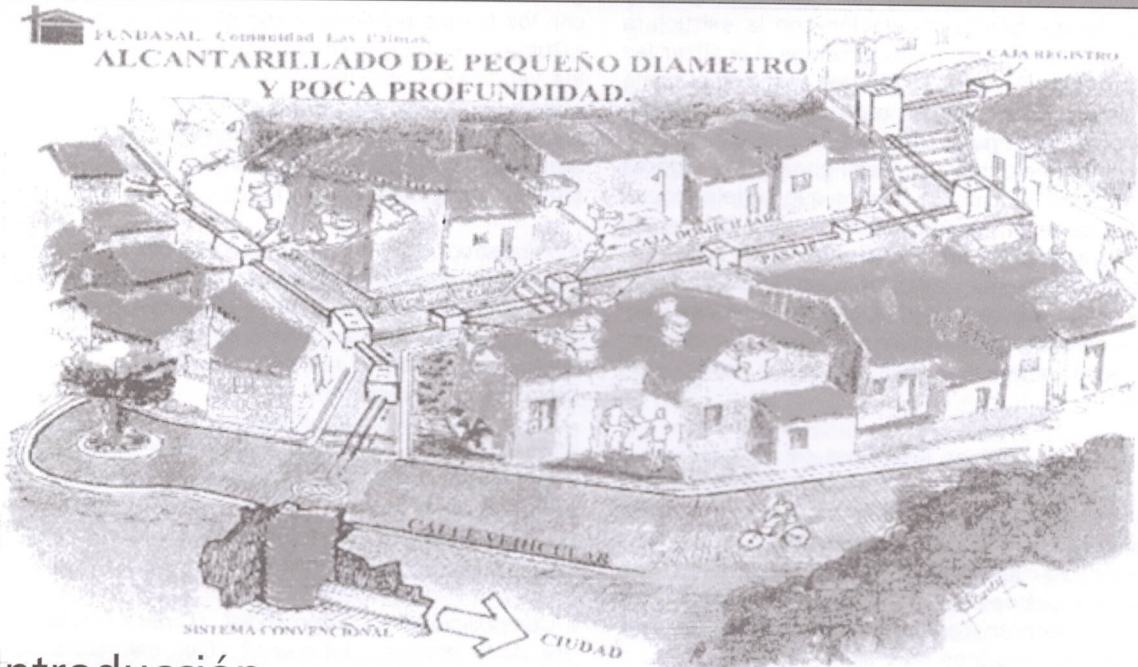


Alcantarillado de Pequeño Diámetro y Poca Profundidad

Ing. Rene Salvador Cardoza*



Introducción

El problema social que genera la exclusión de sectores de población urbana en barrios degradados debe visualizarse no sólo desde el punto de vista de la vivienda misma, sino del asentamiento y su impacto en los alrededores del mismo. La realidad de los sectores populares que viven en las áreas marginales de El Salvador, en viviendas construidas con desechos y asentadas en terrenos en condiciones de habitabilidad y topografía crítica y además desprovistos de los servicios más básicos que ofrece la ciudad al resto de población, está lejos de atenuarse, por el contrario, tiende a agravarse y de esta forma reafirma su condición de gueto.

Hasta 1997, los esfuerzos tanto gubernamentales como de los organismos no gubernamentales se habían centrado en ofrecer soluciones de *renovaciones de barrios marginales*, olvidando de alguna forma toda una inversión realizada por las familias durante su tiempo de permanencia en el lugar, esto no sólo desde el punto de vista económico, sino familiar, de arraigo, de esfuerzo propio. FUNDASAL, a partir de 1986, inicia un proceso de búsqueda de solución que no sea a través de la renovación de barrios, sino que esté en la vía de la *rehabilitación de barrios*, que consiste en mejorar substancialmente las condiciones del hábitat de éstos, dotándolos de servicios básicos domiciliarios, mejorando las vías de acceso, tanto en pasajes como vehiculares, mejorando las viviendas y la infraestructura social y comunal y desarrollando obras de protección en las zonas de riesgo.

Este artículo plantea la alternativa para el saneamiento del hábitat en barrios marginales populares, mediante la aplicación del *Sistema de Alcantarillado Sanitario de Pequeño Diámetro y Poca Profundidad (APD/PP)*, como uno de los componentes que se ejecutó dentro del programa de Rehabilitación de FUNDASAL en la Comunidad Las Palmas en San Salvador (1997- 2000).

