

Experiencia en el Diagnóstico y Control Sistemático de Fugas en EMASESA

Autor principal: José Antonio Amores Ligeró

Institución: EMASESA, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, S.A.

Teléfono: 955 020 089

E-mail: jaamores@emasesa.com

Otros autores:

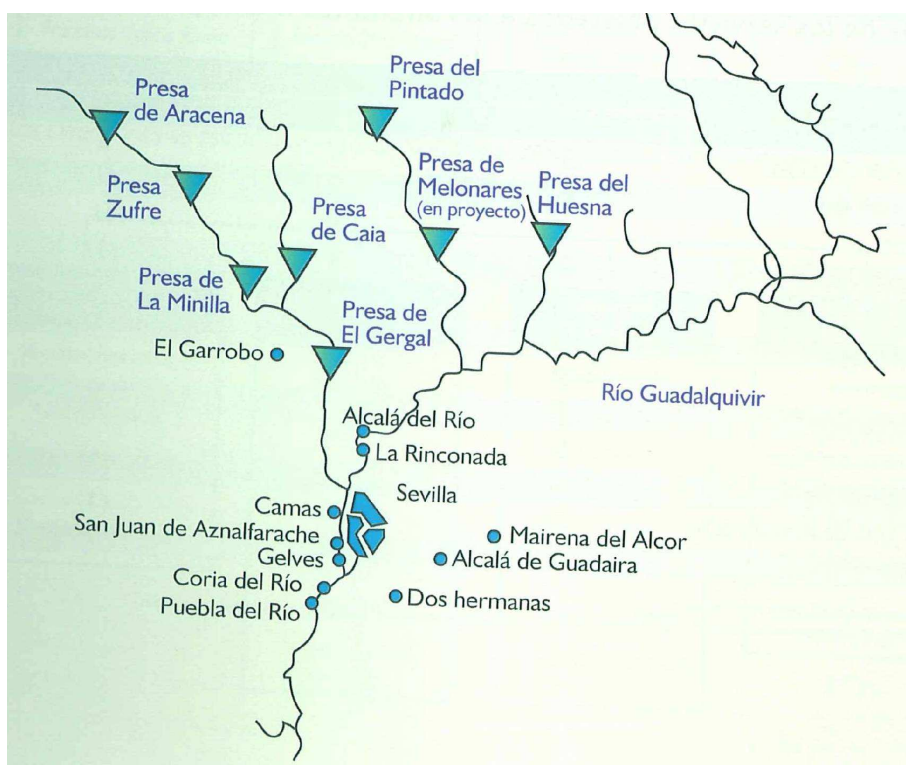
La Población Abastecida por EMASESA es de 1.009.129 habitantes en baja y 213.065 habitantes en alta.

El 24 de enero de 1974 fue aprobada la municipalización del Servicio de Alcantarillado y su integración al Servicio de Aguas.

El 23 de octubre del mismo año se aprobó también la constitución de lo que hoy es EMASESA, como Sociedad Privada Municipal, haciéndose realidad la gestión del CICLO INTEGRAL DEL AGUA.

En 2004 EMASESA celebró su 30 aniversario.

SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO



El sistema de abastecimiento a Sevilla y su zona de influencia no podía garantizar el suministro de agua con las infraestructuras y las demandas existentes, en base a los periodos de sequía conocidos.

Esta falta de fiabilidad ocasionaba notables perjuicios y molestias tanto a la población urbana como a la actividad comercial e industrial, y una merma de oportunidades para el desarrollo.

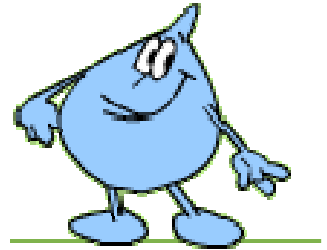
Por lo tanto, se hace imprescindible, no solo buscar recursos adicionales, sino también invertir en la modernización y mejora de las instalaciones para lograr su óptimo rendimiento y evitar pérdidas en el proceso, así como realizar todas las acciones tendentes a racionalizar el consumo.

Se está produciendo un **CAMBIO DE SITUACION:**

Antes:

OFERTA y **DEMANDA**

Estaban equilibradas.



Ahora:

OFERTA

y

DEMANDA

están descompensadas.



Por ello ha sido necesario el **DESARROLLO DE POLÍTICAS Y ACCIONES** orientadas a

- Eficiencia Hidráulica.
- Desarrollo Sostenible.
- Protección del Medio Ambiente.
- Calidad de Servicio.

