

Serie de Publicaciones de EcoSanRes



Reporte 2006-1

Desviación de Orina: Un Paso Hacia el Saneamiento Sustentable

**Elisabeth Kvarnström, Karin Emilsson,
Anna Richert Stintzing, Mats Johansson, Håkan Jönsson,
Ebba af Petersens, Caroline Schönning, Jonas Christensen,
Daniel Hellström, Lennart Qvarnström, Peter Ridderstolpe
y Jan-Olof Drangert**



Desviación de Orina:
Un Paso Hacia el Saneamiento Sustentable

Elisabeth Kvarnström, Karin Emilsson, Anna Richert Stintzing,
Mats Johansson, Håkan Jönsson, Ebba af Petersens, Caroline Schönning,
Jonas Christensen, Daniel Hellström, Lennart Qvarnström,
Peter Ridderstolpe, Jan-Olof Drangert



Programa EcoSanRes
Instituto Ambiental de Estocolmo
Lilla Nygatan 1
Box 2142
SE-103 14 Estocolmo, Suecia
Telf.: +46 8 412 1400
Fax: +46 8 723 0348
postmaster@sei.se
www.sei.se

Esta publicación puede ser descargada de
www.ecosanres.org

SEI Comunicaciones
Director de Comunicación: Arno Rosemarin
Director de Publicaciones: Erik Willis
Diseño: Lisetta Tripodi
Acceso Web: Howard Cambridge
Traducción: Jenny Aragundy, ECOSANLAC

*Derechos de autor 2006
del Programa EcoSanRes
y del Instituto Ambiental de Estocolmo*

Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente en cualquier medio educativo o sin fines comerciales, sin requerimiento de autorización especial de los autores, siempre y cuando se cite la fuente. No se permite el uso de esta publicación para la venta u otro fin comercial, sin el consentimiento escrito de los autores.

ISBN 91 975238 9 5

AFILIACIONES DE LOS AUTORES:

Elisabeth Kvarnström, VERNA Ecology, Inc.
Karin Emilsson, VERNA Ecology, Inc.
Anna Richert Stintzing, VERNA Ecology, Inc.
Mats Johansson, VERNA Ecology, Inc.
Håkan Jönsson, Swedish University of Agricultural Sciences
Ebba af Petersens , Water Revival Systems
Caroline Schönning, Swedish Institute of Infectious Disease Control
Jonas Christensen, Ekolagen
Daniel Hellström, Stockholm Water Company
Lennart Qvarnström, Stockholm Water Company
Peter Ridderstolpe, Water Revival Systems
Jan-Olof Drangert, Linköping University

Contenido

Prólogo	vi
Prefacio	vii
Definiciones	ix
Capítulo 1: Antecedentes	1
1.1 La desviación de orina como una herramienta para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio	1
1.2 ¿Qué es la desviación de orina?	3
Contexto 1. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento) con baja densidad poblacional (frontera rural y urbana)	4
Contexto 2. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento), con alta densidad poblacional (zona peri urbana a urbana)	5
Contexto 3. Existen redes de distribución de agua y alcantarillado pero sin o con un tratamiento inadecuado de las aguas residuales	6
Contexto 4. Existen redes de distribución de agua y alcantarillado con un adecuado tratamiento de las aguas residuales	7
1.3 Desviación de la orina y causantes de demanda del saneamiento	8
Capítulo 2: Desviación de Orina – A Escala	11
2.1 Principios para intervenciones de saneamiento a gran escala	11
2.2 Ejemplos de desviación de orina a gran escala	13
Contexto 1. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento) con baja densidad poblacional (frontera rural y urbana)	13
Contexto 2. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento), con alta densidad poblacional (zona peri urbana a urbana)	13
Contextos 3 y 4. Redes de distribución de agua y redes de alcantarillado, con o sin sistemas en funcionamiento de tratamiento de aguas residuales	14
2.3 Vacíos en el conocimiento	18
Capítulo 3: Planificación de la Desviación de Orina – Ejemplos de Municipalidades Suecas	19
3.1 Desviación de orina en la historia del saneamiento Sueco	19
3.2 De eco-aldeas a la desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de servicios de agua potable y aguas residuales	22
Tanum – incorporación de la desviación de orina a través de las políticas municipales de trabajo	23
Kullön – desviación de orina en una moderna y atractiva zona residencial	26
Universeum – museo de ciencia e innovaciones con desviación de orina	28
Gebers – Cambiando de inodoros de flujo a inodoros secos con desviación de orina en edificios de dos pisos	30
Eklandaskolan en Mölndal – una de tantas escuelas en Suecia con desviación de orina	32
Capítulo 4: Desviación de Orina – Del Inodoro al Campo	34
4.1 Inodoros desviadores de orina y urinarios suecos	34
4.2 Tuberías y tanques	37
4.3 Higienización de la orina	38

4.4	Almacenamiento y uso de la orina	39
	Jardines/huertas familiares	39
	Producción agrícola a gran escala	41
4.5	Aspectos del usuario	44
	Actitudes frente a la doble-descarga para la desviación de orina en Suecia	44
	Actitudes frente a los inodoros secos con desviación de orina en un área de vivienda	44
4.6	Aspectos legales	45
4.7	Aspectos Económicos de los sistemas de desviación de orina	46
	Análisis económicos	47
	Costos de la aplicación de la orina en la agricultura	49
4.8	Desviación de orina en el futuro en Suecia – algunas opiniones	50
Capítulo 5: Preguntas y Respuestas		53
	Planificación y ejecución	53
	¿Por qué considerar la desviación de orina cuando planifico un nuevo sistema de saneamiento o mejoro un sistema existente?	53
	¿Existe algún riesgo involucrado que debería evitarse cuando se planifican sistemas de desviación de orina?	53
	¿Tiene el sistema demandas altas de operación y mantenimiento?	53
	¿Qué consideraciones deberían hacer las constructoras cuando planifican un sistema de desviación de orina?	53
	Aspectos sanitarios	54
	¿Es la orina higiénicamente segura para ser usada en los jardines /huertos familiares y en la agricultura?	54
	Aspectos económicos	54
	¿Es la desviación de orina más costosa?	54
	Manejo de recursos/aspectos ambientales	54
	¿Cómo y cuándo aplicar orina a mis plantas?	54
	¿Qué debo hacer con el sobrante del flujo de aguas residuales?	55
	¿Existen sustancias tóxicas en la orina?	55
	¿Existen riesgos asociados con los productos farmacéuticos y el uso de la orina para la producción de cultivos?	55
	Aspectos sociales	56
	¿Cómo lograr que los actores clave/interesados acepten/adopten la desviación de orina?	56
	¿Qué características debe poseer un inodoro desviador de orina/urinario para que sea apropiado de acuerdo al género?	56
Apéndice 1: Objetivos de Desarrollo del Milenio		56
Apéndice 2: Recomendaciones Técnicas		57
	Inodoros, tuberías y tanques	57
	Inodoros desviadores de orina	58
	Tuberías	61
	Tanques	62
Apéndice 3: Futuras recomendaciones de la OMS para la higienización de la orina		65
Apéndice 4: Legislación Sueca Propuesta con Respecto al Uso Agrícola de la Orina Recolectada en Conjuntos Residenciales		66