La Comunidad Las Palmas se localiza en el sector oeste de la ciudad de San Salvador, capital de El Salvador y constituyó uno de los tugurios¹ más grandes del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)². El origen del asentamiento se remonta al año 1910, cuando el terreno se localizaba en las afueras de la ciudad. A fines de la década del cuarenta se inicia una ocupación masiva del terreno y ya para 1960 el asentamiento se ha consolidado en sus límites actuales. El crecimiento de la ciudad englobó a la Comunidad y la determinó así: al N y al W, la exclusiva Colonia San Benito, una de las áreas residenciales de más alta plusvalía de la ciudad; al E, la Carretera Panamericana, y al Sur, las instalaciones de la Feria Internacional y el plantel del Ministerio de Obras Públicas, quebrada La Lechuzza de por medio, cuyo cauce se halla altamente contaminado por vertidos industriales y aguas negras de instalaciones y viviendas que drenan a la cuenca.

¹ Tugurio es un asentamiento irregular generado por invasión sin planificación, carente de servicios básicos, con viviendas precarias, etc.

² El área metropolitana de San Salvador, es un conglomerado de 13 municipios en 543.3 km², que incluye la capital.

Una breve descripción de la situación inicial, previa a la intervención, al interior de la Comunidad, ilustra las condiciones expositivas de la exclusión física, económica y social a la que se veían sometidos sus habitantes, en plena ciudad:

- *alta concentración poblacional*: 1.342 familias habitan en 1.021 viviendas³ distribuidas en 17 parcelas, en un terreno de 9.6 Há, lo que arroja una densidad bruta de casi 550 habitantes por hectárea;
- *ordenamiento urbanístico*; no existía ordenamiento vial, ya que el asentamiento creció espontáneo;
- *servicios básicos inadecuados*: el abastecimiento de agua potable era colectivo; el saneamiento, por medio de letrinas de foso seco; se carecía de un sistema de drenaje de aguas pluviales; sistema de energía eléctrica, deficiente;
- *contaminación ambiental agravada*: la falta de atención de la municipalidad a la recolección de residuos sólidos, aunada a la falta de conciencia comunitaria, provocaba la existencia de grandes basureros a cielo abierto, que representan verdaderos focos de enfermedades;
- *inseguridad de la tenencia de la tierra*: los pobladores de la Comunidad no poseían títulos de propiedad de sus lotes. El terreno donde se asienta la comunidad era propiedad del Gobierno Central;
- *vivienda precaria*: las viviendas del asentamiento representaban diferentes grados de consolidación, por la edad del asentamiento. Las deficiencias en su estructuración eran de todo tipo.
- *situación organizativa*: en 1984, la organización comunal se constituye como "Asociación de Desarrollo Comunal ADESCO Las Palmas", al obtener su personería jurídica y su principal organismo comunal es su Junta Directiva que funciona como un organismo ejecutivo, consultivo y decisorio;
- *situación socioeconómica*: según la encuesta de 1993, el ingreso familiar promedio mensual resultó ser de U\$S 131, la mayor parte destinado a cubrir gastos de alimentación, debido a la relación del alto costo de la vida y a la irregularidad de ingresos económicos de las familias del sector informal del cual forman parte la mayoría de los pobladores.

Alcantarillado de Pequeño Diámetro y Poca Profundidad

El alcantarillado de pequeño diámetro y poca profundidad constituye un sistema de drenaje diseñado para aceptar todas las aguas servidas y negras en su estado primario, para su conducción a colectores convencionales para su ulterior descarga y/o tratamiento. Para la Comunidad Las Palmas fue diseñado para instalarse en los pasajes peatonales, que por ser de ancho reducido (1.50 a 2.00 m) y un ordenamiento irregular, no permitía la instalación de un sistema convencional. El diseño tomó como base las Normas Técnicas que orientan los diseños de los sistemas convencionales administrados por la Institución Reguladora y Administradora de la Distribución del agua potable y aguas negras dentro de las ciudades del país (ANDA).

Las conexiones al sistema son directamente de las cajas domiciliarias a las cajas de registro. Estas conexiones han sido provistas de una rejilla de hierro, para evitar posibles obstrucciones al sistema, ya que se considera que la mayor parte de las obstrucciones ocurren dentro de las viviendas. Los pozos de visita se sustituyen por estructuras más pequeñas como las cajas de registro.

Los colectores del APD/PP se inician en los pasajes peatonales con tuberías de diámetro 4" y profundidades iniciales de 0.50 m; luego pasan a diámetros de 6" en los siguientes tramos (de acuerdo a los cálculos hidráulicos) y éstos a su vez drenan en los colectores principales (sistema convencional) ubicados en los accesos vehiculares, para ser evacuados finalmente al colector de descarga de aguas negras. En cada cruce o quiebre horizontal / vertical se construye una caja de registro a la que evacúan también las conexiones domiciliarias. Este sistema, por el tipo de estructuras que utiliza, puede usarse en asentamientos densificados en donde el espacio es de vital importancia.

