



# **El desarrollo urbano informal y las incidencias ambientales del abastecimiento de agua y del saneamiento, el caso de la ciudad de Lima**

por

David Brochart

Tesis para la obtención del diploma de  
Maestría en Ciencia y Tecnología, mención Ingeniería del Ambiente  
Gestión y Tratamiento del Agua, del Suelo y de Residuos

Pasantía realizada del 6 de Julio al 14 de Diciembre de 2010  
En el Instituto de Desarrollo Urbano - CENCA  
Coronel Zegarra 426, Lima 11, Perú

Profesor responsable: Alain Bermond  
Responsable de la pasantía: Juan Carlos Calizaya  
Tesis presentada el 13 de Enero de 2011

ParisTech

## *Resumen*

MSc GTESD

por [David Brochart](#)

El Perú es el tercer país más afectado por el cambio climático, y su capital es la ciudad más extendida sobre un desierto. El crecimiento de Lima está caracterizado por un tipo de urbanización no planificada. Esta situación genera problemas para el abastecimiento de agua y el saneamiento. La vivienda informal que caracteriza los barrios periféricos aumenta la presión sobre el recurso hídrico y genera una contaminación que las autoridades no logran tratar correctamente. Por lo tanto, la ciudad se desarrolla de manera no sostenible y se vuelve más y más dependiente de recursos más y más vulnerables frente al cambio climático. Los nuevos barrios están considerados saneados cuando benefician con la red de desagüe, sin preocuparse de la disposición de los residuos. Sin embargo las técnicas de saneamiento no colectivo, y particularmente el saneamiento ecológico, podrían ser usadas adecuadamente al reducir el impacto ambiental de los barrios informales y al mejorar las condiciones de vida de los habitantes, pero también al usar el agua de manera más eficiente. Proyectos pilotos han sido implementados por las Organizaciones No Gubernamentales, pero su desarrollo a gran escala necesita un cambio en la política pública de saneamiento.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>II</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>V</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>VI</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. La problemática ambiental de la vivienda informal . . . . .	1
1.2. La institución . . . . .	1
1.3. El contexto de la pasantía . . . . .	2
<b>2. La urbanización informal en Lima</b>	<b>3</b>
2.1. Datos generales . . . . .	3
2.2. Proceso de urbanización . . . . .	4
2.2.1. Nacimiento de nuevos barrios . . . . .	4
2.2.2. Regularización . . . . .	5
2.2.3. Consolidación . . . . .	6
2.3. El agua y el saneamiento en los barrios informales . . . . .	7
2.3.1. Abastecimiento de agua potable . . . . .	7
2.3.2. Saneamiento . . . . .	7
<b>3. Abastecimiento de agua y saneamiento: impactos en el ambiente</b>	<b>11</b>
3.1. El sector de agua y saneamiento en Lima . . . . .	11
3.1.1. Producción y distribución de agua potable . . . . .	11
3.1.1.1. Recursos hídricos . . . . .	11
3.1.1.2. Producción de agua potable . . . . .	11
3.1.1.3. Distribución . . . . .	12
3.1.2. Saneamiento . . . . .	12
3.1.2.1. La red . . . . .	12
3.1.2.2. El saneamiento autónomo . . . . .	14
3.2. Las incidencias ambientales de la urbanización informal . . . . .	14
3.2.1. Impactos causados por el abastecimiento de agua . . . . .	14
3.2.1.1. Costo energético de la distribución de agua . . . . .	14
3.2.1.2. Impactos sobre la cantidad y la calidad del recurso hídrico . . . . .	14
3.2.1.3. Potencial de crecimiento de Lima con respecto al agua . . . . .	15
3.2.1.4. Vulnerabilidad frente al cambio climático . . . . .	16
3.2.2. Impactos causados por el saneamiento . . . . .	16
3.2.2.1. El saneamiento autónomo . . . . .	16
3.2.2.2. El desagüe . . . . .	17
3.3. Conclusión parcial . . . . .	17

<b>4. Propuesta de saneamiento sostenible</b>	<b>19</b>
4.1. Zona de intervención . . . . .	19
4.2. Solución técnica . . . . .	21
4.2.1. Saneamiento de aguas servidas: pozos . . . . .	21
4.2.2. Saneamiento de excretas: baños secos . . . . .	23
4.3. Método . . . . .	25
4.3.1. Evaluación . . . . .	25
4.3.2. Participación . . . . .	25
4.3.3. Movilización . . . . .	26
4.3.4. Sensibilización . . . . .	26
4.4. Resultados . . . . .	27
4.5. Perspectivas . . . . .	27
<b>5. Conclusión</b>	<b>29</b>
 <b>A. Figuras diversas</b>	 <b>31</b>
 <b>Bibliografía</b>	 <b>33</b>
 <b>Abstract</b>	 <b>35</b>

# Índice de figuras

2.1. Mapa topográfico del Perú y vista satelital de Lima . . . . .	3
2.2. Expansión de la ciudad de Lima a lo largo del tiempo . . . . .	4
2.3. Invasión de terreno e asentamiento humano . . . . .	5
2.4. Desarrollo progresivo de la construcción . . . . .	6
2.5. Distribución de agua con camiones cisternas y cisterna comunal . . . . .	7
2.6. Desarrollo progresivo de la red de agua potable . . . . .	8
2.7. Uso de letrinas para la disposición de excretas . . . . .	8
2.8. Evacuación de aguas servidas en San Juan de Miraflores y formación de barro . . . . .	9
3.1. Sistema de colectores de Lima . . . . .	13
3.2. Oferta y demanda de agua potable en Lima (2010 - 2040) . . . . .	16
3.3. Evolución del tratamiento de aguas residuales en Lima en el período 1996 - 2015	17
4.1. Nacimiento de un nuevo barrio en San Juan de Lurigancho . . . . .	20
4.2. Vista satelital de la agrupación familiar San Martín de Porres . . . . .	20
4.3. Formación progresiva de zanjas de riego . . . . .	22
4.4. Sección transversal esquemática de un pozo de infiltración . . . . .	22
4.5. Construcción de un pozo . . . . .	23
4.6. Baño ecológico de doble cámara con separación de materia fecal y orina . . . . .	24
4.7. Subsistema al nivel doméstico y al nivel vecinal del sistema ECODESS . . . . .	25
4.8. Presentación del proyecto en una reunión con los dirigentes . . . . .	26
4.9. Sensibilización al medio ambiente en los asentamientos humanos . . . . .	26
A.1. Variación del nivel freático y explotación de aguas subterráneas en los pozos de SEDAPAL en junio de 1997 . . . . .	31
A.2. Perfil de ubicación de las plantas depuradoras y de los asentamientos humanos .	32



# Índice de cuadros

3.1. Capacidad de producción de agua potable en Lima. . . . .	12
3.2. Demanda de agua proyectada. . . . .	15
3.3. Proyectos de producción de agua potable. . . . .	15



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. La problemática ambiental de la vivienda informal

“ La población en zona urbana hoy en día es más importante que nunca, cerca de 30 % de esa población vive en asentamientos humanos ” <sup>1</sup>.

Desde los años cincuenta, en la capital del Perú, Lima, está ocurriendo un proceso de urbanización informal rápido que sorprende a las autoridades gubernamentales. La urgencia en que los nuevos barrios están construidos genera una situación de precariedad de la vivienda que afecta a la vez a las condiciones de vida de las poblaciones e al medio ambiente, con consecuencias que habrá que gestionar durante mucho tiempo. El impacto ambiental relacionado con el desarrollo urbano espontáneo podría ser inmanejable si no se hace nada para que estos territorios sean más sostenibles. No solamente la presión sobre el medio ambiente depende del tipo de hábitat, pero al revés el medio ambiente afecta a las poblaciones de manera diferente según el tipo de hábitat. Es así que las poblaciones que viven en los barrios informales son las más vulnerables frente al cambio climático. A pesar de todo, al ritmo actual 50 % de la población urbana vivirá en asentamientos humanos en el año 2020, lo que representará 1,6 mil millones de personas.

### 1.2. La institución

El instituto de Desarrollo Urbano - CENCA - es una organización no gubernamental (ONG) creada hace 30 años e especializada en las problemáticas de planificación, mejoramiento del hábitat y del medio ambiente, y de desarrollo económico local. CENCA promueve también la creación de microempresas e el comercio justo. Trabaja en relación con las diferentes organizaciones sociales y los gobiernos locales.

Hoy en día CENCA cuenta con 20 colaboradores, entre ellos arquitectos, economistas, ingenieros y sociólogos. La ONG está financiada por la ejecución de proyectos mandados por organismos exteriores e instituciones internacionales.

La metrópolis de Lima es una de las grandes zonas de intervención de CENCA. Más precisamente, la ONG está activa actualmente en los barrios periurbanos de San Juan de Lurigancho y de Huaycán, y en el barrio pericentral de la MIRR<sup>2</sup>. CENCA es además presente en las provincias,

<sup>1</sup>Según el ex secretario general de la ONU, Kofi Annan.

<sup>2</sup>Margen Izquierda del Río Rímac.

particularmente en el departamento de Junín y en la región de Majes, cerca de Arequipa, donde participa a proyectos de mejoramiento del acceso al agua y del saneamiento para poblaciones rurales.

### 1.3. El contexto de la pasantía

El presente estudio está inscrito en el marco de un proyecto financiado por Misereor<sup>3</sup> e ejecutado por CENCA, que se propone analizar y mejorar las condiciones de vida de las poblaciones de los barrios pobres del distrito de San Juan de Lurigancho en Lima. En este proyecto, la pasantía tiene como objetivo analizar los problemas de saneamiento de los barrios informales de este distrito, con el fin de entender de mejor manera las necesidades de las poblaciones que viven en estas zonas y de proponer soluciones apropiadas.

---

<sup>3</sup>Organización de desarrollo y de cooperación de la Iglesia Católica de Alemania.

## Capítulo 2

# La urbanización informal en Lima

### 2.1. Datos generales

Lima, la capital del Perú, está ubicada en la costa desértica del país donde vive 60 % de la población pero que sólo recibe 2 % de los recursos hídricos nacionales.<sup>[1]</sup> Como se puede ver en la figura 2.1, Lima está también rodeada de montañas, al pie de la cordillera de los Andes. Esta situación geográfica particular, junto con el acción de la corriente de Humboldt, impide casi toda precipitación en la ciudad<sup>1</sup>. La ciudad la más extensa sobre un desierto está en el tercer país más afectado por el calentamiento global.<sup>[13]</sup> La retirada de los glaciares, de los cuales Lima depende en gran parte para su abastecimiento de agua potable pero también para su producción de electricidad, pone en cuestión el desarrollo futuro de la ciudad.

