

## **Rehabilitación de la red de saneamiento – obra recuperación de la zona sur - red arteaga**

**Nombre de los Autores: Ing. Sergio Portas (Director de Obra);**

**Ing. Thomas Silberberg (Dirección de Obra);**

**Ing. Julio Horta (Director Servicio Obras de Saneamiento)**

Lugar de Trabajo de los integrantes del grupo:

Intendencia Municipal de Montevideo. Departamento de Desarrollo Ambiental. División Saneamiento. Servicio Obras de Saneamiento

### **Dirección:**

Calle: 18 de julio s/n

Ciudad: Montevideo Uruguay CP: 11200

Tel: 598 (2) 1950 2181 Fax: 598 (2) 1950 1990

e-mail: [ObraSaneamiento@piso8.imm.gub.uy](mailto:ObraSaneamiento@piso8.imm.gub.uy)

### **INTRODUCCIÓN**

Como resultado de un estudio de diagnóstico de parte de la red de saneamiento de la ciudad de Montevideo, la Intendencia Municipal realizó un llamado a licitación pública internacional en el marco del Plan de Saneamiento Urbano PSU III, para la Obra denominada “Trabajos de Rehabilitación de la Red de Saneamiento”. Dicha Obra incluía la realización de tres trabajos diferentes, uno de los cuales, denominado “Obra 1” tenía como objeto la recuperación de parte de los colectores de la Red Arteaga en la zona sur del centro de la ciudad. El PSU III ha sido la tercer etapa de concreción de obras surgidas del Plan Director de Saneamiento, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los trabajos estuvieron bajo la Dirección Técnica del Servicio de Obras de Saneamiento. La dirección administrativa estuvo a cargo de la Unidad Ejecutora de Saneamiento Urbano, responsable de la gestión del Préstamo con el BID.

### **OBJETIVOS**

Los trabajos de recuperación realizados en el marco del contrato de obra enunciado, han sido la primer experiencia que encara la Intendencia Municipal de Montevideo para la rehabilitación y mantenimiento de la red más antigua del sistema de alcantarillado de la ciudad. Se denomina Red Arteaga a la parte de la red de saneamiento que fue construida por la empresa Caños Maestros, propiedad del Sr. Juan José de Arteaga, en el período comprendido entre los años 1854 y 1913; a partir del cual y por ley nacional, la Intendencia de Montevideo asume la gestión integral del saneamiento de la ciudad.

La experiencia que se ha recogido, tanto en la etapa de proyecto como fundamentalmente durante la ejecución de los trabajos, hace que se entienda de relevancia su presentación a la comunidad profesional. Se pretende mostrar las diferentes etapas de realización de los trabajos, los procedimientos constructivos adoptados, y las conclusiones arribadas con relación a los criterios para la selección de los tramos y/o sectores de la red a ser rehabilitados prioritariamente, y la definición de las reparaciones necesarias a fin de eliminar las causas que dan origen a las principales patologías existentes. Esto se entiende de suma importancia dada las características de éste tipo de colectores: mampostería y roca; y su antigüedad.

## DESARROLLO DEL TRABAJO

### I) Antecedentes

En virtud de diversos eventos sucedidos en la ciudad de Montevideo como hundimientos en los pavimentos o derrumbes exteriores de calzadas, constatación de daños estructurales en algunos puntos de la red; que respondían a problemas en los colectores más antiguos de la red de saneamiento de la ciudad, las autoridades municipales decidieron estudiar dicha problemática para lo cual se concretó un llamado a Consultoría con el fin de realizar un relevamiento y diagnóstico del estado general de los colectores de dicha red. (aprox. 200 km.) Hasta ese momento no se había realizado nunca con tanta rigurosidad y detalle un estudio de dichas características, en la parte de la red de saneamiento denominada Red Arteaga.