Respecto a **LA EFICIENCIA HIDRAULICA** los Objetivos de EMASESA son los siguientes:

Alta	Fugas en conducciones	(A)	3,0%	2005
Tratamiento	Pérdidas	(B)	0,5 %	2005
Distribución	Fugas en Redes	(C)	12,0%	2012
Total	Total Pérdidas	(A+B+C)	15,5 %	2012

Para su consecución se han emprendido entre otras actuaciones las que se detallan a continuación:

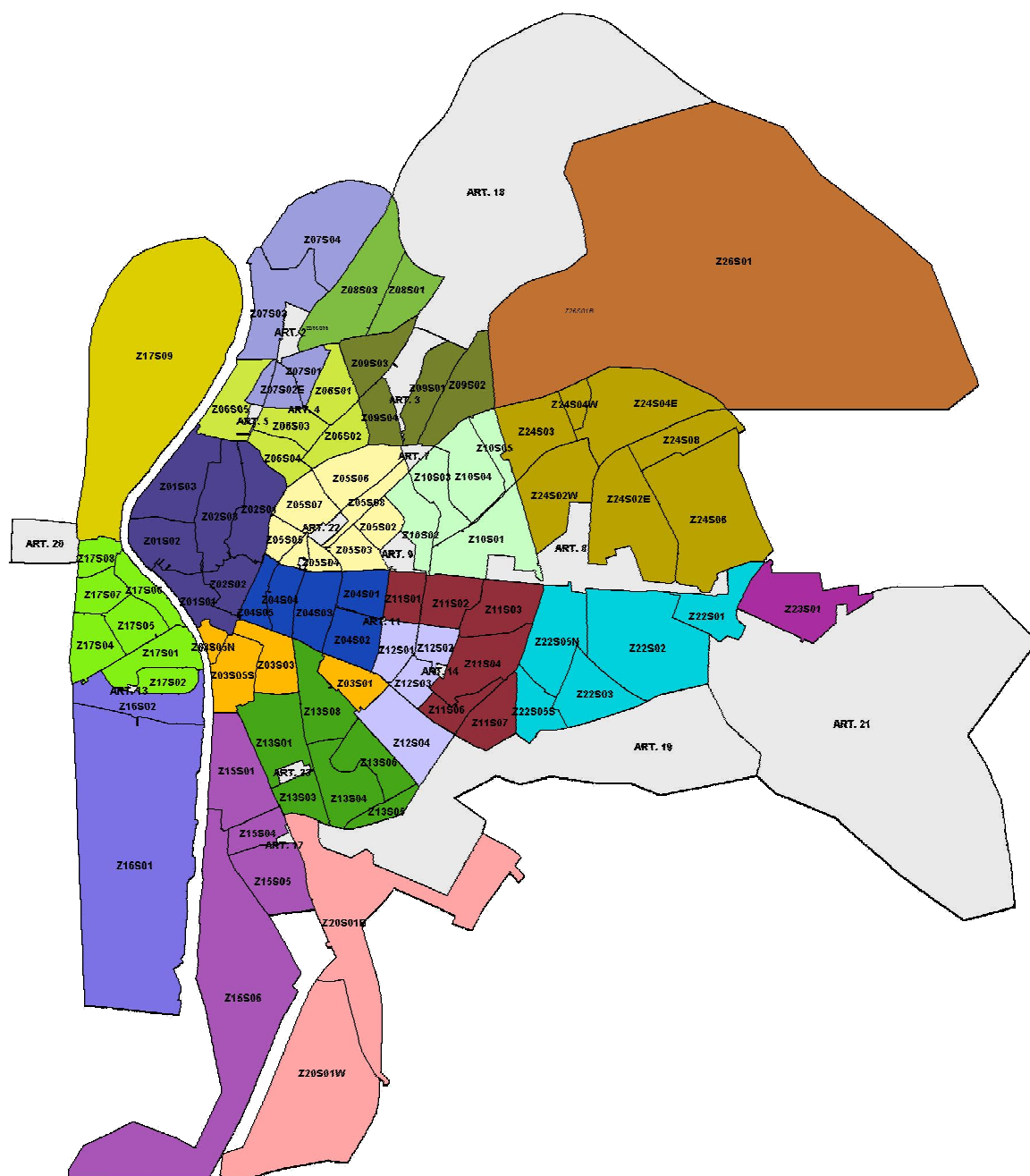
1. Diagnostico y Sectorización de redes.
2. Plan Sistemático de renovación de Redes.

1.- DIAGNÓSTICO Y SECTORIZACIÓN DE REDES:

Herramienta utilizada para establecer un seguimiento detallado de las zonas de cada Sistema Hidráulico que presentan problemas y poner en práctica soluciones a los mismos.

Se lleva a cabo el control de los sectores mediante la aplicación del método de CAUDALES MINIMOS NOCTURNOS.

Sevilla capital la tenemos dividida en 86 sectores, que representan un total de 1.385 Km. de red sectorizados, 26 sectores son permanentes y el resto temporales y se mantienen por períodos de 15 días. Por su especial relevancia el sector coincidente con el Casco Histórico de la Ciudad, es sector permanente con 5 puntos de control.



Siendo un modelo de procedimiento que aumenta la EFICIENCIA, y la CALIDAD DE SERVICIO.

2.- PLAN SISTEMATICO DE RENOVACION DE REDES:

Se han establecido dos grupos según lo criterios de actuación:

- Actuaciones en barriadas: Renovaciones totales por zonas.
- Actuaciones puntuales como resultado de lo obtenido tras la Medición de Caudales Mínimos Nocturnos.

En el Plan Anual de Actuaciones de EMASESA, la renovación de redes abarca el 50% del presupuesto de inversión.

De ahí la importancia de la metodología de CAUDALES MÍNIMOS NOCTURNOS, los resultados obtenidos definen un % elevado del presupuesto de inversión de EMASESA.