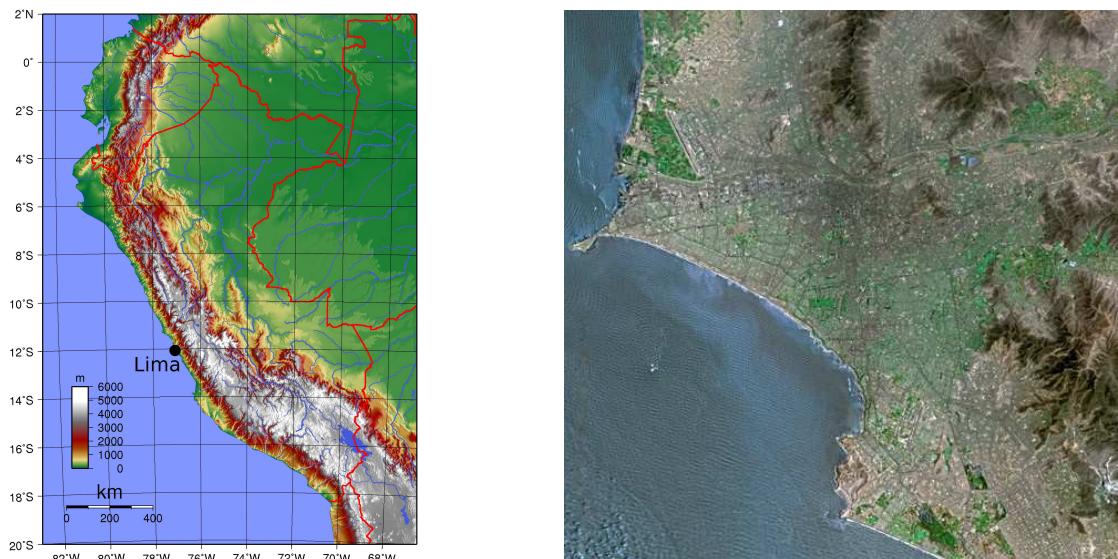


FIGURA 2.1: Mapa topográfico del Perú y vista satelital de Lima<sup>2</sup>.

Lima concentra un tercio de la población del país. Según el ultimo censo poblacional (2007), tiene 8 482 619 habitantes en una superficie de 2811.65 km<sup>2</sup>, o sea una densidad de aproximadamente 3000 habitantes/km<sup>2</sup>. Recibe cada año 150 000 nuevos habitantes y debería ser una megalópolis

<sup>1</sup>Las precipitaciones anuales en Lima apenas son de 10 milímetros.

<sup>2</sup>Fuente: CNES - Spot Image, 2002.

de 10 millones de habitantes antes del 2020<sup>3</sup>. A partir de los años 50, el éxodo rural y el crecimiento de la población local han expandido los límites de la ciudad. La expansión ocurre hoy en día hacia tres grandes direcciones, que corresponden a los conos de población: Lima Norte, Lima Sur y Lima Este, como está ilustrado en la figura 2.2.

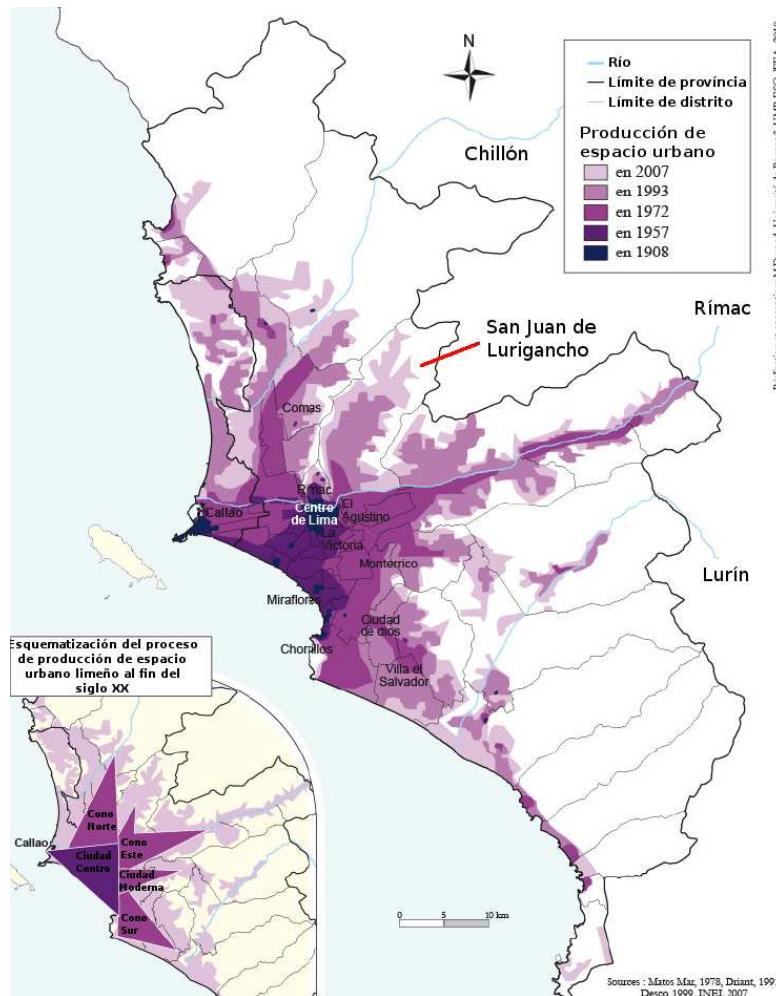


FIGURA 2.2: Expansión de la ciudad de Lima a lo largo del tiempo<sup>4</sup>.

## 2.2. Proceso de urbanización

### 2.2.1. Nacimiento de nuevos barrios

La expansión de la ciudad de Lima está caracterizada por un proceso de urbanización que toma la forma de invasiones de terreno (ver figura 2.3). Frente a la incapacidad de la capital a tomar cargo de la inmigración e a planificar la urbanización consecutiva al éxodo rural, los asentamientos humanos aparecen espontáneamente<sup>5</sup> para responder a una demanda urgente de acceso a la vivienda para poblaciones más y más numerosas que no tienen acceso al mercado inmobiliario

<sup>3</sup>CONAM, 2005.

<sup>4</sup>Fuente: Matos Mar, 1978, Driant, 1991, Desco, 1999, INEI, 2007.

<sup>5</sup>Frente a la demanda excesiva de acceso a la vivienda, el gobierno también apoyó y planificó ocupaciones de terreno.

tradicional. Es principalmente de esa manera que la ciudad se desarrolla<sup>6</sup>, extendiéndose cada día más y más lejos del centro. Con el fin de disminuir los riesgos de expulsión, los nuevos habitantes eligen terrenos que no tienen ningún valor particular, tales como pampas suficientemente alejadas de la ciudad “legal”<sup>7</sup>. La rusticidad de las viviendas, que no permiten construir varios pisos, y la disponibilidad del terreno, conducen a una urbanización de tipo extensiva (ver figura 2.3). Frente a la densificación de los barrios populares existentes e a la esquacez de tierras disponibles, la expansión continua hoy en día sobre terrenos en riesgos, tales como las laderas de los cerros que rodean la ciudad.<sup>[1]</sup> Después de una expansión horizontal, asistimos entonces a una expansión vertical.

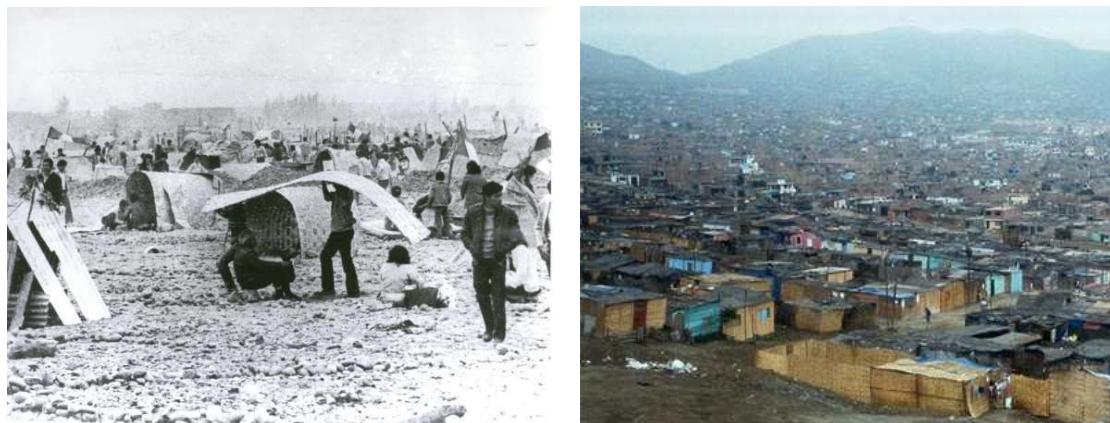


FIGURA 2.3: Invasión de terreno e asentamiento humano.

Para estas poblaciones recién llegadas, la autoconstrucción y la autogestión representan las únicas posibilidades de desarrollo urbano, hasta que las autoridades gobernamentales, sobre la presión creciente de los habitantes, se ven obligadas a reconocer su derecho a beneficiar de los servicios básicos tales como el acceso al agua y el saneamiento. Sin embargo, dado que las infraestructuras no habían sido planeadas inicialmente, su establecimiento genera a menudo obras excesivas y resultados técnicos poco satisfactorios, con además un costo de mantenimiento elevado. A esta situación se acumula el hecho de que los asentamientos humanos se encuentran generalmente en terrenos con pendiente y de acceso difícil.

### 2.2.2. Regularización

A partir de cierto nivel de desarrollo, los habitantes de los asentamientos humanos, que ocupan su terreno de manera ilegal, intentan asegurar la inversión que representa la construcción de su casa con la regularización de su situación. Eso representa la primera etapa hacia los servicios básicos que son el acceso a la electricidad, al agua y el saneamiento. La formalización de la propiedad informal está sobre la responsabilidad de un organismo público, COFOPRI. El proceso de regularización, del cual el objetivo final es la entrega del título de propiedad, comprende las etapas siguientes:

- Primero la identificación del terreno permite determinar si ese ya es propiedad de otra persona, en aquel caso un conflicto jurídico debe estar solucionado previamente.

<sup>6</sup>Según el cotidiano *El Comercio* del 5/9/2010, en Lima 64 % de la población vive en asentamientos humanos.  
<sup>7</sup>Como fue el caso en Villa el Salvador.

- La segunda etapa consiste en saber si el terreno es urbanizable. No debe estar sujeto a riesgos de caída de piedras, especialmente en caso de sismo. Esta sola certificación puede tomar uno o varios años.
- Después el cadastro puede ser establecido.
- Finalmente se hace una verificación de la identidad de los nuevos dueños. Se busca también saber si ellos no tienen otra propiedad en otro lugar.

El proceso dura cerca de cinco años. Es solo después de esta etapa que el hábitat puede empezar a consolidarse. En la mayoría de los casos, la regularización es también una condición necesaria para la instalación de la red de agua y de saneamiento. Sin embargo en algunos casos en los cuales la situación está crítica, espacialmente en relación con la densidad de población, la red puede ser instalada antes de la regularización del barrio.