Figuras

Figura 1.	Desviación de orina – flujos y componentes de las diferentes fracciones de aguas residuales	4
Figura 2.	Desviación de orina in-situ en poblaciones de baja densidad	5
Figura 3.	Agricultura urbana en Kampala, Uganda, suministra a la ciudad con un porcentaje sustancial de la ingesta de alimentos	6
Figura 4.	Porcentaje promedio de aguas residuales tratadas eficientemente por continente	7
Figura 5.	Inodoro desviador de orina en la ciudad de Kullön, Suecia	7
Figura 6.	Inodoro desviador de orina en Burkina Faso	8
Figura 7.	Dass-Isak, un suplemento para el inodoro desviador de orina para casas de campo suecas	20
Figura 8.	Dos modelos de inodoros desviadores de orina en el mercado sueco	20
Figura 9.	Lugares en Suecia donde se han instalado sistemas de desviación de orina en conjuntos de 10 viviendas o más	22
Figura 10.	Tanum, situado en un entorno rocoso que limita con el mar	25
Figura 11.	Kullön está localizado en un ambiente sensible cerca del mar Báltico	27
Figura 12:	Universeum, uno de los atractivos turísticos más grandes de Gothenburg	29
Figura 13:	Gebers, antes un hogar de convalecencia, ahora un moderno conjunto de apartamentos cerca del lago	32
Figura 14.	El sistema de saneamiento es único, posee un sistema de desviación de orina con recolección seca de heces en un edificio de dos pisos	32
Figura 15.	Las heces son compostadas en un contenedor cerrado conjuntamente con hierbas y hojas	32
Figura 16.	El inodoro Dubletten en Eklandaskolan	33
Figura 17.	Urinario Uridan disponible en el mercado sueco	35
Figura 18.	Dispositivo de desviación de orina para baños externos	35
Figura 19.	Esta figura muestra los tanques de orina de Kullön durante el proceso constructivo. Los tanques serán cubiertos con suelo	37
Figura 20.	Bombeo manual de la orina de una cisterna familiar para su uso en el jardín	39
Figura 21.	Aplicación de orina a gran escala usando equipo mecanizado	43
Figura 22.	Resultados de una encuesta a propietarios de viviendas que usan sistemas sanitarios alternativos al convencional	47
Figura 23.	Comparación de costos de la instalación, operación y mantenimiento de tres sistemas sanitarios para una población de 5.000 habitantes	48
Figura 24.	La desviación de la orina representa el 14% del total de las inversiones en agua y saneamiento en Kullön	49
Figura 25.	Gráfico detallado de un inodoro de pedestal	59
Figura 26.	Herramientas de limpieza para un inodoro desviador de orina	60
Figura 27.	Desviación de orina en el hogar, inodoro y tanque	63
Figura 28.	Instrucciones para el llenado y vaciado de tanques	64

Cuadros

Cuadro 1.	Efectos de la desviación de orina desde la perspectiva del ODM	2
Cuadro 2.	Impactos del saneamiento en los cursos de agua superficiales	6
Cuadro 3.	Aplicación de la orina en África Occidental	8
Cuadro 4.	Ecosan – tanto económico como ecológicamente razonable	9

Cuadro 5.	Desviación de orina en Durban, Sudáfrica	10
Cuadro 6.	10 claves para la acción local y nacional en las aguas residuales municipales	11
Cuadro 7.	Desviación de orina en zonas rurales en China	15
Cuadro 8.	Desviación de orina en El Salvador	15
Cuadro 9.	Información, Educación y Comunicación (IEC), herramientas para la desviación de orina	16
Cuadro 10.	Servicios ecosan a gran escala en Dong Sheng, Inner Mongolia, China	16
Cuadro 11.	Desviación de orina donde existe alcantarillado	17
Cuadro 12.	Experiencia adquirida en la organización de los sistemas municipales para el uso agrícola de la orina en Suecia	18
Cuadro 13.	El primer sistema a gran escala de recolección de orina con desviación de orina en Estocolmo	21
Cuadro 14.	Gamlebyviken, Västervik	23
Cuadro 15.	Opiniones de algunos inventores de inodoros desviadores de orina	35
Cuadro 16.	Otras fracciones de aguas residuales de sistemas desviadores de orina	37
Cuadro 17.	Cálculo del área “productiva” necesaria en un jardín para maximizar el uso de nutrientes de la orina	40
Cuadro 18.	Jardín/huerta demostrativa municipal en Nacka	41
Cuadro 19.	Control de calidad y certificación	43
Cuadro 20.	Uso de la orina en la agricultura orgánica – un pequeño paso hacia la aceptación	46
Cuadro 21.	Ejemplos de comparación de costos de inversión y operación y mantenimiento	47
Cuadro 22.	Costos de inversión de servicios de agua potable y alcantarillado en Kullön	48

Tablas

Tabla 1.	Costos de aplicación de 41 m ³ de orina, correspondientes a los nutrientes en 375 Kg de NPKS 24-2-5-3 en una hectárea	49
----------	--	----

Prólogo

Suecia se encuentra bien posicionada entre los países que trabajan con el desarrollo de alternativas de saneamiento sustentable. En los últimos 15 años se ha visto una evolución de técnicas, métodos y estructuras organizacionales que son de largo alcance en protección ambiental y sustentabilidad. Siendo de suma importancia recoger y difundir el conocimiento que ha sido generado durante este período. Este informe presenta el estado del arte de los sistemas de desviación de orina, enfocándose en la experiencia sueca. El informe es un testimonio importante y una contribución a la labor de la sustentabilidad mundial y al alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

En 1995, la Compañía de Agua de Estocolmo puso en marcha un proyecto de investigación y desarrollo sobre la desviación de orina. El mismo que se ejecutó hasta el año 2000. Los resultados se presentan en el informe “Desviación de orina – Cerrando el Ciclo de los Nutrientes” (*Urine separation – Closing the Nutrient Cycle*), disponible en www.stockholmvatten.se. En ese entonces, la desviación de orina era un fenómeno nuevo, implementado principalmente en zonas de alta importancia ambiental y en eco-aldeas. El proyecto generó información valiosa en salud, reuso agrícola, aspectos sociales y aspectos técnicos. Ahora estamos presenciando un cambio en el desarrollo, y el siguiente paso en la incorporación y la implementación a gran escala. Las experiencias en Suecia, desde entonces, se han enfocado principalmente en aspectos de

organización, planificación y ejecución.

Aunque Suecia cuenta con un sistema de saneamiento que funciona bien a gran escala, se ve la necesidad de desarrollar alternativas. Existen situaciones en las cuales un sistema tradicional de gran escala no logra satisfacer los objetivos de sustentabilidad. Ejemplos de esto son: las zonas donde no existe cobertura de saneamiento en combinación con un crecimiento de la población, donde existe la necesidad de protección de una zona de importancia ambiental y la gestión de los recursos. El desarrollo de alternativas lleva a una evolución y en el caso de los sistemas de desviación de orina somos precursores.

Algunos aspectos son de crucial importancia a la hora de introducir nuevos sistemas de saneamiento. Una planificación apropiada y una intervención temprana, el involucramiento de los actores clave desde el inicio y el acceso a instrucciones técnicas son vitales para el éxito de la implementación, como se muestra en el informe.

La desviación de orina es una solución de gran potencial. Cerrar el ciclo mediante el reciclaje de los nutrientes es un reto clave de la sustentabilidad y esta técnica lo hace posible sin necesidad de aplicar procesos de tratamiento costosos. Prestando una adecuada atención a los interrogantes pendientes, como los residuos de productos farmacéuticos y hormonas, la desviación de orina posee un gran potencial para la sustentabilidad.

