



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUÍDOS E INGENIERÍA
AMBIENTAL

Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental
SISTEMAS DE SANEAMIENTO ADECUADO

Autora: JULIETA LÓPEZ DÍAZ

Tutora: ALICE ELIZABETH GONZÁLEZ

Montevideo, Uruguay

2015



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA





AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por la paciencia y el apoyo incondicional.

A Héctor Cancela y Gabriel Usera, por haberme dado la oportunidad de volcar mi actividad hacia la Facultad de Ingeniería y la Fundación Ricaldoni en forma exclusiva, lo que me permitió retomar el trabajo de tesis.

Y muy especialmente a Elizabeth González por su confianza incondicional, su apoyo y guía constante, por no dejarme bajar los brazos e impulsarme a seguir mejorando en el desarrollo no sólo de la tesis, sino a lo largo de mi formación como Ingeniera, profesión que cada vez me siento más orgullosa de ejercer.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	V
PALABRAS CLAVE	VI
TABLA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
TABLA DE CUADROS	VII
TABLA DE ILUSTRACIONES	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. SANEAMIENTO: EL QUÉ Y EL POR QUÉ.....	5
2.1. QUÉ ES EL SANEAMIENTO	5
2.2. SANEAMIENTO Y SALUD	6
2.2.1. DETERMINANTES AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA SALUD	9
2.2.2. CARGA MUNDIAL DE MORBILIDAD	9
2.3. OBJETIVOS DEL MILENIO.....	15
2.4. ACEPTABILIDAD DE LAS SOLUCIONES	18
3. EL SANEAMIENTO A NIVEL MUNDIAL.....	19
3.1. PANORAMA GENERAL	19
3.2. LA REALIDAD EUROPEA.....	26
3.3. LA REALIDAD DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	31
3.3.1. DATOS 2011 (INFORME BID 2013).....	33
3.3.2. DATOS 2015 (PCM, WHO & UNICEF)	34
3.4. RESEÑA DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	35
3.4.1. DATOS DE ARGENTINA	35
3.4.2. DATOS DE BOLIVIA	36
3.4.3. DATOS DE BRASIL	37
3.4.4. DATOS DE CHILE	38

3.4.5. DATOS DE COLOMBIA	39
3.4.6. DATOS DE ECUADOR	40
3.4.7. DATOS DE PARAGUAY	41
3.4.8. DATOS DE PERÚ.....	42
3.4.9. DATOS DE VENEZUELA	43
3.4.10. DATOS DE URUGUAY	44
3.4.11. DATOS DEL RESTO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	46
3.5. POR QUÉ LOS DATOS SON CONTRADICTORIOS: LAS DEFINICIONES	49
3.5.1. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO.....	50
3.5.2. VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE ACUERDO AL CRITERIO CONSIDERADO	51
4. SISTEMAS DE SANEAMIENTO ESTÁTICO	57
4.1. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS	58
4.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE SISTEMAS ESTÁTICOS	59
4.2.1. DEPÓSITOS FILTRANTES.....	60
4.2.2. DEPÓSITOS IMPERMEABLES	61
4.2.3. FOSAS SÉPTICAS.....	62
4.2.4. UNIDADES DE TRATAMIENTO.....	63
4.2.4.1. SISTEMAS DE INFILTRACIÓN AL TERRENO	63
4.2.4.2. UNIDADES DE FILTRACIÓN EN MEDIO POROSO	66
4.2.4.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTO EN SUELO	68
4.2.4.4. HUMEDALES CONSTRUIDOS	71
4.2.4.5. SISTEMAS DE DESCARGA A LA ATMÓSFERA	72
4.2.4.6. UNIDADES COMPACTAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO	73
4.2.5. RESUMEN DE CRITERIOS DE DISEÑO.	74
5. CASO DE APLICACIÓN: SITUACIÓN ACTUAL EN URUGUAY	79
5.1. MARCO DE REFERENCIA PARA EL CASO DE APLICACIÓN.....	79
5.1.1. COMPENDIO DE LOS TÉRMINOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LOS SISTEMAS ESTÁTICOS	79

5.1.2. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO EN URUGUAY	79
5.1.3. LAS NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (NBI).....	83
5.2. SITUACIÓN ACTUAL EN URUGUAY	85
5.2.1. INSTITUCIONALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS	85
5.2.2. INFORMACIÓN DEL INE	86
5.2.3. INFORMACIÓN DE LOS ORGANISMOS NACIONALES	90
5.2.3.1. OSE	90
5.2.3.2. DINAGUA	93
5.2.3.3. DINAMA	97
5.2.3.4. MEVIR.....	98
5.2.3.5. ANV.....	101
5.2.3.6. ANEP	102
5.2.3.7. PMB	103
5.2.4. INFORMACIÓN DE LOS ORGANISMOS DEPARTAMENTALES	106
5.2.5. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE	116
6. COBERTURA DE SANEAMIENTO AJUSTADA	127
6.1. VARIACIÓN DE LA COBERTURA SEGÚN EL CRITERIO CONSIDERADO	127
6.2. COMPARACIÓN CON LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	130
7. PROPUESTA PARA CLASIFICAR SISTEMAS EXISTENTES.....	133
7.1. SISTEMAS DINÁMICOS COLECTIVOS.....	134
7.2. SISTEMAS ESTÁTICOS O INDIVIDUALES	137
7.2.1. DEPÓSITO IMPERMEABLE CON VACIADO PERIÓDICO MEDIANTE CAMIÓN BAROMÉTRICO.....	137
7.2.2. DEPÓSITO FILTRANTE	138
7.2.3. FOSA SÉPTICA SEGUIDA DE INFILTRACIÓN AL TERRENO.....	139
7.2.4. FOSA SÉPTICA SEGUIDA DE ETAPA DE TRATAMIENTO	142
7.2.5. SOLUCIONES PARA AGRUPACIONES DE VIVIENDAS	143

7.3.	GESTIÓN DE LOS SISTEMAS.....	149
8.	SÍNTESIS FINAL	151
8.1.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS ANTERIORES.....	151
8.1.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	151
8.1.2.	SITUACIÓN EN URUGUAY	152
8.2.	CONCLUSIONES	154
8.3.	LÍNEAS DE TRABAJO A FUTURO	155
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157

RESUMEN

Los sistemas de saneamiento abarcan una variedad de soluciones tecnológicas, que van desde soluciones estáticas individuales hasta sistemas dinámicos colectivos.

Uruguay fue pionero en América Latina en la implementación de sistemas de tipo dinámico, contando con red de alcantarillado desde mediados del siglo XIX. En 1854 comenzaron las obras de saneamiento en la ciudad de Montevideo, servicio que se fue extendiendo a las capitales departamentales a partir de 1915 y luego a otras localidades del interior del país. Actualmente la cobertura del servicio de alcantarillado alcanza a cerca del 56 % de la población, valor que se encuentra por debajo de las coberturas de varios países de la región.

La definición de qué se entiende por saneamiento varía entre países, y no coincide con la definición de OMS de saneamiento mejorado. Así, los valores de cobertura de saneamiento que se publican a nivel internacional responden a distintos criterios por lo que no resultan comparables. En Uruguay estas diferencias de criterio se dan inclusive entre las distintas instituciones relacionadas con la temática. Así, se mencionan coberturas actuales que van desde 62,6 % (criterio de OSE y la Intendencia de Montevideo) hasta 97,5 % (criterio del INE). Y sin embargo a nivel de la población, solamente el 55,9 % considera que cuenta con sistema de saneamiento.

Desde las instituciones públicas que intervienen en la gestión, fiscalización y planificación de los sistemas de saneamiento, históricamente se ha planteado la red de alcantarillado como única solución. Esto hace que la población considere a esta alternativa como la única válida para contar con saneamiento adecuado.

Sin embargo, existen sistemas alternativos que bien diseñados, operados y mantenidos constituyen soluciones adecuadas de saneamiento. Entre ellos pueden mencionarse opciones estáticas de depósitos fijos (impermeables y filtrantes) y de fosa séptica seguida de alguna etapa posterior de tratamiento y disposición final, y opciones dinámicas de efluentes decantados y redes condominiales. La aplicación de estas soluciones permite dotar de saneamiento adecuado a localidades de baja densidad de población, agrupaciones de viviendas o viviendas individuales, en donde las redes de alcantarillado convencional no resultan viables.

Considerar todas las opciones posibles de saneamiento resulta fundamental cuando se plantea la universalización del servicio, objetivo al que se aspira llegar en Uruguay. Esto hace que a nivel de las instituciones relacionadas con la gestión de los sistemas, deban definirse los criterios bajo los cuales cada alternativa de saneamiento puede ser considerada como una opción adecuada. Esta tesis procura aportar información que pueda servir de base para la definición de dichos criterios. Y también implica realizar modificaciones en la gobernanza del saneamiento a nivel nacional, definiendo un modelo de gestión que haga viable y sostenible la aplicación de soluciones alternativas.

Palabras Clave

Sistemas de saneamiento. Saneamiento adecuado. Saneamiento descentralizado. Saneamiento estático. Saneamiento individual.

TABLA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Tabla de cuadros

CUADRO 2-1 PRINCIPALES ENFERMEDADES DE TRASMISIÓN HÍDRICA	8
CUADRO 3-1 EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN CON ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO EN EUROPA	27
CUADRO 3-2 COBERTURAS DE SANEAMIENTO	52
CUADRO 3-3 COBERTURAS DE SANEAMIENTO	52
CUADRO 4-1 CRITERIOS DE DISEÑO PARA FOSAS SÉPTICAS.....	75
CUADRO 4-2 CRITERIOS DE DISEÑO PARA ZANJAS DE INFILTRACIÓN	76
CUADRO 4-3 CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE TRATAMIENTO EN SUELO	76
CUADRO 4-4 CRITERIOS DE DISEÑO PARA HUMEDALES CONSTRUIDOS.....	77
CUADRO 5-1 COBERTURAS DE SANEAMIENTO EN URUGUAY	88
CUADRO 5-2 TIPO DE TRATAMIENTO Y POBLACIÓN ATENDIDA EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS DE URUGUAY	92
CUADRO 5-3 CALIDAD DEL EFLUENTE PARA SER DISPUESTO MEDIANTE INFILTRACIÓN AL TERRENO	95
CUADRO 5-4 CALIDAD DEL EFLUENTE PARA SER VERTIDO A CURSO DE AGUA.....	95
CUADRO 5-5 SOLUCIONES DE TRATAMIENTO APROBADAS POR DINAMA PARA EMPRENDIMIENTOS Y VIVIENDAS	97
CUADRO 5-6 SOLUCIONES DE DISPOSICIÓN FINAL APROBADAS POR DINAMA PARA EMPRENDIMIENTOS Y VIVIENDAS	98
CUADRO 5-7 IMPACTO DEL PMB EN EL ACCESO A SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO.....	105
CUADRO 5-8 REDES DE ALCANTARILLADO EXISTENTES.....	108
CUADRO 5-9 SOLUCIONES DE SANEAMIENTO INDIVIDUAL	111
CUADRO 5-10 SERVICIOS DE BAROMÉTRICAS.....	113
CUADRO 5-11 CRITERIOS DE DISEÑO DE DEPÓSITOS IMPERMEABLES (PARA VIVIENDAS) DE ACUERDO A LAS ORDENANZAS DEPARTAMENTALES ...	118
CUADRO 5-12 CRITERIOS DE DISEÑO DE FOSAS SÉPTICAS (PARA VIVIENDAS) DE ACUERDO A LAS ORDENANZAS DEPARTAMENTALES	119

CUADRO 5-13 COBERTURAS DE SANEAMIENTO EN ÁREA URBANA Y RURAL SEGÚN INE (DATOS DE 2011).....	125
CUADRO 6-1 VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE SANEAMIENTO EN URUGUAY	129
CUADRO 6-2 VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE SANEAMIENTO EN ALC SEGÚN CRITERIO	130
CUADRO 7-1 METODOLOGÍA SIMPLIFICADA PARA ESTIMAR LA DEMANDA DE CAMIÓN BAROMÉTRICO PARA DEPÓSITOS IMPERMEABLES	145
CUADRO 7-2 METODOLOGÍA SIMPLIFICADA PARA ESTIMAR DEMANDA DE CAMIÓN BAROMÉTRICO PARA FOSAS SÉPTICAS	147

Tabla de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 2-1 ESQUEMA DEL CICLO FECAL – ORAL.....	8
ILUSTRACIÓN 2-2 CATEGORÍAS DE AVAD A NIVEL MUNDIAL; 15 CAUSAS PRINCIPALES Y VARIACIONES ENTRE 1990 Y 2010	11
ILUSTRACIÓN 2-3 CATEGORÍAS DE AVAD EN ALC; 20 CAUSAS PRINCIPALES Y VARIACIONES ENTRE 1990 Y 2010	11
ILUSTRACIÓN 2-4 CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS PRINCIPALES DE AVAD, POR REGIONES, 2010.....	12
ILUSTRACIÓN 2-5 CLASIFICACIÓN DE AVAD ATRIBUIBLES A LOS FACTORES DE RIESGO PRINCIPALES, EN PAÍSES DE ALC AL 2010	13
ILUSTRACIÓN 2-6 CAUSAS DE AÑOS DE VIDA PERDIDOS, EN PAÍSES DE ALC EN RELACIÓN AL PROMEDIO REGIONAL, AL AÑO 2010	14
ILUSTRACIÓN 3-1 POBLACIÓN SIN ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO – ÁFRICA (2012).....	20
ILUSTRACIÓN 3-2 POBLACIÓN SIN ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO – ASIA (2012).....	21
ILUSTRACIÓN 3-3 POBLACIÓN SIN ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO – MEDIO ORIENTE (2012)	21
ILUSTRACIÓN 3-4 POBLACIÓN SIN ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO – EUROPA (2012)	22
ILUSTRACIÓN 3-5 POBLACIÓN SIN ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO – AMÉRICA (2012)	22
ILUSTRACIÓN 3-6 POBLACIÓN QUE GANÓ ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO ENTRE 2012 Y 2015 – ÁFRICA	24

ILUSTRACIÓN 3-7 POBLACIÓN QUE GANÓ ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO ENTRE 2012 Y 2015 – ASIA.....	24
ILUSTRACIÓN 3-8 POBLACIÓN QUE GANÓ ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO ENTRE 2012 Y 2015 – MEDIO ORIENTE.....	25
ILUSTRACIÓN 3-9 POBLACIÓN QUE GANÓ ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO ENTRE 2012 Y 2015 – EUROPA.....	25
ILUSTRACIÓN 3-10 POBLACIÓN QUE GANÓ ACCESO A AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO MEJORADO ENTRE 2012 Y 2015 – AMÉRICA.....	26
ILUSTRACIÓN 3-11 POBLACIÓN URBANA QUE VIVE EN ASENTAMIENTOS INFORMALES EN ALC	32
ILUSTRACIÓN 3-12 PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON SANEAMIENTO MEJORADO, 2011	34
ILUSTRACIÓN 3-13 PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON SANEAMIENTO MEJORADO, 2015	46
ILUSTRACIÓN 5-1 EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE EN URUGUAY	82
ILUSTRACIÓN 5-2 MORTALIDAD INFANTIL POR ENFERMEDADES DIARREICAS.....	82
ILUSTRACIÓN 5-3 PRINCIPALES PATÓGENOS ASOCIADOS CON DIARREA INFANTIL.....	83
ILUSTRACIÓN 5-4 SOLUCIONES DE SANEAMIENTO EN MONTEVIDEO E INTERIOR	89
ILUSTRACIÓN 5-5 EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN SIN ACCESO A ALCANTARILLADO.....	90
ILUSTRACIÓN 5-6 SISTEMAS MEVIR POR DEPARTAMENTO	99
ILUSTRACIÓN 5-7 TIPOS DE SOLUCIÓN DE SANEAMIENTO EN COMPLEJOS MEVIR ..	101
ILUSTRACIÓN 5-8 TIPOS DE SOLUCIÓN DE SANEAMIENTO EN COMPLEJOS ANV	102
ILUSTRACIÓN 5-9 ACCESO A SERVICIOS HIGIÉNICOS, EN VIVIENDAS DE ASENTAMIENTOS IRREGULARES	106
ILUSTRACIÓN 5-10 SOLUCIÓN DE SANEAMIENTO, EN VIVIENDAS DE ASENTAMIENTOS IRREGULARES	106
ILUSTRACIÓN 5-11 SOLUCIONES DE SANEAMIENTO EN EL INTERIOR DEL PAÍS, SEGÚN DEPARTAMENTO	121

LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ABNT:	Asociación Brasileira de Normas Técnicas
ALC:	América Latina y el Caribe
ANEP:	Administración Nacional de Educación Pública
ANV:	Agencia Nacional de Vivienda
AVAD:	Años de Vida Ajustados por Discapacidad (también citado como DALY por sus siglas en inglés)
BHU:	Banco Hipotecario del Uruguay
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF:	Corporación Andina de Fomento
CARU:	Comisión Administradora del Río Uruguay
CE:	Comunidad Europea
CEE:	Comunidad Económica Europea
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina
CEPIS:	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CMM:	Carga Mundial de Morbilidad
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia
DGEC:	Dirección General de Estadística y Censos (actualmente INE)
DGEEC:	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Paraguay
DINAGUA:	Dirección Nacional de Aguas
DINAMA:	Dirección Nacional de Medio Ambiente
DINAVI:	Dirección Nacional de Vivienda
GESTA:	Grupo Técnico de Estandarización Ambiental
IAR:	Informe Ambiental Resumen

IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística
IdeM:	Intendencia de Montevideo
IHME:	Institute for Health Metrics and Evaluation (Instituto para la Medición y Evaluación de la Salud, Red de Desarrollo Humano, Banco Mundial)
INDEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos, Argentina
INE:	Instituto Nacional de Estadística (Uruguay, Chile, Bolivia y Venezuela)
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ecuador
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú
INVE:	Instituto Nacional de Viviendas Económicas
JMP:	Joint Monitoring Programme (también citado como PCM por sus siglas en español)
LATINOSAN:	Conferencia Latinoamericana de Saneamiento
MEMFOD:	Programa de Modernización de la Educación Media y Formación Docente
MEVIR:	Movimiento de Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural
MSP:	Ministerio de Salud Pública
MVOTMA:	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
NBI:	Necesidades Básicas Insatisfechas
ODM:	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud (también citada como WHO por su sigla en inglés)
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
OPP:	Oficina de Planeamiento y Presupuesto
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
OSE:	Administración de las Obras Sanitarias del Estado

PAEMFE:	Programa de Apoyo a la Educación Media y Técnica y a la Formación en Educación
PCM:	Plan Conjunto de Monitoreo (también citado como JMP por sus siglas en inglés)
PIAI:	Programa de Integración de Asentamientos Irregulares
PMB:	Programa de Mejoramiento de Barrios
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSU:	Plan de Saneamiento Urbano
RIPDA:	Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (también citada como RIPDA-CYTED)
Udelar:	Universidad de la República
UGD:	Unidad de Gestión Desconcentrada
UNICEF:	United Nations International Children's Emergency Fund
URSEA:	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua
USEPA:	United States Environmental Protection Agency
WHO:	World Health Organization (también citada como OMS por su sigla en español)
WWAP:	United Nations World Water Assessment Programme

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay coexisten soluciones de saneamiento diversas. Se tienen sistemas dinámicos de redes de alcantarillado que conducen los efluentes hasta una planta de tratamiento para su vertido final a curso de agua, redes de alcantarillado con vertido final sin una etapa de tratamiento previa, y sistemas de efluentes decantados. También existen sistemas de saneamiento estático entre los que se encuentran soluciones de depósitos fijos impermeables (con retiro periódico mediante barométrica que puede, o no, trasladar los lodos a una planta de tratamiento), depósitos fijos filtrantes, fosas sépticas seguidas de algún sistema de infiltración al terreno, sistemas individuales de tratamiento en sitio, sistemas con descarga a la vía pública. Sin embargo, la población que cuenta con sistemas estáticos no los visualiza como una opción válida. (López et al., 2012)

¿Qué se entiende entonces por saneamiento en nuestro país? ¿Se incluyen dentro de las soluciones sistemas dinámicos y estáticos? ¿Se incluyen sistemas centralizados y descentralizados (o individuales)? La respuesta a estas interrogantes no es trivial ya que depende de quién las responda. La definición de saneamiento adecuado varía entre los distintos organismos relacionados con el tema (Instituto Nacional de Estadística INE, Administración de las Obras Sanitarias del Estado OSE, Intendencias Departamentales, etc.), y a su vez difiere con lo que la población entiende por saneamiento.

Históricamente se ha promovido desde los organismos estatales el desarrollo de los sistemas dinámicos como solución de saneamiento, lo que ha llevado a que, a nivel de la población, esa sea la única alternativa aceptada como saneamiento adecuado. Los planes de saneamiento ejecutados por la Intendencia de Montevideo (IdEM) en la capital del país y por OSE en el resto del territorio nacional, se centran exclusivamente en la ampliación gradual de las redes de alcantarillado. Estas obras se conciben para aquellos lugares en donde la densidad de población no sea baja, o en algunos casos puntuales en los cuales las condiciones ambientales lo ameriten. Es decir que las localidades de menor densidad, que no presenten una sensibilidad ambiental particular, no quedarían incluidas en los planes de saneamiento previstos. Los últimos datos censales muestran que cerca del 44 % de la población carece de servicio de alcantarillado y tiene alguna solución de saneamiento descentralizado (más de 1.700.000 personas). De ese grupo, cerca de 290.000 personas viven en localidades de menos de 5.000 habitantes (INE, 2012b).

En el año 2010 el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) sancionó el Decreto 78/010 según el cual se definen como “saneamiento” varias soluciones diferentes del alcantarillado convencional y alguna alternativa de saneamiento estático. Pero a la fecha no se ha arribado a definiciones prácticas consensuadas de los requisitos que cada uno de los sistemas que define el Decreto debe cumplir para ser efectivamente una solución de saneamiento.

Un avance en ese sentido vino dado a través de un Convenio entre OSE y la Facultad de Ingeniería de UdelaR, cuyo objetivo principal fue establecer las condiciones bajo las cuales un sistema de disposición final de efluentes domésticos puede ser considerado una solución de saneamiento adecuado en Uruguay. Para esto se realizó una recopilación de la normativa vigente en materia de saneamiento y de la información disponible sobre sistemas existentes en el país. Como resultado se propusieron las condiciones a partir de las cuales cada solución puede considerarse incluida en lo que establece la normativa, y cuándo corresponden entonces a soluciones adecuadas de saneamiento. De la recopilación de información relativa a los sistemas de saneamiento utilizados en el país, se detectaron los siguientes aspectos principales (López et al., 2012):

- La información sobre las soluciones de saneamiento existentes no se encuentra sistematizada por lo que es muy difícil saber con exactitud cuáles son los sistemas que han sido aprobados en cada caso, y cuáles se encuentran en uso.
- Las ordenanzas departamentales son muy heterogéneas, habiendo casos en los que se deja a juicio del técnico interviniente la aprobación, o no, de los sistemas de saneamiento propuestos.
- Los criterios de diseño especificados para las soluciones de saneamiento descentralizado, difieren entre departamentos.
- Ningún organismo estatal realiza el seguimiento y control de los sistemas de saneamiento descentralizado en funcionamiento, lo que es crítico para garantizar que los sistemas no generen impactos negativos en el ambiente y en la salud humana.

En particular, en lo que respecta a la gestión de los sistemas de saneamiento descentralizado, la normativa vigente no es clara. Existen diferentes actores que intervienen en la temática, entre los cuales se encuentran el MVOTMA, el Ministerio de Salud Pública (MSP), OSE, las Intendencias Departamentales, pero ninguno se considera responsable por la gestión de los sistemas no convencionales. Inclusive en el Decreto 78/010 no han quedado claramente definidas las responsabilidades sobre

la gestión y control de las soluciones de saneamiento descentralizado para garantizar que los sistemas sean implementados y gestionados de forma que aseguren las eficiencias y resultados previstos.

Resulta, entonces, que existen vacíos en nuestra normativa en lo que refiere a definiciones prácticas de sistemas de saneamiento adecuado y a definiciones sobre la responsabilidad institucional en la gestión de los sistemas descentralizados. Como consecuencia se tiene que los valores de cobertura que se reportan por las distintas instituciones, pueden no resultar comparables.

Esto mismo sucede si se compara la situación en Uruguay con los países de la región y del resto de América. Existen diferencias respecto de qué se entiende por saneamiento en cada lugar, y se agrega una diferencia adicional que es la definición de ruralidad. La ruralidad establece cuáles áreas son consideradas urbanas y cuáles rurales; esto a su vez interviene en las concepciones de soluciones de saneamiento. Como consecuencia, las evaluaciones que se realizan a nivel internacional para conocer la situación de cada país en materia de saneamiento, quedan planteadas en base a información disímil. Por ejemplo, las coberturas de saneamiento adecuado de acuerdo al criterio de la Organización Mundial de la Salud (OMS, también referenciada como WHO por sus siglas en inglés), en Paraguay y Uruguay ascienden al 96 % y 98 % de la población respectivamente. Pero si se analizan los tipos de saneamiento aplicados en cada país, la situación difiere significativamente: mientras en Uruguay el 56 % cuenta con acceso a red de alcantarillado y el 42 % restante tiene solución estática por depósito fijo o fosa séptica, en Paraguay sólo el 9 % cuenta con acceso a alcantarillado, 45 % tiene depósitos y 42 % usa letrinas mejoradas como sistema de saneamiento. Esta situación motivó el planteo de esta tesis enfocada en los sistemas de saneamiento adecuado.

Como *objetivo general* se buscó hacer una puesta a punto de la información existente en la temática, tanto a nivel nacional como de la región, para definir cuál es la situación actual en Uruguay y cómo se ubica el país cuando se compara con los demás países de América Latina y el Caribe (ALC). Finalmente, se pretende llegar a definir los criterios para establecer cuáles alternativas pueden ser consideradas como solución adecuada de saneamiento en nuestro país y las condiciones que deben cumplir.

El documento se divide en 8 capítulos, que pueden agruparse en dos secciones:

- La primera corresponde a la introducción al tema, y se compone de los capítulos 1 a 4. En el primero se encuentra la introducción del trabajo. En el capítulo 2 se presentan las definiciones del concepto “saneamiento”, asociadas a los criterios de salud, preservación del ambiente y percepción de la población usuaria. En el capítulo 3 se reseña la situación en los distintos países de América Latina y el Caribe. En el capítulo 4 se describen los sistemas de saneamiento de tipo estático.
- La segunda parte se centra en el análisis de la situación de Uruguay, y se compone por los capítulos 5 a 8. En el capítulo 5 se presenta la recopilación de información para el país. En el capítulo 6 se analizan los valores de cobertura según los criterios considerados. En el capítulo 7 se definen las condiciones bajo las cuales cada tipo de sistema podría ser considerado como una solución adecuada de saneamiento. Finalmente el capítulo 8 incluye la síntesis final y la propuesta de líneas de trabajo a futuro.

2. SANEAMIENTO: EL QUÉ Y EL POR QUÉ

2.1. Qué es el saneamiento

El saneamiento en sentido amplio, a veces llamado *saneamiento básico*, es el objeto de estudio de una de las más antiguas ramas de la Ingeniería: la Ingeniería Sanitaria.

Aunque en el mundo occidental se suelen tomar como referencia inicial los Acueductos y la Cloaca Máxima de Roma, hay evidencias que datan de antes del año 3000 a.C.. En la ciudad Sumeria de Nippur (hoy Irak) se ha encontrado, entre los hallazgos arqueológicos, un sistema de drenaje de efluentes que conducía las aguas servidas desde las áreas residenciales de la ciudad. En varias ciudades de la civilización Indo (hoy Pakistán), las casas contaban con agua extraída de pozos. Tenían también baños y redes de desagües cubiertos que se ubicaban a lo largo de las calles. Estas redes, construidas de ladrillo y mortero de arcilla, contaban con aberturas (y tapas de piedra o tablas de madera) para inspección y limpieza (Angelakis & Rose, 2014).

Aparentemente, hubo luego un gran retroceso en esta materia. Las condiciones insalubres y de hacinamiento fueron generalizadas en toda Europa y Asia durante la Edad Media; las excretas eran vertidas directamente a la calle en las zonas pobladas, generando impactos adversos tanto a la salud de la población como al ambiente (Angelakis & Rose, 2014). Esto se evidencia en las pandemias ocurridas, como la peste de Justiniano que comenzó en el año 541 y la Muerte Negra que comenzó en el año 1347, y que dejaron como saldo la muerte de millones de personas y arrasaron con ciudades enteras (Centers for Disease Control and Prevention, 2014). Fue sobre el siglo XIX que se comenzó a tomar conciencia de la importancia del saneamiento en la protección de la salud pública, pasando a tener la ingeniería un rol importante al servicio de la salud de la sociedad (Angelakis & Rose, 2014).

La conexión entre saneamiento y salud se conoce desde muy larga data. Los primeros episodios de contaminación de aguas que relata la historia, vinculados por lo general al cierre del ciclo fecal – oral, se originaron por el vertido de excretas humanas. Sin embargo, el acceso a agua segura y saneamiento fue reconocido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como un derecho humano recientemente, a través de la Resolución 64/292 de 28 de julio de 2010 (González, 2014).

Desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, se entiende por saneamiento básico al *conjunto de acciones que buscan promover y*

mejorar las condiciones de vida de la población (López, 2013). Estas acciones abarcan la gestión del agua para consumo (abastecimiento de agua potable), de las excretas (captación, conducción, acondicionamiento y disposición final), y de los residuos sólidos; y en algunos países (como en el caso de Brasil) incluyen también la gestión del agua pluvial. En particular, el saneamiento asociado al manejo seguro de excretas, refiere a las soluciones que garantizan la captación segura y conducción de las aguas residuales hasta una disposición final adecuada, para garantizar el alejamiento de las excretas de los habitantes de la vivienda y así preservar la salud de la población y la protección del medio ambiente.

Los términos *saneamiento adecuado* y *saneamiento mejorado* son muchas veces utilizados como sinónimos del saneamiento básico asociado a la gestión de las excretas. En este documento se considera “saneamiento adecuado” como el conjunto de soluciones de saneamiento aceptadas por cada institución o país, mientras que “saneamiento mejorado” refiere a las alternativas aceptadas por la OMS.

A partir de la Cumbre del Milenio, realizada en Nueva York en el 2000, ha habido un retorno a la concepción del saneamiento como un asunto prioritario para garantizar condiciones de vida dignas de una sociedad.

2.2. Saneamiento y salud

Fue sobre fines del siglo XX que empezó a tomar fuerza el criterio de saneamiento asociado a la protección de la salud pública, habiendo sido incorporado a los temas tratados en las conferencias y cumbres de las Naciones Unidas que culminaron en la Cumbre del Milenio del año 2000 en Nueva York.

En 2005 entró en funcionamiento la Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud en el seno de la OMS, cuyo cometido es ayudar a los países a trabajar en los factores sociales que llevan a las inequidades sanitarias. Akerman et al. 2010, en la Sección I del documento “Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud”, plantean temas de mucha sensibilidad asociados al concepto de desarrollo sustentable. A continuación se transcriben algunas de las frases del informe (OPS, 2010):

“En todo el mundo, las personas que son vulnerables y socialmente desfavorecidas tienen menos acceso a los recursos sanitarios y se enferman y mueren antes que las personas que tienen una posición social más privilegiada. Las disparidades en el ámbito de la salud siguen aumentando a pesar de la riqueza sin precedentes

y el progreso tecnológico mundial. La mayor parte de los problemas de salud puede atribuirse a las condiciones sociales en las cuales las personas viven y trabajan: esas condiciones se denominan “determinantes sociales de la salud”.

(...) El término “inequidad” es el que mejor define esas desigualdades, “como diferencias que son innecesarias y evitables pero, además, abusivas e injustas”.

(...) En varios estudios se señala que “una vez superado un límite determinado de crecimiento económico en un país, un crecimiento adicional de la riqueza no se traduce en mejoras en las condiciones sanitarias”. Eso lleva a la conclusión de que “el factor más importante para explicar la situación sanitaria general de un país no es su riqueza total, sino la manera en que se distribuye”.

De acuerdo con este enfoque de *determinantes ambientales y sociales de la salud*, el estado de salud de una población está muy ligado a las características de los factores ambientales en los que está inmersa. Por ejemplo, ocurrencia frecuente de enfermedades de transmisión hídrica por falta de agua bacteriológicamente segura para consumo humano.

Las enfermedades de transmisión hídrica se asocian, generalmente, con el ciclo fecal – oral, a través del cual agentes presentes en las excretas pueden regresar al tracto digestivo cuando el individuo ingiere agua o alimentos contaminados, generando así la infección de la persona. En el Cuadro 2-1 se indican las principales enfermedades de transmisión hídrica y los agentes patógenos relacionados. Existen también algunas enfermedades de transmisión hídrica que no se relacionan con el ciclo fecal – oral, como por ejemplo la enfermedad respiratoria transmitida por ***Legionella pneumophila***.

Las enfermedades vinculadas al ciclo fecal – oral pueden prevenirse si se evita el cierre del ciclo, para lo cual pueden plantearse las siguientes medidas (representadas también en la Ilustración 2-1):

- Lograr un nivel de remoción de microorganismos adecuado previo al vertido de efluentes al cuerpo receptor.
- Consumir únicamente agua bacteriológicamente segura.
- Usar agua bacteriológicamente segura para riego de alimentos que se consumen crudos y cuyas partes comestibles pueden tener contacto con el agua de riego (vegetales de hoja verde, etc.).
- Realizar actividades recreativas y tomar baños solamente en playas habilitadas para ello.

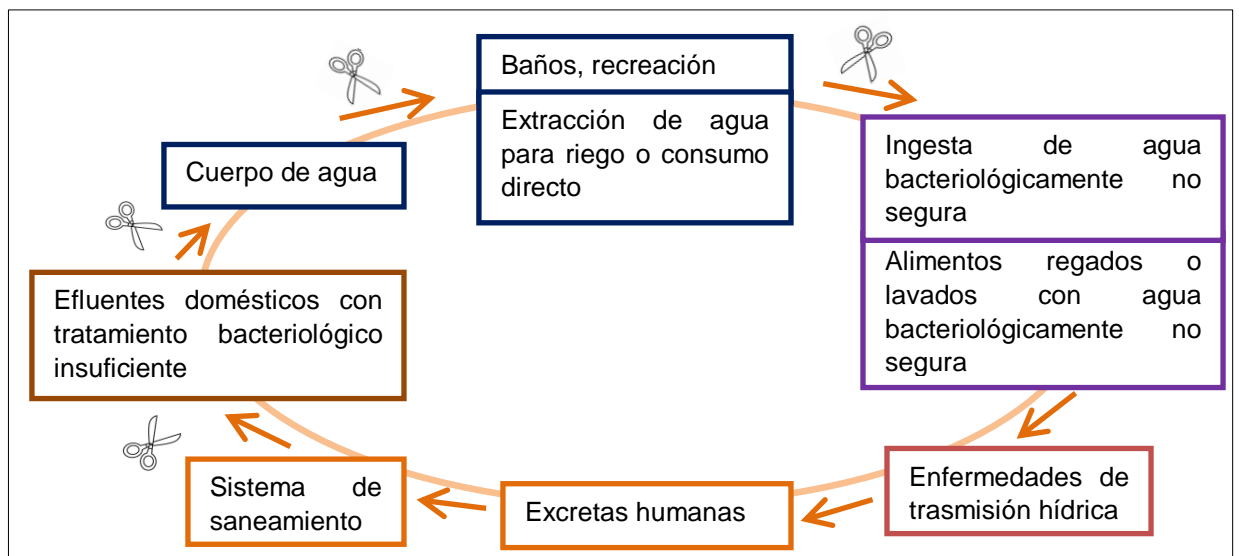
Es importante señalar que el concepto de *agua bacteriológicamente segura* es relativo al uso que se realizará de esa agua; es diferente el caso en el que el agua sea utilizada para consumo humano del caso en que se trate de agua para recreación por contacto directo o para riego.

Cuadro 2-1 Principales enfermedades de transmisión hídrica

Enfermedad	Agentes patógenos
Disentería	<i>Shigellae dysenteriae, Entamoeba histolytica</i>
Salmonelosis	<i>Salmonella spp.</i>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Otras enfermedades diarreicas	<i>Escherichia coli, Yersinia enterocolítica, Campylobacter jejuni, Plesiomonas shigelloides, Aeromonas sp., Enterovirus, Astrovirus, Rotavirus, Calicivirus, Giardia lamblia, Cryptosporidium parvum, Cyclospora cayetanensis, Balantidium coli</i>
Fiebre tifoidea	<i>Salmonella typhi</i>
Hepatitis A	Virus Hepatitis A
Hepatitis E	Virus Hepatitis E
Poliomielitis	Poliovirus
Parasitosis	<i>Dracunculus medinensis</i>
Otras enfermedades infecciosas	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Nota: Adaptado de RIPDA-CYTED, 2003.

Ilustración 2-1 Esquema del ciclo fecal – oral



Nota: Las tijeras indican los principales puntos de corte para evitar el cierre del ciclo fecal-oral (adecuado tratamiento de efluentes, bañarse en playas habilitadas, consumir agua y regar con agua bacteriológicamente segura). Tomado de González, 2014.

2.2.1. Determinantes ambientales y sociales de la salud

El reporte 2012 de la OMS (WHO, 2012) atribuye a los determinantes ambientales de la salud humana el 13 % de la carga de enfermedad para la población europea en general y el 20 % para poblaciones especialmente vulnerables como niños y ancianos.

Al referirse al análisis de la carga de enfermedad, la OMS indica (WHO, 2012):

“Es sabido que el acceso diferencial o la exposición a diversos factores ambientales a lo largo de la vida de las personas puede determinar la aparición de importantes problemas de salud, incluyendo enfermedades cardiovasculares, respiratorias y digestivas y neoplasias, así como ser causa externa de muerte y afectar a la gravedad de la morbilidad y la discapacidad. Hay varios factores que contribuyen directa o indirectamente a la conformación del perfil de salud y la carga de enfermedad de una población, ya sea para bien o para mal:

- *acceso a agua limpia y buenos servicios de saneamiento;*
- *malas condiciones de vivienda (como humedad, mala calidad del aire interior y hacinamiento);*
- *seguridad vial (como las condiciones de carreteras y vehículos, el uso de protecciones y los límites de velocidad);*
- *la mala calidad del aire (debido, por ejemplo, a contaminación por material particulado, gases tóxicos y moho);*
- *ambientes de trabajo (incluyendo las condiciones de empleo y los riesgos laborales); y*
- *condiciones climáticas extremas (ya sea calor o frío).*

La información sobre las rutas a través de las cuales los factores ambientales impactan sobre la enfermedad, y sobre el nivel y distribución de estos impactos, son cruciales para mejorar las políticas y supervisar y evaluar sus resultados.”

2.2.2. Carga Mundial de Morbilidad

La Carga Mundial de Morbilidad (CMM), representa la pérdida de salud por todas las causas de enfermedad y defunción, a nivel mundial. Este indicador es calculado a partir de la estimación de los años perdidos por muerte prematura y los años perdidos por discapacidad. La pérdida total por muerte prematura y discapacidad, puede ser luego analizada para definir los factores de riesgo a los que puede estar atribuida

(considerando la exposición de la población a los distintos factores de riesgo y los efectos de estos factores sobre la salud).

La información utilizada para el cálculo de la CMM proviene de fuentes muy diversas de los distintos países, incluyendo estadísticas vitales, censos y encuestas de hogares. Para los años perdidos por muerte prematura, la información puede provenir de registros estadísticos vitales, certificación médica de las causas de muerte y otras fuentes como las autopsias verbales en países en donde no se cuenta con certificaciones de causa de muerte. Para los años perdidos por discapacidad, la información puede provenir de registros de enfermedades como cáncer, registros de evaluaciones directas de la audición, la vista y pruebas de la función pulmonar, entre otras fuentes.

La falta de acceso a saneamiento básico (agua segura, saneamiento, higiene) es una de las causas atribuibles a pérdida de años de vida y por lo tanto a la CMM. Existe una fuerte asociación entre deficiencias en el acceso a agua segura y a saneamiento, con enfermedades de transmisión hídrica. Recíprocamente, como se han logrado avances muy significativos en las coberturas de los servicios de agua potable y saneamiento, las enfermedades diarreicas que eran la segunda causa de pérdida de años de vida sana en el mundo en 1990 bajaron al 4° lugar en 2010. Y en la región de Latinoamérica y el Caribe (ALC), en donde la inversión en estos servicios básicos ha sido muy fuerte en ese período, pasaron del lugar 1 al 20° (United Nations World Water Assessment Programme, WWAP). Los grandes cambios registrados en este período de 20 años, con relación a los Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) son atribuidos en el Informe a cuatro causales:

“Cuatro tendencias importantes han impulsado cambios en las causas principales de AVAD a nivel mundial: el envejecimiento de la población, el aumento de enfermedades no transmisibles, cambios en la dirección de las causas de discapacidad y alejados de causas mortales, y cambios en los factores de riesgo.”

En las siguientes figuras (Ilustración 2-2 a Ilustración 2-6) se muestra el reordenamiento de las principales causas de los AVAD y sus tendencias, a nivel mundial y para la región de ALC.

En la Ilustración 2-2 se observa que a nivel mundial, entre 1990 y 2010, las enfermedades diarreicas bajaron del segundo al cuarto lugar entre las principales causas de AVAD. En la Ilustración 2-3 se observa que en el caso de ALC, esta reducción fue mucho más significativa, habiendo pasado del primero al vigésimo lugar en el mismo período.

Ilustración 2-4 Clasificación de las causas principales de AVAD, por regiones, 2010

	Global	Asia Oriental y Pacífico	Europa y Asia Central	América Latina y el Caribe	Medio Oriente y Norte de África	Asia Meridional	África Subsahariana
Lumbalgia	1	1	1	2	1	2	3
Trastorno depresivo mayor	2	2	2	1	2	3	2
Anemia ferropénica	3	6	5	5	3	1	1
Dolor de cuello	4	3	3	3	6	7	6
EPOC	5	5	11	13	8	4	4
Otras afecciones osteomusculares y reumáticas	6	4	4	6	7	8	11
Trastornos de ansiedad	7	10	7	4	4	6	5
Migraña	8	11	8	7	12	5	13
Diabetes	9	7	6	10	5	10	23
Caídas	10	9	9	16	11	12	25
Artrosis	11	8	10	11	9	19	18
Trastornos por uso de fármacos	12	17	16	9	10	9	17
Otra pérdida auditiva	13	12	13	15	16	11	12
Asma	14	23	21	8	13	14	10
Trastornos por consumo de alcohol	15	13	12	12	37	15	34
Lesiones por accidentes de tránsito	16	16	14	21	14	13	22
Trastorno bipolar	17	15	17	17	15	16	20
Esquizofrenia	18	14	18	18	18	22	29
Distimia	19	18	19	19	19	20	26
Epilepsia	20	20	22	14	20	20	14
Cardiopatía isquémica	21	19	15	24	23	31	40
Ecceema	22	22	23	20	21	21	21
Enfermedades diarreicas	23	25	28	22	17	23	15

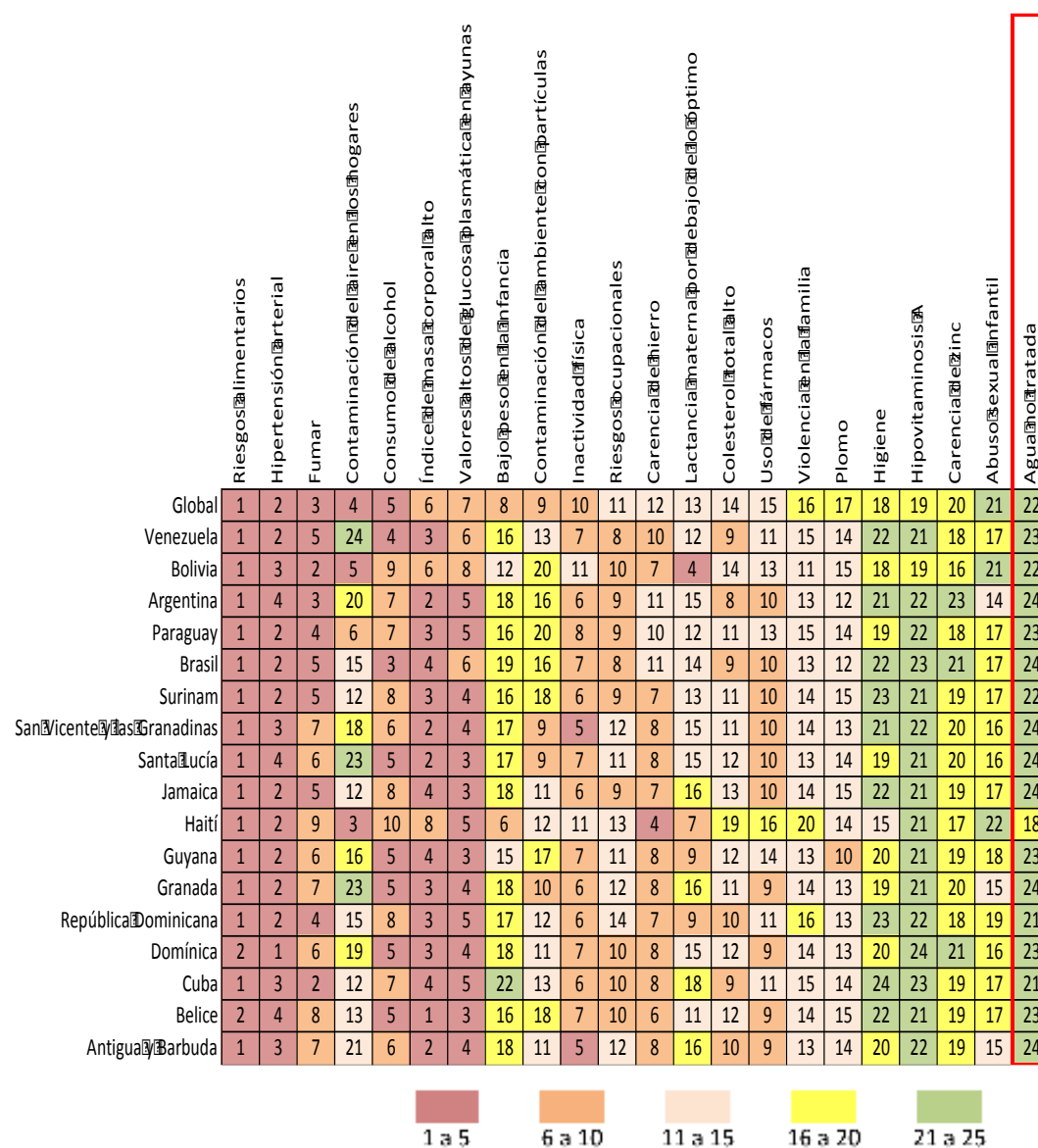
	1 a 10		11 a 20		21 a 30		31 a 50		51 a 90
--	--------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------

Nota: Los números son valores indicativos, siendo 1 la peor situación y 90 la mejor. Adaptado de IHME, Banco Mundial, 2013.