### 2.2.3. Consolidación

Con el tiempo las casas de esteras están reconstruidas con concreto. Esta evolución aporta entonces nuevas posibilidades, entre ellas la ampliación vertical de la casa. Es así que a cada nueva generación un nuevo piso está edificado, alojando a los hijos, los nietos o los tíos (ver figura 2.4). La densidad de población aumenta entonces y de igual manera la modernización de las infraestructuras y de los servicios.

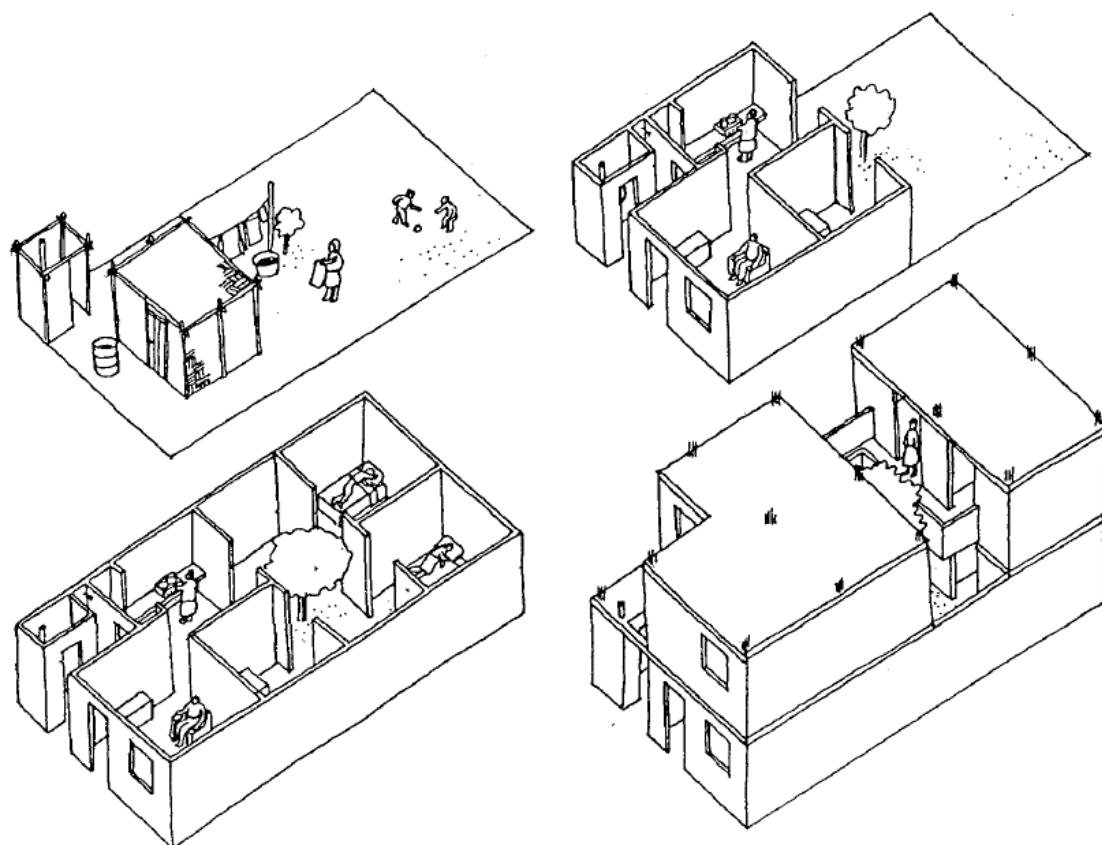


FIGURA 2.4: Desarrollo progresivo de la construcción<sup>8</sup>.

<sup>8</sup>Fuente: X. Ricou, 1988.

## 2.3. El agua y el saneamiento en los barrios informales

### 2.3.1. Abastecimiento de agua potable

La situación inicial consiste simplemente en llevar el agua con camiones cisternas (ver figura 2.5) y almacenarlo en cilindros de 200 L ubicados al exterior de cada vivienda. La calidad del agua no está garantizada, lo que obliga los habitantes a herbir el agua para su consumo, y su alto costo limita su uso al mínimo, lo que impacta la higiene de los habitantes.



FIGURA 2.5: Distribución de agua con camiones cisternas y cisterna comunal.

Como se puede ver en la figura 2.6, se puede identificar varias etapas en la evolución del acceso al agua potable:

- En la primera etapa, la distribución ya no se hace individualmente pero mediante una cisterna comunal que posee cada barrio, todavía abastecida con camión cisterna (ver figura 2.5). Esta cisterna está conectada a varios pilones comunales. En esta etapa de desarrollo de la red pública, el consumo diario es de 15 a 20 L por usuario.
- Luego, cuando se construye la red primaria de agua potable, las cisternas comunales se conectan a ella, permitiendo un consumo de 50 a 60 L/día/usuario.
- Finalmente, cada vivienda se conecta a la red secundaria, lo que permite un consumo del orden de 100 a 120 L/día/usuario.

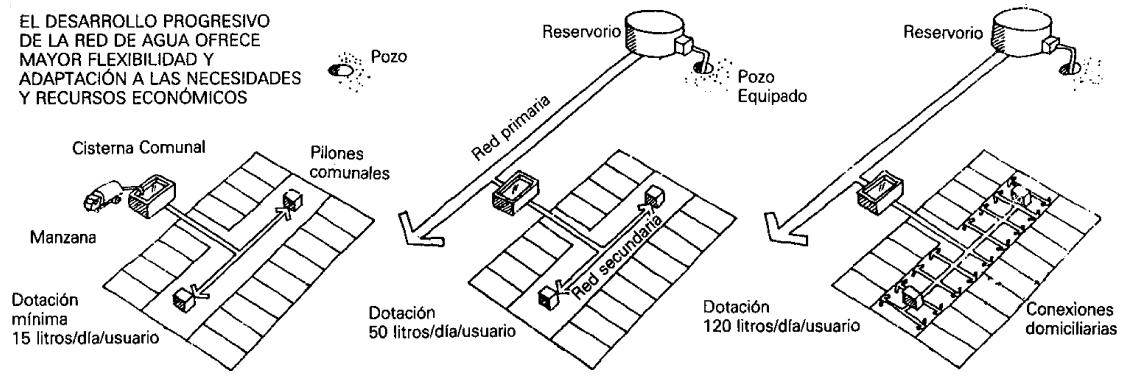
Este proceso toma un lapso de alrededor de diez años y está en general desincronizado, lo que significa que todos los barrios de una zona no se encuentran necesariamente en la misma etapa de desarrollo: un barrio puede estar abastecido con camiones cisternas individualmente en cada vivienda, mientras que otro barrio ya tiene una cisterna comunal.

En otros casos asistimos directamente al paso del abastecimiento individual con camiones cisternas a la conexión a la red de agua potable.

### 2.3.2. Saneamiento

Al igual que para el acceso al agua, el saneamiento tiene que responder a las necesidades inmediatas de la población. La solución elegida al principio es el saneamiento individual, lo que

<sup>9</sup>Fuente: X. Ricou, 1988.

FIGURA 2.6: Desarrollo progresivo de la red de agua potable<sup>9</sup>.

permite la eliminación de los residuos sin la instalación de un sistema de saneamiento sofisticado y costoso. Para eso se usan letrinas, que son excavaciones construidas de manera artesanal en los terrenos de las viviendas o en las alturas<sup>10</sup> (ver figura 2.7). Cuando se llenan, se tapan y se construye otra letrina al costado. Las aguas grises<sup>11</sup>, a primera vista menos problemáticas, se echan hacia la calle<sup>12</sup> (ver figura 2.8).



FIGURA 2.7: Uso de letrinas para la disposición de excretas.

<sup>10</sup>La lejanía de las letrinas de las viviendas, cuando es posible, es una primera forma de evacuación de los residuos.

<sup>11</sup>Aguas servidas de lavado de ropa, de higiene personal y de cocina.

<sup>12</sup>Las calles no son asfaltadas.



FIGURA 2.8: Evacuación de aguas servidas en San Juan de Miraflores y formación de barro.



## Capítulo 3

# Abastecimiento de agua y saneamiento: impactos en el ambiente

### 3.1. El sector de agua y saneamiento en Lima

#### 3.1.1. Producción y distribución de agua potable

##### 3.1.1.1. Recursos hídricos

Los recursos hídricos utilizados para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lima son de tipo subterráneos, compuestos de los acuíferos de las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, y superficiales, principalmente compuestos del río Rímac, y de la cuenca alta del río Mantaro donde se encuentran los lagos del sistema Marcapomacocha<sup>1</sup>. El río Rímac está particularmente sobreexplotado. Además de su uso principal para la producción de agua potable, está también usado para la producción de electricidad<sup>2</sup> y el riego agrícola. Su caudal está regulado por los reservorios naturales ubicados en la Cordillera de los Andes, que constituyen 19 lagos y 2 presas, con una capacidad total de 282 millones de m<sup>3</sup>.

La calidad de las aguas de los ríos Rímac y Chillón, y de cierta medida del acuífero, está afectada por la minería que ocurre en las cuencas altas, por las industrias que verten sus efluentes, y por las poblaciones que viven alrededor del río (vertimiento de aguas usadas, vertedero incontrolado). Se observan tasas altas de plomo, cadmio, arsénico, zinc, cobre, y de contaminación fecal (SEDAPAL, 2008).

##### 3.1.1.2. Producción de agua potable

SEDAPAL es la empresa estatal responsable de la producción de agua potable y de su distribución, y del saneamiento en Lima. La producción ocurre en dos plantas de tratamiento ubicadas en

---

<sup>1</sup> El río Chillón también está explotado, pero en cantidad mucho más baja. Las aguas excedentes del río Lurín no se pueden aprovechar porque la zona del vaso de almacenamiento Manchay ha sido invadida por un asentamiento humano.

<sup>2</sup>Cinco plantas hidroeléctricas han sido construidas en su curso: Matucana, Huinco, Callahuana, Moyopampa y Huampaní.

las cuencas del río Rímac<sup>3</sup> y del río Chillón<sup>4</sup>. Se puede observar que en período de estiaje<sup>5</sup>, la totalidad de los recursos de ambos ríos está explotada. El resto viene de la explotación del acuífero. Para eso SEDAPAL dispone de 452 pozos de los cuales el 63 % están en funcionamiento, el 26 % no están disponibles, y el 12 % están en reserva. En el período 1987-1998 la sobreexplotación del acuífero<sup>6</sup> llevo a una diminución dramática del nivel freático (ver figura A.1). A partir del año 1998, la diminución del volumen de extracción de aguas subterráneas tiene como objetivo invertir esta tendencia, a expensas de ambos ríos. Podemos observar entonces que si bien los recursos subterráneos constituyen un regulador interestacional excelente<sup>7</sup>, en ningún caso pueden responder a la demanda creciente de la ciudad de Lima.