El APD/PP se diseña para ser utilizado con alta frecuencia de descargas de aguas servidas y negras; esencialmente, todas las viviendas ubicadas dentro de un área determinada se conectan al colector que pasa frente a ellas para asegurar la continuidad de su uso. El sistema es separativo y bajo ningún concepto se permite la conexión de aguas de lluvia al mismo. Una vez que la capacidad de las tuberías de pequeño diámetro se supera, se procede a la conexión del último tramo al sistema convencional de aguas negras. Este sistema ha sido utilizado con éxito en asentamientos de Pakistán, Brasil, Guatemala y otros países.

En un estudio realizado por G.S. Sinnatamby, del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Leeds, Inglaterra, se estableció una comparación de costos entre tres sistemas de saneamiento: sistemas "In Situ" (letrinas de hoyo seco) / alcantarillado convencional y APD/PP.

Si bien los sistemas "in situ" son económicos en su construcción, su limitada vida útil y el peligro potencial y real de contaminación que conllevan los vuelven desventajosos en el mediano plazo. Los alcantarillados convencionales, a su vez, se vuelven económicamente inapropiados para comunidades de bajos ingresos. Estudios conducidos por el Banco Mundial en ocho ciudades capitales del Tercer Mundo determinaron costos que van desde 600 hasta 4.000 U\$S/vivienda, con costos anuales de operación entre 150 y 650 U\$S/vivienda. Tales montos son inmanejables para la población de bajos ingresos. Además la dificultad física de construir alcantarillados convencionales en asentamientos irregulares con viviendas precarias inhibe el desarrollo pleno del sistema.

Los APD/PP se vuelven más económicos a medida que aumenta la densidad habitacional del asentamiento al que sirven. En tugurios de alta densidad, incluso se vuelven más baratos que los sistemas de saneamiento "in situ", tal como lo muestra la gráfica. El involucramiento de la comunidad en la etapa de diseño, construcción, operación y mantenimiento, contribuye a asegurar una solución sanitaria integral. Una inmediata conexión al sistema asegura el impacto en la salud de los habitantes y una mejora sustancial en el medio ambiente urbano. Los costos de construcción del sistema, monitoreados por el Banco Mundial oscilan entre 125 y 325 U\$S. Los gastos asociados de operación y mantenimiento anual se encuentran entre los 15 y 35 U\$S.

Aceptación del APD/PP por los estándares nacionales

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), institución que administra y norma los servicios de agua potable y aguas negras en El Salvador, dentro de sus normas técnicas no incluía normativas para la implementación del APD/PP; esto ocasionó que las primeras gestiones de factibilidad del servicio fueran denegadas. Fueron innumerables las gestiones técnicas realizadas con esta institución y el tiempo transcurrido sin obtener una respuesta positiva. Fue hasta el año 1995 que ANDA emite la factibilidad para el uso del sistema de APD/PP, pero condiciona a que se eduque a la Comunidad para el uso y mantenimiento del APD/PP por cinco años. En 1996 se obtuvo la aprobación de los planos de las redes de acueductos y alcantarillado sanitario.

El sistema de APD/PP ha generado una serie de adecuaciones de las normas actuales en la vía de poder

dar una alternativa real a las comunidades marginales en el país. Lo anterior ha demostrado que el APD/PP es la única alternativa tecnológica, replicable, sostenible y demostrativa para poder solucionar el problema de introducción de servicios básicos en las comunidades populares con una alta densidad poblacional y en donde la existencia de infraestructura física ya establecida y reducida en espacio, dificultaría cualquier intento de introducir los servicios de evacuación de aguas negras según las normas actuales, que están diseñadas para favorecer las construcciones nuevas y no a la población que ya existe en tugurios.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de las normas de proyecto que fueron aplicadas en el proyecto de Rehabilitación de Comunidad Las Palmas y las normas tradicionales.