DIAGNÓSTICO DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO

El método de **Diagnóstico de la Red de Abastecimiento** mediante la metodología de **Sectorización y Caudales Mínimos Nocturnos** proporciona la infraestructura necesaria para la gestión del **ANR** (*agua no registrada*) en un Sistema de Abastecimiento.

Es un **Sistema de Gestión** de la Red de Abastecimiento, pues conseguimos la planificación, el control y la mejora de nuestras redes.

Las Bases del Método son las siguientes:

- La Metodología de Diagnóstico (en base a técnicas de Sectorización y Caudales Mínimos Nocturnos.) divide la zona de estudio en **SECTORES**, consiguiendo una “**SECTORIZACIÓN**” de la zona de estudio.
- El procedimiento base es confinar un sector y **medir** con precisión los **caudales de alimentación** entre las 3 y 5 de la madrugada, intervalo horario en el que estadísticamente se produce el mínimo, por ello decimos “**MEDICIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS NOCTURNOS**”.
- Hemos de realizar la estimación del **uso nocturno** por parte de los clientes, y a ello le llamamos “**ESTUDIO DE LA DEMANDA**”.
- Deducido el uso nocturno, el volumen residual está constituido por las pérdidas y es lo que llamamos “**CÁLCULO DE PÉRDIDAS**”.
- Realizamos lo que denominamos la “**CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR**” que consiste en asignar parámetros a la zona de estudio tras los resultados obtenidos.
- Por último, **DIAGNOSTICAMOS** el sector con el consiguiente informe del **estado de las redes**, y **propuestas de actuación**.

Es necesario,




- ✓ El análisis y la validación de la Información gráfica (Presiones y Caudales).
- ✓ La medición y validación del Caudal Mínimo Nocturno (Qmn).
- ✓ La estimación de Usos nocturnos (Domésticos, Actividades y Especiales).
- ✓ Realizar el cálculo del Agua No Registrada Nocturna.

$$ANR_n = Q_{mn} - U_n$$

El PROCEDIMIENTO lo realizamos en ocho fases que denominamos:

- *FASE I: Estudio de sectorización.*
- *FASE II: Análisis y ubicación de la demanda.*
- *FASE III: Instrumentación y equipos.*
- *FASE IV: Obras complementarias.*
- *FASE V: Trabajos de campo. medición.*
- *FASE VI: Detección y localización de fugas.*
- *FASE VII: Caracterización del sector.*
- *FASE VIII: Informes de redes. Propuestas de actuación.*

La *BONDAD* del método es su simplicidad pues:

-  Las comprobaciones iniciales que realizamos en campo, nos proporcionan un punto de referencia para evaluar el ESTADO DE LA RED.
-  Las mediciones iniciales del caudal mínimo nocturno, nos indican los Niveles relativos de Fugas en la zona de estudio.
-  La evolución de dichas mediciones nos permite un CONTROL SISTEMÁTICO DE FUGAS.

Los PRODUCTOS que obtenemos son:

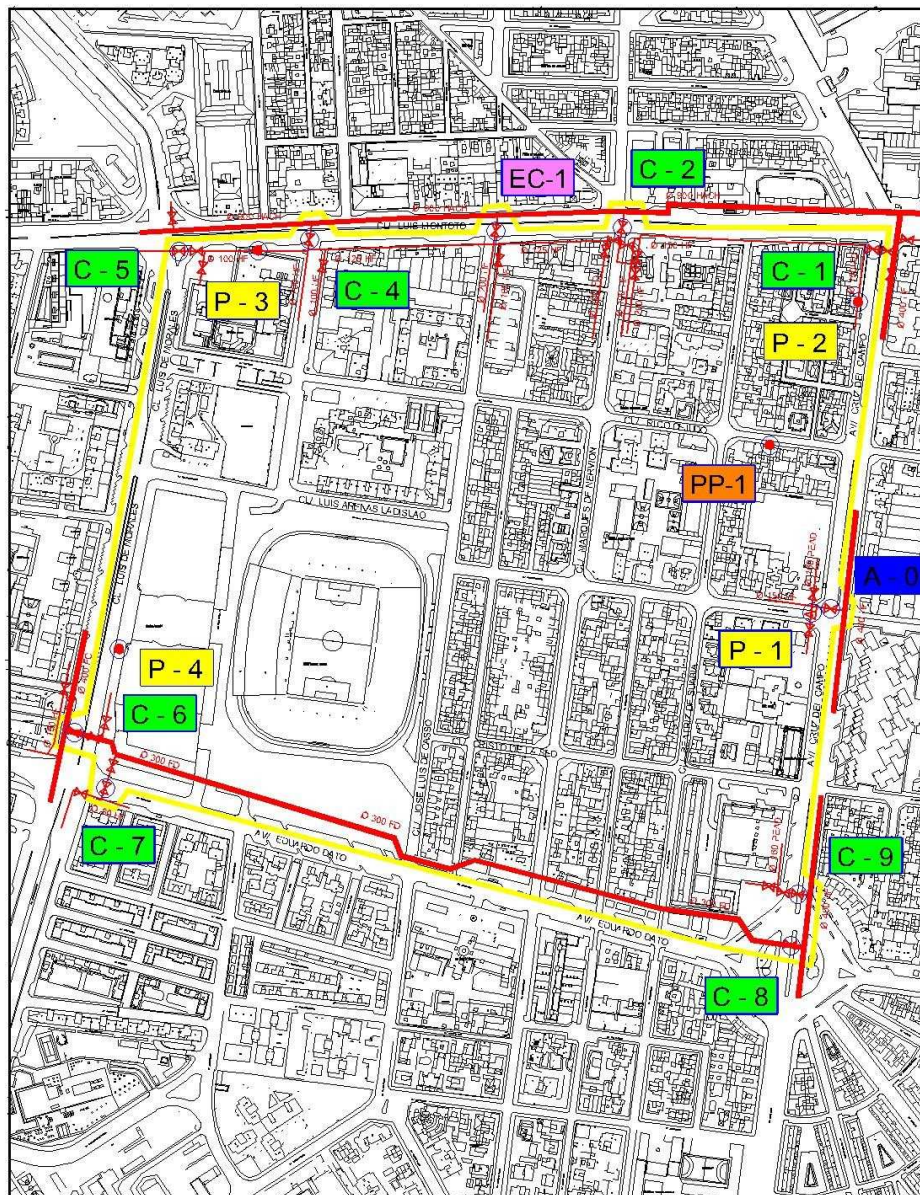
- ☐ *Un Conocimiento Exhaustivo y REAL de la red de abastecimiento.*
- ☐ *Una Comprobación de Continuidad Hidráulica.*
- ☐ *Una Verificación del GIS (gis actualizado).*
- ☐ *Una base de Mantenimiento Preventivo (“NO bomberos”).*
- ☐ *Un Plan Sistemático de Control de Fugas.*
- ☐ *Una base para la Calibración del Modelo Matemático (caro).*
- ☐ *Una Caracterización de los sectores.*
- ☐ *Una justificación para las propuestas de Sustitución de Redes.*