Fue de esta manera que entre los años 1999 – 2001 se contrató a un Consorcio integrado por las consultoras CSI (uruguaya) Sogreah (Francesa) y Logos (brasileña) con el fin de realizar la evaluación de la totalidad del conjunto de colectores denominado “Red Arteaga”, cuyo Contrato se denominó “*Investigación, Relevamiento, Diagnóstico y Proyecto de Recuperación de la Red Arteaga*”, el que fue seguido por un equipo técnico municipal, actuando como contraparte

El trabajo se basó principalmente en una primera etapa de relevamiento televisado de los colectores a través de un robot que incluía una cámara, comandada a distancia que grababa las imágenes captadas en el interior de los colectores. Con este trabajo se obtuvo un registro de un cassette por cada tramo relevado, claramente identificado, material con el cual se procedió al diagnóstico y Proyecto de Rehabilitación.

### II) Proyecto

Se elaboraron dos Proyectos de Recuperación. Un primer Proyecto que abarcaba la zona sur (zona comprendida en su mayoría al sur de la Av. 18 de julio) correspondiente a las obras que posteriormente se realizaron y un segundo Proyecto referido a la zona norte (al norte de la Av. 18 de julio) trabajos que aun no fueron realizados.

Del diagnóstico de la zona sur, cuya extensión aproximada es de 80 km., surgió la necesidad de recuperación de 127 tramos correspondientes a 12.130 m. de colector (que representa aprox. 15 % del total de esta zona) y la inspección de 3580 m. correspondientes a 59 tramos que no se pudieron inspeccionar durante la etapa de relevamiento debido a sedimentos, derrumbes, etc. que impidieron el recorrido del robot a fin de su visualización, grabación y posterior diagnóstico.

#### a) Metodología de actuación:

Una vez definidos los tramos sobre los cuales se debía intervenir, el Proyecto estableció un orden de prioridad, en cuanto a la urgencia de actuación (urgencia de obras) sobre los mismos, definidos a través de la siguiente clasificación:

- **Trabajos a realizar de inmediato (a realizar sin demora):** hacían referencia a zonas que presentaban hundimientos o que tenían grandes probabilidades de hundirse por la conjunción en esos lugares de varias patologías graves.

- **Trabajos a realizar a corto plazo:** se referían a zonas donde la estructura se encontraba en equilibrio inestable, es decir, que presentaban todas las condiciones de ocurrencia de derrumbes a corto plazo, o sea que su nivel de inestabilidad es menor que para el caso anterior. Se pretendía en estos casos restablecer la estabilidad de la construcción y, eventualmente, consolidarla.
- **Trabajos a realizar a mediano plazo o preventivos:** Estos trabajos consistían en detener los procesos que, en cierto lapso, provocarían inestabilidades estructurales. De hecho, se trata en su conjunto de trabajos del mismo tipo que los clasificados como para realizar a corto plazo. La diferencia esencial radicaba en el grado de evolución más lento de las degradaciones, con lo cual el plazo de intervención podría estar más alejado en el tiempo.

**Trabajos a realizar a largo plazo o de mantenimiento:** Se incluían trabajos de recomposición de juntas entre los elementos de mampostería, reparación del zampeado y reconstrucción del revoque de superficie, pero también de limpieza. Estos trabajos no eran urgentes desde el punto de vista estructural, pero, de realizarse contribuirían a mantener la obra en el nivel de funcionamiento de origen. Además, ayudan a prevenir la aparición de patologías más graves.

#### **b) Ejecución de los trabajos:**

Para la ejecución de los trabajos se establecía una secuencia de tareas, las cuales se deberían llevar a cabo en los tramos seleccionados de acuerdo con lo indicado en las láminas denominadas "Diagnóstico y Recuperación". Los trabajos a realizar se pueden resumir en la siguiente lista de tareas:

##### 1. Trabajos preparatorios:

Correspondientes a trabajos de limpieza en general previo a la realización de cualquier tarea de rehabilitación. Estos trabajos debían ser ejecutados siempre, independientemente de los trabajos de recuperación indicados en las láminas de Diagnóstico y Recuperación.

##### 2. Reconstrucción (de bóveda, zampeado y paredes)

Estas tareas se debían realizar en aquellas zonas de los colectores que presentaban ausencia de parte de la mampostería o piedra, o hundimientos parciales o totales de la sección, en general tramos seleccionados como de acción inmediata.