Estocolmo, 2006-02-09

Gunilla Brattberg, Director General Adjunto, Director Técnico de Abastecimiento de Agua y Conservación del Agua, Compañía del Agua de Estocolmo

Prefacio

Este informe presenta el estado del arte de los sistemas de desviación de orina, con un enfoque en las experiencias suecas de desviación de orina. La intención es inspirar a los tomadores de decisión y a quienes elaboran las leyes para que consideren la desviación de orina en proyectos de saneamiento que busquen alcanzar la meta de saneamiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. La Sección 1 describe como la desviación de orina puede contribuir a lograr varios de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En esta sección se discute también el escalamiento en desviación de orina.

Los ingenieros municipales a nivel mundial son otro grupo objetivo de este informe, deseamos motivarlos para que consideren la desviación de orina como una alternativa o complemento a las opciones de saneamiento usadas actualmente. La Sección 2 presenta ejemplos de desviación de orina en diferentes contextos suecos desde un punto de vista técnico y organizacional. Adicionalmente, se describen diferentes aspectos de desviación de orina pasando por el usuario hasta el lugar de aplicación.

Este informe ha sido enriquecido por los invaluable aportes de varias personas. Agradecemos a Arno Rosemarin and Xiao Jun (del Instituto Ambiental de Estocolmo), Amah Klutse (CREPA, Burkina Faso), Teddy Gounden (Municipalidad de eThekwini, Sudáfrica), Ricardo Izurieta (Universidad del Sur de Florida, EEUU), Christine Moe (Escuela de Salud Pública Rollins de la Universidad Emory, EEUU), Lana Corrales (Centro Nacional de Salud Ambiental, EEUU), Ron Sawyer (TepozEco, México) y Larry Warnberg (Agricultor de ostras, EEUU) por sus importantes contribuciones con este informe.

Se agradece por su trabajo a Kristina Nyström quien investigó profundamente el mercado sueco de

la desviación de orina

Este informe se enriqueció por los comentarios y críticas de Darren Saywell (Asociación Internacional del Agua, IWA por sus siglas en inglés), Barbara Evans (consultora independiente) y Peter Balmér (consultor independiente) quienes enfatizaron la necesidad de la diversidad de criterios en los servicios de saneamiento.

Si a pesar de los aportes que se recibió por parte de todas las personas mencionadas anteriormente, existiesen errores en el informe, la responsabilidad es exclusivamente de los autores.

Estocolmo y Uppsala 2006-02-08

Elisabeth Kvarnström, Karin Emilsson, Anna Richert Stintzing, Mats Johansson (todos de VERNA Ecology, Inc.), Håkan Jönsson (Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas), Ebba af Petersens (WRS), Caroline Schönning (Instituto Sueco de Control de Enfermedades Infecciosas), Jonas Christensen (Ekolagen), Daniel Hellström (Compañía del Agua de Estocolmo), Lennart Qvarnström (Compañía del Agua de Estocolmo), Peter Ridderstolpe (WRS), Jan-Olof Drangert (Universidad de Linköping)

Definiciones

Aguas grises	Aguas grises son las aguas residuales de tipo doméstico provenientes de la cocina, higiene personal y lavado.
Aguas negras	Aguas residuales de tipo doméstico, contienen excreta humana; usualmente es la definición de las aguas servidas del inodoro, si el agua es usada para el transporte de excreta humana.
Asdi	Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional
Baño externo	Sistema de saneamiento seco, con recolección combinada de heces y orina en una instalación fuera de la vivienda – una letrina. Los baños externos (<i>outhouses</i>) son sistemas de saneamiento alternativo comunes en casas de verano en Suecia.
Desviación de orina doble-descarga	Los inodoros de doble-descarga para desviación de orina poseen sistemas de recolección por separado para orina y heces. La fracción fecal así como la orina son descargadas con agua.
EPA	Agencia de Protección Ambiental, EPA por sus siglas en inglés.
EPA de Suecia	Agencia de Protección Ambiental de Suecia, EPA por sus siglas en inglés.
EU	Unión Europea
Eutrofización	Eutrofización es el enriquecimiento excesivo de los cuerpos acuáticos con nutrientes, resultando en el crecimiento exagerado de algas y plantas y en el agotamiento del oxígeno disuelto por su descomposición.
Exergía	Exergía es la máxima cantidad de trabajo que puede obtenerse de un sistema físico a través del intercambio de materia y energía en reservorios grandes. Este trabajo se debe a la energía potencial, o a una fuerza, o temperatura o un grado de desorden físico. Mientras la energía se conserva, la exergía puede ser destruida. Si bien hay una cantidad constante de energía en el universo, la cantidad de exergía disminuye constantemente con cada proceso físico.
IEC	Información, Educación y Comunicación
Inodoro seco con desviación de orina	La desviación de orina en sistemas secos cuenta con recolección separada de heces y orina. La fracción fecal se recoge en seco, sin descargarla con agua. La taza separadora de orina puede ser lavada con una pequeña cantidad de agua, ya sea de forma automática o manualmente.
K	Potasio, uno de los macro nutrientes vitales para el desarrollo de los cultivos
Letrina VIP	Letrina de pozo con ventilación mejorada
Lodos residuales	Los lodos residuales se forman en los diferentes procesos en una planta de tratamiento de aguas servidas. Los lodos residuales primarios se forman en la pre-sedimentación. En la segunda fase de tratamiento se forman lodos por los procesos biológicos y en la tercera fase de tratamiento por precipitación.
N	Nitrógeno, uno de los macro nutrientes vitales para el desarrollo de los cultivos
ODM	Metas/Objetivos de Desarrollo del Milenio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
O&M	Operación y Mantenimiento
P	Fósforo, uno de los macro nutrientes vitales para el desarrollo de los cultivos
Tratamiento, primario, secundario y terciario de aguas residuales	El tratamiento primario de aguas residuales se aplica para remover los sólidos de ellas. Este tratamiento es realizado principalmente mediante sedimentación. El tratamiento secundario se realiza luego del tratamiento primario y envuelve procesos biológicos que reducen los sólidos en suspensión, materia coloidal y materia orgánica disuelta en el efluente del tratamiento primario. En este tratamiento se usa comúnmente lodos activados y filtros de goteo. El tratamiento terciario se realiza luego del secundario y se aplica para remover sustancias específicas, ejemplo de esto son los procesos utilizados para la remoción de fósforo y nitrógeno.
Patógenos	Microorganismos causantes de enfermedad
pe	Persona equivalente
SMI	Instituto Sueco de Control de Enfermedades Infecciosas
WWTP	Planta de tratamiento de aguas servidas, WWTP por sus siglas en inglés.

Sección 1 – Desviación de Orina y el Reto de los Objetivos de Desarrollo del Milenio

Capítulo 1: Antecedentes

En este capítulo se presenta una visión general de lo que hace que la desviación de orina sea una alternativa de saneamiento sustentable a ser considerada por los tomadores de decisión de todo el mundo como una opción para ayudar a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Además, se presentan ejemplos de desviación de orina a nivel mundial.