Normas del Proyecto	Normas Institucionales
Sistema de Alcantarillado Sanitario de Pequeño Diámetro y poca profundidad (APD/PP)	No hay normativas para Sistema de APD/PP.
<p>INSTALACIÓN Diámetro en pasajes de 4" y 6" Diámetro acometida domiciliar 4" y 6" Conexión a través de cajas de registro. Profundidad mínima entre la parte superior de la tubería y la rasante del terreno 0.5 metros. Acometida domiciliar a través de las cajas de conexión o registro.</p> <p>UBICACIÓN En acceso vehicular: 1.0 metros del cordón. En acceso peatonal: 0.50 metros del cordón. Uso de accesorios para salvar desniveles. Cajas de registro de 2 metros de profundidad máxima. La distancia horizontal entre los tres sistemas de Aguas Negras, Aguas de Lluvia y Agua Potable es de 0.50 metros.</p>	<p>INSTALACIÓN Diámetro mínimo en pasajes de 8" Diámetro de acometida domiciliar 6" Conexión a través de pozo de registro Profundidad mínima entre la parte superior de la tubería y la rasante del terreno 1.0 metros. Acometida domiciliar a través de Tee a 45°.</p> <p>UBICACIÓN En acceso vehicular: 1.50 metros del cordón. No hay normativa para el uso de accesorios en urbanizaciones. Cajas de registro de 1.25 libre metros de profundidad máxima. La distancia horizontal libre entre los tres sistemas de Aguas Negras, Aguas de Lluvias y Agua Potable no podrá ser menor a 1,50m. Con respecto al sistema de Aguas de Lluvias el sistema de Agua Potable deberá dejarse a una distancia horizontal de 1.00 metros.</p>

Aceptación del APD/PP por la Comunidad

Hasta la fecha ninguna institución gubernamental o no gubernamental ha desarrollado ningún proyecto de evacuación de aguas negras para la Comunidad, por diferentes razones (condiciones físicas, socioeconómicas y de legalidad que ésta presenta). Esto convierte al sistema propuesto en un puntal para estimular la capacidad de la Comunidad de organizar y gestionar sus propias prioridades de desarrollo.

En un primer momento la Comunidad se mostró un poco escéptica y renuente a la aceptación de este sistema, que para ellos era totalmente nuevo, situación que pudo ser manejada mediante un trabajo social organizativo implementado por FUNDASAL en el desarrollo del proyecto.

El sistema de alcantarillado sanitario a implementar en la Comunidad se planteó en forma combinada, es decir en los pasajes peatonales se instaló el sistema APD/PP y en los accesos vehiculares y para el colector de descarga se usó el sistema convencional; esto obedeció a las condiciones establecidas por parte de ANDA, lo que significó una limitante en cuanto al uso del APD/PP.

Intervención de actores en el proyecto

Un proyecto de la magnitud de Las Palmas requirió de una coordinación con todas las instituciones del gobierno local y nacional que necesariamente tenían que ver con diferentes aspectos del mismo. FUNDASAL siempre ha creído que la integralidad del enfoque de la rehabilitación depende grandemente de que cada actor asuma su responsabilidad sectorial para transformar el hábitat de la comunidad e integrar el asentamiento a la dinámica de la ciudad. Dicho proceso abarca desde la consecución de mejoras físicas a la infraestructura de servicios hasta el cambio de actitud de las diferentes instituciones hacia la comunidad.

El proceso de gestión y comunicación con diferentes instituciones para la obtención de factibilidad, permisos y aprobaciones para el proyecto se realizó en conjunto FUNDASAL-Comunidad. El Estado, a través de diferentes organismos como ANDA, Ministerio de Obras Públicas y Alcaldía Municipal, asume las responsabilidades en el desarrollo del proyecto, contribuyendo así al establecimiento de nuevos estándares para este tipo de asentamientos y al mejoramiento del hábitat de esta comunidad, que por muchos años se vió excluida de los servicios de alcantarillado, tan importantes en la calidad de vida.

La Comunidad, como principal actor de este proyecto, aportó la mano de obra para la instalación del sistema de APD/PP y participa a través de su directiva en las gestiones con las diferentes instituciones involucradas.

Modalidad de Ejecución

El sistema APD/PP se ejecutó por medio de la modalidad de *ayuda mutua*, con la participación masiva de la misma comunidad con su mano de obra como aporte a la ejecución del proyecto, a pesar de no ser mano de obra calificada. Para tal fin FUNDASAL realizó capacitaciones previas a los equipos de trabajo, sobre los procesos constructivos y metodología de trabajo para este componente.

Operación y Mantenimiento

La operación del sistema APD/PP no descansa en la utilización de grandes cantidades de agua, más bien se basa en la alta frecuencia de descargas de aguas servidas y negras que pasan por el sistema. Por tanto, áreas densamente pobladas como los tugurios, ofrecen condiciones para esta operación.