Si ahora se consideran las principales causas de discapacidad, la Ilustración 2-4 muestra que al año 2010 las enfermedades diarreicas aparecían en el vigésimo tercer lugar entre las 25 causas principales a nivel mundial. Su posición más crítica era en el África Subsahariana, donde ocupaba el lugar 15, y en el Norte de África y Medio Oriente, donde ocupa el lugar 17. En el caso de ALC se ubicaba en el lugar 22.

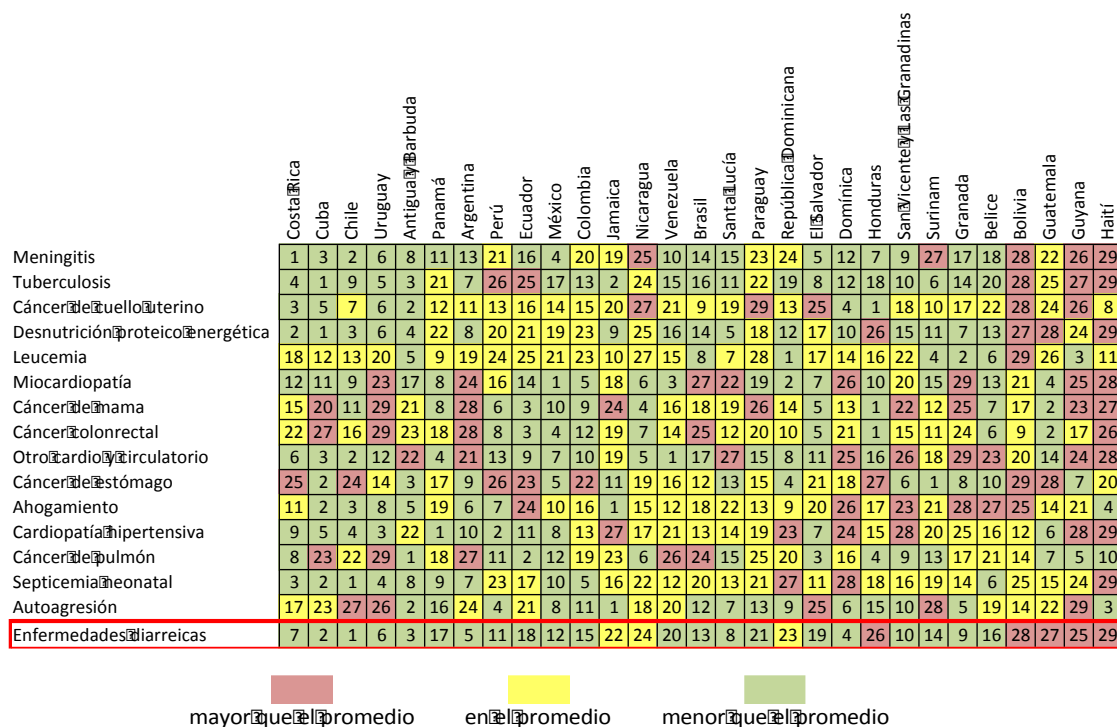
En ALC, entre las 25 principales causas de AVAD al 2010 se encuentra el consumo de agua no tratada, la que se ubica entre los últimos lugares (salvo en Haití donde ocupa el lugar 18) según se observa en la Ilustración 2-5. En la Ilustración 2-6 se indica que las enfermedades diarreicas se encuentran dentro de las principales causas de años de vida perdidos, siendo Bolivia, Guatemala, Guyana, Haití y Honduras los países en donde tiene mayor incidencia.

Ilustración 2-5 Clasificación de AVAD atribuibles a los factores de riesgo principales, en países de ALC al 2010



Nota: Adaptado de IHME, Banco Mundial, 2013.

Ilustración 2-6 Causas de años de vida perdidos, en países de ALC en relación al promedio regional, al año 2010



Nota: Adaptado de IHME, Banco Mundial, 2013.

Puede concluirse que a nivel mundial, como la mayoría de los países han hecho grandes avances en la reducción de la mortalidad infantil, las personas viven más tiempo y la población está envejeciendo. Estos cambios demográficos están provocando el aumento de muertes prematuras y discapacidad, por enfermedades no transmisibles. Los problemas de salud cada vez se definen más, no por lo que mata sino por lo que enferma.

Así, el estudio de la CMM en 2010 identifica las principales tendencias en materia de salud global, que pueden resumirse en demografía, enfermedad y discapacidad (lo que se conoce en inglés como “las tres D”: *Demographics, Disease, Disability*).

En ALC, el estudio de la CMM 2010 documentó tendencias regionales importantes que se resumen en los siguientes puntos:

- Se han hecho progresos espectaculares en la reducción de la mortalidad y la prolongación de la vida desde 1970. En Brasil, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador,

Honduras, México, Nicaragua, Perú y Santa Lucía, el promedio de la edad al momento de la muerte aumentó 30 años o más entre 1970 y 2010.

- Durante los últimos 20 años, la región ha hecho avances importantes en materia de salud. Se logró disminuir la muerte prematura y la discapacidad por muchas causas transmisibles, neonatales, nutricionales y maternas. La diarrea fue la causa número uno de la carga de morbilidad en la región en 1990, pero descendió hasta el vigésimo lugar entre las causas principales en 2010. Las discapacidades debidas a acceso a agua no tratada se ubican en el vigésimo lugar o más.
- Cuando se compara el desempeño en salud de los países, los países de ingresos bajos y medios de la región presentan las tasas estandarizadas por edad más altas de muerte prematura y discapacidad como consecuencia de enfermedades transmisibles, neonatales, nutricionales y maternas, mientras que los países de ingresos medios y altos tienen tasas más equiparables a los países desarrollados. En general, los países de ingresos medios y superiores tienen mejor rendimiento que el promedio regional respecto a la mayoría de las causas de muerte prematura, mientras que los países de ingresos bajos y medios bajos no tienden a rendir tan bien, aunque hay excepciones a esta tendencia.

2.3. Objetivos del Milenio

Posiblemente el nexo más fuerte entre salud y saneamiento sea el que está explicitado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los que para alcanzar el objetivo general de reducir la pobreza extrema en todo el planeta hay metas específicas que conciernen a la satisfacción de necesidades básicas, entre ellas el acceso a un nivel mínimamente digno en materia de saneamiento.

Estos objetivos fueron promulgados en la Cumbre del Milenio realizada en Nueva York en el año 2000. La Declaración del Milenio fue suscrita por 189 países y consiste en 8 objetivos con 21 metas cuantificables, conocidas como las Metas del Milenio.

El objetivo general de la Declaración del Milenio es acabar con la pobreza extrema y que todos puedan tener acceso a educación y salud, en un entorno sostenible, y su Objetivo 7 es “*Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*” (Naciones Unidas, 2010).

Las cuatro metas que se agrupan en este Objetivo son las siguientes:

- Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente.
- Reducir la pérdida de biodiversidad, alcanzando para el año 2010, una reducción significativa de la tasa de pérdida de especies.
- Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento (tomando como base el año 1990).
- Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios.

La OMS junto con UNICEF, monitorea la evolución de los servicios de agua potable y saneamiento para evaluar el avance en los ODM. Entre los objetivos fijados para el año 2015 por la ONU, la meta 7.3 establece reducir en un 50 % la población sin acceso a agua potable y servicios básicos de saneamiento (Naciones Unidas, 2010). Esto implica incrementar la cobertura mundial de agua potable desde el 77,5 % que se tenía en 1990 a un 88,5 % en 2015 y la cobertura de saneamiento mejorado de un 49 % en 1990 a un 75 % en 2015. Y como resultado evitar 470.000 muertes anuales y aumentar los días productivos en 320.000.000 de días hombre al año, por lo que las inversiones necesarias para lograr la meta tendrían beneficios económicos a largo plazo (WWAP, 2014).

El programa de monitoreo, denominado Programa Conjunto de Monitoreo (PCM, o JMP por sus siglas en inglés), orientado a la cuantificación de los logros en el marco de las metas de los ODM, define saneamiento básico con una acepción diferente de la considerada a nivel de la Ingeniería Sanitaria. El concepto de saneamiento básico (también llamado como *saneamiento mejorado* por el PCM, ONU, UNICEF) se plantea como:

“...la opción de menor costo para garantizar un acceso sostenible a instalaciones y servicios para la eliminación de excretas y aguas residuales que sean seguros, higiénicos y prácticos, y que proporcionen intimidad y dignidad a la vez que garanticen unas condiciones de vida limpias y saludables tanto en el hogar como en el vecindario de los usuarios” (ONU, 2005).

El PCM puntualiza además que:

“El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios”. (WHO & UNICEF, 2015)

Dentro de las instalaciones de saneamiento mejorado se encuentran soluciones de saneamiento dinámico (conexión a red de alcantarillado o sistemas con fosa séptica cuyo efluente líquido se conecta a red de alcantarillado) y se establecen las siguientes opciones de saneamiento estático (WHO & UNICEF, 2015):

- Soluciones con letrinas de pozo seco, ventiladas, o ecológicas.
- Soluciones con descarga de agua en letrinas con arrastre hidráulico, o hacia sistemas de fosa séptica cuyo efluente líquido se dispone por infiltración al terreno.

Entre los sistemas de saneamiento no mejorado se incluyen las soluciones con descarga de agua que vierten en forma directa al terreno o la vía pública o algún otro punto de disposición final que no garantiza las condiciones de salubridad mínimas, las letrinas abiertas, las letrinas sin losa de apoyo para el usuario, las letrinas de balde, las letrinas colgantes, las alternativas de defecación al aire libre y las instalaciones públicas o compartidas (WHO & UNICEF, 2015).

Para las distintas soluciones de saneamiento mejorado que admiten los ODM, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) junto con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), han publicado guías con los criterios de diseño, construcción, operación y mantenimiento.

La definición de *saneamiento mejorado* de OMS resulta poco exigente, ya que no considera aspectos relacionados con el nivel de servicio (operación y mantenimiento adecuados tanto desde el punto de vista técnico como ambiental y económico), lo que hace que se acepten sistemas de disposición de excretas en sitio que no necesariamente resultan libres de riesgos sanitarios (OPS, 2010). Desde el punto de vista de la protección de la salud, la meta final debería ser lograr el acceso universal a sistemas de agua y saneamiento adecuados tanto en el hogar como en la escuela, lugar de trabajo y demás sitios donde las personas interactúan (Bartram J & Cairncross S, 2010).

En el año 2015, a la luz de los logros alcanzados en los ODM, se elaboraron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Agenda 2030, que constituyen el nuevo plan trazado para el período 2016 – 2030. Los ODS incorporan conceptos de sostenibilidad, equidad y universalidad en el acceso a las distintas metas de los ODM. En particular, el Objetivo 6 plantea “*Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*”, y las metas definidas son las siguientes:

- Lograr para el año 2030, acceso universal y equitativo al agua potable, así como acceso equitativo a servicios de saneamiento.
- Mejorar la calidad del agua y aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos poniendo en práctica su gestión integrada, para el año 2030.
- Restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, para el 2020.
- Ampliar la cooperación internacional y el apoyo a los países en desarrollo en materia de agua y saneamiento, para el año 2030.

2.4. Aceptabilidad de las soluciones

Un aspecto que generalmente no se considera cuando se define saneamiento y se establecen las soluciones posibles, es el grado de aceptación por parte de la población beneficiaria. Sin embargo este criterio resulta fundamental cuando se analizan las condiciones bajo las cuales un sistema de saneamiento puede ser considerado como tal.

En el año 2010, la Asamblea General de Naciones Unidas reconoció, como derechos humanos, el acceso a agua potable y saneamiento. Los principios de los derechos humanos definen varias características que deben cumplirse para que puedan alcanzarse estos derechos: disponibilidad, seguridad, aceptación, accesibilidad tanto desde el punto de vista del servicio como del precio, participación, universalidad, responsabilidad (OMS & UNICEF, 2012). Esto muestra que para que un sistema de saneamiento pueda ser considerado como una solución adecuada, además de los aspectos relacionados con la protección de la salud y el ambiente, debe considerarse la aceptación del sistema por parte de los usuarios.

3. EL SANEAMIENTO A NIVEL MUNDIAL

3.1. Panorama general

Al año 2011, la mitad de la población en países en desarrollo, carecía de acceso a servicios básicos de saneamiento. Esta situación se relaciona directamente con impactos en la salud y en la productividad, pero también con el sentido de respeto propio y de dignidad humana. A ese año, las enfermedades diarreicas eran causantes de 2.000.000 de muertes anuales de niños menores de 5 años (PNUD, 2011).

En la Ilustración 3-1 a la Ilustración 3-5 se grafican los resultados que presenta el PCM en materia de cobertura de agua segura y saneamiento mejorado para el año 2012.

La situación varía en cada país, pero pueden plantearse algunas observaciones generales por región.

En África Subsahariana es donde se registran los mayores porcentajes de población sin acceso a agua y saneamiento mejorados. En 5 de los 14 países para los que se cuenta con información, la cobertura de servicios mejorados no alcanza al 60 % de la población, en el caso del agua, y al 30 % de la población en el caso del saneamiento (Ilustración 3-1). La falta de acceso a agua y saneamiento adecuados, se refleja también en que las enfermedades diarreicas se encuentren entre las principales causas de AVAD (15º lugar, Ilustración 2-4).

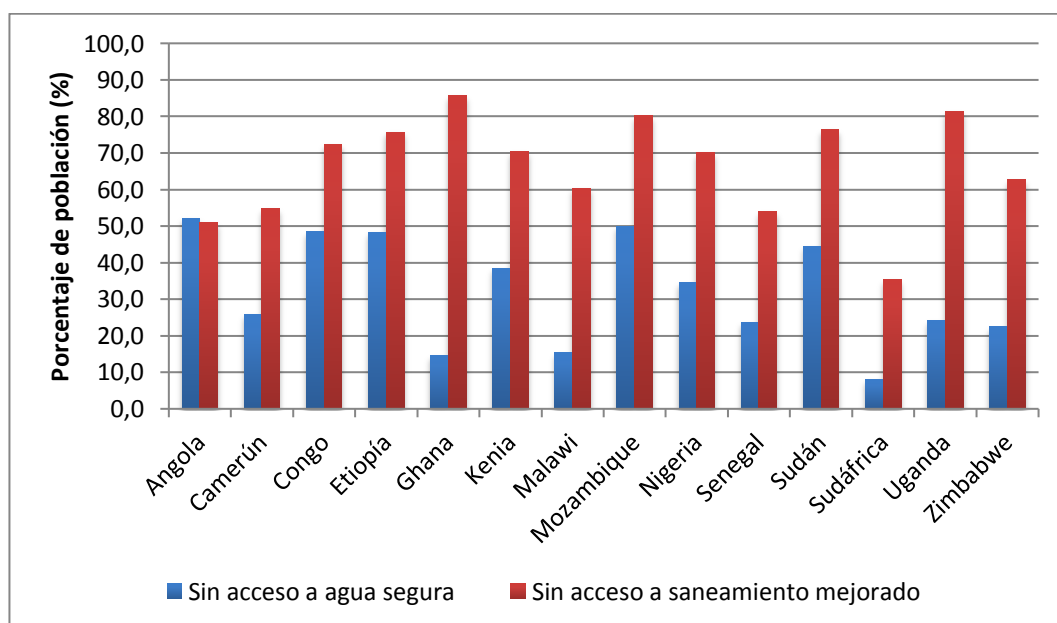
En esta región, el uso de instalaciones de saneamiento compartidas ha aumentado en los últimos años, siendo una opción utilizada por cerca del 18 % de la población en África Subsahariana (Heijnen M et al., 2014). Las instalaciones compartidas no son consideradas como saneamiento mejorado por la OMS, criterio que está en revisión debido a que estas soluciones (bien diseñadas y mantenidas) podrían dar la oportunidad de mejorar las condiciones sanitarias a población que actualmente realiza defecación al aire libre. Sin embargo, en un estudio realizado por Heijnen M et al. sobre la incidencia de enfermedades de origen hídrico comparando instalaciones compartidas con soluciones de letrinas individuales, se concluye que en el primer caso el riesgo de transmisión de enfermedades aumenta.

En las regiones de Asia y Medio Oriente la situación mejora en general con respecto al acceso a agua segura, pero se mantienen altos porcentajes de población sin acceso a saneamiento mejorado (Ilustración 3-2 e Ilustración 3-3).

En Europa la mayor parte de los países presentan una muy alta cobertura de agua segura y saneamiento mejorado, con valores que superan el 95 % en el caso del agua y el 90 % en el caso del saneamiento (Ilustración 3-4). Así, las enfermedades diarreicas se ubican entre los últimos lugares de causa de AVAD en comparación con el resto del mundo (28° puesto, Ilustración 2-4). Esto mismo sucede en los países de América del Norte.

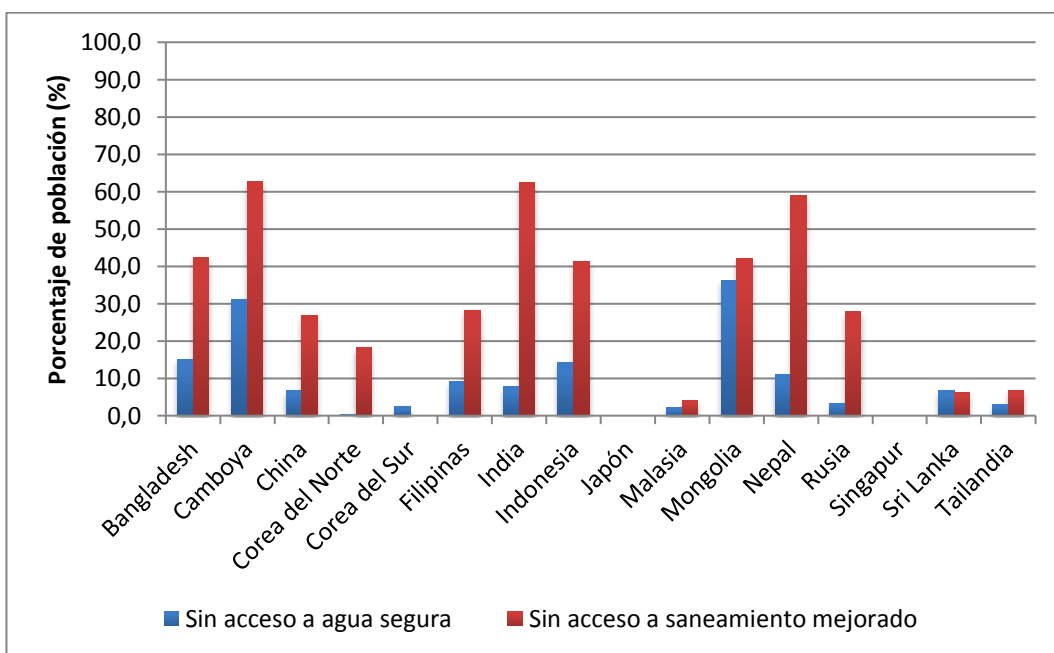
En el caso de ALC, los datos muestran la disparidad de situación entre los distintos países. En un extremo se ubica Argentina, con bajo porcentaje de población sin acceso a agua y saneamiento mejorados (menos del 5 %, Ilustración 3-5), y que presenta un valor de años de vida perdidos por enfermedades diarreicas de 5 años y las AVAD debidas a no contar con acceso a agua tratada se ubican en el lugar 24 (Ilustración 2-6 e Ilustración 2-5). En el extremo opuesto se ubica Haití, en donde más de la tercera parte de la población carece de acceso a agua segura para consumo y cerca del 76% no tiene acceso a saneamiento mejorado (Ilustración 3-5), y que presenta un valor de años de vida perdidos por enfermedades diarreicas de 29 años y las AVAD debidas a no contar con acceso a agua tratada se ubican en el lugar 18 (Ilustración 2-6 e Ilustración 2-5). Uruguay se encuentra entre los países con mayores coberturas, tanto en agua segura como en saneamiento mejorado.

Ilustración 3-1 Población sin acceso a agua segura y saneamiento mejorado – África (2012)



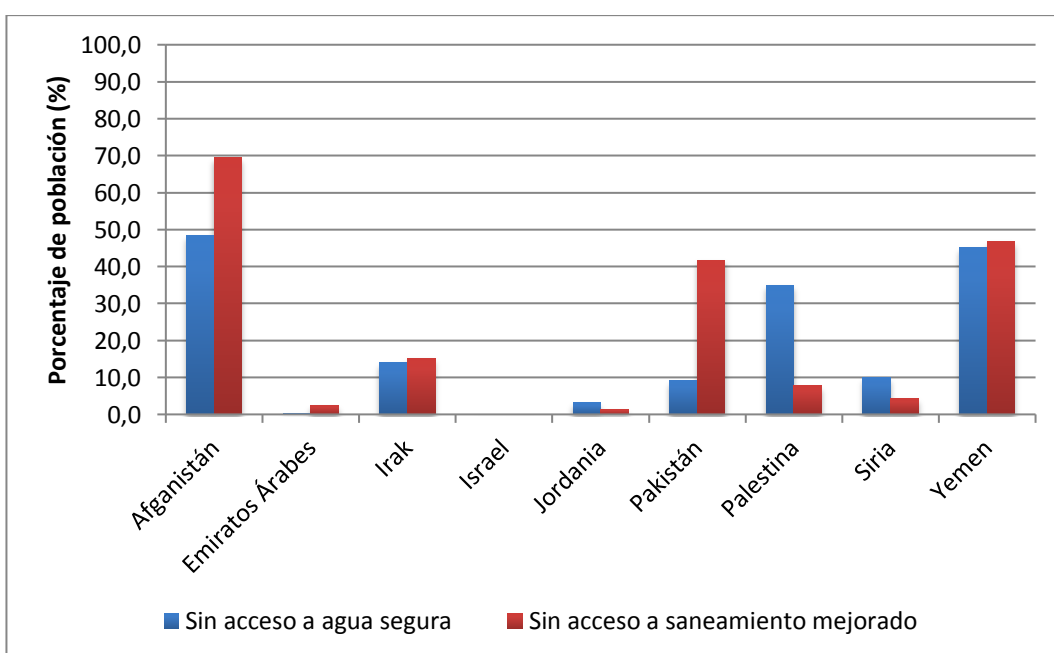
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-2 Población sin acceso a agua segura y saneamiento mejorado – Asia (2012)



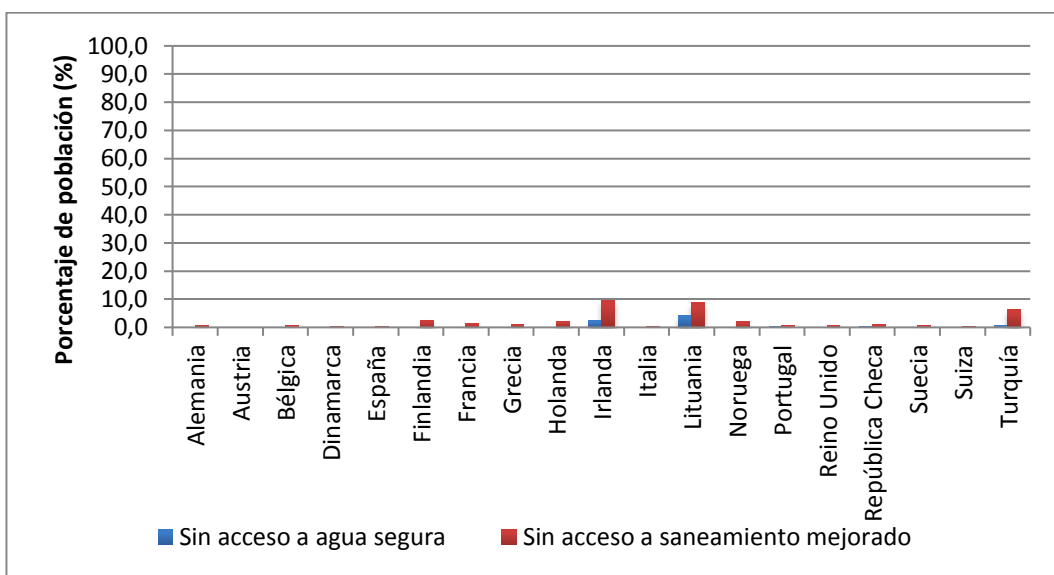
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-3 Población sin acceso a agua segura y saneamiento mejorado – Medio Oriente (2012)



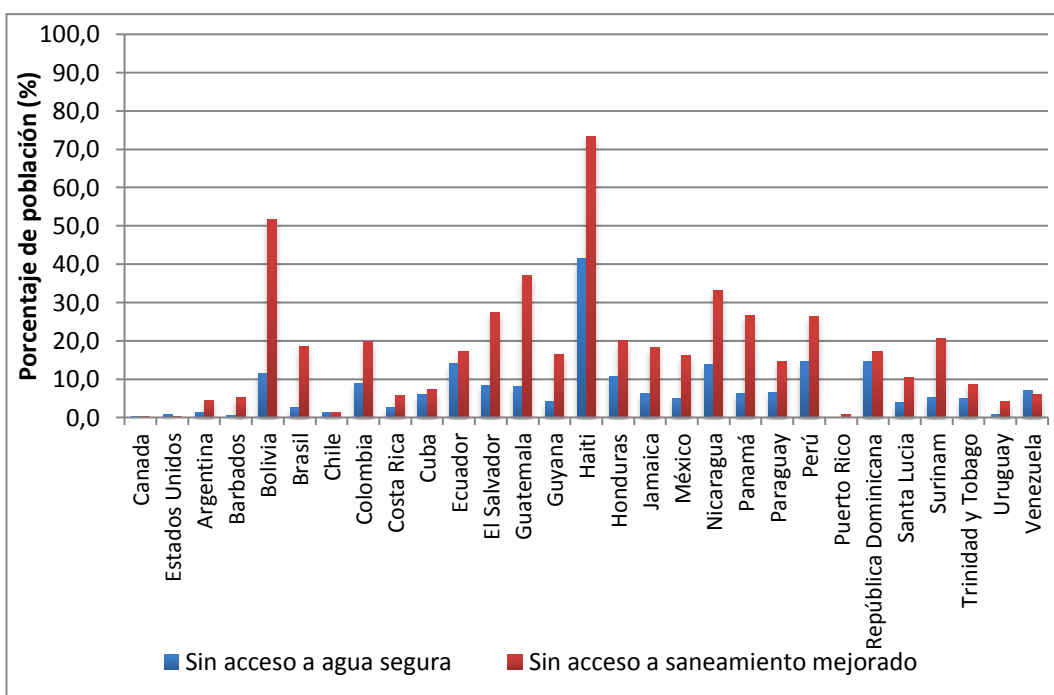
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-4 Población sin acceso a agua segura y saneamiento mejorado – Europa (2012)



Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-5 Población sin acceso a agua segura y saneamiento mejorado – América (2012)



Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Entre 2012 y 2015 el acceso a servicios mejorados de agua y saneamiento ha aumentado en las distintas regiones. En las siguientes figuras (Ilustración 3-6 a Ilustración 3-10) se presenta el aumento de cobertura por país, para cada región, de acuerdo a los datos publicados por el PCM en 2015 (WHO & UNICEF, 2015).

En el caso de África, se observa un aumento de cobertura en todos los países, con un máximo en Etiopía donde se registró más de un 5 % de aumento en cobertura de agua segura y casi un 4 % de saneamiento mejorado (Ilustración 3-6).

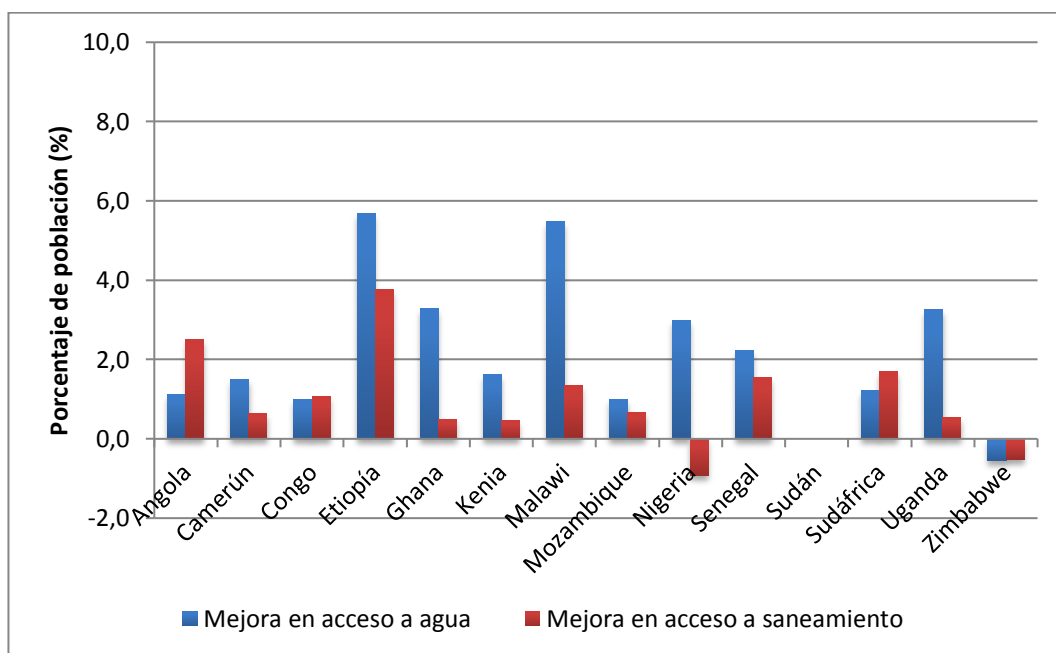
En Asia también se tienen aumentos de cobertura en la mayor parte de los países (Ilustración 3-7). En Medio Oriente, Afganistán, Irak y Pakistán registran aumento de cobertura (Ilustración 3-8).

En Europa muy pocos países registraban bajas coberturas de agua y saneamiento mejorados, lo que se refleja en que solamente Lituania y Turquía presenten aumentos que superan el 0,5 % (Ilustración 3-9).

En América la mayor parte de los países registran aumentos en las coberturas de los servicios (Ilustración 3-10).

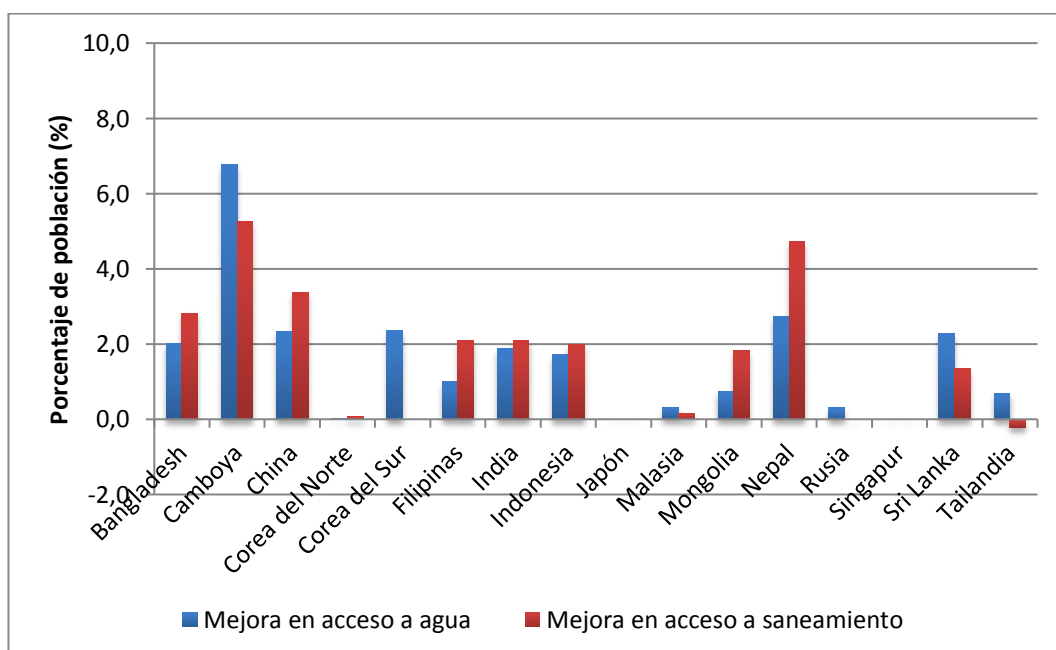
En varios países de las distintas regiones (Nigeria, Zimbabue, Tailandia, Pakistán, Haití, Santa Lucía) se tienen valores negativos, lo que plantea interrogantes respecto de los datos registrados y de las causas que podrían haber llevado a una disminución en el acceso a servicios de saneamiento mejorado.

Ilustración 3-6 Población que ganó acceso a agua segura y saneamiento mejorado entre 2012 y 2015 – África



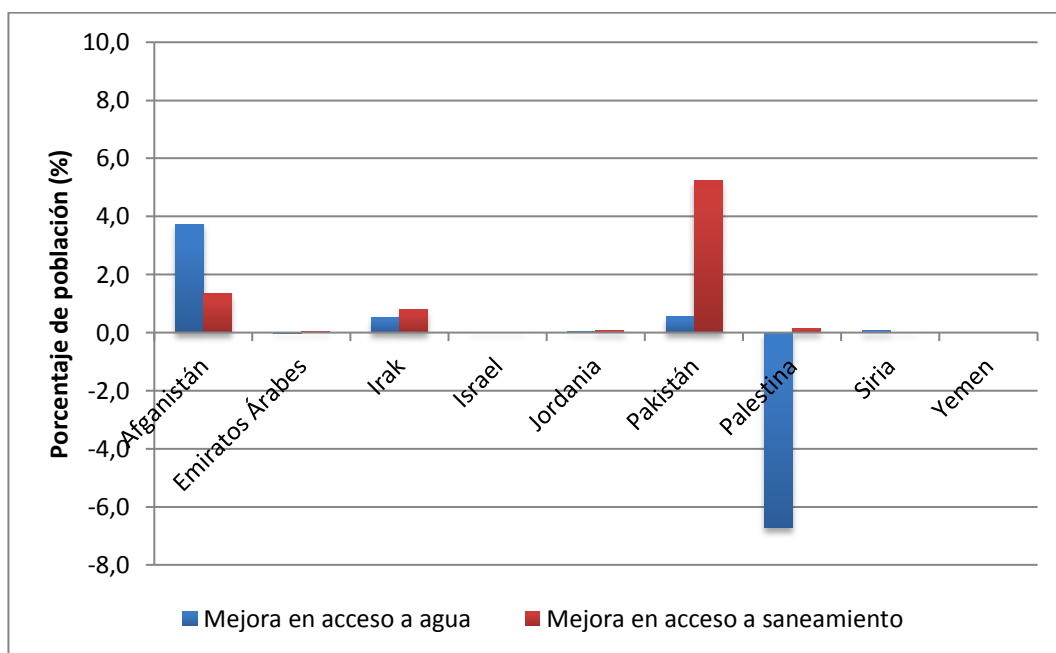
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-7 Población que ganó acceso a agua segura y saneamiento mejorado entre 2012 y 2015 – Asia



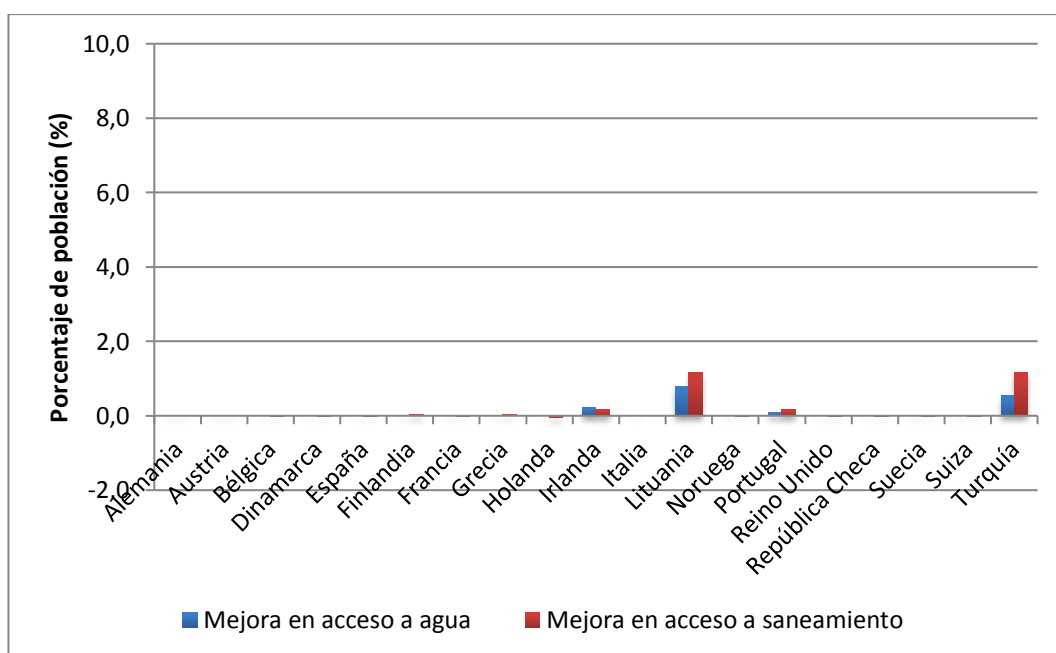
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-8 Población que ganó acceso a agua segura y saneamiento mejorado entre 2012 y 2015 – Medio Oriente



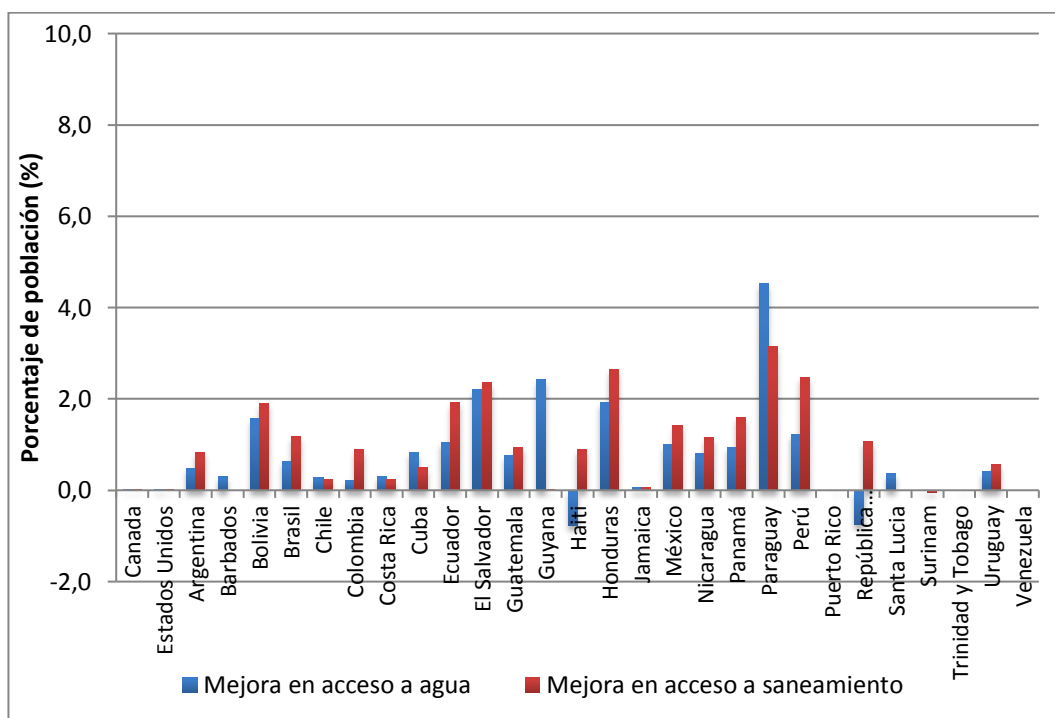
Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-9 Población que ganó acceso a agua segura y saneamiento mejorado entre 2012 y 2015 – Europa



Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Ilustración 3-10 Población que ganó acceso a agua segura y saneamiento mejorado entre 2012 y 2015 – América



Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

Resulta de interés describir brevemente la situación europea, por ser particularmente buena, y la de América del Sur para contextualizar la situación de Uruguay, que es el caso de estudio que se presenta en el capítulo 5.

3.2. La realidad europea

La situación de Europa en materia de saneamiento es muy buena desde hace ya varias décadas: en 1990 superaba el 90 % en áreas urbanas y el 80 % en áreas rurales (WHO & UNICEF, 2015). En consecuencia, su crecimiento en los últimos años no ha sido tan importante porcentualmente, como puede verse en el Cuadro 3-1.

Efectivamente, las preocupaciones de la Comunidad Económica Europea (CEE) están adelantadas temporalmente en relación a las de la mayor parte del mundo: en 1991, finalizando el Decenio del Agua Potable y Saneamiento de la ONU, su situación era tan buena que permitía fijarse metas que aún hoy no han sido alcanzadas siquiera parcialmente en muchos países latinoamericanos incluyendo Uruguay.

Cuadro 3-1 Evolución de la población con acceso a agua segura y saneamiento mejorado en Europa

Año	Población con acceso a agua segura (%)		Población con acceso a saneamiento mejorado (%)	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1990	98,7	88,8	93,7	83,4
2000	99,0	90,3	93,8	84,3
2012	99,4	94,5	94,6	88,6
2015	99,4	96,1	94,8	89,2

Nota: Elaboración propia a partir de datos de WHO & UNICEF

La Directiva 91/271/CEE de la CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, fue promulgada en el año 1991 y luego modificada por la Directiva 98/15/CE del año 1998. En este documento se establecen las medidas que los distintos países deben adoptar con relación a la gestión de los efluentes domésticos para garantizar una disposición final adecuada.

Se fija como primer objetivo que las aglomeraciones urbanas cuenten con redes de saneamiento dinámico y como segundo paso, que se prevean los tratamientos adecuados para dichos efluentes previo a su vertido a curso de agua.

En el Artículo 3° se establece que todas las localidades de más de 2.000 habitantes equivalentes deben contar con redes de colectores:

“Los Estados miembros velarán porque todas las aglomeraciones urbanas dispongan de sistemas colectores para las aguas residuales urbanas:

- *a más tardar, el 31 de diciembre del año 2000 en el caso de las aglomeraciones con más de 15.000 equivalentes habitante («e-h»), y*
- *a más tardar, el 31 de diciembre del año 2005 en el caso de las aglomeraciones que tengan entre 2.000 y 15.000 e-h.*

Cuando se trate de aguas residuales urbanas vertidas en aguas receptoras que se consideren «zonas sensibles» con arreglo a la definición del artículo 5, los Estados miembros velarán por que se instalen sistemas colectores, a más tardar, el 31 de diciembre de 1998 en las aglomeraciones con más de 10.000 e-h.”

En el Artículo 4° se establece que los efluentes conducidos en los sistemas dinámicos deben ser objeto, previo a su vertido final, de un tratamiento de nivel secundario.

En el Artículo 7° se fija que para fin del año 2005, las poblaciones de menos de 2.000 habitantes cuyos efluentes sean descargados en cuerpos de agua dulce o estuarios, deben contar con sistema dinámico y tratamiento previo a su vertido final.

Para las localidades no incluidas en los rangos anteriores, en donde no se previera la construcción de un sistema dinámico (ya sea por no ofrecer ventajas respecto de las soluciones estáticas o por ser demasiado costoso), se establece que deberán instalarse sistemas individuales u otras alternativas que garanticen el mismo nivel de protección ambiental que el que se lograría con un sistema dinámico con tratamiento centralizado.

Analizando esta Directiva de la CE, se observa que a nivel europeo las localidades con más de 2.000 habitantes quedan incluidas dentro de las soluciones de sistemas dinámicos. Para las localidades menores pueden plantearse sistemas estáticos que presenten eficiencias en depuración comparable con un sistema de tratamiento secundario. Esto implica garantizar la remoción de la mayor parte del contenido orgánico biodegradable (tanto coloidal como disuelto), así como de los sólidos suspendidos, previo a su disposición final (Metcalf & Eddy, 2003).

Este nivel de desarrollo en materia de agua potable y saneamiento se refleja directamente en la evaluación de causas ambientales de AVAD: en 2010, las causas principales de pérdida de años de vida sana en Europa eran los trastornos musculares y reumáticos, los trastornos depresivos, problemas pulmonares y diabetes. Las enfermedades diarreicas no estaban, en el año 2010, entre las 25 primeras causas de AVAD (Ilustración 2-4).