##### 3. Consolidación (de bóveda, zampeado y paredes)

Las tareas de consolidación se indicaban para aquellos casos que era necesario un refuerzo estructural, a pesar de no presentar daños significativos y que la estructura del colector aún se podía considerar estable. En general este tipo de trabajo correspondía a tramos definidos como de acción a corto plazo en las láminas de Diagnóstico y Recuperación.

#### 4. Reparación (de bóveda, zampeado y paredes)

Los trabajos denominados de Reparación, correspondían a trabajos en donde la estructura del colector se encontraba apta para soportar todas las cargas a la que podría estar sometida, tratando de proteger la misma en zonas que presentaban daños leves, con el fin de otorgarle adecuada durabilidad

#### 5. Otros trabajos.

**El proyecto preveía otros trabajos menores, pero conceptualmente importantes si se pretendía lograr una recuperación de la red de saneamiento, otorgándole mayor vida útil a la misma. Entre otros se destacan:**

- reparación de conexiones domiciliarias;
- eliminación de infiltraciones;
- reparaciones de cruces con otros servicios públicos;
- construcción o reparación de cámaras de acceso; y
- revestimiento interno de los colectores

### **III) Datos generales del Contrato de Obra**

Con el marco del Plan de Saneamiento Urbano III, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Unidad Ejecutora del Saneamiento Urbano, oficina responsable de la administración y gestión del mencionado Plan, realizó un llamado de licitación pública internacional para la obra denominada “Trabajos de Rehabilitación de las Red de Saneamiento”. Con fecha 15 de enero de 2002 se realiza la apertura de ofertas, adjudicándose las obras al Consorcio TELAR-KLITTEN, conformado por las empresas Telar de Brasil y Teyma de Uruguay..

El contrato incluía tres obras: **Obra 1**, Rehabilitación de la Red Arteaga “Falda Sur” por un monto de US\$ 7:500.000; **Obra 2**, Refuerzos en Cuenca Gaboto y Modificación de Perfil 1E por un monto de US\$ 2:000.000 y **Obra 3**, Sustitución de colectores de la zona industrial Belvedere-Victoria por un monto de US\$ 2:000.000.

Los trabajos dieron comienzo en el mes de setiembre de 2004, finalizando en octubre de 2006. La dirección y contralor técnica estuvo a cargo de personal del Servicio de Obras de Saneamiento, perteneciente a la División Saneamiento, mientras que la dirección administrativa quedó a cargo de la Unidad Ejecutora de Saneamiento Urbano, responsable de la gestión del contrato de préstamo.

El presente trabajo se centrará exclusivamente en la Obra No. 1, de las tres indicadas precedentemente.

### **IV) Desarrollo de las obras**

El desarrollo de los trabajos de la Obra No. 1, se puede dividir en dos etapas:

1. Periodo de Preparación
2. Desarrollo de los trabajos propiamente dicho:

2.1) Selección de los tramos

2.2) Procedimiento constructivo

2.3) Inspección y Puntos de Parada

## 1. Periodo de Preparación

Fue una etapa de organización de ambas partes (Contratista e I.M.M.), en la que participó además la Consultora encargada de asesorar a la Unidad Ejecutora de Saneamiento. Durante este periodo se elaboraron actas de reunión que documentaron los resultados de esta coordinación.

Los resultados del periodo de preparación fueron, en resumen, la resolución de los siguientes aspectos:

- Aspectos de seguridad. Se elaboró un Plan de Seguridad e Higiene acorde a los trabajos a realizar en el interior de los colectores, y a los riesgos de este tipo de tareas, acordando medidas e implementos de seguridad, aparatos detectores de gases, forma de realizar las ventilaciones en el colector donde se estuviera trabajando, equipamiento del personal, vacunaciones, etc.

Aspectos técnicos. Se definieron las etapas y orden de las tareas a realizar en cada colector: definición precisa de puntos de parada y críticos a cumplir estrictamente durante la realización de los trabajos; ensayos y momentos de realización de los mismos; diseño de planillas de control; definición y alcance de los distintos trabajos de rehabilitación; evaluaciones estructurales a estos fines. En esta etapa se contó con la participación del ingeniero especialista que había trabajado durante la realización del Proyecto, puesto por el Consultor. Se realizó un importante intercambio con dicho especialista consultor, en oficina y en campo.