El mantenimiento del sistema comprende inspecciones, limpieza periódica de las tuberías y cajas de registro y la verificación de la no existencia de conexiones ilegales de las aguas lluvias al sistema. La operación y mantenimiento del sistema corre por cuenta de la comunidad y ANDA; para tal fin se capacitó a los pobladores mediante jornadas educativas, información escrita, campañas de divulgación masiva y asistencia técnica a grupos definidos en cada parcela. Además se dotó de implementos y herramientas de limpieza.

Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- La profundidad reducida de las excavaciones y los consiguientes reducidos volúmenes de relleno compactado hacen de este sistema una buena alternativa para los trabajos de ayuda mutua, en los que puede involucrarse mano de obra comunal no especializada.
- La sustitución de los tradicionales pozos de visita (que son estructuras de casi 2 m de diámetro exterior) por cajas de registro (1 m) representa otra ventaja de consideración, sobre todo en áreas de trabajo reducidas.
- En el sistema APD/PP no existen puntos ciegos de conexión, toda derivación se ejecuta a través de cajas de registro y cada vivienda tiene su caja para su descarga domiciliar.
- Los costos de excavación/relleno/acarreo/compactado son reducidos por la poca profundidad de las instalaciones. Se logra ahorrar hasta un 40% en relación al sistema de alcantarillado convencional.
- Costos reducidos de materiales. Se utiliza tuberías de diámetros pequeños de 4" y 6" de cloruro de polivinilo (PVC, coeficiente de rugosidad: 0.009) para favorecer el arrastre de los sólidos; estas tuberías son más baratas que las de mayor diámetro. Los grandes pozos de visita se sustituyen por pequeñas cajas de registro mucho más sencillas, lo que implica menor cantidad de materiales y por ende menor costo.
- Requerimientos reducidos de operación y mantenimiento por la poca profundidad de las tuberías del APD/PP, que facilita las operaciones de mantenimiento, ofreciendo a la vez un alto potencial de participación comunitaria en dicha actividad.
- Requerimientos reducidos de agua: como el APD/PP se diseña para flujo intermitente, de tal manera que las aguas servidas generadas contribuyen con la fuerza tractiva para el transporte de sólidos aguas abajo, no son necesarias grandes cantidades de agua para su operación, por lo que el APD/PP se vuelve más económico a medida que aumenta la densidad habitacional del asentamiento.
- El tiempo en la ejecución del sistema es menor por el tipo de estructuras más pequeñas a construir y por las tuberías de diámetros menores, que son más fáciles de instalar y de manejar.

Desventajas:

- El sistema de APD/PP requiere un componente alto de capacitación y educación de la población usuaria para garantizar la operación sin obstrucciones del sistema. Su implementación sin un adecuado programa de divulgación y educación sobre el cuidado de las tuberías constituye un riesgo de sometimiento del sistema a solicitudes para las cuales no ha sido diseñado.
- El mantenimiento de los artefactos sanitarios, tuberías y cajas de registro debe ser constante para mantener el buen funcionamiento del mismo.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Al comparar las ventajas y desventajas del sistema APD/PP, surge que es una alternativa ideal para el saneamiento de asentamientos populares, donde la mayoría de accesos y pasajes son peatonales y a menudo de anchos muy reducidos y de topografía irregular. En estas condiciones es más factible instalar tuberías de diámetro pequeño y construir estructuras más sencillas, además que el costo es más bajo que el de los sistemas convencionales.

2. Con la aprobación del sistema APD/PP en la Comunidad Las Palmas, ANDA da la pauta para la generación de nuevos estándares en el país, lo que permitirá que otras comunidades en similares condiciones puedan tener la oportunidad de acceder a este tipo de servicios, mejorando así la calidad de vida de los mismos. Sin embargo ANDA a pesar de que ha emitido la aprobación del sistema APD/PP, mantiene la disposición de no aceptar el sistema durante los primeros cinco años; se puede interpretar esto como la previsión institucional ante una nueva tecnología que se aparta de los parámetros tradicionales para la evacuación de las aguas negras, por lo que el éxito en el manejo del sistema por parte de la Comunidad se vuelve estratégico para la sostenibilidad y, más importante aún, la replicabilidad de este modelo que abre grandes posibilidades para el saneamiento de asentamientos a bajo costo.

3. La aplicabilidad del sistema de APD/PP en comunidades fuertemente orientadas a la organización comunal y a la capacitación-educación de su población representa una fortaleza para asumir la operación y mantenimiento del sistema que garantice un funcionamiento con el mínimo de problemas.

4. Los pobladores de la Comunidad Las Palmas deben estar conscientes de su responsabilidad en cuanto al buen uso y mantenimiento del sistema, ya que ellos son los protagonistas principales del éxito de este nuevo sistema.