La producción total de agua potable es de  $20,83 \text{ m}^3/\text{s}$  y se reparte de la siguiente manera (cuadro 3.1):

Fuente	Caudal
Planta la Atarjea	$15.90 \text{ m}^3/\text{s}$
Planta Chillón	$0.72 \text{ m}^3/\text{s}$
Pozos	$4.22 \text{ m}^3/\text{s}$
<b>Total</b>	<b><math>20.83 \text{ m}^3/\text{s}</math></b>

CUADRO 3.1: Capacidad de producción de agua potable en Lima.

### 3.1.1.3. Distribución

Oficialmente el 80 % de la población de Lima tiene acceso al agua potable<sup>8</sup>. En las zonas donde no llega la red de agua potable, los sistemas de distribución alternativos usados son los siguientes: camiones cisternas, pozos privados, red clandestina, mangueras unidas a conexiones domiciliarias y acarreo de agua.

Los camiones cisternas representan el modo de distribución de agua potable el más frecuente en las zonas no cubiertas por la red. Se alimentan por fuentes y pozos de SEDAPAL, de la municipalidad, pero también de origen informal, llevando a una gran diversidad de calidad de agua. SEDAPAL dispone de 21 fuentes reservadas para este fin. El precio de venta es de aproximadamente S/.2 por cilindro de 200 L, o sea casi diez veces más caro que el agua corriente. En el distrito de San Juan de Lurigancho, el 25 % de la distribución se hace por camiones cisternas, y el 75 % por la red.

## 3.1.2. Saneamiento

### 3.1.2.1. La red

En Lima 7,5 millones de habitantes – el 86 % de la población – tienen acceso al desagüe. Cerca de 1,2 millones de habitantes no disponen de un servicio de saneamiento adecuado. De los  $16,7 \text{ m}^3/\text{s}$  de aguas residuales colectadas, el 15 % están tratadas ( $2,51 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en 16 plantas de depuración y 3 sistemas de pretratamiento, de las cuales una parte está reusada para el riego de espacios verdes y para la agricultura. El resto se vertea directamente al mar o en los ríos que atraviesan la

<sup>3</sup>Planta de La Atarjea.

<sup>4</sup>Planta Chillón.

<sup>5</sup>De mayo a noviembre.

<sup>6</sup>El caudal de extracción llegó a  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1997.

<sup>7</sup>Incluso interanual para años particularmente secos.

<sup>8</sup>1,3 millones de habitantes no tienen acceso al agua corriente según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006.

ciudad<sup>9</sup> mediante ocho colectores (ver figura 3.1), ocasionando una contaminación de las playas de la capital y representando un riesgo para los recursos marinos.

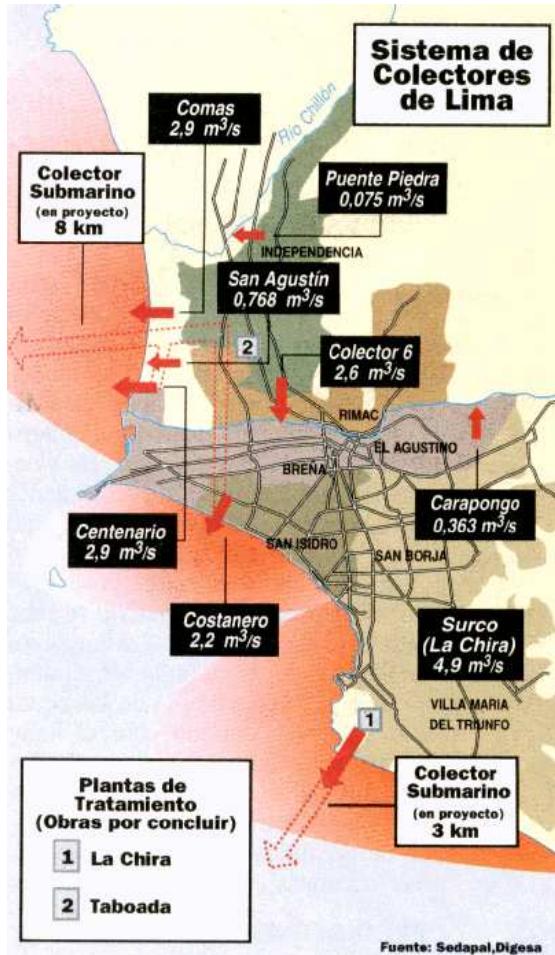


FIGURA 3.1: Sistema de colectores de Lima<sup>10</sup>.

En septiembre del 2006 el nuevo presidente de la República Alan García anunció un programa ambicioso de inversión en infraestructuras de agua potable y de saneamiento llamado *Agua para todos*, cuyo objetivo era reducir el retraso en este área y llegar a las zonas desfavorecidas que hasta ahora estaban abandonadas. Este programa plantea extender la red de agua potable al 93 % de la población en 2011, y el desagüe al 90 %<sup>11</sup>. Se supone que en el 2035 SEDAPAL habrá conectado el 100 % de la población al desagüe y que el 99 % de las aguas residuales estarán tratadas. Este objetivo es muy poco credible si la urbanización sigue con el ritmo actual. Los nuevos asentamientos humanos están ubicados en laderas donde el acceso es muy difícil, lo que hará su conexión a la red pública muy difícil y muy costosa.

Sin embargo podemos observar que la conexión a la red sigue siendo la única respuesta de SEDAPAL al problema de saneamiento. El saneamiento autónomo no está considerado como una solución pertinente, aunque sería en muchos casos mucho más adecuado. Entre otras cosas, permitiría el reuso de las aguas servidas para el riego y la fertilización de suelos en una zona desértica.

<sup>9</sup>Los ríos Rímas y Chillón.

<sup>10</sup>Fuente: SEDAPAL, Digesa.

<sup>11</sup>Según M. Durand.[2]

### 3.1.2.2. El saneamiento autónomo

Si bien el programa *Agua para todos* preve una cobertura total de la red de desagüe, el crecimiento de la ciudad es más rápido que la expansión de la red, y por lo tanto siempre existirá una parte de la población que no tendrá acceso al desagüe. Además SEDAPAL está confrontada a situaciones físicas tan complicadas a veces, que renuncia a instalar la red. En teoría SEDAPAL es también responsable del saneamiento autónomo, pero en la práctica las poblaciones están abandonadas y forzadas de encontrar una solución con sus propios medios. Entre los sistemas alternativos de evacuación de excretas, son usados: las letrinas, los pozos, las fosas septicas y las conexiones clandestinas a la red de saneamiento pública. La distinción entre letrina, pozo y fosa septica es difícil de hacer en la práctica. Según M. Durand, la mayoría de las instalaciones de saneamiento no colectivo en Lima son técnicamente nada más que excavaciones que permiten la infiltración en el suelo.<sup>[2]</sup> Las llamaremos letrinas.

En San Juan de Lurigancho el 25 % de la evacuación de los residuos se hace mediante el uso de letrinas, y el 75 % mediante la red de saneamiento.

## 3.2. Las incidencias ambientales de la urbanización informal

Los procesos de acceso al agua potable y de saneamiento están estrechamente ligados al proceso de urbanización. Los países desarrollados intentan integrar el agua y el saneamiento en la planificación urbana. Pero cuando la urbanización no está planificada, como es el caso de Lima, solo queda intentar conciliar la expansión urbana impuesta, las condiciones de vida de las poblaciones, el impacto ambiental, y la posibilidades de crecimiento de la ciudad.

### 3.2.1. Impactos causados por el abastecimiento de agua

#### 3.2.1.1. Costo energético de la distribución de agua

Los costos energéticos causados por el abastecimiento de agua de los asentamientos humanos son los siguientes:

- Durante la etapa de abastecimiento por camiones cisternas, el transporte emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero.
- Durante la etapa de abastecimiento por la red, la situación de los asentamientos humanos, ubicados en altura, mientras las fuentes de producción se ubican abajo<sup>12</sup>, obliga a construir reservorios en las alturas y a abastecerlos con bombas, generando grandes gastos energéticos.

#### 3.2.1.2. Impactos sobre la cantidad y la calidad del recurso hídrico

La urbanización informal que se extiende a lo largo de los ríos que abastecen la ciudad (ver figura 2.2) participa a la contaminación de las aguas superficiales mediante el vertido sin tratamiento de las aguas residuales y la disposición incontrolada de la basura en los ríos. Se observa la presencia de coliformes fecales, de desechos domésticos y de una DBO elevada.

<sup>12</sup>Para mayor información, ver figura A.2.

El acuífero está también impactado por el cambio de uso de los suelos. Las tierras agrícolas han dejado poco a poco lugar a la urbanización. La desaparición progresiva de las fuentes de recarga que constituía el riego agrícola, junto con la explotación intensiva del acuífero, han generado una bajada del nivel freático. Las malas condiciones de saneamiento de los asentamientos humanos están también responsables de una degradación de la calidad de las aguas subterráneas por infiltración en el suelo.

### 3.2.1.3. Potencial de crecimiento de Lima con respecto al agua

El cuadro 3.2 muestra la demanda de agua proyectada en Lima hasta el 2040 (SEDAPAL).

Descripción	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Tasa anual proyectada de crecimiento poblacional (%)	1,70	1,45	1,35	1,29	1,21	1,14	0,90	0,90
Población proyectada (miles de habitantes)	8 736	8 863	9 497	10 131	10 764	11 398	11 937	12 485
Demandta proyectada ( $m^3/s$ )	27,28	26,65	26,49	27,49	29,50	31,58	32,80	34,31

CUADRO 3.2: Demanda de agua proyectada.

Para seguir esta demanda, los proyectos detallados en el cuadro 3.3 van a ser realizados (solo las obras de producción de agua potable han sido listadas, basándose en la hipótesis que las obras relacionadas con el recurso hídrico permitan la producción esperada).