Pese a tener una situación particularmente buena, Europa no se descansa y mantiene su preocupación por el tema del saneamiento básico. El informe "The European health report 2012. Charting the way to well-being" (OMS, 2012), al referirse a ello, no pierde el sentido autocrítico y dice:

"La disponibilidad de agua en los espacios de vida humanos, tanto para el consumo e higiene, es esencial. En general, el acceso al agua en la Región Europea está entre los mejores del mundo. De todos modos, todavía se plantean algunas cuestiones en torno a la calidad del agua, en particular la contaminación por patógenos y elementos químicos, que son causadas por fugas de tuberías antiguas, los cortes en los servicios o la falta de un sistema de alta calidad en cuanto a protección de las aguas y cloración. Se

analizaron los datos sobre el acceso al agua (la población conectada a un sistema de abastecimiento de agua) y saneamiento (la población conectada a un sistema de alcantarillado o a una fosa séptica o a otros medios higiénicos de eliminación de aguas residuales) en áreas urbanas y rurales para cuantificar los cambios entre 1990 y 2008. En general, la proporción de la población con acceso a agua en la Región en 2008 era del 96% en las zonas urbanas, contra el 75 % de las zonas rurales. Las diferencias entre países van desde casi el 100 % de acceso tanto en zonas urbanas como rurales a algunas brechas mayores entre esas áreas en los países del Este de la Región.”

En cuanto a datos al año 2012, el acceso a alguna forma de saneamiento mejorado se evalúa en el 95 % para la población urbana y en 89 % para la población rural (WHO, 2012). Sin embargo, los informes sobre inequidad que ha realizado la OMS en Europa muestran que hay importantes desigualdades en materia de acceso a varios determinantes ambientales de la salud, en particular al agua y saneamiento.

En lo que respecta a los tratamientos a realizar a los efluentes previo a su vertido final, la Directiva 91/271/CEE define niveles de tratamiento en función del sitio de disposición (según se trate de zonas sensibles, menos sensibles o normales). El nivel de “*tratamiento adecuado*” se define como aquel a través del cual se mantiene la calidad del cuerpo de agua receptor; “*tratamiento secundario*” abarca las soluciones de tratamiento biológico con sedimentación secundaria; “*tratamiento más riguroso*” refiere a las soluciones que garanticen la remoción de nutrientes; “*tratamiento menos riguroso*” se define como el equivalente a un tratamiento primario como mínimo. A su vez se impulsan iniciativas para mejorar el nivel de tratamiento, como por ejemplo, en España el Real Decreto 1620 del 7 de diciembre de 2007 que establece condiciones para el reúso de las aguas tratadas. A este respecto, se definen en el Real Decreto las “*aguas regeneradas*” (MMA & MRM, 2010):

“Se entiende como aguas regeneradas aquellas aguas residuales depuradas que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan. El agua regenerada implica depuración, con el objetivo de volver a ser utilizada, mientras que el agua depurada, a diferencia de la regenerada, no siempre opta a ser reutilizada, sino que su destino es el de ser vertida al dominio público hidráulico o al marítimo terrestre, según convenga.”

Entre los tratamientos complementarios que se pueden aplicar, Trapote Forné & Martínez López (2012) indican, entre los tratamientos convencionales, los lodos activados, biorreactores de membranas, sistemas de lecho fijo, filtros percoladores y biodiscos; entre los tratamientos no convencionales, incluyen las lagunas, la infiltración-percolación modificada y los filtros verdes o humedales construidos. En ese sentido, las autoras describen de la siguiente forma cada uno de los sistemas:

“Son las denominadas tecnologías naturales (también conocidas como extensivas, blandas o de bajo coste energético).

Entre ellas se encuentran los sistemas de lagunaje. Se basan en hacer pasar el agua a través de lagunas en serie con geometrías y funciones específicas en las que se desarrollan interacciones entre el agua y el ecosistema. Es el sistema de depuración más antiguo y conocido (Mara & Pearson, 1998, en CSIC 2008). Los filtros verdes o sistemas suelo-planta utilizan un terreno sobre el que se establece un cultivo vegetal determinado y al que se le aplica el agua residual, de modo que el efecto filtro del terreno y de las plantas son los que llevan a cabo la depuración.

También cabe mencionar la infiltración / percolación modificada, que es un sistema de depuración aerobio con biomasa fija y de alimentación secuencial que consiste en infiltrar de forma controlada aguas residuales (...)

Son comunes también los llamados humedales construidos, son sistemas de depuración construidos por lagunas o canales poco profundos plantados con vegetación propia de zonas húmedas y en los que los procesos de depuración tienen lugar mediante las interacciones entre el agua, el sustrato sólido, los microorganismos y la vegetación enraizada.”

Cabe señalar que la definición de filtro verde, de Trapote Forné & Martínez López, podría ser también interpretada como la definición de humedal.

Estos sistemas extensivos de tratamiento, basados en tecnologías naturales, son los que actualmente está considerando la Dirección Nacional de Agua (DINAGUA) para impulsar como soluciones adecuadas de saneamiento para sistemas individuales o de pequeña escala (Gamarrá, 2014).

3.3. La realidad de América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, la situación varía significativamente de país a país. A nivel global en la región, en 2011 el acceso a agua segura había superado la meta fijada en los ODM y la cobertura de saneamiento mejorado se ubicaba cercana a la meta establecida. Sin embargo se estima que más de 34.000.000 de personas carecían de acceso a agua potable y cerca de 110.000.000 a saneamiento mejorado (BID, 2013).

En cuanto a la prestación de los servicios, aun cuando la cobertura de agua potable y saneamiento ha mejorado en las últimas décadas, parte de la población urbana sufre problemas (CAF, 2013). En lo que refiere a abastecimiento de agua potable, se registran problemas en la prestación, ya sea por interrupciones, no tener suficiente presión o presentar calidad de agua inadecuada. Esta situación, sumada a una estructura tarifaria inadecuada, hace que a nivel industrial sea usual el abastecimiento a partir de fuentes alternativas (agua subterránea). En la mayor parte de los países, la prestación del servicio está a cargo de empresas estatales con serias dificultades financieras y de gestión, que impiden brindar servicios adecuados y con costos eficientes. Los porcentajes de agua no contabilizada en los sistemas superan el 50 % en la mayoría de las grandes ciudades (BID, 2011).

Existe también una gran segmentación en el acceso a los servicios de agua y saneamiento, cuando se comparan las diferencias entre los quintiles extremos de ingreso (Cristini et al., 2008).

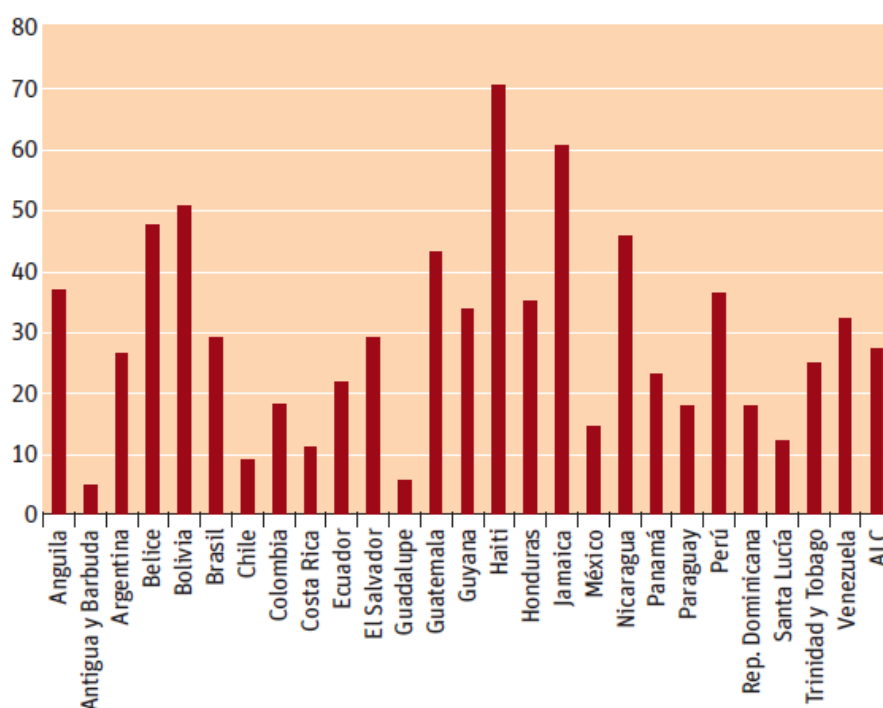
Otra situación que se ha dado en ALC en las últimas décadas, ha sido el rápido crecimiento de las ciudades sin el acompañamiento de una planificación urbana adecuada (debido a la falta de planificación o a una inadecuada fiscalización de la normativa existente). Esto ha hecho que el patrón de ocupación sea desordenado, generándose por ejemplo necesidades de desplazamientos internos que contribuyen a la congestión urbana, que no se aprovechen áreas urbanas que ya cuentan con infraestructura de servicios (caminería, electricidad, agua, saneamiento, etc.) y se generen necesidades de servicios en zonas que no cuentan con la infraestructura (BID, 2011).

Un reflejo de los problemas de planificación urbana en ALC es la proliferación de asentamientos informales, caracterizados principalmente por la precariedad en los materiales de construcción, la condición de hacinamiento y la falta de acceso a servicios de agua y saneamiento. Al año 2009, cerca de un 27 % de la población en ALC vivía en asentamientos informales, en donde el nivel de vulnerabilidad a

problemas de salud asociados a las malas condiciones de saneamiento ambiental es mayor (UN Habitat, 2009). En los últimos años ha aumentado la importancia que se le da a los determinantes sociales de la salud, incluyendo las condiciones de la vivienda, como elementos importantes asociados al nivel de salud pública de la población (Krieger J & Higgins D, 2002).

El porcentaje de población urbana que vive en barrios irregulares presenta una gran heterogeneidad entre países, como puede verse en la Ilustración 3-11. En un extremo se ubican Haití, Jamaica y Bolivia con más del 50 % de la población viviendo en asentamientos informales. En el otro extremo se ubican Antigua y Barbuda, Guadalupe y Chile, con porcentajes menores al 10 % (BID, 2011). En el caso de Uruguay se cuenta con información para 2006 y 2011. En 2006 cerca del 6 % de la población urbana vivía en asentamientos informales, mientras que en 2011 esa cifra descendió casi al 5 % (PIAI, 2013).

Ilustración 3-11 Población urbana que vive en asentamientos informales en ALC



Nota: Tomado de Naciones Unidas – Hábitat (2008), en “Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe” (BID, 2011).

A nivel mundial se experimentó un aumento significativo de la urbanización, registrándose un mayor grado en los países desarrollados que en aquellos en desarrollo. Entre 1950 y 2010 el porcentaje de población en zonas urbanas pasó del 29 % al 51 %. Mientras en los países desarrollados el grado de urbanización llegó al 75 %, en los países en desarrollo se ubicó en el 45 %. Sin embargo en ALC alcanzó casi el 80 %, y de acuerdo a las proyecciones de Naciones Unidas, al 2050 alcanzará cerca del 89 % (BID, 2011).

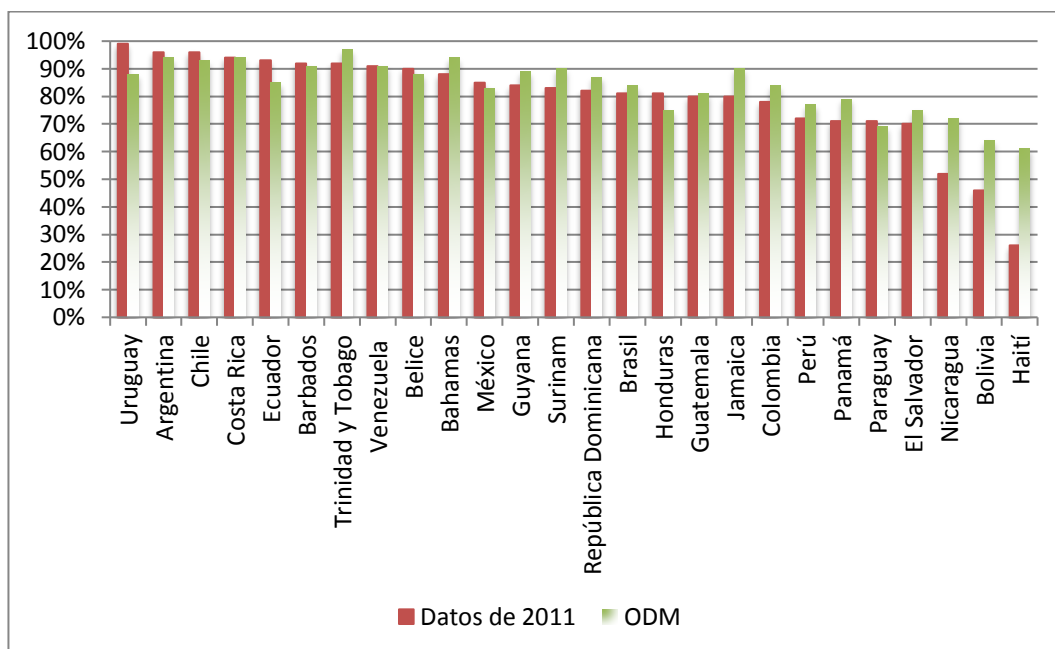
La información disponible respecto de la situación de los distintos países de ALC, en materia de saneamiento básico, es heterogénea e incluso contradictoria. En lo que sigue se presentan y analizan datos de diferentes fuentes (BID y WHO & UNICEF). Cabe señalar que dentro de las tecnologías de saneamiento mejorado consideradas por ambas fuentes, se encuentran las soluciones de saneamiento dinámico y las siguientes alternativas de saneamiento estático: letrinas de pozo seco, ventiladas, o ecológicas, letrinas con arrastre hidráulico o fosa séptica cuyo efluente líquido se dispone por infiltración al terreno.

3.3.1. Datos 2011 (Informe BID 2013)

De acuerdo al informe “Agua Potable, Saneamiento y los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe” publicado por el BID en junio de 2013, el progreso observado en los países de América Latina y el Caribe respecto del cumplimiento de los ODM en materia de cobertura de saneamiento mejorado ha sido importante aunque no suficiente como para alcanzar las metas fijadas para el global de la región.

Al año 2011 la cobertura global alcanzaba el 82 %, siendo la meta para el 2015 de 84 %. De los 26 países incluidos, 11 se ubicaban por encima de la meta prevista para el 2015 (Argentina, Barbados, Belice, Chile, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Paraguay, Uruguay y Venezuela), 7 estaban en camino de alcanzar la meta al 2015 (Brasil, El Salvador, Guatemala, Guyana, Perú, República Dominicana y Trinidad y Tobago), y los 8 restantes (Bahamas, Bolivia, Colombia, Haití, Jamaica, Nicaragua, Panamá y Surinam) presentaban tasas de crecimiento de cobertura menor a la necesaria para alcanzar la meta al final del período. Estos datos se presentan en la Ilustración 3-12. Los demás países de la región no fueron incluidos en el informe.

Ilustración 3-12 Porcentaje de población con saneamiento mejorado, 2011



Nota: Elaboración propia a partir de datos de BID, 2013.

3.3.2. Datos 2015 (PCM, WHO & UNICEF)

Actualizando los datos anteriores, con la información publicada en el sitio web del PCM de OMS y UNICEF, para el año 2015, se tiene:

- 12 países han alcanzado o inclusive superado la meta prevista para el 2015 (Argentina, Barbados, Belice, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Paraguay, Uruguay, Venezuela), al agregarse El Salvador a esta categoría;
- 9 se encuentran cercanos a la meta fijada (Bahamas, Brasil, Colombia, Guyana, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago). Bahamas, Brasil, Colombia, Perú y República Dominicana están a menos de 3 puntos de la meta. En Guyana se observa que no hubo aumento de cobertura entre 2011 y 2015. En este grupo se ubicaría también Guatemala, pero en ese caso la información incluida en ambos informes difiere significativamente, ya que de acuerdo a la publicación del BID la cobertura al año 2011 se ubicaba en 80 %, mientras que los datos del PCM la sitúan en 64 % en 2015 (con valores inferiores los años anteriores);
- y los 4 restantes se ubican en valores muy inferiores a la meta de 2015.

En los países de ALC que no fueron incluidos en el informe del BID, las coberturas de saneamiento mejorado, al año 2015, se ubican en más del 90 % en Anguila, Antigua y Barbuda, Aruba, Cuba, Granada, Guayanas Francesas, Islas Caimán, Islas Turcas y Caicos, Islas Vírgenes, Islas Vírgenes Británicas, Martinica, Puerto Rico, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía (los datos para Antigua y Barbuda, Guayanas Francesas, Guadalupe y Martinica corresponden a 2014). En Dominica, Islas Turcas y Caicos, Montserrat, San Cristóbal y Nieves, la cobertura se ubica entre 80 y 90 %, de acuerdo a la información disponible de 2007. Finalmente en San Vicente y las Granadinas, se tiene una cobertura de 76 % (según dato de 2007). Para las Islas Malvinas y las Antillas Holandesas, no se presentan datos.

3.4. Reseña de la situación actual en América Latina y el Caribe

3.4.1. Datos de Argentina

De acuerdo al censo nacional de población, hogares y viviendas realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), los tipos de sistemas de saneamiento existentes comprenden:

- *red pública (cloaca);*
- *cámara séptica y pozo ciego;*
- *pozo ciego;*
- *hoyo, excavación en la tierra;*
- *instalaciones sin inodoro.*

Se definen, como sistemas no adecuados de saneamiento, aquellas soluciones de inodoro con descarga a pozo ciego, inodoro sin descarga o aquellas que no cuentan con inodoro (INDEC, 2010).

La cobertura de la red pública alcanza al 49 % de la población (47 % cuenta con red de agua interna a la vivienda y procedente de la red pública de agua potable, 1 % tiene agua potable de la red pública pero fuera de la vivienda, y el 1 % restante tiene otras fuentes de abastecimiento de agua como perforación, pozo, transporte por cisterna, agua de lluvia o fuente superficial). Las soluciones de cámara séptica alcanzan al 26 % de la población, las de pozo ciego al 20 %, 2 % utiliza descargas directas a la tierra y 3 % no cuenta con inodoro. En consecuencia el porcentaje de soluciones no adecuadas de saneamiento alcanzaría, al año 2010, al 25 % de la población (INDEC, 2010).

De acuerdo a BID 2013, el acceso a sistemas de saneamiento mejorado alcanzaba al 96 % de la población en el año 2011. Y según los datos publicados en el sitio web del PCM, se habría mantenido el 96 % de cobertura en el 2015. Estos valores superan ampliamente los datos que maneja el INDEC al año 2010. En cuanto a la meta fijada para el 2015 dentro de los ODM, el informe del BID menciona un valor de 94 %. Sin embargo, en el documento “República Argentina. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Rendición de Cuentas 2010”, realizado por el PNUD, se plantea un valor de 75 % como objetivo.

Se observa entonces que la información publicada no es consistente.

3.4.2. Datos de Bolivia

De acuerdo a los datos del censo nacional de población y vivienda realizado en el año 2012 por el Instituto Nacional de Estadísticas de Bolivia (INE Bolivia), las opciones existentes de desagüe del baño, inodoro o letrina, eran las siguientes:

- *alcantarillado;*
- *cámara séptica;*
- *pozo ciego;*
- *superficie (calle, quebrada, río, laguna, lago, otro).*

En ese año se registraba que un 48,1 % de la población contaba con conexión al alcantarillado, 9,7 % tenía conexión a cámara séptica, 22,9 % a pozo ciego, 0,4 % vertía en forma directa a la calle, río u otros, y 18,9 % no contaba con baño, inodoro o letrina.

Las soluciones de saneamiento adecuado, fijadas en el Plan Nacional de Desarrollo del año 2006, comprenden el alcantarillado para área urbana y los sistemas de letrina o cámara séptica para área rural. En consecuencia se tendría una cobertura de saneamiento adecuado mayor al 48 % para el 2012 (dado que parte de los porcentajes con cámara séptica y pozo ciego podrían ser adecuados si se trataran de área rural).

En el informe “Planes estratégicos para el sector de agua potable y saneamiento. Síntesis de Bolivia” (BID, 2009a), se menciona que la cobertura tanto de agua como de saneamiento es baja, situación que se agrava en las zonas periurbanas de las ciudades metropolitanas. Cuando se discrimina el porcentaje de conexión al alcantarillado en área urbana y rural, el porcentaje de 48 % que se registraba al 2012 pasa a ser de 69 % a nivel urbano y 5 % en zona rural (INE Bolivia, 2012).

En el documento “Saneamiento para el Desarrollo”, presentado en el marco de la LATINOSAN en 2007, se plantea un valor de cobertura de saneamiento adecuado del 55 % para el año 2006, mencionando que en las áreas rurales solamente el 28 % de la población cuenta con instalaciones de saneamiento (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

De acuerdo a BID 2013, el acceso a sistemas de saneamiento mejorado alcanzaba al 46 % de la población en el año 2011, valor inferior al registrado por el INE en el mismo período. De acuerdo a la información publicada por el PCM en el 2015, la cobertura habría alcanzado al 50 % de la población (WHO & UNICEF, 2015).

Los ODM para Bolivia son alcanzar un 64 % de cobertura en saneamiento mejorado para el 2015, pero en el Plan Nacional de Saneamiento Básico 2001-2010 se establece un objetivo más ambicioso de alcanzar al año 2010 un 83 % de cobertura en saneamiento adecuado, con un 52 % de cobertura en alcantarillado (Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos, Bolivia, 2001).

3.4.3. Datos de Brasil

En base a los datos del censo demográfico realizado en el año 2010 por el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE), los sistemas de saneamiento existentes incluyen:

- *red general de saneamiento o pluvial;*
- *fosa séptica;*
- *fosa rudimentaria;*
- *zanja;*
- *curso de agua (río, lago o mar).*

Dentro de las soluciones de saneamiento mejorado, la cobertura de red de saneamiento es del 52 % y la de fosas sépticas del 12 %, considerando la población que cuenta con instalaciones de uso exclusivo de la vivienda. Se tiene entonces que el 64 % de la población contaría, al año 2010, con soluciones adecuadas de saneamiento. Entre las soluciones no mejoradas se tiene un 24 % de cobertura con fosas rudimentarias, 2 % con descarga directa a zanjas, 2 % con descarga a cursos de agua, 5 % con instalaciones compartidas entre varias viviendas y 3 % que no cuentan con baño ni inodoro (IBGE, 2010).

En el informe del Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento (SNIS), en el que se presentan los datos recabados de los distintos prestadores de servicios en Brasil, se plantea que la cobertura de red de

saneamiento al 2013 alcanza al 49,7 % de la población, siendo 57,7 % cuando se refiere a zonas urbanas (Ministério das Cidades, 2013).

En BID 2013, se indica una cobertura del 81 % para los sistemas de saneamiento mejorado, al año 2011. Y de acuerdo a los datos publicados en el sitio web del PCM, la cobertura habría alcanzado un 83 % en el 2015. Estos valores superan ampliamente los datos que maneja el IBGE al año 2010. Respecto a la meta fijada para el 2015 dentro de los ODM, el informe del BID indica un valor de 84 %. Sin embargo, en el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe 2007, se plantea que la meta se ubicaría en 69,7 %.

Se observa que, también en este caso, la información publicada por distintas fuentes no es consistente.

3.4.4. Datos de Chile

Las opciones de saneamiento existentes en el año 2002, de acuerdo al censo de población y viviendas realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile, eran las siguientes:

- *alcantarillado;*
- *fosa séptica;*
- *pozo negro;*
- *descarga directa sobre canal;*
- *baño químico.*

Ese año, el porcentaje de población conectado al alcantarillado alcanzaba el 90 %, las soluciones de fosa séptica se ubicaban en el 0,2 %, los sistemas de pozo negro en 8,3 %, las descargas directas eran realizadas por menos del 0,1 % de la población y casi el 1 % no tenía servicio higiénico.

De acuerdo al Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, en 2007 se tenía una cobertura de alcantarillado a nivel urbano de 95,2 %, por más que existían viviendas frentistas a la red que no estaban conectadas. La meta nacional fijada para fines de 2009 era que todas las aguas servidas recolectadas por alcantarillado tuvieran tratamiento previo a su disposición final. A nivel rural el 96,6 % de la población contaba con soluciones de saneamiento mejoradas, que incluyen alcantarillado, fosa séptica seguida de pozo filtrante o letrinas sanitarias.

En BID 2013, se indica una cobertura del 96 % para los sistemas de saneamiento mejorado, al año 2008.

Según el Ministerio de Desarrollo Social de Chile (2012), éste era el país que más había avanzado en materia de saneamiento a nivel regional, siendo el porcentaje de población urbana sin alcantarillado al año 2009 de 2,2 %. La meta fijada para el 2015 era llevar dicho porcentaje a 0, y dada la elevada cobertura del sistema, se planteaba que el mayor desafío a nivel urbano estaba en el tratamiento de las aguas servidas.

Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), a partir de la información recopilada por los distintos prestadores en Chile se tendría una cobertura de alcantarillado a 2014 de 96,65 % a nivel urbano, valor inferior a los de las fuentes anteriores (SISS, 2014).

En el sitio web del PCM (WHO & UNICEF) se publica una cobertura de saneamiento mejorado de 99 % al año 2015.

La meta fijada en los ODM era llegar a una cobertura del 93 %, valor que ha sido ampliamente superado (BID, 2013).

Un aspecto a destacar es que no existen inequidades de acceso a los servicios, entendiendo por inequidades a las diferencias injustificadas, innecesarias y evitables. La única excepción es en las poblaciones en asentamientos irregulares durante el plazo que lleva regularizarlas y dotarlas de la urbanización adecuada. También Chile se destaca por la existencia de políticas y estrategias sectoriales para la recolección y tratamiento de aguas residuales; inclusive los lodos generados en los sistemas de tratamiento son en su mayoría dispuestos en forma adecuada. A nivel rural también se plantea la construcción de sistemas de alcantarillado para mejorar las condiciones de vida de la población con menores recursos (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

3.4.5. Datos de Colombia

En el informe “Planes estratégicos para el sector de agua potable y saneamiento. Síntesis de Colombia” (BID, 2008), se menciona que la cobertura de alcantarillado al año 2005 se ubicaba en 73 % a nivel nacional, alcanzando un 90 % a nivel urbano y 18 % a nivel rural (valor elevado si se considera que se trata de área rural). En el mismo informe plantea, que de acuerdo a la “Gran Encuesta de Hogares de 2007” realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la cobertura nacional de alcantarillado habría alcanzado el 75 % en ese año. En cuanto al tratamiento de aguas residuales, cerca del 10 % de los efluentes contarían con algún tipo de tratamiento. Pero gran parte

de las plantas existentes se encontraría trabajando fuera de las condiciones óptimas de operación (BID, 2008).

En el informe “Agua Potable, Saneamiento y los ODM en América Latina y el Caribe”, se plantea que al 2011 la cobertura de servicios de saneamiento mejorado alcanzaba el 78 % (BID, 2013). Y en el sitio web del PCM se plantea una cobertura del 81 % al 2015.

De acuerdo a la “Encuesta de Calidad de Vida”, la cobertura del servicio de alcantarillado alcanzaba casi el 77 % a nivel nacional (DANE, 2014).

Se observa que los datos son similares, aunque no totalmente consistentes.

Los ODM para Colombia son alcanzar un 84 % de cobertura en saneamiento mejorado al año 2015 (BID, 2013). El gobierno ha fijado como meta para el año 2019 alcanzar un 95 % de cobertura en saneamiento en todo el territorio, completando el tratamiento del 50 % de los efluentes de sistemas de alcantarillado (BID, 2008).

3.4.6. Datos de Ecuador

De acuerdo a BID 2013, el acceso a sistemas de saneamiento mejorado alcanzaba al 93 % de la población en el año 2011.

En los resultados del censo de población y viviendas realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010, se indica que un 82 % de la población contaba con servicio higiénico de uso exclusivo dentro del hogar, 11 % contaba con servicio higiénico pero de uso compartido, y el 7 % restante no contaba con servicio higiénico. No se especifica, en los datos publicados, cuál es el destino final de las aguas residuales de los servicios higiénicos (INEC, 2015).

En el informe “Encuesta de Condiciones de Vida 2013-2014”, publicado por el INEC (2015), se plantea que 91 % de la población cuenta con una solución adecuada de eliminación de excretas, 85 % tiene acceso a servicio higiénico de uso exclusivo dentro del hogar y 60 % tiene conexión a red pública de alcantarillado.

De acuerdo a los datos publicados en el sitio web del PCM, la cobertura de saneamiento mejorado se ubica en 85 % al año 2015. Se observa que existen diferencias entre los valores presentados por las distintas fuentes de información, ya que de acuerdo a los datos del PCM la cobertura de saneamiento mejorado sería de 85 % mientras que los datos de INEC al 2014 indican una cobertura de 91 %.

Los ODM para Ecuador son alcanzar un 85 % de cobertura en saneamiento mejorado, valor que ya se ha alcanzado.

En el “Plan Nacional de Desarrollo para el período 2007-2010”, de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2007), no se identifica al saneamiento como un objetivo específico a mejorar. Sin embargo en el “Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013”, se plantea como objetivo garantizar las necesidades de saneamiento básico para la población, alcanzando una meta de 80 % de cobertura para el año 2013, valor que ha sido superado (SENPLADES, 2009). En el “Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017” el objetivo planteado es el de ampliar la cobertura y la calidad de los servicios de agua y saneamiento, con criterios de sustentabilidad, salubridad, equidad social y poniendo énfasis en la zona rural (SENPLADES, 2013).

3.4.7. Datos de Paraguay

La información disponible sobre los sistemas de saneamiento utilizados en Paraguay proviene de los censos nacionales y las encuestas permanentes de hogares, realizados por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). El último censo con datos disponibles en la temática es del año 2002, momento en el cual las soluciones de saneamiento existentes eran las siguientes:

- *inodoro con descarga a red pública de alcantarillado sanitario;*
- *inodoro con descarga a pozo ciego;*
- *letrina común;*
- *otras (no detalladas).*

La cobertura de alcantarillado alcanzaba al 9 %, las soluciones de inodoro con descarga a pozo ciego se ubicaban en un 45 %, los sistemas con letrina llegaban al 42 %, 1 % no contaba con inodoro, y el 3 % restante presentaba alguna otra solución no detallada en la información publicada. (DGEEC, 2002).

En el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, se plantea que casi el 75 % de la población contaba con disposición adecuada de excretas en el 2007. Respecto del tratamiento de los efluentes, solamente el 15 % de la población con alcantarillado contaba con infraestructura de tratamiento previo al vertido final de los efluentes.

De acuerdo a BID 2013, el acceso a sistemas de saneamiento mejorado alcanzaba al 71 % de la población en el año 2011. Este valor resulta inferior al presentado en el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007.

Al año 2013 la población con acceso a saneamiento mejorado (entendido como las soluciones con red pública, pozo ciego con o sin cámara séptica) alcanzaba el 78,2 %, según el informe “Condiciones de vida 2009-2013” (DGEEC, 2014). A nivel urbano ese valor ascendía a 94,5 % y a nivel rural se ubicaba en 54,1 % . Y de acuerdo a los datos publicados en el sitio web del PCM, la cobertura habría alcanzado un 89 % al 2015 (lo que implica más de un 10 % de crecimiento en el acceso al servicio).

Dado que los ODM para Paraguay son alcanzar un 69 % de cobertura en saneamiento mejorado, ya se habría logrado la meta.

3.4.8. Datos de Perú

De acuerdo a los resultados de la encuesta nacional de hogares de 2013, publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los tipos de sistemas de saneamiento existentes comprenden:

- *red pública de desagüe (dentro de la vivienda, o fuera de la vivienda pero dentro del edificio);*
- *pozo séptico;*
- *pozo ciego o negro / letrina;*
- *descarga directa a río o canal*

La cobertura de la red pública de desagüe, al 2013, alcanza al 67,5 % de la población (63 % cuenta con instalaciones de desagüe dentro de la vivienda, mientras que el 4,5 % restante las tienen fuera de la vivienda). Las soluciones de pozo séptico se ubican con una cobertura del 10 %, las de pozo ciego o letrina con un 12 %, 1 % descarga directamente al río o canal, y el 8,7 % restante no cuenta con instalaciones sanitarias. (INEI, 2013).

El informe “Condiciones de Vida en el Perú” para el trimestre enero a marzo 2015, plantea que cerca del 74 % de la población cuenta con desagüe hacia la red pública. En área urbana el porcentaje asciende casi a 91 %, mientras que en área rural se ubica en 19 % (valor igualmente elevado considerando que se trata de zona rural). Los sistemas con pozo séptico alcanzan al 8 % de la población total, ubicándose en menos del 2 % a nivel urbano y en casi 29 % en área rural. (INEI, 2015).

Comparando estos valores con el dato publicado por WHO & UNICEF al año 2015, que indica una cobertura de saneamiento mejorado de 76 %, se observa que resulta comparable con la cobertura de alcantarillado indicada por INEI. Pero si se considera como adecuada la solución de pozo séptico, se tendría una cobertura de 82 % de acuerdo al INEI, valor que supera el dato del PCM.

Los ODM para Perú son alcanzar un 77 % de cobertura en saneamiento mejorado para el 2015 (BID, 2009b), por lo que puede plantearse que se encuentra ya prácticamente alcanzado.

En cuanto al tratamiento de los efluentes, según el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, en el año 2006 menos del 25 % de las aguas residuales recolectadas recibían algún tipo de tratamiento previo a su disposición final.

3.4.9. Datos de Venezuela

De acuerdo con el Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo, en el año 2007 la cobertura del servicio de alcantarillado (recolección de aguas servidas en redes) alcanzaba al 82 % (MPPPD, 2007). Según el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, en ese mismo año se tenía una cobertura del sistema de recolección y disposición de efluentes del 84 % en zonas urbanas y 72 % en área rural. En BID 2013 se presenta un valor de cobertura de 91 % para 2011. Y en el sitio web del PCM, se plantea una cobertura del 94 % al año 2015 (WHO & UNICEF, 2015).

En cuanto al tratamiento de las aguas residuales, la meta era lograr el tratamiento del 27 % de los efluentes al año 2007, 40 % al 2010 y 60 % al 2015 (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

Los ODM en materia de agua potable y saneamiento se cumplieron, según el informe “Cumpliendo las Metas del Milenio” (INE Venezuela, 2013). La meta fijada era alcanzar un 91 % de cobertura (BID, 2013).

Dentro del “Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2001 - 2007”, se planteaba como objetivo aumentar la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento como forma de garantizar la salud de la población y mejorar la calidad de vida (dentro del marco de asegurar vivienda y ambiente sano) (Presidencia de Venezuela, 2001). En el “Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013”, el saneamiento no se menciona en forma específica y queda incluido dentro del objetivo de garantizar una vivienda digna, con acceso a servicios básicos (Presidencia de Venezuela, 2007). En el “Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013 – 2017”, se expresa la voluntad de asegurar un manejo adecuado de las aguas servidas mediante la ampliación de los sistemas de redes y plantas de tratamiento, y construyendo nuevos sistemas en asentamientos (Presidencia de Venezuela, 2013).

3.4.10. Datos de Uruguay

El Instituto Nacional de Estadística (INE) realiza en forma periódica encuestas de hogares y censos de población y vivienda, en los cuales releva, entre otros datos, el tipo de servicio sanitario y de solución de saneamiento con que cuentan las viviendas del país. A partir de los resultados de los relevamientos, elabora los índices de necesidades básicas insatisfechas (NBI) para el país.

Las necesidades básicas se definen como “... *el conjunto de requerimientos psicofísicos y culturales cuya satisfacción constituye una condición mínima necesaria para el funcionamiento y desarrollo de los seres humanos en una sociedad específica...*”, y los límites de privación se fijan como “... *la imagen colectiva de lo que una sociedad o comunidad particular considera como condiciones dignas de vida*” (INE, 2013).

Con respecto a las soluciones de saneamiento, se define que “*Un hogar particular tendrá necesidades básicas insatisfechas en saneamiento si cumple al menos una de las siguientes condiciones: a) no accede a baño; b) accediendo, su uso no es exclusivo del hogar o; c) la evacuación del servicio sanitario no es a red general, fosa séptica o pozo negro ...*” (INE, 2013). Se observa que las soluciones de saneamiento aceptadas como válidas por el INE incluyen:

- *red general de alcantarillado;*
- *sistemas de fosa séptica;*
- *sistemas de pozo negro.*

En consecuencia, las soluciones a través de letrinas, aceptadas por OMS como una alternativa de saneamiento mejorado, no serían una solución de saneamiento adecuado para la población uruguaya. La percepción de la población, con relación a los sistemas de saneamiento, es que únicamente la red de alcantarillado es una solución válida de saneamiento.

De acuerdo al censo de población y vivienda realizado por el INE en 2011, la cobertura de saneamiento por red general alcanza al 55,9 % de la población, 41,6 % cuenta con sistemas de fosa séptica o pozo negro, 0,6 % descarga en forma directa a arroyos, 0,3 % cuenta con otras soluciones (hoyo en el suelo) y 1,7 % no tiene servicio sanitario. La diferencia en las soluciones aplicadas a nivel urbano y rural es significativa, ubicándose el porcentaje de red general en 58,9 % en zonas urbanas y 0 % en zonas rurales. Los sistemas de fosa séptica y pozo

negro alcanzan el 38,8 % en zonas urbanas y 93,3 % en zonas rurales (INE, 2012b).

Estos valores no coinciden con los datos publicados en el informe “Saneamiento para el Desarrollo” (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007), que plantea una cobertura del 97 % al 2007; tampoco con el informe “Agua Potable, Saneamiento y los ODM para ALC” (BID, 2013), que plantea una cobertura del 99 % al año 2011; y también hay diferencias con el dato publicado en el sitio web del PCM que establece una cobertura del 94 % al año 2015 (WHO & UNICEF, 2015).

La meta establecida en los ODM era de 88 % en cobertura de saneamiento mejorado, valor que ya ha sido superado (BID, 2013).

En cuanto a las soluciones de saneamiento, en los últimos años se aprobó reglamentación específica en la que se definen las alternativas que pueden ser consideradas como soluciones técnicas válidas de saneamiento. En el año 2009 se promulgó la Ley N°18610 de Política Nacional de Aguas, la cual establece en su Artículo 14° que “... *El saneamiento comprende el alcantarillado sanitario u otros sistemas para la evacuación, tratamiento o disposición de las aguas servidas ...*”. En el año 2010 se aprobó el Decreto reglamentario 78/010, en el cual se definen las posibles soluciones de saneamiento. En el Artículo 2° se establece que se entiende por saneamiento los “...*procesos técnicamente apropiados que permitan el tratamiento y/o disposición final de líquidos residuales, ya sea “in situ” o externamente (en este último caso se incluyen los componentes aptos para el almacenaje o colecta y el transporte de los líquidos hasta el sitio apropiado para su depuración y vertido o reutilización)*”. En el Artículo 3° se listan los sistemas comprendidos dentro del artículo anterior:

“A) Transporte de las aguas residuales y excretas, por medio de una red de alcantarillado y disposición final en planta de tratamiento y/o emisario.

B) Almacenamiento de las aguas residuales y excretas en pozos estancos, transporte en camiones barométricos y disposición final en planta de tratamiento.

C) Transporte de los líquidos residuales por alcantarillado a una laguna de tratamiento, con retención de sólidos “in situ”, que luego son transportados para su disposición final en una planta de tratamiento.

D) Almacenamiento y disposición final “in situ” con pozos filtrantes y/o infiltración al suelo.

E) Sistemas mixtos que resultan de la combinación de componentes de los sistemas anteriores.”

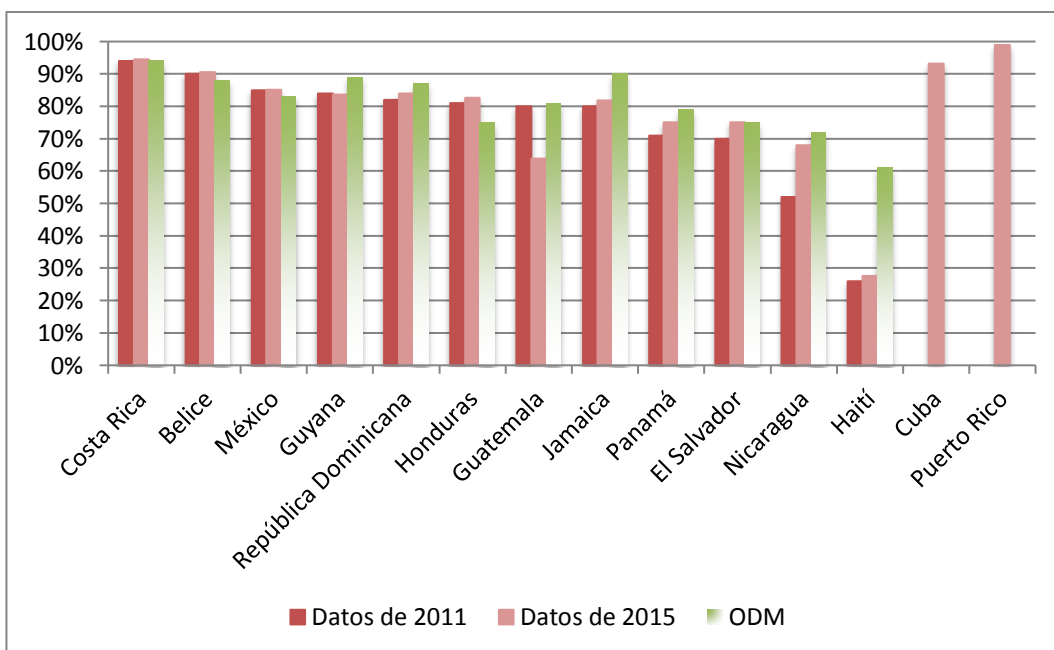
Se observa entonces que a nivel local existen discrepancias entre las soluciones que considera el INE y las que define la reglamentación vigente en materia de saneamiento.

3.4.11. Datos del resto de América Latina y el Caribe

La situación en el resto de ALC varía en función de cada país. A continuación se presenta la situación en materia de cobertura de saneamiento, en base a los datos del documento “Agua Potable, Saneamiento y los ODM en ALC” (BID, 2013), y los datos publicados en el sitio web del PCM (WHO & UNICEF, 2015).

En la Ilustración 3-13 se incluyen los valores de cobertura publicados por las fuentes de información mencionadas, así como la meta fijada en los ODM. En algunos casos se observan discrepancias entre los valores provenientes de las distintas fuentes, situación que fue también observada en los países mencionados en los ítems anteriores.

Ilustración 3-13 Porcentaje de población con saneamiento mejorado, 2015



Nota: Elaboración propia a partir de datos de BID (2013) y WHO & UNICEF (2015).

En un primer grupo se encuentran Belice, Costa Rica, El Salvador, Honduras y México, que al 2015 han superado la meta fijada en los ODM.

En el caso de Costa Rica, el elevado porcentaje de cobertura se debe a que se consideran todas las soluciones posibles de saneamiento admitidas por la OMS, es decir desde letrinas hasta alcantarillado, sin tomar en cuenta la calidad ni la sostenibilidad del servicio. Si a esto se agrega que no existe normativa para el diseño de algunas de las soluciones de saneamiento, ni se aplica fiscalización, resulta difícil garantizar que todas las opciones consideradas constituyan soluciones adecuadas de saneamiento. Por ejemplo las fosas sépticas, que son la alternativa de mayor uso en el país, son operadas sin un control adecuado de manejo de lodos (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

En El Salvador al 2015 se habría alcanzado la meta de 75 % de saneamiento mejorado. Según el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, al 2006 el 75 % de la población contaba con acceso a servicios de saneamiento, valor superior a lo publicado por el BID cuatro años después (BID, 2011). En el mismo documento se indica que se registraba una asimetría importante entre las zonas urbanas y rurales: la cobertura de letrinas en zonas urbanas alcanzaba el 91 % y en área rural el 69 %. Resulta entonces que la solución utilizada por la mayor parte de la población era la de letrinas. De analizar las condiciones de construcción y uso de letrinas a nivel nacional, podrían surgir diferencias cualitativas en el cumplimiento del ODM (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

En el caso de Honduras, el plan “Estrategias de Reducción de la Pobreza” planteaba llegar a una cobertura del 95 % en alcantarillado y letrinización, valor muy superior a la meta de 75 % fijada en los ODM. En el mismo informe se puntualizaba que era necesario dirigir las inversiones para reducir la brecha entre lo existente en saneamiento y el cumplimiento de los ODM, ya que existen diferencias entre los valores publicados de cobertura y la realidad de cobertura cuando se consideran únicamente las soluciones adecuadas de saneamiento (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

En México los buenos resultados se deben a la ampliación de las redes de alcantarillado y la instalación de inodoros ecológicos en las zonas rurales, pero se plantea que aún se mantienen rezagos a nivel rural (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

En un segundo grupo están Guatemala, Guyana y República Dominicana, que se encuentran próximos a alcanzar los ODM. En el caso de Cuba y Puerto Rico no se cuenta con el dato de meta fijada pero dado que la cobertura al 2015 alcanza al 92 % y 99 % de la población respectivamente, puede estimarse que se encuentran cercanos (si ya no han superado) a los ODM.

En Guatemala, los datos no son consistentes. De acuerdo a BID 2013 la cobertura al 2011 alcanzaba el 80 % por lo que el país se encontraba próximo a la meta de 81 % establecida en los ODM. Sin embargo, en el sitio web del PCM se publica una cobertura del 64 % al 2015 y se indican valores inferiores para los años anteriores. Por lo tanto no puede plantearse qué tan cerca o lejos de la meta se encuentran actualmente. El Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, identificaba como un aspecto crítico la necesidad de contar con inversión centralizada para poder aumentar significativamente el acceso al saneamiento tanto a nivel urbano como rural. Según esa fuente, el mayor déficit de cobertura se ubicaba en las áreas rurales y en los sectores urbanos marginales.

