

# Alcantarillado condominial

UNA ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS  
DEL MILENIO EN EL CONTEXTO DE LOS MUNICIPIOS SALUDABLES

TERESA CRISTINA LAMPOGLIA  
SÉRGIO ROLIM MENDOÇA



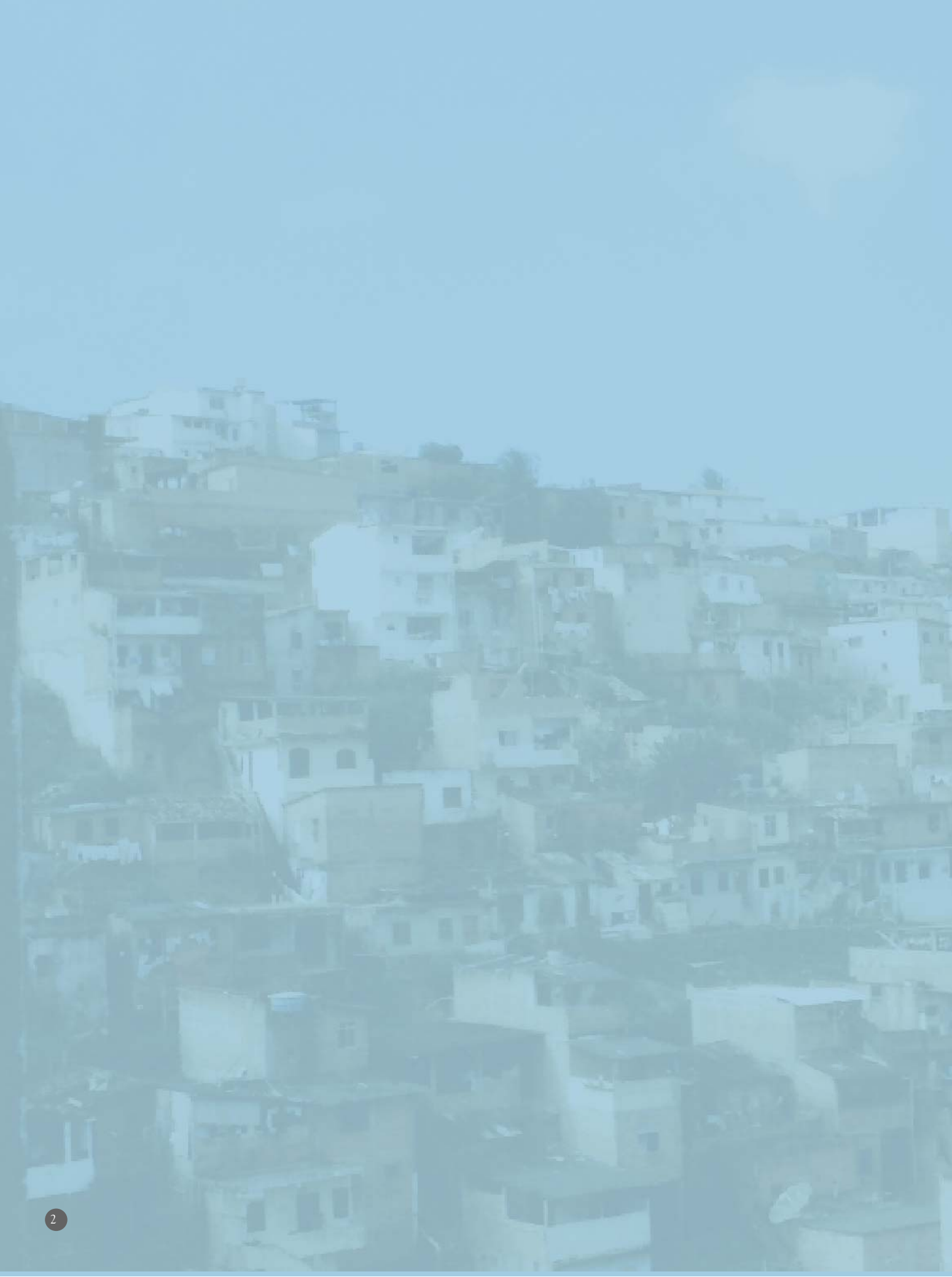
**Organización  
Panamericana  
de la Salud**



Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud  
**ÁREA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y  
SALUD AMBIENTAL**



**Centro Panamericano de  
Ingeniería Sanitaria y  
Ciencias del Ambiente  
CEPIS/OPS**



# Alcantarillado condominial

UNA ESTRATEGIA DE SANEAMIENTO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS  
DEL MILENIO EN EL CONTEXTO DE LOS MUNICIPIOS SALUDABLES

TERESA CRISTINA LAMPOGLIA  
SÉRGIO ROLIM MENDONÇA



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**



Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

**ÁREA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y  
SALUD AMBIENTAL**



**CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y  
CIENCIAS DEL AMBIENTE - CEPIS**

Coordinación y colaboración: Sérgio Rolim Mendonça  
Asesor en Sistemas de Aguas Residuales del CEPIS/ SDE/ OPS  
(srolimmendonca@gmail.com)

Informe elaborado por: Teresa Cristina Lampoglia  
Consultora independiente  
(teresa.lampoglia@gmail.com)

Apoyo técnico:

Bolivia: Fernando Inchauste  
Brasil: Patrícia Campos Borja  
María Teresa Chenaud Sá de Oliveira  
Aline Linhares Loureiro  
Perú: Teresa Cristina Lampoglia  
Marco Antonio Venegas P.

El CEPIS/ SDE/ OPS se reserva todos los derechos. El contenido de este documento puede ser reseñado, reproducido o traducido, total o parcialmente, sin autorización previa, a condición de que se especifique la fuente y de que no se use para fines comerciales.

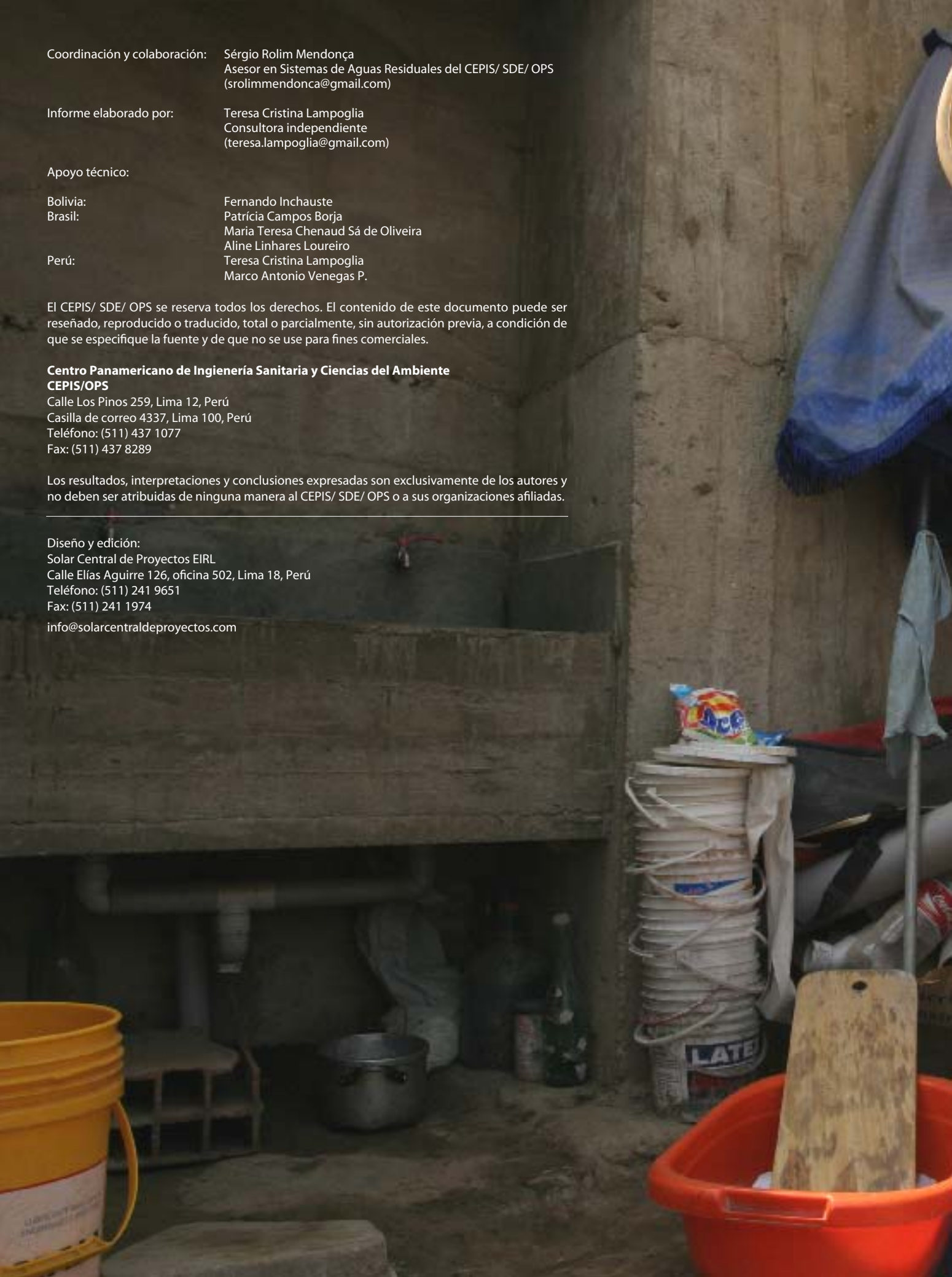
**Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
CEPIS/OPS**

Calle Los Pinos 259, Lima 12, Perú  
Casilla de correo 4337, Lima 100, Perú  
Teléfono: (511) 437 1077  
Fax: (511) 437 8289

Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresadas son exclusivamente de los autores y no deben ser atribuidas de ninguna manera al CEPIS/ SDE/ OPS o a sus organizaciones afiliadas.

Diseño y edición:

Solar Central de Proyectos EIRL  
Calle Elías Aguirre 126, oficina 502, Lima 18, Perú  
Teléfono: (511) 241 9651  
Fax: (511) 241 1974  
info@solarcentraldeproyectos.com





# ÍNDICE

## PREFACIO

9

## CAPÍTULO 1

### SANEAMIENTO Y SALUD EN LAS AMÉRICAS

- Introducción 12
- El alcantarillado condominial 12
- Los objetivos de desarrollo del milenio en agua y saneamiento y los desafíos en la toma de decisión por parte de autoridades y usuarios 13
- La integración del sistema de alcantarillado condominial en el contexto de los municipios y comunidades saludables 14
- La situación de las áreas periurbanas de las grandes, medianas y pequeñas ciudades en América Latina 15
- Aspectos de salud 15
- Criterios técnicos, económicos y sociales de sistemas de agua y saneamiento 17
- Modo de participación en la toma de decisiones de usuarios 18
- Capacidad financiera del gobierno nacional, gobiernos locales y de usuarios 19

## CAPÍTULO 2

### ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

- Aspectos conceptuales 23
  - Generalidades 23
  - Actividades previas para implementar un proyecto de alcantarillado condominial 24
  - Organización del equipo promotor y ejecutor del proyecto 24
  - Modelos de gestión de los sistemas implantados 24
  - Costos comparativos con el sistema convencional 25
- Promoción de la salud, comunicación social y educación sanitaria 26
  - Plan local de desarrollo y comité intersectorial para los municipios y comunidades saludables 26
  - Organización de la población 27
  - Educación en temas condominiales y educación sanitaria 27
- Metodología para la implantación de un alcantarillado condominial 28
  - Selección del área para implantación del sistema 28
  - Caracterización del área 29
  - Asambleas comunales y reuniones de condominios 29
  - Término de adhesión 30
  - Visitas casa por casa 30
  - Diseño del sistema 30
  - Capacitación en actividades de construcción y de mantenimiento 31
  - Tratamiento de las aguas residuales 31

## CAPÍTULO 3

### ESTUDIOS DE CASO EN BOLIVIA, BRASIL Y PERÚ

- Introducción 33
- Estudio de caso Bolivia: Proyecto Piloto El Alto (PPEA), La Paz 33
  - Características de la zona de intervención 34
  - Metodología utilizada en la implantación del sistema de alcantarillado condominial 35
  - Parámetros de diseño 37
  - Costos del sistema condominial y su variación en relación al sistema convencional 38
  - Nivel de conectividad 40
- Evaluación de la operación de los sistemas 40
  - Conflictos generados y su solución 42
  - Impacto en las tarifas 43
  - Aspectos normativos 43
- Estudio de caso Brasil: Salvador, Bahía 44
  - Aspectos técnicos y normativos 46
  - Aspectos económicos 46
  - Aspectos culturales 47
  - Sistemas condominiales de alcantarillado sanitario en Salvador, Bahía 48
  - La opción por el alcantarillado condominial en Salvador 48
  - El Micro Sistema V – Cuenca del Alto San Caetano 49
  - Microáreas de la ciudad de Salvador 52
  - Conclusiones 55
- Estudio de caso Perú: Experiencias piloto con sistemas condominiales de alcantarillado sanitario 57
  - La experiencia de Sedapal (Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) 57
  - Asentamientos humanos La Libertad Alta y Villa Hermosa (Comas, Lima) 61
  - Municipalidad distrital de Independencia (Huaraz, Ancash) 63
  - Asentamiento humano Nueva Esperanza (Paita, Piura) 67

## CAPÍTULO 4

### ASPECTOS TÉCNICOS DEL ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

- Diseño 71
- Construcción 72
- Operación y mantenimiento 73
- Tablas para el dimensionamiento de colectores de sección circular 74

## CAPÍTULO 5

- Conclusiones y recomendaciones 81

## BIBLIOGRAFÍA

85





# PREFACIO

La relación del ser humano con su ambiente se supone armoniosa y de mutuo provecho. Sin embargo, suele tornarse conflictiva en ambos sentidos. Por ejemplo, esta relación puede ser beneficiosa para la salud, pero también serlo agresiva para la misma. Surge así la disciplina de salud ambiental, cuyo objetivo es conciliar esta relación, promoviendo sus efectos benéficos y controlando los perjudiciales a la salud.

El ser humano ha sido concebido para interactuar necesariamente con su medio ambiente, utilizando los recursos que lo rodean, tales como el aire, el agua, la tierra y los productos que le sirven de sustento, proporcionándole las condiciones indispensables para su supervivencia. El cuerpo del hombre procesa en su organismo los alimentos, extrayendo los elementos que le sirven, y expulsando los residuos, sobre todo a través de la orina y las heces. En estos residuos se encuentra gran cantidad de materia orgánica que completa en el ambiente su proceso de conversión en materia inorgánica. Pero la carencia de condiciones adecuadas de disposición final de las excretas causará contaminación ambiental, propiciando la presencia de animales, roedores e insectos; y la diseminación de enfermedades diarreicas, las cuales afectan en particular a los niños.

Esta situación se agrava cuando concurren la pobreza y el analfabetismo existente en ciertos estratos sociales de nuestros países. Estas poblaciones provienen principalmente de áreas rurales, que tienden a emigrar a las áreas suburbanas de las ciudades, las que no están preparadas para ese propósito. Por las limitaciones propias de sus recursos financieros, en las ciudades suelen establecerse en áreas que no cuentan con servicios elementales, tales como provisión de agua y servicios de adecuada disposición de excretas. La provisión de servicios convencionales se dificulta por razones económicas, debido a que se requieren grandes inversiones, las cuales usualmente resultan imposibles. El crecimiento constante de esta modalidad invasiva de creación de nuevas áreas marginales o suburbanas está aumentando sustantivamente las áreas periurbanas con déficit de cobertura en estos servicios.

Según la Organización Mundial de la Salud, la ausencia de enfermedades no es lo que define la salud, si no el conjunto de condiciones que conllevan al bienestar físico y moral de las personas. En este contexto, contar con los servicios básicos de saneamiento mejora las condiciones de salud y ambientales, además de contribuir para el aumento de la autoestima de los habitantes. Por otro lado, el modelo condominial incorpora a los usuarios en un proceso decisorio y participativo durante su concepción e implantación. La obra ya no es vista como una propiedad ajena, si no como parte integrante de la comunidad, generando un sentido de propiedad que conduce a la mejor utilización de la infraestructura instalada. Asimismo, el ahorro monetario obtenido con el sistema es clave para garantizar la universalización de los servicios básicos entre toda la población.

Esta publicación transmite los conceptos elementales de los sistemas de alcantarillado condominial y sus ventajas comparativas en relación a los sistemas convencionales. Además, presenta la valiosa experiencia de la aplicación de esta tecnología en tres países sudamericanos: Bolivia, Brasil y Perú. El sistema condominial es un instrumento importante para la provisión de servicios sustentables de alcantarillado a todos los estratos poblacionales. La difusión de esta propuesta tiene como principal objetivo suministrar a la Red de Municipios Saludables una herramienta de lenguaje sencillo que pueda contribuir al alcance de los Objetivos del Milenio en agua y saneamiento, ayudando a ampliar las condiciones de dignidad humana entre todos los habitantes de los centros urbanos y rurales de los países más pobres.

Queremos agradecer a los autores, ingenieros Teresa Cristina Lampoglia y Sérgio Rolim Mendonça, ambos con amplia experiencia profesional en el campo de saneamiento básico y ambiental, por su valiosa contribución.

Enero de 2006

**DR. LUIZ AUGUSTO CASSANHA GALVÃO**, GERENTE

ÁREA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL – SDE

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – OPS

OFICINA REGIONAL PARA LAS AMÉRICAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD – OMS

1.



## INTRODUCCIÓN

Muchos son los problemas que afrontan los países de América Latina y el Caribe en lo relacionado al abastecimiento de agua potable y a la recolección, tratamiento y disposición final de desagües. Estos problemas afectan directamente las condiciones de salud y bienestar de la población, y los más perjudicados por la deficiencia de los servicios básicos siempre son los más necesitados. Su mitigación resultará una importante contribución para la superación de la pobreza.

El número de personas en situación de pobreza en áreas urbanas en América Latina ha aumentado de 44 a 126 millones de 1970 a 1997, mientras que en zonas rurales se ha mantenido en 78 millones durante el mismo periodo. La incontrolada migración hacia la ciudad ha agudizado la situación de pobreza de esta población, por lo que se deben reorientar las estrategias para priorizar el apoyo a las zonas periurbanas (BID, 2001).

En 1998 sólo 241 millones de personas en América Latina y el Caribe tenían acceso a redes de alcantarillado, representando un 49% de cobertura. Otros 152 millones eran servidos apenas con sistemas *in situ*, tales como letrinas, tanques sépticos, etc.; y los 103 millones restantes no disponían de ningún tipo de servicio (OPS/OMS, 2001). La tabla 1.1 presenta la evolución de la cobertura de alcantarillado en América Latina y el Caribe entre 1960 y 1998.

TABLA 1.1 – EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE ALCANTARILLADO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Año	Población total (en miles)	Con alcantarillado	
		Población (en miles)	Cobertura
1960	209.000	29.000	14%
1971	287.000	59.000	21%
1980	339.000	95.000	28%
1990	429.000	168.000	39%
1998	497.000	241.000	49%

Fuente: OPS/OMS (2001)

Para el año 2002 se ha estimado que 137 millones de personas no tenían acceso a saneamiento mejorado<sup>1</sup>, estando 65 millones ubicadas en el área urbana y 72 millones en el área rural. Es importante mencionar que entre 1990 y 2002 la población rural sin acceso disminuyó de 83 a 72 millones, mientras que la población urbana sin acceso creció de 56 a 65 millones en el mismo periodo (OMS/UNICEF,

<sup>1</sup> Instalaciones de saneamiento mejoradas: conexión a alcantarillado o a un sistema séptico; letrina de sifón, de pozo simple o de pozo mejorada con ventilación.



2005). Por otro lado, la tasa de mortalidad infantil en menores de cinco años para América Latina y el Caribe fue de 39,8/1.000 en el año 2003 (OPS/OMS, 2003).

El acceso al servicio de alcantarillado mejora las condiciones de salud y el nivel de vida de las familias. Esto concuerda plenamente con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), acordados por ocasión de la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, realizada en la ciudad de Nueva York en setiembre de 2000, documento suscrito por 191 Estados miembros de las Naciones Unidas. En esa cumbre, los dirigentes mundiales acordaron metas, objetivos mensurables y plazos para combatir la pobreza, el hambre, las enfermedades, el analfabetismo, la degradación del ambiente y la discriminación en contra de la mujer. Específicamente con relación a las condiciones de agua y saneamiento, el Objetivo n° 7<sup>2</sup> propone para la Meta 10: “Reducir a la mitad, al año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”; asimismo, para la Meta 11: “Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, el acceso a la vivienda digna en los asentamientos humanos”.

## EL ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

La información presentada anteriormente demuestra que, a pesar de que el déficit de cobertura de alcantarillado en América Latina y el Caribe ha disminuido, el número de personas sin servicios aún es bastante elevado, y sigue incrementándose principalmente en las zonas urbanas. Este problema en parte es consecuencia de las elevadas inversiones necesarias para la implantación de sistemas convencionales de alcantarillado, que según cifras estimadas por el Banco Mundial pueden llegar a 300 dólares americanos por habitante.

Agravando esta situación, se constata que muchos sistemas convencionales implementados no son utilizados a plenitud por falta de conexión de los domicilios a la red principal (conexión domiciliaria). También se constata que la población de bajos ingresos, principalmente por falta de motivación, no instala los servicios sanitarios dentro de sus viviendas (conexión intradomiciliaria). En países subdesarrollados o en vías de desarrollo se ha comprobado también en la práctica que en sistemas convencionales los índices de conectividad (conexión a la red principal) pueden ser inferiores al 20%.

La búsqueda de alternativas de menor costo y de mayor efectividad ha llevado al desarrollo de diversas tecnologías apropiadas. Tal es el caso de los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario, que también pueden ser usados en conjunto con una red de alcantarillado convencional. Una de las grandes ventajas del sistema de alcantarillado condominial es que garantiza un índice de conectividad de los usuarios al sistema cercano al 100%, situación inusual cuando se instalan solamente redes de alcantarillado convencional. Otra ventaja radica en que impulsa la implementación conjunta de la red colectora y de la planta de tratamiento de desagües, evitando el deterioro de los cuerpos receptores y, consecuentemente, del medio ambiente.

El modelo condominial de alcantarillado sanitario promueve cambios con relación al sistema convencional que permiten reducir los costos de inversión y de operación y mantenimiento en esa infraestructura. Los recursos para inversión de sistemas condominiales representan entre 30 y 60% del valor requerido para la construcción de los sistemas convencionales.

---

<sup>2</sup> Objetivo 7: Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente.

Desde el punto de vista de ingeniería, el modelo condominial introduce cambios en el trazado de redes, especialmente en relación a su diámetro y profundidad, resultando en ahorros considerables en inversión. Por otro lado, el sistema condominial incluye un componente social en su implementación, haciendo a los usuarios partícipes desde la concepción de la infraestructura hasta su construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento, siendo el nivel de participación definido por el mismo poblador. El resultado esperado es la optimización del sistema, un mejor funcionamiento y el buen uso de la infraestructura. Beneficios adicionales han sido reportados en sistemas implantados en zonas urbano-marginales, como el mejoramiento de las viviendas, el aumento de la autoestima de los beneficiarios y la elevación de las condiciones de vida de los pobladores.

El sistema condominial de alcantarillado sanitario es una alternativa que los gobiernos pueden adoptar para disminuir el déficit de cobertura y, consecuentemente, mejorar las condiciones de salud de las poblaciones menos favorecidas.

## LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO EN AGUA Y SANEAMIENTO Y LOS DESAFÍOS EN LA TOMA DE DECISIÓN POR PARTE DE AUTORIDADES Y USUARIOS

Los ODM son las metas específicas de reducción de la pobreza más completas y que más amplio apoyo han obtenido en el mundo. Para el sistema político internacional, representan la piedra angular en la que se basan los proyectos de desarrollo. Para más de mil millones de personas que viven en condiciones de pobreza extrema, representan los medios necesarios para poder llevar una vida productiva. Para todos los habitantes del mundo, son el punto de partida de la búsqueda de un mundo más seguro y pacífico.

Los ODM sintetizan acuerdos internacionales suscritos en importantes conferencias sobre desarrollo y salud, como la de El Cairo (1990); Río de Janeiro (Agenda 21, 1992); Washington DC (Carta Panamericana sobre Salud y Medio Ambiente, 1995); Copenhague (1995); y Ottawa (2002); así como la Carta de Ottawa (1986). Ésta última –para la Promoción de la Salud– ha definido una propuesta hacia una nueva concepción de la salud pública en el mundo. La Carta presenta varios temas respecto a cómo promocionar la salud y uno de ellos en especial se refiere al saneamiento básico (Mendonça, 2000).

En agosto de 2005, en el marco de la Sexta Conferencia Internacional sobre Promoción de la Salud, celebrada en Bangkok, Tailandia, un grupo internacional de expertos estableció sus opiniones en la Carta de Bangkok para la Promoción de la Salud en un Mundo Globalizado (Cerqueira, 2005). Esta Carta establece las medidas, los compromisos y las promesas necesarias para abordar los factores determinantes de –como su nombre lo indica– la salud en un mundo globalizado. Afirma que las políticas y alianzas destinadas a empoderar a las comunidades y mejorar la salud y la igualdad en dicha materia deben ocupar un lugar central en el desarrollo nacional y mundial.

La Carta de Bangkok menciona, entre los factores que afectan la salud, la urbanización y los cambios sociales, económicos y demográficos (rápidos y con frecuencia adversos), que repercuten en las condiciones laborales, los entornos de aprendizaje, las estructuras familiares, la cultura y los aspectos sociales de las comunidades. Mujeres y hombres se ven afectados de distinta forma, y se han agravado la vulnerabilidad de los niños y la exclusión de las personas marginadas, de los discapacitados y de los pueblos indígenas.

Una estrategia para desarrollar un mundo más sano es la adopción de medidas políticas enérgicas, una amplia participación y actividades permanentes de promoción. Uno de los compromisos pro-



puestos a favor de la salud para todos es lograr su promoción como un objetivo fundamental de las comunidades y de la sociedad civil. En ese sentido, ambas lideran la puesta en marcha, el diseño y el desarrollo de actividades de promoción de la salud. El apoyo a la 'creación de capacidad' es particularmente importante en las comunidades menos desarrolladas. Estas proposiciones concuerdan plenamente con el modelo condominial de alcantarillado sanitario.

## LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL EN EL CONTEXTO DE LOS MUNICIPIOS Y COMUNIDADES SALUDABLES

En muchos países pobres (prácticamente todas las naciones en vía de desarrollo), los recursos nacionales no son suficientes para alcanzar los ODM. Estos países necesitan ampliar la movilización de sus recursos nacionales para financiar estrategias de reducción de la pobreza basadas en los ODM, recurriendo a los ingresos gubernamentales, a las contribuciones de hogares nacionales, a las inversiones del sector privado y a la cooperación financiera internacional.

La garantía para que estos procesos de mejoramiento de la salud ambiental tengan éxito es ejecutarlos por medio de municipios y comunidades saludables, cuya característica principal es la implementación de una estrategia de salud ambiental para mejorar el nivel de calidad de vida de la población. La clave es el trabajo coordinado y en equipo con todas las instituciones privadas y públicas, organizaciones representativas de la sociedad civil, y particularmente las organizaciones comunales, lideradas por los municipios. Lo que se busca es establecer un pacto social con el fin de cambiar la mentalidad y las actitudes que van contra la salud ambiental.

La salud ambiental, llamada también saneamiento ambiental, es la variedad de factores externos al ser humano que impiden la transmisión de enfermedades, permitiendo un mejor nivel de calidad de vida al satisfacer las necesidades de vivienda, alimentación, empleo y actividades recreacionales. La salud, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), no significa la ausencia de enfermedades, sino fundamentalmente el estado global de bienestar físico y mental de la persona.

Como se ha mencionado líneas arriba, una de las más importantes características del sistema condominial de alcantarillado sanitario, aparte de los aspectos técnicos que permiten la reducción de los costos, es participación activa de los pobladores por medio de sus organizaciones comunales en la toma de decisiones de todas las etapas del proceso de implantación del sistema. El proceso social en el diseño, implantación y puesta en marcha sigue el enfoque propuesto para los municipios y las comunidades saludables.

## LA SITUACIÓN DE LAS ÁREAS PERIURBANAS DE LAS GRANDES, MEDIANAS Y PEQUEÑAS CIUDADES EN AMÉRICA LATINA

El mayor déficit de cobertura de los servicios básicos de las ciudades de América Latina está localizado en sus áreas periurbanas o urbano-marginales, también conocidas en diversos países por nombres como favelas, pueblos jóvenes, barriadas, asentamientos humanos, villas miseria, tugurios y otros. Éste es el resultado del fenómeno de migración del campo a la ciudad observado a partir de la segunda mitad del siglo XX, que ha generado como consecuencia el crecimiento explosivo y desordenado de las zonas urbano-marginales. Estas áreas tienen como característica común la ausencia de desarrollo urbanístico adecuado y la deficiencia en la prestación de los servicios básicos, principalmente el abastecimiento de agua, el alcantarillado y la recolección de residuos sólidos.

En el caso de los servicios de alcantarillado, la topografía local, aliada a la falta de ordenamiento urbanístico, dificulta la implantación de los sistemas convencionales. Adicionalmente, la carencia de recursos económicos de las familias que allí habitan limita la capacidad de pago de una tarifa que permita financiar los altos costos de inversión requeridos por la infraestructura convencional. La superación de los problemas existentes demanda la búsqueda de alternativas de infraestructura de bajo costo y de financiamiento a largo plazo a un bajo interés, con el establecimiento también de una política tarifaria coherente.

Queda claro que la alternativa del alcantarillado condominial, por sus menores requerimientos de inversión y por el trabajo en conjunto con la comunidad, resulta una alternativa factible para programas masivos de expansión de la cobertura en zonas urbano-marginales.

## ASPECTOS DE SALUD

La calidad de vida se mide principalmente en base a la cantidad y calidad del agua que se utiliza para el consumo humano, y a cómo los habitantes efectúan la disposición de sus excretas, tanto para las grandes, medianas y pequeñas ciudades, sus zonas periurbanas y para las localidades rurales. La disposición sanitaria de las excretas es un componente fundamental de la salud ambiental. La OMS la coloca entre las primeras medidas que deben adoptarse para asegurar la higiene del medio en las zonas urbano-marginales, rurales y en las pequeñas localidades.

La carencia de adecuadas condiciones higiénicas en la disposición de las excretas humanas es la principal causa de contaminación del suelo y de las aguas. La contaminación del suelo incita la presencia de roedores, insectos y otras alimañas. Esas condiciones son propicias para la transmisión de graves enfermedades. Las bajas coberturas de saneamiento y la inadecuada disposición de las aguas residuales también favorecen la diseminación de enfermedades diarreicas. Según la OMS, 1,6 millones de niños menores de cinco años mueren anualmente en el mundo por estas afecciones, principalmente debido a deficientes condiciones de agua y saneamiento (OMS, 2005). Asimismo, la transmisión de enfermedades parasitarias consume la energía y la nutrición de las personas más pobres y jóvenes de la región.

Actualmente el 90% de los desagües de América Latina y el Caribe son vertidos sin ningún tipo de tratamiento a ríos, mares, lagos y tierras agrícolas. Se estima que en la región cerca de 2,5 millones de hectáreas de tierras agrícolas son irrigadas con aguas residuales contaminadas con patógenos, generando serios problemas de salud pública y contaminación ambiental (Egocheaga y Moscoso, 2004). La tabla 1.2 presenta datos de mortalidad infantil, déficit nutricional e índice de pobreza en relación a servicios de agua y saneamiento en América Latina.



TABLA 1.2 - MORTALIDAD INFANTIL, DÉFICIT NUTRICIONAL  
E ÍNDICE DE POBREZA EN RELACIÓN A LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

Países	% Población sin acceso al servicio de agua potable (2002)	% Población sin acceso a saneamiento mejorado (2002)	Población estimada sin acceso a saneamiento mejorado (miles) (2002)	Tasa de mortalidad infantil estimada por 1.000 nv menores de un año (2004)	% Prevalencia anual de déficit nutricional moderado y grave en niños (**)	% Población debajo del índice internacional de pobreza (**)
Argentina	21,4 (*)	16,1 (*)	6.115	19,2	-	3,3 (2001)
Belice	9	53	133	30,2	-	-
Bolivia	15	55	4.755	51,6	9,5 (1998)	14,4 (1999)
Brasil	11	25	44.064	36,6	5,7 (1996)	8,2 (2001)
Chile	5	8	1.249	11,2	-	2 (2000)
Colombia	8	14	6.094	24,2	6,7 (2000)	14,4 (1998)
Costa Rica	3	8	328	10,2	5,1 (1996)	2 (2000)
Cuba	9	2	225	7,1	5,9 (2002)	-
Ecuador	14	28	3.587	39,8	14,3 (1998)	17,7 (1998)
El Salvador	18	37	2.374	24,5	11,1 (1998)	31,1 (2000)
Guatemala	5	39	4.694	39,4	24,2 (1999)	16 (2000)
Honduras	10	32	2.170	30,9	-	23,8 (1998)
México	9	23	23.452	27,2	7,5 (2000)	9,9 (2000)
Nicaragua	19	34	1.814	34,0	12,2 (1998)	45,1 (2001)
Panamá	9	28	858	19,7	-	7,2 (2000)
Paraguay	17	22	1.263	35,8	3,7 (1998)	14,9 (1999)
Perú	19	38	10.171	31,5	7,1 (2000)	18,1 (2000)
Puerto Rico	0	0	0	10,8	-	-
Rep.Dominicana	7	43	3.705	33,9	5,9 (1996)	2 (1998)
Uruguay	2	6	203	12,6	-	2 (2000)
Venezuela	17	32	8.072	18,1	-	15 (1998)
<b>Total</b>	<b>12%</b>	<b>25%</b>	<b>125.326</b>			

Adaptado de: OMS/UNICEF (2004); (\*) OPS/OMS (2001); (\*\*) OPS/OMS (2005)

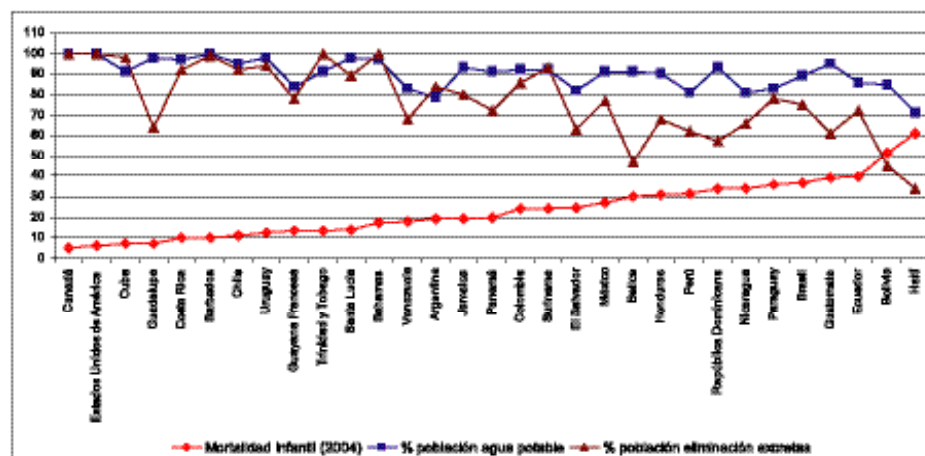


La información anteriores comprueba que la presencia de los servicios de agua y saneamiento afecta la salud y el nivel de vida. Los países con menor déficit de servicios de agua y saneamiento son los que tienen mejores indicadores de mortalidad infantil, déficit nutricional e índices de pobreza. También demuestran que la mortalidad infantil disminuye cuando la cobertura de los servicios de agua y saneamiento aumenta. A mayor cobertura, menor mortalidad infantil. Como ejemplo, se presenta la comparación entre Chile y Perú:

- Chile: déficit de agua potable: 5%; déficit de saneamiento: 8%  
Perú: déficit de agua potable: 19%; déficit de saneamiento: 38%
- Chile: mortalidad infantil: 11,2‰; índice de pobreza: 2%  
Perú: mortalidad infantil: 31,5‰; índice de pobreza: 18,1%

La figura 1.1 presenta la incidencia de mortalidad infantil en relación al porcentaje de la población con acceso al servicio de agua y saneamiento en la región. Para mejorar los indicadores de salud y los niveles de calidad de vida es scindible incrementar la cobertura de los servicios de agua y saneamiento.

FIGURA 1.1- INCIDENCIA DE MORTALIDAD INFANTIL EN RELACIÓN AL PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON ACCESO AL SERVICIO DE AGUA Y SANEAMIENTO



% población con acceso a servicios de agua y saneamiento (2002) (\*)

Mortalidad Infantil estimada (menores de 1 año por 1.000 nacidos vivos, 2004) (\*\*)

Fuente: adaptado de Otterstetter, H. Galvão, L.A.C., Witt, V. et al (2001), (\*) OMS/UNICEF (2004); (\*\*) OPS/OMS (2005)

## CRITERIOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y SOCIALES DE SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO

Lograr el cumplimiento de los ODM en lo relacionado a agua y saneamiento, significa desarrollar criterios técnicos, económicos y sociales compatibles con la realidad de las zonas en las cuales prioritariamente se debe ampliar la cobertura, contribuyendo a la mejora de los niveles de vida y de salud ambiental de la comunidad.



Se estima que en América Latina y el Caribe 65 millones de habitantes de áreas urbanas –principalmente periurbanas– no tienen acceso a saneamiento (OMS/UNICEF, 2005). La inexistencia de una planificación ordenada en el crecimiento de estas zonas dificulta la implantación de los sistemas convencionales, tanto en aspectos técnicos como económicos. La rentabilidad de esos sistemas, cuando se implementan, es baja, tanto por sus altos costos como por la muy baja conectividad de los usuarios. Para atender exitosamente los requerimientos de expansión de cobertura en agua y alcantarillado es necesaria una estrategia dirigida prioritariamente a beneficiar dichas áreas.

La infraestructura a implantar deberá tener en consideración tanto las restricciones de orden técnico (características geomorfológicas y topográficas de las zonas periurbanas, con presencia de suelos rocosos, arenosos, deslizantes; zonas inundables; pendientes acentuadas, etc.), como las características sociales de la zona (los hábitos y costumbres de la población, los consumos de agua, entre otros).

Técnicamente, el sistema de alcantarillado condominial permite la adecuación de la solución de ingeniería a las condiciones del área a atender. Las redes de menor diámetro instaladas a menor profundidad, los accesorios de menores dimensiones y la flexibilidad para el diseño facilitan el trazado de las redes, posibilitando la atención de todos los lotes.

Como ya se ha mencionado, en el aspecto social, el sistema condominial considera la participación del usuario en todas las etapas del proyecto, despertando su interés para la buena utilización del sistema y contribuyendo al funcionamiento adecuado de las redes. La participación activa de la comunidad desde el diseño, su puesta en marcha y la gestión de los servicios garantiza resultados positivos como la conectividad plena, la reducción de atoros y el pago oportuno de las tarifas, favoreciendo la sostenibilidad del servicio.

En el aspecto económico, como también se ha señalado anteriormente, la principal demanda de ampliación de cobertura corresponde a zonas donde se encuentran los mayores índices de pobreza. El sistema condominial permite un ahorro significativo en la inversión, manteniendo la misma calidad de servicio. El menor monto de inversión posibilita la ampliación de cobertura con menores tarifas para cubrir los costos del financiamiento.

La contrapartida de los beneficiarios puede ser la mano de obra no calificada, y en algunos casos una cuota en efectivo. Sin embargo, el autofinanciamiento de la totalidad del costo de la infraestructura por la población es prácticamente inviable. Generalmente el financiamiento de las instalaciones intradomiciliarias es responsabilidad de la población. Una alternativa a tener en cuenta es la de facilitar la obtención de préstamos personales a menores tasas de interés y con cuotas dentro de la capacidad de pago de la población para la infraestructura de agua y saneamiento.

## MODO DE PARTICIPACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES DE USUARIOS

El modelo condominial de alcantarillado sanitario asocia un componente social a la infraestructura. El objetivo es lograr la participación de los beneficiarios en la toma de decisiones de factores que afectan directamente su quehacer diario, además de transmitir nociones de educación sanitaria a los futuros usuarios, principalmente en aspectos relacionados al buen uso del sistema. La participación activa en el proceso de implantación trae como resultado la optimización del sistema y el mejor funcionamiento y utilización de la infraestructura instalada.



## CAPACIDAD FINANCIERA DEL GOBIERNO NACIONAL, GOBIERNOS LOCALES Y DE USUARIOS

El principal problema que restringe la ampliación de cobertura en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe es la escasa capacidad financiera, tanto de los gobiernos centrales y locales, como de la población beneficiaria de los servicios.

Como ejemplo, en el caso peruano, la proyección presupuestaria para cumplir los ODM en lo relacionado a agua y saneamiento, es de US\$ 4.454 millones, con una inversión promedio anual de US\$ 371,2 millones (DNS, 2004). Sin embargo, la real ejecución presupuestaria de los años 2003 y 2004 ha sido de US\$ 59 millones y de US\$ 49,2 millones respectivamente, lo que indica la dificultad para cumplir con los ODM sin adoptar sistemas de bajo costo, tales como el sistema de alcantarillado condominial.

En América Latina y el Caribe, lograr los ODM en materia de saneamiento significa un aumento anual en la población servida de 10,4 millones de habitantes hasta 2015 (OMS/UNICEF, 2005). Para lograr esta meta, resulta imprescindible optimizar los recursos disponibles, tanto estatales como privados y de los usuarios. En relación a las inversiones en alcantarillado, significa cambiar los sistemas convencionales por alternativas de menor costo.

La tabla 1.3 presenta el porcentaje de la población por debajo del índice internacional de pobreza de los países de América Latina y el Caribe hispano. Allí se verifica que 53 millones de pobladores están por debajo de este índice.



TABLA 1.3 - PBI PER CÁPITA. POBLACIÓN DE AMÉRICA LATINA DEBAJO DEL ÍNDICE INTERNACIONAL DE LA POBREZA. CLASIFICACIÓN DE PAÍSES DE AMÉRICA LATINA DE MAYOR A MENOR PBI PER CÁPITA

Países	Población proyectada 2002 (miles) (*)	% Población debajo del índice internacional de pobreza (**)	Población estimada debajo del índice internacional de pobreza (miles)	PBI per cápita US\$ (2002) (**)
Bolivia	8.645	14,4 (1999)	1.245	2.460
Nicaragua	5.335	45,1 (2001)	2.406	2.470
Honduras	6.781	23,8 (1998)	1.614	2.600
Ecuador	12.810	17,7 (1998)	2.267	3.580
Guatemala	12.036	16,0 (2000)	1.926	4.080
El Salvador	6.415	31,1 (2000)	1.995	4.890
Perú	26.767	18,1 (2000)	4.845	5.010
Venezuela	25.226	15,0 (1998)	3.784	5.380
Panamá	3.064	7,2 (2000)	221	6.170
Colombia	43.526	14,4 (1998)	6.268	6.370
Paraguay	5.740	14,9 (1999)	855	6.410
Rep. Dominicana	8.616	2,0 (1998)	172	6.640
Brasil	176.257	8,2 (2001)	14.453	7.770
Uruguay	3.391	2,0 (2000)	68	7.830
Costa Rica	4.094	2,0 (2000)	82	8.840
México	101.965	9,0 (2000)	9.177	8.970
Chile	15.613	2,0 (2000)	312	9.820
Argentina	37.981	3,3 (2001)	1.253	10.880
<b>Total</b>	<b>504.262</b>	<b>10%</b>	<b>52.943</b>	

Fuente: adaptado de: (\*) OMS/UNICEF (2004); (\*\*) OPS/OMS (2005)

La tabla 1.4 establece la distribución de la población en ciudades grandes, medianas y pequeñas. Esta información puede contribuir con el establecimiento de estrategias de promoción y divulgación de los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario, por medio de las redes de municipios y comunidades saludables.

TABLA 1.4 - NÚMERO DE NÚCLEOS POBLACIONALES Y RESPECTIVA POBLACIÓN PROYECTADA AL AÑO 2001

PAÍS	NÚCLEO RANGO DE POBLACIÓN	GRANDE			MEDIANO		PEQUEÑO		TOTAL
		> 1 000 000	500 001 a 1 000 000	200 000 a 500 000	100 001 a 200 000	50 001 a 100 000	15 001 a 50 000	< 15 000	
Colombia	N° núcleos Población	4 11 923 000	3 2 041 000	19 5 642 000	12 1 467 000	41 2 501 000	164 3 385 000	836 3 717 000	1 079 30 676 000
Venezuela	N° núcleos Población	2 3 056 213	4 2 831 441	15 3 946 475	35 4 600 019	51 4 425 639	141 4 536 187	88 773 770	336 24 169 744
Ecuador	N° núcleos Población	2 3 351 843	0 0	2 477 385	10 1 454 237	5 356 621	37 1 014 395	165 780 670	221 7 435 151
Perú	N° núcleos Población	1 (*) 7 748 528	1 751 155	19 5 926 113	24 3 314 465	49 3 383 825	113 3 081 744	465 1 805 244	671 26 011 074
Bolivia	N° núcleos Población	1 1 116 059	3 1 937 634	1 201 230	3 462 625	6 453 363	13 430 919	274 463 381	303 5 065 211
Paraguay	N° núcleos Población		1 513 399	2 426 095	4 559 218	7 444 272	23 444 983	196 565 486	233 2 953 453
Chile	N° núcleos Población	0 0	0 0	15 4 589 596	33 4 813 339	29 2 067 197	107 2 756 116	152 1 175 704	336 15 401 952
Argentina	N° núcleos Población	2 13 313 695	4 2 526 716	11 3 066 864	15 2 062 835	48 3 348 314	153 3 935 457	745 4 062 100	978 32 315 981
Brasil	N° núcleos Población	13 34 389 320	19 12 583 713	79 23 221 680	115 16 406 325	307 20 928 128	1 512 38 040 578	3 516 24 229 426	5 561 169 799 170
Uruguay	N° núcleos Población	1 1 303 000	1 539 000	0 0	1 137 000	10 80 070	6 26 200	0 0	19 2 085 270
Panamá	N° núcleos Población		1 708 438	1 293 745	3 448 633		2 48 651		7 1 499 467
Costa Rica	N° núcleos Población			1 326 384	5 641 420	7 450 552	23 659 984	45 292 052	81 2 370 392
Nicaragua	N° núcleos Población	0 0	1 952 068	0 0	4 496 182	4 320 163	25 701 254	117 523 299	151 2 992 966
Honduras	N° núcleos Población	0 0	1 819 900	1 483 400	2 253 100	4 282 900	15 445 210	278 694 390	301 2 978 700
Guatemala	N° núcleos Población	1 2 541 581	0 0	2 614 754	3 382 275	5 356 525	20 660 188	9 59 652	40 4 614 975
Belice	N° núcleos Población	0 0	0 0	0 0	0 0	1 51 050	2 26 743	6 38 748	9 116 541
México	N° núcleos Población	10 20 329 000	19 12 332 000	47 15 396 000	73 10 358 000	187 13 075 000	685 18 948 000	1 399 8 270 000	2 420 98 708 000
Cuba	N° núcleos Población	1 2 186 632	0 0	5 1 472 000	8 1 088 366	8 487 107	22 671 467	6 59 777	50 5 965 349
Rep. Dominicana	N° núcleos Población	1 1 962 871		1 445 572	6 778 598	8 526 468	19 438 695	118 839 521	153 4 991 725
Haití	N° núcleos Población	1 1 100 000	0 0	2 682 000	1 120 000	4 275 000	13 286 000	109 515 000	130 2 978 000
El Salvador	N° núcleos Población	0 0	0 0	2 764 891	6 904 795	6 373 578	22 602 295	226 741 141	262 3 386 700

Adaptado de: [www.cepis.org.pe](http://www.cepis.org.pe) y (\*) [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

2.



# ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

## ASPECTOS CONCEPTUALES

### GENERALIDADES

El sistema condominial de alcantarillado sanitario se desarrolló como una propuesta para la superación de uno de los principales problemas del sector saneamiento, esto es, los bajos niveles de cobertura existentes, en particular en las zonas periurbanas. Existen varios ejemplos de comunidades donde la implantación aislada del sistema de alcantarillado, sin involucrar a la comunidad, no ha tenido los resultados esperados, por falta de ejecución de las conexiones domiciliarias, deficiente utilización del sistema o la ausencia de compromiso de la población con el pago por el servicio.

Conceptualmente, el sistema condominial propone la implantación conjunta de las redes de alcantarillado y de los sistemas de tratamiento de desagües, evitando generar los problemas existentes en muchas ciudades de Latinoamérica, donde la inversión en tratamiento de desagües siempre se ha visto postergada. Esto siempre ha redundado en el requerimiento de recursos para su implantación incompatibles con la realidad socioeconómica local, terminando por generar la contaminación de los recursos hídricos y todos los problemas recurrentes.

La propuesta del sistema condominial para lograr el aumento de la cobertura es el trabajo conjunto en dos frentes principales: uno, referente al sector público, ya que representa una tecnología más sencilla y de menor costo, lo que permite optimizar los pocos recursos existentes; el otro, relativo a la comunidad, por facilitar su incorporación al sistema y la transmisión de los conocimientos necesarios para su buen uso.

Desde el punto de vista técnico, el sistema divide la red de alcantarillado en dos componentes: el ramal condominial y las redes públicas. El primero atiende a una manzana o condominio y consiste en una tubería de menor diámetro (usualmente 100 mm) asentada en zonas protegida alrededor de la manzana (veredas o jardines) o al interior de los lotes; por no recibir grandes esfuerzos externos (cargas vehiculares), puede asentarse a menor profundidad. La reducción del diámetro de la tubería y de su profundidad permite ahorros considerables en el costo de ejecución de la obra. Los domicilios se conectan a los ramales por medio de cajas condominiales, que a la vez tienen la función de elemento de inspección para su mantenimiento. Por su parte, los ramales condominiales se conectan a la red pública en un solo punto, quedando definido de esa manera el condominio como una unidad de atención al usuario. La red pública conduce los desagües hasta el sistema de tratamiento de desagües, antes de su disposición final.

Por otro lado, el componente social consiste en hacer a los futuros usuarios partícipes de todas las etapas del proyecto, desde la definición de la ubicación del ramal hasta el tipo de gestión por implementar. Estas decisiones se toman tanto a nivel individual (ubicación de las instalaciones intradomiciliarias y su conexión al ramal condominial), como colectivo (la ubicación del ramal y el tipo de gestión a implementar). El resultado que se ha observado es el mejor funcionamiento y utilización de la infraestructura construida.



Beneficios adicionales verificados en sistemas implantados en zonas periurbanas son el mejoramiento de la vivienda, el aumento de la autoestima de los beneficiarios y el progreso general de las condiciones de vida del poblador. Como es de amplio conocimiento, la disposición sanitaria de la excretas y de las aguas servidas son actividades prioritarias para mejorar la salud ambiental y la calidad de vida.

#### ACTIVIDADES PREVIAS PARA IMPLEMENTAR UN PROYECTO DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

El sistema condominial considera la integración de aspectos técnicos y sociales en su implementación. Por este motivo, su desarrollo requiere de un equipo interdisciplinario de trabajo y la participación de la comunidad.

La propuesta de la tecnología condominial es lograr que la población conozca el sistema que se va a instalar antes de la ejecución de la obra y que apruebe los aspectos que inciden directamente en su quehacer diario. Durante el diseño de las redes de alcantarillado condominial, la población es informada de las opciones de ubicación de los ramales, de los costos asociados y de las alternativas para sus instalaciones intradomiciliarias. Debe entender claramente las ventajas y las desventajas de cada alternativa y tomar una decisión colectiva de la solución final. El resultado conducirá al buen uso del sistema y al mejoramiento de las condiciones ambientales generales de la comunidad.

Para la ejecución de los sistemas condominiales es conveniente disponer de una 'Guía de Elaboración de Proyectos Condominiales de Alcantarillado', donde estarán planteados los procedimientos y requisitos a tener en cuenta en la implantación del sistema. La guía debe tener en consideración tanto los aspectos técnicos como sociales requeridos por la tecnología.

#### ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROMOTOR Y EJECUTOR DEL PROYECTO

El equipo promotor y ejecutor cumple un rol permanente en la gestión del proyecto, desde su promoción y planificación hasta su puesta en marcha. Este equipo puede estar conformado por la organización comunal, el municipio, la empresa de agua y saneamiento que tenga responsabilidad en el ámbito geográfico del proyecto, y otras instituciones que estratégicamente se seleccionen como entes de cooperación técnica y financiera, tales como ONGs, empresas privadas e instituciones de cooperación técnica y financiera internacional. Cada equipo tiene su institución líder: si la promoción proviene del sector público, ésta será el municipio y/o la empresa pública municipal de agua y saneamiento. Si la promoción proviene del sector privado, generalmente el líder será una ONG o una entidad de cooperación técnica internacional o un operador especializado en agua y saneamiento. Cabe señalar que la organización comunal es un miembro indispensable del equipo.

