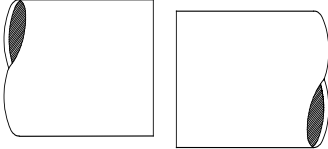
MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
 Descrip: Manual técnico
 Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
 Capítulo: 0
 Pág. 26 de 28

5. Litros de agua que se pierden por las fugas

Fugas en tuberías	Diámetro	Presión de agua – Litros Hora					
		1 atm	2 atm	3 atm	4 atm	5 atm	6 atm
		l/h	l/h	l/h	l/h	l/h	l/h
	Todos	30	41	50	56	64	71
	Todos	520	660	840	1050	1270	1630
	Todos	550	700	870	1250	1470	1830
	38 mm	540	680	860	1070	1290	1650
	50 mm	560	700	880	1090	1310	1670
	80 mm	600	740	920	1110	1330	1690
	150 mm	620	760	940	1130	1350	1710
	300 mm	650	790	970	1160	1380	1740
	500 mm	700	840	1020	1210	1430	1790
	800 mm	780	920	1100	1290	1510	1870
	38 mm	640	780	960	1170	1390	1750
	50 mm	660	800	980	1190	1410	1770
	80 mm	700	840	1020	1210	1430	1790
	150 mm	720	860	1040	1230	1450	1810
	300 mm	750	890	1070	1260	1480	1840
	500 mm	800	940	1120	1310	1530	1890
	800 mm	880	1020	1200	1390	1610	1970



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
 Descrip: Manual técnico
 Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
 Capítulo: 0
 Pág. 27 de 28

6. Simbología de planos

	Acequia		Acueducto		Anclaje de codo
	Ánodo reactivo		Apoyo de tubería		Boca de incendio
	Brida		Canal		Canal abonado
	Captación		Captación de agua superficial		Captación de pozo
	Cierre manual		Colador de aspiración		Compuerta de canal
	Compuerta de estrangulación		Compuerta de retención		Cono de reducción
	Contador de bridas (con registrador)		Contador de bridas (sin registrador)		Contador con extremos roscados (con registrador)
	Contador con extremos roscados (sin registrador)		Contrapeso		Depósito
	Desagüe		Dispositivo		Embalse
	Embalse en construcción		Enchufe de tubo		Estación de bombeo
	Estación de tratamiento		Flotador		Grifo
	Humedad		Junta aislante o manguito aislante		Junta de dilatación (en forma de lira)


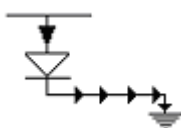






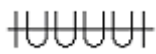

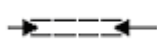


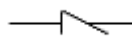








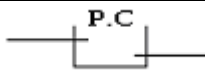



MANUAL DE RESEGUIMIENTO

Código: MA-TEC-SR-A
 Descrip: Manual técnico
 Redactado: TEC

Servicio agua

Rev. 3 de 06/05/03
 Capítulo: 0
 Pág. 28 de 28

	Pozos artesanos		Protección catódica		Reductor de presión
	Resorte		Río		Sifón
	Torre de agua		Tubería		Tubería revestida o protegida
	Tubería elevada, cruce de puente, etc.		Túnel de acueducto		Válvula
	Válvula de acueducto		Válvula de retención		Ventosa
	Junta de dilatación (con prensa estopa)		Lago		Macizo de anclaje
	Manguito		Manantial		Manguito roscado
	Manómetro		Partidor de carga		Pozos