Se acordó, en común acuerdo con el Consultor en actuar, en cada tramo del colector a rehabilitar, por zonas de daño encontrado, y en forma localizada, sobre la base de consideraciones técnicas y económicas de acuerdo con el marco establecido en el contrato de obra. Fundamentalmente el concepto manejado consistía en actuar sobre los daños más importantes, de modo que al repararlos se devolviera la estabilidad a los colectores y una vida útil razonable, evitando colapsos mas allá del mediano plazo. Como regla general se reparaban los colectores en zonas con derrumbes localizados (trabajos a realizar de inmediato); en zonas de “equilibrio inestable” (trabajos a realizar en corto plazo, en general con huecos u oquedades); revestimiento del colector hasta 40 cm. aprox. por encima del zampeado abarcando el “perímetro mojado”; reparación de las conexiones, bajo las cuales también se ejecutaba un revestimiento de hormigón de modo de proteger la zona comprendida entre la conexión y el límite superior del revestimiento del zampeado y los daños provocados por las interferencias de otros servicios.

Todas estas acciones antes mencionadas estaban dirigidas a eliminar las causas que dan origen a las patologías existentes, evitando el desencadenamiento del llamado “*mecanismo de patología*”, explicado en el Proyecto; se protege el “perímetro mojado” (pared de piedra y zampeado de piedra y/o ladrillos) y se evita la erosión de esa zona y su desaparición total o parcial. Esta zona es la que soporta el resto de la estructura o sea la bóveda de ladrillos; si falla la pared, pierde sustentación la bóveda y se derrumba. La otra zona importante a proteger es la unión conexión-colector, en general débil por su ejecución y por el escurrimiento de los líquidos en el interior de las paredes.

- Aspecto administrativos. Se acordaron cronogramas, forma de metraje, definición y alcance de los trabajos en cada colector en el marco del rubrado existente, y certificación y planillas de contralor correspondientes.
- Aspectos medio ambientales. Se acordó la forma de retiro y conservación de los residuos extraídos de los colectores, a través de volquetas cerradas; la mitigación de los ruidos generados por las distintas maquinarias utilizadas, sobre todo compresores de apoyo a las gunitadoras o máquinas de proyectar mortero.

## 2) Desarrollo de los trabajos

### 2.1) Selección de los tramos

Es de destacar que durante la obra si bien se repararon todos aquellos colectores previstos en el Proyecto y según el orden de prioridad establecido, se encontraron otros colectores además de estos últimos con patologías de diverso tipo los cuales también fueron abordados por el Contrato.

Por lo tanto se adoptó la medida de recorrer la Red en busca de colectores con derrumbes o con daños de mediana gravedad, mientras se reparaban los establecidos previamente por proyecto.

### 2.2) Procedimiento constructivo:

Una vez elegido el tramo a ser rehabilitado, se realizaban las siguientes tareas:

- Tabicado: Debido a la exigencia de trabajar con los colectores secos y limpios se procedía a una aislación o tabicado del mismo, que en virtud del carácter mallado de la Red Artega favorecía el procedimiento ya que las aguas provenientes de aguas arriba se desviaban por los colectores transversales. En pocos lugares debido al caudal existente se debió instalar equipos de bombeo de gran caudal y tuberías accesorias. Los tabiques se conformaban con bolsas rellenas de arena, proyectándoles hormigón aguas arriba, generando de esta manera un tabique impermeable.
- Limpieza de tramo: Posteriormente al tabicado se realizaba una limpieza primaria (sedimentos de mayor tamaño) manual y por arrastre, retirando los mismos a través de las cámaras con la ayuda de guinches instalados en estos puntos de acceso a la red.
- Aislación del tramo: Debido a la exigencia de mantener el normal funcionamiento de las conexiones domiciliarias ubicadas en el tramo de colector a rehabilitar, se instalaba en el interior del mismo una tubería provisoria o auxiliar de PVC 200 mm que oficiaba de colector provisorio durante el transcurso del trabajo.