Las instituciones líderes deben tener personal capacitado y con experiencia suficiente tanto en el aspecto técnico como en el social para poder monitorear y supervisar los proyectos condominiales. De lo contrario, deben solicitar asesoría externa o una capacitación intensiva de su personal. Este requerimiento se aplica también a las instituciones responsables de la aprobación y supervisión de los expedientes técnicos.

#### MODELOS DE GESTIÓN DE LOS SISTEMAS IMPLANTADOS

La participación de la población en la gestión del sistema (administración, operación y mantenimiento) puede realizarse bajo distintas modalidades:



- La responsabilidad de la gestión es asumida por un operador externo, que puede ser la empresa de agua y saneamiento en el ámbito del proyecto (pública o privada), o el municipio. En esta modalidad la función de la organización comunal es la de apoyar el buen uso del sistema por los pobladores.
- La responsabilidad de la gestión la asume la organización comunal. Por lo tanto, la toma de decisiones en la gestión empresarial es de su exclusiva responsabilidad, y de la población por medio de sus canales participativos
- La responsabilidad de la gestión es mixta. La población, por medio de su organización comunal, puede asumir parte de las funciones de gestión; por ejemplo, el mantenimiento preventivo y correctivo de los ramales condominiales. En este caso, el operador del sistema debe compensar a la población con una menor tarifa por el servicio.

La decisión de participar o no en la gestión es una opción que debe ser tomada colectivamente por los usuarios al inicio del proyecto y estará vinculada a dos aspectos principales: (1) los costos asociados que incidirán directamente en las tarifas por el servicio; y (2) la capacidad del operador local de asumir la gestión del sistema.

#### COSTOS COMPARATIVOS CON EL SISTEMA CONVENCIONAL

El sistema condominial permite un ahorro en el costo de ejecución de la obra de entre 30 y 60%, debido a la menor extensión de las redes, al menor diámetro de tuberías, a la menor profundidad de los ramales condominiales y a la simplificación de los elementos de inspección. Por sus características técnicas, el sistema permite una implantación más rápida, disminuyendo los costos administrativos de la obra. Adicionalmente, el mantenimiento se realiza con equipos de menor tamaño y costo, con reducción en el requerimiento de horas-hombre debido a la simplificación en la intervención. Todos estos factores dan como resultado menores costos de mantenimiento y depreciación en comparación con el sistema convencional.

En Brasil, por ejemplo, los costos de implantación de obras de alcantarillados condominiales observados en Brasilia, D.F., Brasil, se indican a continuación (Mendonça, 2000; apud Nazareth, 1998):

- |   |                        |
|---|------------------------|
| • Ramales condominiales                     | US\$ 15 a US\$ 18/m    |
| • Redes públicas                            | US\$ 20 a US\$ 35/m    |
| • Redes primarias (población de saturación) | US\$ 30 a US\$ 60/hab. |

Las inversiones se destinan como se indica a continuación:

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| • Redes públicas        | 40% a 50% de la inversión |
| • Ramales condominiales | 50% a 60% de la inversión |

Para las condiciones de Brasilia, se observa la relación aproximada de dos metros de ramal condominial por cada metro de red pública. Con base en los costos y condiciones presentados anteriormente, para urbanizaciones residenciales con densidad poblacional de entre 100 y 200 habitantes por hectárea, sin grandes edificaciones verticales, las inversiones para la implantación del sistema colector condominial podrán ser estimadas entre los 55 y los US\$ 75 por habitante; o entre los 310 y los US\$ 420 por familia.



Se estima que el costo de implantación de un sistema convencional, en las mismas condiciones descritas anteriormente, sería de entre 60 y 150% superior al condominial: US\$ 188 por habitante o US\$ 1.050 por familia.

En el Perú, con base en los resultados de los proyectos piloto implantados en Paita, Pomalca, Independencia y Lima, los costos directos de implantación estimados (sin utilidades ni impuestos) se indican a continuación:

- Ramales condominiales US\$ 11 a US\$ 22/m
- Redes públicas US\$ 19 a US\$ 23/m

Para los sistemas implantados en zonas urbanas, los costos unitarios directos observados varían entre los 25 y los US\$ 45 por habitante; o entre los 115 y US\$ 260 por lote. Estos costos se refieren al sistema de alcantarillado condominial y no incluyen las redes primarias ni el sistema de tratamiento de desagües.

Los costos de construcción<sup>3</sup> observados en el Proyecto Piloto El Alto (PPEA), con la implantación del sistema de alcantarillado condominial en zonas periurbanas de El Alto y La Paz, en Bolivia, para 10.288 habitantes, se indican a continuación.

- Red pública y ramal US\$ 8,7 a US\$ 14,2/m

El costo de inversión *per cápita* para el sistema condominial se estima entre los 23 y los US\$ 32 por habitante, con un promedio de US\$ 27. Para las mismas condiciones, el costo del sistema convencional está en el rango de US\$ 59 por habitante; es decir, de 2 a 2,5 veces mayor que el condominial.

Considerando un promedio de 5,3 habitantes por lote, el costo unitario de implantación del sistema condominial se estima entre 122 y US\$ 170 por lote.

## PROMOCIÓN DE LA SALUD, COMUNICACIÓN SOCIAL Y EDUCACIÓN SANITARIA

La intervención social en el sistema condominial se desarrolla en todas las etapas del proyecto. Considera desde la difusión y promoción de la tecnología a los beneficiarios, la organización para implantación del sistema y su gestión sostenible, hasta la capacitación y educación sanitaria con el objetivo de generar cambios en aspectos de salud y garantizar el uso adecuado de las instalaciones.

La promoción social se realiza por medio de un proceso de intervención integrando a las instituciones promotoras del sistema y a las organizaciones locales. En tal aspecto, el sistema condominial se armoniza con los conceptos básicos propuestos por la OPS/OMS para el desarrollo de municipios saludables.

### PLAN LOCAL DE DESARROLLO Y COMITÉ INTERSECTORIAL PARA LOS MUNICIPIOS Y COMUNIDADES SALUDABLES

La misión de los Municipios Saludables y Movimiento de las Comunidades es fortalecer la ejecución de las actividades de promoción de la salud a nivel local, colocando la promoción de la salud en el plan de desarrollo como la más alta prioridad de la agenda política; además de apoyar la participación

---

<sup>3</sup> Incluye el costo de la mano de obra.

de las autoridades del gobierno y la participación activa de la comunidad; fomentar el diálogo; compartir el conocimiento y la experiencia; y estimular la colaboración entre los municipios y los países. El movimiento procura construir y fortalecer las alianzas multisectoriales para mejorar las condiciones sociales y sanitarias en los espacios donde viven las personas, abogando por la formulación de una política pública saludable, por el mantenimiento de ambientes sanos, y por promover estilos de vida saludables (OPS/OMS, 2002).

Se dice que un municipio ha empezado el proceso de promover la salud en el espacio geográfico y con los grupos de población involucrados cuando las organizaciones locales, los ciudadanos y las autoridades elegidas se comprometen y firman una acta que lo establece, y ejecutan un plan de acción que mejorará continuamente las condiciones sociales que producen salud y bienestar para todas las personas que viven en ese ambiente. Esencialmente, un municipio saludable es un proceso que requiere convicción y fuerte apoyo político, al igual que gran participación y acción de las comunidades (OPS/OMS, 2002).

Un municipio saludable debe tener su Plan de Desarrollo Local, elaborado con una metodología netamente participativa. Por su parte, la formación de un comité intersectorial es prioritaria para que asuma la dirección de las actividades que conlleven a un mejoramiento de la salud. En el caso de la ampliación de la cobertura de los servicios de saneamiento, se debe conformar un equipo especializado en promoción y ejecución de proyectos de saneamiento; el líder de este equipo debe ser el municipio o la institución a la que éste delegue la responsabilidad. Cuando la inversión es con fondos privados, el líder puede ser una institución privada, una ONG o un operador especializado, el cual tendrá que estar supervisado por el comité intersectorial municipal/equipo de proyectos de saneamiento, y estar dentro del Plan de Desarrollo Local.

## ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

En el sistema condominial, la participación de la población en el proceso de toma de decisiones se efectúa en asambleas comunales y en reuniones de condominio. Normalmente la organización comunal está estructurada en dos niveles: uno central, reconocido por los pobladores y el municipio, con miembros elegidos vía un proceso transparente, que representa a todos los pobladores; y un nivel secundario, representando la manzana o condominio, donde se tratan aspectos específicos del proyecto en su respectiva área de atención.

En las etapas de promoción, diseño, ejecución, puesta en marcha del proyecto y monitoreo y evaluación, la participación de la organización comunal es decisiva para el éxito del proyecto.

## EDUCACIÓN EN TEMAS CONDOMINIALES Y EDUCACIÓN SANITARIA

La participación de la población en el mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales de su entorno requiere el pleno conocimiento de los problemas, de sus causas y de sus consecuencias. La población demanda una intervención educativa que responda a sus requerimientos de cambio y de mejora de las condiciones de vida coherentes con el proceso de desarrollo que pasan a experimentar (mejoras de vivienda, de calles, recolección de residuos sólidos, etc.).



Los cambios de comportamiento hacia lo saludable no sólo implican tener la información sino también poder acceder adecuadamente al recurso agua y desagüe, además de modificar determinados hábitos y actitudes, los mismos que responden a factores sociales, económicos y culturales. Se busca abordar de manera integral los factores que condicionan los cambios de comportamiento, ya que reducir la educación o capacitación sanitaria a la información estaría aportando sólo en parte a estos procesos de cambio de comportamiento (Zevallos y Vélez, 2003).

La estrategia de la intervención educativa se fundamenta sobre los siguientes criterios (adaptados de Zevallos y Vélez, 2003):

- Está ligada a los procesos de implementación del sistema de alcantarillado. Por lo tanto, no se trata de generar un espacio aparte para la educación sanitaria, sino de incorporarla como el eje movilizador de la participación vecinal.
- Considera las dinámicas organizativas vecinales para establecer la intervención.
- Prioriza el espacio familiar para la transferencia de información y discusión, y el acuerdo para asumir acciones concretas de cambio.
- Impulsa espacios de intervención de la mujer tanto a nivel familiar como vecinal, buscando hacerla partícipe de los espacios de acceso, control y toma de conciencia del beneficio.
- Desarrolla espacios para la capacitación de niños y jóvenes en aspectos relacionados a la salud e higiene y al cambio de comportamiento en el buen uso de los sistemas sanitarios.

## METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

El proceso de diseño e implantación de un sistema condominial debe desarrollarse según una secuencia de etapas, con el objetivo de desenvolver las condiciones necesarias que conduzcan a una solución óptima y sostenible en el tiempo. Esto se logra con la participación de la población en todas las fases.

### SELECCIÓN DEL ÁREA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

El primer paso en la implantación de un sistema es la selección del área donde se realizará la intervención. Normalmente los recursos (económicos y humanos) disponibles no alcanzan para atender a todas las zonas que carecen de cobertura de alcantarillado. Por otro lado, en la medida en que las condiciones de vida mejoran en un área, se atraen nuevos pobladores a la zona, sea por expansión planificada o por invasiones.

Siempre será recomendable empezar a utilizar la tecnología por medio de proyectos piloto, con áreas urbanas que no sean superiores a 300 ó 400 lotes. De esa manera, el municipio (o la institución líder) puede comprobar la tecnología y desarrollar los procedimientos específicos a su ámbito de actuación.

Por esos motivos es necesario establecer algunos criterios que permitan priorizar la inversión de los recursos y las zonas a ser atendidas. Algunos factores que pueden conducir la preselección de las posibles áreas a intervenir son:

- La disponibilidad de agua potable: por tratarse de un sistema por arrastre hidráulico, es primordial que el área del proyecto cuente con abastecimiento para así garantizar el buen funcionamiento del sistema y prevenir las incomodidades que ocasionan la falta de agua.
- El saneamiento físico y legal de los terrenos: con esta medida se busca privilegiar a los pobladores formales del municipio y desanimar las invasiones.
- El empalme a un sistema de tratamiento de desagües existente o a un área disponible para la implantación del sistema: la descarga de la red debe ser preferentemente conducida a una planta de tratamiento de desagües.
- Una organización comunal sólida y legalmente constituida: la presencia de una organización en la zona potencia el éxito del sistema.
- La antigüedad del asentamiento humano: algunas áreas han quedado olvidadas en los planes de expansión debido a la imposibilidad de implantar una solución convencional, mereciendo ser contempladas prioritariamente.
- Las organizaciones comunales que demanden el servicio.

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

La primera actividad es el levantamiento de la información de base para identificar las características locales y de la población sobre las cuales se define el desarrollo de las actividades posteriores.

En esta caracterización se buscarán datos básicos del área, tales como las características físicas del terreno (topografía, tipo de suelo, incidencia o no de lluvias, fuentes de abastecimiento de agua, condiciones para la descarga de los desagües, áreas de expansión urbana, etc.); sociales (características socioeconómicas de la población, hábitos de higiene, consumos de agua, disposición de excretas, organizaciones existentes, etc.); y demás información relevante para el proyecto (manejo de residuos sólidos y otros).

En esta etapa también se inicia el contacto con los líderes locales e instituciones actuantes en el área, con el objetivo de divulgar el sistema y articular el equipo promotor y ejecutor del proyecto.

## ASAMBLEAS COMUNALES Y REUNIONES DE CONDOMINIOS

El objetivo de las primeras reuniones es compartir el conocimiento de los alcances del proyecto, explicar los objetivos, las metas, los resultados que se plantean y el rol que le toca a cada uno de los actores del proyecto.

En estas reuniones se presentan las ideas básicas y las reglas del programa de alcantarillado condominial; se definen las alternativas de solución del problema local; y se incorpora a la población al proyecto por medio de la formación de los condominios, que son las unidades de atención del sistema condominial, y que normalmente corresponden a las manzanas urbanas compuestas por lotes. Los temas tratados en estas reuniones se indican a continuación:

- Problemática del área en relación a los servicios de saneamiento.
- Presentación del sistema condominial: fundamentos y funcionamiento del sistema.
- Opciones de ubicación de los ramales condominiales (en caso de que existan).
- Requisitos para la instalación del sistema: conexión intradomiciliaria, cajas desengrasadoras, etc.

- Costos, tarifas y responsabilidades asociadas a cada opción; compromisos para la gestión y mantenimiento.
- Nociones de educación sanitaria.
- Diálogo con los pobladores sobre la mejor alternativa para la atención del condominio.
- Elección de un representante del condominio (delegado condominial).
- Formalización de los compromisos: términos de adhesión al sistema.

Los materiales educativos de apoyo utilizados en las reuniones para facilitar la comprensión de la población son los videos, afiches, maquetas, etc.

### TÉRMINO DE ADHESIÓN

Los usuarios deberán firmar el 'Término de Adhesión', donde se definen los compromisos acordados entre el ejecutor y los pobladores, tales como la ubicación del ramal condominial, los compromisos de pago para la conexión domiciliaria, la participación en la construcción y/o mantenimiento, y, si fuera el caso, los acuerdos para las instalaciones internas, entre otros.

### VISITAS CASA POR CASA

Las visitas casa por casa se realizan para comprender el grado de asimilación de la propuesta por parte de la población acerca del proyecto y para definir los detalles de la conexión de la vivienda al sistema de alcantarillado por construir.

El sistema condominial considera la optimización de la construcción de las redes de alcantarillado. Al ubicarse en zonas protegidas, los ramales condominiales se asientan a menor profundidad, hasta un mínimo que permita ejecutar la conexión de cada vivienda, la que debe verificarse en los levantamientos de campo. Adicionalmente, teniendo en consideración que los terrenos donde se implantan los sistemas condominiales normalmente son áreas que han sufrido una expansión no planificada, urbanísticamente mal definidas, el detalle del encaminamiento de los ramales muchas veces tendrá que ser definido caso por caso en el campo.

Considerando que muchas viviendas no disponen de instalaciones intradomiciliarias, estas visitas sirven también para identificar, junto con la familia, el trazado de sus futuras instalaciones domiciliarias, definiendo la ubicación de los puntos de salida de cada lote y la conexión al ramal condominial.

### DISEÑO DEL SISTEMA

Los diseños están compuestos de croquis y notas de servicio (apuntes topográficos para la ejecución de la obra), elaborados en base a las informaciones de las visitas casa por casa y a los levantamientos simplificados de campo. Deben contener todos los detalles requeridos para la construcción de los ramales condominiales y son elaborados seguidamente a la entrega del Término de Adhesión, lo cual define la opción del condominio.

En algunos casos puede ser necesaria la elaboración de un diseño al detalle (expediente técnico), que deberá ser aprobado por la institución responsable por los servicios de saneamiento en la localidad. Luego de ser aprobado, se procede a la etapa de ejecución de la obra.

Debido a los cambios permanentes en las urbanizaciones, el diseño al detalle debe realizarse lo más cercanamente posible al inicio de las obras para evitar requerimientos de modificaciones en el diseño durante la etapa de ejecución.

#### CAPACITACIÓN EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DE MANTENIMIENTO

La etapa de construcción del sistema puede incluir la participación de los beneficiarios con el aporte de la mano de obra no calificada, principalmente en los casos donde ésa sea la contrapartida de la población en el proyecto. Cuando la obra es ejecutada por un contratista, es usual el empleo de mano de obra no calificada entre pobladores de bajos ingresos, con el fin de apoyarlos económicamente para que puedan cumplir con los pagos establecidos.

Esa actividad requerirá la capacitación de los pobladores en actividades específicas de la ejecución de la obra, tales como la preparación del terreno, la excavación y llenado de zanjas, el acarreo y eliminación de materiales, etc.

La capacitación debe ser permanente durante todo el proceso de construcción, asesorando los trabajos que realiza la población e informando de los avances y problemas surgidos durante la construcción.

Luego de la construcción del sistema, la etapa de capacitación técnica se orienta hacia el uso adecuado de las instalaciones y su mantenimiento. El desarrollo de este componente se hace por medio de talleres cuyo objetivo es asociar el empleo correcto de las instalaciones de alcantarillado (tanto dentro como fuera del hogar) y su mantenimiento preventivo correctivo, con la higiene y la salud personal y colectiva.

#### TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

La solución para el tratamiento de desagües deberá ser definida y preferentemente implantada conjuntamente con la red de alcantarillado, por medio de sistemas integrados cuyo efluente final tratado pueda ser utilizado para la agricultura y/o la piscicultura. Con tal procedimiento, la descarga final a los cuerpos receptores tiende a cero, disminuyendo en consecuencia la contaminación de los recursos hídricos de la región.

Los tipos de tratamiento más frecuentemente utilizados en conjunto con estas tecnologías son los tanques sépticos; los reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFAs); los biofiltros; las lagunas de estabilización, etc. La fase líquida de los efluentes de los procesos anaerobios podrá trabajar conjuntamente con filtros anaerobios de lecho de grava, filtros anaerobios sumergibles, filtros de arena, lagunas facultativas, zanjas de filtración, escurrimiento superficial, etc. Su disposición final podrá ser efectuada por medio de redes de alcantarillado existente, pozos de absorción, zanjas de infiltración, áreas de reuso, cuerpos receptores, etc. La fase sólida podrá ingresar a digestores, lechos de secado de lodo o plantas de tratamiento de aguas residuales y posteriormente dispuestos en rellenos sanitarios, utilizado en campos agrícolas u otros (Mendonça, 2000).

3.





## INTRODUCCIÓN

El sistema condominial de alcantarillado sanitario ha sido implantado con éxito en Brasil, Bolivia y Perú. En este último país, el modelo ha sido introducido en escala piloto en distintas localidades; asimismo, en Lima Metropolitana la empresa de agua y alcantarillado viene desarrollando nuevos proyectos de ampliación de cobertura utilizando la tecnología condominial. A continuación se presentan los estudios de caso referentes a la experiencia de los tres países.

## ESTUDIO DE CASO BOLIVIA: PROYECTO PILOTO EL ALTO (PPEA), LA PAZ

La ciudad de El Alto está situada en el altiplano boliviano, a los pies de la Cordillera de los Andes, con vista a los nevados Huayna Potosí e Illimani. Su clima es seco, frío y permanentemente ventoso y está localizada a una altitud de 4.100 metros sobre el nivel del mar. Étnicamente, su población es aymara.

El Alto, aledaña a la hoyada de La Paz, tiene una población cercana a las 650.000 personas y presenta un índice de pobreza del 72,9%. En 1998, la tasa de crecimiento anual se estimaba en 9,23%, lo que significaba un crecimiento 5% mayor al promedio nacional. El 78,2% de los habitantes no contaba con servicios de saneamiento y un 73,7% carecía de viviendas adecuadas. Su acelerado crecimiento en los años 80' fue consecuencia de los movimientos migratorios en general, y del desplazamiento de los mineros desempleados tras el cierre de sus centros de trabajo durante ese periodo y de las migraciones rurales en particular.

En 1997 la empresa Aguas del Illimani (AISA) asumió la concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado de la ciudad de El Alto, con el compromiso de atender, hasta el 2001, al 100% de la población con servicios de abastecimiento de agua potable, y al 65% con servicios de alcantarillado. Contractualmente, AISA tenía el compromiso de utilizar redes de alcantarillado para solucionar el problema de desagües, lo que motivó su interés por participar en el Proyecto Piloto de El Alto (PPEA) de alcantarillado condominial. El proyecto fue el resultado de una intervención concertada entre el Programa de Agua y Saneamiento (PAS) del Banco Mundial, la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI), los gobiernos municipales locales, la empresa concesionaria AISA y el Gobierno Nacional de Bolivia.

Dentro del PPEA, el componente alcantarillado condominial sanitario se desarrolló en tres fases. En la primera, considerada como de aprendizaje, se realizaron intervenciones en 615 lotes de dos zonas de El Alto: Huayna Potosí y Villa Ingenio, seleccionadas por AISA sin consulta previa a los vecinos. En una segunda fase, donde la participación en el proyecto sí fue decidida por la mayoría de los vecinos, se realizaron intervenciones en 1.240 lotes de las zonas Caja Ferroviaria, Oro Negro y San Juan de Río Seco. La tercera fase corresponde a la intervención en 1.639 lotes de la zona de Germán Busch; esta fase fue considerada de transición, ya que la ejecución de las obras comenzó a ser transferida a AISA. La tabla 3.1.1 presenta los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario ejecutados por el PPEA.

TABLA 3.1.1 - SISTEMAS CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO EJECUTADOS POR EL PPEA

Sistema	Localidad	Inicio de operación del sistema	Lotes intervenidos	Lotes habitados	% habitado	Manzanas	Condominios	Población del proyecto	Población inicial	Habitantes por lote habitado	Conexiones iniciales
Huayna Potosí	El Alto	1999	105	87	82,9	21	13	567	468	5,4	96
Villa Ingenio (D-II)	El Alto	1999	510	239	46,9	27	34	2.448	1.144	4,8	454
San Juan Río Seco	El Alto	2000	212	146	68,9	13	12	1.102	757	5,2	160
Oro Negro	El Alto	1999	492	363	73,8	25	44	2.755	2.028	5,6	477
Caja Ferroviaria	La Paz	1999	536	274	51,1	30	37	2.734	1.395	5,1	466
Germán Busch (1ª Etapa)	El Alto	2000	1.639	766	46,7	71	57	9.670	4.496	5,9	850
Total	-	-	3.494	1.875	61,7	196	197	19.276	10.288	5,3	2.503

Fuente: Canelli (2001)

Este estudio de caso evalúa los sistemas condominiales implantados en las fases abarcadas por el convenio entre el Programa de Agua y Saneamiento y AISA, es decir, las dos primeras fases de implantación antes mencionadas y la zona de Germán Busch de la tercera fase.

### CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN

El 80% de la población de El Alto es aymara. Gran parte aún mantiene sus costumbres rurales, y durante determinados periodos anuales, como el de siembra y cosecha, regresan a sus comunidades de origen. Durante el tiempo en que permanecen en la ciudad, emplean sus viviendas casi exclusivamente para dormir, ya que a lo largo del día se dirigen a La Paz, generalmente para realizar actividades comerciales.

El 36% de los pobladores tiene un ingreso menor a US\$ 62; un 49% alcanza un ingreso entre US\$ 62 y 250; y el 15% restante tiene un ingreso superior a US\$ 250. Un 80% de la población participa de las actividades de la junta de vecinos. A pesar de que la población alteña es bastante pobre, se observan familias con recursos económicos que permitirían financiar la conexión del lote. Sin embargo no lo hacen, resultando un gran número de lotes no conectados al sistema de alcantarillado sanitario.

La topografía de la zona de proyecto tiene diferentes características. El Alto presenta un gradiente suave con declives inferiores al 5%. Caja Ferroviaria, en La Paz, situada a 3.850 msnm, tiene una topografía accidentada, correspondiente a ladera de la meseta altiplánica. Las manzanas de la parte baja de la urbanización están asentadas sobre pendientes moderadas del 5 al 10%; por el contrario, las manzanas de la parte superior tienen declives en algunos sectores de hasta 60%. Ambas áreas urbanas de El Alto y de la ladera norte de La Paz no fueron planificadas. Sin embargo, son regulares y con manzanas de forma rectangular y trapecial. Los lotes están destinados principalmente a residencias de uso doméstico.

El suelo en la zona del PPEA está constituido por capas bastantes permeables. La profundidad de las aguas subterráneas se encuentra entre 5 y 15 metros, llegando, sin embargo, a una profundidad máxima de 33 metros. La incidencia de lluvias es menor que en otras regiones de Bolivia, alcanzando precipitaciones promedio anuales próximas a los 600 milímetros. Las temperaturas suelen ser bajas durante todo el año, llegando durante junio y julio a los 7,8 °C.

## METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL

El proceso de movilización comunitaria que realizó el equipo del PAS como ejecutor del PPEA y AISA como proveedor concesionario de los servicios, fue un componente indispensable del sistema condominial. Se basó en la participación directa del usuario en la elección del tipo de ramal condominial, con el consenso entre los vecinos de un mismo condominio, y en el mejoramiento de las condiciones sanitarias ambientales y sociales de los habitantes de los barrios.