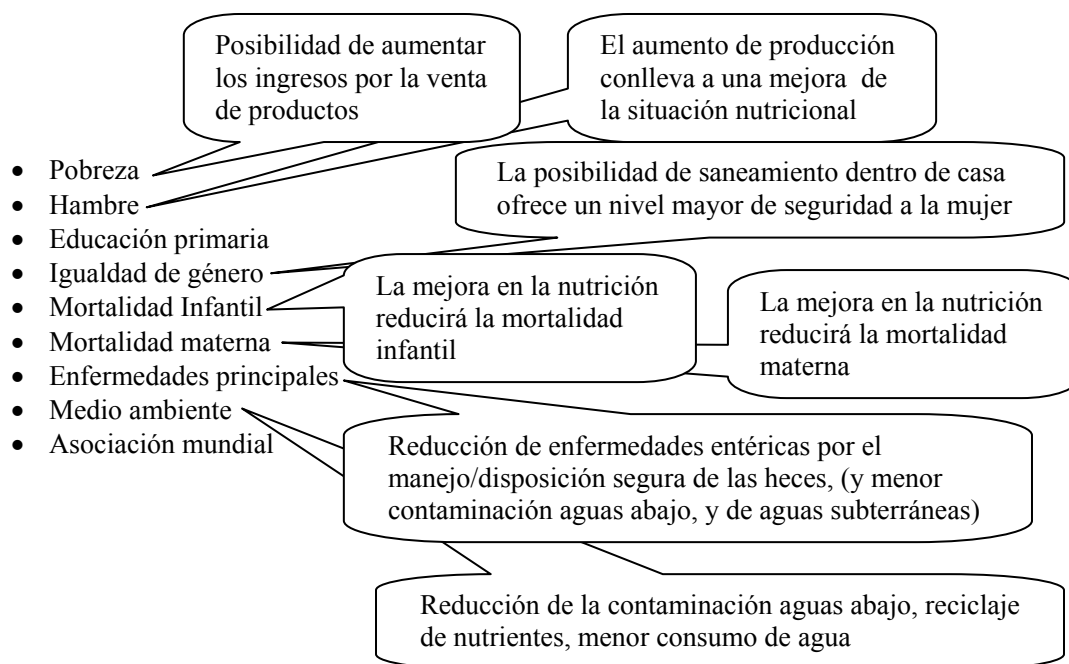
En Suecia, la expansión de las plantas de tratamiento de aguas residuales centralizadas se aceleró durante la segunda mitad del siglo XIX. En la actualidad aproximadamente el 90% de la población sueca está conectada a plantas de tratamiento de aguas residuales centralizadas. El 10% restante satisface sus necesidades con saneamiento in-situ. La conexión de redes de alcantarillado a plantas de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento ha llevado a mejorar la salud y el ambiente.

Aunque las plantas de tratamiento de aguas residuales centralizadas continúan dominando las inversiones de gran infraestructura, se nota un cambio en el discurso del saneamiento durante los últimos 15 años, como resultado del aumento de la conciencia ambiental. Esto ha desencadenado, en el contexto sueco, el desarrollo de métodos alternativos de saneamiento, tanto en los sistemas de tratamiento in-situ como en las plantas de tratamiento de aguas residuales centralizadas. La desviación de orina es una tecnología alternativa, o más bien un complemento de saneamiento que ha sido implementada en muchos lugares en varios países a nivel mundial (véase el Capítulo 2 para ejemplos internacionales y el Capítulo 3 para ejemplos en Suecia).

Experiencias técnicas y organizacionales sobre la desviación de orina han sido generadas en Suecia e internacionalmente a través de proyectos piloto e intervenciones a gran escala. El objetivo de este reporte es dar a conocer las experiencias existentes hasta la fecha sobre como los sistemas de desviación de orina han sido construidos y organizados para funcionar adecuadamente, con un enfoque en las experiencias obtenidas en el contexto sueco.

1.1 LA DESVIACIÓN DE ORINA COMO UNA HERRAMIENTA PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO

El Objetivo 7 de la ONU de Agua y Saneamiento ha demostrado que el alcance de la meta de agua y saneamiento influenciará de manera positiva la consecución de todos los Objetivos de Desarrollo del Milenio (véase el Apéndice 1 para una relación completa de todos los ODM). La dotación de servicios de agua y saneamiento ha sido reconocida como un factor crítico en el desarrollo sustentable, que contribuye a una mayor la seguridad alimentaria, favorece la protección ambiental, empodera a las mujeres y reduce las pérdidas de productividad causadas por morbilidad y desnutrición. Es por esto que la importancia de la dotación de agua y saneamiento no puede ser subestimada, siendo necesario que los tomadores de decisión del Sur y del Norte, consideren la meta de agua y saneamiento de una manera extremadamente seria. Si el saneamiento es proveído usando la desviación de orina con el subsiguiente cierre del ciclo de nutrientes, se pueden obtener beneficios adicionales al alcanzar la meta de saneamiento. La desviación de orina puede proveer un fertilizante higiénico “gratuito”, que puede ser usado en la agricultura. Proporcionando de esta manera la desviación de orina impactos positivos adicionales par el logro de los ODM.



Se estima que la desnutrición tiene un rol significativo en el 50% de las muertes de los niños en países en vías de desarrollo (10,4 millones de niños menores a cinco años mueren cada año)¹. Frente a esto la desviación de orina y el uso de la orina como fertilizante aparecen como una tecnología prometedora a ser considerada por las intervenciones del ODM en saneamiento, véase el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efectos de la desviación de orina desde la perspectiva del ODM

La desviación de orina, como una tecnología de saneamiento en la perspectiva del ODM es importante de varias formas.

- Mejora las instalaciones de saneamiento en seco:
 - Reduciendo olores
 - Facilitando el mantenimiento del sistema
- Contribuye a mejorar la salud:
 - Es una manera fácil y más higiénica de manejo de las heces
 - Reduce el riesgo de contaminación de aguas subterráneas con patógenos
- Provee soluciones permanentes, comparadas con las letrinas VIP, por ejemplo.
 - Un vaciado simplificado incrementa el tiempo de vida útil del inodoro
- Facilita el ciclo de los nutrientes, posibilitando el incremento de la seguridad alimentaria:
 - La orina contiene la mayoría de los nutrientes encontrados en la excreta
 - La orina es un excelente fertilizante, apropiado para los cultivos que requieren de acción rápida de nitrógeno.
 - La orina contiene una cantidad muy reducida de micro-contaminantes, por ejemplo metales pesados.
 - Al salir la orina de la vejiga tiene una alta calidad microbiana (es decir, un bajo contenido de patógenos).
- Los sistemas de desviación de orina no tienen por que ser más caros que los de tecnologías convencionales similares:
 - La instalación de sistemas secos de desviación de orina fue más barata que la de letrinas VIP en África Occidental.
 - En el contexto sueco los sistemas secos de desviación de orina son la alternativa de saneamiento in-situ más económica.
 - Un ejemplo ha demostrado que la inversión total de un inodoro se recuperó en un periodo de 10 años, solamente con el valor del nitrógeno y fósforo contenidos en la orina de una familia India de seis miembros (véase el Capítulo 2 para más detalles).

¹ OMS, 2000. *Turning the tide of malnutrition: responding to the challenge of the 21st century*. Organización Mundial de la Salud.

- Los sistemas de desviación de orina contaminan menos el ambiente que los sistemas convencionales de saneamiento:
 - Reducción del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas de los sistemas secos de desviación de orina.
 - Reducción del riesgo de contaminación de aguas superficiales de los sistemas de descarga de desviación de orina.