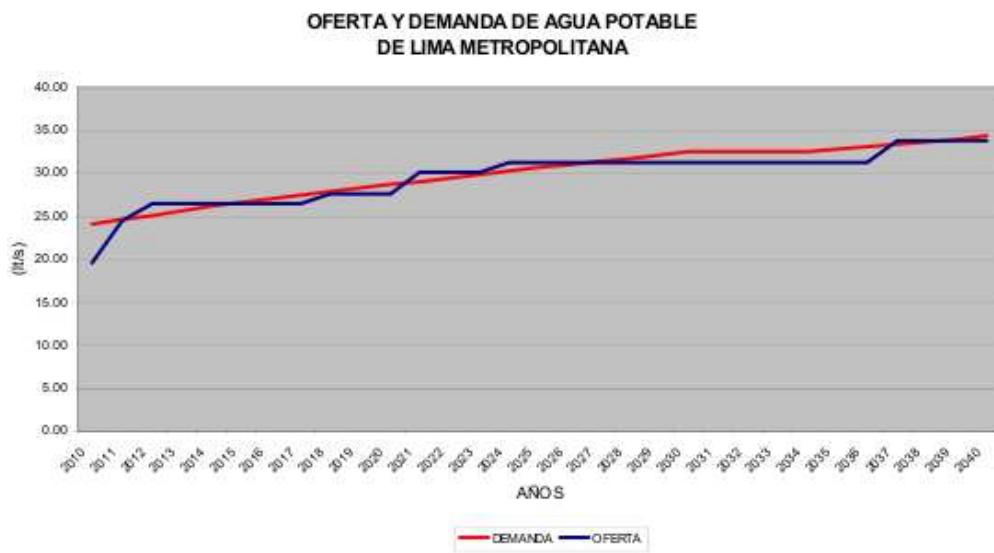
Proyecto	Caudal ( $m^3/s$ )	Año de implementación
Construcción de la planta de depuración Huachipa	5,00	2011
Rehabilitación de la planta de depuración La Atarjea	0,83	2012
Construcción de la planta desaladora Aguas de Lima Sur	1,16	2012
Ampliación de la planta depuradora Chillón	2,5	2018
Ampliación de la planta depuradora Huachipa	10,00	2018
Ampliación de la planta desaladora Aguas de Lima Sur	2,32	2024

CUADRO 3.3: Proyectos de producción de agua potable.

El gráfico de la figura 3.2 representa la evolución de la demanda y de la oferta de agua potable hasta el 2040, tomando en cuenta las obras que serán realizadas.

Podemos mencionar que si bien todas las obras previstas están llevadas a cabo en tiempo, existe puntualmente períodos de déficit de la oferta con respecto a la demanda. Esto significa que el agua corriente no estará disponible las 24 horas. Pero todavía más que la producción de agua, el recurso hídrico podría ser problemático. En efecto las previsiones no toman en cuenta un impacto potencial del cambio climático sobre los recursos hídricos.

<sup>13</sup>Fuente: NIPPON KOEI LATIN AMERICA - CARIBBEAN Co., Ltd., 2010.

FIGURA 3.2: Oferta y demanda de agua potable en Lima (2010 - 2040)<sup>13</sup>.

### 3.2.1.4. Vulnerabilidad frente al cambio climático

El Perú, considerado como el tercer país el más afectado por el cambio climático, ha perdido el 22 % de sus glaciares durante los últimos 35 años. Esto generó una pérdida de 12 000 millones de m<sup>3</sup> de agua, lo que supera el consumo de Lima durante 10 años. De manera paradoxal, en la cuenca del Mantaro<sup>14</sup>, la temperatura mínima tiene una tendencia a disminuir<sup>15</sup>. El glaciar Huaytapallana, fuente principal de agua de la cuenca, contará entonces cada vez con menos deshielo, lo que reducirá su producción de agua. Esto afectará directamente el abastecimiento de agua de Lima, pero generará también una demanda en agua adicional en la ciudad, dado que la escasez de los recursos hídricos en la cuenca del Mantaro aumentará la inmigración de las poblaciones locales a Lima.

## 3.2.2. Impactos causados por el saneamiento

### 3.2.2.1. El saneamiento autónomo

El uso casi exclusivo de letrinas en los asentamientos humanos, lo que no representa una solución de saneamiento aceptable en el medio urbano, impacta bastante la calidad de vida de los habitantes. Cuando la letrina se llena, se la tapa y se construye otra al lado. Aquí el impacto es local, aunque el riesgo de contaminación del acuífero no se debe descartar<sup>16</sup>. Los olores y las enfermedades tales como la diarrea y las enfermedades de piel son las principales causas de la degradación de la salud de los habitantes. El cambio climático podría acentuar esta situación. La subida de las temperaturas promedio fortalecerá la eficiencia de los virus, bacterias y otros patógenos que causan las enfermedades transmitidas por el agua. Los datos de Lima dicen que las tasas de incidencia de la diarrea están 3 a 4 veces más altas en verano que en invierno, y aumentan de 8 % por cada subida de 1°C de la temperatura.<sup>[5]</sup>

<sup>14</sup>Uno de los recursos principales para el abastecimiento de Lima.

<sup>15</sup>Según el Instituto Geofísico del Perú.

<sup>16</sup>Sin embargo, dado las pocas precipitaciones este riesgo es mínimo.

### 3.2.2.2. El desagüe

Como lo hemos visto en la descripción del desagüe, las aguas residuales están vertidas en su mayoría en el mar o en los ríos sin tratamiento previo<sup>17</sup>. El vertimiento en el mar generan una contaminación importante de la zona costera pero impactan también las poblaciones que viven cerca de los colectores, que en general son las más pobres. Estas poblaciones están entonces doblemente impactadas por sus propios residuos y los residuos de los demás.<sup>[2]</sup>

Podemos ver la evolución de la parte de las aguas residuales tratadas en la figura 3.3. Con el fin de aumentar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, dos grandes proyectos iban a tratar el 100 % de las aguas residuales de la capital: la planta de depuración de la Taboada en el norte de Lima con una capacidad de tratamiento de  $14 \text{ m}^3/\text{s}$ , y la planta de la Chira en el sur con una capacidad de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (ver figura 3.1). Sin embargo el proyecto inicial ha sido abandonado por razones económicas, y la solución elegida consiste en un simple tratamiento primario<sup>18</sup>. Después del “tratamiento”, las aguas se verterán al mar mediante tubos de 8000 m y 3000 m respectivamente, suponiendo que la capacidad autodepuradora del medio marino se encargara de eliminar la contaminación. Esta estrategia está muy criticada, al igual que la ausencia de reuso de las aguas residuales, mientras que se planean obras gigantescas para traer agua desde la vertiente atlántica de la Cordillera de los Andes.

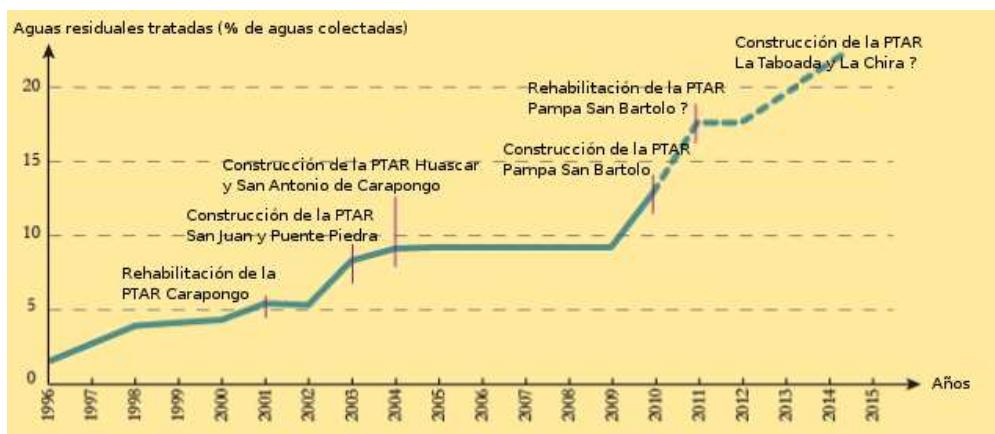


FIGURA 3.3: Evolución del tratamiento de aguas residuales en Lima en el período 1996 - 2015<sup>19</sup>.

También hay que mencionar la mala calidad de la red de saneamiento, lo que genera regularmente roturas de canalizaciones, inundando temporalmente los barrios. Las pérdidas en la red, mucho más difíciles de observar, participan de manera mucho más peligrosa a la degradación de la calidad del acuífero.

## 3.3. Conclusión parcial

El abastecimiento de agua potable de Lima, ciudad particularmente poblada en una región muy hostil, genera problemas ambientales mayores. Frente al crecimiento poblacional incesante, la constante búsqueda de nuevos recursos hídricos cada vez más lejanos obliga a construir grandes obras para abastecer la ciudad. La vulnerabilidad de estos recursos frente al cambio climático

<sup>17</sup>Solo un pretratamiento está hecho, es decir un desbaste que permite mantener los residuos sólidos.

<sup>18</sup>Se trata de una decantación.

<sup>19</sup>Fuente: M. Durand, 2010.

podría cuestionar el crecimiento futuro de Lima, donde además llegaran cada vez más refugiados climáticos. En este contexto la urbanización informal, que representa la principal forma de extensión de la ciudad, tiene un impacto global sobre el ambiente.

El saneamiento de los asentamientos humanos, primero autónomo y en malas condiciones higiénicas y ambientales, tiene un impacto principalmente local. Si bien las condiciones de vida de los habitantes son las primeras afectadas, la contaminación de los ríos y del acuífero tiene consecuencias para toda la ciudad. Luego, cuando los asentamientos humanos entran en la legalidad y benefician del saneamiento colectivo, una transferencia de contaminación ocurre hacia el mar, pero también hacia los ríos y el acuífero. Sin embargo este último es muy importante para el abastecimiento de agua potable de la ciudad.

El proceso de urbanización de Lima sigue un esquema de inclusión en la ciudad legal de barrios informales sin planificación previa y sin tomar en cuenta el potencial de crecimiento de la ciudad. La externalización de las contaminaciones y los límites tangibles de los recursos hídricos disponibles sólo exacerban una situación característica de una ciudad no sostenible.

## Capítulo 4

# Propuesta de saneamiento sostenible

### 4.1. Zona de intervención

El presente estudio se enmarca en el cuadro de un proyecto financiado por Misereor<sup>1</sup> y ejecutado por CENCA, que se propone mejorar las condiciones de vida de las poblaciones de los barrios pobres del distrito de San Juan de Lurigancho en Lima. En este distrito, el más poblado de la aglomeración de Lima con una población de casi un millón de habitantes, sigue ocurriendo un proceso de urbanización importante.

El distrito está físicamente delimitado por el relieve, con cerros de altitud que varía entre 500 y 1000 m.s.n.m. La zona baja del distrito estando completamente ocupada hoy en día, los nuevos habitantes están obligados a instalarse en las laderas de los cerros, cada vez más arriba y en lugares cada vez más difíciles de acceso (ver figura 4.1)<sup>2</sup>. Es el caso del asentamiento humano *Agrupación familiar San Martín de Porres* que sirvió para este estudio, del cual la figura 4.2 representa la vista satelital. Nacido el 9 de Noviembre de 2001, tiene hoy en día 45 viviendas en las cuales viven 178 habitantes, lo que representa un promedio de 4 habitantes por vivienda. Se ubica a 500 m.s.n.m., justo abajo de la cima de un cerro. Aunque se estableció hace casi diez años, el tipo de urbanización no cambió mucho desde la invasión del terreno porque la presión inmobiliaria no se ha hecho sentir todavía<sup>3</sup>.

Los nuevos inmigrantes vienen en mayoría del campo y adaptan su modo de vida a las condiciones más confinadas del medio urbano. En estos nuevos barrios, donde la densidad de población está todavía baja, es importante impulsar embriones de saneamiento.<sup>[10]</sup> Para esto hay que conocer los hábitos espontáneos de los habitantes para entender mejor sus demandas, y luego despertar o multiplicar la oferta, con la imaginación técnica y financiera, y con el apoyo y la organización de nuevos actores.