La definición del tipo de ramal condominial adoptado en cada conjunto habitacional se realizó por medio de reuniones con los beneficiarios donde se exponían las ventajas y las desventajas de cada alternativa y también el costo de cada una de ellas. A partir de estas informaciones los vecinos elegían la opción que más les convenía. En estas reuniones también se transmitía a la población información sobre el buen uso del sistema y promoción de hábitos de salud e higiene.

Los principales temas tratados en la movilización comunitaria fueron:

- Aclaraciones a la población en cuanto a la eficiencia del sistema condominial.
- Cobranza de la tarifa de alcantarillado.
- Cronogramas de las obras de ingeniería, características físico-urbanas.
- Factores socioculturales.
- Metas de atención previstas.
- Estructura institucional/ metodología.

Por otra parte, se adoptaron estrategias para la intervención, por medio del equipo de campo técnico y social, tales como:

- Definición de normas y directrices para uniformar los procedimientos metodológicos.
- Adopción de procedimientos constructivos y de intervención social de acuerdo con la realidad local.
- Calificación de equipos de movilización.
- Educación sanitaria ambiental.

La intervención fue dividida en seis etapas, cada una con objetivos y productos específicos.

La tabla 3.1.2 presenta las etapas de implantación del Proyecto Piloto El Alto.



TABLA 3.1.2 - ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO PILOTO EL ALTO

Etapa	Objetivo	Productos
1. Identificación de los actores y caracterización de las áreas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conocer el escenario de implantación del sistema condominial.</li><li>- Transferir el conocimiento sobre el sistema condominial a los usuarios.</li><li>- Conocer las características físicas y topográficas del área.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El equipo técnico y social conoce el área donde se desarrollará la implantación.</li><li>- Los usuarios tienen conocimiento sobre el sistema para la toma de decisión.</li><li>- Se cuenta con información para la elaboración del prediseño de ingeniería.</li></ul>
2. Firma de acuerdos y diseños definitivos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Iniciar la reflexión sobre la educación sanitaria y ambiental de los usuarios.</li><li>- Definir el trazado geométrico de la red/ramal.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los usuarios profundizan el conocimiento sobre el proceso de implantación del sistema.</li><li>- Los usuarios deciden y aceptan el trazado final del diseño.</li></ul>
3. Capacitación y planificación de tareas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fortalecer la organización de los condominios. Capacitar a los usuarios en educación sanitaria y ambiental.</li><li>- Identificar a los vecinos con destrezas manuales en albañilería y fontanería.</li><li>- Capacitar a los usuarios en obras (albañilería y fontanería).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Condominios organizados con estatutos y reglamentos.</li><li>- Los usuarios conocen aspectos importantes de educación sanitaria y ambiental.</li><li>- Se cuenta con personas con destrezas manuales. Los usuarios están capacitados para la ejecución de las obras.</li></ul>
4. Ejecución de obras	<ul style="list-style-type: none"><li>- Construir los ramales condominiales con calidad y eficiencia y la participación de la comunidad y que los usuarios vecinos construyan sus instalaciones intradomiciliarias.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los usuarios construyen sus ramales condominiales.</li><li>- Los usuarios construyen sus módulos sanitarios (baños, lavaplatos, lavandería).</li></ul>
5. Consolidación del sistema	<ul style="list-style-type: none"><li>- Capacitar para el buen uso, mantenimiento y conservación del sistema</li><li>- Profundizar la educación sanitaria y ambiental y utilizar las instalaciones intradomiciliarias.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los usuarios están capacitados y realizan la conservación y el mantenimiento preventivo de los ramales condominiales y módulos sanitarios.</li><li>- Los usuarios están capacitados y practican nuevos hábitos de higiene.</li></ul>
6. Sistematización y evaluación de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>- Contar con documentos que permitan aprender de la experiencia para replicar el sistema en otras áreas.</li><li>- Contar con resultados de la evaluación participativa.</li><li>- Realizar la conservación y mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo a la decisión de los condominios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se cuenta con documentos que sistematizan la experiencia.</li><li>- Los usuarios realizan su análisis y evaluación del funcionamiento del sistema.</li><li>- Los usuarios ajustan y mejoran los procedimientos de conservación y mantenimiento del sistema.</li><li>- Se cuenta con un sistema mantenido y adecuadamente conservado.</li></ul>

Fuente: Lobo e Inchauste (2000)

## PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño considerados en el proyecto piloto se indican a continuación.

Periodo de diseño	20 años
Densidad poblacional:	
• Condición actual	5 habitantes /vivienda
• Población de saturación (final del plan)	10 a 12 habitantes/vivienda
Consumo <i>per cápita</i> (diseño)	120 L/hab. día
Coefficiente de retorno desagüe/agua	0,80
Coefficientes de punta:	
• Coeficiente de variación diaria	$k_1 = 1,2$
• Coeficiente de variación horaria	$k_2 = 1,5$
Diámetro mínimo:	
• Ramal condominial	100 mm
• Redes principales	100 mm
Contribución de infiltración:	
• Infiltración lineal red pública/ramal	0,05 L/s-km - nivel freático bajo
• Infiltración lineal red pública/ramal	0,5 L/s-km - nivel freático alto
• Infiltración por conexiones erradas	5 a 10% $Q_{m\acute{a}x}$
Caudal mínimo:	1,50 L/s
Coefficiente 'n' de rugosidad de Manning	0,013
Pendiente mínima	0,005 m/m (5‰)
Pendiente máxima	en función de la velocidad máxima
Lámina de agua máxima	75%
Lámina de agua mínima	20%
Velocidad máxima	tubos de PVC, 5,0 m/s
Tensión tractiva mínima	1,0 Pa (0,10 kg/cm <sup>2</sup> ).
Profundidad mínima:	
• Ramal condominial	0,45 m
• Red principal por la calzada pública	0,85 m
Elementos de inspección:	
• Cajas de conexión circulares:	
• Profundidad hasta 0,90 m	diámetro 0,45 m
• Profundidad entre 0,90 y 1,20 m	diámetro 0,60 m
• Cámaras de inspección para la red pública	diámetro interno mínimo: 1,20 m
• Longitud máxima del ramal condominial:	
• Tipo de ramal	longitud máxima
• Ramal condominial por el fondo de lote	25 m
• Ramal condominial por el medio de lote	25 m
• Ramal condominial por la acera	50 m

- Longitud máxima de la red principal:
 

• Tipo de red	longitud máxima
• Red pública por la calzada	110 m
• Red pública por la acera	80 m
  
- Ubicación de los ramales condominiales:
 

• Ramal por el fondo de lote	2,9%
• Ramales por el jardín	12,2%
• Ramales por las aceras	84,9%

Responsabilidad para la operación y mantenimiento: la operación de la red pública y de los ramales situados en las calzadas quedaron a cargo de AISA; los ramales localizados en los fondos de los lotes, en el medio y en las aceras, quedaron bajo la responsabilidad de los propietarios.

## COSTOS DEL SISTEMA CONDOMINIAL Y SU VARIACIÓN EN RELACIÓN AL SISTEMA CONVENCIONAL

### Costos de construcción

La experiencia del PPEA ha demostrado que los costos de construcción para el sistema condominial presentan una gran ventaja sobre los del sistema convencional. La inversión *per cápita* para el sistema condominial se estima entre \$US 23 y los \$US 32 por habitante, con un promedio de \$US 27. Para las mismas condiciones, el costo del sistema convencional está en el rango de \$US 59 por habitante, es decir, de 2 a 2,5 veces mayor que el condominial.

Considerando un promedio de 5,3 habitantes por lote, el costo unitario de implantación del sistema condominial se estima entre US\$ 122 y US\$ 170 por lote, contra un costo de hasta US\$ 313 por lote para el sistema convencional. La tabla 3.1.3 presenta valores de costos en el PPEA.

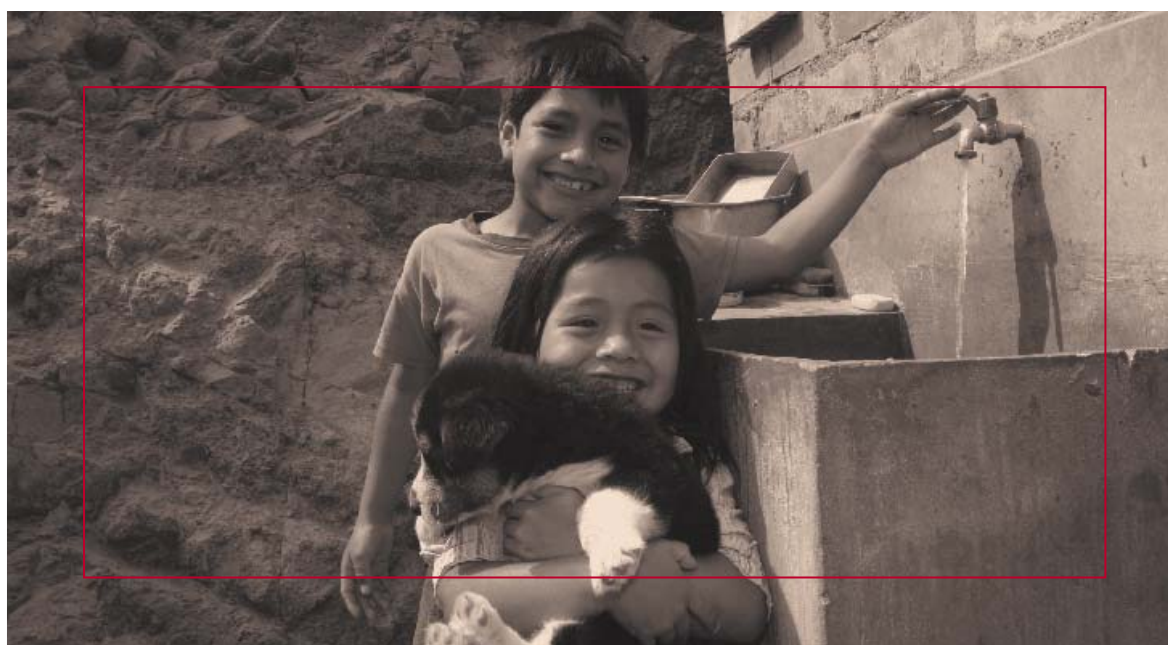


TABLA 3.1.3 - COSTOS EN DÓLARES AMERICANOS POR CONEXIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y DE INTERVENCIÓN SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL PPEA, BOLIVIA (\*)

Tipo y Gestión del Sistema	Zonas de Implantación						Promedio
	Huayna Potosí	Villa Ingenio	San Juan Río Seco	Oro Negro	Caja Ferroviaria	Germán Busch	
	Con ramal condominial						
	Fondo lote	Por medio lote	Por acera	Por acera	Por acera y mixto	Por acera	
<b>A) Sistema condominial</b>							
Habitante por lote ocupado	5,4	4,8	5,2	5,6	5,1	5,9	5,3
<b>Con gestión compartida</b>							
\$US ramal/conexión (**)	59,2	70,2	79,2	78,3	76,8	79,5	74
\$US interv. s/conexión	26,8	37,8	23,8	25,7	17,2	20,5	25
\$US ramal-interv.s/conexión (***)	86	108	103	104	94	100	<b>99</b>
\$US red pública/conexión	38	53	61	35	51	32	45
\$US red; ramal-interv.s/conexión	124	161	164	139	145	132	144
<b>Sin gestión compartida</b>							
\$US ramal/conexión (****)	106	119	146	144	134	129	<b>130</b>
\$US red y ramal/conexión	144	172	207	179	185	161	175
<b>B) Sistema convencional</b>							
\$US red/conexión	286	282	301	295	298	291	292

Fuente: Inchauste (2000)

(\*) Los costos por conexión de construcción y de intervención social fueron determinados en función a los Lotes Intervenidos en cada zona de implantación.

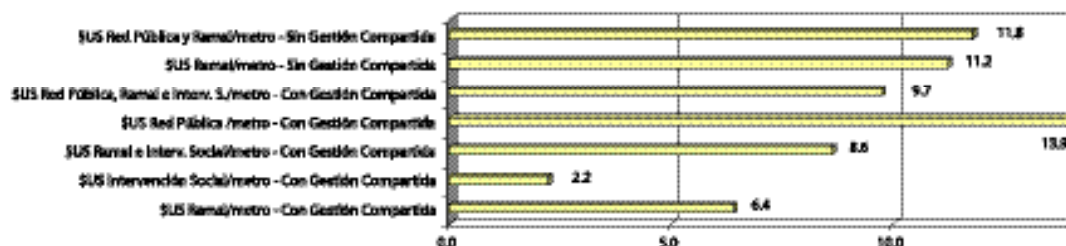
(\*\*) Los costos de conexión del ramal –“con gestión compartida”– consideran los costos de materiales del ramal y de las conexiones domiciliarias. No incluyen los costos de mano de obra.

(\*\*\*) Los costos de conexión del ramal e intervención social –“con gestión compartida”– consideran los costos de materiales del ramal, de las conexiones domiciliarias y de la intervención social y técnica. No incluyen los costos de mano de obra.

(\*\*\*\*) Los costos de conexión del ramal –“sin gestión compartida”– consideran los costos de materiales del ramal, de conexiones domiciliarias y de la mano de obra.

La figura 3.1.1 presenta en forma gráfica los costos por metro lineal en el Proyecto Piloto El Alto.

FIGURA 3.1.1 - COSTOS POR METRO (CON Y SIN GESTIÓN COMPARTIDA)



Fuente: Encuesta domiciliaria, setiembre de 2005

## COSTOS DE INTERVENCIÓN SOCIAL

El costo unitario de la intervención social para la implementación del sistema condominial se estima entre los US\$ 17,2 y los US\$ 37,8 por lote.

## NIVEL DE CONECTIVIDAD

La tabla 3.1.4 presenta el nivel de conectividad observado en la zona de intervención del proyecto PPEA. También se presentan los mismos datos relativos a un sistema convencional construido en la zona de Tres de Mayo.

TABLA 3.1.4 - NIVEL DE CONECTIVIDAD SEGÚN ZONA DE INTERVENCIÓN (\*)

Tipo de Obra	Zona	% de viviendas conectadas al alcantarillado	% de viviendas con baño
Alcantarillado condominial	Huayna Potosí	96,6	71,4
	Oro Negro	98,3	59,4
	Villa Ingenio	97,9	61,5
Agua y alcantarillado condominial	Caja Ferroviaria	96,7	82,3
	San Juan de Río Seco	97,9	40,6
	Germán Busch	81,1	12,2
Alcantarillado convencional	Tres de Mayo	65,8	30,0

Fuente: Canelli (2001)

(\*) Porcentajes calculados sobre el total de viviendas habitadas conectadas al alcantarillado en cada zona

De la información presentada se comprueba la mayor efectividad del sistema condominial en relación al convencional, tanto en lo referente a las conexiones a la red (domiciliarias) como en relación a la utilización del sistemas (conexiones intradomiciliarias).

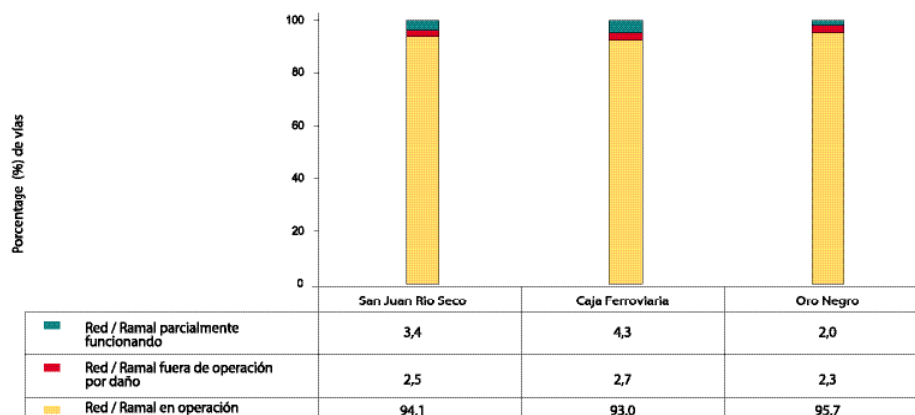
## EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS

La evaluación del funcionamiento actual del sistema se realizó por medio de encuestas domiciliarias, realizadas en setiembre 2005 en las zonas de San Juan de Río Seco, Oro Negro y Caja Ferroviaria.

La evaluación muestra que el desempeño operacional del sistema condominial presenta ventajas comparativas sobre el sistema convencional. A pesar de la poca o nula frecuencia de mantenimiento, tanto por parte de los vecinos como por AISA, un alto porcentaje del sistema implantado viene funcionando satisfactoriamente, como se observa en la figura 5.1.2.



FIGURA 3.1.2. - CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED/RAMAL ZONAS DEL PPEA (SETIEMBRE DE 2005)



Fuente: encuesta domiciliaria, setiembre de 2005

### Incidencia de atoros o taponamientos

El número de intervenciones comunicadas por el concesionario muestran una cantidad bastante baja en las redes ejecutadas con el programa condominial, del orden de 0,5 intervenciones al año por kilómetro de red.

De parte de los vecinos hay quejas de atoros (frecuentes y no frecuentes), especialmente en las zonas planas. También se relatan muchas dificultades para el mantenimiento adecuado de las redes internas por parte de la población y en la limpieza de las cajas desgrasadoras domiciliarias

### Problemas operacionales

Entre las dificultades operacionales verificadas *in situ* se mencionan: mal uso del sistema, tanto por desconocimiento como por descuido; ausencia de cajas trampas de grasa; problemas debidos a obstrucciones en los ramales, especialmente en época de lluvias; descuido de los nuevos usuarios cuando ejecutan las conexiones; ampliaciones de inmuebles sobre los ramales; colocación de tapas improvisadas; robo o daño de las tapas; destrucción de la caja condominial; rivalidad entre vecinos; elevado índice de marginalidad; limpieza y mantenimiento colectivo conflictivos; dificultades de acuerdo y concertación; deficiente educación sanitaria; problemas constructivos; y falta de operación por parte del concesionario, entre otros.

### Aspectos jurídicos del ramal condominial - Formalización del condominio

No se detectaron problemas jurídicos significativos alrededor de la copropiedad del ramal entre los vecinos de un mismo condominio. El acuerdo entre los vecinos se formalizó por medio de un documento denominado 'Firma de Acuerdos'.

### Consumos de agua y su variación con el proyecto

El consumo de agua, principalmente en la ciudad de El Alto, es bajo, por las características socioculturales de la población y el clima frío.



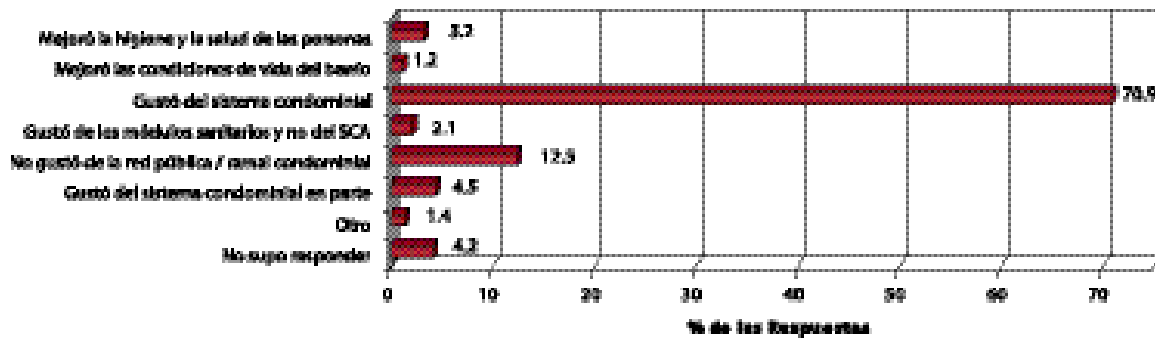
TABLA 3.1.5 - CONSUMOS DOMÉSTICOS

Ciudad	Consumo mensual doméstico promedio por familia (m <sup>3</sup> )	Clientes (%)
La Paz	10,45	81,0
El Alto	4,03	98,5

### Satisfacción de la población

La percepción de la población y su satisfacción con relación al sistema, evaluados por medio de encuestas domiciliarias, se puede evidenciar en la figura 3.1.3.

FIGURA 3.1.3 - SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS EN CUANTO AL SISTEMA CONDOMINIAL ZONAS DE ORO NEGRO, SAN JUAN RÍO SECO Y CAJA FERROVIARIA (SETIEMBRE DE 2005)



Fuente: encuesta domiciliaria, setiembre 2005

El nivel de insatisfacción observado fue de 12,5%, y los motivos mencionados son el pequeño diámetro usado (100 milímetros), los malos olores que emanan de las cajas condominiales y problemas localizados de limpieza y mantenimiento del ramal.

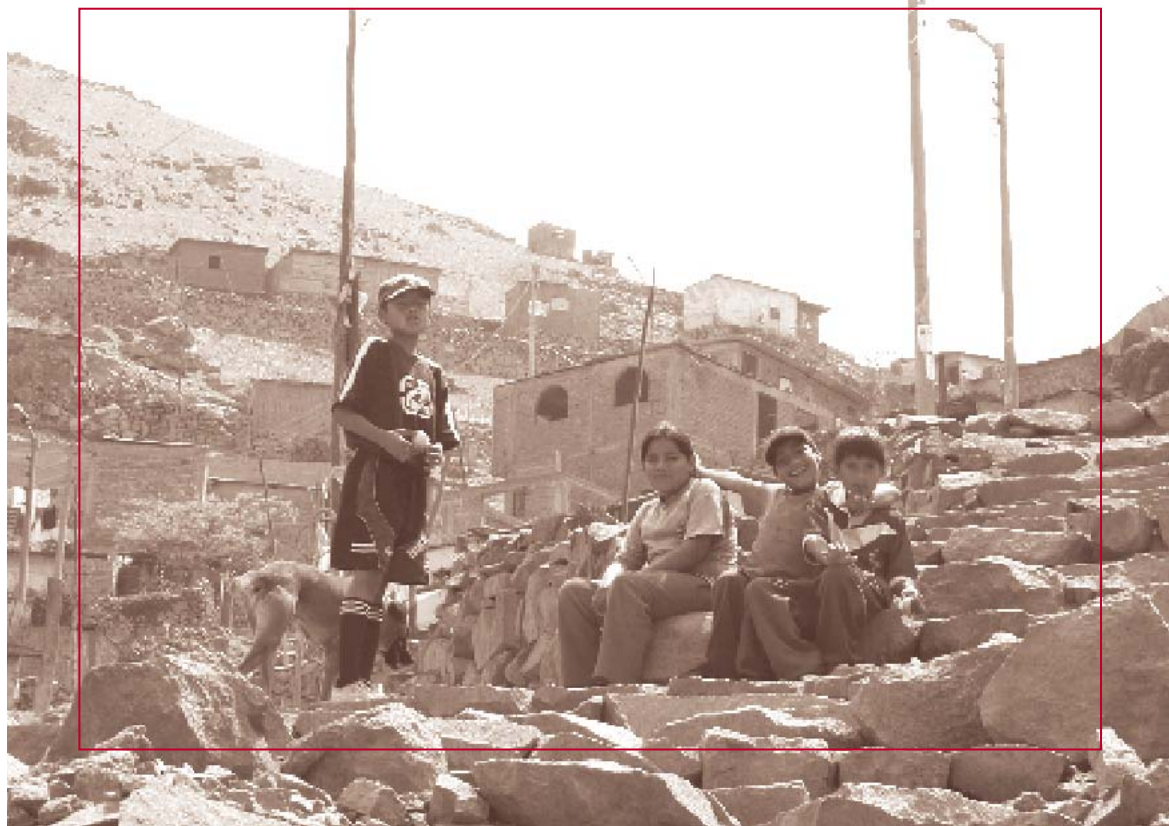
### CONFLICTOS GENERADOS Y SU SOLUCIÓN

#### Cambio en la ubicación del ramal condominial

Según la información brindada por los vecinos encuestados, AISA recibe constantes solicitudes de cambio en la ubicación de los ramales condominiales cuando están asentados dentro de los lotes (caso de Huayna Potosí y Villa Ingenio), para permitir la ampliación de las viviendas.

#### Conexiones clandestinas de aguas pluviales

Debido a que las vías no contemplan una red de aguas pluviales independiente del alcantarillado sanitario, cuando los lotes no tienen recolección de aguas pluviales la población acaba por conectarlas al alcantarillado, provocando atoros y sobrecarga en el sistema condominial.



### **Ramales condominiales internos**

De manera general, hay un leve rechazo por parte de la población hacia los ramales condominiales internos cuando el terreno es plano (i.e. Huayna Potosí y Villa Ingenio). Esa situación cambia cuando se trata de áreas con grandes pendientes, donde aparentemente hay una aceptación natural hacia esos ramales (i.e. Caja Ferroviaria).