En Guyana, se observa que entre 2011 y 2015 no se ha registrado aumento en la cobertura de los servicios de saneamiento mejorado, por lo que aún cuando se encuentran cercanos a la meta establecida en los ODM no puede plantearse si estarán próximos a alcanzarla.

En República Dominicana se encuentran muy próximos a la meta fijada en los ODM. De acuerdo al Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, al año 2007 el 98 % de la población tenía acceso a una solución adecuada de disposición de excretas, siendo la cobertura de alcantarillado del 20 %. La meta al 2015 era alcanzar un 100 % de cobertura en saneamiento mejorado y un 30 % de alcantarillado. Se observa que estos valores difieren significativamente de los ODM definidos por el BID (2013) y de los valores de cobertura presentados por BID y WHO & UNICEF en años posteriores. Resulta interesante destacar que aún cuando las coberturas son elevadas, existe una brecha importante en lo que refiere a la calidad de los servicios (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

En un tercer grupo se ubican Jamaica y Panamá, con una brecha del orden de 10 % para llegar a los niveles de cobertura fijados en los ODM.

En Panamá, de acuerdo al Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, al año 2000 la cobertura de disposición

adecuada de excretas se ubicaba en 92 %, considerando entre las soluciones de saneamiento los sistemas de alcantarillado (28 %), tanque séptico (21 %) y letrinas (43 %). Este valor supera ampliamente los porcentajes de cobertura publicados para 2011 y 2015 por el BID y PCM. Resulta difícil poder comparar los resultados entre sí. Por ejemplo, al año 2000 se tenía un uso extensivo de tanques sépticos en las zonas urbanas, sin que se realizara una adecuada operación y mantenimiento como para poder garantizar esta alternativa como una solución adecuada (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007).

Y por último se tienen Haití y Nicaragua, con brechas mayores para alcanzar los ODM.

Haití es el que presenta la mayor distancia entre la realidad actual, con una cobertura del 28 %, y una meta fijada de alcanzar al 61 % de la población. Este atraso ya se registraba en 2007, año en que se identificaban déficit tanto en los servicios existentes como en las instituciones a cargo y en el marco normativo (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007). Y luego del terremoto de 2010 la situación empeoró. La recuperación y avance en temas de saneamiento hacia el futuro, requerirá de fondos provenientes de organismos financiadores internacionales como Banco Mundial, BID, Agencia Internacional para el Desarrollo de Estados Unidos (United States Agency for International Development, USAID).

En el caso de Nicaragua, de acuerdo al censo de 2005, la cobertura de saneamiento total alcanzaba al 84 % de la población, valor ampliamente superior a los publicados por los informes del BID y del PCM. Esto significa que de acuerdo a la información oficial del país ya se habrían superado los ODM, mientras que según los datos del BID y el PCM aún faltaría un alto porcentaje de población a cubrir para poder llegar a la meta (brecha de 20 %). La diferencia radica en que a nivel nacional se consideraban, dentro de las soluciones adecuadas a nivel urbano, el alcantarillado y los sistemas en sitio desarrollados con el apoyo de pequeños operadores privados (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007). Estas alternativas no son consideradas como solución válida por el BID (2013) y el PCM (WHO & UNICEF, 2015), debido al carácter empírico de su construcción y operación.

3.5. Por qué los datos son contradictorios: las definiciones

De la información recopilada para los distintos países de América Latina y el Caribe, resulta que los valores publicados por las diferentes fuentes de

información no son consistentes. Estas diferencias se deben a que no existe una definición única de cuáles soluciones de saneamiento pueden ser consideradas como válidas.

Interesa señalar que los aspectos a considerar para definir una solución adecuada de saneamiento, incluyen: privacidad en el uso, seguridad asociada a garantizar la protección de la salud de la población y del medio ambiente, disponibilidad o acceso al servicio, aceptación (OMS & UNICEF, 2012). Es decir que existen variables locales que influyen en esta definición, pudiendo ser que un sistema adecuado para un país no lo sea para otro.

También influye en estas diferencias, el que no se mantiene un mismo criterio para identificar las zonas urbanas y rurales. La ruralidad en un país puede ser diferente que en otro.

Pero más crítico aún es que existen diferencias en la nomenclatura utilizada por cada país para identificar las alternativas de saneamiento.

Resulta entonces que no existen criterios comunes que permitan comparar los datos de cobertura entre fuentes de información ni entre países.

3.5.1. Identificación de alternativas de saneamiento

Entre las opciones de solución que se mencionan en las fuentes consideradas, sean o no alternativas adecuadas, existen:

- Letrinas: OMS diferencia entre *letrinas de hoyo seco, de hoyo seco ventilado, ecológicas secas, con arrastre hidráulico y de pozo anegado*. En los países de ALC se identifica a las letrinas sin clasificar el tipo a que se refiere, asociándolas en general a la letrina común de pozo seco.
- Fosas sépticas: Esta solución es identificada tanto por OMS como por los distintos países de ALC como alternativa válida. Se la identifica como *tanque séptico, cámara séptica, o fosa séptica*. Un patrón común en todos los casos es que se indica a la fosa séptica como una alternativa de saneamiento, pero no se define qué destino tienen el efluente final (infiltración, vertido directo, otro) y los lodos. Estas definiciones hacen al hecho de poder definir un sistema de fosa séptica como adecuado o no para sanear una vivienda.
- Depósitos fijos: Entre los depósitos fijos, existen soluciones de depósito impermeable (que debe ser vaciado en forma periódica por barométrica) y de depósito filtrante. OMS define como opción

los *pozos de percolación*, equivalentes al depósito filtrante; pero no se mencionan los depósitos impermeables. En los países de ALC se plantean soluciones de *pozo negro* o *pozo ciego*, pero no se define si se trata de sistemas impermeables o filtrantes. En el caso de Uruguay, estos sistemas pueden ser previstos como ambas alternativas, e inclusive depósitos construidos como impermeables pueden ser luego transformados a filtrantes por el usuario con el fin de reducir la necesidad de vaciado con barométrica.

- **Red de alcantarillado:** Esta solución, denominada como *red de alcantarillado, red de saneamiento, cloaca, red pública, red general*, es considerada en todos los casos. Pero nuevamente no se define qué destino final tienen los efluentes recolectados (en cuanto a la existencia o no de tratamiento previo a su disposición final).

El no contar con definiciones claras de qué implica cada tipo de solución, hace que la clasificación entre “alternativa válida” o “alternativa no adecuada” de saneamiento no pueda ser correctamente realizada.

3.5.2. Variación de la cobertura de acuerdo al criterio considerado

A nivel de cada país, los institutos de estadística realizan censos nacionales en los que se clasifican las soluciones de saneamiento existentes.

Si se consideran como alternativas válidas las opciones de alcantarillado, fosa séptica, depósito fijo y letrina, según criterio OMS, las coberturas resultan elevadas en todos los países de Latinoamérica en los que se tienen datos para analizar. En el Cuadro 3-2 se resumen los datos de cobertura, de acuerdo a la información de los Institutos de Estadística de cada país.

Pero ya fue comentado que estos valores no reflejan las condiciones reales en cuanto a acceso de la población a sistemas de saneamiento adecuado. En primer lugar, debido a que las soluciones individuales en general no cuentan con criterios de diseño validados por reglamentación, fiscalizaciones durante la ejecución de la obra, ni controles durante el funcionamiento. Tampoco se tiene control sobre la gestión de los efluentes finales ni los lodos generados (en las condiciones en que corresponden). Esto hace que no estén las condiciones dadas para garantizar que dichos sistemas aseguren la protección de la salud de la población y la preservación del ambiente receptor.

Cuadro 3-2 Coberturas de saneamiento

Sistemas	Letrina	Fosa séptica	Alcantarillado	Depósito fijo
Argentina (2010)	-	26 %	49 %	20 %
Bolivia (2012)	-	10 %	48 %	23 %
Brasil (2010)	-	12 %	52 %	-
Chile (2002)	-	-	90 %	8 %
Colombia (2014)	-	-	77 %	-
Paraguay (2002)	42 %	-	9 %	45 %
Perú (2013)	(*)	10 %	68 %	12 %
Uruguay (2011)	-	42 %	56 %	(**)

(*) en Perú el valor de letrinas se indica junto con el de depósitos fijos (12 % total)

(**) en Uruguay el valor de depósitos fijos se indica junto con el de fosas sépticas (41 % total)

Nota: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2010), INE Bolivia (2012), IBGE (2010), INE Chile (2002), DANE (2014), DGEEC (2002), INEI (2013), INE Uruguay (2011)

Estas diferencias se observan también al comparar los datos oficiales más nuevos en cada país con los valores publicados en los distintos estudios realizados por el BID, OMS y UNICEF (BID, 2013; WHO & UNICEF, 2015), como se indica en el Cuadro 3-3.

Existen diferencias conceptuales entre las situaciones en los distintos países que hacen poco comparables los resultados. Por ejemplo, 96 % de cobertura total (de acuerdo a los criterios de OMS) en Paraguay y cerca del 98 % en Uruguay corresponden a distintos tipos de solución; si no se consideran las letrinas como opción válida de saneamiento (situación que se da en Uruguay y Paraguay), la comparación pasaría a ser 54 % en Paraguay y 98 % en Uruguay.

Cuadro 3-3 Coberturas de saneamiento

País	Información oficial por país	Datos 2011 (BID)	Datos 2015 (PCM)	ODM (dato BID)	Comentarios adicionales
Argentina	2010 75 %	96 %	96 %	94 %	En PNUD, 2010, se indica ODM de 75 %
Bolivia	2012 >48 %	50 %	46 %	64 %	Objetivo Nacional: 83 % cobertura y 52 % alcantarillado (MVSBS, 2001)
Brasil	2010 64 %	83 %	81 %	84 %	En el Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007, se indica ODM de

País	Información oficial por país	Datos 2011 (BID)	Datos 2015 (PCM)	ODM (dato BID)	Comentarios adicionales
					70 %
Chile	2002 >90 %	96 % (*)	99 %	93 %	Meta nacional: 100 % cobertura alcantarillado en área urbana a 2015 (MDS, 2012)
Colombia	2014 77 %	78 %	81 %	84 %	Meta nacional: 95 % cobertura a 2019 y tratamiento del 50 % del alcantarillado (BID, 2008) Sólo 10 % del alcantarillado contaba con tratamiento (BID, 2008)
Ecuador	2014 91 %	93 %	85 %	85 %	
Paraguay	2014 78 %	71 %	89 %	69 %	
Perú	2015 >74 %	72 %	76 %	77 %	Menos del 25 % del alcantarillado contaba con tratamiento (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007)
Uruguay	2011 98 %	99 %	94 %	88 %	
Venezuela	2007 >82 %	91 %	94 %	91 %	Meta nacional: 60 % tratamiento del alcantarillado a 2015 (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, 2007)

(*) Dato de 2008

Nótese las inconsistencias resultantes en la evolución de las coberturas en función de las distintas fuentes consultadas.

Nota: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2010), INE Bolivia (2012), IBGE (2010), INE Chile (2002), DANE (2014), DGEEC (2014), INEI (2013), INE Uruguay (2011), Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo de Venezuela MPPPD (2007), BID (2013), sitio web PCM (2015), PNUD (2010), Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos de Bolivia MVSBS (2001), Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe (2007), Ministerio de Desarrollo Social de Chile MDS (2012), Planes Estratégicos para el sector de agua potable y saneamiento - Síntesis de Colombia BID (2008).

En el caso de Argentina, se tiene una diferencia de cerca del 20 % entre los datos publicados por BID y PCM, y la cobertura definida por el INDEC. Pero si se considerara dentro de las opciones del INDEC a los depósitos fijos (siguiendo el criterio de OMS), se obtendría una cobertura de 95 % al 2010, valor comparable con los demás. También hay diferencia en el valor de la meta fijada en los ODM, según la fuente de información (BID o PNUD).

En Bolivia los valores resultan más similares, pero se trata de datos que no son comparables. El valor publicado por el INE corresponde solamente a la cobertura de alcantarillado, mientras que los datos de BID y PCM engloban a todas las soluciones mejoradas (incluyendo depósitos, fosas sépticas y letrinas). Dado que no se cuenta con datos de cobertura de estas soluciones en Bolivia, no puede realizarse una comparación razonable. En cuanto a la meta de cobertura a alcanzar, Bolivia se ha fijado un objetivo más ambicioso que el establecido en los ODM.

En el caso de Brasil también se observa una diferencia significativa entre los datos publicados por las distintas fuentes. También en este caso, la diferencia radica en las soluciones consideradas como adecuadas para los distintos organismos. Si se sumara a los datos del IBGE la cobertura de sistemas de depósitos y letrinas (información con la que no se cuenta), se estima se estaría en valores más cercanos a los publicados por BID y PCM. También se tiene una diferencia importante respecto del valor para la meta fijada en los ODM según la fuente de información.

En Chile la cobertura de alcantarillado a nivel nacional es extremadamente alta, lo que se traduce en elevados niveles de servicio de saneamiento mejorado.

En Colombia, el valor publicado por la DANE corresponde solamente a la cobertura de alcantarillado, mientras que los datos de BID y PCM engloban a todas las soluciones mejoradas (incluyendo depósitos, fosas sépticas y letrinas). Dado que no se cuenta con datos de cobertura de estas soluciones en Colombia, no puede realizarse una comparación razonable. En cuanto a la meta de cobertura a alcanzar, Colombia se ha fijado un objetivo más ambicioso que el establecido en los ODM. Un aspecto a resaltar es que el elevado nivel de cobertura de alcantarillado a nivel nacional no está acompañado de sistemas de tratamiento para los efluentes colectados. A 2008 solamente el 10 % de los efluentes contaban con tratamiento previo a su disposición final.

En el caso de Ecuador los datos son comparables entre sí. Pero no se cuenta con información de cuáles son los sistemas de saneamiento utilizados en el país como para analizar los valores publicados.

En Paraguay, el dato publicado por la DGEEC engloba las soluciones de alcantarillado y depósitos, mientras que los valores de BID y PCM incluyen todas las soluciones mejoradas de acuerdo al criterio de OMS. En consecuencia, si se agregara al dato de DGEEC las soluciones con letrinas, la cobertura aumentaría significativamente superando los valores publicados por BID y PCM.

En Perú los valores se ubican en los mismos rangos, pero se trata de datos no comparables. El INEI publica un valor que corresponde únicamente a la cobertura de alcantarillado, mientras que BID y PCM consideran también los sistemas de depósitos, fosas sépticas y letrinas (de acuerdo al criterio de OMS). Sumando al dato del INEI la cobertura de pozos sépticos, se tendría un valor de 82 % a 2015, valor que supera lo publicado por PCM para el mismo año. También en el caso de Perú vale resaltar que gran parte del sistema de alcantarillado no cuenta con tratamiento previo a su disposición final. A 2007 menos del 25 % del alcantarillado contaba con tratamiento.

En Venezuela, la diferencia de 10 % entre los datos del Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo de Venezuela y los valores publicados por BID y PCM, se deben a que el primero refiere a la cobertura de alcantarillado cuando BID y PCM incluyen las demás soluciones de saneamiento mejorado. Al no contarse con información sobre los niveles de cobertura de fosas sépticas, depósitos y letrinas, no puede realizarse una comparación razonable. En cuanto a la cobertura de alcantarillado, resulta sumamente elevado el valor registrado a nivel nacional. A nivel de gobierno se ha planteado como meta para el año 2015 que el 60 % del alcantarillado cuente con sistema de tratamiento previo a su disposición final.

4. SISTEMAS DE SANEAMIENTO ESTÁTICO

Los sistemas estáticos o sistemas de saneamiento individual, constituyen aquellas alternativas de almacenamiento y/o disposición final de efluentes que se realizan en el mismo predio donde se ubica la vivienda (o el conjunto de viviendas a sanear). Estos sistemas se utilizan como solución de saneamiento en los sitios donde no se cuenta con sistemas colectivos de redes de alcantarillado. Su uso se encuentra muy extendido a nivel de ALC, situación que también se registra en otros continentes. En los países de la región los porcentajes de cobertura de los sistemas estáticos son elevados: 87 % en Paraguay (DGEEC 2002), 46 % en Argentina (INDEC 2010), 42 % en Uruguay (INE Uruguay, 2011), 33 % en Bolivia (INE Bolivia 2012), 22 % en Perú (INEI 2013), 12 % en Brasil (IBGE 2010).

Existen distintas opciones de saneamiento estático que pueden utilizarse, pero todas ellas deben cumplir ciertos requisitos para poder ser consideradas como una solución válida de saneamiento.

En primer lugar deben garantizar la protección de la salud de la población, mediante el alejamiento de las excretas, para así evitar el cierre del ciclo fecal - oral de propagación de enfermedades de transmisión hídrica.

Deben asegurar la protección del medio receptor, minimizando la afectación sobre el suelo, el aire y el agua, tanto en las inmediaciones de la vivienda como en el punto de disposición final de los líquidos y sólidos provenientes de los efluentes domésticos.

Deben ser sustentables, lo que implica que deben cubrir la demanda de uso sin generar impactos negativos sobre el medio receptor, no sólo en el corto sino también en el largo plazo (Lenton, 2005).

Para esto:

- El sistema seleccionado debe ser adecuado para la demanda requerida del servicio.
- El diseño debe realizarse según criterios técnicos específicos.
- La construcción y el uso de las instalaciones deben estar de acuerdo a lo previsto en el diseño.
- Debe realizarse el mantenimiento de las instalaciones para garantizar su correcto desempeño.

Además de estos criterios, es necesario considerar la aceptación del sistema por parte de los usuarios para que el mismo pueda ser considerado como una solución adecuada de saneamiento.

4.1. Clasificación de sistemas

Considerando las alternativas de solución previstas por la OMS, la OPS y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), los sistemas pueden ser clasificados en función de la existencia de abastecimiento de agua en la vivienda y de si la vivienda cuenta con baño dentro de sus instalaciones (OMS & UNICEF, 2007; OPS 2005a, 2005b y 2005c; USEPA 2002).

- Sistemas sin abastecimiento de agua:
 - Letrinas de pozo seco.
 - Letrinas de pozo seco ventilado.
 - Letrinas de pozo con losa.
 - Letrinas ecológicas secas (también denominadas “baño seco” o “inodoro de compostaje”).
- Sistemas con abastecimiento de agua pero sin baño dentro de la vivienda:
 - Letrinas con arrastre hidráulico, seguida de algún sistema de disposición final para el efluente líquido (pozo filtrante, fosa séptica con sistema de infiltración posterior).
 - Letrinas de pozo anegado, seguida de un sistema de infiltración final para el efluente líquido (zanjas de infiltración, pozos de percolación)
- Sistemas con abastecimiento de agua y baño dentro de la vivienda:
 - Depósitos filtrantes.
 - Depósitos impermeables.
 - Fosas sépticas seguidas de algún sistema de disposición final para el efluente líquido (zanjas de infiltración, pozos de percolación, etc.).
 - Sistemas de tratamiento en sitio (extensivos o intensivos), seguidos de alguna alternativa de disposición final para el efluente líquido.
 - Sistemas de tratamiento en el suelo.
 - Sistemas de descarga a la atmósfera.

Las letrinas son estructuras construidas fuera de la vivienda para disponer las excretas en forma segura, de modo de proteger la salud de la población y minimizar la contaminación del suelo y el agua subterránea en las inmediaciones (OPS, 2005a y 2005b).

Los depósitos impermeables constituyen una solución de almacenamiento temporario de los efluentes, los cuales deben ser retirados en forma periódica para su traslado hasta un sitio de tratamiento y disposición final.

Los depósitos filtrantes, fosas sépticas, sistemas de tratamiento en sitio, sistemas de tratamiento en suelo y de descarga a la atmósfera, constituyen instalaciones para el tratamiento y/o disposición final, que se construyen fuera de la vivienda y reciben todos los efluentes generados en las instalaciones sanitarias internas (aguas primarias y secundarias). En los primeros casos la disposición final de los efluentes se resuelve, generalmente, mediante infiltración al terreno. En el último caso las aguas residuales se evaporan, por lo que no se tiene un efluente final a disponer sino un lodo que en principio no es asimilable a un residuo sólido domiciliario.

El uso de los distintos sistemas varía en cada país. Por ejemplo en Uruguay, en donde la mayor parte de la población cuenta con abastecimiento de agua potable desde la red pública y con servicios higiénicos dentro de la vivienda, las opciones de letrina no se consideran como una solución de saneamiento a implementar. Los sistemas de descarga a la atmósfera tampoco son considerados en Uruguay como solución a construir, dado que las condiciones climáticas no resultan favorables para ese tipo de sistema.

4.2. Consideraciones de diseño de sistemas estáticos

A continuación se presentan los principales criterios de diseño para algunos de los sistemas estáticos de saneamiento mencionados en 4.1. Se consideran únicamente aquellas soluciones que reciben las aguas residuales de viviendas que cuentan con instalaciones sanitarias internas. Esto se debe a que en Uruguay más del 95 % de la población cuenta con abastecimiento de agua (94 % con conexión a la red pública de OSE, 4,6 % con agua proveniente de una fuente surgente protegida) y con servicios higiénicos en la vivienda (INE, 2012b).

Así, los sistemas considerados incluyen: depósitos filtrantes; depósitos impermeables; fosas sépticas seguidas de algún sistema de disposición final para el efluente líquido; sistemas de tratamiento en suelo; humedales construidos; sistemas de tratamiento en plantas compactas, seguidas de algún sistema de disposición final para el efluente líquido. Se mencionan también los sistemas de descarga a la atmósfera.

Dado que en Uruguay no se cuenta con normativa específica para el diseño de estos sistemas, se seleccionaron distintas referencias

bibliográficas a título informativo (Freplata, 2006; CEPIS, 2003; USEPA, 2002; Crites & Tchobanoglous, 2000). En Brasil, por ejemplo, el diseño de algunas de las soluciones tecnológicas sí está previsto por normativa de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

4.2.1. Depósitos filtrantes

Los depósitos filtrantes son tanques enterrados, de paredes permeables, previstos para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas. Las aguas residuales ingresan al depósito e infiltran hacia el terreno a través de las paredes y el fondo del tanque.

Su geometría puede ser cilíndrica o prismática y presentan un área lateral mayor que el área de fondo (profundidad mayor al diámetro, o lado). Esto se debe a que la infiltración se da en mayor grado a través de las paredes laterales del pozo.

El volumen útil del depósito depende de los caudales de efluente a recibir y de las características del suelo. Los aspectos a considerar para determinar dicho volumen, son:

- Capacidad de absorción del suelo, medida a través de un ensayo de infiltración.
- Profundidad a la que se encuentra la napa freática.
- Presencia de estratos impermeables en el perfil de terreno.
- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente.

Definido el volumen diario de efluentes y la velocidad de infiltración en el terreno, puede estimarse el área necesaria para el sistema de infiltración, que corresponde a la superficie lateral del depósito filtrante.

Deben considerarse además otros criterios al momento del diseño y la construcción:

- Ubicación en un punto del predio que mantenga distancias prudenciales respecto de pozos para abastecimiento de agua y límites de padrón.
- Materiales de construcción que garanticen la permeabilidad de las paredes laterales (ladrillos colocados con junta abierta, anillos de hormigón prefabricado con perforaciones).
- Relleno de piedra en el espacio entre la pared y el terreno, para oficiar como filtro para mejorar la distribución del efluente hacia el terreno.
- Accesorios para permitir el correcto ingreso del efluente, ventilación de los gases y acceso para inspección: sifón desconector en la

cañería de ingreso de efluente, extensión de la cañería de entrada de agua residual unos 30 cm aproximadamente para encauzar el efluente en forma descendente, rejilla de aspiración y tubería de ventilación, tapa de inspección en la parte superior. La tapa debe tener un cierre hermético para evitar problemas de olores en las inmediaciones del depósito filtrante.

Los depósitos filtrantes son equivalentes a los pozos de infiltración (instalaciones usualmente utilizadas como sistemas de disposición final de efluentes luego de una etapa previa de tratamiento mediante fosa séptica), por lo cual valen las consideraciones de diseño que se detallarán en el punto 4.2.4.1.

4.2.2. Depósitos impermeables

Los depósitos impermeables son tanques enterrados, de paredes estancas, previstos para almacenar en forma transitoria las aguas residuales domésticas. Cada vez que se completa su capacidad se realiza el vaciado con camión barométrico, que traslada los efluentes recolectados hacia una planta de tratamiento para su acondicionamiento y disposición final.

El volumen del depósito impermeable depende de los caudales de efluente a recibir y de la frecuencia de vaciado.

Además del volumen diario de efluente y la frecuencia entre limpiezas sucesivas, deben considerarse otros criterios al momento del diseño y la construcción:

- Ubicación preferentemente al frente del predio, en un punto al que pueda acceder el camión barométrico para realizar las maniobras de vaciado, y que mantenga distancias prudenciales respecto de pozos para abastecimiento de agua y límites de padrón.
- Materiales de construcción que garanticen la impermeabilidad del fondo y las paredes laterales (hormigón, ladrillo, bloque, piedra, materiales plásticos, fibra de vidrio). Las paredes interiores deberán estar revocadas y lustradas.
- Dimensiones que permitan realizar su correcto vaciado: volumen que no supere la capacidad de carga de los camiones barométricos (10 m³ máximo), pendiente de fondo hacia un punto para facilitar el vaciado completo.
- Accesorios para permitir la correcta ventilación de los gases y acceso para inspección y limpieza: sifón desconector en la cañería de ingreso de efluente, tubería de ventilación, tapa de inspección

en la parte superior, tapa de acceso para la manguera del camión barométrico. Las tapas deben garantizar un cierre hermético para evitar problemas de olores.

4.2.3. Fosas sépticas

Las fosas sépticas son unidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas, que combinan procesos de separación y digestión de sólidos orgánicos (CEPIS, 2003). Se trata de tanques enterrados, construidos fuera de la vivienda, que sirven como unidad combinada de sedimentación y remoción de flotantes, como digestor anaerobio (sin mezcla ni calentamiento) y como tanque de almacenamiento de lodos parcialmente digeridos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Las aguas residuales atraviesan la fosa séptica y continúan hacia algún sistema de conducción, tratamiento o disposición final. Los sólidos son en parte retenidos en el fondo de la fosa séptica, donde ocurre su digestión anaerobia. Las eficiencias del proceso de tratamiento del efluente líquido pueden alcanzar entre 30 y 50 % de la materia orgánica medida como DBO₅, y entre 60 y 80 % de los sólidos sedimentables, los aceites y grasas (USEPA, 2002).

Para garantizar el tiempo de retención hidráulico mínimo de diseño, se deben remover periódicamente los sólidos acumulados en el fondo del tanque, ya sea en forma manual o mecánica.

Las fosas sépticas pueden formar parte de las soluciones de saneamiento de tipo estático o dinámico. Cuando las fosas sépticas se disponen como unidad de tratamiento de los efluentes previo a su disposición final por infiltración al terreno, ya sea como única etapa o en combinación con otros procesos, se trata de soluciones de saneamiento estático. Cuando se instalan como unidad de retención de sólidos, y los efluentes líquidos son conducidos por una red de colectores hacia una planta de tratamiento, el sistema pasa a ser una solución de saneamiento dinámico conocida como *saneamiento de efluentes decantados*.

El volumen útil de la fosa séptica depende de los caudales de efluente a recibir, del tiempo de retención hidráulica definido para el proceso y de la frecuencia prevista de limpieza con camión desobstructor. Los aspectos a considerar para determinar dicho volumen, son:

- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente.
- Tiempo de retención en la unidad, que debe ser suficiente para que se produzca la separación de los sólidos.

- Tasa de acumulación de lodo por habitante servido y tiempo entre limpiezas sucesivas, para asegurar un volumen suficiente para su acumulación en la unidad.
- Volumen para acumulación de espumas en la parte superior.

Deben considerarse además otros criterios al momento del diseño y la construcción:

- Geometría, que puede ser cilíndrica o prismática y puede contar con una única cámara o múltiples cámaras en serie.
- Ubicación preferentemente al frente del predio, en un punto al que pueda acceder el camión barométrico para realizar las maniobras de vaciado, y que mantenga distancias prudenciales respecto de pozos para abastecimiento de agua y límites de padrón.
- Materiales de construcción que garanticen la impermeabilidad del fondo y las paredes laterales (hormigón, ladrillo, bloque, materiales plásticos, fibra de vidrio). Las paredes interiores deberán estar revocadas y lustradas.
- Pendiente de fondo hacia un punto para facilitar el vaciado completo (preferentemente hacia la entrada).
- Tabiques deflectores, a la entrada y la salida de la fosa séptica, para orientar el ingreso del líquido a la zona de sedimentación y evitar la ocurrencia de cortocircuitos, así como para retener las espumas dentro de la unidad.
- Accesorios para permitir la correcta ventilación de los gases y acceso para inspección y limpieza: sifón desconector en la cañería de ingreso de efluente, rejilla de aspiración y tubería de ventilación, tapas de acceso para la manguera del camión barométrico. Las tapas deben garantizar un cierre hermético para evitar problemas de olores.

4.2.4. Unidades de tratamiento

4.2.4.1. Sistemas de infiltración al terreno

Un sistema de infiltración al terreno es una solución aplicada para el tratamiento y disposición final de los efluentes domésticos que ya pasaron a través de una fosa séptica o una unidad de tratamiento. Su utilización y diseño depende de las características del suelo, las dimensiones del predio, la cercanía a fuentes de agua para abastecimiento, entre otros (USEPA, 2002).

El sistema está formado por superficies filtrantes, compuestas por suelos permeables y no saturados, sobre las que se distribuye el agua residual

que luego percola atravesando las diferentes capas de suelo. El suelo funciona como un filtro que retiene y elimina partículas, y la flora bacteriana presente en el suelo degrada la materia orgánica y parte de los nutrientes que contiene el efluente (FREPLATA, 2006). La eficiencia en remoción de materia orgánica, sólidos suspendidos, nitrógeno y organismos patógenos generalmente es elevada, mientras que la remoción de fósforo y metales depende de la distancia recorrida y de la textura del suelo (Crites & Tchobanoglous, 2000). Luego de atravesar el sistema de filtración, el tratamiento se ha completado y el agua tratada está en condiciones seguras como para incorporarse al agua subterránea.

Existen distintas modalidades de sistemas de infiltración, de acuerdo a su geometría y ubicación en el perfil del suelo, entre las que se encuentran las zanjas, lechos y pozos de infiltración. Para cualquiera de ellas se requiere terreno con suelos profundos y permeables, sin presencia de niveles freáticos altos.

a) Zanjas de infiltración

Estos sistemas comprenden la construcción de zanjas de geometría alargada, en las que se instalan tuberías perforadas para distribuir el agua residual sobre la superficie de infiltración. Por debajo y alrededor de las tuberías se coloca una capa de material granular poroso, para officar de medio soporte y sistema de distribución del flujo. Por encima se rellena con suelo hasta alcanzar el nivel de terreno original (FREPLATA, 2006).

La infiltración se da tanto a través del fondo como de las paredes. La capa superior de suelo actúa como un filtro biológico en el que se degrada la materia orgánica presente y donde puede producirse nitrificación del amonio contenido en el efluente. Se requiere que esta capa se encuentre en condiciones aerobias, por lo cual el oxígeno disponible en el suelo debe satisfacer la demanda de oxígeno de los microorganismos que intervienen. La capa inferior es donde se da la remoción del fósforo y de los patógenos presentes (USEPA, 2002).

El área necesaria para la superficie de infiltración se define en función de los caudales de efluente a recibir, la calidad del efluente y de las características del suelo. La tasa hidráulica máxima a aplicar depende de la morfología, estructura, textura y consistencia del suelo, así como de la calidad del agua residual. La carga orgánica máxima a aplicar depende de las concentraciones de los diferentes elementos constituyentes en el efluente y de las necesidades de remoción para el caso específico. Los aspectos a considerar para determinar dicha área, son (USEPA, 2002):

- Capacidad de absorción del suelo, medida a través de un ensayo de infiltración.
- Profundidad a la que se encuentra la napa freática.
- Presencia de estratos impermeables en el perfil de terreno.
- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente y caudal máximo instantáneo que podrá ingresar al sistema.
- Calidad del agua residual a tratar.

La geometría y orientación de la superficie de infiltración influye en la capacidad de aireación del subsuelo. La principal vía de transporte de oxígeno hacia el subsuelo es la difusión a través del suelo que rodea la superficie de infiltración, por lo cual cuanto menor sea el ancho mayor la capacidad de reaireación, lo que equivale a menor pérdida de capacidad de infiltración (USEPA, 2002).

La ubicación de la superficie de infiltración en el perfil del suelo se define de forma de mantener una separación adecuada con cualquier zona saturada para garantizar condiciones aerobias en el suelo, lograr un transporte aceptable de contaminantes, y proporcionar un gradiente hidráulico adecuado a través de la zona de infiltración (USEPA, 2002).

Se recomienda mantener una distancia entre zanjas que garantice una adecuada transferencia de oxígeno hacia la zona de infiltración. Esta distancia varía en función de las características del suelo, siendo mayor cuanto más fina sea la granulometría del suelo (USEPA, 2002).

La distribución del agua residual hacia las zanjas de infiltración puede realizarse (USEPA, 2002):

- Por gravedad: En este caso el efluente de la fosa séptica es conducido a través de una red de tuberías perforadas que distribuyen el flujo hacia la zona de infiltración. El ingreso de efluente es continuo, por lo que se recomienda que existan períodos de bajo o nulo aporte de efluente para evitar que el terreno se vaya colmatando progresivamente (por ej.: aplicación en zonas balnearias).
- A presión: En esta configuración el efluente de la fosa séptica es conducido hasta un pozo de bombeo, desde donde se impulsa a una red de tuberías que alimentan las zonas de infiltración. Estos sistemas presentan menor riesgo de colmatación del suelo ya que al ser una alimentación intermitente permiten mantener al suelo y subsuelo en condiciones no saturadas (USEPA, 2002).
- Mediante cámaras sifonadas con descarga intermitente: En esta variante las cámaras se van llenando con el efluente proveniente

de la fosa séptica, y una vez que se llenan se da la descarga hacia la red de tuberías perforadas para su infiltración al terreno. Presenta la ventaja de mantener al suelo y subsuelo en condiciones alternadas de alimentación y descanso para favorecer la reaireación.

Dos recomendaciones adicionales a tener en cuenta al momento del diseño, son prever un sistema de drenaje superficial para desviar el agua de lluvia de la zona de infiltración y dejar reservada un área para poder ampliar la zona de infiltración en caso que ésta perdiera permeabilidad (USEPA, 2002).

b) Lechos de infiltración

Los lechos de infiltración consisten en superficies de geometría rectangular o cuadrada en las cuales la infiltración se da básicamente a través del fondo. Pueden ser generadas directamente en el suelo natural, cuando el mismo tiene características favorables, o utilizando material de relleno. La configuración de las superficies de infiltración puede ser enterrada, a nivel de la superficie, o por encima de la superficie natural del suelo mediante relleno (USEPA, 2002).

Los criterios de diseño, en materia de área necesaria de infiltración y sistema de distribución, son equivalentes a los planteados para las zanjas de infiltración. La diferencia radica en que la zona a considerar como área que aporta a la infiltración corresponderá únicamente al fondo del lecho (no se contabilizan taludes ni paredes).

c) Pozos de infiltración

Los pozos de infiltración son excavaciones cilíndricas y profundas que se basan mayoritariamente en la infiltración a través de la pared lateral. Son sistemas equivalentes a los depósitos filtrantes.

El área necesaria de infiltración se determina a partir de los mismos criterios de diseño que para las zanjas de infiltración. La diferencia radica en que la zona a considerar como área que aporta a la infiltración corresponderá únicamente a las paredes del pozo (no se contabiliza el fondo del pozo).

4.2.4.2. Unidades de filtración en medio poroso

Los filtros de arena consisten en tanques enterrados, de paredes estancas, rellenos con arena de granulometría uniforme que se coloca sobre un sistema de drenaje inferior. El agua residual, proveniente de la

fosa séptica, es distribuida sobre la superficie del filtro. El líquido percola a través de la arena hasta alcanzar el sistema de drenaje. Este último recoge el efluente para enviarlo hacia un sistema de infiltración al terreno (USEPA, 2002).

El sistema actúa como un reactor de tratamiento biológico aerobio, de biomasa adherida y lecho fijo, en el que se degrada la materia orgánica presente y donde puede producirse nitrificación del amonio contenido en el efluente. También se dan procesos fisicoquímicos mediante los cuales se remueven sólidos suspendidos y fósforo. El proceso biológico sucede en las capas superiores del manto, mientras que la remoción de fósforo se da en todo el medio. El fósforo se adsorbe en las partículas del manto filtrante, por lo que el proceso de remoción es limitado al irse saturando el medio. Además se remueven patógenos en el proceso, pero su eficiencia depende de la configuración de alimentación seleccionada (USEPA, 2002).

Los aspectos a considerar para el diseño del filtro, son (USEPA, 2002):

- Tiempo de retención hidráulico en el filtro.
- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente y caudal máximo instantáneo que podrá ingresar al sistema.
- Calidad del agua residual a tratar.
- Tamaño efectivo y porosidad del manto filtrante.
- Tipo de alimentación al sistema (con o sin recirculación).

Para que el sistema opere en forma eficiente se requiere que el tiempo de retención sea adecuado y que la reaireación sea suficiente para cubrir la demanda de oxígeno del proceso. Si la carga orgánica aplicada es demasiado elevada, la capa biológica que se forma sobre la superficie de los elementos del manto filtrante podría llegar a obstruir el filtro. El caudal y la frecuencia de alimentación al filtro también influyen en la eficiencia lograda (USEPA, 2002).

La alimentación del agua residual puede ser (USEPA, 2002):

- De simple paso: En este caso el efluente de la fosa séptica es conducido hasta un pozo de bombeo, desde donde se impulsa a una red de tuberías que alimentan la superficie del filtro. Estos sistemas permiten mantener el medio en condiciones no saturadas, lo que contribuye a asegurar condiciones aerobias y reducir el riesgo de colmatación (USEPA, 2002).

- Con recirculación: En esta configuración, el agua recolectada por el sistema de drenaje del filtro es recirculada varias veces antes de su disposición final.

Generalmente en los de simple paso se selecciona una granulometría más fina para el manto de forma de tener elevadas eficiencias en remoción de DBO₅ y amonio, lo que se traduce en mayores áreas de filtración requeridas para el proceso. En el caso de los sistemas con recirculación se utilizan granulometrías más gruesas ya que el contar con varias pasadas del efluente a través del proceso, se garantiza la elevada eficiencia tanto en remoción de DBO₅ como de amonio (USEPA, 2002). Con ambas configuraciones pueden alcanzarse elevadas eficiencias de tratamiento, con concentraciones del orden de 10 mg/l de DBO₅ y SST en el efluente. La eficiencia en nitrificación es variable, pudiendo alcanzar valores del 50 %. La remoción de patógenos puede ubicarse entre 2 y 4 órdenes (USEPA, 2002).

Además de las características del efluente, del medio filtrante y la forma de alimentación, deben considerarse otros criterios al momento del diseño y la construcción:

- Materiales de construcción que garanticen la impermeabilidad del fondo y las paredes laterales (hormigón, ladrillo, bloque, materiales plásticos).
- Medio filtrante de material adecuado, tanto en tamaño y porosidad como en durabilidad (arena clasificada, grava, antracita, piezas plásticas)

4.2.4.3. Sistemas de tratamiento en suelo

El tratamiento en suelo consiste en la aplicación controlada de agua residual (pretratada al menos en una etapa de fosa séptica) sobre la superficie de un terreno que puede contar con vegetación, para lograr determinado grado de tratamiento a través de procesos físicos, químicos y biológicos, ocurridos en un sistema planta-suelo-agua. El nivel de tratamiento alcanzado dependerá de las características del terreno y la vegetación presente, de las cargas hidráulicas aplicadas y las características del agua residual (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Pueden ser sistemas de riego o de aplicación al terreno, por lo que pueden servir como opciones de tratamiento y disposición de efluentes de sistemas individuales en aquellos casos particulares en los cuales la vivienda cuente con grandes extensiones de terreno disponible.

Pueden identificarse tres tipos de sistemas: de baja tasa, de infiltración rápida y de flujo superficial (Crites & Tchobanoglous, 2000).

a) Sistemas de baja tasa

En los sistemas de baja tasa el efluente pretratado se riega sobre un terreno cultivado que puede ser tanto forestación, agricultura, campos de golf, etc.. Las eficiencias de tratamiento que se obtienen son elevadas, siendo mayores a 98 % en DBO₅ y a 99 % en SST. También se remueve nitrógeno por procesos de nitrificación/denitrificación, fósforo, metales y patógenos.

Los aspectos a considerar para el diseño son el área requerida para el tratamiento, el tipo de cultivo y el método de irrigación, para lo que se requiere conocer (Crites & Tchobanoglous, 2000):

- Capacidad de absorción del suelo, medida a través de un ensayo de infiltración.
- Profundidad a la que se encuentra la napa freática.
- Presencia de estratos impermeables en el perfil de terreno.
- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente y caudal máximo instantáneo que podrá ingresar al sistema.
- Calidad del agua residual a tratar.
- Tipo de cultivo.
- Datos climáticos (precipitación, evaporación).
- Tipo de alimentación al sistema.

El área necesaria puede quedar definida por la permeabilidad del suelo o por la velocidad de aplicación de determinado constituyente del agua residual (materia orgánica, nitrógeno, etc.). Así, las cargas hidráulicas, de materia orgánica y de nitrógeno máximas admisibles, dependen del tipo de cultivo seleccionado. También influyen los valores esperados de precipitación y evaporación en el sistema (Crites & Tchobanoglous, 2000).

La alimentación del agua residual al terreno puede realizarse mediante aspersores, por aplicación superficial o por goteo. La elección del tipo de sistema depende del cultivo, la topografía, el tipo de suelo y el tratamiento previo aplicado al efluente. En el caso de tratamiento mediante fosa séptica únicamente, el contenido de sólidos suspendidos será elevado como para poder utilizar sistemas de aspersores o por goteo.

En cualquiera de los casos la aplicación debe ser intermitente para permitir la reaireación del suelo. Puede dividirse el área total en

subsecciones que son alimentadas en forma secuencial a lo largo del ciclo de aplicación (Crites & Tchobanoglous, 2000).

La aplicación de este sistema como solución de tratamiento y disposición final de efluentes a nivel de viviendas individuales, implica la necesidad de contar con grandes extensiones de terreno.

b) Sistemas de infiltración rápida

Los sistemas de infiltración rápida consisten en la aplicación del agua residual directamente sobre una parcela de terreno (inundándola) de forma que el efluente infiltre a través del suelo hacia las capas inferiores. Además de para el tratamiento de las aguas residuales, pueden servir como sistemas de recarga de acuíferos.

El procedimiento contempla la aplicación intermitente de los efluentes sobre la superficie del lecho, permitiendo ciclos de aplicación y de reposo. Al igual que en los sistemas de baja tasa, se obtienen elevadas eficiencias en remoción de DBO_5 , SST, nitrógeno y patógenos. La remoción de fósforo y metales depende de la profundidad recorrida y la textura del suelo.

Los aspectos a considerar para el diseño, son (Crites & Tchobanoglous, 2000):

- Características del suelo en los distintos estratos.
- Capacidad de absorción del suelo, medida a través de un ensayo de infiltración.
- Condiciones del agua subterránea.
- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente.
- Calidad del agua residual a tratar.
- Datos climáticos (precipitación, evaporación).

En general la capacidad de infiltración/percolación del suelo determina la carga hidráulica de diseño, pero en algunos casos la carga de nitrógeno o de materia orgánica puede llegar a controlar los requerimientos de área del sistema.

La alimentación de efluente se realiza mediante zanjas que distribuyen el agua residual al área de infiltración. Se alimenta por ciclos, alternando un período de aplicación con uno de reposo. Para permitir la rotación de los lechos en operación, pueden utilizarse fosas múltiples que viabilicen el tiempo de reposo y secado requerido.

La aplicación de este sistema como solución de tratamiento y disposición final de efluentes a nivel de viviendas individuales, implica la necesidad de contar con áreas del predio que puedan ser aisladas para evitar el contacto de las personas con el agua residual que escurre sobre el terreno.

c) Sistemas de flujo superficial

En estos sistemas el efluente pretratado se aplica sobre la superficie de una parcela de terreno configurada con pendientes suaves (2 a 4 %) y cubierta con vegetación. Constituyen una alternativa de tratamiento del efluente pero no de disposición final, que puede utilizarse en los casos en los que el terreno tiene baja permeabilidad. La disposición final en estos casos puede ser el reúso o su vertido a curso de agua.

El sistema opera como una unidad de tratamiento biológico de biomasa adherida y lecho fijo, en donde la capa vegetal actúa como medio para el crecimiento biológico. Las eficiencias de tratamiento que se alcanzan son elevadas en DBO₅, SST, nitrógeno, pero son menos eficientes en remoción de fósforo y patógenos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Una limitante que presentan es que requieren de una etapa de tratamiento previa que garantice una elevada eficiencia en remoción de sólidos suspendidos, por lo que no son una opción viable como post tratamiento al efluente de fosas sépticas (Crites & Tchobanoglous, 2000).