El abastecimiento de agua potable se hace con camión cisterna. Una encuesta en la población permitió evaluar el consumo de agua potable a 4000 L/día, o sea 20 L/día/habitante, y la cantidad de aguas servidas a 3000 L/día, o sea 15 L/día/habitante. Los habitantes usan letrinas para la disposición de excretas (ver figura 2.7). Las aguas grises están evacuadas en la calle y eliminadas con la acción combinada de los fenómenos siguientes, y sus efectos asociados:

<sup>1</sup>Organización de desarrollo y de cooperación de la Iglesia Católica Alemana.

<sup>2</sup>Estas zonas están muy vulnerables porque en caso de sismo las viviendas están sujetas a deslizamiento de tierra y a caídas de rocas.

<sup>3</sup>La densificación y la consolidación de los barrios está ocurriendo más abajo en el valle.

<sup>4</sup>Fuente: Google Maps.



FIGURA 4.1: Nacimiento de un nuevo barrio en San Juan de Lurigancho.



FIGURA 4.2: Vista satelital de la agrupación familiar San Martín de Porres<sup>4</sup>.

- Dispersión y dilución: *cuando no hay agua y no se puede diluir, se intenta dispersar las aguas servidas echandolas en la calle, esperando que las ruedas de los vehículos y las suelas de la gente traeran poco a poco los restos del fango fuera. Es a la vez el medio el más antiguo y el más económico para deshacerse personalmente de la basura y especialmente de su vista y de su olor.*[10] Caminando sobre las aguas servidas, los habitantes llevan una parte de la contaminación en su casa.
- Infiltración: la permeabilidad del suelo permite absorber una parte del agua. Dado la altitud relativamente elevada de este asentamiento humano, de las muy bajas precipitaciones, del uso de los suelos, y de la distancia al acuífero, el riesgo de contaminación es insignificante.
- Evaporación: emite malos olores en la atmósfera, degradando de esta manera la calidad del aire.
- Escorrentía: es el fenómeno que tiene el mayor impacto sobre la salud y el ambiente – proliferación de moscas, olores, barro... (ver figura 2.8). En su camino el agua lleva otros tipos de contaminación tales como excretas animales. Además no se trata realmente de un proceso de eliminación, sino más bien de transferencia de contaminación de un habitante a su vecino.

## 4.2. Solución técnica

### 4.2.1. Saneamiento de aguas servidas: pozos

Para las aguas grises, si parece que no existiera una estrategia de saneamiento particular, de hecho existe una, y se puede clasificar en la categoría del riego superficial.[12] Como lo podemos ver en la figura 4.3, se forman progresivamente zanjas en la superficie del suelo. A lo largo de su progresión en las zanjas, las materias en suspensión decantan y una parte del agua infiltra en el suelo. A medida que el atasco superficial se desarrolla, el caudal y el camino del agua siguen más lejos en las zanjas, contribuyendo así en la repartición de los depósitos que se mineralizan. El problema de esta estrategia de saneamiento es que el riego se hace en la vía pública, por una parte, y que llegara un tiempo en que la cantidades de agua para tratar ya no serán compatibles con la superficie de suelo disponible, por otra parte. La primera causa de esta situación es la ausencia de sistema de colecta de aguas usadas.

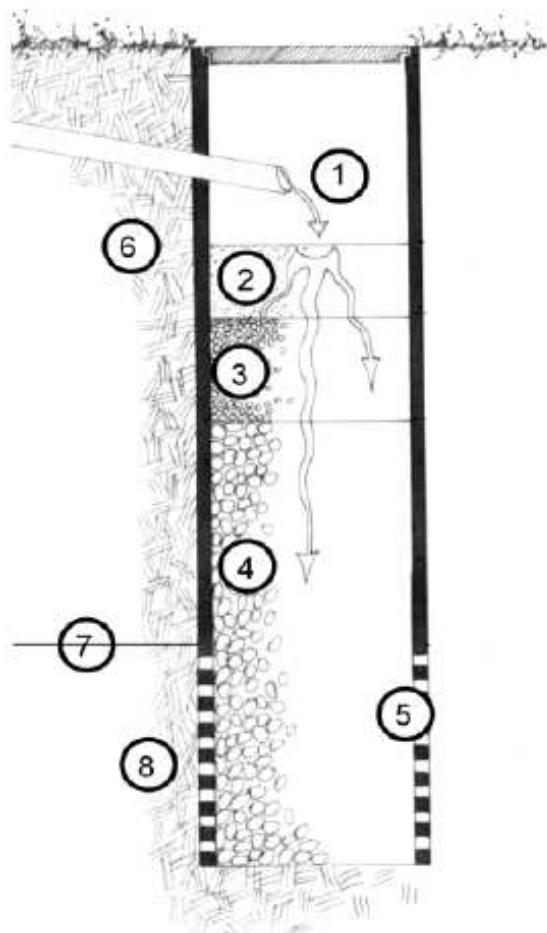
La prioridad es evitar que las poblaciones estén en contacto con las aguas servidas, por eso se tomó la decisión de infiltrar las aguas en el suelo. El sistema propuesto también cumple con la función de colecta de aguas usadas.

La figura 4.4 representa la sección transversal esquemática de un pozo de infiltración. Este sistema se usa cuando la permeabilidad del suelo no permite la infiltración desde la superficie, y consiste en favorecer la infiltración del agua en el subsuelo gracias a materiales que ofrecen una porosidad suficiente, hasta una profundidad a partir de la cual el suelo permite la infiltración naturalmente. La alimentación se debe hacer idealmente de manera intermitente.[11] Un flujo de agua importante llega en el sistema de infiltración durante poco tiempo, lo que asegura una buena repartición del agua en toda la superficie del pozo. Luego un período de descanso debe dejar que el agua se filtre y que el suelo recupere su reserva de oxígeno contenido en sus poros. Esta técnica usa el suelo como salida y aprovecha su capacidad depuradora. Los materiales usados para la infiltración también tienen una función de depuración de las aguas servidas, como es el caso para los lechos bacterianos.[12]

<sup>5</sup>Fuente: " La infiltración de aguas residuales depuradas - Guía práctica " SAIWE, 2004.



FIGURA 4.3: Formación progresiva de zanjas de riego.



1. Llegada de agua
2. Arena de filtración
3. Materiales de drenaje de granulometría 2-5 mm
4. Materiales de drenaje de granulometría 10-40 mm
5. Pared perforada que garantiza una buena infiltración
6. Suelo que no permite la infiltración
7. Profundidad a partir de la cual la infiltración es suficiente
8. Suelo apto para la infiltración

FIGURA 4.4: Sección transversal esquemática de un pozo de infiltración<sup>5</sup>.

El problema de este tipo de sistema es que es muy probable que fenómenos de colmataje aparezcan y disminuyan la capacidad de infiltración de los pozos. En efecto, además de detergentes, en las aguas usadas se encuentran restos de cocina, aceite y grasa, que progresivamente van a acumularse en la superficie del pozo. Con el fin de evitar este problema es interesante plantar juncos en el pozo, como en los filtros plantados de flujo vertical. Los juncos evitan el colmataje gracias a los tallos que emiten desde los nodos de sus rizomas, y que atraviesan los depósitos. También generan condiciones favorables para la mineralización de las partículas de materia orgánica retenidas.<sup>[12]</sup>

Ocho pozos han sido construidos en el asentamiento humano San Martín de Porres (ver figura 4.5).



FIGURA 4.5: Construcción de un pozo.

#### 4.2.2. Saneamiento de excretas: baños secos

Ante los problemas de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Lima, los baños secos<sup>6</sup> representan una solución pertinente. En los países en desarrollo se considera que el 20 % del agua consumido en las viviendas está usado para la evacuación de las excretas. El hecho de mezclar las excretas con el agua complica mucho el tratamiento posterior de las aguas usadas. El objetivo es entonces de no contaminar para no tener que descontaminar luego. Se trata de un proceso similar al reciclaje de los residuos sólidos. Se separan los residuos desde el inicio con el fin de darles un tratamiento específico.

CENCA ha sido una de las primeras instituciones a realizar proyectos de saneamiento ecológico<sup>7</sup> en Lima. No se trata solamente de un producto pero más bien de un sistema completo de saneamiento, respetuoso con el medio ambiente. El elemento central es el uso de baños secos con separación de orina y de materia fecal<sup>8</sup>, como está ilustrado en la figura 4.6. La separación “en la fuente” permite secar más fácilmente la materia fecal, que es la principal responsable de la generación de malos olores y de la aparición de moscas. Después de cada uso del baño, un material secante está depositado sobre los heces, como la cal que además desinfecta<sup>9</sup>. El baño tiene dos cámaras de compostaje, una que se usa mientras que la otra, llena, está en proceso de estabilización. Si bien la orina puede ser usada directamente como fertilizante, está previamente almacenada en tachos durante aproximadamente tres meses. Esta precaución asegura que se

<sup>6</sup>Estos baños no usan agua para la evacuación de las excretas.

<sup>7</sup>EcoSan para *Ecological Sanitation*.

<sup>8</sup>UDDT: Urine Diversion Dehydration Toilet.

<sup>9</sup>Sin embargo la cal no permite la valorización agronómica posterior de la materia fecal. Otros materiales secantes como la ceniza pueden ser usados.

elimine todo riesgo de contaminación fecal en el caso de un mal uso del baño. Durante este periodo el *pH* sube hasta un valor de 9 a 10, lo que tiene como consecuencia la eliminación de todas las bacterias. En este proceso una parte del amonio se pierde también, sin embargo se considera a menudo que es más importante recuperar el fósforo<sup>10</sup>.