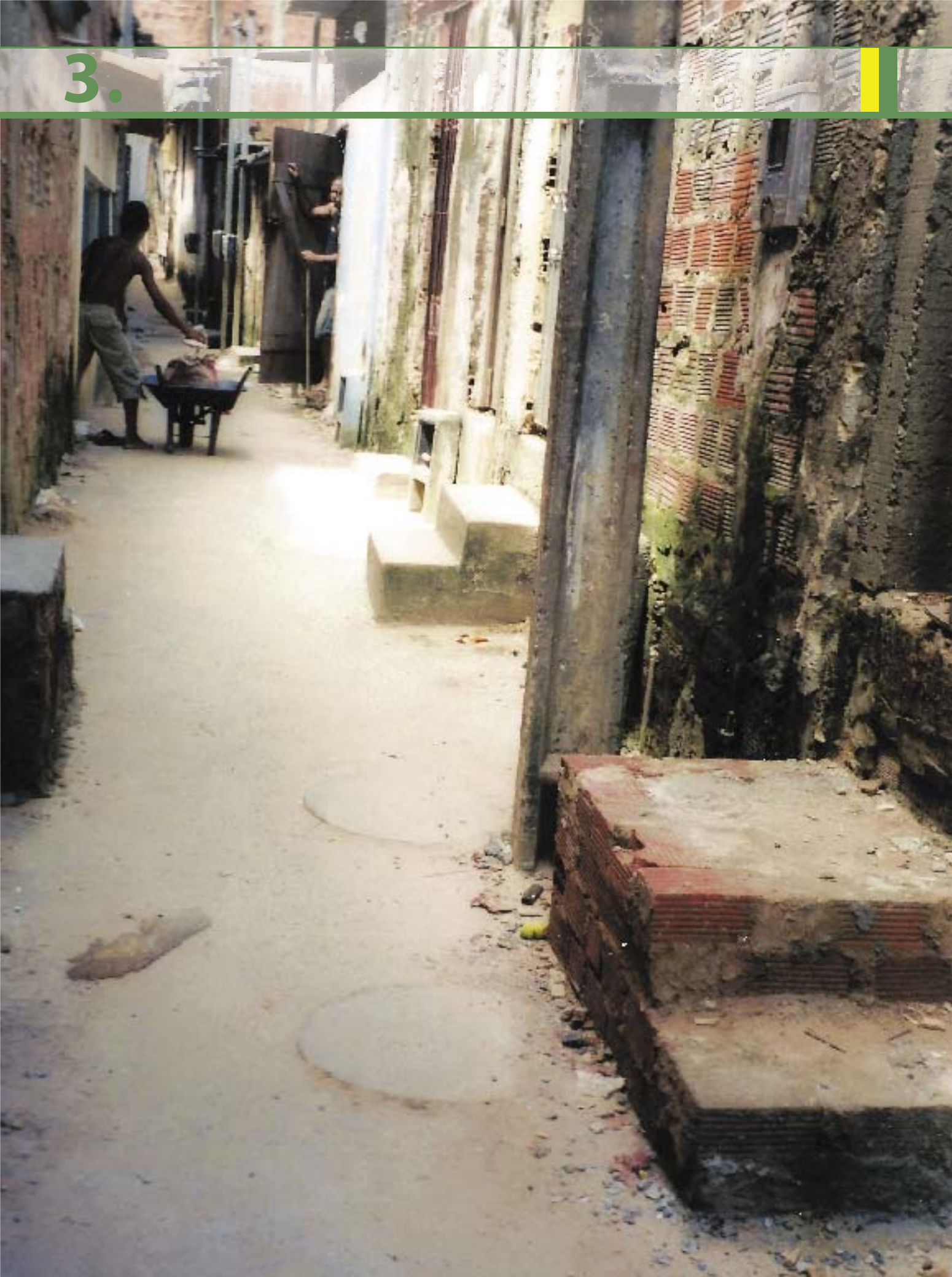
#### IMPACTO EN LAS TARIFAS

El costo de la tarifa del servicio de la red pública de alcantarillado condominial en el PPEA está incluido en la tarifa de consumo de agua. La tarifa no fue definida en función de la localización del ramal implantado.

#### ASPECTOS NORMATIVOS

El 29 de noviembre de 2001, el consejo directivo del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), aprobó la modificación a las Normas Técnicas para el Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. El componente de intervención técnico-social para la implantación de sistemas condominiales fue incluido como anexo en el 'Reglamento Técnico de Diseño para Sistemas de Alcantarillado' NB 688 de diciembre de 2001.

3.



## ESTUDIO DE CASO BRASIL: SALVADOR, BAHÍA

La cobertura de alcantarillado para la población urbana en las ciudades brasileñas varía del 42,1%, en la región norte, al 72,9%, en la región sudeste. Los mayores índices de cobertura se sitúan en las zonas sur y sudeste del país. El acceso al alcantarillado sanitario es extremadamente desigual y varía en relación al rango de ingresos y a la localización de las viviendas. Respecto al tratamiento de las aguas residuales, se estima que apenas el 35,3% de los desagües recolectados reciben algún tipo de tratamiento antes de la disposición final. Esta realidad se agrava más en las áreas rurales, donde el déficit es incluso más significativo.

Los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario se utilizan en Brasil desde la década del 80'. Su empleo ha permitido la reducción de los costos de implantación de los sistemas de alcantarillado sanitario: se ha verificado que el costo de implantación puede generar un ahorro de hasta el 60% en relación al de una red convencional (Melo, 1994), debido a que los gastos de recolección y transporte representan del 42 al 66%<sup>4</sup> del total de los costos de las unidades que integran un sistema de alcantarillado sanitario. En la actualidad, de los 41.641 km de redes de alcantarillado implantadas en Brasil, 5.657 km (13,6%) son del tipo condominial.

Como consecuencia de los resultados positivos de las experiencias realizadas, las buenas perspectivas de este modelo permitieron su incorporación a los programas de la Caja Económica Federal (CEF), del Banco Mundial (BIRD) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entidades financieras vinculadas al sector saneamiento que vienen impulsando la aplicación del sistema condominial. Los criterios de selección de los diferentes programas financiados por esas instituciones priorizan alternativas de menor costo *per cápita* de construcción en los proyectos destinados a atender comunidades periurbanas con ingresos familiares de hasta tres sueldos mínimos. Por esta razón, el modelo condominial se viene aplicando intensamente. Entre los proyectos que vienen adoptándolo están el Programa de Saneamiento Básico para Población de Bajos Ingresos (Prosanear I y II), de alcance en todo Brasil, con financiamiento de la CEF y BID; el de Descontaminación de la Baía de Guanabara (PDBG) en Río de Janeiro; y el Programa de Saneamiento Ambiental de la Baía de Todos os Santos - BTS/BAHIA AZUL, en Salvador y once ciudades del su entorno, principalmente con recursos provenientes del BID. En el Programa BTS/BAHIA AZUL, los proyectos inicialmente formulados con sistema convencional para las localidades de Santo Amaro, Candeias, Cachoeira/São Félix, Madre de Deus y Maragojipe, se compararon con otros basados en el modelo condominial, dando como resultado la implantación de estos últimos, ya que la reducción de los costos de implantación de las redes condominiales representaba valores de entre el 42 y el 66%<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Estos porcentajes han sido determinados en la etapa de selección de alternativas para la implantación de sistemas de alcantarillado sanitario para las localidades de Santo Amaro, Candeias, Cachoeira/São Félix/Madre de Deus y Maragojipe, en el departamento de Bahía. Los estudios inicialmente formulados para esas ciudades, del tipo convencional, han sido comparados con los proyectos de alcantarillado sanitario, dando como resultado la priorización del sistema condominial.

<sup>5</sup> Estos porcentajes se obtuvieron cuando se evaluó las alternativas para la implantación de sistemas de alcantarillado sanitario en las ciudades citadas.



## ASPECTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS

En Brasil, luego de las observaciones efectuadas por diferentes expertos del sector saneamiento, se concluyó que el alto costo de los sistemas convencionales de alcantarillado restringía ese servicio público para gran parte de la población, principalmente para aquella residente en áreas periurbanas con deficiente ordenamiento territorial. Como consecuencia, el sector pasó a revisar todas las prácticas adoptadas en sus proyectos y obras, con el objetivo de identificar todo aquello que pudiera influir en los costos de implantación de los sistemas de alcantarillado sanitario.

Con ese espíritu, se alteró la norma técnica de la ABNT<sup>6</sup>, que en su versión más actualizada, NBR 9.649 (1986), ya incorpora diversos cambios con vistas a la reducción de los costos, siempre que se mantenga la calidad técnica en los proyectos. Entre tales cambios se pueden mencionar, por ejemplo: diámetro mínimo de 100 milímetros; pendiente mínima en función de la tensión tractiva; lámina de agua de hasta 75% del diámetro de la tubería; sustitución en casos específicos de los pozos de inspección por cajas de inspección (CI), terminales de limpieza (TL) y tubos de inspección y limpieza (TIL); reducción de las dimensiones de los pozos de inspección; aumento de la distancia entre los pozos, condicionándola al alcance de los equipos de desobstrucción y limpieza; reducción de la profundidad mínima, introduciendo el criterio del recubrimiento de los tubos, etc.

En la metodología utilizada para la implantación de las redes condominiales no existe diferencia entre las fases de diseño y de obra, conformando las mismas un proceso integrado. Se parte del principio de que la localización y las profundidades de la red pública sólo se conocerán luego de los trabajos de movilización comunitaria, cuando se elabora la nota de servicio de los ramales condominiales. De esa manera, el diseño al detalle de las redes se realiza a lo largo de su implantación, cuando un equipo de diseño es residente en la obra. Esta iniciativa es otra innovación en el contexto del sistema condominial.

Las condiciones técnicas adoptadas en los proyectos de sistemas condominiales, para aplicación en áreas donde exista predominancia de lotes unifamiliares urbanizados o no, deben atender a las siguientes normas: NBR 9.649 (que trata sobre los procedimientos a ser adoptados para el diseño de redes de recolección de desagüe sanitario); NBR 8.160 (sobre las instalaciones prediales de desagües sanitarios); y NBR 9.648 (relativa a los procedimientos por adoptar en el estudio de la concepción de los sistemas de desagüe sanitario) (Melo, 1983; Andrade Neto, 1994; Nazareth, 1997).

Con relación al componente social, la normatividad que se viene adoptando para los sistemas condominiales es la aceptación del usuario, formalmente expresada por medio de la firma del Término de Adhesión. En la práctica, este acuerdo sólo será efectivo cuando el usuario participe activamente y acepte la solución condominial, lo que implica un cambio importante de hábitos y valores. Cabe señalar que el Término de Adhesión, en la práctica, no tiene valor jurídico<sup>7</sup>: se trata de un acuerdo informal que el usuario podrá o no cumplir.

## ASPECTOS ECONÓMICOS

La experiencia en Brasil indica que los costos de implantación de los sistemas condominiales varían bastante, de acuerdo con las características locales de cada proyecto, de los materiales utilizados, de la mano de obra, etc.

<sup>6</sup> Después de cinco años de buenos resultados, las nuevas técnicas fueron aprobadas por la Norma Brasileira NBR 9649/1986, Azevedo Netto (1992).

<sup>7</sup> No existe, en Brasil, legislación específica sobre el tema.

Las experiencias realizadas en Río Grande del Norte (CAERN, 1985) y en el Distrito Federal (CAESB, 1997), donde esta solución fue adoptada en gran número de localidades, demuestran que los costos promedio para sistemas construidos en áreas urbanas, poco pavimentadas, están situados dentro de los rangos indicados a continuación:

- Red pública aproximadamente entre US\$ 30,00 y US\$ 40,00 por metro
- Ramal condominial aproximadamente entre US\$ 15,00 y US\$ 20,00 por metro

Para esas mismas áreas, con topografía suave y densidad de ocupación del orden de 100 habitantes por hectárea, el costo de la red condominial (ramal condominial y red pública) se sitúa entre US\$ 250 y US\$ 400 por conexión. De ese total, entre el 50 y el 60% corresponde al costo del ramal condominial (CAERN, 1985).

Para Kligerman (1997), los costos del sistema en el Río Grande del Norte se estimaron en US\$ 263.04 por conexión, distribuidos como se indica a continuación:

- Ramal condominial US\$ 82,20
- Red pública US\$ 90,42
- Proyecto de movilización comunitaria US\$ 24,66
- Tratamiento US\$ 65,76

Estimándose cinco personas por conexión, en promedio, se obtienen los siguientes costos por habitante:

- Ramal condominial US\$ 16,44
- Red pública US\$ 18,08
- Proyecto de movilización comunitaria US\$ 4,93
- Tratamiento US\$ 13,15
- Costo total US\$ 52,61

En relación a las tarifas, en Brasil se adopta para el alcantarillado condominial una tarifa alrededor del 40% de los valores de la tarifa de agua. Entre los sistemas convencionales ese valor es del 100%

## ASPECTOS CULTURALES

Los sistemas condominiales de alcantarillado se han implementado principalmente en comunidades de bajos ingresos. Esas áreas se caracterizan por una topografía bastante acentuada (principalmente en la ciudad de Salvador), por su urbanización insuficiente, por su elevada densidad poblacional, por su precario sistema vial y por la simplicidad de sus viviendas. Estas últimas usualmente carecen de instalaciones intradomiciliarias, sea por falta de aparatos sanitarios importantes o, principalmente, por instalaciones internas que combinan los desagües con las aguas pluviales. La disposición conjunta de los desagües sanitarios con las aguas de lluvia se constituye en la práctica en un procedimiento histórico con raíces de orden cultural en Brasil. La implantación de un sistema de alcantarillado sanitario debe, por lo tanto, ser precedido por un proceso educativo de la población usuaria, que sea capaz de promover el cambio cultural para nuevas formas de uso, nuevas responsabilidades y un nuevo pacto socio-institucional entre los usuarios y la institución responsable de la prestación de los servicios.

Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido adoptados en las últimas décadas en varias ciudades brasileñas, bajo las más distintas formas que se adecuan a otros tantos contextos de programas y proyectos de alcantarillado sanitario. Esa flexibilidad técnica, entretanto, no ha sido suficiente para



que algunos proyectos condominiales sean exitosos y posteriormente mantenidos a lo largo del tiempo. En tales condiciones, es importante conocer, observar y respetar los aspectos culturales presentes en las distintas áreas de las intervenciones.

## SISTEMAS CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN SALVADOR, BAHÍA

El sistema condominial ha sido adoptado en gran escala en la ciudad de Salvador a partir de 1995, por medio del Programa de Saneamiento Ambiental de la Baía de Todos los Santos (BTS). El Programa BTS, trabajando junto al Metropolitano y al de Modernización del Sector Saneamiento, forman el denominado Programa Bahía Azul. El BTS, a su vez, integra seis subproyectos: recolección y tratamiento de desagües; abastecimiento de agua potable; fortalecimiento institucional; recolección y disposición de residuos sólidos; educación ambiental; y expropiaciones y financiamiento de conexiones intradomiciliarias. El estudio de caso que se presenta a continuación ha sido desarrollado en el ámbito del subproyecto Recolección y Tratamiento de Desagües, que comprende, entre otras, las intervenciones en sistemas condominiales.

La ciudad de Salvador tiene una gran área ocupada espontáneamente (invasiones y favelas), donde no se observan reglas urbanísticas. Agravando la situación, la topografía de la ciudad es muy accidentada, con varias cuencas de drenaje y pendientes muy acentuadas. Justamente en las áreas más críticas, donde el valor inmobiliario es prácticamente nulo, se han asentado las poblaciones de bajos ingresos, sin ninguna decisión política de los poderes públicos para disciplinar el uso y la ocupación del suelo.

Sólo el 26% de la población de Salvador disponía de servicios de alcantarillado. La meta en el componente de alcantarillado sanitario al final del programa, previsto para el año 2003, era la atención del 80% de la población. Lograr el aumento de cobertura propuesto sólo sería posible con la implantación de redes colectoras en las áreas periurbanas, donde reside el 60% de la población en zonas urbanizadas irregularmente.

En ese contexto, la Empresa Baiana de Aguas y Saneamiento S.A. (Embasa), responsable por la ejecución, fiscalización, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario en Bahía, adopta los sistemas condominiales de alcantarillado en gran escala en las principales cuencas integrantes del sistema de alcantarillado sanitario de Salvador. Como ya había sido implantado o diseñado un sistema de transporte y disposición final del desagüe sanitario para la ciudad de Salvador, el sistema condominial implantado se refirió a los ramales condominiales y a la red pública.

En este proyecto, la Embasa decidió transferir para la empresa ganadora de la licitación de la obra toda la responsabilidad por la formación de los condominios, incluyendo la movilización y el proceso de participación social, tal como lo especifica el documento de licitación de la obra.

## LA OPCIÓN POR EL ALCANTARILLADO CONDOMINIAL EN SALVADOR

El sistema de alcantarillado condominial, dentro del Programa BTS/Bahía Azul, fue adoptado tanto en razón del bajo costo de implementación, como en función de las características muy peculiares de las áreas informales, que exigían soluciones alternativas al sistema convencional. Así se han diseñado redes convencionales de alcantarillado sanitario en las calles donde esa opción ha sido posible, y redes de alcantarillado condominial en áreas de ocupación informal.



La Embasa, cuando inició la aplicación del modelo condominial, realizó un proyecto piloto y creó una estructura organizacional de apoyo a las acciones que serían desarrolladas, en particular las referentes al seguimiento y observación de los contratos con las empresas ganadoras de las licitaciones de las obras. Esa estructura, con el tiempo, se fue modificando en un proceso de fortalecimiento continuo.

El área seleccionada para el proyecto piloto estaba localizada en Cuenca del Alto Saboeiro; ésta se caracterizaba por una red de drenaje de aguas pluviales bastante precaria y por su topografía muy accidentada. Se seleccionaron cuatro condominios para la aplicación del modelo y para detalle de sus ramales condominiales. El total de domicilios seleccionados para el proyecto piloto fue de 240, con tasa media de ocupación de 4,05 habitantes por vivienda, y densidad de 359 habitantes por hectárea. La población total en el área piloto era de 899 habitantes (Bahía Azul, 1995).

Con relación a los costos observados, el promedio del ramal fue de US\$ 10,10/m; el de la conexión del orden de US\$ 52,89 por unidad<sup>8</sup>. Los demás índices obtenidos en el estudio se indican a continuación:

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| • Domicilios atendidos               | 129 unidades por hectárea   |
| • Población a ser atendida           | 482 habitantes por hectárea |
| • Extensión de red                   | 680 metros por hectárea     |
| • Cantidad de cajas de inspección    | 119 unidades por hectárea   |
| • Costo de la red/ha (julio de 2002) | US\$ 6.763,81               |

#### EL MICROSISTEMA V – CUENCA DEL ALTO SÃO CAETANO

Las informaciones que se presentan a continuación se refieren al área localizada en el Microsistema V, de la subcuenca denominada Alto de São Caetano 4 (ASC-4) e integrante de la cuenca del Alto del Camurujipe. Gran extensión de red condominial ejecutada por medio del Programa BTS/Bahía Azul se ubica en esta cuenca. La figura 3.2.1 presenta la ubicación del microsistema Alto Camurujipe.

El área del Microsistema V es típicamente de Salvador, y se constituye, en su mayor parte, de asentamientos informales con accesos locales precarios, compuestos básicamente de escaleras o rampas muy acentuadas, además de ser zonas poco equipadas de infraestructura urbana. Se observan, asimismo, muchos problemas vinculados al saneamiento básico y a la construcción de viviendas en locales de riesgo, con alta probabilidad de accidentes, principalmente en épocas de lluvias. En la ciudad de Salvador el índice pluviométrico varía de 900 a 1.200 mm/año.

El 70% de la población local tiene ingresos mensuales de hasta tres salarios mínimos<sup>9</sup>. Son personas que sobreviven con muy poco dinero, y su principal fuente de recursos es el comercio ambulatorio. En cuanto a la educación, la mayor parte de los entrevistados (56,8%) posee estudios primarios incompletos. Más del 50% reside en el área por más de 20 años.

Las condiciones sanitarias y socioeconómicas de los pobladores son tan precarias que afectan su dignidad y fragilizan su autoestima. La falta de saneamiento básico en general y de alcantarillado sanitario en particular contribuye a reforzar el sentimiento de exclusión social. Como consecuencia, cualquier plan de mejora es naturalmente bien recibido por los pobladores, lo que facilita la implantación de los sistemas condominiales (donde la participación popular resulta fundamental).

<sup>8</sup> Tipo de cambio (promedio de julio de 2002): US\$ 1,00 = R\$ 2,93.

<sup>9</sup> El sueldo mínimo brasileño referencial de la época del estudio era de US\$ 68,26.



Para el Microsistema V ha sido prevista la implantación de 10.598 metros de red de tuberías de PVC, junta elástica, con diámetros de 100 y 150 milímetros, recubrimiento mínimo de 0,40 m y pendiente mínima de 0,006 m/m., además de la ejecución de cajas de inspección –una para cada lote en su mayoría–, para realizar la interconexión de domiciliaria y para las desobstrucción en caso de atoros.

Las características del sistema implantado se presentan a continuación:

- Área total del Microsistema V 27 ha
- Número de domicilios en el área 1.868 un
- Extensión de red condominial implantada 11.818 m
- Población atendida estimada 8.638 hab.
- Cajas de inspección ejecutadas 1.973 un
- Conexiones previstas 1.908 un
- Costo del alcantarillado condominial<sup>10</sup> US\$ 17,70/m

La tasa de ocupación promedio adoptada en el proyecto para el área de estudio fue de 4,36 personas por domicilio.

La tabla 3.2.1 presenta la comparación entre los indicadores del piloto implantado y los del Microsistema V.

TABLA 3.2.1 – COMPARACIÓN ENTRE LOS INDICADORES EN EL MICROSISTEMA V Y EL PROYECTO PILOTO

Indicadores	Estudio Microsistema V	Proyecto piloto
Viviendas atendidas/hectárea	69 un	129 un
Población atendida/hectárea	320 habitantes	482 habitantes
Extensión de red/hectárea	438 m	680 m
Cajas de inspección/hectárea	73 un	119 un
Cajas de inspección por metro de red	0,17	0,17
Cajas de inspección por ligación	1,06	0,95
Costo de la red condominial de alcantarillado/hectárea	US\$ 7.745,92*	US\$ 6.763,81 (jul/2002 <sup>9</sup> )*
Costo de la red condominial de alcantarillado/conexión	US\$ 111,97*	US\$ 52,89*

Fuente: adaptado de Bahía Azul (1995)

\* Tipo de cambio promedio (Julio de 2002) US\$ 1,00 = R\$2,93

<sup>10</sup> Tipo de cambio (promedio en julio de 2002): US\$ 1.00 = R\$ 2,93.

## Criterios de dimensionamiento

Los criterios de dimensionamiento utilizados se presentan a continuación.

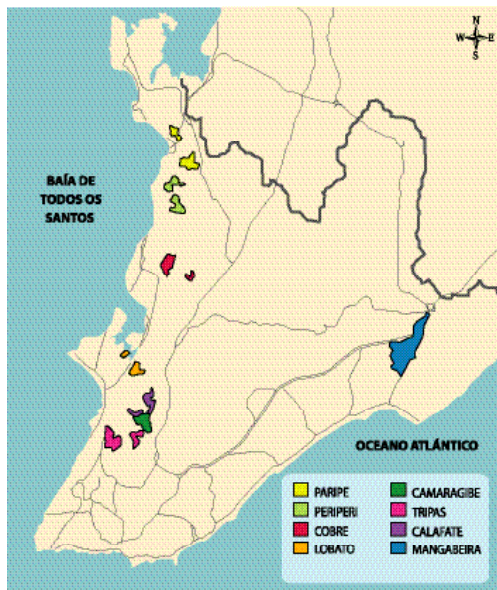
### Parámetros de Proyecto:

• Previsión de población de saturación	8638 hab.
• Coeficiente de contribución per cápita	150 L/hab. día
• Coeficiente de retorno de agua/desagüe	0,80
• Coeficiente de día de mayor consumo	1,2
• Coeficiente de la hora de mayor consumo	1,5
• Caudal de infiltración	1L/s. Km
• Coeficiente de rugosidad para tuberías de PVC	0,010
• Velocidad máxima	3,0 m/s
• Velocidad mínima	0,7 m/s
• Declividad mínima para diámetro de 150 mm	0,0039 m/m
• Recubrimiento mínimo, externo a los lotes	0,90 m
• Recubrimiento mínimo, interno a los lotes	0,50 m
• Tirante máximo	75%

## Evaluación del alcantarillado condominial por los usuarios en el área del estudio

El índice de conectividad a la red entre los encuestados que firmaron la adhesión al sistema por ocasión de la investigación efectuada, era de 77,7%. Para el 52,1% de los entrevistados, el alcantarillado condominial implantado satisfacía sus expectativas. Los motivos mencionados por las personas que no están satisfechas se refieren a los problemas debidos a la mala ejecución de las obras; a la falta de ejecución de los servicios complementarios; a la deficiente protección para las redes públicas; a la no recuperación de la pavimentación dañada durante las obras; a las constantes roturas de las tapas de las cajas de conexión; al diámetro de la tubería; a los problemas relativos al mantenimiento de la red de alcantarillado condominial; y al tiempo para la atención de las solicitudes de los pobladores.

FIGURA 3.2 - LOCALIZACIÓN DE LAS MICROÁREAS SEGÚN CUENCAS DE DESAGÜE SANITARIO (SALVADOR, BAHÍA)



Los problemas de mantenimiento, en la mayoría de los casos, han sido resueltos por el equipo de operación de la Embasa cuando se le solicitó hacerlo. Es importante resaltar que cuando se realizó la encuesta de campo, la cuenca del Alto Camarajipe se encontraba en obras, con un 49% de los servicios previstos aún por ser concluidos. Por lo tanto, no recibidos por Embasa. Entretanto, el equipo de operación de esta empresa daba atención a los pedidos de la población del área cuando el contratista no los atendía, aun cuando en ese momento la responsabilidad de la solución de los problemas fuera del contratista.



Entre los que aceptaron el alcantarillado condominial, el 92,6% expresó saber cómo mantener correctamente la red; es decir, conocía los cuidados que deben ser considerados para su correcto funcionamiento.

El nivel de satisfacción es proporcionalmente mayor entre los pobladores que se consideran informados (77,4%), que entre aquellos que se consideran desinformados (22,6%) sobre cómo operar correctamente el alcantarillado condominial. También es proporcionalmente mayor entre los individuos que saben de la existencia de un delegado condominial que entre los que lo desconocen.

La insatisfacción es mayor en los domicilios donde la caja de conexión se instaló en el fondo de o a un costado del lote, comparada con los casos donde dicha caja se localiza en la frente. Cuando la localización es en el fondo del lote, existe una mayor probabilidad de generar interferencias con construcciones y problemas con los vecinos, además de existir mayor posibilidad de mala utilización del ramal condominial.

Cuando se realizó la encuesta, el 11% de los domicilios conectados a la red pública reportaron atoros; casi la mitad de los responsables por esos domicilios desconocía al responsable por el mantenimiento de la red. Considerando el nivel de información y relacionándolo con la ocurrencia de obstrucciones en la red, se observa que ésta es mayor entre los que no se consideran suficientemente informados sobre cómo mantener correctamente la red.

#### MICROÁREAS DE LA CIUDAD DE SALVADOR

A continuación se presenta una evaluación del uso y funcionamiento del alcantarillado condominial implantado en el ámbito del Programa de Saneamiento Ambiental de la Bahía de Todos os Santos (BTS) Bahía Azul, en 24 microáreas de estudio.

En el presente estudio fueron revisadas 24 microáreas de las 31 iniciales, localizadas en las cuencas de alcantarillado sanitario de Medio Camarajipe, Tripas, Cobre, Paripe, Periperi, Lobato, Calafate y Mangabeira. La tabla 3.2.2 presenta la extensión de redes de alcantarillado ejecutadas en el Programa de Saneamiento Ambiental de la BTS.

Las microáreas de estudio se localizan en la periferia urbana de Salvador. Cerca del 60% de las vías están en pendientes y el 21% en áreas de bajada. La densidad poblacional promedio es de 275,4 habitantes por hectárea, llegando hasta 655 (en la microárea del Uruguay). Las zonas son típicamente residenciales. La población en el ámbito de estudio es de 86.563 habitantes, distribuida en 387,7 hectáreas.