4.2.4.4. Humedales construidos

Los humedales construidos son unidades de tratamiento biológico de biomasa adherida y lecho fijo, que se construyen como tanques de paredes estancas rellenos con un medio filtrante de material granular y plantas. Las aguas residuales atraviesan el manto formado por el material granular y las raíces de las plantas, y continúan hacia el sitio de disposición final.

El proceso de tratamiento se basa en la remoción de la materia orgánica por parte de los microorganismos presentes y del aprovechamiento por parte de las plantas de los nutrientes que trae el agua residual. Adicionalmente la matriz formada por el manto filtrante y las raíces fomenta la remoción de los sólidos suspendidos, evita cortocircuitos y riesgos de colmatación. Los mecanismos de remoción que se dan en el sistema comprenden fenómenos fisicoquímicos de sedimentación, filtración, adsorción y precipitación química para remoción de sólidos suspendidos, nitrógeno y fósforo; procesos biológicos para remoción de

nitrógeno, materia orgánica y patógenos. Las raíces y rizomas ofician de sustento a los microorganismos que intervienen en la depuración, y canalizan el oxígeno generado por fotosíntesis en la zona de las hojas de las plantas hacia la fase líquida (USEPA, 2002).

Las plantas que pueden sembrarse en un humedal construido abarcan distintas especies, siendo las totoras (*Typha sp.*) las más utilizadas en Uruguay.

Con estos sistemas se obtienen elevadas eficiencias en remoción de DBO₅, SST, nitrógeno y patógenos. Existen dos tipos de humedales: de flujo superficial y de flujo subsuperficial. Los aspectos a considerar para el diseño en ambos casos, son (USEPA, 2002):

- Volumen de aguas residuales a disponer diariamente y caudal máximo instantáneo que podrá ingresar al sistema.
- Calidad del agua residual a tratar.
- Datos climáticos (temperatura, precipitación, evaporación).
- Tiempo de retención hidráulico.
- Características del medio soporte (granulometría, porosidad).

Para que el sistema opere en forma eficiente se requiere que el tiempo de retención sea adecuado y que la reaireación sea suficiente para cubrir la demanda de oxígeno del proceso. Si la carga orgánica aplicada es demasiado elevada puede provocar la muerte de plantas y generación de olores en las inmediaciones. La carga hidráulica aplicada y la frecuencia de alimentación al humedal también influyen en la eficiencia lograda (USEPA, 2002).

Otro aspecto fundamental para garantizar una adecuada operación del sistema, es la cosecha de la vegetación en forma periódica.

La aplicación de este sistema como solución de tratamiento y disposición final de efluentes a nivel de viviendas individuales, implica la necesidad de contar con terrenos suficientes.

4.2.4.5. Sistemas de descarga a la atmósfera

Los sistemas de descarga a la atmósfera consisten en soluciones de disposición final basadas en la capacidad de evapotranspiración de la zona seleccionada para implantarlo. Esta capacidad depende de aspectos hidrológicos y climatológicos locales (tasa de evapotranspiración, régimen de precipitaciones, velocidad y dirección predominante del viento, contenido de humedad de la atmósfera, temperatura ambiente, radiación solar).

Esta alternativa no permite garantizar un desempeño adecuado a lo largo del año en el caso de Uruguay, donde la incidencia de las precipitaciones puede ser elevada mientras que la tasa de evaporación no suele serlo.

4.2.4.6. Unidades compactas de tratamiento biológico

Existe una gran variedad de dispositivos diseñados para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico.

Se trata de unidades compactas que generalmente involucran procesos de tratamiento biológico aerobio, diseñados para oxidar la materia orgánica y el amonio presente (proceso de nitrificación), y reducir en forma considerable el contenido de sólidos suspendidos. Los procesos aplicados pueden ser muy variados: sistemas biológicos de biomasa suspendida (lodos activados), sistemas de biomasa adherida (filtros percoladores, reactores biológicos rotativos, etc.), o combinación de ambos (USEPA, 2002). También pueden encontrarse unidades compactas que involucran procesos de tratamiento biológico anaerobio, o sistemas que incorporan algunas modificaciones para lograr la remoción de nutrientes (etapa de denitrificación para la remoción de nitratos, etapas alternadas anaerobias-aerobias para la remoción de fósforo, aplicación de coagulantes metálicos para la precipitación de fósforo, etc.) u otros compuestos específicos.

Entre los aspectos importantes a considerar, se encuentran:

- Adecuado diseño, construcción / instalación, operación y mantenimiento, del proceso de tratamiento, para garantizar un nivel elevado de depuración de los efluentes.
- Cuidado en la selección de los materiales de construcción y del equipamiento a instalar, para garantizar la vida útil de la planta compacta.
- Previsión del mantenimiento del equipamiento electromecánico instalado (ya que generalmente requieren de bombas, sistemas de aireación u otros).
(USEPA, 2002)

Los criterios técnicos de diseño dependen de la tecnología utilizada (lodos activados, reactores biológicos rotativos, reactores anaerobios, etc.), pero son semejantes a los utilizados para el diseño de plantas convencionales de cada uno de los procesos.

4.2.5. Resumen de criterios de diseño.

En el Cuadro 4-1, Cuadro 4-2, Cuadro 4-3 y Cuadro 4-4, se resumen los criterios de diseño presentados por las distintas referencias consultadas.

Cuadro 4-1 Criterios de diseño para fosas sépticas

	Criterio	Referencia
Ubicación	Aguas abajo de cualquier pozo o manantial destinado al abastecimiento de agua para consumo humano. En zona no inundable. Distancia mínima entre fosa séptica y edificación = 2 m. Se debe garantizar el acceso de camiones para limpieza.	CEPIS, 2003
	Se debe asegurar accesibilidad para remoción de lodos y tareas de mantenimiento.	USEPA, 2002
	Distancias mínimas recomendadas: 15 m a curso de agua; 15 m a pozo de agua potable privado y 150 m a público; 3 m a líneas de agua; 1,5 m a límites del terreno; 4,5 m a edificaciones.	FREPLATA, 2006
Dimensiones	V útil mín. = 2 m ³ ; Á sup. mín. = 2 m ² ; Ancho mín. = 0,6 m; Prof. útil mín. = 0,75 m; Largo/Ancho = 2-5; V _{LODO} tal que la limpieza sea cada 2-5 años	CEPIS, 2003
	V útil mínimo tal que tiempo de retención hidráulico = 6-24 h, y en función del n° de dormitorios; V _{LODO} tal que la limpieza sea cada 3-5 años; Altura > 0,23 m sobre el nivel de líquido para acumulación de flotantes y ventilación de gases.	USEPA, 2002
	V útil mín. = 2,8 m ³ . Se recomiendan volúmenes según el n° habitaciones a servir.	Crites & Tchobanoglous, 2000
	V útil mín. = 0,75 m ³ . Si en la vivienda hay más de tres habitantes, se agregan 0,25 m ³ por c/persona. Si hay más de diez habitantes se agregan 0,2 m ³ por c/habitante adicional. V _{LODO} tal que se limpie cada 3-5 años. Relaciones geométricas: Largo/Ancho = 3, Largo mín. = 1,20 m, Prof. útil mín. = 1 m	FREPLATA, 2006
Eficiencias de remoción	60 % - 80 % de SS y AyG; 30 % - 50 % de DBO ₅	USEPA, 2002

Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 y las distintas fuentes de información referenciadas.

Cuadro 4-2 Criterios de diseño para zanjas de infiltración

Criterio	Referencia
Si $V > 7 \text{ m}^3$ y longitud de zanja de infiltración $> 150 \text{ m}$, se deberán instalar sistemas intermitentes de descarga. Si la longitud de zanja de infiltración está entre 300 y 600 m, se requerirán dos sistemas de descarga, que descargarán cada 3-4 h.	CEPIS, 2003
El área de la superficie de infiltración se define a partir del volumen diario y la calidad del efluente a tratar (Q máx. instantáneo y tasas de aplicación que puedan realizarse). Ancho de zanjas = 0,3-1,2 m, preferentemente $< 0,9 \text{ m}$.	USEPA, 2002
Se deben hacer estudios de campo para estimar la capacidad de infiltración real del terreno. La napa freática debe estar, como mínimo, a 1,20 m de profundidad. Dimensiones de las zanjas de infiltración: Largo máx. = 30 m, Ancho = 0,6 m, Prof. = 0,6 m. Distancia entre zanjas = 1,8 m. Los caños de distribución se construyen de PVC $\Phi 100 \text{ mm}$, con dos hileras de orificios de 12-15 mm de diámetro espaciados 0,5 m, con una longitud que depende de la capacidad de infiltración medida en el terreno.	FREPLATA, 2006
Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 y las distintas fuentes de información referenciadas.	

Cuadro 4-3 Criterios de diseño para sistemas de tratamiento en suelo

Criterio	Referencia
Sistemas de baja tasa Características necesarias del terreno: profundidad del suelo $> 0,6 \text{ m}$, profundidad de la napa freática $> 0,6$ a $1,0 \text{ m}$, pendiente menor al 40 % (20 % si son terrenos cultivados) Parámetros de diseño: Carga orgánica $< 500 \text{ kg DBO}_5/\text{ha.d}$, Carga de sólidos suspendidos $< 110 \text{ kg SST/ha.d}$ Restricción de uso: se requiere contar con grandes áreas de terreno disponible.	Crites & Tchobanoglous, 2000
Sistemas de infiltración Características necesarias del terreno: profundidad del suelo $> 1,5 \text{ m}$, profundidad de la napa freática $> 3,0 \text{ m}$, pendiente menor al 10 %.	Crites & Tchobanoglous, 2000

Criterio		Referencia
rápida	<p>Parámetros de diseño: Carga orgánica < 336 kg DBO₅/ha.d, Carga de nitrógeno < 67 kg N/ha.d</p> <p>Ciclo de aplicación: período de aplicación de 1 a 9 días, seguido de período de reposo de 5 a 20 días</p> <p>Restricción de uso: se requiere contar con áreas de terreno que puedan aislarse del contacto con los habitantes de la vivienda.</p>	
Sistemas de flujo superficial	Su uso no resulta viable como post tratamiento de efluentes de fosa séptica.	Crites & Tchobanoglous, 2000

Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 y las distintas fuentes de información referenciadas.

Cuadro 4-4 Criterios de diseño para humedales construidos

Criterio		Referencia
Humedales de flujo superficial	<p>Parámetros de diseño: Tiempo de retención = 2 a 5 días (aumentando a 7-14 días si se requiere remoción de nitrógeno), Carga orgánica < 112 kg DBO₅/ha.d, Altura de agua = 0,06 a 0,45 m, Área superficial por unidad de caudal afluente = 5,3 a 10,7 m²/m³.d, Largo/Ancho = 2 a 4.</p> <p>El intervalo de cosecha es de 3 a 5 años.</p> <p>Se requiere algún método de control de vectores</p>	Crites & Tchobanoglous, 1998
Humedales de flujo subsuperficial	<p>Parámetros de diseño: Tiempo de retención = 3 a 4 días, Carga orgánica < 110 kg DBO₅/ha.d, Carga de sólidos < 0,04 kg SST/m².d, Altura de agua = 0,3 a 0,6 m, Profundidad del medio filtrante = 0,46 a 0,76 m.</p> <p>No se requiere cosecha periódica ni método de control de vectores.</p>	Crites & Tchobanoglous, 1998

Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 y las distintas fuentes de información referenciadas.

5. CASO DE APLICACIÓN: SITUACIÓN ACTUAL EN URUGUAY

5.1. Marco de referencia para el caso de aplicación

5.1.1. Compendio de los términos utilizados para identificar los sistemas estáticos

La nomenclatura utilizada difiere en los distintos países, lo que dificulta la comparación para conocer cuáles son las opciones de saneamiento estático admisibles, cuáles son las que actualmente se utilizan, y cuál es la cobertura final del servicio de saneamiento hacia la población.

Dentro de la terminología que se utiliza, se considera para el presente estudio la siguiente identificación de términos.

- Letrina: Sistema estático individual, ubicado fuera de la vivienda, que comprende un pozo permeable situado inmediatamente debajo del dispositivo sanitario correspondiente (inodoro, taza turca, etc.), que infiltra los efluentes al terreno.
- Fosa séptica: Solución de cámara impermeable, que permite la retención de los sólidos sedimentables y de las grasas y aceites, y prevé una solución de tratamiento o disposición final posterior del efluente clarificado, así como un retiro periódico de los lodos retenidos.
- Depósito fijo impermeable: Solución de cámara impermeable para la retención del efluente (líquido y sólidos) durante el tiempo previsto entre limpiezas sucesivas con camión barométrico.
- Depósito fijo filtrante: Solución de cámara filtrante que permite la percolación del efluente hacia el terreno, reteniendo los sólidos.
- Red de alcantarillado: Sistema dinámico de colecta y transporte de efluentes hasta un sistema de tratamiento o disposición final.
- Saneamiento mejorado: Soluciones de saneamiento consideradas como adecuadas por la OMS, que incluyen letrinas de pozo seco, ventiladas, o ecológicas; letrinas con arrastre hidráulico; sistemas de fosa séptica cuyo efluente líquido se dispone por infiltración al terreno; redes de alcantarillado.

5.1.2. Breve reseña histórica de los servicios de saneamiento en Uruguay

Los servicios de saneamiento, al igual que los servicios de abastecimiento de agua, comenzaron en el país a lo largo del siglo XIX bajo la órbita de prestatarios privados.

En Montevideo, el servicio de captación y bombeo de agua desde el Río Santa Lucía para abastecimiento de la ciudad, se inauguró en 1871. Las obras fueron ejecutadas y operadas por la empresa concesionaria Lezica, Lanús y Fynn, que estuvo a cargo del servicio hasta que en 1879 fue cedido a la compañía británica The Montevideo Waterworks Ltda. A partir de 1890, y hasta la década de 1930, se realizaron obras de infraestructura para almacenamiento, potabilización y distribución del agua potable. En 1950 el servicio pasó a manos del Estado, y a partir de 1952 quedó bajo la responsabilidad de la Administración de las Obras Sanitarias del Estado (OSE) (Bertino, M. et al, 2012). Ésta fue creada como servicio descentralizado por ley N°11907 del 19 de diciembre de 1952, con el cometido de responsabilizarse de los sistemas de agua potable en todo el país y del saneamiento en los 18 departamentos del interior (Jacob, R., 2012).

Las obras de saneamiento en Montevideo comenzaron en 1854, a cargo del concesionario Juan José de Arteaga, convirtiendo así a Montevideo en la primera ciudad de América Latina en contar con red de saneamiento dinámico. En 1913 el saneamiento pasó a manos del gobierno municipal. Desde ese momento la Intendencia ha implementado planes y obras de saneamiento para aumentar la cobertura, mejorar el servicio y recuperar la calidad de los cuerpos de agua del departamento en función de la definición de los usos actuales y previstos (IdeM, sitio web).

En el interior del país, las obras de abastecimiento de agua comenzaron a fines de la década de 1880, financiadas por el Estado. Las primeras ciudades en contar con este servicio fueron Salto y Paysandú, agregándose luego San José, Rocha, Treinta y Tres, Mercedes y Florida. Y a partir de 1915 se comenzaron a realizar obras de saneamiento dinámico en distintas capitales departamentales. Desde 1907 la prestación de estos servicios estuvo a cargo de la Dirección de Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas, hasta que en 1952 pasó a manos de OSE.

Una vez bajo la órbita de OSE, los sistemas de agua potable y alcantarillado fueron ampliando su cobertura. La expansión del servicio de agua potable se dio en forma sostenida y alcanza actualmente a casi la totalidad de la población del país (cobertura nacional de casi el 94 % de la población total y del 98 % de la población nucleada en centros urbanos, de acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda de 2011 – INE, 2012b). En el caso de las redes de saneamiento el crecimiento se dio a tasas variables. Hasta 1970 se construyeron los servicios para las ciudades de más de 10.000 habitantes. A partir de ese momento se dio un

mayor énfasis a la expansión de los servicios, al pasar los temas de agua y saneamiento a tener mayor relevancia dada la preocupación por su impacto en la salud pública (Bertino, M. et al, 2012; INE, 2012b). Las obras de ampliación del servicio incluyeron, inicialmente, expansión de redes de alcantarillado, y a partir de la década de 1990 construcción de plantas de tratamiento de los efluentes previo a su vertido a curso de agua. Luego del año 2000 se comenzaron a incorporar nuevas localidades al servicio de alcantarillado (OSE, sitio web). Actualmente la red de saneamiento dinámico cubre parte de la población del interior del país, con mayor porcentaje en poblaciones urbanas que en zonas rurales.

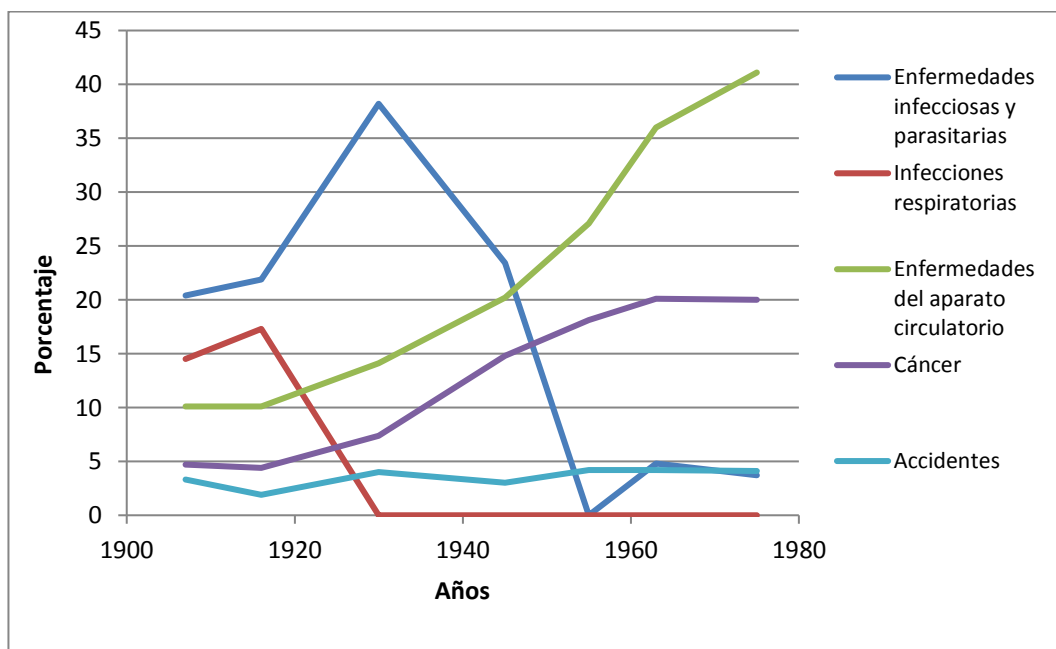
En la década de 1970, OSE se planteó promover los sistemas de saneamiento individual en aquellas poblaciones de menos de 1.000 habitantes. En las décadas de 1980 y 1990 los sistemas de saneamiento mejorado (entendido según el criterio de la OMS) tuvieron un gran impulso, entre la población que no contaba con servicio de alcantarillado. La cobertura actual de estos sistemas llega a la totalidad de la población que no se encuentra conectada a una red de saneamiento dinámico (Bertino, M. et al, 2012).

Al año 2009, la cobertura de red de saneamiento en las capitales departamentales del interior del país se ubicaba en un 63 % y en el área urbana de Montevideo en el 91 % (OSE, sitio web; IdeM, sitio web).

Por otra parte, las estadísticas indican que las enfermedades infecciosas y parasitarias fueron la principal causa de mortalidad en Uruguay hasta mediados del siglo XX, pasando luego ese rol a las enfermedades del aparato circulatorio (Ilustración 5-1). Esta evolución sin dudas se relaciona con el avance de los sistemas de saneamiento en el país. A nivel de la mortalidad infantil a causa de enfermedades diarreicas, también se observa una gran caída en el mismo período (Ilustración 5-2).

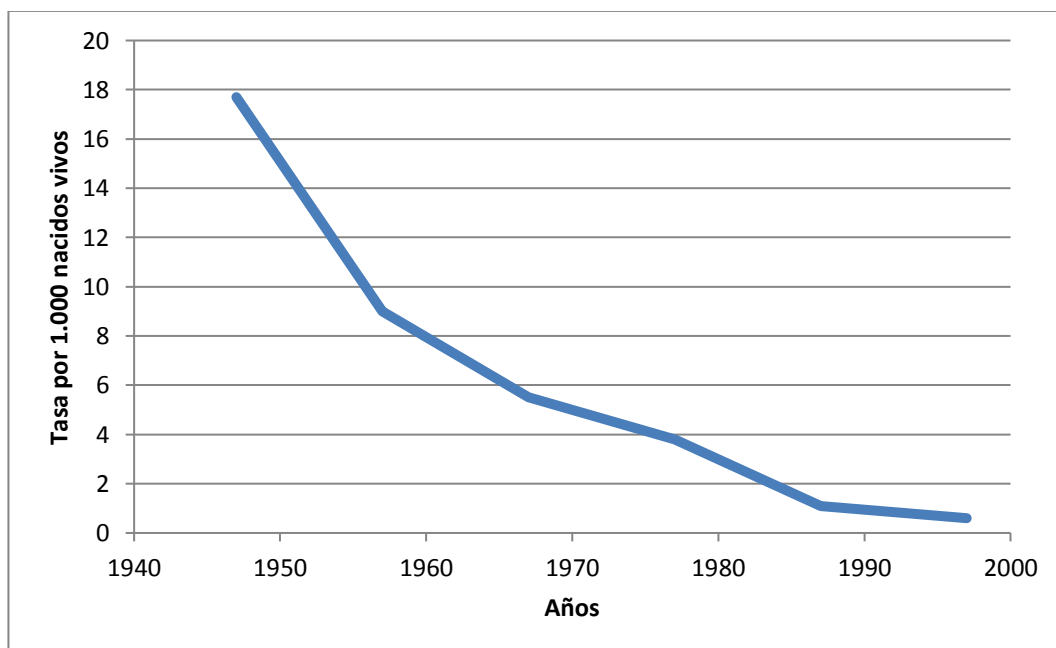
Los agentes patógenos responsables de las enfermedades diarreicas, de acuerdo a un estudio de 4 años de duración de población infantil atendida en el Hospital Pereira Rossell, eran virotipos de ***Escherichia Coli (E. Coli)*** en casi el 40 % de los casos, como se observa en la Ilustración 5-3. Aunque ***E. Coli*** es la especie dominante de la flora aerobia del tubo digestivo, en diversas circunstancias puede causar enfermedades tales como infecciones abdominales, septicemias, meningitis.

Ilustración 5-1 Evolución de las principales causas de muerte en Uruguay



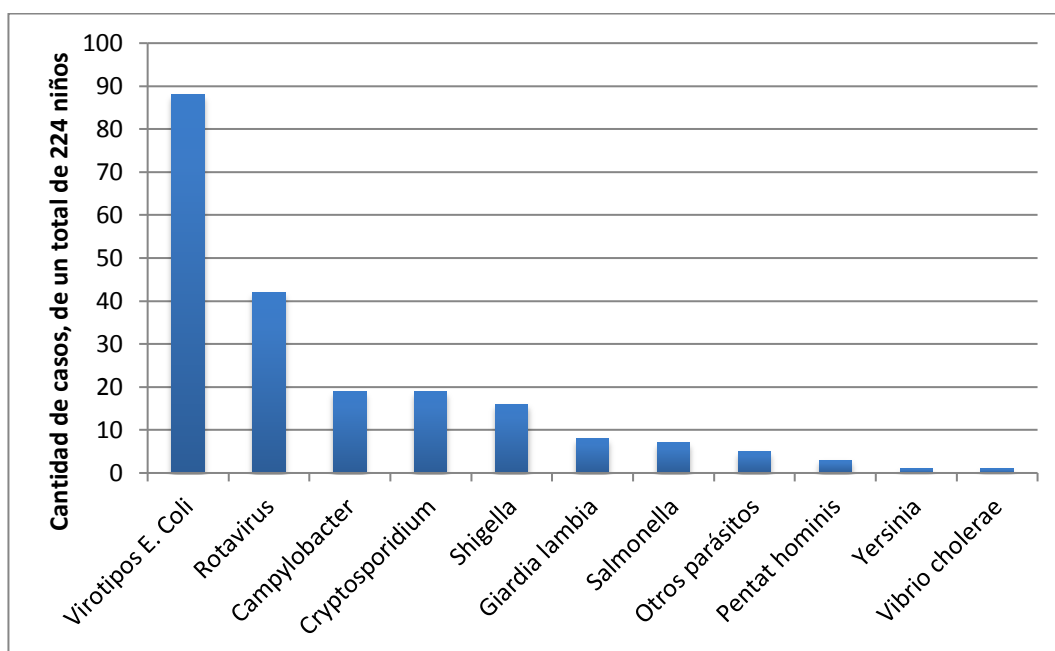
Nota: Elaboración propia a partir de datos de Mieres Gómez, 1995.

Ilustración 5-2 Mortalidad infantil por enfermedades diarreicas



Nota: Adaptado de Acuña et al. (2002).

Ilustración 5-3 Principales patógenos asociados con diarrea infantil



Nota: Adaptado de Acuña et al. (2002).

5.1.3. Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

Desde el punto de vista del Instituto Nacional de Estadísticas, el saneamiento se define en el marco de las Necesidades Básicas, a la hora de aplicar la metodología de cálculo de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

El método de las NBI fue propuesto por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en la década de los '80 como un instrumento para medir la pobreza a partir de datos censales, aunque hoy no haya consenso acerca de si es o no un método directo de medición de la pobreza, con enfoque multidimensional y no sólo centrado en los ingresos. De todos modos, es un método de fácil aplicación e interpretación, especialmente en lo que hace a su aporte para definir políticas públicas y priorizarlas.

En Uruguay, las necesidades que se consideran básicas, de acuerdo a la Dirección General de Estadística y Censos se definen como (DGEC 1990, citado por INE 2013):

“...el conjunto de requerimientos psicofísicos y culturales cuya satisfacción constituye una condición mínima necesaria para el

funcionamiento y desarrollo de los seres humanos en una sociedad específica.”

El INE considera seis necesidades básicas: vivienda decorosa, abastecimiento de agua potable, servicio sanitario, energía eléctrica, artefactos básicos de confort, educación (INE, 2013).

Para seleccionar indicadores para medir el grado de satisfacción y fijar umbrales críticos, para cada una, la DGEC (DGEC 1990, citado por INE 2013) plantea tomar *“como referencia lo que la imagen colectiva de una sociedad o comunidad particular considera como condiciones dignas de vida.”*

Al respecto, es interesante anotar que, según INE (2013):

“Este proceso supone no sólo alcanzar acuerdos normativos, sino evaluar su posibilidad de medición sobre la base de la información disponible, ya sea en los censos o en otras fuentes de datos.”

Esto trae a colación la evolución que ha tenido la consideración del saneamiento en las NBI:

1985: *“Hogares: sin servicios sanitario o sin sistema de evacuación de excretas o con sistema de evacuación igual a «otro»; o con servicio sanitario sin descarga de agua, compartido con otros hogares.”*

1996: *“Es carente toda persona integrante de un hogar particular que se encuentra en una vivienda que no dispone de servicio higiénico o la evacuación del servicio higiénico corresponde a la categoría «Otro» del censo (hueco en el suelo, superficie, etc.) o el servicio higiénico que es compartido con otros hogares y sin descarga.”*

2011: *“Un hogar particular tendrá necesidades básicas insatisfechas en saneamiento si cumple al menos una de las siguientes condiciones: a) no accede a baño; b) accediendo, su uso no es exclusivo del hogar o; c) la evacuación del servicio sanitario no es a red general, fosa séptica o pozo negro.”*

Sin embargo, la población uruguaya continúa teniendo la percepción de que *“tener saneamiento”* es tener colector, caño maestro, alcantarillado; en definitiva, para la población uruguaya **tener saneamiento es equivalente a tener saneamiento dinámico** (López et al. 2015).

La situación detectada en el Censo del 2011 indica, entre otras conclusiones, que:

“Las necesidades básicas con mayor nivel de insatisfacción en la población total son las relativas al confort (23,4 %), la vivienda (14,5 %) y la educación (8,6 %), seguidas por el saneamiento (5,1%) y el acceso al agua potable (3,8 %). La electricidad presenta un nivel de carencia muy bajo (0,7 %).

En los departamentos al norte del Río Negro se observan mayores porcentajes de hogares y personas con NBI respecto a los del sur, destacándose los valores de Artigas, Rivera y Salto.”

5.2. Situación actual en Uruguay

De la sección 3.4, y de acuerdo al INE (2012), la cobertura de saneamiento en Uruguay es del 97,5 %. Ahora bien, para establecer la situación actual en materia de saneamiento desde la perspectiva de los distintos gestores, se compendió la información disponible a nivel de los distintos organismos que intervienen en la recopilación y análisis de datos socioeconómicos para el país, y en la regulación, gestión, planificación y/o prestación de los servicios.

Se presenta en primer lugar un resumen de la institucionalidad en materia de gestión de los servicios de saneamiento en Uruguay, y luego la recopilación de información proveniente de las distintas entidades que fueron consultadas en el marco del Convenio entre OSE y Facultad de Ingeniería-UdelaR acerca de Sistemas de Saneamiento Adecuado (López et al., 2012): INE, OSE, Intendencias Departamentales, Municipios y Alcaldías, BHU, DINAVI, DINAGUA, DINAMA, MEVIR, ANV, ANEP. Se incorpora además información adicional que no había sido contemplada en el Convenio OSE – Facultad de Ingeniería (datos para el departamento de Montevideo, información de las Comisiones Técnicas que intervienen en la gestión de los cursos de agua limítrofes).

5.2.1. Institucionalidad en la gestión de los servicios

Los servicios de saneamiento colectivo (redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de efluentes), son prestados por la Intendencia de Montevideo en la capital y por OSE en el resto del país. Tanto OSE como la Intendencia participan en todo el proceso, desde la concepción del sistema, pasando por su diseño y construcción, hasta la etapa de operación y mantenimiento. La URSEA se encarga de regular la calidad y seguridad en la prestación de estos servicios, para lo que fiscaliza a las

instituciones prestadoras: Intendencia de Montevideo, OSE, Aguas de la Costa (empresa integrada por OSE y con participación de un privado).

En cuanto a los sistemas descentralizados de saneamiento (soluciones estáticas o individuales), son las Intendencias Departamentales quienes aprueban las soluciones a aplicar cuando el propietario gestiona el permiso de construcción de su vivienda. También tienen a su cargo la habilitación de los servicios de barométrica. Pero en lo que respecta al control sobre la operación y mantenimiento de los sistemas, las responsabilidades no resultan claras. Por un lado, a partir de la Ley Orgánica de OSE y la Ley Orgánica Municipal, podría interpretarse que estas instituciones no tienen responsabilidad sobre la fiscalización del funcionamiento de estos sistemas. Sin embargo, en el Decreto 78/010 se plantea que son competencias municipales los servicios de saneamiento (excepto el alcantarillado en el interior del país) y se establece la responsabilidad de OSE en la prestación y gestión de los servicios de tratamiento y disposición final, cualquiera sea el método de transporte de los efluentes (pudiendo llevar a la interpretación de que los sistemas individuales son alternativas de tratamiento y disposición final).

El MVOTMA, a través de la DINAGUA, es responsable por elaborar las propuestas de políticas nacionales de agua potable y saneamiento, para que sean aprobadas por el Poder Ejecutivo. En la órbita del MVOTMA se creó el Consejo Nacional de Agua, Ambiente y Territorio (CONAAT), con participación de representantes del gobierno y de la sociedad civil, con el fin de definir un Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento Integral.

Finalmente, el MSP también es un actor que interviene en los temas de saneamiento al tener a su cargo las políticas sanitarias relativas al abastecimiento de agua potable y al saneamiento.

5.2.2. Información del INE

El INE realiza en forma periódica encuestas de hogares y censos de población y vivienda, en los cuales releva, entre otros datos, el tipo de servicio sanitario y de solución de saneamiento con que cuentan las viviendas del país.

Los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2011 muestran que de los hogares encuestados (INE, 2012b):

- 95,7 % cuenta con servicio sanitario de uso exclusivo, de los cuales 89,8 % tiene cisterna y el 5,9 % restante no
- 2,6 % tiene servicio sanitario compartido entre varios hogares
- 1,7 % no cuenta con servicio sanitario

En cuanto a las soluciones de saneamiento existentes, se encuentra que (Cuadro 5-1):

- 55,9 % de la población encuestada vierte sus efluentes hacia la red de alcantarillado
- 41,6 % lo hace hacia fosa séptica o pozo negro
- 0,6 % vierte en forma directa a curso de agua
- 0,3 % vierte en forma directa al terreno (superficie o hueco en el suelo)

Al discriminar entre área urbana y rural, los porcentajes varían (Cuadro 5-1):

- En zonas urbanas, el 58,9 % de la población cuenta con servicio de alcantarillado, 38,8 % tiene fosa séptica o pozo negro, 0,5 % vierte directamente a curso de agua, 0,2 % vierte directamente al terreno, y el 1,6 % restante no tiene servicio sanitario.
- En área rural, el 93,3 % de la población encuestada tiene fosa séptica o pozo negro, 1,6 % vierte en forma directa a curso de agua, 1,1 % descarga en forma directa al terreno, y el 4% restante no tiene servicio sanitario.

Al comparar la situación de Montevideo con el resto del país, los porcentajes son bien diferentes (Cuadro 5-1):

- En Montevideo, más del 82 % de la población cuenta con sistema de alcantarillado, mientras que en el interior del país no se alcanza el 40 %.
- Las soluciones de fosa séptica y pozo negro se ubican casi en un 16 % de la población en el caso de Montevideo, y en aproximadamente 58 % en el interior del país.

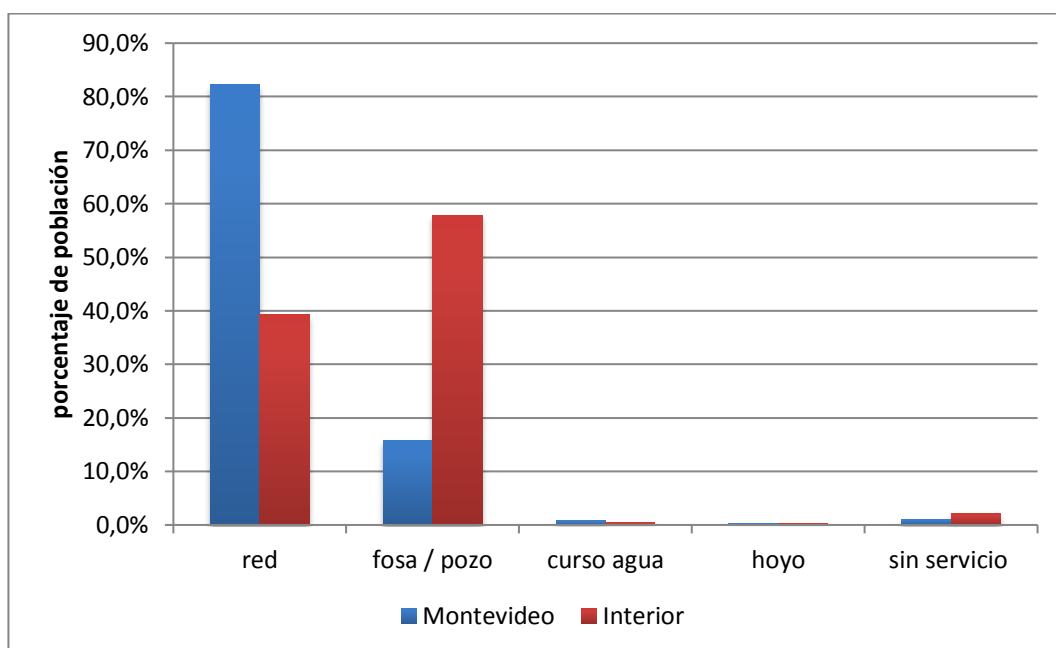
Cuadro 5-1 Coberturas de saneamiento en Uruguay

Región	red	fosa séptica / pozo negro	vertido a curso agua	vertido al terreno	sin servicio
Uruguay	55,9 %	41,6 %	0,6 %	0,3 %	1,7 %
urbano	58,9 %	38,8 %	0,5 %	0,2 %	1,6 %
rural	0,0 %	93,3 %	1,6 %	1,1 %	4,0 %
Montevideo	82,2%	15,7 %	0,8 %	0,2 %	1,1 %
urbano	82,8 %	15,1 %	0,8 %	0,2 %	1,1 %
rural	0,0 %	94,9 %	1,1 %	0,9 %	3,1 %
Interior	39,3 %	57,9 %	0,4 %	0,3 %	2,1 %
urbano	42,6 %	54,9 %	0,3 %	0,3 %	1,9 %
rural	0,0 %	93,3 %	1,6 %	1,1 %	4,0 %

Nota: Elaboración propia a partir de datos de INE, 2012b.

A partir de los resultados del censo, el INE elabora los índices de NBI para el país. Respecto al saneamiento, las NBI se registran cuando la vivienda no cuenta con baño de uso exclusivo o las aguas servidas se evacúan por alguna otra forma que no sea red de alcantarillado, fosa séptica o pozo negro. Para el año 2011 se plantea que el porcentaje de población con carencias críticas en materia de saneamiento asciende al 5,1 %. Sin embargo el porcentaje de población con servicio de red de alcantarillado, fosa séptica o pozo negro asciende al 97,5 %, lo que dejaría un 2,5 % con sistemas no adecuados desde el punto de vista del criterio de INE (Ilustración 5-4). Esto muestra que existe un 2,6 % de la población cuyo sistema de saneamiento presenta carencias aún cuando la disposición final sea a alcantarillado, fosa séptica o pozo negro (INE, 2013).

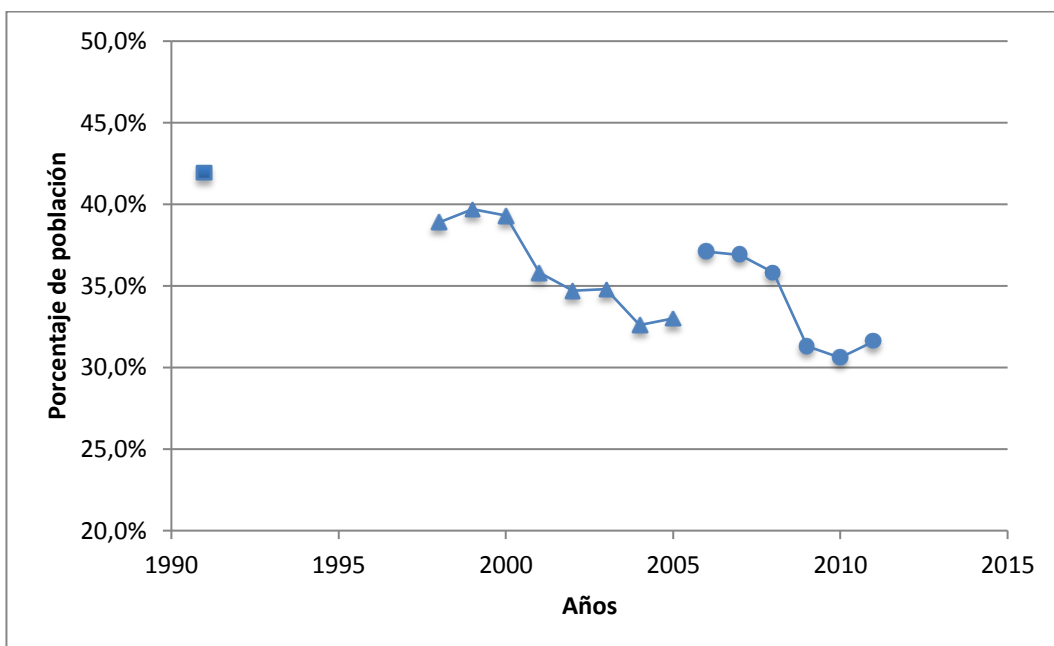
Ilustración 5-4 Soluciones de saneamiento en Montevideo e interior



Nota: “red” corresponde a red de alcantarillado; “fosa / pozo” a fosa séptica o pozo negro; “curso agua” a vertido directo a curso de agua; “hoyo” a hoyo excavado en el suelo. Elaboración propia a partir de INE, 2012b.

En el Anuario Estadístico del año 2012, elaborado también por el INE, se presenta la evolución del porcentaje de hogares sin acceso a red de alcantarillado (INE, 2012a), datos que pueden observarse en la Ilustración 5-5.

Ilustración 5-5 Evolución de la población sin acceso a alcantarillado



Nota: Los datos para los distintos años varían: 1991 corresponden a localidades de más de 900 habitantes, 1998 a 2005 corresponden a localidades de más de 5.000 habitantes, a partir de 2006 corresponden al total del país en zonas urbanas. Elaboración propia a partir de datos de INE, 2012a.

El aumento registrado entre 2005 y 2008 corresponde en realidad a la diferencia de criterio utilizado para la obtención de los datos. En el primer caso se considera la población en localidades de más de 5000 habitantes, mientras que en el segundo se toma la población de todo el país que reside en áreas urbanas. En consecuencia, al agregarse las poblaciones de menos de 5.000 habitantes aumenta el porcentaje de población sin acceso a red de alcantarillado.

5.2.3. Información de los organismos nacionales

5.2.3.1. OSE

El organismo fue creado en 1952, para prestar el servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento en todo el país (a excepción del saneamiento en el Departamento de Montevideo).

La Ley Orgánica de OSE establece, en su Artículo 2°, que dentro de los cometidos y facultades del organismo se encuentra “... la prestación del servicio de alcantarillado en todo el territorio de la República, excepto en el Departamento de Montevideo ...”. También plantea que podrá “... celebrar convenios con los Gobiernos Municipales y/o comisiones

vecinales para realizar obras de alcantarillado o abastecimiento de agua potable de interés local, mediante contribución de las partes ...". Los servicios prestados por el organismo comprenden redes de saneamiento, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de efluentes y sistemas de disposición final (sitio web OSE). Podría interpretarse entonces que las soluciones de tipo individual que no descargan a una red pública de colectores, quedarían fuera de la órbita de OSE. Sin embargo, tampoco se encomienda este servicio a ninguna otra institución.

En el año 2011 se promulgó la Ley N° 18.840 de Conexión a las Obras de Saneamiento, que establece la obligatoriedad de conexión a las redes públicas de saneamiento existentes, en determinadas condiciones. El Artículo 2° de la ley expresa que todos los inmuebles con frente a la red pública, que cumplan con por lo menos una de las siguientes condiciones, deberán conectarse a la red: contar con abastecimiento de agua, poseer construcciones que puedan ser utilizadas para el uso humano, contar con algún tipo de instalación sanitaria. Y se aclara que únicamente podrán preverse excepciones para aquellas viviendas que por problemas de cotas no puedan conectarse por gravedad al colector público.

La cobertura global de saneamiento dinámico, para los centros urbanos del interior del país se ubicaba en 47,5 % en el 2014. Aproximadamente el 73 % de los efluentes recolectados en los sistemas dinámicos cuentan con un tratamiento previo a su disposición final. A 2014 existían 44 plantas de tratamiento de aguas residuales, con procesos de tratamiento primario, secundario y/o terciario (Pitzer, 2014). En el Cuadro 5-2 se resumen los datos referentes a la tecnología de tratamiento y a la población atendida según tipo de tratamiento.

Respecto de las soluciones de saneamiento descentralizado existentes en el interior del país (sistemas individuales o estáticos), OSE no cuenta con información debido a que no realiza la gestión, regulación ni prestación de estos servicios.

Cuadro 5-2 Tipo de tratamiento y población atendida en las plantas de tratamiento de efluentes domésticos de Uruguay

Tipo	Población atendida ⁽¹⁾	Cantidad	Tecnología
Tratamiento primario avanzado	47.435	1	Tratamiento fisicoquímico
Tratamiento secundario	35.735	3	Lodos activados de aireación convencional
	100.682	5	Lodos activados de aireación extendida
	34.159	2	Lecho percolador
	33.427	5	Zanja de oxidación
	10.578	1	Reactor UASB
	110.608 ⁽²⁾	23	Lagunas de estabilización
Tratamiento terciario	82.544	4	Lodos activados de aireación extendida con remoción de nitrógeno
TOTAL	487.095	44	Localidades

(1) “La población atendida fue calculada en base a la población total y al porcentaje de cobertura de la red de saneamiento para cada una de las localidades. Dicho porcentaje de cobertura responde a la relación entre el número de conexiones de saneamiento y el número de conexiones de agua potable para cada localidad (Total de conexiones de saneamiento / Total de conexiones agua potable)” (Pitzer, 2014).

(2) “La población atendida para las localidades que cuentan con PTDAR con lagunas de estabilización (salvo para las ciudades de Rivera y Rocha en que se cuenta con el dato específico) fue calculada en base a la población total de cada localidad y al porcentaje promedio de cobertura de la red de saneamiento para el Interior del país en las localidades que cuentan con ambos servicios. Dicho porcentaje es de 46 % para el año 2012 (OSE, 2014)”. (Pitzer, 2014)

Nota: Adaptado de Pitzer, 2014.

La meta de OSE en materia de saneamiento, es alcanzar una cobertura del 42 % a diciembre de 2015 (calculada como la relación entre las conexiones de saneamiento y las conexiones de agua potable) y del 50 % a diciembre de 2019 (OSE, 2015). Actualmente, la única solución de saneamiento que considera el organismo en los programas para aumentar la cobertura del servicio, consiste en redes de alcantarillado que conduzcan los efluentes hasta plantas de tratamiento de efluentes para su posterior vertido en curso de agua. Otras soluciones individuales, aún cuando son consideradas por el Decreto 78/010 como sistemas de saneamiento, no están previstas dentro de las alternativas que OSE considera como válidas al momento de los nuevos proyectos.