Veamos que realizamos en cada una de las fases que hemos definido.

FASE I: ESTUDIO DE SECTORIZACIÓN.

Hemos de realizar:

- El reconocimiento de la red y sus elementos singulares.
- La inspección de operatividad de válvulas y bocas de riego.
- La revisión de ubicaciones.
- Las comprobaciones de la red en los límites del sector.
- La redacción de estudio del diseño de los sectores.
- El proyecto y la documentación de cada sector, la planificación y campañas informativas.



ZONA 04 SECTOR 01

NERVIÓN OESTE (CAMPO DEL SEVILLA - CORTE INGLÉS)

MEDICIÓN 5
FEBRERO 2006

EL INGENIERO INDUSTRIAL
Jefe de Control de Fugas,

José Antonio Amores Ligeró



Con la sectorización conseguimos confinar una zona denominada sector donde todas sus válvulas de entradas están cerradas y se alimenta únicamente por el/los punto/s de control donde tenemos colocados caudalímetros y tomas de presión. Las válvulas de alimentación las denominamos con la letra Ai (A0, A1) en color Azul y las de cierre por Ci (C2, C3, C4...) en color Verde y numeradas desde la A0 en sentido contrario a las agujas del reloj. Dentro del sector colocamos como mínimo tres puntos de control de presiones denominados P2, P3, P4 en color amarillo y un punto de purga denominado PP-1 en color naranja.

FASE II: ANÁLISIS Y UBICACIÓN DE LA DEMANDA.

Hemos de realizar:

- ◇ El análisis de la distribución del consumo.
- ◇ La ubicación de la demanda. (A partir de Base de Datos de Clientes y GIS de EMASESA).
- ◇ La identificación y ubicación de grandes consumidores y nocturnos.
- ◇ La distribución de los consumidores en grupos.
- ◇ Las lecturas de contadores.
- ◇ La estimación de los parámetros de uso nocturno.

GESTIÓN DE LA DEMANDA

EL cálculo de los niveles de fugas de los sectores está basado en la relación entre en caudal suministrado al sector y el consumido por los clientes contenidos en este (usos). Para poder determinar este segundo factor es necesario llevar a cabo una buena gestión de la demanda.

El objetivo de la gestión de la demanda es el mantenimiento de la ubicación de los clientes en sus sectores correspondientes.

LECTURA DE CONTADORES

El Objetivo de la gestión de las LECTURAS DE CONTADORES es la obtención y actualización de los ratios de consumo.

Para el cálculo del Agua No Registrada Nocturna (ANRn) restaremos al Caudal Mínimo Nocturno inyectado, el resultado de la estimación de Usos Nocturnos y para calcular esta nos basaremos en las Lecturas de Contadores. Con ella estimaremos el caudal que consume cada tipo de cliente de 3:00h a 5:00h y en el caso de clientes especiales (Grandes Consumidores y Nocturnos) obtendremos el caudal exacto consumido en la noche que se haya producido el Caudal Mínimo Nocturno.

FASE III: INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS.