Esas áreas han sido objeto de implantación del Programa de Saneamiento Ambiental de la Bahía de Todos los Santos, por el Gobierno de Bahía, entre los años 1996 y 2004.

Tal programa involucró la implantación de 432,9 kilómetros de red de alcantarillado condominial en las cuencas donde se sitúan las microáreas de estudio. En 2002, al rededor de 99,7% de las obras previstas en las cuencas ya estaban ejecutadas.

TABLA 3.2.2 - RED DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL EJECUTADA EN LAS MICROÁREAS POR EL PROGRAMA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL DE LA BAÍA DE TODOS LOS SANTOS (DICIEMBRE DE 2002)

Cuencas de alcantarillado sanitario	Red condominial		
	Previsto	Realizado km	Realizado (%)
<b>Obras en ejecución</b>			
Lobato	30,54	30,54	100,0
Paripe	27,27	27,27	100,0
Mangabeira	68,49	68,49	100,0
Tripas	104,87	104,87	100,0
Periperi	8,35	7,05	84,4
<b>Obras concluidas</b>			
Periperi	62,98	62,98	100,0
Promedio Camurugipe	46,01	46,01	100,0
Calafate	52,00	52,00	100,0
Cobre	33,71	33,71	100,0
<b>Subtotal</b>	<b>434,22</b>	<b>432,92</b>	<b>99,7</b>

Fuente: Oliveira (2004)

### Condiciones de funcionamiento y problemas identificados en el alcantarillado condominial

En las áreas del estudio, como se verifica por medio de los datos de la tabla 3.2.3, la solución para el destino de los desagües sanitarios en 55,8% de los tramos investigados era la red condominial. En el 11% de los tramos se utilizaba la red ejecutada por la municipalidad o la implantada por el propio morador. En cerca de 4% de las vías, la solución para el destino de los desagües era inadecuada.

TABLA 3.2.3 - SOLUCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SEGÚN TRENCHOS DE VÍAS INVESTIGADOS (MICROÁREAS, SALVADOR, 2002)

Tipo de red	N	%
Red condominial	587	55,8
Red municipalidad y pobladores	115	10,9
Red de drenaje	26	2,5
Otra solución adecuada	19	1,8
Solución inadecuada	48	4,6
Más de un tipo de red	257	24,4
<b>Total</b>	<b>1052</b>	<b>100</b>

La mayor parte de las redes condominiales de alcantarillado han sido implantadas en la calle, en la vereda o frente al lote (77% de los dos tramos observados). Por su parte, en apenas 3,6% de los tramos las redes han sido ejecutadas en fondo del lote, y en el 19,3% eran ramales mixtos (parte en la calle, parte en el interior de los lotes).



Se observó que el 90% de las redes condominiales existentes se encontraban en aparente buen estado de conservación. Los problemas encontrados en las redes (10% de los tramos observados) se relacionaban a: redes en mal estado y/o obstruidas (3,3%); redes aflorando (1,7%); y redes con fugas (2,6%). Con referencia a los elementos de inspección, el 85,2% de los tramos estudiados se encontraba en buen estado; el 14,8% estaba en malo y/o obstruidos. No se ha observado relación entre la pavimentación de la vía y el estado de la red condominial.

Con relación al funcionamiento del alcantarillado condominial, se observó que el 80,7% del sistema estaba operativo, como indicado en la tabla 3.2.4. Los problemas operacionales verificados se refirieron a la falta de conexión (18,2%), o a daños y/o problemas técnicos (1%).

TABLA 3.2.4 - CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL ALCANTARILLADO CONDOMINIAL, SEGÚN TRECHOS DE VÍAS EVALUADOS (MICROÁREAS, SALVADOR, 2002)

Condiciones de funcionamiento	Total	
	N	%
En operación	469	80,7
Fuera de operación por falta de conexión	106	18,3
Fuera de operación por daños o problemas técnicos	6	1,0
<b>Total</b>	<b>581</b>	<b>100</b>

El resultado del estudio indicó una correlación entre los problemas con el funcionamiento del sistema de alcantarillado condominial y la descarga de aguas pluviales en su interior. Esa práctica provoca la disminución de la capacidad de descarga de las tuberías y puede resultar en obstrucciones en el ramal por acarreo de sedimentos y residuos sólidos a su interior. Según los datos obtenidos, en 32,7% de los tramos que presentaron problemas de recolección de aguas pluviales, las redes condominiales presentaban problemas de conservación. Los resultados indican que en áreas donde existen problemas de recolección de aguas pluviales es necesaria la implantación de estructuras de micro y macrodrenaje para el buen funcionamiento de la red de desagüe condominial implantada.

La limpieza pública de una determinada área también interfiere en las condiciones de funcionamiento del alcantarillado. En áreas donde no existen buenas condiciones de ese servicio, la posibilidad de la introducción de residuos a la red es mayor, provocando obstrucciones, principalmente en épocas de lluvia y donde existen daños en la red implantada. En vías donde no existía la recolección de residuos sólidos casa por casa, se observó que el 70,9% de los tramos de los ramales condominiales tenía problemas de conservación, mientras que donde había servicio de recolección, apenas el 29,1% se encontraban en esta situación.

No se observó relación alguna entre las condiciones de la vivienda y el estado de funcionamiento de la red condominial. Ese resultado sugiere que la mala condición de la vivienda no implica en el mal uso y funcionamiento del alcantarillado condominial. Esto significa que no necesariamente se verificará mal uso del alcantarillado condominial en viviendas ocupadas por una población de bajos ingresos.



## CONCLUSIONES

Los estudios presentados confirman que el proceso de implementación del sistema condominial es complejo, exigiendo mayor atención en la planificación y en el modelo de gestión practicado por las diferentes instituciones involucradas. Las posibilidades, además de los obvios beneficios sanitarios, ambientales y de mejoras de salud de la población, involucran otros tales como: capacitación de los pobladores y de las instituciones involucradas en la implantación; convivencia con otros actores sociales e institucionales; aclaración de los derechos y deberes de los involucrados; reconocimiento y búsqueda de apoyos institucionales; claridad con respecto a las carencias existentes en barrios populares; y propagación de nuevos valores.

Todas las áreas estudiadas tenían como característica común la carencia de infraestructura pública urbana, en general, y de saneamiento ambiental, en particular, lo que ampliaba las contradicciones sociales presentes en dichas zonas en el contexto de la ciudad. Las intervenciones en alcantarillado sanitario, por medio del sistema de alcantarillado condominial, han contribuido a modificar esa realidad.

Con referencia a los aspectos técnicos, en Brasil la NBR 9649 (1986), presenta los procedimientos a ser adoptados en el Diseño de Redes Colectoras de Alcantarillado Sanitario. Esa norma rige la elaboración de los diseños, incluyendo también especificaciones completas de los equipos de limpieza para mantenimiento de los sistemas de alcantarillado. También presenta una serie de procedimientos con el objetivo de simplificar las obras y reducir los costos.

3.





# ESTUDIOS DE CASO EN BOLIVIA, BRASIL Y PERÚ

## ESTUDIO DE CASO PERÚ: EXPERIENCIAS PILOTO CON SISTEMAS CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En el Perú, aproximadamente el 29% de la población urbana carece de saneamiento (5,2 millones de habitantes). Sólo en Lima, cerca de un millón de personas no dispone de este servicio. Los requerimientos de inversión en alcantarillado sanitario para cumplir con las metas del milenio propuestas representan cerca de US\$ 104,8 millones anuales durante diez años, 6,3 veces la inversión promedio del sector en los últimos ocho años (DNS, 2004).

El déficit existente y el alto nivel de inversiones requerido han motivado a las instituciones relacionadas al sector saneamiento del país a buscar tecnologías alternativas que permitan reducir la inversión sin comprometer la calidad del servicio y su sostenibilidad en el tiempo. En ese sentido, el modelo condominial de alcantarillado sanitario ha sido implantado en escala piloto en distintas localidades del país, con iniciativas apoyadas principalmente por organismos de cooperación internacional y por organizaciones no gubernamentales. En Lima Metropolitana, Sedapal (Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), la empresa responsable por la prestación de los servicios de agua y saneamiento en la capital del país, ha implementado el sistema en escala piloto en zonas urbano-marginales, y actualmente viene desarrollando nuevos proyectos de ampliación de cobertura utilizando la tecnología condominial.

Desde 2005, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ha incorporado el sistema condominial de alcantarillado sanitario en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

A continuación se presentan cuatro estudios de caso de experiencias piloto de sistemas condominiales de alcantarillado sanitario en el país.

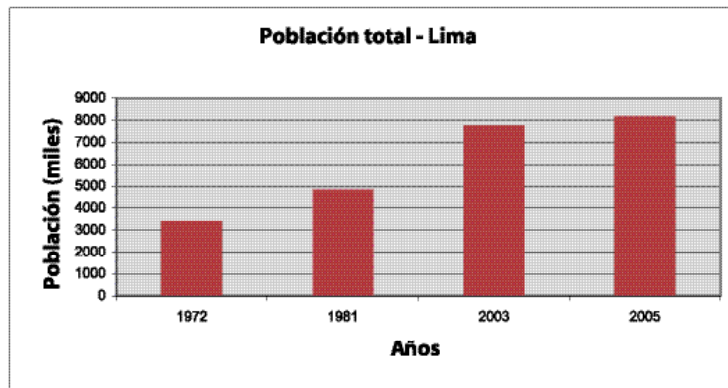
### LA EXPERIENCIA DE SEDAPAL (SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA)

Lima, la capital de Perú, está situada en la costa del Pacífico. Es una zona árida, con muy baja incidencia de lluvias. Como la mayor parte de los grandes centros urbanos de América Latina, la ciudad ha tenido un crecimiento acelerado como consecuencia de los movimientos migratorios, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX. El resultado fue una gran diversidad cultural, debido a los aportes en hábitos y costumbres de los pueblos de origen de la población inmigrante.

La figura 3.3.1 presenta el crecimiento poblacional de Lima en el periodo 1972-2005.



FIGURA 3.3.1 - CRECIMIENTO POBLACIONAL (LIMA METROPOLITANA)



Fuente: adaptado de INEI (2005)

Sedapal es una empresa estatal de derecho privado que realiza sus actividades dentro de una cultura de productividad con calidad, donde la atención al usuario es el eje fundamental de la organización.

En los últimos años, las áreas periurbanas en el ámbito de la empresa han tenido un crecimiento desordenado, sin mayor desarrollo urbanístico. Son terrenos ubicados en lugares donde la ampliación de servicios es cada vez más difícil y costosa, y donde la población en su mayor parte está constituida por un estrato de bajo nivel socioeconómico. Esta situación ha demandado de Sedapal la búsqueda de alternativas técnicas, sociales y económicamente factibles para la expansión de la cobertura de los servicios de alcantarillado.

La experiencia de Sedapal en la ejecución a nivel domiciliario de las obras de agua potable y de alcantarillado indica que la sola provisión de los servicios no basta para lograr cambios en las condiciones de salubridad e higiene de los pobladores y en la sostenibilidad de los sistemas, principalmente en condiciones económicas deprimidas. Sedapal buscó en la tecnología condominial una herramienta para revertir esa situación, además de posibilitar la reducción considerable de los costos de inversión.

La utilización de la tecnología condominial por Sedapal se inició con un proceso de evaluación por medio de experiencias piloto, bajo la responsabilidad del Proyecto de Ampliación de la Cobertura (PAC). Para atender los requerimientos normativos de la implementación de la tecnología condominial, Sedapal ha aprobado el Reglamento de Elaboración de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas y Periurbanas de Lima y Callao, que define los criterios técnicos del proyecto condominial. Para la intervención social, Sedapal elaboró la Guía Metodológica para la Intervención Técnico-Social en la Elaboración y Ejecución de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado. Por medio de la implantación de los proyectos piloto fue posible evaluar la tecnología en los aspectos técnicos, sociales y de costos. Se comprobó su adecuación a las zonas periurbanas de Lima, principalmente de suelos rocosos y con pendientes acentuadas, reduciendo costos, facilitando la ejecución de la obra y contando con el apoyo de la población para garantizar la sostenibilidad del sistema.

Actualmente Sedapal se encuentra en proceso de implementación de un proyecto de ampliación de cobertura de agua y alcantarillado para aproximadamente 130.000 habitantes de las zonas periurbanas de Lima, utilizando la tecnología condominial. El costo total del proyecto es de US\$ 29,4 millones (US\$ 20 millones provenientes de un préstamo del Banco Mundial y US\$ 9,4 millones como cofinanciamiento de Sedapal) (Banco Mundial, 2003). El PAC es el área de la empresa responsable por el proyecto.

### Metodología utilizada

La metodología empleada por Sedapal consiste en un trabajo participativo conjunto entre la comunidad organizada y el equipo técnico-social de la empresa. Esta metodología ha sido comprobada con los resultados obtenidos en las experiencias piloto. La participación organizada de la comunidad se logra con información adecuada y transparente para la toma de decisiones colectivas.

El énfasis de Sedapal en la implementación de los sistemas condominiales está en garantizar, por parte de los beneficiarios, la culminación de las instalaciones sanitarias al interior de la vivienda, asegurando el mejoramiento de las condiciones de vida del poblador y la adecuada utilización de la infraestructura instalada.

El proceso de intervención se realiza en etapas, con actividades de sensibilización, acompañamiento, movilización, capacitación y asesoría a la población, para que participe masiva y organizadamente en la instalación de los servicios, con responsabilidades y compromisos que aseguren el funcionamiento adecuado y la gestión eficiente y sostenible del sistema. Para conectarse es obligación del usuario tener instalado, como mínimo, un lavadero multiuso, un inodoro y una trampa de grasas.

El equipo de Sedapal responsable del proyecto tiene una composición interdisciplinaria de ingenieros y sociólogos. Ellos comparten una visión integral del proceso, con enfoques, estrategias, responsabilidades y metas comunes.

Existen tres ejes transversales que están presentes en todas las etapas del proyecto:

- Promoción: compromisos e interrelaciones entre los facilitadores de Sedapal y la población.
- Capacitación: con el objetivo de generar cambios en aspectos de salud, servicios y medio ambiente.
- Organización: con la finalidad de establecer la estructura requerida para la sostenibilidad de los servicios.

### Experiencias piloto

Los criterios técnicos utilizados por Sedapal para diseño de los sistemas condominiales se indican a continuación (Sedapal, 2005):

#### Parámetros de diseño:

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| • Periodo de diseño                   | 15 años   |
| • Consumo <i>per cápita</i>           | 100 l/hab. d  |
| • Coeficiente de retorno desagüe/agua | 0,80  |
| • Coeficientes de punta               |   |
| • Máximo horario                      | 1,8   |
| • Máximo diario                       | 1,3   |
| • Criterios de diseño                 | Fuerza tractiva mínima 1 Pa;<br>0,60 Pa en los tramos iniciales |



- Diámetro mínimo:
  - Ramal condominial 110 mm
  - Redes principales 150 mm
- Pendiente mínima 0,005 m/m
- Profundidad mínima ramal 0,50 m
- Trazado de ramales Por la vereda, siempre que sea factible
- Elementos de inspección Cajas de conexión circulares, diámetros 0,40 m y 0,60 m
- Caja desgrasadora De uso obligatorio

Sedapal implementó sistemas piloto de alcantarillado sanitario en los tres conos de Lima, en dos etapas, como se indica en la tabla 5.3.1.

TABLA 3.3.1 - PROYECTOS PILOTO CONDOMINIALES IMPLEMENTADOS POR SEDAPAL

Ubicación	1er Plan piloto		2º Plan piloto	
	AH	Nº lotes	AH	Nº lotes
Cono Norte	Virgen del Pilar	165	Virgen del Rosario	63
Cono Centro	Residencial Kawachi	123	Lomas Panorama	113
Cono Sur	Ramiro Prialé	113	Los Girasoles	81
<b>Total</b>		<b>401</b>		<b>257</b>

Fuente: adaptado de SEDAPAL (2004)

Los costos comparativos para las obras de alcantarillado sanitario convencional (proyecto) y condominial (ejecutado) se indican en la tabla 3.3.2.

TABLA 3.3.2 – PROYECTO PILOTO DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL - SEDAPAL

Ubicación	Proyecto	Costo por lote (US\$)		Ahorro (%)
		Sistema convencional	Sistema condominial	
Cono Sur	Ramiro Prialé	594,27	408,04	31,3
Cono Norte	Virgen del Pilar	576,31	325,30	43,6
Cono Centro	Residencial Kawachi	430,07	242,05	43,7
Cono Centro	Lomas Panorama	668,20	408,29	38,9
Cono Sur	Los Girasoles	418,15	289,85	30,7
Cono Norte	Virgen del Rosario	465,61	318,92	31,5
	<b>Promedio</b>	<b>537,77</b>	<b>333,22</b>	<b>38,0</b>

Fuente: adaptado de Sedapal (2004)

Los proyectos implementados entraron en funcionamiento en el 2004. El resultado ha sido bastante satisfactorio, con plena aceptación tanto por parte de los beneficiarios como en los equipos técnicos responsables por la operación y mantenimiento de los sistemas. La incidencia de atoros es prácticamente nulas. Todos los asentamientos humanos (AAHH) beneficiados han reportado una mejora significativa de sus condiciones ambientales, con disminución de insectos, roedores y animales sin dueño, reduciendo la incidencia de enfermedades contagiosas, principalmente en los niños.

Los resultados exitosos obtenidos han motivado a los beneficiarios a buscar soluciones para otros problemas de salud ambiental, como es el caso de la negociación con los municipios para la recolección oportuna de los residuos sólidos.

#### ASENTAMIENTOS HUMANOS LA LIBERTAD ALTA Y VILLA HERMOSA (COMAS, LIMA)

Los AAHH La Libertad Alta y Villa Hermosa están ubicados en el distrito de Comas, en el Cono Norte de Lima. Ambos se constituyeron a inicios de los 90' y están reconocidos por el municipio. Según el Plan de Desarrollo Urbano, uno de cada cinco habitantes del distrito no dispone de agua potable, y uno de cada cuatro no cuenta alcantarillado.

La zona del proyecto se ubica en las laderas de un cerro con pendientes muy acentuadas y de suelo netamente rocoso. En total 141 lotes pertenecen al área de proyecto (139 lotes residenciales y dos locales comunales). La topografía local no permite el acceso vehicular al asentamiento humano, por lo que todas las calles son peatonales.

La población se caracteriza por un alto nivel de pobreza: el 47% de las familias tiene ingresos de hasta US\$ 120 al mes<sup>11</sup>, mientras que el 44% recibe entre US\$ 120 y US\$ 300 mensualmente. El 51% de los jefes de familia tiene estudios secundarios y el 56% técnicos. El 7% no tiene ningún estudio y el 16% cuenta con educación primaria.

El sistema de abastecimiento de agua fue construido con fondos de la Unión Europea. Está constituido por un reservorio apoyado, un sistema de bombeo y un reservorio elevado. La distribución del agua a las viviendas es realizada por medio de piletas. El sistema es autoadministrado por una junta conformada entre los vecinos y aún no está conectado a la red de Sedapal, continuando el suministro de agua por medio de camiones cisterna.

El objetivo central del proyecto fue la implantación de un sistema condominial de alcantarillado sanitario, incluyendo también la instalación de módulos básicos de servicios higiénicos en cada hogar, constituidos por un lavadero multiuso y un inodoro.

El proyecto resultó de una alianza estratégica entre tres instituciones promotoras: la ONG Cesal, que financió su implantación con fondos de la Comunidad de Madrid; la ONG APDES (Asociación de Promoción y Desarrollo Social), unidad ejecutora del proyecto; y el programa Proagua/GTZ, responsable por la transferencia de tecnología condominial a las dos ONG. Sedapal fue responsable por la aprobación del proyecto y por la supervisión y recepción de la obra, debido a que los AAHH están en el ámbito de su jurisdicción. El sistema está en operación desde junio de 2004.

Éste es el primer proyecto en el Perú de expansión de servicios de alcantarillado condominial por iniciativa privada y financiado con recursos privados. También es el primer proyecto piloto de alcantarillado que ha utilizado la tecnología condominial en una zona con fuerte pendiente y suelo rocoso

#### **Implementación del sistema condominial de alcantarillado sanitario**

La primera actividad del proyecto fue el levantamiento de la línea de base, con el objetivo de identificar las características del asentamiento humano y de sus pobladores.

---

<sup>11</sup> Tipo de cambio considerado: US\$ 1,00 = S/. 3,20



Para sensibilizar a la población con el proyecto, despertar su interés en la participación activa y aclarar los aspectos del sistema condominial, se realizaron dos asambleas generales. En estas reuniones se definieron los compromisos que debía asumir cada familia: un aporte en efectivo correspondiente a US\$ 60 y la mano de obra no calificada para los trabajos.

El diseño básico del sistema se elaboró a partir de las informaciones disponibles de topografía y ocupación del área. Como en esta etapa no se contaba con normas técnicas o reglamentos nacionales o locales para sistemas condominiales, su concepción se basó en la experiencia de Proagua/GTZ, obtenida de la práctica brasileña y de los proyectos ejecutados en otras zonas del Perú. Esta experiencia fue asimilada por el equipo ejecutor del proyecto. La solución adoptada para los ramales condominiales fue por frente del lote, que era la única alternativa viable debido a la topografía local.

Para la elaboración del diseño definitivo fue necesario recoger información al detalle de cada vivienda, ubicando los puntos de conexión a los futuros ramales condominiales. Esta información se recolectó por medio de visitas casa por casa. Como el proyecto preveía también la implantación de módulos sanitarios, ya que la mayoría de las viviendas no disponía de ellos, su ubicación fue concertada con los beneficiarios durante las visitas casa por casa, definiendo conjuntamente con el jefe de familia los puntos de ubicación del inodoro, del lavaplatos y de la caja desgrasadora.

Las visitas casa por casa fueron realizadas por un equipo técnico-social, integrando los dos componentes del proyecto, y se desarrollaron en aproximadamente tres semanas. Fue una oportunidad valiosa para recoger las percepciones de las familias sobre el sistema de alcantarillado condominial, así como para aclarar de manera personalizada las dudas existentes en cuanto al sistema y a las responsabilidades de cada familia.

Como parte de la intervención social, se realizaron reuniones por grupo de manzanas. Durante dichas reuniones se fortaleció la noción de 'condominio' como espacio de organización y participación. Se conformaron los condominios firmando un 'Acta de Conformación del Condominio' y eligiendo un delegado para cada uno.

Las actividades de intervención social han tenido un enfoque educativo, que implica la movilización de actitudes de cambio hacia el medio ambiente y la conservación de la salud. Se buscó el fortalecimiento y el desarrollo de capacidades para la participación como una estrategia para mejorar la calidad de vida. Con la información obtenida se elaboró el diseño al detalle para la ejecución de la obra y se realizaron los ajustes necesarios in situ, cuando fue necesario. Todas las modificaciones se cumplieron en coordinación con Sedapal, ente supervisor de las obras de infraestructura.

La ejecución del trabajo se inició luego de la aprobación del proyecto por Sedapal. Las tareas encargadas a la población beneficiaria, tales como excavación, rotura de piedras o limpieza de terrenos, se ejecutaron por medio de faenas comunales, con el fin de lograr la contrapartida de los beneficiarios y adecuar los recursos financieros necesarios a los fondos disponibles.

En la etapa de ejecución de la obra se realizaron talleres de capacitación técnica con los beneficiarios respecto a los trabajos por ejecutar. El proceso de capacitación fue permanente durante toda esta etapa, acompañando de cerca todos los trabajos realizados por la población durante las faenas e informando en las reuniones y asambleas los avances y problemas surgidos durante la construcción.

La supervisión técnica de la obra estuvo a cargo de dos instituciones: Sedapal, como la empresa de servicios de agua y alcantarillado de Lima; y Cesal, como la institución responsable ante la entidad financiadora del proyecto, la Comunidad de Madrid.

Para la gestión del sistema se conformó un comité de usuarios denominado Camac (Comité de Administración y Mantenimiento del Alcantarillado Condominial). El Camac está conformado por cuatro delegados condominiales, quienes realizan funciones de control y supervisión del uso del sistema, tanto de las redes de alcantarillado como de las instalaciones intradomiciliarias. El Camac también establece una tarifa para mantenimiento del sistema y es responsable de su cobranza.

Se han definido responsabilidades compartidas para el mantenimiento de las redes. Las familias en los condominios se encargan del mantenimiento preventivo y correctivo en el caso de atoros leves. Sedapal, la empresa de servicios, es responsable por el mantenimiento correctivo, la reposición y otros que no puedan ser asumidos por la población.

La obra ejecutada comprende 884 metros de ramales condominiales de 110 milímetros de diámetro y 210 metros de redes de 160 milímetros de diámetro. La extensión promedio de redes y ramales por lote es de 9,28 metros por lote. El costo total de la obra fue de US\$ 45.000<sup>12</sup>. Este valor equivale a US\$ 324 por lote.

En total, 121 lotes están conectados al sistema. Los que todavía no lo están, en algunos casos no tienen ocupación permanente, y en otros requieren la formalización de la propiedad del terreno.

El 100% de los usuarios está satisfecho con el sistema. Con relación a atoros, el 82% no ha tenido y el 11% reporta un sólo atoro. Los atoros generalmente ocurren dentro del domicilio y su causa principal es la falta de continuidad del flujo de agua.

Los beneficiarios reportan un gran mejoramiento del ambiente comunitario con la puesta en marcha del proyecto, reduciendo la presencia de moscas, cucarachas y roedores en las calles. Se nota el aumento de autoestima en los pobladores como consecuencia del mejoramiento de sus condiciones de vida.

#### MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INDEPENDENCIA (HUARAZ, ANCASH)

El distrito de Independencia se sitúa en la cordillera de los Andes, en la provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Su población total estimada es de 58.308 habitantes, de los cuales 47.789 viven en zona rural. En total, el distrito comprende 92 caseríos y anexos (INEI, 2005).

La experiencia condominial en Independencia nace por iniciativa del alcalde del distrito, que tomó conocimiento de la tecnología por medio de exposiciones realizadas en las asambleas de la Asociación Nacional de Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento del Perú (ANEPSSA Perú). Sobre la base de las ventajas presentadas por el sistema, principalmente en lo referente a costos, tomó la decisión de implementar un primer proyecto piloto condominial de alcantarillado sanitario en zona rural, como alternativa a las letrinas, que es la solución de saneamiento normalmente empleada en esas zonas.