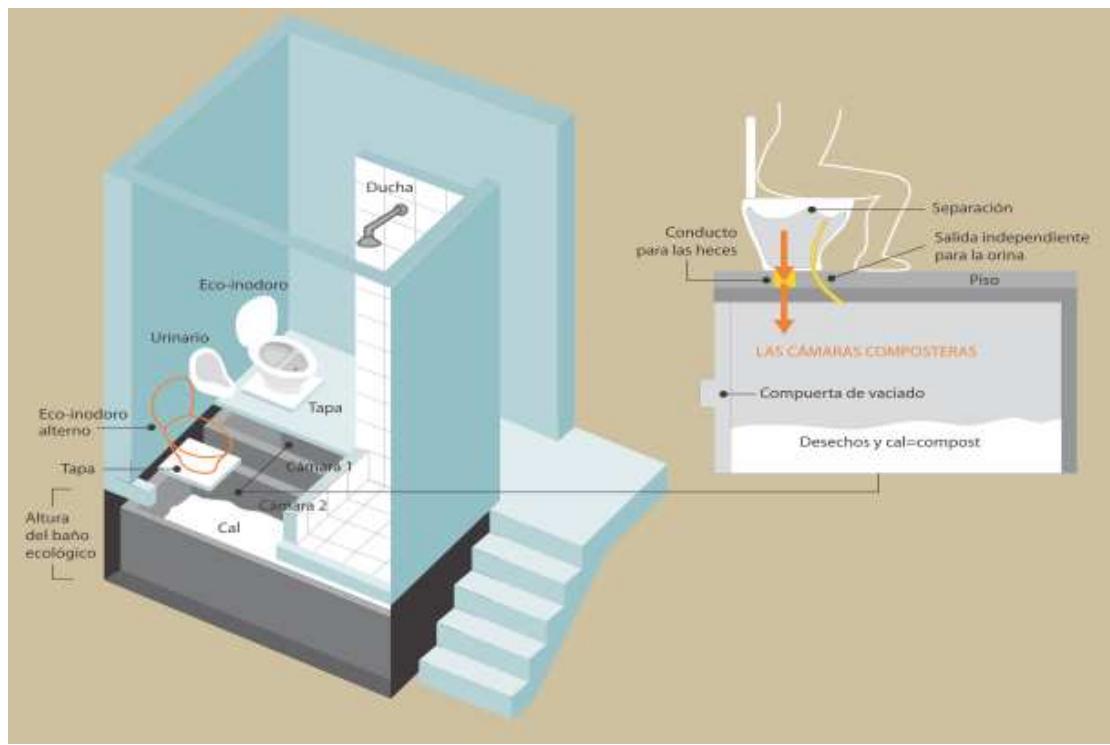


FIGURA 4.6: Baño ecológico de doble cámara con separación de materia fecal y orina<sup>11</sup>.

También existen baños secos sin separación de materia fecal y de orina. Están almacenadas en una misma cámara, y se deposita aserrín después de cada uso. Aquí el objetivo no es secar pero al contrario preservar una cierta humedad que va a permitir el compostaje. Agregar aserrín permite llegar a un equilibrio carbono/nitrógeno en la mezcla y parar la fermentación anaeróbica. Si bien un principio de compostaje ocurre en el interior de la cámara, es realmente al exterior, cuando se agregan lombrices a la mezcla de excrementos y de aserrín, que ocurre el lombricompostaje. Este proceso tiene la ventaja de ser rápido (2 semanas), de reducir la cantidad de residuos, y de producir un humus de gran calidad.

Alrededor de los baños secos, CENCA ha desarrollado un sistema global llamado ECODESS<sup>12</sup>, compuesto de un subsistema al nivel doméstico y de un subsistema al nivel vecinal, como está enseñado en la figura 4.7. Fue demostrado que el costo de funcionamiento de un servicio de saneamiento aplicado a tal sistema es menor en comparación con la solución convencional del desagüe.<sup>[7]</sup> Además este sistema ofrece mayor flexibilidad de construcción, mientras el desagüe pide una inversión inmediata completa. El sistema ECODESS se adapta a las necesidades y a la evolución de cada asentamiento humano. La inversión inicial y los costos de operación están directamente relacionados con el número de usuarios. No es necesario tener una densidad de población suficiente para que este sistema sea viable, lo que permite llegar a más gente en un tiempo más corto.

<sup>10</sup>El fósforo es parte de un ciclo abierto.

<sup>11</sup>Fuente: CENCA.

<sup>12</sup>Ecología y Desarrollo con Saneamiento Sostenible.

<sup>13</sup>Fuente: CENCA.

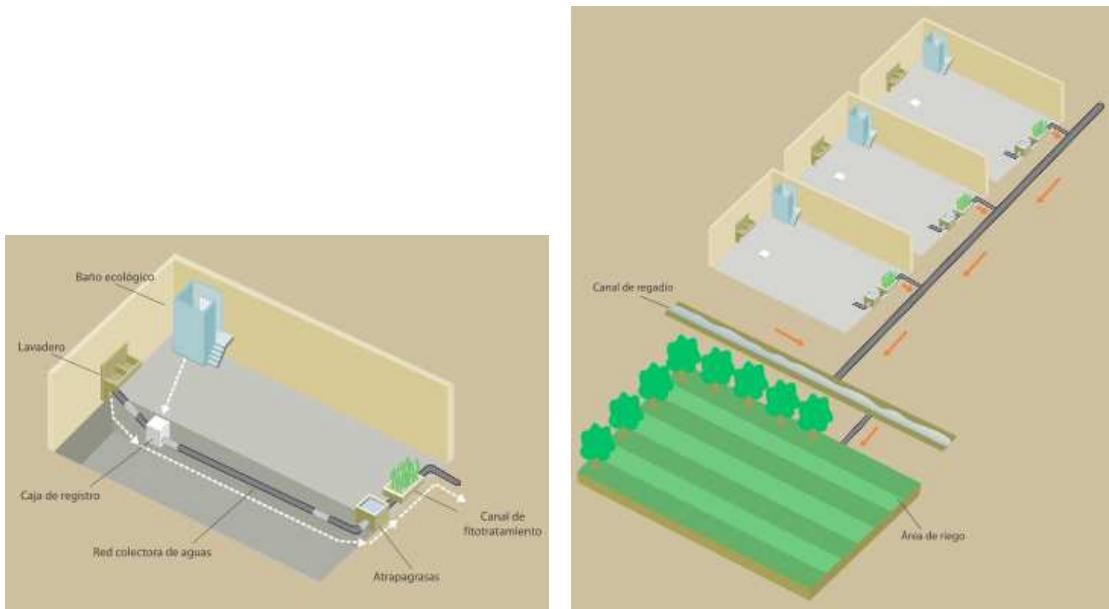


FIGURA 4.7: Subsistema al nivel doméstico y al nivel vecinal del sistema ECODESS<sup>13</sup>.

## 4.3. Método

Con el fin de llevar a cabo la intervención, una metodología determinada ha sido empleada.

### 4.3.1. Evaluación

Se trata de visitar los sitios que podrían ser elegidos para la intervención y de analizar su situación. Un primer contacto con los habitantes permite indentificar los problemas que tiene la comunidad y sus necesidades.

### 4.3.2. Participación

Una vez que los sitios de intervención han sido elegidos y que el primer contacto ha sido establecido, se tiene que presentar el proyecto a los habitantes. Por eso es conveniente contactarse primero con los dirigentes de la comunidad. Son los más reactivos además de estar en la mejor situación para saber si su comunidad realmente necesita el servicio que se le quiere brindar. El problema es que suelen aceptar todo lo que les proponen las ONG, lo que puede generar una situación de asistencia que condenaría el proyecto en el futuro. Para que el proyecto sea sostenible, es importante darle un enfoque de desarrollo participativo. Una gestión concertada y transparente de un proyecto urbano permite perpetuar las obras realizadas y la reproductibilidad del proyecto. Como lo podemos ver en la figura 4.8, presentaciones de la propuesta han sido dadas, en reuniones con los dirigentes y luego en los asentamientos humanos elegidos, donde cada uno ha tenido la posibilidad de dar su opinión y formular críticas.



FIGURA 4.8: Presentación del proyecto en una reunión con los dirigentes.

#### 4.3.3. Movilización

La población siendo inicialmente un poco reticente, o por lo menos poco motivada a implicarse en el proyecto, ha sido decidido empezar con un piloto en la casa de un dirigente para servir de ejemplo, esperando que suscitaría el interés de los vecinos y que les incitaría a replicar la experiencia en su casa. El proyecto no sólo ha sido replicado pero también ha fomentado la toma de conciencia sobre la importancia del saneamiento en la opinión de los habitantes. Como lo podemos ver en la figura 4.5, los niños han sido particularmente curiosos.

#### 4.3.4. Sensibilización

Visitas semanales han sido hechas con el fin de sensibilizar la población con los problemas ambientales (ver figura 4.9), con un énfasis en el saneamiento ecológico. Un concurso ha sido organizado, que consistía en proponer y realizar iniciativas ambientales, tales como el reciclaje o el compostaje.



FIGURA 4.9: Sensibilización al medio ambiente en los asentamientos humanos.

## 4.4. Resultados

Ocho pozos de infiltración han sido construidos. Si bien parece que los habitantes los han aceptado, se usarán mayormente en invierno, cuando las aguas echas en la calle son las más problemáticas. En verano el uso de los pozos entra en conflicto con la costumbre de los habitantes que consiste a echar el agua para estabilizar el polvo<sup>14</sup>. Problemas de mal uso de los pozos han sido observados. Un pozo especialmente no había estado llenado de piedras hasta la superficie, dejando aparecer una excavación de unos diez centímetros. Fue suficiente para que sirva también de vertedero de residuos sólidos.

Uno de los sentimientos que se destacan de esta experiencia es que si bien los asentamientos humanos son capaces de implicarse en las soluciones alternativas propuestas por las ONG, lo hacen a veces con el objetivo de obtener de las ONG una ayuda para conseguir soluciones más convencionales, tales como el acceso al agua y al desagüe. De hecho la red pública sigue siendo el símbolo de la legitimidad del asentamiento humano y de su aceptación por la ciudad, mientras las soluciones alternativas están vistas a veces como signos de estigmatización. Además los habitantes de los asentamientos humanos han dejado el campo para beneficiar de los servicios de la ciudad. Consideran entonces que estos servicios se les deben entregar.

## 4.5. Perspectivas

En Lima más de un millón de habitantes tienen que vivir en condiciones de saneamiento inadecuadas durante un tiempo de por lo menos diez años, tiempo necesario para el proceso de instalación del desagüe, cuya extensión constituye el principal objetivo de SEDAPAL. Si bien el saneamiento autónomo sólo, tal como lo practican espontáneamente los habitantes, no puede ser considerado como una solución de servicio público, su mejoramiento y su integración en un esquema de saneamiento global y coherente pueden hacer de este un componente可信的 de un verdadero servicio público. En este contexto y frente a la presión creciente sobre los recursos hídricos y a los efectos del cambio climático, las técnicas de saneamiento ecológico tienen muchas ventajas. Además de impedir el uso de agua potable para la evacuación de las excretas, permiten el reuso de aguas servidas y de nutrientes presentes en las excretas, y garantizan un buen nivel de saneamiento. Su uso está entonces bien adaptado a los barrios informales periurbanos de la ciudad de Lima.

Sin embargo constatamos que el número de realizaciones está todavía muy bajo. Las pocas experiencias llevadas a cabo por las ONG no han sido replicadas masivamente, y las instalaciones existentes no están correctamente mantenidas. Esto se puede explicar con el hecho de que este tipo de solución no recibe ninguna subvención, mientras el desagüe convencional está fuertemente subvencionado. El mantenimiento está también dejado a cargo de los usuarios, cuyo estilo de vida deja poco espacio para estas preocupaciones. Es entonces el servicio de gestión lo que representa el elemento clave de la sostenibilidad de estos sistemas, servicio que podría estar propuesto por SEDAPAL. Un cambio en la política nacional de saneamiento es entonces necesario para la difusión de las técnicas de saneamiento ecológico y del saneamiento no colectivo en general.