El procedimiento de sujeción y la ubicación de dicha tubería dentro del colector de mampostería a reparar, fue variando durante el desarrollo de los trabajos, ya que se era necesario que no ocupara demasiado lugar e incomodara lo menos posible a la tarea a realizar. Al principio se

apoyaba sobre puntales de hierro anclados en ambas paredes del colector y separados cada pocos metros. Este sistema dificultaba la circulación por el colector debido a que el operario debía pasar varias veces por sobre ellos con el equipo de trabajo, dificultando sus movimientos. Luego se mejoró el sistema colgando la tubería de PVC de lingas sujetas en tacos amurados en la pared del colector. Este sistema recostaba la tubería contra un lado y mantenía más espacio para la circulación del personal.

A su vez las conexiones que evacuaban en el tramo desaguaban en el caño provisorio a través de mangueras flexibles de 100 mm que en el extremo de la conexión se sellaban con morteros estancos. En algunos casos la conexión se tenía que prolongar con un trozo de caño cuando la conexión no llegaba al colector y en el otro extremo se introducían dentro del caño provisorio de PVC. Como el caño provisorio se ubicaba por encima del nivel de la zona a ser gunitada de modo de no interferir con ésta, las conexiones quedaban por encima o por debajo del nivel de dicho caño quedando las ubicadas por debajo, funcionando por desborde, hecho por el cual no hubo nunca problemas de funcionamiento.

- Inspección previa: En ésta instancia se evaluaba en forma conjunta entre la Dirección de Obra y el Contratista el alcance de los trabajos a realizar en el tramo a rehabilitar. Se recorría el mismo determinando los tipos de daño encontrados, su ubicación en progresiva y en el lugar del perfil que se ubicaba. De cada daño se relevaba el área o la longitud según cada caso y de acuerdo a lo establecido en el Pliego y los criterios acordados durante el en Periodo de Preparación.

Para esta tarea se preparó una planilla especial donde se representaba con exactitud el lugar, el tipo de daño y el metraje correspondiente. Se exigía que previo al ingreso para la realización de esta tarea, se debía tener el colector totalmente limpio e hidrolavado con agua caliente, de modo de lograr una adecuada adherencia del mortero a colocar, y la instalación de eventuales apuntalamientos cuando la situación lo ameritaba.

- Preparación de las superficies a recuperar: Previo al procedimiento de proyección de hormigón se establecieron ciertas condiciones del estado de las superficies. Las mismas se debían hidrolavar con agua caliente (no más de 90ª y no más de 6 kg./cm<sup>2</sup> de presión) de modo de extraer de las misma polvo, restos de revoques, grasitudes, etc. No obstante en vario lugares se debió extraer de forma manual (punta y maceta) viejos revoques no suficientemente adheridos a las superficies de modo de no proyectar sobre estos. Era muy importante en el momento del retiro de todo el material suelto que la superficie de mampostería o roca que quedaba a la vista, estuviese firme, para tener una adecuada adherencia del hormigón a proyectar sobre dicha superficie.
- Eliminación de raíces: En muchos colectores se encontraron invasión de raíces de mayor o menor tamaño las cuales se retiraban desde adentro, aunque en algunas ocasiones se intervino desde el exterior, dado el gran tamaño que presentaban. Este fenómeno también fue una causa de empujes y daños estructurales. Las raíces se cortaban de forma manual.
- Tratamiento de infiltraciones: En muchas ocasiones aparecían en distintas zonas del colector aguas provenientes, o de la red de agua potable o de la napa subterránea. Por las primeras muchas veces se encontraban derramamientos muy importantes que también eran causa de daño estructural, sobre todo en bóvedas. En estos casos se realizaba la denuncia a OSE, organismo que muchas veces se le dificultaba la ubicación exacta de la perdida ya que la misma no necesariamente tenía que coincidir con la ubicación del derrame dentro del colector. Esta situación fue encontrada en una gran cantidad de colectores. Para el caso de las infiltraciones de origen natural, provenientes de la napa freática, se aplicaban productos sellantes de acción

rápida. En muchos casos, y debido a la imposibilidad de sellar totalmente el colector ya que el agua encontraba siempre una salida más débil, se dejaron caños de pequeño diámetro a modo de drenaje natural, de forma de disminuir la presión sobre paredes y bóveda del colector..