---

<sup>12</sup> Tipo de cambio considerado: US\$ 1,00 = S/. 3,30



La implementación del sistema de alcantarillado condominial está dentro de un contexto propuesto por el municipio para el desarrollo integral de las áreas rurales, como estrategia para la fijación de la población en su ámbito. En ese contexto se considera el apoyo a salud, la educación, el saneamiento y el desarrollo productivo.

El primer proyecto piloto se implantó en el caserío de Churap, situado a 4.000 metros de altitud, donde los campesinos hablan en su mayoría quechua y mantienen las costumbres típicas de la sierra.

El resultado obtenido se ha considerado bastante positivo, y como consecuencia el municipio ha decidido continuar con la implementación de la tecnología condominial en otros proyectos, buscando mejoras en el proceso de implantación y promoción del sistema. Para tal propósito ha organizado la oficina ASI (Alcantarillado Sanitario Integral), que está encargada del diseño y de la implantación de los nuevos proyectos de alcantarillado condominial, así como de organizar la gestión de todos los sistemas implantados.

El nombre utilizado –Alcantarillado Sanitario Integral– se adoptó debido a las diferencias urbanísticas de los pueblos rurales, ya que en esas zonas es difícil definir un condominio en la concepción utilizada para zonas urbanas. Sin embargo, los criterios de diseño e intervención social siguen la metodología empleada en los sistemas condominiales urbanos. El municipio se encarga del diseño, ejecución y puesta en marcha de la obra, así como del asesoramiento en la administración, operación y mantenimiento. Estas actividades las asume la oficina de Alcantarillado Sanitario Integral.

El primer paso, previo a la elaboración del diseño, es evaluar la factibilidad de implantar el sistema en el centro poblado seleccionado. La selección siempre es realizada en función de la demanda de la comunidad. El personal de la oficina municipal realiza la primera visita de campo, para conocer las condiciones locales del centro poblado y verificar la disponibilidad de terrenos para la implantación del sistema de tratamiento. En esta visita se confirma la factibilidad del proyecto.

Confirmada la factibilidad de la obra en la primera visita de campo, los representantes de la municipalidad organizan una reunión con la comunidad para presentarles el sistema, con videos, transparencias, y otros dispositivos. En esa visita se le explica cómo es el sistema (tuberías de 100 milímetros, cajas de conexión, etc.) y cuáles son sus requerimientos de implantación, aclarándose, además, otros aspectos que sean necesarios.

Luego de la aceptación del sistema por la comunidad en asamblea, se firma el ‘Acta de Aceptación’. En esa reunión también se acuerdan las responsabilidades de municipalidad y vecinos. Generalmente la primera es responsable por la implantación del sistema hasta la caja desgrasadora.

La elaboración del diseño del sistema se realiza en base a datos de topografía del área y a información obtenida en las visitas casa por casa, con la participación de un especialista técnico y uno social. Este diseño debe ser aprobado por los representantes de la población que conforman el comité de gestión del proyecto.

La ejecución de las obras se inicia luego de la aprobación del proyecto por el Concejo Municipal. Las obras se ejecutan por administración directa. Los elementos de inspección, las cajas de conexión y las cajas desgrasadoras son prefabricadas en una fábrica local. Ahí también se elaboran las tapas de los elementos de inspección.



Durante esta etapa se entrega a cada beneficiario un croquis de la instalación del baño con los requerimientos materiales para la instalación.

Luego de concluida la obra, el equipo realiza visitas individuales explicando cómo utilizar el sistema. También se realizan inspecciones periódicas para verificar la instalación de los baños y comprobar que las cajas estén cerradas para evitar de las lluvias.

Para la gestión del sistema implantado, el municipio propone la conformación de un Comité de Saneamiento integrado por:

- Representantes de los sectores (o ramales condominiales).
- El alcalde del centro poblado.
- El responsable de la Oficina ASI de la municipalidad.

Ese comité estará encargado de la gestión integral del sistema (administración, operación y mantenimiento), debiendo actuar de la siguiente manera: trabajo mancomunado y organizado de la población para los casos que se puedan solucionar localmente; e intervención de la municipalidad en los casos que no puedan ser solucionados por la organización local.

No hay una tarifa establecida para el sistema de alcantarillado. El municipio de Independencia transferirá los recursos necesarios para el mantenimiento al municipio local, cuando sea requerido (transferencia a la que está obligado por ley).

### **El proyecto piloto Caserío Churap, Independencia, Huaraz**

El área de proyecto corresponde a 84 lotes residenciales. El proyecto de alcantarillado condominial Caserío Rural Churap brinda conexión a 50 lotes, con una población máxima de 527 habitantes. El periodo de diseño es de 25 años.

Se trata una población bastante pobre: el 93% de las familias tiene ingresos mensuales de hasta US\$ 120, y el 7% restante recibe entre US\$ 120 y US\$ 300 al mes. El 21% de los jefes de familia no tiene ningún estudio; el 48% tiene estudios primarios; el 24%, secundarios; y 7% son técnicos.

El área presenta un relieve con pendientes suaves, y el suelo es del tipo arcilloso y arenoso. La región recibe lluvias intensas entre noviembre y marzo.

El sistema ha sido diseñado considerando un aporte de agua *per cápita* de 70 litros por habitante por día y un coeficiente de retorno desagüe/agua igual a 0,80. El diseño considera una fuerza tractiva mínima de 1 Pa (0,60 Pa en los tramos iniciales de las redes). El 100% de los ramales condominiales está ubicado en las veredas.

#### **Parámetros de diseño:**

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| • Periodo de diseño:                  | 25 años          |
| • Consumo <i>per cápita</i>           | 70 L/hab. día    |
| • Coeficiente de retorno desagüe/agua | 0,80             |
| • Coeficientes de punta               | K1= 1,3; K2= 2,0 |
| • Caudal de infiltración              | 0,5 l/s.km       |



- Diámetro mínimo:
  - Ramal condominial 110 mm
  - Redes públicas 150 mm
- Pendiente mínima 0,5 %
- Profundidad mínima ramal 0,60 m

La red de alcantarillado se conecta a un sistema de tratamiento, conformado por dos tanques sépticos y cuatro pozos de percolación. Cada conjunto ha sido diseñado para una población de 300 habitantes y un caudal de 19,2 m<sup>3</sup>/día.

La obra ejecutada comprende 972 metros de ramales condominiales de 110 milímetros de diámetro y 210 metros de redes de 160 milímetros de diámetro. Cuenta con 45 cajas de inspección (80 cm) y cuatro pozos de inspección (1,20 m). El material de la red es PVC. La extensión promedio de redes y ramales por lote es de 14,07 metros por lote.

El costo total de la construcción del sistema fue de US\$ 28.373, correspondiendo US\$ 20.826 a la red de alcantarillado condominial y US\$ 7.547 a los tanques sépticos<sup>13</sup>. El sistema fue totalmente financiado por el municipio.

Los costos directos unitarios se presentan a continuación e incluyen el costo del sistema de tratamiento de desagües:

- Ramal condominial 14,50 US\$/m
- Conexión domiciliaria 27,30 US\$/lote
- Redes públicas (principal) 12,25 US\$/m
- Costo por lote 307 US\$/lote
- Costo por habitante 61 US\$/hab.
- Costo por metro 21,60 US\$/m

La obra ha sido ejecutada por la Municipalidad Distrital de Independencia. Los beneficiarios aportaron la mano de obra no calificada, valorada en US\$ 2.615. La implementación de las conexiones intradomiciliarias estuvo a cargo de los beneficiarios (95%) y del municipio (5%).

El nivel de conectividad al sistema condominial viene incrementándose principalmente debido a actividades de promoción realizadas por el municipio. Se estima que en la actualidad esté alrededor del 60%. El principal problema identificado referente al bajo nivel de conectividad a los sistemas es la falta de recursos económicos de los pobladores para comprar los materiales requeridos, ya que la mayor parte de ellos son campesinos que viven de sus chacras y no tienen ingresos monetarios permanentes. En promedio, el gasto con la instalación de baño, lavadero y ducha es de US\$ 62,50. Los usuarios no conectados están ahorrando para instalar sus conexiones.

En cuanto a la percepción de la tecnología por los beneficiarios, el 100% manifiesta estar satisfecho con el sistema. El nivel de atoros es bajo. Solamente el 11% de los usuarios no ha tenido atoros. Los atoros, cuando ocurren, se ubican principalmente dentro de los domicilios.

---

<sup>13</sup> Tipo de cambio considerado: US\$ 1,00 = S/. 3,30

## ASENTAMIENTO HUMANO NUEVA ESPERANZA (PAITA, PIURA)

El Proyecto Piloto de Alcantarillado Condominial Asentamiento Humano Nueva Esperanza atiende a 205 lotes. Está localizado en la ciudad de Paita, en el departamento de Piura, en la zona denominada Paita Alta, a 70 metros de altitud en relación al nivel del mar. El área del proyecto se caracteriza por un terreno casi plano, circundado de fuertes acantilados. El proyecto fue diseñado para una población futura de 1.230 habitantes y está en funcionamiento desde mayo de 2004.

La población que ocupa el AH es bastante pobre. El 82% de las familias tiene ingresos mensuales de hasta US\$ 120, y el 18% recibe entre US\$ 120 y US\$ 300 al mes.

Casi la mitad de los jefes de familia (47%) tiene estudios primarios, el 38% secundarios, el 8% son técnicos, el 2% son profesionales y el 6% no tiene ningún nivel de estudios.

El abastecimiento de agua es realizado por medio de conexiones domiciliarias, con dos horas diarias de continuidad de servicio. La instalación del sistema de alcantarillado era una demanda antigua de los pobladores. La ocupación desordenada del área dificultaba la construcción de un sistema convencional para atender a toda la zona, además de representar una inversión muy elevada.

El municipio, como responsable de proveer los servicios básicos de agua y alcantarillado, ha considerado la oportunidad de evaluar la tecnología condominial por medio de un proyecto piloto, ya que ese sistema permite la reducción de costos de inversión y puede adecuarse a las difíciles condiciones topográficas. La organización y motivación existentes entre la población es un apoyo a la sostenibilidad del proyecto.

El proyecto de alcantarillado condominial fue liderado por la Municipalidad de Paita. Como promotor líder, la municipalidad ha tenido a su cargo la promoción, diseño, ejecución y financiamiento del proyecto. El programa Proagua/GTZ colaboró por medio de la transferencia de la tecnología condominial al equipo del municipio. La empresa prestadora de servicios de saneamiento (EPS) Grau, encargada del área donde se sitúa el proyecto, tuvo a su responsabilidad la supervisión de la obra y actualmente es la encargada de la operación y mantenimiento del sistema. La población organizada participó en la ejecución de las obras con la mano de obra no calificada y en la ejecución de las conexiones intradomiciliarias.

El resultado positivo de este proyecto piloto ha motivado la implantación de nuevos proyectos condominiales por el municipio y la EPS Grau.

El diseño del sistema condominial consideró la alternativa de ramal por frente del lote. Sólo en casos de no viabilidad, por la topografía local, el ramal fue ubicado al fondo del lote.

El componente social del proyecto estuvo bajo responsabilidad del municipio. La presencia activa del alcalde en la promoción del sistema a los beneficiarios fue fundamental para el éxito de la intervención, funcionando también como elemento motivador para la lograr el cumplimiento de las metas de ejecución de obra.

Al inicio de las actividades, los dirigentes locales realizaron una visita al proyecto piloto condominial Pomalca (Lambayeque), en funcionamiento desde el año 2002, para conocer la tecnología y comprobar su funcionamiento. Esta visita fue fundamental para lograr la aceptación por parte de los dirigentes del sistema, quienes se encargaron de transmitir la información a los demás beneficiarios.



En el transcurso del proyecto se realizaron asambleas y cursos de capacitación con la población, para la difusión del sistema. No se efectuó una aprobación formal del proyecto (mediante firma de acta) por parte de los beneficiarios. Antes de la ejecución de la obra fue necesario adecuar el expediente técnico a las condiciones locales del terreno, por medio de la realización de visitas casa por casa.

La administración, la operación y el mantenimiento del sistema condominial está a cargo de la Gerencia Zonal Paita de la EPS Grau y sigue los mismos procedimientos internos utilizados para todos los sistemas convencionales.

La obra ejecutada comprende 1.407 metros de ramales condominiales de 110 milímetros diámetro y 1.094 metros de redes de 160 milímetros de diámetro. La extensión promedio de redes y ramales es de 12,2 metros por cada lote. La red condominial se empalma a la red existente de la ciudad, conduciendo los desagües hasta una laguna de estabilización.

El nivel actual de conectividad es del 70%. Asimismo, el 4% de los usuarios están en trámite para conectarse. De los 30% que no están conectados, 13% alega no tener recursos suficientes para pagar la conexión domiciliaria.

El 91% de los usuarios indica satisfacción con el sistema. Con relación a atoros, 80% no los ha tenido, y 5% reporta uno sólo atoro. Los atoros son ubicados principalmente dentro de los domicilios. El costo total de la obra fue de US\$ 57.186<sup>14</sup>. Este valor equivale a US\$ 279 por lote.

Con relación a las tarifas para administración, operación y mantenimiento, la empresa no dispone de una política tarifaria específica para sistemas condominiales. Los usuarios se incorporan al sistema según la estructura tarifaria vigente para los clientes domésticos. El 90% de los usuarios no dispone de micromedición, pagando por un volumen asignado el equivalente a US\$ 6,42 por los servicios de agua y desagüe.

---

<sup>14</sup> Tipo de cambio considerado: US\$ 1,00 = S./ 3,30



4.



## DISEÑO

Luego de seleccionar el área del proyecto, para la elaboración del diseño del sistema condominial es necesario caracterizar el área, tanto en los aspectos físicos como en los sociales. Los siguientes aspectos deben ser levantados para la elaboración del diseño:

- Uso y ocupación del área (uso residencial, comercial, áreas de expansión, etc.)
- Características socioeconómicas de la población
- Características topográficas
- Características geotécnicas
- Abastecimiento de agua potable
- Descarga final de los desagües–sistemas de tratamiento de desagües existentes o áreas para su implantación

Deberán ser definidos también los parámetros de diseño, que comprenden:

- Periodo de diseño
- Población actual, crecimiento poblacional, población futura
- Consumo de agua *per cápita*
- Coeficiente de retorno desagüe/agua
- Caudal de infiltración
- Coeficientes de punta
- Contribuciones no domésticas, descargas concentradas
- Aguas pluviales-sistema existente, conexiones clandestinas

### **Trazado de las redes**

El sistema condominial está constituido por ramales condominiales y red pública. La unidad de atención es el condominio. Los ramales condominiales se extienden en zonas protegidas, como veredas, jardines, etc. Por estar más protegidas, las tuberías pueden asentarse a menor profundidad. El resultado es una mayor flexibilidad en el trazado de los ramales condominiales, principalmente en zonas accidentadas y de ocupación desordenada.

### **Dimensionamiento**

En el dimensionamiento de las redes deben ser verificadas las condiciones de flujo para garantizar el arrastre de los sólidos transportados, evitándose condiciones que provoquen su deposición y aumenten los requerimientos de mantenimiento del sistema. Al final de este capítulo se presenta una metodología específica utilizada para el dimensionamiento de redes.

- Ramales condominiales:  
Los ramales condominiales son dimensionados de forma simplificada con un diámetro de 110 milímetros y con una pendiente mínima de 0,005 m/m. Un ramal condominial con estas



características podrá recolectar el desagüe doméstico proveniente de hasta un promedio de 200 viviendas unifamiliares, lo que difícilmente será superado en un condominio (Lampoglia, Neder, 2003). En caso de presencia de contribuciones puntuales no domésticas, áreas con elevado número de viviendas multifamiliares o de inexistencia de sistemas de aguas pluviales (sistema de alcantarillado combinado), deberá ser elaborado el dimensionamiento para el caudal específico esperado.

- **Colectores principales (red pública):**  
Los colectores principales se dimensionan utilizando el criterio de tensión tractiva. La tensión tractiva o de arrastre ( $t$ ), es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y, consecuentemente, sobre el material depositado. El criterio de la tensión tractiva para fines de cálculo de colectores busca establecer una pendiente para el tramo que sea capaz de provocar una tensión que sea suficiente para arrastrar el material que se deposita en el fondo. La tensión tractiva mínima considerada para el dimensionamiento de los colectores es de 1,00 Pa.

### **Elementos de inspección**

Los sistemas condominiales utilizan elementos de inspección de menor tamaño, facilitando su construcción e instalación. Los elementos más utilizados son las cajas de inspección de forma circular. Se utilizan en las vías peatonales, en aceras o jardines, para ramales condominiales y colectores con diámetro de hasta 200 milímetros. Para redes y ramales asentados en profundidades de hasta 0,90 m se utilizan cajas de inspección de 0,40 m de diámetro; para profundidades entre 0,90 y 1,20 m el diámetro de la caja de inspección es de 0,60 m. Para las redes públicas con profundidad superior a 1,20 m se utilizan los pozos de inspección.

Los elementos de inspección livianos ofrecen la posibilidad de ser prefabricados, facilitando la ejecución de la obra en menor tiempo. El sistema debe prever las cajas de inspección en todos los lugares donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

### **Drenaje pluvial**

El sistema condominial está concebido como un sistema separador absoluto, o sea, para recibir exclusivamente desagües domésticos. Cuando se implanta un sistema condominial en zonas con incidencia de lluvias, se debe dar especial atención a la solución del drenaje pluvial del área de proyecto, la que debe ser implantada simultáneamente con el sistema de alcantarillado sanitario. En áreas donde se utilizan sistemas combinados o cuando la solución para el drenaje pluvial no se implanta de inmediato, el proyecto debe considerar las conexiones de aguas pluviales, ya que existe una tendencia de los usuarios a utilizar el sistema de alcantarillado para ambos fines.

## **CONSTRUCCIÓN**

La ejecución de la obra de un sistema condominial difiere del convencional, entre otras cosas, debido al componente social presente en el primero.

La metodología utilizada en Brasil y Bolivia prevé la contratación de la obra fundamentada en el diseño básico. El diseño al detalle se elabora en la medida en que se consolidan los condominios y se define la ubicación del ramal en un momento inmediatamente anterior a la obra. De esa manera, durante la implantación del sistema condominial están presentes dos equipos en el campo: el técnico-social,



responsable por las actividades de promoción social, que define el trazado final de los ramales y el diseño al detalle del sistema; y, asimismo, el contratista de la obra, que recibe el diseño al detalle para su ejecución.

En el Perú, la metodología empleada considera estas actividades en dos fases distintas: en la primera, el equipo técnico-social de campo define la ubicación de las redes y ramales condominiales y, con esa información, elabora el diseño al detalle del sistema. En la segunda etapa, el contratista ejecuta la obra de manera continua e integral.

La metodología de Brasil tiene la ventaja de posibilitar mayor ajuste en el diseño, facilitando su ejecución; por otro lado, la desventaja es que el trabajo social definirá el ritmo de la obra. Además, el contrato debe prever que los valores utilizados se estiman en el diseño básico y pueden sufrir algunos ajustes cuando se elabora el diseño al detalle.

La metodología adoptada en el Perú, por su parte, tiene la ventaja de posibilitar la contratación y la ejecución de la obra con valores y plazos claramente definidos. Sin embargo, tiene la desventaja de requerir en ocasiones ciertos ajustes en el campo, si el tiempo que va del diseño al inicio de la obra aumenta demasiado.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema condominial se enfoca en actividades preventivas. La promoción social y la educación sanitaria como partes del proyecto favorecen el uso correcto del sistema y fomentan su buena utilización. El resultado observado es una menor incidencia de atoros en los sistemas implantados bajo esta metodología, y menores requerimientos de mantenimiento correctivo.

Como los ramales condominiales son independientes, en la ocurrencia de problemas éstos se quedan restringidos al condominio respectivo.

Para el mantenimiento de los ramales condominiales se utilizan equipos de menor tamaño y de menor costo que los empleados en los sistemas convencionales. Estos equipos circulan más fácilmente en zonas urbanas de tráfico intenso y pueden llegar con mayor simplicidad a áreas de difícil acceso.

Todas las actividades de mantenimiento las realiza la organización responsable de la gestión, operación y mantenimiento del sistema (municipio o empresa operadora). La participación del usuario en el mantenimiento es opcional y debe ser definida en la etapa de promoción del proyecto. En estos casos, el usuario debe tener una compensación económica por medio del pago de una tarifa menor que la cobrada a los demás usuarios.

Normalmente la participación del usuario en el mantenimiento correctivo del sistema se da cuando los ramales condominiales se encuentran asentados en áreas internas. La empresa operadora podrá realizar el mantenimiento de los ramales internos, estableciéndose un precio específico para esta actividad independiente de la tarifa.

## TABLAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES DE SECCIÓN CIRCULAR

**TABLA 4.1 - DETERMINACIÓN DE CAUDAL CON SECCIÓN LLENA  
 MEDIANTE LAS ECUACIONES DE MANNING, BAZIN Y KARMAN-PRANDLT**  
 $Q = k \times I^{1/2}$  (L/s); I (m/m)

Diámetro (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	K				
		Manning			Bazin	Karman Prandlt
		n = 0,010	n = 0,013	n = 0,015	$\gamma_b = 0,16$	$K_b = 1,5\text{mm}$
50	0,00196	10,58	8,14	7,05	7,86	8,13
75	0,00442	31,18	23,99	20,79	24,27	24,30
100	0,00785	67,15	51,65	44,77	53,70	52,62
125	0,01227	121,75	93,66	81,17	99,07	95,65
150	0,01767	197,98	152,29	131,99	163,02	155,68
200	0,03142	426,38	327,98	284,25	356,25	335,12
250	0,04909	773,08	594,68	515,39	651,01	606,50
300	0,07069	1.257,10	967,01	838,07	1.063,07	983,86
350	0,09621	1.896,30	1.458,70	1.264,20	1.606,80	1.480,20
400	0,12566	2.707	2.083	1.804,90	2.296	2.108
450	0,15904	3.706	2.851	2.471	3.142	2.878
500	0,19635	4.909	3.776	3.272	4.158	3.801
600	0,28274	7.982	6.140	5.321	6.742	6.149
700	0,38485	12.041	9.262	8.027	10.131	9.231
800	0,50265	17.191	13.224	11.460	14.404	13.121
900	0,63617	23.534	18.103	15.689	19.631	17.887
1.000	0,78540	31.169	23.976	20.779	25.882	23.595
1.100	0,95033	40.188	30.914	26.792	33.221	30.308
1.200	1,13097	50.683	38.987	33.789	41.709	38.088
1.300	1,32732	62.743	48.264	41.829	51.405	46.992
1.400	1,53938	76.452	58.810	50.968	62.365	57.075
1.500	1,76715	91.895	70.689	61.264	74.644	68.394
1.600	2,01062	109.153	83.964	72.769	88.295	81.001
1.700	2,26980	128.306	98.697	85.537	103.367	94.946

Fuente: adaptado de Mendonça (2001)

TABLA 4.2 - RELACIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DE LAS SECCIONES CIRCULARES PARCIALMENTE LLENAS Y LOS DE LA SECCIÓN LLENA, POR MEDIO DE LA ECUACIÓN DE MANNING

y/D	v/V	q/Q	y/D	v/V	q/Q
0,10	0,4012	0,0209	0,46	0,9640	0,4330
0,11	0,4260	0,0255	0,47	0,9734	0,4495
0,12	0,4500	0,0306	0,48	0,9825	0,4662
0,13	0,4730	0,0361	0,49	0,9914	0,4831
0,14	0,4953	0,0421	0,50	1,0008	0,5000
0,15	0,5168	0,0486	0,51	1,0084	0,5170
0,16	0,5376	0,0555	0,52	1,0165	0,5341
0,17	0,5578	0,0629	0,53	1,0243	0,5513
0,18	0,5775	0,0707	0,54	1,0319	0,5685
0,19	0,5965	0,0789	0,55	1,0393	0,5857
0,20	0,6151	0,0876	0,56	1,0464	0,6030
0,21	0,6331	0,0966	0,57	1,0533	0,6202
0,22	0,6507	0,1061	0,58	1,0599	0,6375
0,23	0,6678	0,1160	0,59	1,0663	0,6547
0,24	0,6844	0,1263	0,60	1,0724	0,6718
0,25	0,7007	0,1370	0,61	1,0783	0,6889
0,26	0,7165	0,1480	0,62	1,0839	0,7060
0,27	0,7320	0,1595	0,63	1,0893	0,7229
0,28	0,7471	0,1712	0,64	1,0944	0,7397
0,29	0,7618	0,1834	0,65	1,0993	0,7564
0,30	0,7761	0,1958	0,66	1,1039	0,7729
0,31	0,7902	0,2086	0,67	1,1083	0,7893
0,32	0,8038	0,2218	0,68	1,1124	0,8055
0,33	0,8172	0,2352	0,69	1,1162	0,8215
0,34	0,8302	0,2489	0,70	1,1198	0,8372
0,35	0,8430	0,2629	0,71	1,1231	0,8527
0,36	0,8554	0,2772	0,72	1,1261	0,8680
0,37	0,8675	0,2918	0,73	1,1288	0,8829
0,38	0,8794	0,3066	0,74	1,1313	0,8976
0,39	0,8909	0,3217	0,75	1,1335	0,9119
0,40	0,9022	0,3370	0,76	1,1353	0,9258
0,41	0,9132	0,3525	0,77	1,1369	0,9394
0,42	0,9239	0,3682	0,78	1,1382	0,9525
0,43	0,9343	0,3842	0,79	1,1391	0,9652
0,44	0,9445	0,4003	0,80	1,1397	0,9775
0,45	0,9544	0,4165			

Fuente: adaptado de Mendonça (2001)

TABLA 4.3 - VELOCIDAD LÍMITE PARA QUE OCURRA LA ENTRADA DE AIRE EN UN TUBO PARCIALMENTE LLENO,  $V_{aire}$ , EN EL INTERVALO  $0,50 \leq y/D \leq 0,75$  PARA DIÁMETROS QUE VARÍAN ENTRE 100 A 300 MM\*

Diámetro (mm) y/D	Velocidad mínima (m/s)				
	100	150	200	250	300
0,50	2,97	3,64	4,20	4,70	5,14
0,51	2,99	3,66	4,23	4,73	5,18
0,52	3,01	3,68	4,25	4,75	5,21
0,53	3,02	3,70	4,28	4,78	5,24
0,54	3,04	3,72	4,30	4,81	5,27
0,55	3,06	3,74	4,32	4,83	5,29
0,56	3,07	3,76	4,35	4,86	5,32
0,57	3,09	3,78	4,37	4,88	5,35
0,58	3,10	3,80	4,39	4,91	5,37
0,59	3,12	3,82	4,41	4,93	5,40
0,60	3,13	3,83	4,43	4,95	5,42
0,61	3,14	3,85	4,44	4,97	5,44
0,62	3,15	3,86	4,46	4,99	5,46
0,63	3,17	3,88	4,48	5,01	5,48
0,64	3,18	3,89	4,49	5,02	5,50
0,65	3,19	3,90	4,51	5,04	5,52
0,66	3,20	3,92	4,52	5,06	5,54
0,67	3,21	3,93	4,54	5,07	5,56
0,68	3,22	3,94	4,55	5,09	5,57
0,69	3,23	3,95	4,56	5,10	5,59
0,70	3,23	3,96	4,57	5,11	5,60
0,71	3,24	3,97	4,58	5,12	5,61
0,72	3,25	3,98	4,59	5,13	5,62
0,73	3,25	3,98	4,60	5,14	5,63
0,74	3,26	3,99	4,61	5,15	4,64
0,75	3,26	4,00	4,61	5,16	5,65

Fuente: adaptado de Mendonça (2001).