Hemos de realizar la Definición y Comprobación de los siguientes dispositivos:

Para el estudio del Diagnóstico de los sectores:

- Caudalímetros electromagnéticos de inserción.
- Caudalímetros electromagnéticos de carrete.
- Caudalímetros tipo Woltmann.
- Sensores y encapsulados para caudalímetros tipo Woltmann.
- Medidores de presión.
- Registradores de Presión.
- Registradores de Caudal.
- Terminal TPL para volcado de datos.
- Dispositivo para toma de presión en boca de riego.
- Varilla para calibración de diámetro interior en carga.
- Cajón protector para caudalímetro.
- Latiguillo con enchufe rápido para toma de presión.
- Piqueta toma tierra para caudalímetros electromagnéticos de inserción.
- Batería gran capacidad.
- Sistemas de gestión de datos
- Terminales de lectura de datos y configuración de equipos

Para la detección y localización de fugas en los sectores:

- Equipos de localización de tuberías y elementos.
- Equipos de localización de fugas.

Es muy importante el poder disponer de GIS para el desarrollo de los trabajos.

FASE IV: OBRAS COMPLEMENTARIAS

Realización de arquetas transversales y longitudinales para los puntos de medida de caudales de entrada:

- Arquetas de 60x 120 para caudalímetros electromagnéticos de inserción.
- Arquetas de 80x 160 para caudalímetros electromagnéticos de carrete.
- Arquetas de 60x120 para caudalímetros tipo Woltmann.

Arquetas para filtros.

Arquetas para medidas de presión.

Bypass para colocación de caudalímetros.

Instalación de válvulas para sectorización.

Adaptaciones puntuales de la red.

Toma de muestras de tuberías (catas).

FASE V: TRABAJOS DE CAMPO

El estudio del sector se realiza durante dos semanas, realizando las siguientes tareas:

Las tareas que hemos de realizar son las siguientes:

- Verificación de la red y sus elementos singulares: A partir de los datos disponibles (Planos, Croquis, Conocimiento del personal, etc.) sobre la red existente, comprobar que se ajustan a la realidad mediante inspecciones en campo y corregirla o actualizarla si fuera necesario.
- Comprobación previa del sector.
- Instalación de la instrumentación
- Cierre del sector.: Maniobras necesarias para asegurar que el sector queda alimentado únicamente desde el Punto de Control. Medir en continuo los caudales y presiones para poder analizar su evolución y determinar las acciones a llevar a cabo en función de estos.
- Escucha nocturna de válvulas
- Prueba de Hermeticidad
- Comprobación de fallos.
- Recogida de datos.
- Prueba TC.
- Lectura de contadores.
- Apertura del sector.
- Retirada de instrumentación.

Todas estas tareas van acompañadas de otras de gabinete como son:

- Preparación de documentación para buzoneo y Conservación.
- Preparación de planos.
- Planificación de sectores.
- Planificación Lecturas de contadores.
- Estudio de la Demanda.
- Volcado de datos.

- Procesar datos.
- Parametrización de la instrumentación.
- Comprobación de planos.
- Comprobación de fallos.

Es necesario realizar la PRUEBA DE HERMETICIDAD para garantizarnos que el sector está alimentado únicamente por el punto de control que tenemos. Para ello un día cerramos la válvula de alimentación, produciendo el cierre total del sector.

La prueba de hermeticidad se debe empezar a las 2:00 y terminar a las 3:00 H. Así se anuncia por buzono.

Cada lectura que se haga en registradores y caudalímetro se ha de ir anotando, junto con la hora, en el parte de incidencias.

Para mantener informado a los clientes del sector en estudio, se realiza un buzoneo comunicándoles que durante dos semanas se va a realizar el Diagnóstico y Control Sistemático de Fugas de la zona y se podrán detectar ocasionalmente turbiedades y disminución de presión en la red de abastecimiento debido a los trabajos que se están realizando para comprobar el estado de la red. En concreto se les comunica que de 2 a 3 de la madrugada se va a producir un corte total de suministro (prueba de hermeticidad).

EMASESA

Informa

Incidenias en el suministro de agua ocasionadas por los trabajos de Diagnóstico de la Red de Abastecimiento de Sevilla en la zona de:

LAS NACIONES-LOS ARCOS

LAS DALIAS-PARQUE ATLANTICO

Delimitada por:

AV. DE LAS ASOCIACIONES DE VECINOS

CTRA. DE CARMONA

C/ALCALDE MANUEL DEL VALLE

AV. DE LA MUJER TRABAJADORA

DEL 11//09/06 AL 22/09/06

Informamos que, durante estos días, se podrán detectar ocasionalmente turbiedades y disminución de presión en la red de abastecimiento debido a los trabajos que se están realizando para comprobar el estado de la red. Asimismo, comunicamos que durante los días 13 y 14 de SEPTIEMBRE se producirán cortes totales del suministro de 2:00 hasta las 3:00 a.m.