- Proyección del hormigón: Luego de los procedimientos antes descritos y previa a una inspección del personal técnico de la IMM el cual daba o no la aprobación a lo actuado hasta ese momento, se comenzaba con la proyección de hormigón o gunitado, que según el daño a ser reparado se dividía en tres grandes grupos, diferenciados básicamente en el alcance de los trabajos a encarar en cada tramo del colector.
1. Reconstrucción: era el tipo de gunitado asociado con la desaparición parcial de una parte del colector. En el caso de una bóveda y/o pared correspondía a un derrumbe. También se encontraron sectores del colector con la ausencia casi total de las paredes y la bóveda; es el caso del cruce de las calles Gaboto y Constituyente donde se observaba desde el interior la cara inferior del pavimento. También se encontró la desaparición del zampeado, en muchos casos (comienzo del mecanismo originador del colapso del colector). En este caso el hormigón colocado sustituía la zona de colector desaparecida, llegando hasta el terreno. Según la gravedad y riesgo que presentaba el daño se evaluaba la posibilidad de la reparación a cielo abierto procedimiento utilizado en varios casos. Para la reconstrucción de los zampeados también fue utilizado el hormigón colado tal como admitía el Proyecto.
  2. Consolidación: era el tipo de gunitado no asociado a derrumbes por falta de sección, pero sí en tramos en los cuales había un faltante importante de piezas. Algunos casos de consolidación se realizaban cuando había un deslizamiento de la pared de su posición original. También era el caso donde se atacaba la aparición de oquedades en la pared y bóveda, falta de algunas piezas en el zampeado sin que ninguno de estos casos nombrados anteriormente representara una situación de riesgo como podían ser los casos de reconstrucción.
  3. Reparación: Consistía en un revoque protector de las superficies con el fin de entretener los procesos de degradación donde se estimara necesario. Este trabajo era el que estaba asociado a la protección del zampeado y base de paredes ( perímetro mojado).
  4. Reparación de conexiones domiciliarias: La reparación fue realizada desde el exterior cuando el daño era muy importante, en el resto de las situaciones se trabajaba desde el interior de acuerdo al siguiente procedimiento. Desde el último tramo de la conexión en buen estado y hasta la pared interna del colector se colocaba un trozo de caño de PVC, sustituyendo así el tramo dañado. Luego de realizado esta tarea se procedía a la proyección de hormigón alrededor del caño, rellenando todo el espacio que quedaba entre el caño de la conexión y el terreno. Con esto se lograba consolidar la unión colector-conexión punto muy frecuente de deterioro. Además se proyectaba hormigón sobre la pared del colector y alrededor de la salida de la conexión, que según el caso podía realizarse desde arriba de la conexión y en otros casos desde la mitad de la sección del caño de conexión hasta llegar al gunitado que se realizaba como protección del perímetro mojado. Esta protección se realizaba de un ancho aproximadamente de 0.50 mts. con el fin de evitar la erosión causada por el vertido del agua de la conexión en la pared del colector.

### **2.3) Inspección y Puntos de Parada:**

Según se explico anteriormente durante el Periodo de Preparación, se establecieron pautas en cuanto al seguimiento de los trabajos y se definieron instancias especiales de aprobación, denominadas Puntos de Parada. Estas instancias eran hitos en los cuales la empresa contratista solicitaba la aprobación de lo realizado por parte de la Dirección de Obra. Se levantaba un acta la cual era firmada por las partes. Sin este documento el Contratista no podía continuar con la realización de los trabajos.