5.2.3.2. DINAGUA

La DINAGUA es una de las cuatro direcciones del MVOTMA (creada con la designación de DINASA en el año 2005), cuya Misión es *“mejorar la calidad de vida de los habitantes y asegurar el uso sustentable de los recursos hídricos del país, mediante la formulación de políticas nacionales de aguas y saneamiento, contemplando la participación de los diversos actores involucrados y la coordinación con las restantes políticas públicas”*. Es a través de la División Planificación de Aguas Urbanas de la DINAGUA, que el MVOTMA se encarga de las políticas de agua, saneamiento y drenaje pluvial en centros poblados.

a) Política Nacional de Aguas

La Ley N°18610 de Política Nacional de Aguas, establece en el Artículo 14° que:

“...El objetivo de la política en agua potable y saneamiento es asegurar la universalidad del acceso a los mismos (...) El saneamiento comprende el alcantarillado sanitario u otros sistemas para la evacuación, tratamiento o disposición de las aguas servidas (...)”.

Asimismo establece que esta Política Nacional de Aguas compete al MVOTMA.

En el año 2010 se aprobó el Decreto 78/010, reglamentario de la ley, en el cual se establecen las alternativas que pueden ser consideradas como solución de saneamiento y se definen los organismos responsables por la aprobación y por la prestación de los servicios de saneamiento.

En el Artículo 2° del Decreto se establece que:

“Se entenderá por saneamiento, el acceso a procesos técnicamente apropiados que permitan el tratamiento y/o disposición final de líquidos residuales, ya sea “in situ” o externamente, (en este último caso se incluyen los componentes aptos para el almacenaje o colecta y el transporte de los líquidos hasta el sitio apropiado para su depuración y vertido o reutilización)”

En el Artículo 3°, presentado en el punto 3.4.10, se plantean las alternativas de saneamiento comprendidas en el artículo anterior.

En los Artículos 4° y 7° se establecen las condiciones específicas a cumplir por cada sistema de saneamiento definido:

“La implementación de los referidos sistemas de saneamiento deberá garantizar las condiciones adecuadas de salubridad, ambientales y territoriales, y económicamente viables. De existir alcantarillado sanitario, debe contemplarse la universalidad de la conexión.”

“El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente, a propuesta de la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento, reglamentará los criterios para la aplicación de los tipos de sistemas de saneamiento B), C) y D) ¹ de acuerdo a las características de las localidades, como: densidad de viviendas, topografía, tipo de suelo, etc.”

En cuanto a las responsabilidades sobre los sistemas de saneamiento colectivo e individual, los Artículos 1º y 6º establecen:

“El MVOTMA, a través de la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA, actual DINAGUA), tendrá a su cargo ... la aprobación, evaluación y revisión de los planes de cobertura de saneamiento, de acuerdo a las Políticas Nacionales establecidas”.

“En todo el territorio de la República, excepto en el Departamento de Montevideo, la Administración de las Obras Sanitarias del Estado tendrá a su cargo los sistemas de tratamiento y disposición final de los efluentes cualquiera sea el sistema de transporte de los mismos, en los términos previstos por el Artículo 14 de la Ley N°18.610 ...”

Se observa entonces que a partir de la aprobación de la Ley N°18610 y del Decreto 78/010, es el MVOTMA quien debe aprobar los planes de saneamiento a nivel nacional, mientras que la responsabilidad por la prestación y gestión de los servicios de tratamiento y disposición final corresponde a OSE. La redacción de la Ley puede inducir a diferentes interpretaciones. En particular, la definición de responsabilidades no resulta clara cuando se trata de soluciones de saneamiento de tipo estático, ya que estas soluciones pueden considerarse “sistemas de tratamiento y disposición final de los efluentes”.

¹ Recuérdese que esas soluciones son:

“B) Almacenamiento de las aguas residuales y excretas en pozos estancos, transporte en camiones barométricos y disposición final en planta de tratamiento.

C) Transporte de los líquidos residuales por alcantarillado a una laguna de tratamiento, con retención de sólidos “in situ”, que luego son transportados para su disposición final en una planta de tratamiento.

D) Almacenamiento y disposición final “in situ” con pozos filtrantes y/o infiltración al suelo.”

En cuanto a las opciones de solución de saneamiento, no quedan definidas las condiciones bajo las cuales sería válida cada alternativa definida en el Artículo 3°. Por ejemplo: características para las lagunas de tratamiento mencionadas en el ítem C), condiciones del terreno y del uso del suelo para la utilización de pozos filtrantes o infiltración al terreno definidos en el ítem D), qué combinación de componentes de sistemas serían válidas (ítem E) ya que de no definirse se interpreta que cualquier combinación podría ser utilizada (por ejemplo, red de alcantarillado dinámico con infiltración al terreno, lo que resulta incoherente).

b) Prevención de la contaminación ambiental

En cuanto a las características que debe presentar el efluente para poder ser dispuesto mediante infiltración al terreno o vertido a curso de agua, el Decreto 253/79 (y modificativos) establece, en su Artículo 11, los límites que deberá cumplir (Cuadro 5-3 y

Cuadro 5-4).

Cuadro 5-3 Calidad del efluente para ser dispuesto mediante infiltración al terreno

Parámetro	Estándar
Material flotante	Ausente
Temperatura	≤ 35 °C
pH	5,5 a 9,0
Sólidos sedimentables	≤ 10 mL/L (cono Imhoff en una hora)
Sólidos totales	≤ 700 mg/L
Aceites y Grasas	≤ 200 mg/L
Cianuros	≤ 1 mg/L
Arsénico	≤ 0,5 mg/L
Cadmio	≤ 0,05 mg/L
Cobre	≤ 1 mg/L
Cromo total	≤ 3 mg/L
Mercurio	≤ 0,05 mg/L
Níquel	≤ 2 mg/L
Plomo	≤ 0,3 mg/L
Zinc	≤ 0,3 mg/L

Nota: Tomado del Decreto 253/79 y modificativos.

Cuadro 5-4 Calidad del efluente para ser vertido a curso de agua

Parámetro	Estándar
Material flotante	Ausente
Temperatura	≤ 30°C, pero no podrá elevar la temperatura del cuerpo receptor más de 2°C

Parámetro	Estándar
pH	6,0 a 9,0
DBO ₅	≤ 60 mg/L
Sólidos suspendidos totales	≤ 150 mg/L
Aceites y Grasas	≤ 50 mg/L
Sulfuros	≤ 1 mg/L
Detergentes	≤ 4 mg/L en LAS
Sustancias fenólicas	≤ 0,5 mg/L en C ₆ H ₅ OH
Caudal	El caudal máximo en cualquier instante no podrá exceder al caudal medio del período de actividad.
Amonio	≤ 5 mg/L en N
Fósforo total	≤ 5 mg/L en P
Coliformes fecales	≤ 5000 CF/100 mL
Cianuros	≤ 1 mg/L
Arsénico	≤ 0,5 mg/L
Cadmio	≤ 0,05 mg/L
Cobre	≤ 1 mg/L
Cromo	≤ 1 mg/L
Mercurio	≤ 0,005 mg/L
Níquel	≤ 2 mg/L
Plomo	≤ 0,3 mg/L
Zinc	≤ 0,3 mg/L

Nota: Tomado del Decreto 253/79 y modificativos.

El mencionado decreto también fija bajo qué condiciones podrá realizarse la infiltración de efluentes al terreno:

- Solamente en zonas rurales
- Distancia mínima a cursos de agua o pozos manantiales: 50 m
- Distancia mínima a medianeras: 10 m

c) Acciones realizadas por DINAGUA

El equipo técnico de DINAGUA ha trabajado en los últimos años en la evaluación de los sistemas de saneamiento alternativo que se encuentran operativos en distintos puntos del país. En particular, desarrollaron estudios sobre sistemas de efluentes decantados (MEVIR), sistemas de tratamiento mediante lagunas de estabilización y mediante humedales construidos. A partir de la sistematización de información recopilada han definido pautas internas respecto a qué soluciones de saneamiento podrían ser viables para universalizar el acceso a saneamiento de la población Uruguaya (Gamarra, 2015).

5.2.3.3. DINAMA

La DINAMA es otra de las cuatro direcciones dentro del MVOTMA, cuya misión es:

“...lograr una adecuada protección del ambiente propiciando el desarrollo sostenible a través de la generación y aplicación de instrumentos orientados a una mejora de la calidad de vida de la población y la conservación y uso ambientalmente responsable de los ecosistemas, coordinando la gestión ambiental de las entidades públicas y articulando con los distintos actores sociales.”

En la página web de dicho Ministerio se encuentran los documentos Informe Ambiental Resumen (IAR) de los emprendimientos que han sido aprobados por el organismo para su construcción. En el Cuadro 5-5 y el Cuadro 5-6 se resume la información disponible para los 16 emprendimientos (principalmente urbanizaciones para población de alto nivel socioeconómico) y 16 viviendas aprobados por DINAMA entre 2012 y 2014. En la mayoría de los casos se trata de construcciones realizadas dentro de la faja de defensa costera.

Cuadro 5-5 Soluciones de tratamiento aprobadas por DINAMA para emprendimientos y viviendas

Soluciones de tratamiento	Departamento
Depósito impermeable	Canelones, Maldonado, Rocha
Fosa séptica	Canelones, Rocha
Fosa séptica seguida de depósito impermeable	Canelones, Rocha
Fosa séptica seguida de planta de tratamiento compacta	Rocha
Fosa séptica, filtro biológico aerobio	Maldonado
Fosa séptica, humedal construido y desinfección	Maldonado
Fosa séptica, filtro biológico aerobio y desinfección	Maldonado
Planta de tratamiento compacta	Canelones, Maldonado
Laguna facultativa y de maduración	Maldonado

Nota: Elaboración propia a partir de datos del sitio web de DINAMA, recuperado en febrero de 2015

Cuadro 5-6 Soluciones de disposición final aprobadas por DINAMA para emprendimientos y viviendas

Soluciones de disposición final	Departamento
Retiro con barométrica	Canelones, Maldonado, Rocha
Reúso para riego	Canelones, Maldonado
Vertido a curso de agua	Canelones, Maldonado
Conexión a red de saneamiento	Maldonado
Infiltración al terreno	Rocha

Nota: Elaboración propia a partir de datos del sitio web de DINAMA, recuperado en febrero de 2015

5.2.3.4. MEVIR

El Movimiento de Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural (MEVIR) fue creado en 1967, como persona jurídica pública de derecho privado, con el objetivo de “... *contribuir en la construcción de un hábitat sostenible para la población que vive y/o trabaja en el medio rural...*” (sitio web de MEVIR).

El funcionamiento de MEVIR se basa en el trabajo conjunto de la institución y los beneficiarios. La primera realiza los estudios técnicos y los proyectos correspondientes, se encarga de obtener los permisos necesarios, realiza la administración y seguimiento de las obras, y efectúa el control y seguimiento de la operación del sistema hasta que pasan a la órbita de OSE. Los beneficiarios o participantes trabajan construyendo las obras y realizan pagos mensuales que se fijan en función del costo total de la obra. El costo de la obra se subsidia a partir de aportes que se reciben a través del Fondo Nacional de Vivienda, por impuestos a las transacciones rurales, partidas del presupuesto nacional y donaciones.

Los sistemas MEVIR comprenden la construcción completa de cada conjunto habitacional, desde las viviendas individuales hasta los servicios de infraestructura (calles, alumbrado, abastecimiento de agua, saneamiento, etc.).

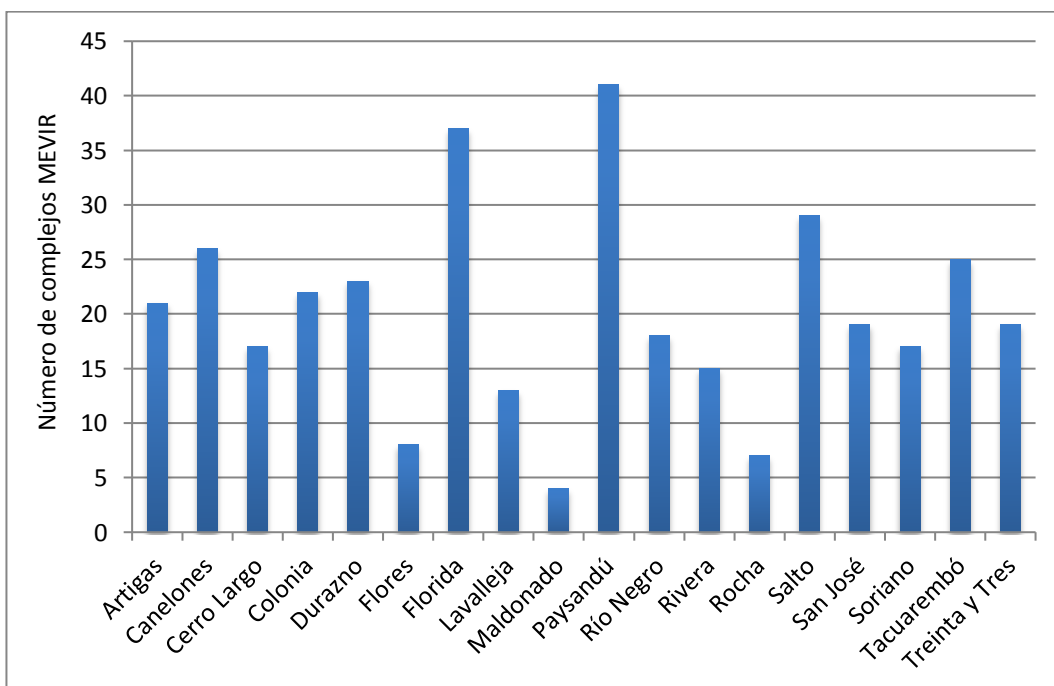
En cuanto a las soluciones de saneamiento empleadas, los sistemas MEVIR fueron concebidos en su mayoría como sistemas dinámicos, de efluentes decantados, con tratamiento previo a la disposición final. Las soluciones de tratamiento empleadas son de tipo extensivas, sin equipamiento electromecánico, de forma de reducir las tareas y costos de operación y mantenimiento. Cada sistema se compone de las siguientes unidades básicas:

- Fosa séptica individual, o colectiva, para retención de sólidos (cuando son fosas sépticas individuales, funcionan también como interceptor de grasas)
- Red de colectores de efluentes decantados
- Tratamiento de los efluentes en sistemas de lagunas de estabilización (lagunas facultativas y de maduración) o mediante parcelas de tratamiento superficial.

La información sistematizada con que cuenta MEVIR abarca los sistemas construidos a partir de 1990; en los sistemas más antiguos pueden encontrarse soluciones diferentes, como ser red de colectores hacia fosa séptica colectiva para su disposición final a curso de agua. Al año 2011 el número de sistemas MEVIR para los que se contaba con información sistematizada ascendía a 355, con un total de 18.115 viviendas. Estos sistemas se ubican distribuidos en todo el territorio nacional, como se indica en la Ilustración 5-6 (López et al., 2012).

Luego de construidas las obras, el sistema de saneamiento debe ser entregado a OSE para que ésta pueda hacerse cargo de la operación y el mantenimiento. Al 2011, 182 de los 355 sistemas habían sido traspasados a OSE para su gestión.

Ilustración 5-6 Sistemas MEVIR por departamento



Nota: Elaboración propia a partir de datos de López et al. 2012.

La operación y mantenimiento que toma OSE refiere a la planta de tratamiento final (lagunas o humedales). Pero el mantenimiento de las fosas sépticas individuales queda en la órbita de cada usuario. En la práctica se ha observado que los usuarios no realizan la limpieza periódica de los lodos sedimentados, por lo que a la larga los sistemas de efluentes decantados pasan a operar como redes convencionales de saneamiento dinámico (López et al., 2012). En este escenario, el punto débil del sistema pasa a ser que no puede garantizarse la autolimpieza de los colectores. Esto se debe a que los mismos fueron diseñados para conducir líquidos sin presencia de sólidos sedimentables (con menores diámetros y pendientes), situación que no se da cuando las fosas sépticas no funcionan de acuerdo a lo previsto.

Se observa entonces que un sistema que inicialmente era adecuado, una vez que deja de contar con el acompañamiento social brindado por MEVIR deja de serlo.

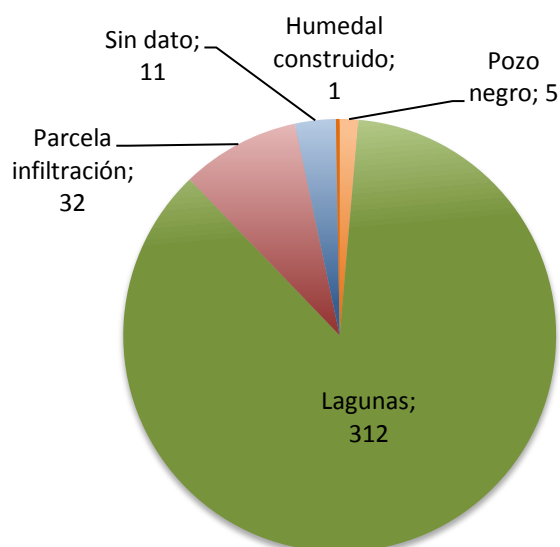
Ante esta realidad, OSE definió que para hacerse cargo de los sistemas MEVIR, el saneamiento del conjunto de viviendas debe preverse con redes convencionales y no con sistemas de efluentes decantados. Así, los sistemas MEVIR diseñados a partir de 2014, comprenden la siguiente solución de saneamiento:

- Red de colectores convencional
- Fosa séptica colectiva para retención de sólidos
- Tratamiento de los efluentes en sistemas de lagunas de estabilización (lagunas facultativas y de maduración) o mediante humedales.

En consecuencia, la dificultad de coordinación, gestión y fiscalización de los organismos, lleva a que se plantee no utilizar este tipo de sistema como alternativa válida en Uruguay aún cuando se trata de una alternativa técnicamente adecuada.

En la Ilustración 5-7 se presenta la información recopilada de MEVIR, respecto de los tipos de solución de tratamiento aplicados, para los complejos habitacionales construidos hasta el año 2011 y que no tienen, como disposición final luego de la etapa de tratamiento, la conexión a una red pública de saneamiento.

Ilustración 5-7 Tipos de solución de saneamiento en complejos MEVIR



Nota: No se especifica si la solución de "Pozo negro" corresponde a depósito impermeable o filtrante. Elaboración propia a partir de datos de López et al., 2012.

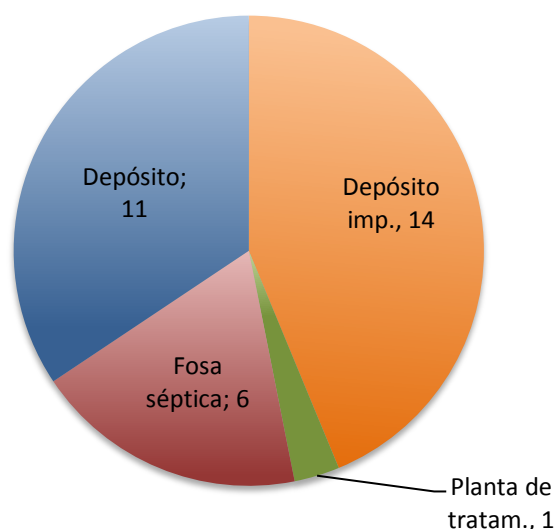
5.2.3.5. ANV

La Agencia Nacional de Vivienda (ANV) fue creada en el año 2007 como Servicio Descentralizado, con el cometido de facilitar el acceso de la población a la vivienda. Es la agencia que se encarga de llevar a cabo las políticas de los planes quinquenales de vivienda del MVOTMA.

Actualmente en la ANV se centraliza la documentación histórica del BHU (en materia de complejos y cooperativas de viviendas), además de la información propia con respecto a proyectos habitacionales promovidos por ANV. Se cuenta también con registros de complejos habitacionales desarrollados con el apoyo del Instituto Nacional de Vivienda Económica (INVE).

En la Ilustración 5-8 se presenta la información obtenida en ANV a partir de los planos de cada emprendimiento, para las soluciones que no corresponden a conexión a colector (López et al., 2012).

Ilustración 5-8 Tipos de solución de saneamiento en complejos ANV



Nota: No se especifica si la solución de “Depósito” corresponde a depósito impermeable o filtrante. Elaboración propia a partir de datos de López et al., 2012.

5.2.3.6. ANEP

La Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) no tiene competencias sobre los temas habitacionales, pero sí tiene bajo su órbita la construcción de nuevos centros educativos en el interior del país. Cada nuevo emprendimiento requiere de un proyecto que incluya la solución de saneamiento a implementar.

En el año 2001 se firmó un Contrato de Préstamo con el BID para ejecutar el Programa de Modernización de la Educación Media y Formación Docente (MEMFOD). Este programa, ejecutado entre el 2001 y el 2010, tuvo como propósito *“contribuir a consolidar y profundizar las políticas de mejoramiento de la calidad e incremento de la equidad en la educación media y la formación docente en Uruguay”*. En el año 2011 se firmó un nuevo Contrato de Préstamo con el BID para ejecutar el Programa de Apoyo a la Educación Media y Técnica y a la Formación en Educación (PAEMFE), el cual tiene como objetivo general *“contribuir a la política de acceso y retención en la educación media básica general y técnico profesional”* (ANEP PAEMFE, sitio web).

Ambos programas plantean, dentro de los ejes de acción, la mejora en la infraestructura edilicia de los centros educativos, lo que implica desde la adecuación o refacción de aulas, la instalación de mobiliario y/o material didáctico, hasta la construcción de nuevos centros educativos. Cada

construcción nueva, comienza por una etapa inicial de proyecto en la cual se diseñan las instalaciones (arquitectónicas, civiles, sanitarias, eléctricas, etc.). Dentro de las obras que se diseñan, se define la solución de saneamiento a implementar.

Según López et. al, 2012, las soluciones de saneamiento mayormente implementadas comprenden:

- En entornos urbanos con red de saneamiento, se realiza conexión a la misma preferentemente por gravedad (o mediante sistema de bombeo si no es posible por gravedad).
- En entornos sub urbanos o rurales donde pueda realizarse un vertido a curso de agua, se realiza un tratamiento mediante humedal construido para acondicionar los efluentes previo al vertido. En caso de que no existiera curso de agua próximo y hubiera terreno suficiente (con características adecuadas), se realiza la infiltración al terreno de los efluentes tratados.
- En entornos sub urbanos donde no pueda realizarse un vertido a curso de agua ni una infiltración al terreno, se realiza la conexión a la red de saneamiento más próxima mediante un sistema de bombeo.

5.2.3.7. PMB

El Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB), ejecutado por el MVOTMA, tiene por objetivo principal *“... contribuir a mejorar las condiciones de vida de la población residente en asentamientos irregulares y áreas degradadas, mejorando el acceso de los hogares a infraestructura básica y servicios sociales y urbanos adecuados.”*. (MVOTMA PMB, sitio web).

El INE define un asentamiento irregular como un *“agrupamiento de más de 10 viviendas, ubicado en terrenos públicos o privados, construido sin autorización del propietario sin respetar la normativa urbanística. A este agrupamiento de viviendas se le suman carencias de todos o algunos servicios de infraestructura urbana básica en la inmensa mayoría de los casos, donde frecuentemente se agregan también carencias o serias dificultades de acceso a servicios sociales”* (PMB, 2012).

Estos asentamientos presentan también otras características (PIAI, 2013):

- Composición social con una mayor proporción de jóvenes que el promedio del país, altas tasas de natalidad y de maternidad temprana.
- Padres de familia con niveles bajos de educación, mayor presencia de mujeres como cabeza de familia, mayores tasas de desempleo que el promedio nacional y en la mayoría de los casos niveles de ingreso por debajo de la línea de pobreza.

En 2006 y 2011 el INE realizó censos de asentamientos, obteniéndose como resultado que se ha registrado un descenso del número de asentamientos en ese período. En el año 2006 se tenía un total de 662 asentamientos irregulares, mientras que en el 2011 se tenían 589. De estos últimos, el 78 % se ubicaba entre Montevideo y Canelones, y alojaban un total de 165.271 habitantes.

En esta reducción intervienen varios factores, entre los cuales la implementación de los programas de mejoramiento integral de barrios que se llevan adelante en Uruguay ha tenido su impacto. Entre 1999 y 2007 se ejecutó el Programa de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI), bajo la órbita de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) de Presidencia. Y a partir de 2008 se lleva adelante el PMB, gestionado por el MVOTMA. A través de estos programas se realizaron acciones en 152 asentamientos irregulares (hasta 2014), que tuvieron como resultado la mejora de la calidad de vida de 68.000 personas.

Estos programas, creados con financiamiento proveniente de préstamos BID, financian proyectos integrales que incluyan las obras físicas y de servicios pero también actividades de fortalecimiento para la población del barrio. Y se incluye todo el proceso, desde la formulación del proyecto de mejoramiento hasta su ejecución y puesta en marcha, finalizando con la regularización de propiedad de los predios hacia las familias residentes. En materia de agua y saneamiento, las actividades financiables por estos proyectos comprenden (PIAI, 2013):

- *“acondicionamiento, ampliación y/o construcción de redes de abastecimiento de agua potable; conexiones domiciliarias y conexiones a las redes existentes, construcción de tanques y afines”;*
- *“acondicionamiento, ampliación y/o construcción de alcantarillado sanitario; conexiones domiciliarias; conexiones a redes urbanas y construcción de soluciones individuales o colectivas de tratamiento de aguas servidas, estaciones de bombeo, líneas de impulsión o plantas de tratamiento de efluentes y afines”;*

La situación que se registra en los asentamientos irregulares, previo a la implementación de un PMB, en materia de agua y saneamiento puede ser variada: viviendas que no cuentan con baño (pueden no tener ninguna instalación, contar con hoyo excavado en la tierra o con letrina); viviendas con baño pero con evacuación a curso de agua, pozo negro, fosa séptica, robador a la calzada (Bombaci, 2015).

De acuerdo a los datos del Censo de INE 2011, la variación registrada en los asentamientos intervenidos fue la indicada en el Cuadro 5-7.

Cuadro 5-7 Impacto del PMB en el acceso a servicios de agua y saneamiento

Tipo de servicio	previo al PMB	luego del PMB
Viviendas con agua potable por cañería	92 % ⁽¹⁾	95 % ⁽²⁾
Viviendas con baño con cisterna	79 %	86 %
Viviendas con conexión a red de alcantarillado	24 %	70 %

(1) No implica formalización del servicio.

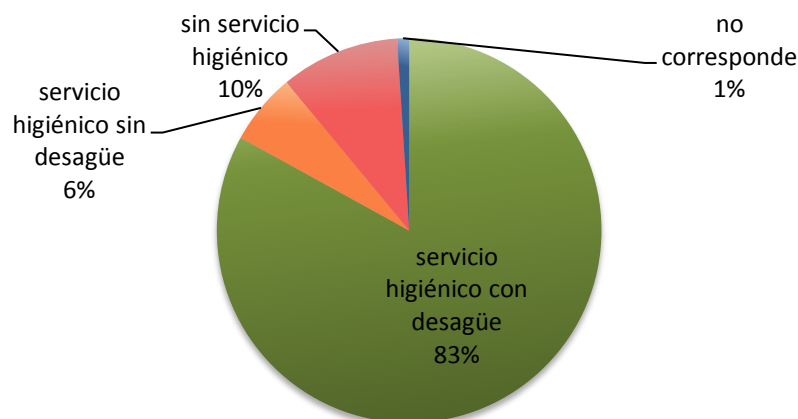
(2) Implica formalización del servicio.

Nota. Elaboración propia a partir de INE, 2012b.

Se observa que el impacto que tuvo el PMB sobre el acceso de las viviendas a soluciones adecuadas de saneamiento fue muy alto, alcanzándose un 70 % de cobertura luego de completado el programa. En cuanto al acceso a servicio de agua potable por cañería, el cambio radicó principalmente en la formalización del servicio.

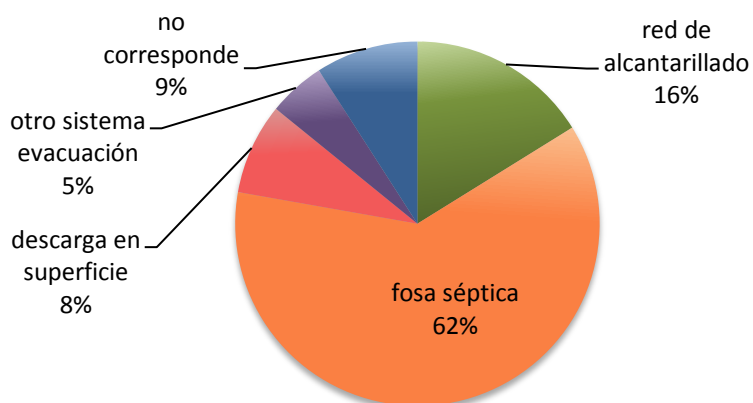
En el documento “Análisis Ambiental y Social. Programa de Mejoramiento de Barrios II” se presentan los resultados del diagnóstico realizado sobre los diez últimos asentamientos irregulares que fueron intervenidos en el marco del PMB 2052/UC-UR hasta agosto de 2013. El PMB 2052/UC-UR corresponde al proyecto que se está realizando con financiamiento del BID en el período 2009 a 2015. Los resultados del diagnóstico mostraban valores menores de cobertura inicial de servicios de agua y saneamiento que los presentados en el Cuadro 5-7 (PIAI, 2013), como se presenta en la Ilustración 5-9 y la Ilustración 5-10.

Ilustración 5-9 Acceso a servicios higiénicos, en viviendas de asentamientos irregulares



Nota: Elaboración propia a partir de PIAI, 2013.

Ilustración 5-10 Solución de saneamiento, en viviendas de asentamientos irregulares



Nota: Elaboración propia a partir de PIAI, 2013.

5.2.4. Información de los organismos departamentales

Las Intendencias Departamentales tienen bajo su órbita las autorizaciones para la construcción de edificaciones, ya sean para uso habitacional, industrial, comercial u otros. Para tramitar el permiso de construcción, el emprendatario debe presentar a la Intendencia toda la documentación del proyecto junto con el diseño de la solución de saneamiento propuesta.

La mayoría de las Intendencias cuentan con ordenanzas (propias o definen aplicar la de otro departamento) para el diseño de las instalaciones sanitarias internas a la edificación, pero la definición de la solución de tratamiento o disposición final para los efluentes generados no siempre está establecida. En los casos en que existe red de saneamiento, se establece que la nueva construcción deberá conectarse a dicha red. En los casos en los que no hay red de alcantarillado, las alternativas de saneamiento que pueden plantearse varían según el departamento, así como también varían los procedimientos aplicados para la evaluación y aprobación de las propuestas. Un factor común en todos los casos es que una vez aprobada la solución y construida la obra, no se realiza un seguimiento y control de la operación y mantenimiento de estos sistemas individuales por parte de las Intendencias.

La Ley Orgánica Municipal (Ley Nº 9.515 de 1935) establece, en el Artículo 35º, que compete al Intendente administrar “... *Los servicios de saneamiento, de acuerdo y en la medida que fijen las leyes especiales que organicen la transferencia de estos servicios a los Municipios...* ”, según se establece en el Artículo 2º de la Ley de creación de OSE. Podría interpretarse entonces que las soluciones de tipo individual quedarían fuera de la órbita de las Intendencias. En ese caso, al no ser OSE ni las Intendencias Departamentales responsables por la gestión de los sistemas descentralizados de saneamiento, estas soluciones quedan sin un referente institucional que pueda garantizar la aplicación sostenible de estos sistemas.

En el Cuadro 5-8 al Cuadro 5-10 se presentan los datos provenientes de las distintas Intendencias y Oficinas Regionales de OSE (López et al., 2012; Irigoyen & López, 2008). El tipo y volumen de información varía entre los distintos departamentos.

Cuadro 5-8 Redes de alcantarillado existentes

Departamento	Localidad	Solución de tratamiento y disposición final							
		Vertido sin tratam.	Pretratam.	Tratam. primario	Lagunas	Lodos activados y otros	Tratam. físico-químico	Reactores UASB	Tratam. s/d
Artigas	Artigas				x ⁽¹⁾	x			
	Bella Unión				x				
Canelones	Ciudad Costa ⁽²⁾							x	
	Atlántida	x ⁽³⁾							
	Canelones					x			
	Las Piedras					x			
	La Paz					x			
	Santa Lucía				x				
	Aguas Corrientes				x				
Cerro Largo	Melo	x							
	Río Branco	x							x
	Fraile Muerto	x							x
Colonia	Colonia del Sacramento	x							
	Carmelo	x							
	Rosario								x
	Juan Lacaze	x ⁽⁴⁾							
Durazno	Durazno					x			
	Sarandí del Yí		x						
Flores	Trinidad					x			
	Andresito								x
Florida	Florida					x			
	Sarandí Grande					x			
	25 de Agosto				x ⁽⁵⁾				

Departamento	Localidad	Solución de tratamiento y disposición final							
		Vertido sin tratam.	Pretratam.	Tratam. primario	Lagunas	Lodos activados y otros	Tratam. físico-químico	Reactores UASB	Tratam. s/d
	Casupá								x
Lavalleja	Minas José Pedro Varela					x x			
Maldonado	Maldonado – P del E Barra de Maldonado					x ⁽⁶⁾	x		
	José Ignacio San Carlos				x	x x			
	Pan de Azúcar Piriápolis						x		
	Montevideo		x						
Paysandú	Montevideo Santiago Vázquez					x ⁽⁷⁾			
	Paysandú Guichón	x			x ⁽⁸⁾				
Río Negro	Fray Bentos								x
	Young Pueblo Berlín				x x ⁽⁹⁾				
Rivera	Rivera				x				
	Tranqueras			x					
Rocha	Rocha				x				
	Castillos				x				
	Chuy				x				
	Lascano				x ⁽¹⁰⁾				
Salto	Salto	x							
	Belén Constitución				x x				
San José	San José de Mayo							x	

Departamento	Localidad	Solución de tratamiento y disposición final							
		Vertido sin tratam.	Pretratam.	Tratam. primario	Lagunas	Lodos activados y otros	Tratam. físico-químico	Reactores UASB	Tratam. s/d
	Ecilda Paullier				x				
	Villa Rodríguez								x
	Libertad								x
	Puntas de Valdez				x ⁽⁹⁾				
	Villa María				x ⁽⁹⁾				
	Mercedes	x ⁽¹¹⁾							
	Dolores	x							
Soriano	Cardona				x				
	Florencio Sánchez				x				
	José E. Rodó				x ⁽⁹⁾				
	Pueblo Riso				x ⁽⁹⁾				
	Tacuarembó						x		
Tacuarembó	Paso de los Toros						x		
	Ansina				x				
Treinta y Tres	Treinta y Tres						x		

(1) Redes de barrios Pintadito y Cerro Ejido

(2) Pando se interconectará a Ciudad de la Costa. Existen complejos privados de viviendas, en Ciudad de la Costa, con redes y plantas de tratamiento propias (no operadas por OSE)

(3) Se aplica desinfección en temporada estival

(4) Red que cubre el Parque Industrial y alrededores

(5) Bombeo hacia planta de tratamiento de Santa Lucía (en Canelones)

(6) Sistema de tratamiento aerobio de lecho fijo

(7) Filtros biológicos aerobios

(8) Disposición final mixta: infiltración y vertido a curso de agua

(9) Vierte a sistema de lagunas de MEVIR

(10) Reúso del efluente tratado para riego forestal

(11) Parte de la red es convencional, y parte es de efluentes decantados
Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 e Irigoyen & López 2008.

Cuadro 5-9 Soluciones de saneamiento individual

Departamento	Ordenanza utilizada	Soluciones admitidas			
		Depósito impermeable con vaciado por barométrica	Depósito filtrante	Fosa séptica, con infiltración	Otras
Artigas	Montevideo ⁽¹⁾	x			
Canelones	Propia ⁽²⁾	x		x ⁽³⁾	
Cerro Largo	Se define según criterio del técnico	x	x ⁽⁴⁾	x	Humedales construidos ⁽⁵⁾
Colonia	Montevideo ⁽¹⁾	x			
Durazno	Propia ⁽⁶⁾	x	x ⁽⁷⁾	x	Letrinas ⁽⁸⁾
Flores	s/d	x			
Florida	Propia	x		x ⁽⁹⁾	
Lavalleja	Propia ⁽¹⁰⁾	x		x ⁽¹¹⁾	
Maldonado	Propia ⁽¹²⁾	x ⁽¹³⁾		x ⁽¹³⁾	Tratamiento en sitio; reúso para riego ⁽¹³⁾
Montevideo	Propia ⁽¹⁾	x	x ⁽⁹⁾	x ⁽¹⁴⁾	
Paysandú	Propia ⁽¹⁵⁾			x	
Río Negro	Propia	x		x	
Rivera	s/d	x			

Departamento	Ordenanza utilizada	Soluciones admitidas			
		Depósito impermeable con vaciado por barométrica	Depósito filtrante	Fosa séptica, con infiltración	Otras
Rocha	Propia ⁽¹⁶⁾	x		x	Tratamiento en sitio
Salto	Montevideo ⁽¹⁾	x			
San José	Propia ⁽¹⁷⁾	x			
Soriano	Propia	x		x	Fosa séptica y reúso para riego de terrenos cultivados
Tacuarembó	s/d	x ⁽¹²⁾		x	
Treinta y Tres	Propia	x			

(1) Decreto 32952 del 14/05/2009 de la Intendencia de Montevideo

(2) Decreto de la Junta Departamental de Canelones N°72/09, reglamentado por Resolución Municipal N° 09/06867

(3) Autorizado para zonas no urbanizadas (puede presentarse por Ing. Hidráulico propuesta para utilizar en zona urbanizada)

(4) Recomendado por la Intendencia cuando ocurren problemas operativos en depósitos impermeables (aún en zona urbana)

(5) Solución autorizada en algunas escuelas y liceos de zonas sin red de alcantarillado

(6) Decreto N°1680 de la Intendencia de Durazno

(7) Autorizado para recibir, únicamente, efluente de fosa séptica o aguas secundarias que no contengan líquidos amoniacales.

(8) Autorizado para poblaciones < 2.000 habitantes (pero se define letrina como inodoro con descarga a depósito impermeable)

(9) Autorizado únicamente para zonas rurales

(10) Digesto Municipal del año 2004, de la Intendencia de Lavalleja

(11) No previsto en el Digesto pero autorizado por el Departamento de Arquitectura de la Intendencia

(12) Decreto 3855 de 2009 de la Intendencia de Maldonado

(13) La Intendencia intenta desestimular el uso de esta solución porque muchas veces termina siendo transformada en depósito filtrante; recomienda soluciones de tratamiento en sitio con infiltración o reúso

(14) Autorizado para zonas suburbanas

(15) Ordenanza 8289 y Decreto 8992/981 de la Intendencia de Paysandú

(16) Ordenanza del año 2011, de la Intendencia de Rocha
(17) Reglamento Municipal de Construcción, del 31/07/1940, de la Intendencia de San José
Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012 y Decreto 32952 de la IdeM

Cuadro 5-10 Servicios de barométricas

Departamento	Nº camiones	Tarifas por servicio y vertido	Puntos de descarga
Artigas	1 municipal, 1 de OSE, 1 privado	Servicio gratuito en Bella Unión, Tomás Gomensoro, Baltasar Brum, Javier de Viana.	Planta de tratamiento de efluentes (Artigas).
Canelones	3 municipales, otros privados	Barométricas pagan por vertido en planta de tratamiento.	Planta de tratamiento de efluentes; planta lodos barométricos: terrenos rurales.
Cerro Largo	1 municipal, 4 privados	Barométricas no pagan por vertido en planta de tratamiento.	Planta de tratamiento de efluentes (Melo); canales que escurren hacia Laguna Merín.
Colonia	3 municipales, otros privados	s/d	Plantas de lodos barométricos (Colonia del Sacramento, Tarariras y Juan Lacaze)
Durazno	2 privados	Barométricas no pagan por vertido en planta de tratamiento.	Planta tratamiento de efluentes (Durazno); vertedero municipal de residuos sólidos.
Flores	1 municipal, 1 de OSE	s/d	Registro de la red de saneamiento.
Florida	1 municipal, 1 de OSE, 2 privados	Servicio pago con tarifa diferencial (zona con o sin alcantarillado, Florida).	Planta de tratamiento de efluentes (Florida); terrenos rurales.
Lavalleja	s/d	s/d	Planta de tratamiento de efluentes (Minas); terrenos municipales
Maldonado	> 10 (municipales y	Servicio gratuito (municipal) a la	Plantas de lodos barométricos (Maldonado, Aiguá, Solís Grande); plantas de tratamiento de

Departamento	Nº camiones	Tarifas por servicio y vertido	Puntos de descarga
	privados)	población de menores ingresos.	efluentes (Maldonado - Punta del Este, San Carlos, Barra de Maldonado, José Ignacio, Pan de Azúcar)
Montevideo	s/d	Servicio tarifado.	Planta de pretratamiento (Montevideo); volcaderos de barométricas (conexión a la red de saneamiento)
Paysandú	2 municipales, 1 de OSE, otros privados	s/d	Red de saneamiento (Paysandú)
Río Negro	2 municipales, 3 privados y 1 estercolera como barométrica	Servicio pago con tarifa diferencial (nivel ingresos, distancia del recorrido). Servicio gratuito para instituciones (escuelas, cárcel, etc.)	Red de saneamiento (Fray Bentos); terrenos rurales
Rivera	2 municipales, 1 privado	s/d	Planta de tratamiento de efluentes (Rivera)
Rocha	s/d	Barométricas pagan por vertido en planta de tratamiento.	Planta de tratamiento de efluentes (Rocha)
Salto	4 municipales, 1 de OSE		Red de saneamiento (Salto)
San José	s/d	Servicio gratuito (municipal). Barométricas pagan por vertido en planta de tratamiento.	Plantas de tratamiento de efluentes (San José, Ecilda Paullier, Libertad)
Soriano	s/d	s/d	Red de saneamiento (Mercedes); planta de tratamiento de efluentes (Cardona)
Tacuarembó	s/d	s/d	Planta de tratamiento de efluentes (Paso de los Toros)

Departamento	Nº camiones	Tarifas por servicio y vertido	Puntos de descarga
Treinta y Tres	2 municipales, 2 privados	s/d	Planta de tratamiento de efluentes (Treinta y Tres); terrenos rurales

Nota: Elaboración propia a partir de López et al., 2012.

OSE prevé, en su Plan Estratégico de 2015, realizar los proyectos de las redes y plantas de tratamiento de Juan Lacaze (Colonia), Mercedes y Dolores (Soriano). También plantea iniciar la construcción de las redes y planta de tratamiento de San Ramón y Santa Lucía (Canelones) y Fray Marcos (Florida), así como la construcción de una nueva planta de tratamiento para Santa Lucía. La planta de tratamiento de la ciudad de Salto se encuentra próxima a comenzar su construcción.

Las localidades de Vergara, Enrique Martínez y La Charqueada (Treinta y Tres) cuentan con red de saneamiento construida por convenio entre OSE y la Intendencia, pero aún no se encuentran en servicio ya que no han sido construidas las plantas de tratamiento de efluentes. En el caso de Fraile Muerto, existe una red de saneamiento con vertido directo a curso de agua, a la cual la Alcaldía recomienda no conectarse por no contar con tratamiento previo al vertido.

5.2.5. Resumen de la información disponible

De acuerdo a la información recopilada, las soluciones de saneamiento que se encuentran actualmente en el país, sean o no sistemas admisibles, comprenden (López et al. 2012; Irigoyen & López 2008; Bombaci 2015):

- Conexión a red de alcantarillado con planta de tratamiento de efluentes (procesos de pretratamiento, tratamiento primario avanzado, tratamiento secundario o tratamiento terciario) previo al vertido final
- Conexión a red de alcantarillado con vertido directo a curso de agua, sin tratamiento previo
- Depósito impermeable, con vaciado periódico mediante camión barométrico
- Depósito impermeable con robador, que descarga el efluente líquido al terreno, a la vía pública o a curso de agua
- Depósito filtrante
- Fosa séptica seguida de depósito impermeable, con vaciado periódico mediante camión barométrico
- Fosa séptica seguida de sistema de infiltración al terreno (dren filtrante, parcela de infiltración, depósito filtrante)
- Fosa séptica seguida de sistema de riego
- Fosa séptica seguida de planta de tratamiento para los efluentes líquidos, con vertido final a curso de agua
- Fosa séptica seguida de humedal construido, con disposición final al terreno mediante sistema de infiltración o sistema de riego

- Humedal construido, seguido de vertido a curso de agua
- Humedal construido, seguido de infiltración al terreno
- Planta de tratamiento de efluentes para uso individual, con vertido final a curso de agua, con disposición final por infiltración al terreno o por riego
- Vertido directo a través de robador a la cuneta
- Vertido no controlado en terreno para su infiltración y evaporación
- Letrina
- Baño seco

En cuanto a las barométricas, el vertido de los lodos provenientes de fosas sépticas y depósitos impermeables se realiza en:

- Planta de tratamiento de efluentes donde existe una unidad específica para recepción de descargas de barométricas
- Planta de tratamiento de efluentes donde no está prevista explícitamente la recepción de lodos barométricos
- Planta de tratamiento para lodos barométricos (lagunas de sedimentación y tratamiento)
- Registro de la red de alcantarillado
- Directamente en el terreno, sin tratamiento previo
- Zanjas a cielo abierto que escurren hacia curso de agua
- Directamente en curso de agua, sin tratamiento previo

Otra situación que se registra en Uruguay en viviendas de localidades del interior del país, es la separación de aguas en las viviendas (aguas negras derivadas hacia una solución de saneamiento, aguas grises dispuestas directamente en el terreno). Esta situación no se encuentra contemplada dentro de las alternativas consideradas como válidas en la mayor parte de las ordenanzas de instalaciones sanitarias internas.