TELÉFONO DE INFORMACIÓN
902 459 954

www.aguadesesevilla.com

EMASESA

Informa

Incidenias en el suministro de agua ocasionadas por los trabajos de Diagnóstico de la Red de Abastecimiento de Sevilla en la zona de:

LAS NACIONES-LOS ARCOS

LAS DALIAS-PARQUE ATLANTICO

Delimitada por:

AV. DE LAS ASOCIACIONES DE VECINOS

CTRA. DE CARMONA

C/ALCALDE MANUEL DEL VALLE

AV. DE LA MUJER TRABAJADORA

DEL 11//09/06 AL 22/09/06

Informamos que, durante estos días, se podrán detectar ocasionalmente turbiedades y disminución de presión en la red de abastecimiento debido a los trabajos que se están realizando para comprobar el estado de la red. Asimismo, comunicamos que durante los días 13 y 14 de SEPTIEMBRE se producirán cortes totales del suministro de 2:00 hasta las 3:00 a.m.

TELÉFONO DE INFORMACIÓN
902 459 954

www.aguadesesevilla.com

EMASESA

Informa

Incidenias en el suministro de agua ocasionadas por los trabajos de Diagnóstico de la Red de Abastecimiento de Sevilla en la zona de:

LAS NACIONES-LOS ARCOS

LAS DALIAS-PARQUE ATLANTICO

Delimitada por:

AV. DE LAS ASOCIACIONES DE VECINOS

CTRA. DE CARMONA

C/ALCALDE MANUEL DEL VALLE

AV. DE LA MUJER TRABAJADORA

DEL 11//09/06 AL 22/09/06

Informamos que, durante estos días, se podrán detectar ocasionalmente turbiedades y disminución de presión en la red de abastecimiento debido a los trabajos que se están realizando para comprobar el estado de la red. Asimismo, comunicamos que durante los días 13 y 14 de SEPTIEMBRE se producirán cortes totales del suministro de 2:00 hasta las 3:00 a.m.

TELÉFONO DE INFORMACIÓN
902 459 954

www.aguadesesevilla.com

FASE VI: DETECCIÓN-LOCALIZACIÓN DE FUGAS

Una vez obtenidos los ratios de fugas del sector, si están por encima de los niveles establecidos como admitidos, se ha de realizar la detección y localización de fugas.

La detección de fugas la podemos realizar por procedimientos convencionales o mediante correlaciones.

Los equipos que utilizamos para la detección de fugas son:

- Detector de Fugas. Bastón y Geófonos de pavimento/terrizo.
- Generador de corriente.
- Detector de Tuberías.
- Detector de Metales.
- Correlador de Sonidos.
- Sensores.
- Podómetro.

FASE VII: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

Se han confeccionado dos fichas para definir perfectamente cada sector, la FICHA TÉCNICA para el seguimiento de los cálculos y la FICHA RESUMEN de los datos obtenidos.

1. Ficha Técnica.

Se contemplan los siguientes apartados:

1.1.- Datos del sector:

Código del sector, denominación., estado, periodo de cierre, tipo de Sector, Km. de red, N° de Vvdas, N° de contadores, N° de acometidas, N° de consumidores nocturnos, N° de grandes consumidores, m³/año/sector facturados, m³/año/sector entregados.

1.2.- Estimación de usos nocturnos:

Estimación de los consumos domésticos (Cd)

Estimación de los consumos de las diferentes actividades (Ca) y

Estimación de los consumos especiales (Ce) como son los nocturnos y > 10.000 m³/año.

1.3.- Lectura directa de caudalímetros:

Se refleja el Caudal Mínimo Nocturno (Qmn) obtenido directamente de la lectura de los registradores de caudal, con indicación de la fecha, hora y día en que se ha producido.

1.4.- Cálculos nocturnos:

Se calcula el Agua No Registrada nocturna (ANRn) como resultado de la diferencia entre caudal suministrado al sector y los usos producidos.

1.5.- Presiones:

Se reflejan las presiones obtenidas en el sector normalmente abierto así como las presiones en la ventana del mínimo nocturno con el sector cerrado. Calculando las presiones medias y representativas del sector. Se calcula el factor de conversión de presión (fcp)

1.6.- Cálculos del sector normalmente abierto:

Se calcula el ANR y se estiman las fugas de fondo, para obtener por diferencia las fugas en la red.

2.- Ficha resumen de los datos obtenidos en el sector.

Se contemplan los siguientes apartados:

2.1.- Datos del Sector.

2.2.- Ratios nocturnos estimados.

2.3.- Usos Nocturnos.

2.4.- Caudal Mínimo Nocturno.

2.5.- Presiones estimadas.

2.6.- Factor de conversión de presión usado.

2.7.- Cálculos nocturnos.

2.8.- Cálculos del sector normalmente abiertos.

FASE VIII: INFORMES DE REDES. MEJORAS PROPUESTAS.

Una vez realizado el diagnóstico y Control Sistemático de Fugas del Sector, con la información obtenida de sus datos acompañada de las comprobaciones realizadas en campo, estamos en condiciones de establecer las necesidades de mejoras con sus prioridades.

Emitimos un informe con la relación de calles que es necesaria la sustitución de las redes de abastecimiento, así como una relación de actuaciones puntuales como pueden ser eliminación de finales de red, conexión de puntos estratégicos para aumentar la continuidad hidráulica.