---

<sup>14</sup>La calle no está asfaltada y el polvo vuela y entra en las viviendas.



## Capítulo 5

# Conclusión

La falta de planificación urbana que afecta Lima genera un desarrollo desordenado cuyas consecuencias están a la vez locales y globales. Las primeras afectadas son las poblaciones mismas, que están obligadas a vivir en condiciones críticas en términos de abastecimiento de agua y de saneamiento. La baja disponibilidad de agua de que disponen, al igual que su calidad dudosa, limitan y impactan mucho sus condiciones de vida. De igual modo, el saneamiento no se hace en condiciones compatibles con el medio urbano. A escala global, el impacto de la vivienda informal se hace sentir en la ciudad y más allá. Los ríos, el acuífero y el mar están contaminados por los vertidos no tratados de los habitantes. La búsqueda de nuevas soluciones para satisfacer la demanda de agua creciente de la población conduce a mobilizar recursos lejanos cuya explotación sólo debilita más los ecosistemas locales. Comprometida en una carrera contra el tiempo para garantizar a una población creciente su abastecimiento de agua, Lima se encuentra cada día más vulnerable frente al cambio climático.

Sin embargo no se hace nada para revertir la tendencia. Los barrios informales están sistemáticamente regularizados y integrados en la ciudad legal como si esta pudiese crecer sin límites. La estrategia de saneamiento no considera otra solución que el acceso al desagüe para todos. La evacuación de los residuos parece ser el objetivo principal de los servicios de saneamiento, que cierran los ojos sobre su tratamiento. Pero esta externalización de la contaminación sólo se puede hacer al detrimento de un desarrollo no sostenible.

Sin embargo soluciones alternativas más apropiadas al tipo de urbanización de la ciudad existen. Entre ellas, el saneamiento ecológico puede garantizar un tratamiento adecuado y al mismo tiempo preservar los recursos hídricos y valorizar los residuos. Al opuesto del desagüe, se privilegia el tratamiento y no la evacuación, lo que permite un desarrollo más respetuoso con el medio ambiente, pero también que supone una relocalización de los servicios de gestión. Estos constituyen el elemento clave del funcionamiento sostenible de tal sistema, y no pueden en general estar dejado a cargo de los usuarios. Por eso este tipo de soluciones debería estar integrado a la oferta pública de saneamiento y recibir el mismo apoyo que el saneamiento convencional.



## Apéndice A

### Figuras diversas

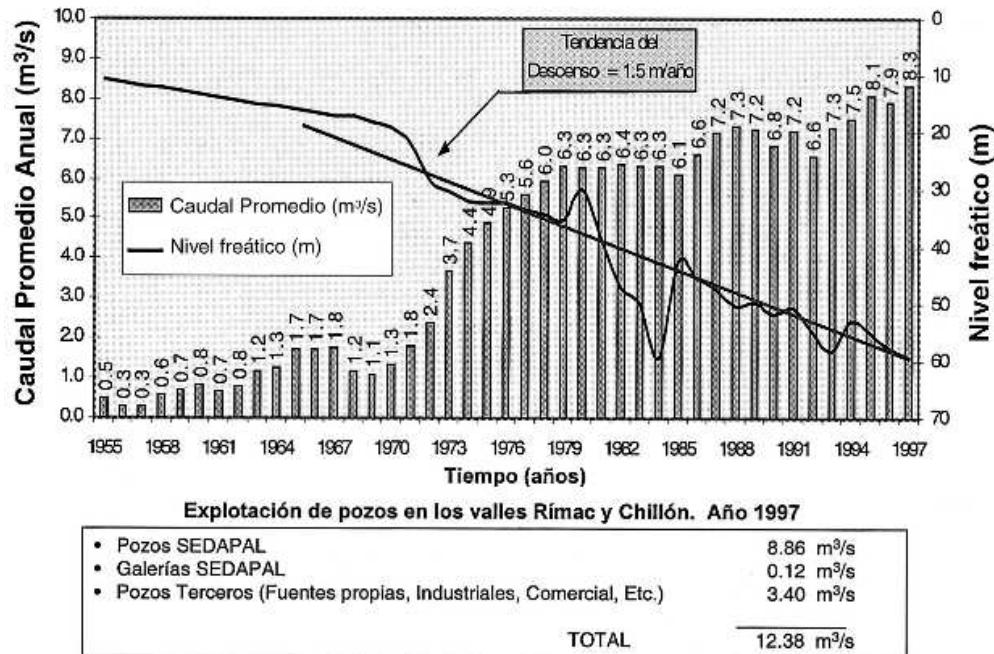


FIGURA A.1: Variación del nivel freático y explotación de aguas subterráneas en los pozos de SEDAPAL en junio de 1997<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Fuente: Quintana J. y Tovar J., 2002.

<sup>2</sup>Fuente: Josué Céspedes Alarcón.

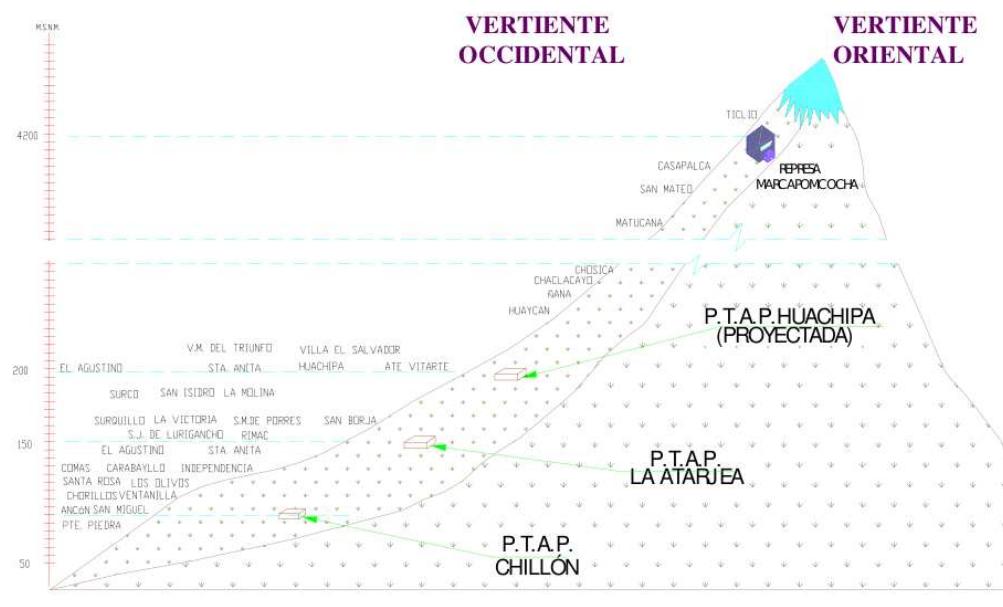


FIGURA A.2: Perfil de ubicación de las plantas depuradoras y de los asentamientos humanos<sup>2</sup>.

# Bibliografía

- [1] C. Gaillardou. Les enjeux environnementaux, économiques, sociaux et politiques de l'accès à l'eau dans l'agglomération de Lima et plus spécialement dans les quartiers dits "asentamientos humanos", quel avenir pour une ville assoiffée ? 2007. URL <http://www.memoireonline.com/03/08/1000/enjeux-environnementaux-economiques-sociaux-politiques-acces-eau-lima-\asentamientos-humano.html>. 3, 5
- [2] M. Durand. Gestion des déchets et inégalités environnementales et écologiques à Lima - Entre vulnérabilité et durabilité. Diciembre 2010. 13, 14, 17
- [3] NIPPON KOEI LAC Co. Proyecto "Manejo integrado de los recursos hídricos para el abastecimiento de agua a Lima metropolitana". 2010.
- [4] Quintana J. y Tovar J. Evaluación del acuífero de Lima (Perú) y medidas correctoras para contrarrestar la sobreexplotación. *Boletín Geológico y Minero*, pages 303–312, 2002.
- [5] Checkley W. y al. Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. *The Lancet*, (9202):442–450, Febrero 2000. 16
- [6] X. Ricou. Huaycán, una experiencia de habilitación urbana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 17(1):65–85, 1988. URL [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/17\(1\)/65.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/17(1)/65.pdf).
- [7] C. Platzer y al. Alternativas para un Saneamiento Convencional - Estudio Comparativo - Limitaciones y Potencial. Noviembre 2008. URL <http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/es-alternatives-to-waterborn-sanitation-2008.pdf>. 24
- [8] M. Unger y al. Lima: quand l'eau est un luxe. Julio 2010. URL <http://www.arte.tv/fr/3333634.html>.
- [9] CENCA. Saneamiento Ecológico - Lecciones aprendidas en zonas periurbanas de Lima. Octubre 2006. URL [http://www.perusan.org/sysnet/publico/biblioteca/soluciones/EcoSan\\_Final\\_10.2006.pdf](http://www.perusan.org/sysnet/publico/biblioteca/soluciones/EcoSan_Final_10.2006.pdf).
- [10] J.-P. Duchemin y al. Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain. Enero 2005. URL [http://www.pseau.org/outils/ouvrages/pseau\\_gestion\\_durable\\_dechets\\_assainissement.pdf](http://www.pseau.org/outils/ouvrages/pseau_gestion_durable_dechets_assainissement.pdf). 19, 21
- [11] R. Grela y al. L'infiltration des eaux usées épurées - Guide pratique. Febrero 2004. URL [http://environnement.wallonie.be/publi/de/eaux\\_usees/infiltration.pdf](http://environnement.wallonie.be/publi/de/eaux_usees/infiltration.pdf). 21
- [12] C. Boutin y al. Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. *Document technique FNDAE N° 22*, 1998. URL <http://www.fndae.fr/documentation/PDF/Fndae22web.pdf>. 21, 23

- [13] T. Altamirano. Changement climatique et migrations. *Revue Quart Monde*, Migrations: un monde qui bouge, Abril 2009. URL <http://www.editionsquartmonde.org/rqm/document.php?id=4394>. 3

ParisTech

## *Abstract*

MSc GTESD

by [David Brochart](#)

Peru is the third country most affected by climate change, and its capital is the largest city on a desert. Lima's growth is characterized by a non-planned urbanisation. This situation impacts the water supply and sanitation. Informal housing, which is characteristic of peri-urban neighborhoods, increases the pressure on water resources and generates a pollution that authorities cannot treat properly. Consequently, the city develops in a non-sustainable way and increases its dependency on resources that are more and more vulnerable with regard to climate change. New neighborhoods are considered sanitized when they benefit from the sewage system, without concern about waste disposal. Nonetheless individual sanitation, and especially ecological sanitation, could be usefully used to reduce the environment impact of informal neighborhoods and to improve inhabitants living conditions, but also because of its better use of water. Pilot projects have been successfully implemented by Non Governmental Organizations, but their large scale deployment needs a change in the sanitation public policy.