Respecto de los criterios de diseño definidos en las distintas ordenanzas, para las soluciones de fosa séptica y depósito impermeable, las condiciones varían en cada caso. En el Cuadro 5-11 y el Cuadro 5-12 se resumen los datos de cada ordenanza aplicada.

Cuadro 5-11 Criterios de diseño de depósitos impermeables (para viviendas) de acuerdo a las ordenanzas departamentales

Departamento	Volumen útil	Ubicación	Distancia mínima a límite de propiedad	Distancia mínima a captación de agua
Artigas	$\geq 3 \text{ m}^3$ (máximo 10 m^3 si sirve a varias viviendas)	espacio abierto próximo a la vía pública	2 m	10 m (5 m a aljibes)
Canelones	$\geq 5 \text{ m}^3$ (si sirve hasta 5 viviendas, se admite mínimo de 3 m^3 por c/u)	espacio abierto próximo a la vía pública, previendo futura conexión a colector	2 m	10 m
Cerro Largo	s/d	s/d	s/d	s/d
Colonia	6 a 9 m^3 (depósito individual por vivienda)	espacio abierto próximo a la vía pública	2 m	10 m (5 m a aljibes)
Durazno	3 a 10 m^3	sitio con acceso directo desde la vía pública	2,5 m	10 m
Flores	s/d	s/d	s/d	s/d
Florida	s/d	retiro frontal	1 m	10 m
Lavalleja	s/d	retiro frontal	1 m	s/d
Maldonado	$\geq 5 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a la vía pública	2 m	10 m
Montevideo	$\geq 3 \text{ m}^3$ (máximo 10 m^3 si sirve a varias viviendas)	espacio abierto próximo a la vía pública	2 m	10 m (5 m a aljibes)
Paysandú	s/d	s/d	s/d	s/d
Río Negro	s/d	s/d	1,5 m	6 m (aljibes)
Rivera	s/d	s/d	s/d	s/d
Rocha	$\geq 5 \text{ m}^3$	retiro frontal	2 m	10 m
Salto	$\geq 5 \text{ m}^3$	próximo a la vía pública, previendo futura conexión a colector	2 m	10 m
San José	$\geq 6 \text{ m}^3$	próximo a la vía pública, previendo	2 m	10 m

Departamento	Volumen útil	Ubicación	Distancia mínima a límite de propiedad	Distancia mínima a captación de agua
		futura conexión a colector		
Soriano	s/d	s/d	1,5 m	3 m (aljibes)
Tacuarembó	s/d	s/d	s/d	s/d
Treinta y Tres	s/d	s/d	s/d	s/d

Nota: s/d sin dato. Adaptado de López et al., 2012 y Decreto 32952 de la IdeM

Cuadro 5-12 Criterios de diseño de fosas sépticas (para viviendas) de acuerdo a las ordenanzas departamentales

Departamento	Volumen útil	Ubicación	Distancia mínima a límite de propiedad	Distancia mínima a captación de agua	Disposición final
Artigas	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
Canelones	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
Cerro Largo	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Colonia	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
Durazno	$0,3 \text{ m}^3/\text{hab}^{(1)}$	s/d	2,5 m	10 m	s/d
Flores	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Florida	s/d	retiro frontal	1 m	10 m	s/d
Lavalleja	s/d	retiro frontal	s/d	s/d	s/d
Maldonado	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
Montevideo	$0,3 \text{ m}^3/\text{hab}^{(1)}$	espacio abierto próximo a	2 m	10 m	infiltración al terreno

Departamento	Volumen útil	Ubicación	Distancia mínima a límite de propiedad	Distancia mínima a captación de agua	Disposición final
Paysandú	s/d	vía pública s/d	s/d	s/d	s/d
Río Negro	s/d	retiro frontal	1,5 m	--	infiltración; riego de terrenos cultivados
Rivera	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Rocha	$\geq 1,35 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración; vertido a curso agua
Salto	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
San José	$\geq 2,4 \text{ m}^3$	espacio abierto próximo a vía pública	2 m	10 m	infiltración al terreno
Soriano	s/d	retiro frontal	--	--	infiltración; riego de terrenos cultivados
Tacuarembó	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Treinta y Tres	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

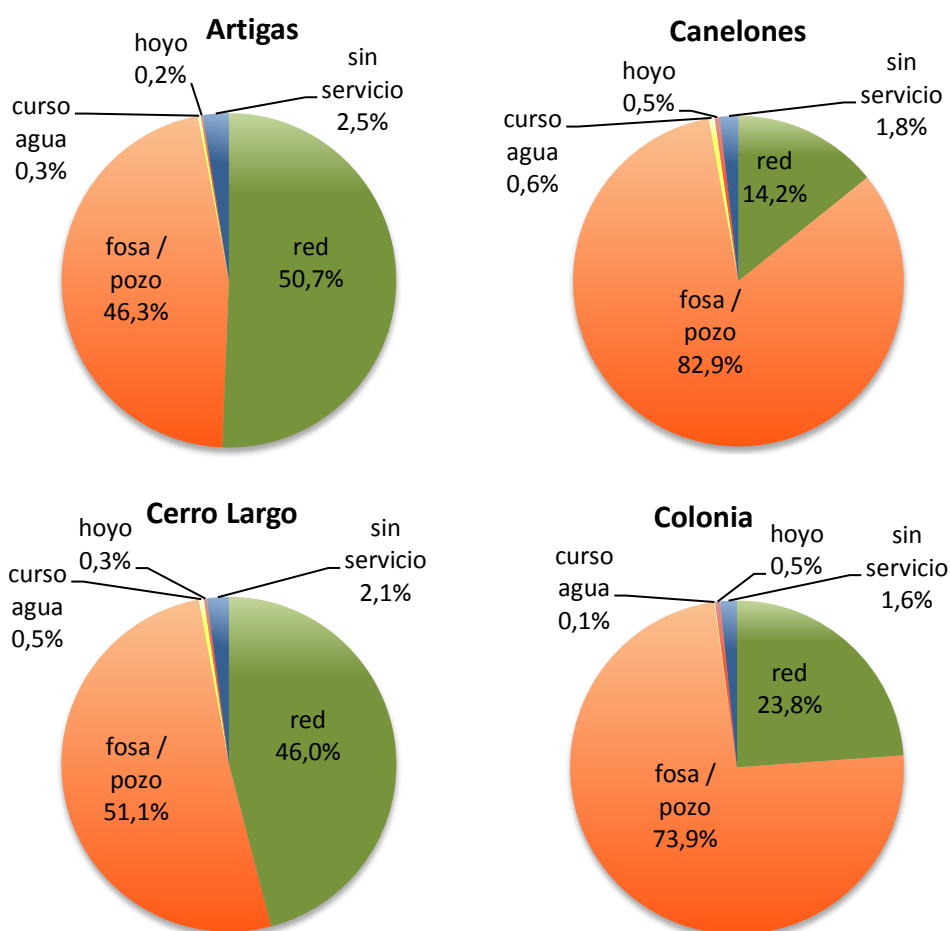
(1) Se agrega además la previsión de un volumen para acumulación de lodos durante 2 años

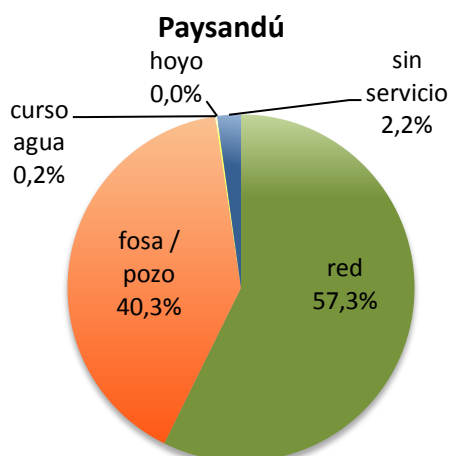
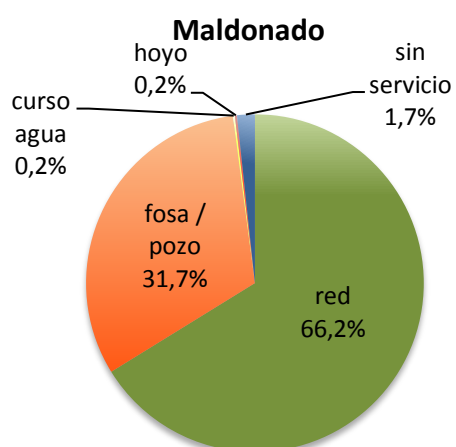
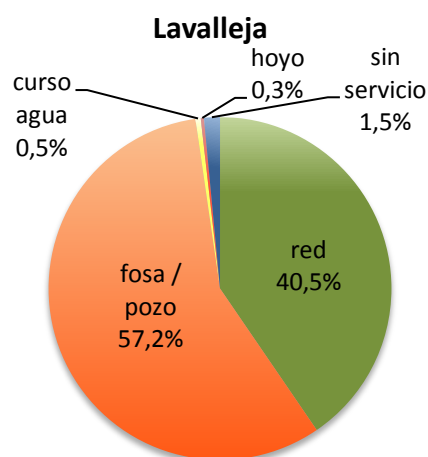
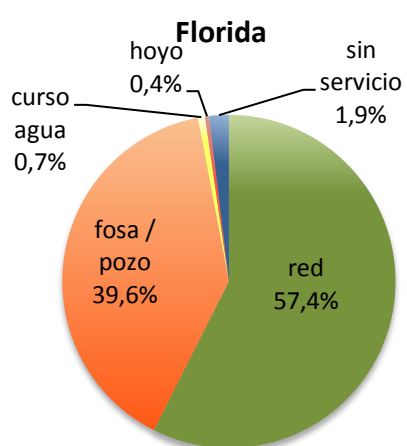
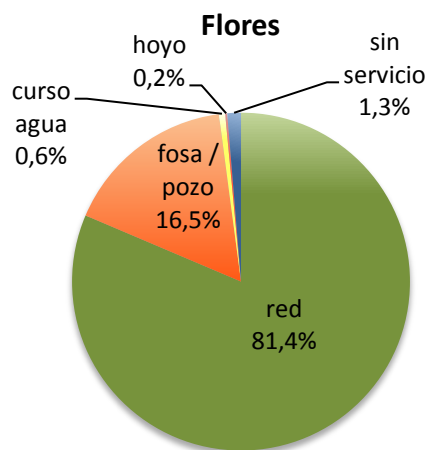
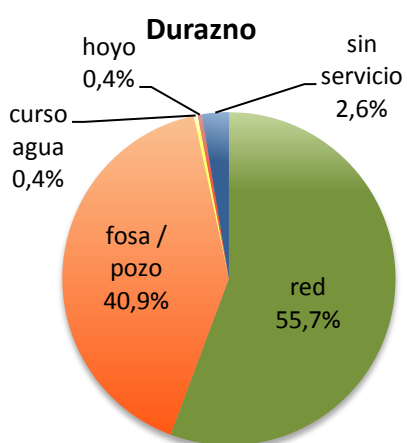
Nota: s/d sin dato. Adaptado de López et al., 2012 y Decreto 32952 de la IdeM.

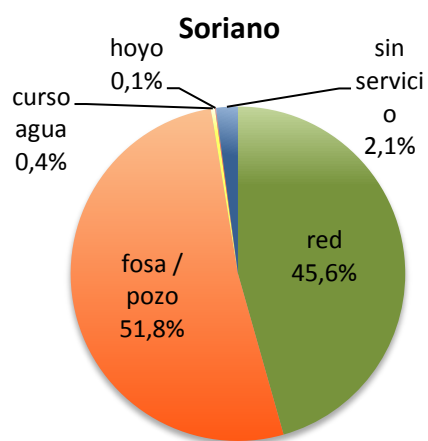
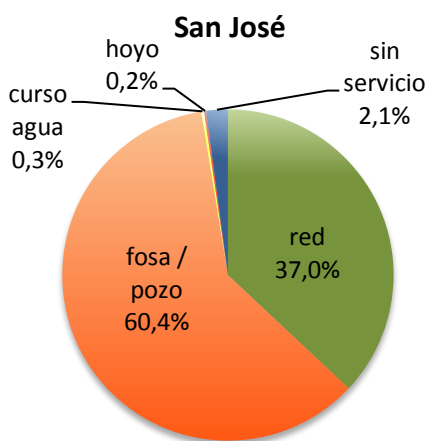
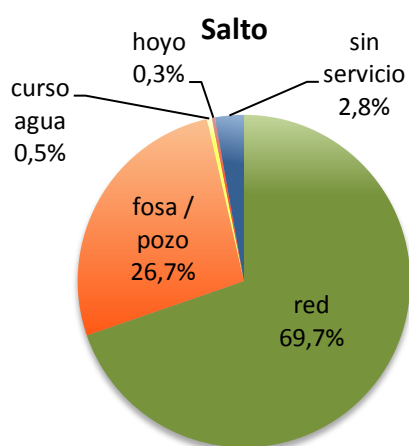
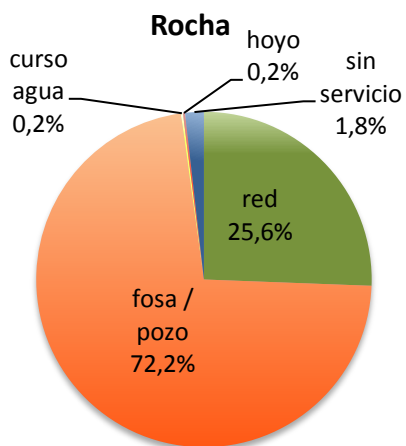
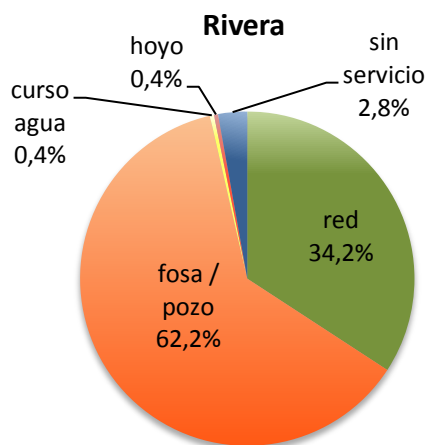
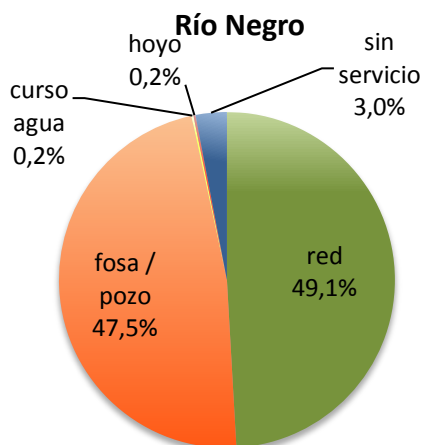
En lo que respecta a las coberturas de saneamiento en los distintos departamentos, la información disponible de las Intendencias departamentales y regionales de OSE no resulta suficiente como para poder analizar el alcance de cada tipo de solución por localidad.

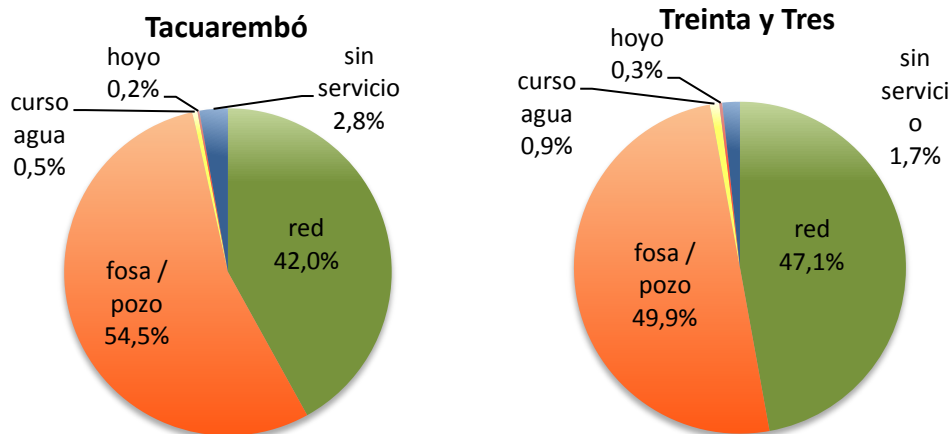
Considerando los resultados del Censo de Población y Viviendas realizado por el INE en 2011, se tiene que las coberturas de cada solución de saneamiento varían significativamente entre departamentos (Ilustración 5-11). La mayor cobertura de alcantarillado se da en Montevideo y para el resto del país estos sistemas se ubican mayoritariamente en las ciudades más grandes del área urbana. A nivel de las poblaciones menores y en las áreas rurales, predominan las soluciones de fosa séptica y pozo negro.

Ilustración 5-11 Soluciones de saneamiento en el interior del país, según departamento









Nota. "red" corresponde a red de alcantarillado; "fosa / pozo" a fosa séptica o pozo negro; "curso de agua" a vertido directo a curso de agua; "hoyo" a hoyo excavado en el suelo. Elaboración propia a partir de INE, 2012b.

Los sistemas identificados como "pozo negro" en el censo realizado por INE pueden corresponder a depósitos fijos impermeables o filtrantes, ya que no se discrimina entre ambas soluciones ni se define a cuál corresponde. Las soluciones de "fosa séptica" pueden corresponder a fosas sépticas propiamente dichas, con algún sistema de disposición final del efluente líquido, o a pozos negros cuando no se especifica qué se hace con el efluente líquido.

Las coberturas varían también significativamente entre área urbana y rural. En el Cuadro 5-13 se indican las coberturas de alcantarillado, fosa séptica y pozo negro para área urbana y rural en cada departamento. Se observa que las coberturas tanto a nivel urbano como rural de saneamiento adecuado (de acuerdo al criterio del INE) resultan muy elevadas. Pero estos valores no reflejan las condiciones reales de construcción, operación y mantenimiento de cada sistema, elementos que intervienen en la definición de si una solución puede ser considerada como adecuada o no para garantizar las condiciones de salubridad de la población y protección del medio ambiente. Otro aspecto importante a destacar es cuál es la definición de área urbana o rural considerada por INE para el Censo de 2011. Por ejemplo los sistemas MEVIR, que cuentan con redes dinámicas y sistemas de tratamiento previo al vertido, constituyen área urbanizada (aun cuando se ubiquen en zonas que previo a su construcción estuvieran catalogadas como rurales). En consecuencia las zonas rurales quedan referidas únicamente a las viviendas no agrupadas en centros poblados.

Cuadro 5-13 Coberturas de saneamiento en área urbana y rural según INE
(datos de 2011)

Departamento	Zona urbana		total soluciones adecuadas	Zona rural
	red alcantarillado	fosa séptica / pozo negro		fosa séptica / pozo negro
Artigas	53 %	44 %	97 %	93 %
Canelones	16 %	82 %	98 %	95 %
Cerro Largo	49 %	48 %	97 %	90 %
Colonia	26 %	72 %	98 %	96 %
Durazno	61 %	36 %	97 %	90 %
Flores	89 %	10 %	99 %	89 %
Florida	66 %	32 %	98 %	92 %
Lavalleja	45 %	54 %	99 %	91 %
Maldonado	68 %	30 %	98 %	93 %
Montevideo	83 %	15 %	98 %	95 %
Paysandú	60 %	38 %	98 %	96 %
Río Negro	54 %	43 %	97 %	93 %
Rivera	37 %	60 %	97 %	87 %
Rocha	27 %	71 %	98 %	93 %
Salto	74 %	23 %	97 %	90 %
San José	43 %	55 %	98 %	95 %
Soriano	50 %	48 %	98 %	93 %
Tacuarembó	47 %	50 %	97 %	91 %
Treinta y Tres	50 %	47 %	97 %	93 %

Nota. Elaboración propia a partir de INE, 2012b.

En Uruguay la mayor parte de la población vive en ciudades de más de 5.000 habitantes, que son las que cuentan con redes de alcantarillado (con mayor o menor grado de extensión, mayor o menor grado de conexión a la red, con o sin planta de tratamiento previo al vertido final). Para aumentar la cobertura en este segmento, el camino pasa por ampliar las redes, mejorar o incorporar infraestructura para un adecuado tratamiento y disposición final de los efluentes, y aumentar el número de viviendas conectadas a las redes de saneamiento existentes. En estas líneas, y especialmente en la última (dada la existencia de la Ley N° 18.840 de obligatoriedad de conexión a las redes existentes), tanto OSE como la Intendencia de Montevideo han venido trabajando, implementando herramientas para facilitar la conexión del usuario al servicio público.

En las localidades de menos de 5.000 habitantes vive el 15 % de la población del interior del país (293.337 habitantes, de acuerdo al Censo de 2011). En este caso, el aumento de la cobertura del servicio de

saneamiento ya no pasa por soluciones de tipo dinámico, sino por sistemas individuales de saneamiento estático. Esto pone de manifiesto que resulta fundamental avanzar en la definición de criterios claros para la selección, construcción y operación de los sistemas, así como en la implementación de mecanismos de regulación, gestión y fiscalización aplicados a estas soluciones.

6. COBERTURA DE SANEAMIENTO AJUSTADA

6.1. Variación de la cobertura según el criterio considerado

En Uruguay, las distintas instituciones relacionadas con la gestión de los sistemas de saneamiento, y con el registro de información al respecto, definen “saneamiento” de una forma diferente.

De acuerdo al INE, se considera como *sistemas de saneamiento* las soluciones de alcantarillado, fosa séptica y pozo negro. Esta definición no toma en cuenta si los efluentes líquidos de la fosa séptica tienen una disposición final adecuada y se realiza la limpieza periódica de los lodos. Tampoco discrimina en función del tipo de pozo negro (impermeable o filtrante) que se trate, de las condiciones bajo las cuales opera y del mantenimiento que se le realiza (proximidad a punto de extracción de agua subterránea, retiro periódico de lodos, etc.).

En el caso de OSE se define *saneamiento* como sinónimo de sistemas de alcantarillado, ya que es sobre estos últimos que tiene injerencia. No se diferencia en función de que haya o no sistema de tratamiento previo a la disposición final de los efluentes, ni tampoco en función del tipo y capacidad del sistema de tratamiento cuando lo hay.

Las Intendencias departamentales incluyen, dentro de los sistemas de saneamiento, el alcantarillado y los depósitos fijos impermeables y filtrantes (estos últimos sólo permitidos en área rural). Pero no se discrimina en función de si hay o no planta de tratamiento, ni de si se realiza adecuadamente la gestión de los lodos de los depósitos impermeables.

Según el Decreto 78/010, los sistemas que pueden ser considerados como *solución adecuada de saneamiento* incluyen: red de alcantarillado, ya sea convencional o de efluentes decantados, siempre que haya una planta de tratamiento y/o emisario subacuático; depósitos impermeables con limpieza periódica con barométrica, siempre que los lodos de barométrica sean descargados en planta de tratamiento; sistemas de fosa séptica con infiltración al terreno (en determinadas condiciones urbanas, de acuerdo a lo que fuera aprobado en su momento).

Por otro lado, a nivel internacional, OMS establece como *sistemas de saneamiento mejorado*, el alcantarillado, las fosas sépticas con infiltración al terreno, y las letrinas.

Se observa que los criterios considerados por las distintas instituciones presentan puntos en común aunque no coinciden completamente. Esto hace que si no se define claramente bajo qué condiciones cada tipo de sistema puede ser considerado como una opción de saneamiento admisible, hablar de cobertura de saneamiento puede estar refiriéndose en cada caso a cosas diferentes. En el Cuadro 6-1 se presentan las coberturas de *saneamiento adecuado* a las que se llegaría a nivel nacional, en función del criterio considerado. Los valores son, en algunos casos, estimaciones realizadas en base a los siguientes criterios:

- Criterio INE: Se incluyen soluciones de redes de saneamiento (con o sin planta de tratamiento), sistemas de fosa séptica y pozo negro (independientemente de cómo sea su gestión). Los valores corresponden a los resultados del censo de 2011.
- Criterio Decreto 78/010 (máximo): Para esta estimación se consideraron los valores del censo 2011, y luego se eliminaron aquellas localidades en las que las redes de alcantarillado no han sido puestas en servicio o en donde no hay planta de tratamiento de efluentes previo al vertido final. Las ciudades descartadas fueron Atlántida, Fraile Muerto, Carmelo, Sarandí del Yí, Paysandú, Salto, Mercedes, Dolores, Vergara y Enrique Martínez. Y en el caso de Ciudad de la Costa, en donde las soluciones son depósitos fijos por estar en construcción el sistema de saneamiento dinámico, se consideró únicamente el 50 % de la zona (ya que parte de las barométricas descargan en terrenos y no en planta de tratamiento). La cobertura así obtenida resulta el máximo valor que podría alcanzarse de acuerdo al Decreto, ya que seguramente gran parte de los sistemas de fosa séptica y pozo negro registrados por INE en 2011, no cuentan con una gestión adecuada como para poder ser considerados como sistemas válidos de saneamiento.
- Criterio Decreto 78/010 (probable): En esta segunda estimación se eliminó, además de lo indicado en el ítem anterior, el 50 % de la cobertura en fosas sépticas y pozos negros a nivel urbano. Esta medida tuvo por objetivo acercarse a la situación real en donde viviendas que fueron construidas con depósitos impermeables, los transforman en filtrantes (en zonas urbanas); viviendas con depósitos impermeables que realizan la limpieza con barométrica contratan camiones barométricos que luego descargan en sitios no controlados; viviendas con fosas sépticas no tienen resuelta en forma adecuada la gestión de los efluentes líquidos (descarga al terreno en zona urbana, robador hacia la calzada, etc.).

- **Criterio OSE e Intendencia de Montevideo:** Se indican únicamente las soluciones mediante red de alcantarillado, tengan o no planta de tratamiento de efluentes. Las coberturas, en el caso de Montevideo, refieren a la extensión de la red y no necesariamente al porcentaje de población conectada al sistema. Y en el caso del interior del país, refieren a la relación entre el número de conexiones a la red de saneamiento y el número de conexiones a la red de agua potable para las zonas urbanas. A partir de los datos de la IdeM al 2009 y de OSE al 2014, se prorratea en función de la población urbana del interior, la población total de Montevideo y la población total del país para estimar el valor global de cobertura equivalente.
- **Criterio de aceptabilidad de la población:** Se incluye únicamente la cobertura de alcantarillado. Esto se debe a que a nivel de la población en general, saneamiento se entiende como sinónimo de alcantarillado. Los sistemas estáticos, aun cuando de acuerdo a la reglamentación vigente y a los criterios técnicos puedan ser soluciones adecuadas, no son considerados por la población como una opción válida.
- **Criterio OMS:** En este caso, además de los sistemas considerados por INE como saneamiento adecuado, se sumarían las letrinas. Dado que no se cuenta con información a nivel país del número de personas que tienen una solución de este tipo, no puede estimarse la cobertura a la que se alcanzaría según el criterio OMS.

Resulta entonces que de acuerdo al criterio utilizado, la cobertura de saneamiento en Uruguay podría variar entre cerca del 56 % y más de 97 %, lo que refuerza la idea de que carece de sentido hablar de cobertura de saneamiento si no se definen previamente los criterios considerados.

Cuadro 6-1 Variación de la cobertura de saneamiento en Uruguay

Criterio	Cobertura
OMS para datos INE, 2011	> 97,5 %
INE (censo de población y viviendas, 2011)	97,5 %
Decreto 78/010 (máximo) para datos INE, 2011	87,2 %
Decreto 78/010 (probable) para datos INE, 2011	67,8 %
Datos OSE e Intendencia Montevideo, 2014	62,6 %
Aceptación social para datos INE, 2011	55,9 %

Nota. Elaboración propia a partir de INE, 2012b; Pitzer, 2014; IdeM sitio web.

6.2. Comparación con los países de América Latina y el Caribe

Si se comparan ahora las coberturas de saneamiento para los distintos países de ALC, estimadas a partir de los valores presentados en el Cuadro 3-2, también surgen diferencias en función del criterio considerado.

Cuadro 6-2 Variación de la cobertura de saneamiento en ALC según criterio

País	Criterio de cada país	Criterio de INE Uruguay	Criterio OMS	Sólo alcantarillado
Argentina (2010)	75 %	95 %	> 95 %	49 %
Bolivia (2012)	> 48 % ⁽¹⁾	81 %	> 81 %	48 %
Brasil (2010)	64 %	64 %	88 % ⁽²⁾	52 %
Chile (2002)	99 %	99 %	99 %	90 %
Colombia (2014)	77 %	> 77 % ⁽³⁾	> 77 %	77 %
Paraguay (2002)	54 %	54 %	96 %	9 %
Perú (2013)	78 %	78 %	90 %	68 %
Uruguay (2011)	98 %	98 %	> 98 %	56 %

(1) Las soluciones adecuadas corresponden a alcantarillado (48 % cobertura) y letrinas o cámaras sépticas para área rural (no se cuenta con dato discriminado según área urbana o rural)

(2) Se agrega la cobertura con fosas rudimentarias (24 %)

(3) Sólo se cuenta con datos de cobertura de red de alcantarillado

Nota: Elaboración propia a partir de INDEC (2010), INE Bolivia (2012), IBGE (2010), INE Chile (2002), DANE (2014), DGEEC (2002), INEI (2013), INE Uruguay (2011)

Los datos de cobertura informados por cada país consideran, en su mayoría, los sistemas de alcantarillado y fosa séptica. Los depósitos fijos no son incluidos en gran parte de los países como alternativa válida.

Si se compara con el criterio que se utiliza en Uruguay para informar en los censos de población y vivienda (criterio INE Uruguay), las coberturas aumentan. En los casos de Argentina y Bolivia, donde se tienen elevados porcentajes de población con depósito fijo, este aumento es significativo.

De acuerdo al criterio de OMS, en el que se incluyen las letrinas como alternativa válida de saneamiento, las coberturas en los países de la región resultarían muy elevadas (a menos de Colombia, para el que no se cuenta con datos salvo la cobertura de alcantarillado). En el caso de Paraguay y Perú las coberturas aumentan significativamente al considerar las letrinas como sistemas válidos.

Pero si se considera únicamente la solución de alcantarillado como válida (independientemente de que haya o no planta de tratamiento de efluentes), los porcentajes de cobertura descienden significativamente y la diferencia entre países se hace más marcada.

Resulta interesante comparar los datos de Uruguay, Argentina, Chile y Paraguay. En estos casos se tienen las mayores coberturas de acuerdo al criterio OMS, ubicándose todas ellas por encima del 95 %. Sin embargo, los tipos de sistemas en cada país son diferentes. Mientras que en Uruguay y Argentina cerca de la mitad de la población cuenta con sistema de alcantarillado, en Chile la cobertura de alcantarillado se ubica en 90 % y en Paraguay no alcanza al 10 % de la población. Paraguay tiene cerca de un 42 % de la población con soluciones de letrinas, cuando en Uruguay, Argentina y Chile no se registran estos sistemas como opción de saneamiento ni sería esperable que la población los considerara como saneamiento propiamente dicho.

7. PROPUESTA PARA CLASIFICAR SISTEMAS EXISTENTES

Para que una solución de saneamiento sea catalogada como un sistema adecuado, debe cumplir una serie de características mínimas:

- Poder ser operada y mantenida adecuadamente por el organismo a cargo de la gestión del servicio (en el caso de Uruguay: OSE, Intendencias Departamentales) o por el usuario final, según corresponda. En caso de ser necesario el involucramiento de los futuros usuarios para la gestión del sistema, se debe conocer su disponibilidad para responsabilizarse sobre las tareas de operación y mantenimiento.
- Presentar un costo de inversión, operación y mantenimiento, acorde con las posibilidades del organismo encargado de la ejecución y gestión del sistema o del usuario final, según sea el caso.
- Ser aceptada por la población usuaria como una alternativa válida de saneamiento. En este sentido, la percepción de la población en Uruguay es que la única solución adecuada es la red de alcantarillado. Por lo tanto, para poder ampliar el espectro de alternativas válidas, resulta necesario pensar en campañas de acercamiento hacia la población para trabajar en los temas de percepción social y generar la debida apropiación de las soluciones de saneamiento estático, especialmente cuando es esperable que no sean sólo transitorias.
- Estar diseñada y construida para asegurar la protección de la salud de la población usuaria y la minimización de los impactos adversos sobre el medio ambiente. Esto implica garantizar el alejamiento de las aguas servidas de las personas, evitando así la transmisión de enfermedades de origen hídrico por el cierre del ciclo fecal – oral. También implica tratar adecuadamente las aguas residuales generadas y disponerlas en el sitio receptor de modo que éste pueda dispersarlas sin que se generen impactos negativos. En ese sentido, el sistema debe cumplir con los estándares de vertido establecidos en la reglamentación vigente. Además debe cuidar los aspectos estéticos, tanto de diseño como de construcción y operación, que comprenden la no afectación del entorno debido a su presencia física y la no generación de olores, ruidos u otras molestias a la población cercana.

7.1. Sistemas dinámicos colectivos

Las redes de alcantarillado convencional, tanto de sistemas unitarios como separativos, son las que se han implementado como solución para las principales ciudades del país (localidades con mayor densidad de población o aquellas que por algún motivo presentan mayor sensibilidad ambiental). Tanto OSE como la IdeM, plantean como solución de saneamiento, las redes de alcantarillado convencional.

En estos sistemas los criterios de diseño se encuentran ampliamente definidos en la bibliografía de referencia, por lo que no se detallarán en este documento. Pero sí es interesante señalar algunos aspectos importantes:

- Es fundamental lograr que las viviendas frentistas a las redes existentes se conecten, ya que si el nivel de conexiones es bajo, el sistema de colectores operará en forma deficiente al no poderse garantizar las condiciones de autolimpieza. Las instalaciones de tratamiento también operarán con dificultades al estar el caudal de operación muy por debajo de los valores de diseño. La ley N° 18.840 de Conexión a las Obras de Saneamiento rige desde el año 2011, y en esta línea tanto OSE como la IdeM están trabajando, desarrollando planes para fomentar la conexión a las redes.
- Se debe implementar un sistema de tratamiento previo al vertido final, para garantizar la no afectación del cuerpo de agua receptor. La calidad del efluente final debe cumplir con los estándares de vertido establecidos por el Decreto 253/79 y sus modificativos ($DBO_5 \leq 60$ mg/L, $SST \leq 150$ mg/L, $AyG \leq 50$ mg/L, $CF \leq 5.000$ CF/100 mL, $NH_4^+ < 5$ mg/L-N, $P_{tot} < 5$ mg/L). En el caso de vertido mediante emisarios a cursos de agua con gran capacidad de autodepuración, pueden preverse excepciones a lo establecido en el Decreto, previo estudio y aprobación por DINAMA. En las zonas fronterizas se deben considerar además las reglamentaciones binacionales que rijan. Por ejemplo en las localidades del litoral Oeste del país, que vierten efluentes al Río Uruguay, debe cumplirse con la calidad de agua establecida por el Digesto de la CARU (para fuera de la zona de mezcla). En el caso de las localidades del litoral Este del país, deben considerarse las definiciones que pudieran establecer las Comisiones Técnico Mixtas del Río Yaguarón, Río Cuareim y Laguna Merín (a la fecha no han establecido estándares de vertido). En Uruguay existen ciudades con redes de alcantarillado que actualmente no cuentan con planta de tratamiento, pero tanto OSE como la IdeM tienen

dentro de sus planes la construcción de nuevas plantas de tratamiento y mejora de las existentes.

Dentro de los planes estratégicos de OSE, se plantea ampliar la cobertura de los sistemas de alcantarillado en todas los centros urbanos con suficiente densidad de población. Por su parte, la Intendencia de Montevideo prevé continuar con la implementación de redes de alcantarillado para cubrir toda el área urbana de la ciudad de Montevideo. Pero para las zonas suburbanas, rurales y localidades con menor cantidad de población, no se plantea desarrollar estos sistemas.

Existen variantes que pueden permitir ampliar la cobertura hacia algunas de estas áreas no previstas con redes de alcantarillado, pero que actualmente no están habilitadas por OSE ni la IdeM aunque sí lo están por el Decreto 78/010.

Una de ellas es la de redes de efluentes decantados. Esta solución es habilitada por OSE sólo como excepción, en aquellos casos en que resulta la única forma viable para sanear el conjunto de viviendas. Es la solución que se ha aplicado históricamente en los emprendimientos de MEVIR, pero en 2014 MEVIR definió pasar a diseños convencionales y no proyectar más redes de efluentes decantados para sus sistemas. Esta definición se tomó en base a que en los relevamientos realizados por DINAGUA, OSE y MEVIR, se observó que los usuarios de sistemas de este tipo no realizan la limpieza de la fosa séptica, por lo que a la larga los sistemas pasan a operar como redes convencionales y no como fueron diseñadas, para conducir efluentes decantados. Sin embargo los sistemas de efluentes decantados permiten implementar soluciones colectivas en zonas con menor densidad de población que en el caso de las redes de alcantarillado convencional, o en zonas en donde las características del subsuelo no son favorables (ej.: subsuelo rocoso, napa freática a poca profundidad). Esto se debe a que al contar con fosa séptica individual previo a la conexión a la red colectiva, no es necesario garantizar las condiciones de autolimpieza para la red, permitiendo así que el sistema funcione correctamente aún ante bajos caudales de conducción y con bajas pendientes de los tramos de colectores. Además permiten reducir los costos de las obras de conducción y tratamiento.

Otra variante es la de redes condominiales, solución que en Uruguay no se encuentra admitida para los tramos de red pública, ya que tanto OSE como la IdeM establecen que los colectores deben ubicarse en terreno público y no dentro del padrón de propiedad privada. OSE habilita, para conjuntos habitacionales excepto MEVIR, que las viviendas que no tengan frente a calle pública puedan conectarse mediante colector interno

al predio pero que se ubique en un camino de uso público y libre acceso (OSE, 2000). La definición de ubicar los colectores en terreno público se basa en poder garantizar que ante cualquier inconveniente se pueda acceder a la red. Sin embargo los sistemas condominiales pueden ser la solución para viabilizar sistemas colectivos en conjuntos de viviendas existentes. Cuando la sanitaria interna de las viviendas descarga hacia el fondo del padrón (situación usual en Uruguay), realizar la conexión hacia el frente de la vivienda puede implicar elevados costos e inclusive puede no ser viable su conexión al colector público debido a problema de cotas. Construir una red condominial por el fondo de los padrones permite viabilizar la conexión de las viviendas, a la vez que reduce el costo de implantación del sistema de conducción. En los casos en los que la sanitaria interna desagüa hacia el frente del padrón, puede preverse una variante de red condominial con colectores secundarios tendidos bajo las aceras.

Resulta entonces que en ambos casos, se termina no admitiendo una solución técnica y ambientalmente adecuada debido a problemas asociados a su gestión. En los sistemas de efluentes decantados, esta gestión se reduce a asegurar la limpieza cada 2 años de las fosas sépticas (tiempo que puede variar entre 1 y 5 años en función del criterio de diseño utilizado). En los sistemas MEVIR, mientras existe el acompañamiento de Asistentes Sociales, las fosas sépticas son limpiadas periódicamente por los propios usuarios, pero al cesar este acompañamiento no se mantiene la rutina de limpieza del sistema. En el caso de las redes condominiales, la dificultad asociada a la gestión refiere a poder tener acceso al punto de ubicación del colector para realizar tareas de mantenimiento o reparación. Por lo que en ambos casos puede lograrse la sostenibilidad de la solución mediante programas de educación y asistencia técnica a la población, que impulsen el involucramiento de los usuarios en la gestión de su sistema (con fiscalizaciones posteriores). En el caso de las redes de efluentes decantados también podría implementarse un sistema centralizado de limpieza de las fosas sépticas, por el cual los usuarios paguen una pequeña cuota mensual dentro de sus gastos de infraestructura para solventar este servicio.

Cabe señalar que, en materia de reglamentación nacional, el Decreto 78/010 admite como válidas las opciones de redes de saneamiento con planta de tratamiento previo al vertido (alternativa A del Decreto) y sistemas de efluentes decantados con tratamiento previo al vertido (alternativa C del Decreto). Descartar entonces opciones de soluciones técnicas debido a deficiencias asociadas a su gestión, más aún cuando

hubo en el pasado reciente antecedentes de gestión exitosa, limita las herramientas que se pueden utilizar para poder tender a la universalización del saneamiento, uno de los objetivos a alcanzar en el país.

7.2. Sistemas estáticos o individuales

Plantear alternativas estáticas o individuales de saneamiento es parte del camino para poder tender a la universalización del acceso al saneamiento en el país.

Una práctica usual en las localidades menores de nuestro país es la separación de aguas en origen, conduciéndose las aguas negras hacia un sistema de saneamiento mientras que las aguas grises son descargadas en el terreno. A nivel de las ordenanzas departamentales esta situación no está contemplada, ya que se prevé que todas las aguas generadas en la vivienda sean conducidas para su descarga hacia la solución final de saneamiento. Por lo tanto, para el análisis considerado en este documento se tomará como base que todas las aguas generadas en la vivienda son conducidas al mismo punto de tratamiento y disposición final, a sabiendas de que pueden existir soluciones viables tanto desde el punto de vista técnico como ambiental que consideren la separación en origen.

7.2.1. Depósito impermeable con vaciado periódico mediante camión barométrico

Esta alternativa de solución está aprobada, en Uruguay, por todas las ordenanzas departamentales de instalaciones sanitarias internas. Puede ser utilizada tanto en áreas urbanas como suburbanas (a nivel rural, por más que podría utilizarse, no presenta ninguna ventaja en comparación con las demás variantes de saneamiento estático). Asimismo se encuentra definida como una de las categorías de saneamiento adecuado de acuerdo al Decreto 78/010 (solución B del Decreto).

Pero para poder ser catalogado como una solución adecuada, el diseño, la construcción y operación del sistema debe garantizar:

- Que no existan descargas de efluente fuera del depósito impermeable (es decir, no pueden existir robadores ni vertidos al terreno, la calzada, etc.)
- Que exista disponibilidad de servicio barométrico para realizar las limpiezas con la frecuencia requerida, a un costo accesible para los usuarios (de forma que se haga viable el uso de este servicio).

- Que haya un sitio de recepción y tratamiento de los lodos barométricos que garantice una disposición final adecuada.

En cuanto al diseño, se debe considerar:

- Número de habitantes de la vivienda, para definir el volumen necesario.
- Características constructivas, de acuerdo a la ordenanza departamental correspondiente.
- Ubicación, preferentemente en el frente del predio para facilitar la limpieza y la posible conexión futura a red de alcantarillado, y manteniendo distancias seguras a pozos de agua para abastecimiento y a medianeras.
- Limpieza periódica con camión barométrico, para lo cual debe garantizarse la accesibilidad del camión al depósito.

7.2.2. Depósito filtrante

Esta alternativa de solución está aprobada por las ordenanzas departamentales en Uruguay, únicamente para zona rural. El Decreto 78/010 habilita este sistema (solución D del Decreto), pero sin especificar las condiciones bajo las cuales puede ser utilizado.

Para poder ser catalogado como una solución adecuada, el diseño, la construcción y operación del sistema debe garantizar:

- Que no ocurran descargas de efluente fuera del depósito filtrante (es decir, no pueden existir robadores ni vertidos superficiales al terreno)
- Que las características del terreno sean adecuadas para permitir la infiltración del volumen de efluente generado y que no haya riesgo de contaminar la napa o pozos de captación de agua.

En cuanto al diseño, considerando que únicamente podría admitirse para zona rural, se debe considerar:

- Número de habitantes de la vivienda, para definir el volumen diario de aguas residuales a infiltrar.
- Características del terreno, para definir su capacidad de infiltración. En función de esta capacidad, se define el área requerida de infiltración, la cual está conformada por las paredes verticales del depósito en las zonas en las que éstas penetran estratos de terreno permeable.

- Que si el abastecimiento de agua para la vivienda proviene de una perforación, la ubicación del depósito filtrante garantice la no afectación de la calidad del agua de la perforación.
- Características constructivas, de acuerdo a la ordenanza departamental correspondiente, considerando que el fondo del depósito debe ubicarse por encima del nivel freático.

La medición de la capacidad de absorción del terreno resulta fundamental para el correcto diseño de esta alternativa de saneamiento. Esto pasa por realizar ensayos en sitio para determinar la velocidad de infiltración, determinar el perfil de terreno para identificar si hay presencia de estratos impermeables, y determinar la elevación máxima estacional del nivel freático. Además, se debe relevar la ubicación de pozos de extracción de agua para abastecimiento (si hubiera).

7.2.3. Fosa séptica seguida de infiltración al terreno

Esta alternativa de solución está aprobada, en Uruguay, por algunas ordenanzas departamentales. No existe uniformidad en el criterio de aceptación, ya que por ejemplo en Florida se plantea como opción válida para zonas rurales mientras que en Artigas, Colonia y Montevideo se admite también para áreas suburbanas y en Maldonado para zonas balnearias. Inclusive en Canelones y Rocha se admite como solución para zonas urbanizadas, siempre que el proyecto sea realizado por Ingeniero Hidráulico y presentado ante la Intendencia para aprobación. En cinco de los departamentos restantes se plantea como solución válida pero no se especifica en qué zonas puede utilizarse, y en el resto no se admite como opción adecuada de saneamiento.

El Decreto 78/010 habilita este sistema (solución D del Decreto), pero sin especificar las condiciones bajo las cuales puede ser utilizado.