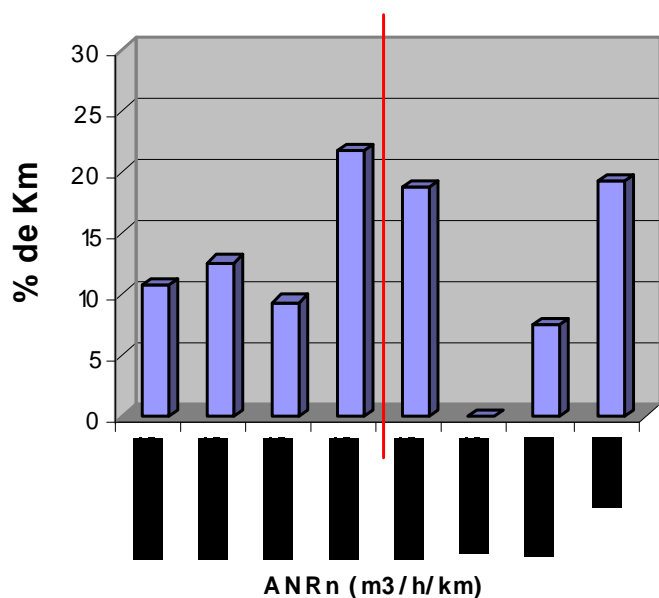
Los resultados obtenidos por EMASESA desde el año 1997 han sido los siguientes:

EVOLUCIÓN PROYECTO CONTROL DE FUGAS

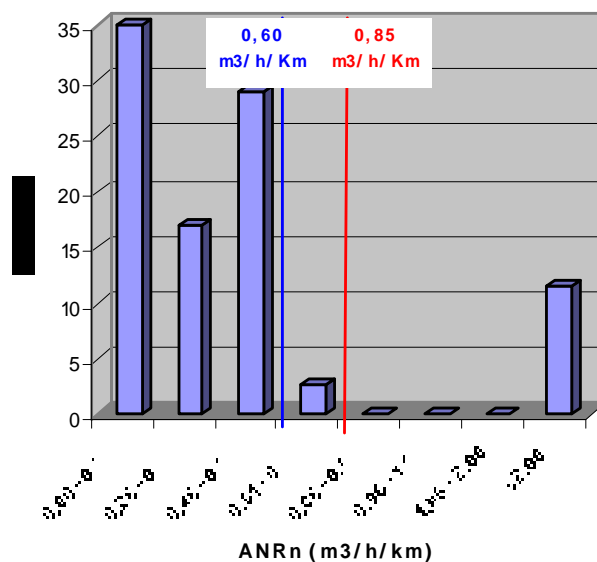
<u>INICIO 1997</u>	<u>ESTADO ACTUAL 2005</u>
1.165 Km	1.385 Km
78 Sectores + 6 nulos	83 Sectores (ninguno nulo)
ANRn (m3/h/Km) = 1,50	ANRn (m3/h/Km) = 0,59
Redes en niveles admisibles (ANRn<=0,85):	Redes en niveles admisibles (ANRn<=0,60):
600 Km (52%)	1.141 Km (86%)
43 Sectores (54%)	79 Sectores (95%)
Redes a revisar : 565 Km (48%) 34 Sectores (46%)	Redes a revisar : 188 Km (14%) 4 Sectores (4%)

- ⇒ Inicialmente cuando empezamos esta metodología en el año 1997 teníamos un ratio de 1,50 m3/h/Km. de Agua No Registra Nocturna, con 1165 Km. sectorizados, de ellos teníamos un 48 % de red con un ratio superior al 0,85 m3/h/Km. que teníamos de referencia.
- ⇒ En el año 2005 tenemos un ratio de 0,59 m3/h/Km. con 1385 Km. de red sectorizados y 188 Km. de red (14 %) con un ratio superior al 0,60 m3/h/Km. que teníamos de referencia.