En general se implementaron tres Puntos de Parada para cada tramo, cada uno de los cuales generaba una inspección por parte de la Dirección de Obra. En la “Primera Inspección” se verificaba la adecuada iluminación, ventilación, tabicados del tramo, y se relevaba el colector definiendo los trabajos a realizar. La “Segunda Inspección” previa al comienzo del gunitado, debía aprobar el estado, la limpieza, la firmeza, estado de las infiltraciones, etc. de las superficies en general, y el retiro de raíces; es decir, constatar y dar el visto bueno a toda superficie que recibiría la proyección de hormigón. Finalmente una ultima y “Tercera Inspección” aprobaba los trabajos realizados previo al retiro de las aislaciones, tabicados y del equipamiento en general en el colector correspondiente. Se revisaba el estado de la proyección, las conexiones reparadas, las eventuales oquedades aisladas, de modo de garantizar que se habían realizado todas las reparaciones asignadas y que éstas cumplieran con los standares de calidad previstos.

Sin perjuicio de estas instancias el equipo de la Dirección de Obra actuaba en otras instancias de inspección de rutina como en cualquier otro tipo de obra.

### **CONCLUSIONES**

Los trabajos desarrollados en el contrato de obra, la metodología utilizada para su implementación, la forma de control realizada, entre otros temas, han representado una importante experiencia para futuras obras de rehabilitación del resto de la Red Arteaga.

A la luz de la experiencia obtenida durante el desarrollo de toda la obra se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La magnitud y relevancia de los daños encontrados frente a la extensión a la que refería el Contrato y a la antigüedad que tiene la Red, no son tan importantes como se podría haber esperado; por lo cual se destaca la eficacia de la obra en su diseño estructural, materiales utilizados, etc. en cuanto a su vida útil que ya pasa los 150 años.
- Sugerimos a los técnicos y organismos que intervienen en las distintas etapas de los Proyectos de Saneamiento tener en cuenta, como lo demuestra este caso, la duración y la confianza en los materiales “convencionales” a la hora de la elección, frente a materiales innovadores, de los que no se posee experiencia de largo plazo, y que además son de origen no nacional. No creemos que estos puedan ser sometidos a reparaciones y rehabilitaciones como se ha logrado en este caso.
- De futuro, en cuanto al cuidado que se debe tener en las distintas intervenciones que se realizan sobre la Red Arteaga, queremos destacar ciertas precauciones que se deben tener de modo de evitar el surgimiento de las patologías encontradas y descritas con anterioridad:

Ejecución de conexiones: las conexiones realizadas de forma incorrecta, o no terminadas adecuadamente, sin estanqueidad entre las mismas y la pared del colector, generan

debilitamientos en las paredes del mismo, ingreso de agua de la conexión a estas paredes, etc., lo que provoca movimientos de pared, futuros derrumbes de éstas y de las bóvedas de techo.

Creemos, por lo tanto, que las conexiones a realizarse en el futuro en Red Arteaga merecen un cuidado especial, de modo de que la unión del tubo de la conexión con la pared del colector, tanto en la zona de mampostería como de piedra, esté totalmente sellada y adecuadamente consolidada en todo el ancho del espesor del colector. Si bien la tarea de construcción de una nueva conexión domiciliaria, se realiza desde el exterior del colector, es necesario trabajar también desde el interior para lograr que la unión quede completamente estanca y no debilite las características estructurales del mismo. Esto también es válido para posibles nuevas conexiones de bocas de tormenta.

Se entiende importante construir un revoque con mortero del tipo de arena y cemento en la cara interior del colector, por debajo del ingreso de la conexión de modo de evitar la erosión del agua que ingresa por ésta.

Se deberá dar especial cuidado a eventuales cruces de otros servicios públicos (agua potable, telefonía, cables eléctricos, etc) para que no dañen la estructura del colector de Arteaga. El personal técnico municipal, previo aviso, deberá en todos los casos poder asesorar al respecto.

- En futuras licitaciones para trabajos de rehabilitaciones de otras zonas de la Red sugerimos realizar cambios en los recaudos de índole técnica, en cuanto a diferentes tipo de hormigones a utilizarse, ensayos, detalle de los tipos de reparación, preparación del colector previo a su reparación (lavados, etc.), y su incidencia en un nuevo diseño de rubrado.

Observación: La información contenida en el presente trabajo es propiedad exclusiva de la Intendencia Municipal de Montevideo, estando prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización correspondiente.