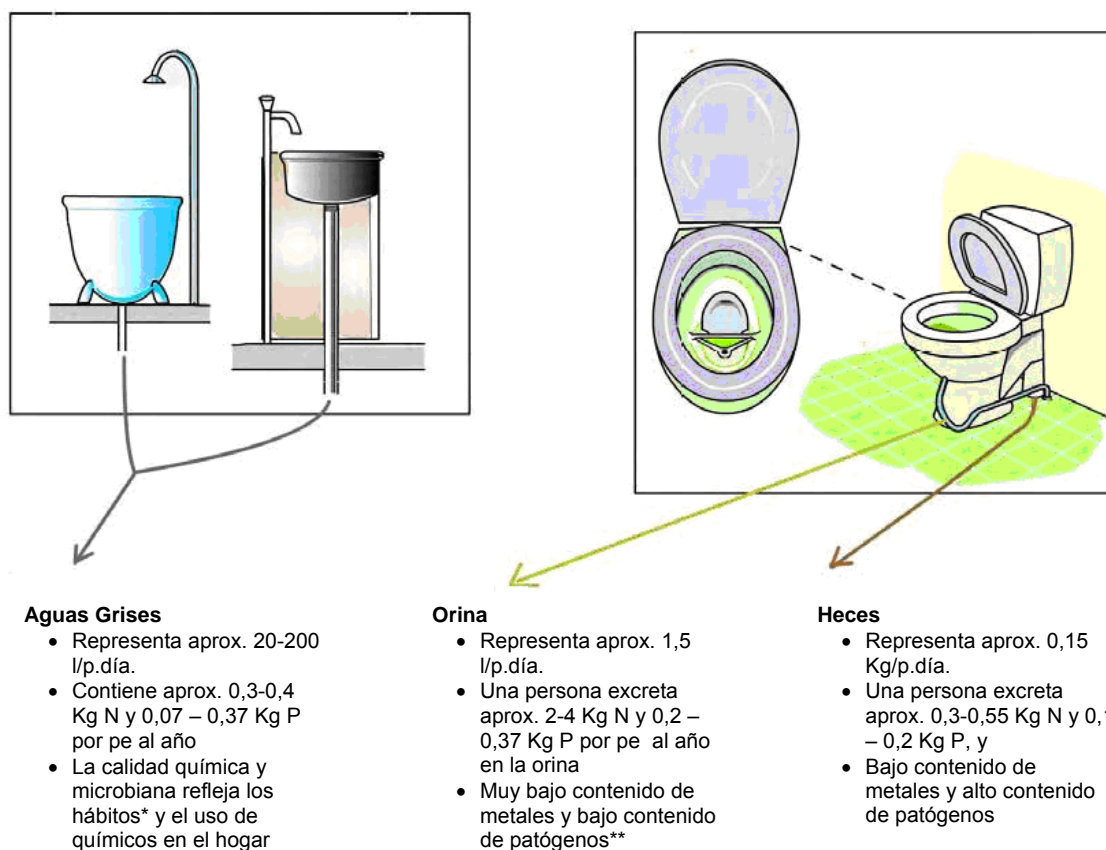
1.2 ¿QUÉ ES LA DESVIACIÓN DE ORINA?

La diferencia principal entre un sistema de desviación de orina y otros sistemas de saneamiento es que el inodoro desviador de orina posee dos salidas y dos sistemas de recolección: uno para la orina y otro para las heces, con el fin de mantener las fracciones de excreta separadas. A excepción de esto el sistema contiene las mismas partes técnicas/materiales de un sistema constructivo convencional pudiendo ser este completamente o parcialmente nuevo. Los inodoros desviadores de orina pueden ser descargados con agua o en seco. Se los encuentra en modelos de pedestal o losa de cuclillas, existen modelos apropiados para ablución con agua o papel higiénico, al igual que otros materiales sólidos. Existen diferentes maneras de lograr la desviación de orina tanto en áreas rurales como en zonas urbanas. La investigación y la experiencia demuestran que estos sistemas funcionan en varios contextos si son correctamente instalados, operados y mantenidos.

La desviación de orina por si misma debe ser vista como una tecnología complementaria, ya que los otros flujos de aguas residuales (heces, aguas grises y aguas pluviales) también deben ser manejados y tratados, Figura 1. La fracción fecal constituye, por su probable alto contenido de patógenos, el mayor riesgo sanitario. Este aspecto debe ser considerado cuando se diseña y planifica un sistema de saneamiento, especialmente si las heces serán reutilizadas como fertilizante. Por lo tanto, un tratamiento efectivo para reducir el contenido de patógenos y un manejo seguro son importantes para controlar los riesgos para la salud.

La desviación de orina puede ser considerada como un componente para mejorar la sustentabilidad² de los sistemas de saneamiento en diferentes contextos de infraestructura sanitaria:

² La implementación del concepto de desarrollo sustentable está simbolizada no por un indicador de dirección sino más bien por un estado específico. Estamos convencidos de que los sistemas de saneamiento, incluyendo servicios adicionales, que protejan y promuevan la salud pública, no contribuyan a la degradación del medio ambiente, o al agotamiento de los recursos, sean técnica e institucionalmente adecuados, económicamente viables y socialmente aceptables nos conducirán al desarrollo sostenible.



* Dependen de los hábitos, ej. Lavado de pañales.

** Pocas enfermedades se transmiten a través de la orina, el riesgo depende de la contaminación fecal cruzada.

Figura 1. Desviación de orina – flujos y componentes de las diferentes fracciones de aguas residuales. Gráfico - Palmcrantz & Co.

Contexto 1. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento) con baja densidad poblacional (frontera rural y urbana)

En este contexto la mejora del saneamiento y el reciclaje de nutrientes son los factores que conducen a la desviación de orina. Dado que la desviación de orina demanda una infraestructura diferente a la de las tecnologías convencionales, es más fácil introducirla en situaciones donde dicha infraestructura no existe, como es generalmente en este caso. Este es uno de los escenarios donde los esfuerzos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio deben ser concentrados para lograr el objetivo de saneamiento. En este contexto uno de los factores determinantes que impulsa la desviación de orina es la posibilidad de obtener gratuitamente un fertilizante de alta calidad y de acción rápida.



Figura 2. Desviación de orina in-situ en poblaciones de baja densidad a) Suecia, Separett es un inodoro seco de desviación de orina para uso interior. Foto: Mats Johansson. b) Sudáfrica, foto: Aussie Austin.

Contexto 2. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento), con alta densidad poblacional (zona peri urbana a urbana)

Esta situación es muy frecuente en entornos peri urbanos, en África, Asia o Centro América. Ejemplo de esto es Yakarta (con una densidad poblacional de 1.200 habitantes/ha en los suburbios), donde el 70 – 90% de la población depende de saneamiento in-situ y solamente el 40 – 50% de este se encuentra en funcionamiento³. Mejorar el saneamiento es el agente motivador de este contexto. La desviación de orina mejora el funcionamiento del saneamiento seco tanto a nivel de hogar como municipal desde la perspectiva de O&M, comparado con una letrina VIP convencional (ver el Cuadro 3). En este contexto se debe invertir también un alto esfuerzo para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio, ya que las poblaciones urbanas de todo el mundo continúan incrementándose drásticamente. La posibilidad de obtener un fertilizante, gratuito, de alta calidad y de rápida acción (la orina incrementa la producción en la agricultura urbana) es también un factor importante para implementar la desviación de orina en este contexto. La alta densidad poblacional favorecería la formación de micro empresas para el manejo de la orina.

³ Presentación realizada por Richard Pollard (PAS Yakarta) en la Semana Mundial del Agua 2005.