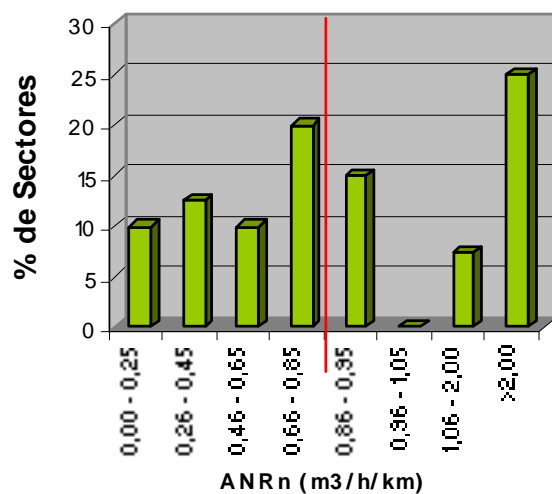
AÑO 1997



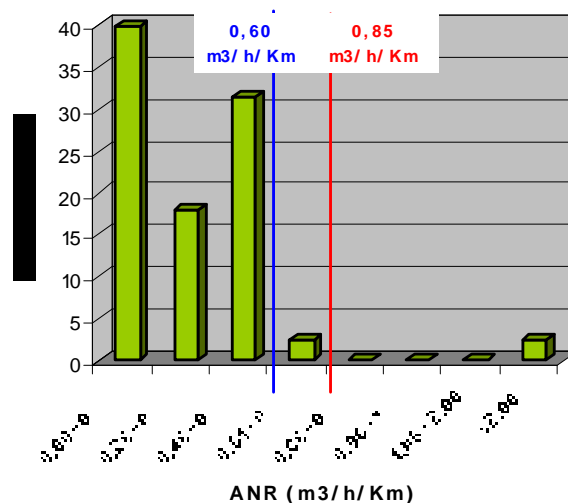
AÑO 2005



AÑO 1997

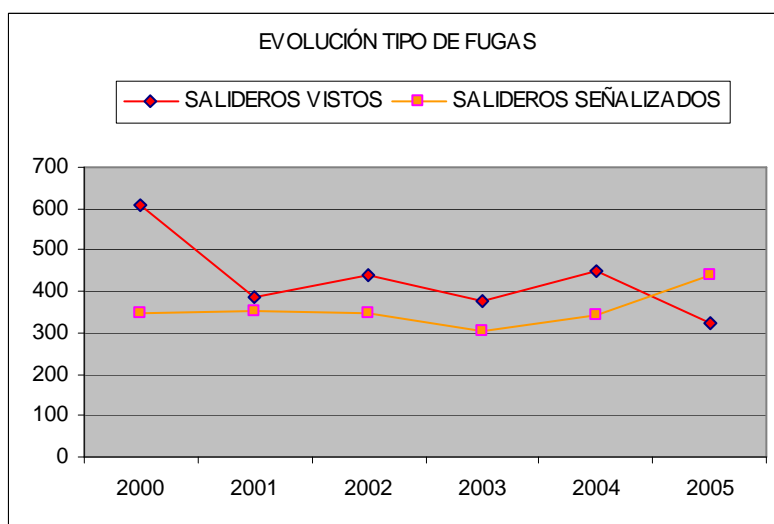
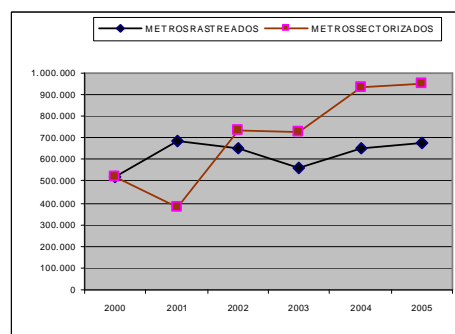
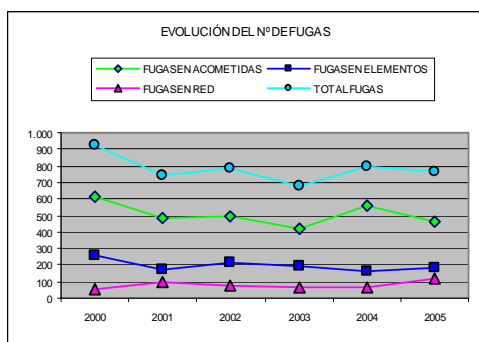


AÑO 2005



Para conseguir estos resultados, hemos detectado y localizado 780 fugas anuales.

AÑO	FUGAS EN RED	FUGAS EN ELEMENTOS	FUGAS EN ACOMETIDAS	TOTAL FUGAS	OTRAS INTERVENCIONES	METROS RASTREADOS	M.SECTORES ANALIZADOS	METROS DETECTADOS	METROS CORRELADOS	SALIDERS SEÑALIZADOS	SALIDERS VISTOS
2000	55	259	611	925	30	518.000	518.000	0	0	348	607
2001	92	167	479	738	65	682.018	383.000	2.390	17.935	353	385
2002	72	215	497	784	46	652.951	738.000	1.712	11.815	346	438
2003	65	194	422	681	46	565.180	724.860	535	9.275	304	377
2004	65	163	564	792	33	653.540	933.591	525	12.675	341	451
2005	119	178	465	762	21	679.765	948.756	790	11.370	437	325
TOTAL	468	1.176	3.038	4.682	241	3.751.454	4.246.207	5.952	63.070	2.129	2.583



Fugas Totales BAJAN 17 % BAJAMOS de 1,78 a 0.80 fugas/Km.
Fugas Vistas BAJAN 46 % BAJAMOS el ciclo de vida de la fuga.

NO DAMOS TIEMPO QUE SALGAN A LA SUPERFICIE.

En el periodo 2004 – 2012, EMASESA extenderá el estudio del Diagnóstico al resto de la poblaciones en las que tienes competencias, como son Alcalá del Río, Alcalá de Guadaíra, Mairena del Alcor y Dos Hermanas, continuando con el Diagnóstico y Control Sistemático de Fugas en la totalidad de las redes de distribución del Término Municipal de Sevilla, así como en todas las poblaciones abastecidas en las que tiene competencias.

Se mantendrá el esfuerzo económico para la adquisición de medios que aumenten el número de sectores diagnosticados permanentemente, con un control continuo sobre su evolución mediante monitorización de las señales de control. Asimismo, se continuará con el estudio y puesta en funcionamiento de macro sectores (unificación de sectores), para conseguir aumentar el número de Km. de red (sectores) estudiados por año, consiguiendo un diagnóstico ANUAL de la totalidad de las redes de distribución.

En dicho periodo EMASESA destinará 65,38 millones de € para la mejora de la eficiencia en las redes de distribución.