Para poder ser catalogado como una solución adecuada, el diseño, la construcción y operación del sistema debe garantizar:

- Que los efluentes líquidos de la fosa séptica sean conducidos hacia el sistema de infiltración sin que ocurran descargas de efluente mediante robadores a la superficie del terreno, la calzada, etc.
- Que las características del terreno sean adecuadas para permitir la infiltración del volumen de efluente generado. En áreas rurales, donde la disponibilidad de terreno es grande, la capacidad de infiltración del suelo no resulta una limitante para aplicar esta solución. Pero cuando se utiliza en zonas suburbanas o urbanas,

las características del subsuelo serán determinantes para definir si puede ser utilizada esta alternativa como solución de saneamiento.

- Que se garantice la limpieza de la fosa séptica en la frecuencia requerida y con una disposición final adecuada para los lodos. En caso de ser realizada con camión barométrico, debe existir disponibilidad del servicio a un costo accesible para los usuarios y un sitio para la recepción y tratamiento de los lodos. Si se realiza por los propios usuarios, debe existir compromiso de su parte y debe estar definido el sitio de disposición final (área en el propio predio delimitada para evitar posible contacto de personas con el lodo recién dispuesto).

En cuanto al diseño de la fosa séptica, se debe considerar:

- Número de habitantes de la vivienda, para definir el volumen necesario.
- Características constructivas, de acuerdo a la ordenanza departamental correspondiente (o a las recomendaciones bibliográficas en caso que no estén definidas en la ordenanza).
- Ubicación, preferentemente en el frente del predio para facilitar la limpieza y la posible conexión futura a red de alcantarillado (esta recomendación vale para las zonas urbanizadas).
- Limpieza periódica con camión barométrico, para lo cual debe garantizarse la accesibilidad del camión a la fosa séptica.

En cuanto al diseño del sistema de infiltración, se debe considerar:

- Número de habitantes de la vivienda, para definir el volumen diario de aguas residuales a infiltrar.
- Características del terreno, para definir su capacidad de infiltración e identificar la ubicación de la napa freática. En función de estos datos, se define el área requerida de infiltración y el tipo de sistema a implementar (zanjas, lechos, pozos).
- Que el abastecimiento de agua para consumo en la vivienda provenga de la red pública de agua potable de OSE. Y en los casos en los que haya una perforación para abastecimiento de agua en el mismo predio, que la ubicación del sistema de infiltración garantice la no afectación de la calidad del agua de la perforación. Esto implica que cuando se utiliza esta alternativa de saneamiento en área rural, la zona de infiltración debe ubicarse distante del punto donde se encuentre el pozo de extracción de agua para abastecimiento. Y si se utiliza como sistema de saneamiento en áreas suburbanas o urbanizadas, debe verificarse

que la vivienda cuente con abastecimiento de agua de la red pública de OSE y no de una perforación.

- Características constructivas, de acuerdo a la ordenanza departamental correspondiente (o a las recomendaciones bibliográficas en caso que no estén definidas en la ordenanza).
- Ubicación, de forma de no implantar el sistema en zonas de circulación y estacionamiento de vehículos, zona de pasaje de cargas pesadas y áreas de plantaciones.

Cuando se utilizan pozos filtrantes como solución, valen las recomendaciones definidas en el ítem 7.2.2.

Cuando se utilizan zanjas de infiltración, se debe considerar:

- Volumen de efluente y características del terreno, para definir número de tuberías a instalar, profundidad de la zanja, material de relleno.
- Necesidad de mantenimiento periódico, que consiste en realizar la limpieza de la fosa séptica previa e inspeccionar la operación del sistema de infiltración. En caso de saturación de la zanja, debe cambiarse el material de relleno.

Cuando se utilizan lechos de infiltración, se debe considerar:

- La definición del tipo de parcela de infiltración a implementar (lecho filtrante conformado en forma similar a las zanjas pero con mayor extensión del área de infiltración, filtro de material poroso conformado por arena con o sin sistema de drenaje inferior), que debe realizarse en función de las características del terreno en cuanto a su capacidad de absorción y a la ubicación de la napa freática.
- Necesidad de mantenimiento del sistema, que debe realizarse en forma análoga al caso de zanjas de infiltración.

En todos los casos, conocer las características del terreno resulta fundamental para el correcto diseño del sistema. Para esto se deben realizar ensayos en sitio para medir la velocidad de infiltración, determinar el perfil de terreno para identificar si hay presencia de estratos impermeables y su profundidad, y determinar la elevación máxima estacional del nivel freático. Además, se debe relevar la ubicación de pozos de extracción de agua para abastecimiento (si los hubiera).

Resulta conveniente dejar prevista un área de reserva para poder ampliar el sistema en caso que el suelo llegara a perder permeabilidad a lo largo del uso. También se recomienda dejar varias celdas de infiltración para

poder operar el sistema en forma alternada, dejando tiempos de descanso entre períodos de aplicación del efluente.

7.2.4. Fosa séptica seguida de etapa de tratamiento

Las opciones de tratamiento pueden variar entre sistemas extensivos (ej.: humedales construidos) e intensivos (ej.: sistema compacto de tratamiento biológico). La solución de disposición final puede ser mediante infiltración al terreno, reúso para riego, o vertido a curso de agua.

Estas alternativas de solución individual, están aprobadas en Uruguay para ser utilizada en zona rural, suburbana o de veraneo, variando su aplicación según la ordenanza departamental. El Decreto 78/010 no cuenta con una categoría específica para estos sistemas, pero pueden quedar incluidos dentro de la solución E que habilita a plantear sistemas que sean combinación de los elementos que integran las categorías A a D.

Para que los sistemas de fosa séptica seguida de tratamiento y disposición final puedan ser catalogados como solución adecuada, su diseño, construcción y operación deben garantizar:

- Que los efluentes líquidos de la fosa séptica sean conducidos hacia el sistema de tratamiento y disposición final sin que ocurran descargas de efluente mediante robadores a la superficie del terreno, la calzada, etc.
- Que se garantice la limpieza de la fosa séptica en la frecuencia requerida y con una disposición final adecuada para los lodos. En caso de ser realizada con camión barométrico, debe existir disponibilidad del servicio a un costo accesible para los usuarios y un sitio para la recepción y tratamiento de los lodos. Si se realiza por los propios usuarios, debe existir compromiso de su parte y debe estar definido el sitio de disposición final (área en el propio predio, delimitada para evitar posible contacto de personas con el lodo recién dispuesto).
- En el caso de disposición final al terreno, que las características del suelo sean adecuadas para permitir la infiltración del volumen de efluente generado. En áreas rurales, donde la disponibilidad de terreno es grande, la capacidad de infiltración del suelo no resulta una limitante para aplicar esta solución. Pero cuando se utiliza en zonas suburbanas o urbanas, las características del subsuelo serán determinantes para definir si puede ser utilizada esta alternativa como solución de saneamiento.

- En el caso de la reutilización para riego, que se cuente con un área de terreno suficiente para realizar la aplicación del efluente tratado y que las características del efluente tratado sean adecuadas para ser utilizadas para este fin (dadas las características y usos del terreno). Esto vale para áreas rurales o algunos casos de zonas suburbanas en donde los predios sean grandes y haya terreno suficiente para realizar el riego con efluente tratado. En área urbana no resulta viable esta solución de disposición final.
- En el caso de disposición final a curso de agua, que las características del efluente tratado sean adecuadas para su vertido (dadas las características y usos del curso de agua). Esto vale para área rural.
- En todos los casos, que el efluente final cumpla con los estándares de calidad definidos por la reglamentación vigente según el receptor final.
- Que se cuente con la capacidad de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento previsto.

En cuanto al diseño y las consideraciones de operación y mantenimiento de la fosa séptica y el sistema de infiltración, vale lo planteado en el ítem 7.2.3.

Respecto del sistema de tratamiento, su diseño debe realizarse siguiendo los criterios técnicos vigentes en el estado del arte de la ingeniería sanitaria, tomando como base las características del efluente doméstico y los objetivos de calidad fijados para el efluente final (en función de su destino final).

7.2.5. Soluciones para agrupaciones de viviendas

Los criterios presentados en los ítems 7.2.1 a 7.2.4 están planteados para las soluciones de saneamiento estático de viviendas individuales. Cuando estos sistemas son aplicados para agrupaciones de viviendas (complejos habitacionales, emprendimientos de hotelería, etc.) o para barrios o localidades enteras, deben tenerse presente otras consideraciones adicionales al momento de su diseño e implementación ya que cambia la escala del problema.

En las soluciones que implican infiltración del efluente final al terreno, se debe considerar el efecto acumulativo que tendrá la disposición de efluentes en el ambiente (agua subterránea, suelos). También debe garantizarse que todas las viviendas cuenten con abastecimiento de agua de la red pública de OSE y no se utilicen perforaciones.

Cuando se analizan soluciones que involucran depósitos impermeables o fosas sépticas para agrupaciones de viviendas o localidades enteras, resulta imprescindible cuantificar el requerimiento de camiones barométricos. En el Cuadro 7-1 y el Cuadro 7-2 se presenta una metodología simplificada para estimar la cantidad de depósitos impermeables o fosas sépticas que un camión podría atender, para así poder definir cuántos camiones se requerirían para cubrir el servicio en la localidad.

También se deben prever las instalaciones para tratamiento y disposición final de los lodos barométricos, aspecto fundamental para garantizar la correcta gestión de los lodos retirados de los depósitos impermeables y fosas sépticas de la localidad.

Cuadro 7-1 Metodología simplificada para estimar la demanda de camión barométrico para depósitos impermeables

Paso	Detalle de cálculo
1. Datos de partida	Dotación de agua potable = Dot (L/hab.día) Coeficiente de retorno a la red de saneamiento = $Coef.retorno$ Habitantes por vivienda = $N^{\circ} habitantes$ Volumen del depósito impermeable = $V_{dep.impermeable}$ Capacidad del camión barométrico = $V_{camión\ barométrico}$ Número de viviendas ocupadas en la localidad = $N^{\circ}_{viviendas}$ Régimen de trabajo del camión: duración de la jornada J (horas); días hábiles de trabajo D (días)
2. Aporte de aguas servidas por habitante	$V_{aporte}(L/hab.día) = Dot(L/hab.día) * Coef.retorno$
3. Volumen diario de aporte de agua servidas	$V_{aporte\ por.día} = V_{aporte} * N^{\circ}_{habitantes}$
4. Tiempo de llenado de cada depósito	$T_{llenado} = \frac{V_{dep.impermeable}}{V_{aporte\ por.día}}$
5. Número de depósitos vaciados por recorrido	$N^{\circ}_{depósitos\ por\ recorrido} = \frac{V_{camión\ barométrico}}{V_{dep.impermeable}}$
6. Datos del recorrido del camión	Distancia media de recorrido del camión desde la vivienda hasta el punto de descarga = d (km) Velocidad de circulación = v (km/h)
7. Tiempo de recorrido para la descarga	$t_{recorrido}(\min) = \frac{d(km)}{v(km/h)} * 2 * 60$
8. Tiempo necesario para vaciado del camión	$t_{vaciado\ camión\ barométrico}(\min)$
9. Tiempo necesario para vaciado del depósito (considerando vaciado y traslado posterior hacia el siguiente depósito)	$t_{vaciado\ depósito}(\min)$

Paso	Detalle de cálculo
10. Número de recorridos diarios por el camión barométrico	$N^{\circ}_{\text{recorridos por día}} = \frac{J}{\frac{t_{\text{vaciado depósito}}}{60} * N^{\circ}_{\text{depósitos por recorrido}} + \frac{t_{\text{recorrido}} + t_{\text{vaciado camión barométrico}}}{60}}$
11. Número extra de depósitos que pueden ser atendidos dentro del horario de trabajo (sin completar el camión barométrico)	$N^{\circ}_{\text{depósitos extra}} = \frac{Y}{\frac{t_{\text{vaciado depósito}}}{60}} * N^{\circ}_{\text{depósitos por recorrido}}$
Observación: Determinados los depósitos extra que se podrían atender, se deberá analizar si es viable y/o conveniente realizar dichos servicios dejando el camión parcialmente cargado al final de la jornada	<p>siendo:</p> $Y = X - \frac{(t_{\text{recorrido}} + t_{\text{vaciado camión barométrico}})}{60}$ $X = J - N^{\circ}_{\text{recorridos por día}} * \frac{(t_{\text{recorrido}} + t_{\text{vaciado camión}})}{60} - N^{\circ}_{\text{depósitos por recorrido}} * N^{\circ}_{\text{recorridos por día}} * \frac{t_{\text{vaciado depósito}}}{60}$
12. Número total de depósitos a vaciar por día	$N^{\circ}_{\text{depósitos por día}} = N^{\circ}_{\text{depósitos por recorrido}} * N^{\circ}_{\text{recorridos por día}} + N^{\circ}_{\text{depósito extra}}$
13. Número máximo de depósitos que pueden ser atendidos por un camión barométrico	$N^{\circ}_{\text{depósitos por barometría}} = N^{\circ}_{\text{depósitos por día}} * \frac{D}{7} * T_{\text{llenado}}$
14. Demanda de camiones barométricos para cubrir el servicio en la localidad	$N^{\circ}_{\text{camiones}} = \frac{N^{\circ}_{\text{viviendas}}}{N^{\circ}_{\text{depósitos por barometría}}}$

Nota: Adaptado de López et al., 2012

Cuadro 7-2 Metodología simplificada para estimar demanda de camión barométrico para fosas sépticas

Paso	Detalle de cálculo
1. Datos de partida	Número de viviendas con fosa séptica a mantener = $N^{\circ}_{viviendas}$ Tasa de acumulación de lodo digerido: TA (L/año) Tiempo entre dos retiros sucesivos de lodos: $T_{limpieza}$ Capacidad del camión barométrico = $V_{camión\ barométrico}$ Régimen de trabajo del camión: duración de la jornada J (horas); días hábiles de trabajo D (días)
2. Volumen de lodo a ser retirado por fosa séptica	$V_{vivienda} = TA * T_{limpieza} * 1,7$ Se aplica un coeficiente de 1,7 para considerar que durante la limpieza, además del retiro del lodo acumulado, se extraerá líquido presente en la fosa séptica.
3. Número de fosas sépticas vaciadas por recorrido del camión	$N^{\circ}_{FS.por.recorrido} = \frac{V_{camión.barométrico}}{V_{vivienda}}$
6. Datos del recorrido del camión	Distancia media de recorrido del camión desde la vivienda hasta el punto de descarga = d (km) Velocidad de circulación = v (km/h)
7. Tiempo de recorrido para la descarga	$t_{recorrido}(\text{min}) = \frac{d(\text{km})}{v(\text{km/h})} * 2 * 60$
8. Tiempo necesario para vaciado del camión	$t_{vaciado.camión.barométrico}$ (min)
9. Tiempo necesario para vaciado de la fosa séptica (considerando vaciado y traslado posterior hacia la siguiente fosa séptica)	$t_{vaciado.fosa}$ (min)
10. Número de recorridos diarios por el camión barométrico	

Paso	Detalle de cálculo
	$N^{\circ} \text{ recorridos por día} = \frac{J}{\frac{t_{\text{vaciado FS}}}{60} * N^{\circ}_{\text{FS por recorrido}} + \frac{t_{\text{recorrido}} + t_{\text{vaciado camión}}}{60}}$
12. Número total de fosas sépticas a vaciar por día	$N^{\circ}_{\text{FS por día}} = N^{\circ}_{\text{FS por recorrido}} * N^{\circ}_{\text{recorridos por día}}$
13. Número máximo de fosas sépticas que pueden ser atendidos por un camión barométrico	$N^{\circ}_{\text{FS por barométrica}} = N^{\circ}_{\text{FS por día}} * \frac{D}{7}$
14. Demanda de camiones barométricos para cubrir el servicio en la localidad	$N^{\circ}_{\text{camiones}} = \frac{N^{\circ}_{\text{viviendas}}}{N^{\circ}_{\text{FS por barométrica}}}$

Nota: Adaptado de López et al., 2012

7.3. Gestión de los sistemas

Para que el sistema a implementar sea una solución adecuada, además de los criterios técnicos mencionados en los ítems anteriores, debe existir un modelo de gestión que permita garantizar que su diseño, construcción, operación y mantenimiento serán adecuados y sostenibles en el tiempo.

A nivel institucional, Uruguay cuenta con varios actores que intervienen en esta gestión. El MVOTMA, a través de la DINAGUA, es quien debe diseñar las políticas en materia de saneamiento para el país. OSE y la Idem son quienes gestionan los sistemas de alcantarillado convencional (desde el diseño hasta la operación y mantenimiento). Las Intendencias Departamentales son las que aprueban los diseños de los sistemas estáticos o individuales así como también autorizan a los camiones barométricos que prestan el servicio en cada departamento.

Las responsabilidades sobre la gestión se encuentran claramente definidas a nivel nacional para los sistemas dinámicos convencionales, pero no sucede lo mismo para los sistemas estáticos o individuales. No se cuenta con reglamentación, a nivel nacional, que defina claramente qué tipos de sistemas pueden ser utilizados y bajo qué condiciones. El Decreto 78/010 establece alternativas pero que no cubren todo el espectro de posibles soluciones técnicas a aplicar, ni define las condiciones bajo las que deberían implementarse.

Para viabilizar el desarrollo de soluciones de saneamiento alternativo (sistemas dinámicos de efluentes decantados o redes condominiales, sistemas descentralizados o individuales) en el país, que permitan contribuir hacia la universalización del servicio, se requiere:

- Definir las condiciones bajo las cuales cada solución puede ser implementada, considerando tanto las características locales del terreno y sitio de disposición final como la situación global de la localidad. Esto implica conocer las características hidrogeológicas de la zona y la ubicación de la napa freática, los usos de suelo, las fuentes de abastecimiento de agua que utiliza la población, las características de la población (principalmente proporción de población vulnerable), entre otras. En base a esta información, analizar las posibles soluciones a aplicar, definiendo sus características y limitaciones. Es importante considerar todo el espectro posible de soluciones e involucrar a los usuarios en este análisis para contemplar la disponibilidad real a realizar las tareas de operación y mantenimiento requeridas (o a pagar por ellas).

- Definir la institucionalidad en la gestión de los sistemas de tipo estático o individual. Actualmente son las Intendencias Departamentales las encargadas de avalar las soluciones que se plantean, pero queda un vacío institucional en lo que respecta al control y fiscalización de las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Resulta fundamental la definición clara de estas responsabilidades para poder asegurar un adecuado tratamiento de los líquidos y los lodos, así como una disposición final que no genere afectaciones adversas al medio receptor y el entorno.
- Definir el modelo de gestión para la operación y mantenimiento de los sistemas. La solución puede ser desde implementar sistemas descentralizados hasta poner en marcha un servicio centralizado. En el primer caso se requiere trabajar junto con los usuarios para concientizar sobre la importancia de las tareas de mantenimiento de forma que sean los propios responsables los que realicen las tareas, manteniendo un apoyo y control desde la institución que se definiera como responsable para garantizar la sostenibilidad en el tiempo de estas actuaciones. Este aspecto es clave para que el sistema pueda considerarse como solución adecuada. En el otro implica centralizar las tareas de mantenimiento periódico. Por ejemplo, podrían instrumentarse las limpiezas con camiones barométricos por parte de la Intendencia Departamental, cobrando el servicio ya sea en forma de tasa mensual, tasa anual o por cada instancia del servicio (buscando la modalidad que viabilice su aplicación al usuario y la prestación del servicio en tiempo y forma). Implementar servicios centralizados implica prever la incorporación de normativa que dé el marco legal a estas actuaciones.

8. SÍNTESIS FINAL

8.1. Discusión de los resultados anteriores

8.1.1. Consideraciones generales

A nivel mundial el acceso a servicios de saneamiento adecuado varía muy significativamente de país a país. OMS define, entre las soluciones de saneamiento mejorado, los sistemas dinámicos y algunas soluciones estáticas (letrinas, fosas sépticas, depósitos, etc.), pero sin considerar en estas definiciones la dimensión de construcción, operación y mantenimiento. Estas dimensiones hacen a la sostenibilidad en el uso, aspecto muy importante para poder definir si efectivamente se trata de instalaciones adecuadas que garanticen el alejamiento de las aguas residuales del contacto con los usuarios y la protección del medio receptor. Por otro lado, OMS no admite instalaciones de saneamiento de uso compartido (lo que no es lo mismo que instalaciones que no brinden privacidad en el uso), cuando estos sistemas bien diseñados y mantenidos podrían dar la oportunidad de mejorar las condiciones sanitarias a poblaciones que en algunos lugares del mundo actualmente defecan al aire libre. No resulta sencillo generalizar ya que existen variables locales que influyen en la definición de saneamiento adecuado, pero es importante destacar que en todos los casos las soluciones a implementar deben considerar: privacidad en el uso, seguridad asociada a garantizar la protección de la salud de la población y del medio ambiente, disponibilidad o acceso al servicio, aceptación por parte de los usuarios.

La información publicada por distintas fuentes de referencia, respecto de los sistemas de saneamiento aplicados en los distintos países y los niveles de acceso de la población a los mismos, no es consistente. Estas diferencias se deben a que las definiciones de qué se entiende por saneamiento adecuado varían en cada país (e inclusive entre distintas instituciones de un mismo país), así como también varía el criterio para identificar las zonas urbanas y rurales. Resulta entonces de gran importancia unificar las definiciones de conceptos a nivel internacional y prestar un especial cuidado a la información estadística que se recaba y publica, ya que es en base a dicha información que se definen las metas a ser alcanzadas, se elaboran los planes de saneamiento y se compara la situación a nivel mundial.

8.1.2. Situación en Uruguay

Uruguay cuenta con sistemas de saneamiento dinámico desde hace más de un siglo, habiendo sido el primer país de América Latina en tener este tipo de sistema.

Desde los inicios, los planes de saneamiento desarrollados plantearon las redes de alcantarillado convencional como la alternativa de solución para las ciudades del país. Tanto OSE, en el interior del país, como la IdEM en la capital, han implementado sistemas dinámicos de conducción con plantas de tratamiento y disposición final a curso de agua. Esta medida tuvo un impacto muy significativo en la reducción de la incidencia de las enfermedades de transmisión hídrica y de la tasa de mortalidad infantil por enfermedades diarreicas, a lo largo del siglo XX. En la primera los porcentajes bajaron de 20 % a principios de 1900, a menos del 5 % en la década de 1970. En la segunda, la tasa bajó de cerca del 18 % en la década de 1940, a menos del 1 % a fines de la década de 1990.

Pero luego de desarrolladas las soluciones para las zonas urbanas con mayor concentración de población (principales ciudades en el país), la extensión del servicio hacia zonas menos urbanizadas no ha resultado sencilla. Implementar sistemas dinámicos en zonas de baja densidad de población presenta complicaciones desde el punto de vista técnico al no poderse garantizar las condiciones mínimas de funcionamiento, así como desde el punto de vista económico al aumentar muy significativamente el costo por vivienda servida. Este enlentecimiento en el avance de los sistemas de alcantarillado ha llevado a que en los últimos años la posición de Uruguay en América Latina ya no sea líder en materia de cobertura de saneamiento dinámico. De acuerdo a los últimos censos de población y vivienda realizados a nivel nacional en los países de la región, Chile, Colombia y Perú presentan coberturas de alcantarillado muy superiores a las de Uruguay, y Uruguay se ubica próximo a lo que sucede en Brasil, Argentina y Bolivia.

Las soluciones de saneamiento estático aplicadas en Uruguay en todas las zonas que no cuentan con alcantarillado, alcanzan al 42 % de la población del país y comprenden mayoritariamente depósitos fijos impermeables, depósitos fijos filtrantes y sistemas de fosa séptica (que no necesariamente incluyen una disposición final adecuada para la fracción líquida ni una gestión adecuada de lodos). Estas soluciones, que podrían considerarse como saneamiento adecuado bajo determinadas condiciones de diseño, construcción, operación y mantenimiento, no son visualizadas por los usuarios como soluciones válidas. Esto se debe a que históricamente las instituciones prestadoras de los servicios han

promocionado al *alcantarillado* como sinónimo de *saneamiento*. En consecuencia se ha fomentado la cultura del alcantarillado como única alternativa posible, lo que genera a hoy la necesidad de tener que trabajar sobre este aspecto si se quieren impulsar soluciones alternativas de saneamiento en el país (y tener también la aceptación de las existentes).

A su vez, existen diferencias en los criterios aplicados por los distintos organismos e instituciones que trabajan en materia de saneamiento, no sólo dentro de Uruguay sino también a nivel internacional:

- El INE de Uruguay define *saneamiento adecuado* a las soluciones de alcantarillado, pozo negro y fosa séptica, independientemente de si se tomaron las precauciones técnicas de diseño para garantizar que se trata de soluciones adecuadas.
- La OMS admite, además, las letrinas como sistemas válidos de saneamiento.
- OSE considera únicamente las soluciones de alcantarillado, ya que su estatuto fija que es en estos sistemas donde el organismo tiene injerencia.
- Las Intendencias Departamentales reconocen los sistemas de alcantarillado y depósito fijo impermeable como soluciones válidas a nivel urbano, y en algunos casos admiten soluciones de depósitos filtrantes o sistemas de fosa con etapas posteriores.

En todos los casos las soluciones consideradas buscan el alejamiento de las aguas residuales de los usuarios, para evitar la transmisión de enfermedades por cierre del ciclo fecal - oral. Sin embargo no contemplan los aspectos de diseño, construcción, operación y mantenimiento que garanticen un nivel de protección hacia los usuarios y el ambiente comparable con el que se lograría con un sistema dinámico con tratamiento centralizado. Esto implica no sólo el nivel de calidad alcanzado al poner la solución en marcha, sino mantener dicho estándar durante toda la vida útil del sistema.

Las diferencias en las definiciones de los distintas instituciones hacen que los valores de cobertura reportados por cada organismo estén midiendo cosas diferentes, por lo que no resultan comparables entre sí. A nivel nacional, la cobertura de saneamiento en Uruguay puede variar entre 97,5 % (dato de INE) y 62,6 % (datos de OSE y la Intendencia de Montevideo). Y si se toma en cuenta *lo que la sociedad acepta como saneamiento*, se tiene que la cobertura actual alcanza únicamente al 55,9 % de la población del país y al 83 % de la población del departamento de Montevideo.

8.2. Conclusiones

Para universalizar el acceso al saneamiento en todas las localidades del interior del Uruguay, no puede plantearse una única solución ni tecnología. Se debe ampliar el espectro de alternativas, analizando las ventajas y limitaciones de cada una para poder definir las opciones viables para cada caso. Esto se debe a que no existe una solución universal de saneamiento a ser aplicada en cualquier contexto; la alternativa a desarrollar quedará determinada por la situación de la localidad (o barrio o zona) y las características del ambiente receptor.

Cuando se plantea buscar soluciones para las localidades de menor densidad de población, las opciones pasan por sistemas estáticos o por sistemas dinámicos no convencionales. Para que estos sistemas sean una solución adecuada, se debe garantizar un correcto mantenimiento de las instalaciones para asegurar un adecuado tratamiento y disposición final de la fracción líquida y de los lodos, que no genere afectaciones adversas al medio receptor y al entorno.

La institucionalidad en la gestión de los sistemas estáticos no es clara. Actualmente son las Intendencias Departamentales las encargadas de avalar las soluciones de saneamiento estático que se plantean, pero queda un vacío institucional en lo que respecta al control y fiscalización de las etapas de ejecución y funcionamiento. La Ley Orgánica Municipal, la Ley Orgánica de OSE y el Decreto 78/010, llevan a interpretaciones diferentes respecto de la responsabilidad de estos organismos sobre las etapas de operación y mantenimiento de los sistemas estáticos. Resulta por lo tanto fundamental definir claramente dicha institucionalidad para que se pueda garantizar la aplicación sostenible de estos sistemas como solución de saneamiento adecuado.

La experiencia de MEVIR con los sistemas de efluentes decantados autogestionados, no ha resultado satisfactoria en el largo plazo. En consecuencia, y para poder plantear sistemas estáticos como solución sostenible, deben analizarse diferentes soluciones de sistema de gestión. Una opción podría ser pensar en centralizar el servicio de mantenimiento de los sistemas individuales. Esto implica que desde la institución que legalmente se defina como responsable, se realice la prestación del servicio de barométrica para limpieza de depósitos impermeables y fosas sépticas. Para esto se requiere contar con los camiones barométricos necesarios, crear la infraestructura para tratamiento de lodos barométricos, y gestionar el servicio definiendo además las pautas para

tarificarlo (valor mensual, anual, por servicio). Con esta solución se centraliza la responsabilidad por el servicio, lo que la torna sostenible.

Otra alternativa podría ser mantener la descentralización, siendo estrictos en la regulación y fiscalización por parte de las instituciones estatales sobre el servicio de barométricas. Por ejemplo, podrían exigirse renovaciones periódicas al permiso de prestación del servicio, podrían considerarse para dichas renovaciones no sólo las características del camión sino también las constancias de vertido en sitios controlados y autorizados, etc.

Pero no todo pasa por centralizar las tareas o traspasar las responsabilidades de la prestación o la fiscalización a una institución estatal. Es fundamental **integrar a los usuarios** al sistema, considerándolos a lo largo de todo el proceso (diagnóstico inicial y diseño del sistema, construcción, operación, evaluación de resultados), para lograr su **involucramiento** con la solución implementada. En ese sentido, el planteo de diferentes opciones de solución contribuye a que el **usuario pueda participar de la definición** de su sistema, para así **generar sentido de responsabilidad** hacia la infraestructura implementada. Esto contribuiría a poder plantear soluciones de gestión en la que participen los propios usuarios, y que sean sostenibles en el mediano y largo plazo.

8.3. Líneas de trabajo a futuro

La principal necesidad en el país, para contribuir a ordenar el problema del saneamiento, es contar con un Plan Nacional de Saneamiento que permita delinear el camino a seguir priorizando las inversiones en función de las necesidades reales de las distintas poblaciones del país.

A nivel de Gobierno, está previsto para los próximos 5 años poder completar esta tarea, pero no está planteado cuál debería ser el camino a seguir para llegar a formular dicho plan.

Para poder diseñar un plan nacional, sería necesario contar con un diagnóstico completo de situación actual, integrado a un sistema de información geográfico y que contemple las variables físicas, sociales y económicas de la temática. Esto implica:

- Identificar la información de base disponible en el país, para población, vivienda, usos del suelo, características hidrogeológicas, características de la población (principalmente en términos de población vulnerable, necesidades básicas insatisfechas), y toda otra información que pudiera ser relevante.

- Integrar la información disponible sobre sistemas de agua potable (población atendida por la red de OSE) y de saneamiento existentes (no sólo de alcantarillado convencional a partir de los datos de OSE e IdeM, sino también de sistemas MEVIR y complejos de vivienda).
- Integrar información disponible sobre planes de ordenamiento territorial, áreas protegidas, etc.
- Realizar una subdivisión del territorio en función de la vulnerabilidad presente (ya sea por características de la población, o del terreno, u otros)

A partir de esta información de base se pueden plantear las alternativas viables para cada zona o área del país, por ejemplo:

- Evaluando posibilidades de ampliación de sistemas existentes (ya sea convencionales de OSE o de efluentes decantados de MEVIR), que permitan incorporar zonas al sistema dinámico.
- Analizando viabilidad preliminar de sistemas que impliquen infiltración al terreno, en base a las fuentes de agua utilizadas para abastecimiento, las características del subsuelo, las áreas de los padrones para determinar zonas destinadas al sistema de infiltración, etc..
- Analizando los requerimientos de servicio de barométrica, así como determinando la necesidad de incorporar nuevos servicios, implementar plantas de tratamiento, etc..

En esta línea de trabajo es que planteo desarrollar mi investigación doctoral en Ingeniería Ambiental, enfocándome en el aspecto de gestión integral que se requiere para poder analizar el tema en forma cabal y así aportar mejores y más sólidas bases técnicas para colaborar en el camino de elaboración del Plan Nacional de Saneamiento.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, Ana María; Alfonso, Adriana; Algorta, Gabriela; Anchieri, Delvey; Betancor; Laura; Chabalgoity, Alejandro; Chiparelli, Héctor; Da Silva, Adriana; Deambrosis, Nelly; Ferrari, Ana María; Gadea, Pilar; Gularte, Enart; Legani, Marcela; Odizzio, Marta; Pírez, María Catalina; Repiso, María Victoria; Rodríguez, Grisel; Salvatella, Roberto; Savio, Mariela; Schelotto, Felipe; Torres, María Eugenia; Varela, Gustavo; Vicentino, Walter (2002). *Enfermedades Trasmittidas por Alimentos en Uruguay*. Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, UdelaR – PANALIMENTOS - OPS – OMS.
- Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), Programa de Apoyo a la Educación Media y Técnica y a la Formación en Educación (PAEMFE). *Presentación del Programa*. Recuperado en febrero de 2015 de <http://www.paemfe.edu.uy/web/index.php/presentacion-del-programa>
- Angelakis, A. N. & Rose, J. B. (2014). *Evolution of Sanitation and Wastewater Technologies through the Centuries*. Londres: IWA Publishing. ISBN 978-17-80-40484-4
- Banco Interamericano de Desarrollo (2008). *Planes Estratégicos para el Sector de Agua Potable y Saneamiento: Síntesis de Colombia*. BID
- Banco Interamericano de Desarrollo (2009a). *Planes Estratégicos para el Sector de Agua Potable y Saneamiento: Síntesis de Bolivia*. BID
- Banco Interamericano de Desarrollo (2009b). *Planes Estratégicos para el Sector de Agua Potable y Saneamiento: Síntesis de Perú*. BID
- Banco Interamericano de Desarrollo (2010). *Agua Potable, Saneamiento y los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe*. BID
- Banco Interamericano de Desarrollo (2011). *Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe*. BID
- Banco Interamericano de Desarrollo (2013). *Agua Potable, Saneamiento y los Objetivos de Desarrollo del Milenio en América Latina y el Caribe. Nota Técnica IDB-TN-522*. BID
- Bartram J, Cairncross S (2010). *Hygiene, Sanitation, and Water: Forgotten Foundations of Health*. PLoS Med volumen 7 (11): e1000367.

- Bertino, Magdalena; Mariño, Natalia; Querejeta, Martina; Torrelli, Milton; Vázquez, Daniela (2012). *Historia de una Empresa Pública Uruguaya: 60 años de Obras Sanitarias del Estado (OSE)*. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, UdelaR. ISSN 1688-5090
- Bombaci, Octavio (2015) Comunicación personal.
- Centers for Disease Control and Prevention (2014). *History of Plague*. Recuperado en febrero de 2015 de <http://www.cdc.gov/plague/history/>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS (2003). *Especificaciones Técnicas para el Diseño de Tanques Sépticos*. Lima: CEPIS.
- Corporación Andina de Fomento (2013). *Equidad e inclusión social en América Latina: acceso universal al agua y el saneamiento. Serie Reflexiones sobre políticas sociales y ambientales. No 2*. CAF. ISBN: 978-980-6810-81-5
- Cristini, M.; Moya, R.; Bermúdez G.; Moskovits, C. (2008). *Calidad de vida en América Latina y el Caribe: los problemas metropolitanos de la urbanización*. Buenos Aires: FIEL
- Crites, R., Tchobanoglous, G. (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. Estados Unidos: Mc Graw Hill. ISBN 0-07-289087-8
- Crites, R., Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Colombia: Mc Graw Hill.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia (2014). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2014*. Recuperado en marzo 2015 de <http://www.dane.gov.co/>
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1991). *Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas*. Diario Oficial n° L 135 de 30/05/1991 p. 0040 – 0052.
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1998). *Directiva 98/15/CE por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE*. Diario Oficial n° L 67 de 07/03/1998 p. 0029 – 0030.
- Diario El País (2012). Entrevista con la Alcaldesa de Fraile Muerto, publicada el 02/02/2012.

- Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, Paraguay (2002). *Censo Nacional de Población y Viviendas. Año 2002*. Recuperado en marzo de 2015, de <http://www.dgeec.gov.py/>
- Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, Paraguay (2014). *Condiciones de Vida 2009 – 2013. Encuesta Permanente de Hogares*. Asunción: DGEEC.
- Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, Paraguay (2013). *Encuesta Permanente de Hogares 2012*. Asunción: DGEEC.
- Dirección Nacional de Impresiones y Publicaciones Oficiales. Recuperado en febrero de 2015 de <http://www.impo.com.uy>
- Ecología Costera (2012). *Saneamiento Ecológico y Gestión de Residuos en Barra de Valizas*. Recuperado en febrero de 2015 de <http://ecocostera.blogspot.com.uy/>
- Gamarra, Andrea (2014) Comunicación personal.
- Gamarra, Andrea (2015) Comunicación personal.
- González, A. E. (2014) *Elementos de Ingeniería Ambiental. Notas de curso*. Facultad de Ingeniería, UdelaR.
- Heijnen M, Cumming O, Peletz R, Chan GK-S, Brown J, Baker K, Clasen T (2014). *Shared Sanitation versus Individual Household Latrines: A Systematic Review of Health Outcomes*. PLoS ONE volumen 9 (4): e93300.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), Human Development Network, The World Bank (Instituto para la medición y Evaluación de la Salud, Red de Desarrollo Humano, Banco Mundial) (2013). *La carga mundial de morbilidad: generar evidencia, orientar políticas - Edición regional para América Latina y el Caribe*. Seattle, WA: IHME.
- Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (2010). *Censo Demográfico 2010*. Recuperado en marzo de 2015, de <http://www.ibge.gov.br>
- Instituto Nacional de Estadística (2012a). *Anuario Estadístico 2012*. Montevideo: INE.
- Instituto Nacional de Estadística (2012b). *Censo de Población y Vivienda 2011*. Recuperado en febrero de 2014, de <http://www.ine.gub.uy>
- Instituto Nacional de Estadística (2013). *Atlas sociodemográfico y de la desigualdad del Uruguay. Fascículo 1. Las Necesidades Básicas*

Insatisfechas a partir de los Censos 2011. Montevideo: Ediciones Trilce ISBN 978-9974-32-616-3 Primera edición.

Instituto Nacional de Estadística, Bolivia (2012). *Censo Nacional de Población y Vivienda: Estado Plurinacional de Bolivia*. Recuperado en febrero de 2014, de <http://www.ine.gob.bo>

Instituto Nacional de Estadística, Chile (2002). *XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda*. Recuperado en febrero de 2014, de <http://www.ine.cl>

Instituto Nacional de Estadística, Venezuela (2013). *Cumpliendo las Metas del Milenio. 2012*. Venezuela: INE. ISBN 980-6456-12-2.

Instituto Nacional de Estadística y Censos, Argentina (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Recuperado en febrero de 2014, de <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador (2010). *Censo de Población y Viviendas*. Recuperado en febrero de 2014, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador (2010). *Encuesta de Condiciones de Vida 2013 - 2014*. Recuperado en setiembre de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú (2013). *Encuesta Nacional de Hogares de 2013*. Recuperado en marzo de 2015, de <http://www.inei.gob.pe/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú (2015). *Condiciones de Vida en el Perú. Trimestre: Enero-Febrero-Marzo 2015*. Recuperado en mayo de 2015, de <http://www.inei.gob.pe/>

Intendencia de Montevideo. *Saneamiento. Un poco de historia*. Consultado de www.montevideo.gub.uy/servicios-y-sociedad/saneamiento

Irigoyen, Álvaro.; López, Julieta (2008). *Sistema de Gestión de Información para la operación y mantenimiento del sistema de bombeo de la red de saneamiento de la ciudad de Montevideo*. XXXI Congreso Interamericano de AIDIS, Chile.

Jacob, R. (2012). *Sobre la creación de Empresas Públicas. El camino lateral*. Transformación Estado y Democracia, volumen 50. ISSN 1688-2889

- Krieger, J.; Higgins, D. (2002). *Housing and Health: Time Again for Public Health Action*. American Journal of Public Health. Volumen 92 (5).
- Lenton, R., et al. (2005). *Health, dignity, and development: what will it take?* Londres: Earthscan. ISBN 1-84407-219-3
- López, J. et al. (2012). *Sistemas de saneamiento adecuado*. Convenio Facultad de Ingeniería, UdelaR – OSE.
- López, J. (2013). *Sistemas de Conducción en Ingeniería Sanitaria, Notas de curso*. Facultad de Ingeniería, UdelaR.
- López, J., González, E. (2015). *Sistemas de Saneamiento Adecuado en Uruguay*. VIII Congreso Nacional de AIDIS, Uruguay.
- Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater engineering, treatment and reuse*. 4a Ed. New York: McGraw-Hill Publishing Co. ISBN 978-00-70-41878-3
- Mieres Gómez, G. (1997). *El sector salud: 75 años de un mismo diagnóstico*. Montevideo: Sindicato Médico del Uruguay. ISBN 997463704X
- Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2013). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013*. Brasília: SNSA/MCIDADES.
- Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile (2012). *Chile: Estado de situación de los ODM. Avances y desafíos*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010). *Guía para la Aplicación del Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas*. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN 978-84-491-0998-0
- Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos. (2001). *Plan Nacional de Saneamiento Básico: 2001 – 2010*. Bolivia: Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB). *Institucional*. Recuperado en febrero de 2015 de <http://pmb.mvotma.gub.uy/programa-de-mejoramiento-de-barrios>
- Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo (2008). *Logros Sociales*.

- Naciones Unidas. (2010). *Objetivos de desarrollo del Milenio: Informe 2010*. Nueva York: Naciones Unidas. ISBN 978-92-1-300246-9
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo del Milenio: Informe 2015*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Obras Sanitarias del Estado (2000). *Reglamento para el Trámite y Ejecución de Proyectos y Obras de Abastecimiento de Agua Potable y Servicio de Saneamiento destinado a Conjuntos Habitacionales excepto M.E.V.I.R*. Montevideo: OSE.
- Obras Sanitarias del Estado (2015). *Planificación Estratégica. Plan de Acción 2015*. R/D N° 690/00 del 15/06/00. Montevideo: OSE.
- Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2007). *La meta de los ODM relativa al agua potable y el saneamiento: El reto del decenio para zonas urbanas y rurales*. Suiza: OMS. ISBN 978-93-4-356325-1
- Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2012). *Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 Update*. Estados Unidos: OMS. ISBN 978-92-806-4632-0
- Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2015). *Progress on Drinking Water and Sanitation: 2014 Update*. Estados Unidos: OMS. ISBN 978-92-4-150724-0
- Organización Panamericana de la Salud (2010). *Determinantes ambientales y sociales de la salud*. Galvão, Luiz Augusto C.; Finkelman, Jacobo; Henao, Samuel, Editores. Washington D.C: McGraw Hill Interamericana Editores. ISBN 978-92-75-33129-3
- Organización Panamericana de la Salud (2005a). *Guías de diseño para letrinas de procesos secos*. Lima: OPS
- Organización Panamericana de la Salud (2005b). *Guía de diseño de letrina con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado*. Lima: OPS
- Organización Panamericana de la Salud (2005c). *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima: OPS
- Pitzer, Andrea (2014). *Principios activos hormonales en efluentes y cursos de agua: concentración ambiental prevista (PEC) para Uruguay y estudio de remoción por ozonización*. Tesis para obtener el grado de Magister en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería – UdelaR.

- Presidencia de Venezuela (2001). *Líneas Generales del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2001 – 2007*.
- Presidencia de Venezuela (2007). *Líneas Generales del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007 – 2013*.
- Presidencia de Venezuela (2013). *Ley del Plan de la Patria. Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2013 – 2017*.
- Programa de Integración de Asentamientos Irregulares (PIAI), Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (2013). *Análisis Ambiental y Social. Plan de Gestión Ambiental y Social. Programa de Mejoramiento de Barrios II UR-L1084*. Uruguay: PIAI.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2010). *República Argentina: Objetivos de Desarrollo del Milenio, Rendición de Cuentas 2010*. Argentina: PNUD
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2011). *Informe sobre Desarrollo Humano 2011*. Nueva York: PNUD. ISBN 978-84-8476-509-7
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2013). *Informe sobre Desarrollo Humano 2013: El ascenso del Sur; Progreso humano en un mundo diverso*. Nueva York: PNUD. ISBN 978-92-1-126340-4
- Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) (2012). *Relevamiento de Asentamientos Irregulares. Primeros resultados de población y viviendas a partir del censo 2011*. Uruguay: PMB-PIAI.
- Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe (WSP-LAC) *Saneamiento para el Desarrollo ¿Cómo estamos en 21 países de América Latina y el Caribe?* Banco Mundial – Agencia Suiza para la Cooperación COSUDE – UNICEF – Banco Interamericano de Desarrollo. Perú: LEDEL S.A.C. 2007
- Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo FREPLATA (2006). *Manual de autoconstrucción de un sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. La Plata: FREPLATA Editores. ISBN 987-23109-0-4
- Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española. Ed. 22*. Consultado de www.rae.es

- Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Buenos Aires: RIPDA-CYTED; México: CIRA-UAMEX
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Ecuador (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2010: Planificación para la Revolución Ciudadana*. Quito: SENPLADES.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Ecuador (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 – 2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural*. Quito: SENPLADES.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), Ecuador (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017*. Quito: SENPLADES. ISBN 978-9942-07-448-5
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (2014). *Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios*. Santiago de Chile
- Trapote Forné, M. C. & Martínez López, B. *Regeneración y reutilización de las aguas residuales*. Recuperado en octubre de 2014 de www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=3472
- United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) (2009). *Planning Sustainable Cities. Global Report on Human Settlements 2009*. Londres: Earthscan. ISBN 978-1-84407-899-8
- United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) (2014). *The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*. Paris: UNESCO.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (1988). *Design Manual. Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment*. Ohio: EPA
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2002). *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*. EPA
- World Health Organization (2012). *The European health report 2012. Charting the way to well-being*. WHO Regional Office for Europe. ISBN 978-92-890-1427-4
- World Health Organization & UNICEF. *Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation*. Recuperado en marzo de 2015 de <http://www.wssinfo.org/>