Figura 3. Agricultura urbana en Kampala, Uganda, suministra a la ciudad con un porcentaje sustancial de la ingesta de alimentos. Foto: Margaret Azuba

Contexto 3. Existen redes de distribución de agua y alcantarillado pero sin o con un tratamiento inadecuado de las aguas residuales

Únicamente el 2% de las ciudades en Sub-Sahara África poseen alcantarillado, y sólo el 30% de este se encuentra operando satisfactoriamente⁴. En la Figura 4 se presenta un porcentaje promedio de las aguas residuales tratadas eficientemente por continente. El mayor beneficio de la desviación de orina en este contexto es reducir la carga ambiental en los receptores por las aguas residuales no tratadas. La descarga de aguas residuales crudas en aguas costeras causa pérdidas económicas a los pescadores, acuicultores y a la industria turística. El ciclo de nutrientes para mejorar la agricultura urbana es otro impulsador en este contexto donde la alta densidad poblacional permitiría el manejo comercial de la orina.

Cuadro 2. Impactos del saneamiento en los cursos de agua superficiales

El Canal Hood en el Estado de Washington (EE.UU.) es renombrado por su pesca (peces y mariscos) comercial y deportiva. Sin embargo, la eutrofización está matando a peces y mariscos en el Canal. La mayor fuente de eutrofización son los nitratos provenientes de las aguas residuales crudas de los sistemas in-situ⁵. El Departamento de Salud del Estado de Washington ha calculado la superficie de cultivo de mariscos prohibida, debido al elevado nivel de coliformes fecales, encontrando que el 74% de la superficie vedada se encuentra bajo un impacto potencial de las plantas de tratamiento de aguas residuales y el 20% bajo fuentes no puntuales (incluyendo el impacto del saneamiento in-situ)⁶. Se ha estimado⁷ que el impacto de bañarse en mares contaminados y de comer mariscos de ellos es aproximadamente 12-24 billones de dólares americanos por año.

⁴ PNUMA, 2004. *International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Wastewater and Stormwater Management*. (www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-15/3-1Africa/1-3-1.asp)

⁵ http://www.psat.wa.gov/Publications/hood_canal/HC_PACA.pdf

⁶ Departamento de Salud del Estado de Washington, comunicación con Scout Berbells.

⁷ GESAMP (2001). *A Sea of Troubles*. Rep. Stud. GESAMP No.70. 35

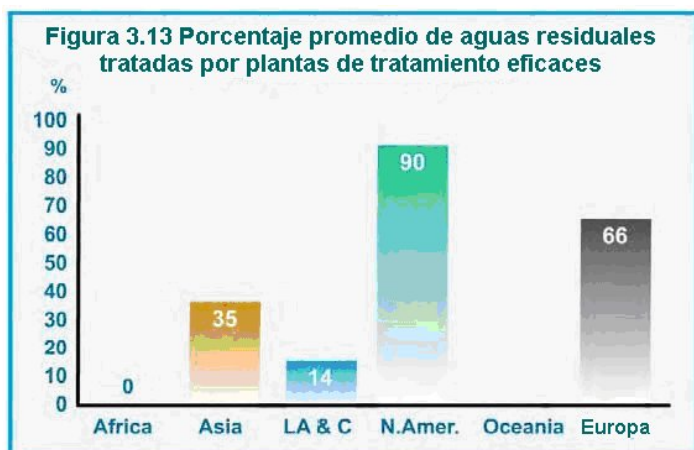


Figura 4. Porcentaje promedio de aguas residuales tratadas eficientemente por continente (Fuente: PNUMA 2004. *International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Wastewater and Stormwater Management*. (<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-15/3-1Africa/1-3-1.asp>))

Contexto 4. Existen redes de distribución de agua y alcantarillado con un adecuado tratamiento de las aguas residuales

En este contexto de saneamiento es generalmente más difícil promover la desviación de orina puesto que no es evidente que la relación costo/beneficio es favorable. Un incremento en la demanda de la remoción de nutrientes podría impulsar la desviación de orina, ya que más del 50% del N puede ser removido instantáneamente de las aguas residuales a través de este mecanismo. Se ha demostrado en sistemas de análisis que la desviación de orina es un recurso eficaz para alcanzar la remoción de N de las aguas residuales. La desviación de orina puede reducir la exergía usada en una planta de tratamiento de aguas residuales y al mismo tiempo aumentar el rendimiento en la remoción del nitrógeno⁸. Adicionalmente, se ha observado mediante un análisis de costos que los inodoros desviadores de orina con descarga de agua son competitivos si se requiere remover nitrógeno y recuperar nutrientes⁹.



Figura 5. Inodoro desviador de orina en la ciudad de Kullön, Suecia, Foto: Ron Sawyer.

⁸ Hellström, D. (1998). "Exergy Analysis: A Comparison of various treatment alternatives for nutrient removal". Octavo Simposio Internacional Gothenburg de Tratamiento Químico - Praga, 7-9 Septiembre 1998, pp 313-324. y Hedström, A., Hellström D., Ericson L. (2000). *A comparison of human urine, commercial fertilizer and green manure crops as nitrogen fertilizers – an exergy analysis*. In: "Adsorption and reclamation of wastewater nitrogen and the value of human urine as a nitrogen fertilizer". Tesis de licenciatura LTU 2000:17.

⁹ Hellström D. (ed), 2005. *Final report from the model city Hammarby Sjöstad, Urban Water Report 2005:4*, Universidad de Tecnología Chalmers, Gothenburg, Suecia (en sueco)

1.3 DESVIACIÓN DE ORINA Y CAUSANTES DE DEMANDA DEL SANEAMIENTO

La identificación de los factores causantes de la demanda del saneamiento es vital para asegurar la aceptación de cualquier intervención de saneamiento dirigida a una población que no ha sido servida previamente y para beneficiar la salud de la población en general. La desviación de orina ha sido investigada e implementada por la organización CREPA¹⁰ en siete países de África Occidental durante los últimos tres años. Ellos han conducido un proyecto multidisciplinario de tres años de investigación aplicada de saneamiento ecológico en siete de los 17 países en los cuales trabajan. La investigación incluye tecnologías de saneamiento, aspectos sociológicos, higiene y agricultura. Los resultados de la investigación han demostrado que la desviación de orina es viable en África Occidental, ya que el concepto fue aceptado y valorado por los usuarios en todos los países. Los inodoros desviadores de orina fueron construidos a un costo menor que las letrinas VIP en todos los países. CREPA, mediante su trabajo en zonas periurbanas y rurales para demostrar el valor como fertilizante de la orina y heces higienizadas en los cultivos, encontró que el valor de las excretas saneadas como fertilizante es un factor que incrementa la demanda de saneamiento dentro de estas poblaciones, véase Cuadro 3.