\* Véase el ítem 5.1.5.1. de la NBR 9649 (1986), norma brasileña para redes de alcantarillado, p. 5;  $V_c = V_{aire}$

**Ejemplo:** Dimensionar un tramo de un colector de aguas residuales con diámetro de 200 milímetros en función de los datos propuestos a continuación:

Caudal:  $Q = 0,015 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Pendiente:  $I = 0,006 \text{ m/m}$   
 $n = 0,013$  (Manning)  
 $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

Efectuar los cálculos utilizando las tablas (4.1), (4.2) y (4.3).

**Solución:**

**Caudal a sección plena, Tabla (4.1), ecuación de Manning,  $n = 0,013$ :**

$$Q = K\sqrt{I} = 327,98\sqrt{0,006} \cong 25,4 \text{ L/s}$$

**Velocidad a sección plena, Tabla (4.1):**

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{25,4 \times 10^{-3}}{0,03142} \cong 0,81 \text{ m/s}$$

**Relación  $\frac{y}{D}$ , Tabla (4.2):**

$$\frac{q}{Q} = \frac{15}{25,4} = 0,5906 \rightarrow \frac{Y}{D} = 0,55$$

**Velocidad final:**

$$\frac{q}{Q} = 0,5906 \rightarrow \frac{V_f}{V} = 1,0393 \therefore V_f = 1,0393 \times 0,81 = 0,84 \text{ m/s}$$

**Tensión tractiva:**

Se estima por medio de las ecuaciones a continuación:

$$\theta = 2\arccos\left(1 - 2\frac{y}{D}\right) = 2\arccos(1 - 2 \times 0,55) = 3,34193 \text{ rad}$$

$$\sigma_r = \gamma n^2 V^2 \left[ \frac{4\theta}{D(\theta - \operatorname{sen}\theta)} \right]^{1/3} = 10^4 (0,013)^2 (0,84)^2 \left[ \frac{4 \times 3,34193}{0,200(3,34193 - \operatorname{sen}3,34193)} \right]^{1/3}$$

$$\sigma_r \cong 3,18 \text{ N/m}^2 \cong 3,2 \text{ Pa} > 1,0 \text{ Pa} \text{ (OK)}$$

**Velocidad mínima para que ocurra entrada de aire en una tubería parcialmente llena, Tabla (4.3):**

$$\text{Para } \frac{y}{D} = 0,55 \text{ y } D = 200 \text{ mm} \rightarrow V_{\text{ave}} = 4,32 \text{ m/s} > 0,84 \text{ m/s} \text{ (OK)}$$



## ECUACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES DE SECCIÓN CIRCULAR

### Ecuación de Manning

**Datos:**  $Q$ (L/s);  $I$ (m/m);  $y/D$ ;  $n$ ;  $\gamma = 10kN/m^3$ ;  $g = 9,81m/s^2$

$\left(\frac{y}{D}\right)_{\max}$  varía de 0,50 a 0,80 (Relación máxima tirante/diámetro, adimensional)

$$\theta_t = 2 \arccos \left( 1 - 2 \frac{y}{D} \right) \quad (\text{Diferencia del ángulo teórico del sector circular, radianes})$$

$$D_t = \frac{2^{13/8} \times \theta_t^{1/4}}{(\theta_t - \text{sen} \theta_t)^{3/8}} \left( \frac{nQ \times 10^{-3}}{\sqrt{I}} \right)^{3/8} \quad (\text{Diámetro teórico, metros})$$

Considerar el diámetro comercial,  $D$ , igual o superior al diámetro teórico,  $D_t$

$$\theta_{n+1} = \text{sen} \theta_n + 2^{2,6} \left( \frac{nQ \times 10^{-3}}{\sqrt{I}} \right)^{0,6} D^{-1,6} \theta_n^{0,4} \quad (\text{Diferencia del ángulo real del sector circular, radianes})$$

El valor inicial de  $\theta$  debe ser igual a 3 radianes (varía ente 1,59 rad. a 4,43 rad.)

\* Se repiten las operaciones hasta  $\theta_{n+1} = \theta_n$

$$\epsilon = 0,0001, \text{ de manera que } \epsilon > \frac{|\theta_{n+1} - \theta_n|}{\theta_n}$$

$$\frac{y}{D} = \frac{1}{2} \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right) \quad (\text{Relación tirante/diámetro, adimensional})$$

$$y = kD \quad (\text{Tirante, metros})$$

$$V = \frac{\sqrt{I}}{n} \left[ \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta} \right) \right]^{2/3} \quad (\text{Velocidad, m/s})$$

$$\sigma_t = \gamma n^2 V^2 \left[ \frac{4\theta}{D(\theta - \text{sen} \theta)} \right]^{1/3} \quad (\text{Tensión tractiva, Pa = N/m}^2)$$

$$V_{\text{aire}} = 3 \left[ gD \left( 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta} \right) \right]^{1/2} \quad (\text{Velocidad límite para entrada de aire, m/s})$$

Fuente: adaptado de Mendonça (1984).

**Ejemplo:** Dimensionar un tramo de un colector de aguas residuales con los datos a continuación:

Caudal:  $Q = 0,015 \text{ m}^3/\text{s}$

Pendiente:  $I = 0,006 \text{ m/m}$

$n = 0,013$  (Manning)

**Solución:**

Diámetro teórico:  $D_t = 0,170 \text{ m} = 170 \text{ mm}$

Diámetro adoptado:  $D = 200 \text{ mm}$  (8")

Teta:  $\theta = 3,352 \text{ rad}$

Relación tirante / diámetro:  $y/D = 0,55$

Velocidad final:  $V = 0,84 \text{ m/s}$

Tensión tractiva:  $\tau = 3,19 \text{ Pa (N/m}^2) > 1,0 \text{ Pa (OK)}$

Velocidad límite para que ocurra la entrada de aire en el colector (NBR 9649):

$V_{\text{aire}} = 4,33 \text{ m/s} > 0,84 \text{ m/s (OK)}$

5.





# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de alcantarillado condominial han demostrado su factibilidad económica, técnica y social en el ámbito de América Latina sobre la base de los proyectos ejecutados y evaluados en Bolivia, Brasil, y Perú.

El sistema condominial, comparándolo con el convencional, permite un ahorro en el costo de ejecución de la obra de entre 30 y 60%, debido a la menor extensión de redes, al menor diámetro de tuberías, a la menor profundidad de los ramales condominiales y a la simplificación de los elementos de inspección. Adicionalmente, la operación y el mantenimiento tienen un menor costo debido a la menor extensión de las redes.

En Brasil, los sistemas condominiales de alcantarillado sanitario son utilizados desde la década del 80'. La experiencia ha comprobado su factibilidad y sostenibilidad en el tiempo. En la actualidad, de los 41.641 km de redes de alcantarillado sanitario implantadas en el país, 5.657 km (13,6%) son del tipo condominial. Como consecuencia de los resultados positivos de las experiencias realizadas, las buenas perspectivas de este modelo permitieron su incorporación a los programas de la Caja Económica Federal (CEF), del Banco Mundial (BIRD) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entidades financieras vinculadas al sector saneamiento, que vienen incrementando la aplicación del sistema condominial. La empresa de agua potable de Brasilia (CAESB), desde más de diez años sólo aplica la tecnología condominial para expandir la cobertura de alcantarillado, contando en la actualidad con más de 100.000 usuarios, tanto en zonas periurbanas como en áreas de grandes viviendas y manzanas.

En el caso del Perú, la evaluación de los proyectos piloto de alcantarillado condominial comprueba la calidad del servicio, así como la diferencia sustancial en costos de construcción en comparación con el sistema convencional. En el caso de Sedapal, la empresa de agua y saneamiento de Lima, el costo ejecutado de los proyectos pilotos implementados representó un ahorro del 38% como promedio en comparación con los proyectos convencionales.

La disminución en los costos de inversión para sistemas de alcantarillado es un factor clave para que países en desarrollo puedan cumplir con los ODM. Los menores costos permiten la posibilidad de autofinanciamiento por parte de los beneficiarios. Las entidades de cooperación financiera internacional y los gobiernos de cada país pueden ofrecer diferentes alternativas a las entidades financieras para bajar las tasas de interés y aumentar el periodo de cancelación del préstamo, con el fin de que las cuotas de amortización estén dentro de la capacidad de pago de las familias beneficiarias.

Los factores que inciden en la sostenibilidad de la infraestructura de un sistema de alcantarillado condominial no difieren de los que inciden en la sostenibilidad de los sistemas convencionales. La calidad del proyecto es fundamental para el buen funcionamiento del sistema, debiéndose aplicar los conceptos y técnicas de ingeniería que son requisito de cualquier proyecto de saneamiento. La reducción de costos del sistema no debe ser entendida como reducción de la calidad, tanto del diseño como de los materiales e instalaciones.



El principio de sostenibilidad de una infraestructura de alcantarillado condominial se sustenta en la aplicación adecuada de las técnicas en vigencia ya comprobadas y de demostrada aplicabilidad para el diseño, implementación, operación y mantenimiento del sistema. Éste debe respetar y adaptarse a la cultura local de los beneficiarios. Algunas experiencias no han tenido el éxito esperado por olvidar esta regla fundamental.

Para la implantación de la tecnología condominial, es necesario adecuar la normatividad que reglamenta el aspecto técnico. Asimismo, establecer las directrices básicas para el componente social. Las instituciones involucradas en el diseño, implantación y operación de sistemas de alcantarillado deben estar debidamente capacitadas en la tecnología.

Los municipios y otras instituciones responsables por los servicios de saneamiento deben contar con personal capacitado en la tecnología para garantizar la calidad de los proyectos implementados directamente o por terceros. Es fundamental que la institución responsable tenga un área orgánica específica encargada de supervisar y evaluar la aplicación de las normas establecidas para el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los diferentes proyectos a su cargo, incluyendo los de alcantarillado condominial.

El éxito está directamente relacionado con el cumplimiento de los requisitos técnicos de diseño e implantación de la obra. La variabilidad en los criterios e intensidad de las intervenciones sociales indican que aun cuando esa actividad es importante para la sostenibilidad del sistema, a una mayor intervención no necesariamente corresponde un mejor funcionamiento, siendo sí el cumplimiento de los criterios técnicos un requisito indispensable.

La participación de los beneficiarios en la toma de decisiones y de atribuciones que inciden directamente en su modo de vida es un beneficio de la tecnología condominial de trascendente importancia para la sostenibilidad del sistema, ya que se crea un vínculo entre el beneficiario y el sistema que se está implantando, generando mayor cuidado en su utilización.

Los sistemas condominiales representan una aplicación práctica de las estrategias establecidas para el desarrollo de los municipios y comunidades saludables.

Los escasos recursos presupuestales para la ampliación de cobertura de alcantarillado obligan a los gobiernos a ser más eficientes en la inversión. Elegir el sistema condominial de alcantarillado sanitario es elegir entre dos alternativas con la misma calidad de servicio y de igual sostenibilidad en el tiempo, posibilitando, con la misma inversión, duplicar en promedio el número de conexiones implementadas.



6.



## BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE NETO, C.O. (1994). Curso sobre Sistema Condominial de Esgotos. ABES, Río de Janeiro.
- APDES, CESAL, PROAGUA/ GTZ (2004). Estudio de Caso: "Servicio de Alcantarillado Condominial en el Cono Norte de Lima – Comas - Una Experiencia Piloto de Saneamiento en Zonas Urbano Marginales". En publicación, Lima, Perú.
- Azevedo Netto, J. M. (1992). Tecnologías Innovadoras y de Bajo Costo Utilizadas en los Sistemas de Alcantarillado. Washington, D.C.
- Bahia Azul (1995). Bahia Azul – Programa de Saneamento Ambiental da Bahia – Salvador, Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação, Salvador, Brasil.
- Banco Mundial (2003). Peru Supplementary Project to the Lima Water Rehabilitation and Management Project, [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).
- BID (2001). [www.iadb.org](http://www.iadb.org).
- Bianchi, R. (2002). Experiencia con el Sistema Condominial, Aguas del Illimani S.A., La Paz, Bolivia.
- Boman, K. y Neder K.D. (1999). Informe de la Misión Sueca de Seguimiento del Proyecto El Alto, La Paz, Bolivia.
- Borja, P.C., Elbachá, A.T. et al (1994). Ações de Saneamento Ambiental em Canabrava. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Florianópolis, Brasil.
- Borja, P.C., Santana, M.J. et al (2000). Avaliação das Ações Integradas de Saneamento Ambiental e Moradia em Área Periurbana. In: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Porto Seguro, Bahia, Brasil.
- CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (1985). Programa Estadual de Esgotamento Sanitário – Uma Nova Estratégia. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió, Brasil.
- CAESB – Companhia de Água e Esgotos de Brasília (1997). Sistema Condominial de Esgotos e Universalização dos Serviços de Saneamento no Distrito Federal, Brasília, DF, Brasil.
- Canelli, N. (2001). Evaluación de Impacto - Sistemas Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado. Proyecto Piloto El Alto, Bolivia, Programa de Agua y Saneamiento, Banco Mundial.
- Castrillo, I. (1998). Diagnóstico Rápido sobre las Condiciones de Saneamiento Básico en las Ciudades Urbano Marginales de la Ciudad de El Alto, La Paz, Bolivia.



Cerqueira, M.T. (2005). Presentación Mapeo de Capacidades en Poblaciones Saludables, Sexta Conferencia Internacional sobre Promoción de la Salud, Bangkok, Tailandia.

DNS (2004). Participación del Sector Privado en el Desarrollo de los Servicios de Saneamiento. Dirección Nacional de Saneamiento, Vice-ministerio de Construcción y Saneamiento, Perú,. Congreso ANEPSSA Puno, Perú.

Egocheaga, L. y Moscoso, J.C. (2004). Una Estrategia para la Gestión de las Aguas Residuales Domésticas: Haciendo más Sostenible la Protección de la Salud en América Latina y otras Regiones en Desarrollo, CEPIS/OPS, Lima, Perú.

Foster, V. (2001). Economic and Financial Evaluation of El Alto Pilot Project: Condominial Water and Sewerage Systems and Related Innovations, World Bank.

Gordilho-Souza, A. (2000). Limites do Habitar: Segregação e Exclusão na Configuração Urbana Contemporânea de Salvador e Perspectivas no Final do Século XX, Salvador, Bahia, Brasil.

Inchauste, F. (2000). Diseños de Ingeniería de los Proyectos de Alcantarillado Condominial del PPEA - Criterios y Parámetros de Dimensionamiento: Huayna Potosí, Villa Ingenio D-2, Caja Ferroviaria, Oro Negro, San Juan Río Seco y má n Busch, La Paz, Bolivia, Programa de Agua y Saneamiento, Banco Mundial.

INEI (2005a). Dimensiones y Características del Crecimiento Urbano en el Perú – 1961 – 1993, Perú, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

\_\_\_\_\_ (2005b). Información Socio Demográfica - Lima Metropolitana, Lima, Perú, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe) .

\_\_\_\_\_ (2005c). Banco de Información Distrital, Lima, Perú, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).

Kligerman, D. C. (1995). Esgotamento Sanitário: de Alternativa Tecnológica a Tecnologias Apropriadas – Uma Análise Técnica, Econômica e Social. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Lampoglia, T.C. y Neder, K.D. (2003), Guía de Implantación de la Tecnología Condominial por una Empresa de Saneamiento – Sistemas Alternativos de Bajo Costo de Alcantarillado Sanitario, PROAGUA/GTZ, Lima, Perú.

Lampoglia, T.C. (2004). Experiencias en la Aplicación de Sistemas de Alcantarillado Sanitario, PROAGUA/GTZ, Lima Perú.

Lobo, L. e Inchauste, F. (2000). Guía de Proyecto en Sistemas Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y de Acuerdo a los Criterios Utilizados en el Proyecto Piloto El Alto, Bolivia, Programa de Agua y Saneamiento, Banco Mundial, La Paz, Bolivia.

Melo, J. C. R. (1994). Sistema Condominial de Esgotos: Razões, Teoria e Prática. Brasília, DF, Brasil.

\_\_\_\_\_ (2005). The Experience of Condominial Water and Sewerage Systems in Brazil: Case Studies from Brasília, DF, Salvador and Parauapebas. Water and Sanitation Program - WSP, The World Bank, Lima, Perú.

Melo, J. C. R., Liberato, P. A. M. e Andrade Neto, C. O. (1983) Um Pacto Comunitário que Resolveu o Problema de Esgotamento Sanitário de Toda População. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, Santa Catarina, Brasil.

Mendonça, S.R. (1984). Fórmulas Adequadas para Aplicação de Métodos Iterativos nos Cálculos Analíticos de Conduitos em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos Sanitários, Revista DAE, São Paulo, vol. 44, N. 139, 308-312.

\_\_\_\_\_ (1986) Tecnologías Apropriadas para Saneamiento: Presente y Realidad. In: Congreso Agua e Medio Ambiente - Pasado, Presente y Futuro, Valledupar, Colombia.

\_\_\_\_\_ (2000), Satisfacción de las Necesidades Básicas Insatisfechas, Capítulo VII, In: "Promoción de la Salud: Como Construir Vida Saludable", 298 pp, co-author, Editorial Médica Panamericana, Restrepo, H.E. and Málaga, H., Bogotá, Colombia.

\_\_\_\_\_ (2001). Sistemas de Lagunas de Estabilización: Cómo Utilizar Aguas Residuales Tratadas en Sistemas de Regadío, McGraw-Hill, 2ª reimpresión, Bogotá, Colombia.

Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (1986). Redes de esgotos simplificadas (RES). PNUD/MDU. Brasília, Brasil.

NORMA BOLIVIANA NB 688 (2001). Instalaciones Sanitarias - Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Tratamiento de Aguas Residuales, Segunda Revisión. Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, La Paz, Bolivia.

MORAES, L. R. S. (1996). Health Impact of Drainage and Sewerage in Poor Urban Areas in Salvador, Brazil. Tesis (Doctorado en Salud Ambiental) - London School of Hygiene and Tropical Medicine, University of London, Londres, Inglaterra.

Nazareth, P. L. M. (1997). Sistemas Condominiais de Esgotos. No publicado, Brasil.

NBR 9649 (1986). Projeto de Redes Coletoras de Esgotos Sanitários, ABNT, Rio de Janeiro, Brasil.

OLIVEIRA, M.T.C.S. (2004). Processo de Implementação de Tecnologias de Redes Condominiais: Um Estudo sobre a Perspectiva dos Usuários na Cidade do Salvador. Disertación (Maestría en Ingeniería Ambiental Urbana) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

OMS (2005). The Environment and Health for Children and Their Mothers, Fact sheet n° 284, [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs284/en/print.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs284/en/print.html).

OMS/UNICEF (2004). Alcanzar las ODM en Materia de Agua Potable y Saneamiento – META, Evaluación a Mitad de Período de los Progresos Realizados, Joint Monitoring Programme for Water Supply & Sanitation - JMP.

OMS/UNICEF (2005). Water for Life: Making it Happen. Joint Monitoring Programme for Water Supply & Sanitation - JMP, [www.wssinfo.org](http://www.wssinfo.org).

OPS/OMS (2001). Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas, Washington, D.C.



OPS/OMS (2002a). Municipios y Comunidades Saludables - Guía de los Alcaldes para Promover Calidad de Vida, Washington, D.C.

OPS/OMS (2002b). Municipios Saludables, un Enfoque Integral de la Promoción de la Salud, [www.paho.org](http://www.paho.org).

OPS/OMS (2005). Iniciativa Regional de Datos Básicos de Salud, [www.paho.org](http://www.paho.org).

PNUD/MDU (1986). Redes de Esgotos Simplificadas (RES). Ministerio de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil.

Otterstetter, H., Galvão, L.A.C. and Witt, V. (2001). Health Equity in Relation to Safe Drinking Water Supply, in: Equity and Health – Views from the Pan American Sanitary Bureau, pp. 99-114.

PROSANEAR (2000). Programa de Saneamento Básico para População de Baixa Renda: Estudo de Avaliação da Concepção e Operacionalidade das Tecnologias – Resumo, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Brasília, DF, Brasil.

SEDAPAL (2003). Proyecto de Ampliación de Cobertura en Zonas Periurbanas de Lima, exposición en el Taller "Sistemas Condominiales de Alcantarillado Sanitario - Taller de Difusión y Programación de Actividades, Proagua GTZ – Gobiernos Regionales y Municipios de la Región Norte del Perú", Proagua-GTZ, Lima, Perú.

\_\_\_\_\_ (2004). Presentación de la Experiencia Piloto en Sistemas Condominiales. Taller de presentación de los avances en los proyectos piloto de alcantarillado sanitario realizado en La Atarjea en 12/05/04, Lima, Perú.

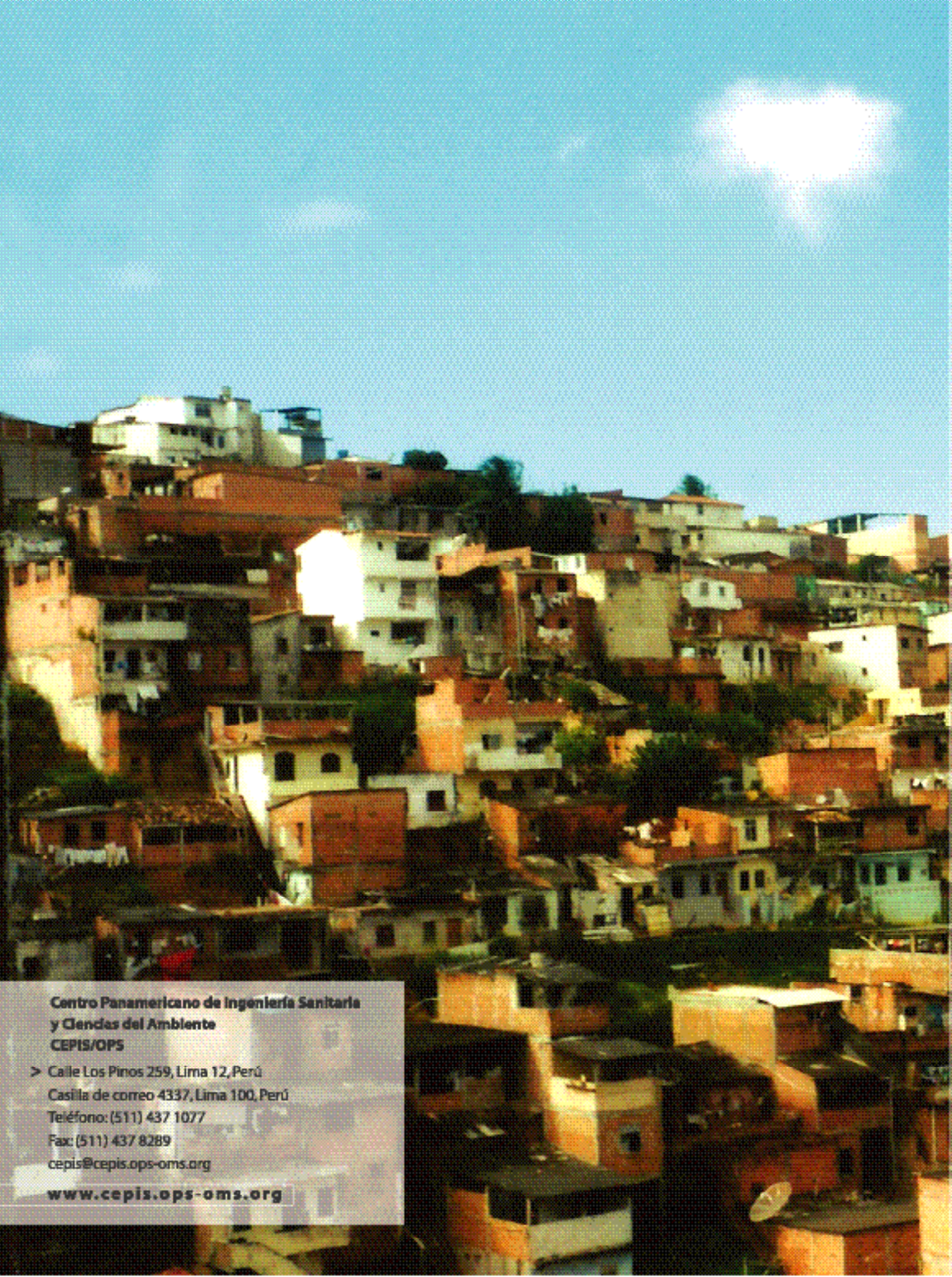
\_\_\_\_\_ (2005). Reglamento de Elaboración de Proyectos Condominiales de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas y Periurbanas de Lima y Callao, Lima, Perú.

Venegas P., M.A. (2004). Modelos de Gestión de Sistemas de Alcantarillado Condominial: Administración, Costos y Tarifas. Curso de capacitación a EPS y Municipios, ANEPSSA, Proagua/GTZ, Huaraz, Perú.

Zevallos, C. M. y Velez, Q. J. (2003). Propuesta de Intervención para Educación Sanitaria en Sistemas Condominiales de Desagüe - Documento Preliminar, Proagua/GTZ, Lima, Perú.







**Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria  
y Ciencias del Ambiente  
CEPIS/OPS**

> Calle Los Pinos 259, Lima 12, Perú  
Cajilla de correo 4337, Lima 100, Perú  
Teléfono: (511) 437 1077  
Fax: (511) 437 8289  
cepis@cepis.ops-oms.org

**[www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org)**