Figura 6. Inodoro desviador de orina en Burkina Faso, Foto: Elisabeth Kvarnström

Cuadro 3. Aplicación de la orina en África Occidental

- CREPA investiga la fertilización con orina y demuestra como hacerlo en siete países de África Occidental. Después de dos años de demostraciones los usuarios de los siete países usan orina como fertilizante en varios tipos de cultivos (por ejemplo, yuca, algodón, lechuga, tomate, col y *gombo*). El valor de la orina como fertilizante se evidenció, por ejemplo en Anagbo en Benin, donde canecas llenas de orina almacenadas fueron sustraídas para ser devueltas luego vacías.
- Otro ejemplo se vio en Saaba en Burkina Faso donde el Grupo de Investigación Agrícola de CREPA tuvo dificultades para obtener suficiente orina para su campo de estudio, cuando la población se dio cuenta del poder fertilizante de la orina, presentándose una gran demanda de inodoros desviadores de orina, la cual no ha sido cubierta aún.
- En Burkina Faso, los aldeanos de Sabtenga llaman al inodoro desviador de orina “Yiyandin” que significa “salir de la vergüenza” o “nuestra vergüenza ha concluido.” La razón por la cual el inodoro fue bautizado con este nombre es la dignidad experimentada al poder ofrecer un inodoro a las visitas en lugar de que hagan sus necesidades a campo abierto y porque les ofrece la posibilidad de cultivar.
- En Costa de Marfil, un granjero dijo al visitar un campo demostrativo de yuca de CREPA “*nosotros conocemos la calidad de este suelo, nunca hemos podido cultivar yuca en él. Cuando CREPA inició su proyecto no creíamos que podrían obtener algo de este suelo, pero cuando ellos cosecharon la yuca y nos invitaron a visitarlos y ver, estuvimos de acuerdo con ellos en que la orina tiene un gran valor como fertilizante. El Atieké hecho con esta yuca es delicioso, no hay cambio en el sabor. Ahora estamos convencidos y el próximo año experimentaremos nosotros mismos.*”
- En Togo y Benin, en familias polígamas, se planteó el problema de quien tenía el derecho a usar la orina recolectada. Usualmente en familias polígamas cada esposa tiene su propia huerta y si los hijos de la segunda o tercera esposa contribuyen a la recolección se necesita compartir la orina recolectada para que todos se beneficien.

¹⁰ Centre Régional d’Eau Potable et Assainissement, an international network organization encompassing French-speaking countries in West and Central Africa.

El jefe de la aldea en Sabtenga, Burkina Faso, muestra orgullosamente su producción de pimientos fertilizados con orina. Foto: Anna Richert Stintzing.



El valor monetario de los nutrientes contenidos en la orina es un incentivo para la desviación de orina tanto a nivel familiar como para el desarrollo de micro empresas que presten los servicios que rodean a los sistemas de saneamiento de desviación de orina. Por ejemplo un simple cálculo del valor monetario del contenido de NPK en la orina, de una familia de seis personas en India, muestra que un inodoro desviador de orina se pagará solo en diez años o menos, dependiendo del tipo de sanitario, Cuadro 4.

Cuadro 4. Ecosan – tanto económico como ecológicamente razonable (publicado en el ejemplar de Junio de Water21)

En el ejemplar de Abril de *Water21* (p28–30), el Prof. Duncan Mara, usando un ejemplo de India, argumenta que el saneamiento ecológico* (ecosan) es más costoso que el saneamiento convencional. Sin embargo, el es inducido a un error por una falla de cálculo. Cuando esta es corregida, su ejemplo demuestra convincentemente que ecosan es económica y por tanto ecológicamente razonable “eco-sane” usando el criterio y la terminología del Prof. Mara.

La siguiente información de India fue dada por el Prof. Mara. El costo de un inodoro de baja descarga es 1.900 rupias y el costo citado por Duncan Mara de un inodoro ecosan* es de 4.200 rupias**. La familia en el ejemplo consiste de dos adultos y cuatro niños, su excreción total se supone que es la misma que de cuatro adultos. La excreción de un adulto dada es de 4,55 Kg de N, 0,58 Kg de P y 1,27 Kg de K y el costo del fertilizante NPK es de 10 rupias por Kg.

La excreción anual de esta familia India es aproximadamente de 18,2 Kg de N, 2,3 Kg de P y 5,1 Kg de K que da un total de 25,6 Kg de nutrientes N, P y K. Sin embargo los fertilizantes químicos no solamente contienen N, P y K sino también oxígeno e hidrógeno, entre otros. Por lo tanto, la cantidad de nutrientes en la excreta corresponde al rededor de 75 Kg de fertilizante NPK, 25-2-6, que de acuerdo a la información descrita anteriormente tendría un valor de 750 rupias aproximadamente, en India. Este valor de 750 rupias en un lapso de dos a diez años con una tasa de interés del 10% sería aproximadamente 4.300 rupias. Por tanto en un lapso de diez años un inodoro ecosan no solamente cubriría la inversión extra comparada con uno de baja descarga, sino que cubriría la inversión total del inodoro. Adicionalmente, los fertilizantes obtenidos de la excreta tienen un mayor valor para la gente pobre, ya que ellos normalmente no pueden pagar ningún fertilizante. Por ende ecosan es ventajoso desde la perspectiva de reducción de la pobreza y aliviación de género, dado que los más pobres son mujeres y niños.

Extracto del artículo de debate del ejemplar de Junio de Water21, escrito por Håkan Jönsson, Christine Werner, Ralf Otterpohl, Arno Rosemarin, Paul Calvert y Björn Vinnerås.

* Saneamiento ecológico = sistemas que permiten el uso seguro de la excreta humana en cultivos, con un mínimo uso de recursos.

** Existen sistemas de saneamiento ecológico más económicos que los citados por Duncan Mara en el mercado indio, uno de ellos es una cámara de plástico con plataforma de desviación de orina para uso de cuclillas que tiene un costo aproximado de 2.400 rupias.

Un factor de demanda de desviación de orina a nivel municipal es la facilidad de mantenimiento de estos sistemas comparados con los servicios de vaciado requeridos por las letrinas VIP o las letrinas de pozo simple tradicionales. Cabe recordar el hecho de que los servicios de vaciado para letrinas VIP pueden ser desde extremadamente costosos hasta inexistentes, véase el Cuadro 5. Mientras que las letrinas de pozo simple no se vacían ya que los hogares, generalmente, resuelven no vaciar el

pozo sino construir una nueva letrina. Sin embargo, con el tiempo y/o con el incremento poblacional esto se vuelve prácticamente imposible. Adicionalmente es necesario recordar que la orina representa un fertilizante al rededor del cual se tienen muy buenas probabilidades de desarrollar microempresas.

Cuadro 5. Desviación de orina en Durban, Sudáfrica (información no publicada, Municipalidad de eThekweni)

140,193 hogares no poseen sistemas de saneamiento en la Municipalidad de eThekweni (Durban, Sudáfrica). La meta de la Unidad de Agua y Saneamiento de la municipalidad es cubrir esta falta hasta el 2010. Las zonas desatendidas son principalmente comunidades rurales del municipio, en la frontera urbana. La Municipalidad de eThekweni ha tomado la decisión estratégica de usar (i) inodoros desviadores de orina conjuntamente con (ii) programas de educación de salud e higiene y (iii) la dotación de 200 L de agua/vivienda/día como alternativa de saneamiento para combatir la falta de saneamiento en las zonas desatendidas. Una de las razones por las cuales la Municipalidad optó por la desviación de orina en lugar de las letrinas VIP es que estas últimas requieren que el vaciado de lodos residuales se realice mecánicamente. El equipo de vaciado de lodos residuales mecánico es costoso, vulnerable a la falla, a menudo no puede acceder al sitio de vaciado y frecuentemente no puede afrontar los lodos residuales pesados y los sólidos encontrados en el pozo. La alternativa es el vaciado manual, donde la gente debe excavar excreta y residuos sólidos fuera del pozo, usando palas, baldes y otras herramientas. Esta labor puede ser muy desagradable y plantea un sinnúmero de riesgos para la salud si no es realizada cuidadosamente. Para aquellos pozos a los que se tiene acceso con los tanqueros (camiones cisterna) el costo promedio, en la región, de vaciado del pozo equivale a €77-128, los hogares contribuyen para el vaciado de sus pozos con €10. La diferencia es subsidiada por la Municipalidad (aplicable a Durban), esto pone a la Municipalidad en una situación insostenible a largo plazo. Adicionalmente, Sudáfrica, en general, corre el riesgo de perder sus inversiones previas, en letrinas VIP, para abordar la falta de saneamiento de las zonas periurbanas. Ya que las letrinas VIP instaladas anteriormente se están llenando y varias municipalidades no poseen mecanismos de vaciado operando. Los inodoros desviadores de orina, por otro lado, pueden ser mantenidos por los propios usuarios, luego de una fuerte campaña de participación comunitaria y educación para ganar adeptos al sistema. Hasta ahora se han instalado en la Municipalidad 30.000 inodoros con desviación de orina y parece que se cumplirá con el objetivo de saneamiento de los ODM.



Inodoro desviador de orina de doble cámara, con lavamanos cercano. Foto: Teddy Gounden.

Material de lectura

- CREPA. 2004. *Rapport de Forum de la recherche au sein du CREPA*, Memorias del encuentro Dic. 6–10, 2004, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Drangert, JO. y Hallström, J. 2002. *Den urbana renhållningen i Stockholm och Norrköping: – från svin till avfallskvarn*.
- GESAMP (2001). *A Sea of Troubles*. Rep. Stud. GESAMP No.70. 35.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A. y Rodhe, L. 2000. *Urine separation – closing the nutrient cycle*. Estocolmo Vatten AB/FORMAS. www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/english/Urinese_eng.pdf
- OMS. (2000) *Turning the tide of malnutrition: responding to the challenge of the 21st century* (OMS/NHD/00.7), Organización Mundial de la Salud, Génova, 24p.
- PNUMA/OMS/HABITAT/WSSCC. 2004. *Guidelines on Municipal Wastewater Management*. PNUMA/GPA Oficina de Coordinación, El Hague, Holanda.
- Rice, A.L., Sacco, L., Hyder, A. y Black, R.E. (2000) *Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries*. Boletín de la Organización Mundial de la Salud, 78:1207–1221.
- SIWI. 2005. *Health, Dignity and Development – What Will it Take?* Instituto Internacional del Agua de Suecia, Estocolmo, Suecia.
- EPA de Suecia. 2002. *An Action Plan for Reuse of Phosphorus from Wastewater*. Reporte 5214, EPA de Suecia, Estocolmo, Suecia (en sueco con un resumen en inglés).
- UN-Habitat. 2003. *Water and Sanitation in the World's Cities – Local Action for Global Goals*. UN-Habitat, Nairobi, Kenia.

Capítulo 2: Desviación de Orina – A Escala

Este capítulo presenta una visión general de los cuestionamientos fundamentales para el escalamiento de la desviación de orina, tanto dentro como fuera de la jurisdicción municipal de gestión de aguas residuales. Esto se ilustra con ejemplos de desviación de orina de todo el mundo.

2.1 PRINCIPIOS PARA INTERVENCIONES DE SANEAMIENTO A GRAN ESCALA

Existe una creciente conciencia entre los tomadores de decisión, los encargados de formular políticas y los profesionales dentro del sector de agua y saneamiento de que la amplia variación de condiciones: geográficas, demográficas, culturales, climáticas y financieras, entre otras hacen que cualquier intento de transferencia directa de tecnologías de saneamiento o un enfoque uniforme de saneamiento sea sujetos de grandes riesgos de fracaso, considerándose la función y la organización. Estos riesgos pueden reducirse sustancialmente si se siguen algunos principios para la gestión del agua y el saneamiento. Uno es elevar la voluntad política y asegurar los recursos financieros para la intervención. Otro es involucrar de la mayor manera posible a todos los actores clave durante la planificación e implementación para asegurar que el sistema de saneamiento es el adecuado al contexto y no restringir el saneamiento a una simple dotación de inodoros. Estos principios y otros son descritos en detalle en el Cuadro 6. Como se establece en el reporte “Asegurando el Saneamiento – Argumentos para Enfrentar la Crisis” (*Securing Sanitation – the Compelling Case to Address the Crisis*) (2005), debemos pensar: sobre lo que entendemos por saneamiento, cómo hacerlo bien, y cómo conseguiremos el financiamiento.

CUADRO 6. 10 Claves para la acción local y nacional en la gestión municipal de aguas residuales (PNUMA/OMS/ HABITAT/WSSCC, 2004)

- 1. Garantizar la voluntad política y los recursos financieros nacionales**
Se debe crear un marco político en el que se asigne una alta prioridad a todos los aspectos del manejo sostenible de aguas residuales de tipo municipal, incluyéndose la asignación de suficientes recursos financieros nacionales.
- 2. Crear un entorno propicio a nivel nacional y local**
Las autoridades públicas siguen siendo responsables de los servicios de agua y saneamiento. El principio de subsidiaridad, es decir, la delegación de responsabilidades en el nivel apropiado de gobierno, se aplica a todo el sector de los recursos hídricos. Las autoridades nacionales deberían crear el marco normativo, jurídico, regulador, institucional y financiero para apoyar la prestación de los servicios a nivel municipal de manera transparente, participativa y descentralizada.
- 3. No restringir la dotación de agua y saneamiento a los grifos e inodoros**
Se debe adoptar un enfoque integral del abastecimiento de agua y saneamiento. Esto incluye no solo la prestación de servicios domiciliarios, sino también otros componentes de la gestión de recursos hídricos, incluyendo la protección de la cuenca hidrográfica que provee el recurso hídrico, la recolección de aguas residuales, su tratamiento, su reuso y descarga en el medio ambiente. Abordar las dimensiones ambientales mitiga los impactos directos e indirectos sobre la salud humana y del ecosistema.
- 4. Desarrollo integrado de sistemas de gestión de abastecimiento de agua y saneamiento abordando los impactos ambientales**
La gestión municipal de aguas residuales es parte de un conjunto más amplio de los servicios de agua urbanos. El componente de aguas residuales está ubicado, usualmente, al final de la cadena de la gestión de los recursos hídricos. Es necesaria la integración de factores de relevancia institucional, técnica, sectorial y de costos de los componentes principales de la cadena. Se deben considerar en el desarrollo integrado, la gestión, y/o dotación de agua potable y servicios de saneamiento.
- 5. Adoptando una perspectiva de largo plazo, actuando paso a paso, empezando ahora**
Los altos costos de los sistemas de aguas residuales requieren un compromiso de largo plazo, adoptando medidas paso a paso, minimizando daños ambientales y en salud pública actuales y a futuro dentro de los límites presupuestarios. El no actuar representa grandes costos a las generaciones actuales y futuras y desperdicia el potencial de reuso de valiosos recursos. Un enfoque paso a paso permite la implementación en lo posible, de acciones a la medida y medidas eficaces en función de los costos que podrían contribuir a alcanzar objetivos de gestión a largo plazo.

CUADRO 6, continuación: 10 Claves para la acción local y nacional en la gestión municipal de aguas residuales (PNUMA/OMS/ HABITAT/WSSCC, 2004)

6. Use cronogramas bien definidos, y fije un calendario de objetivos e indicadores

Límites adecuadamente cuantificados y objetivos e indicadores con un determinado tiempo de realización son instrumentos indispensables para definir las prioridades, distribuir los recursos y reportar y evaluar el progreso.

7. Seleccionar tecnologías apropiadas para un uso eficaz y rentable de los recursos hídricos, considerando alternativas de saneamiento ecológico

Una buena gestión del agua se basa en la preservación y el uso eficiente de los recursos hídricos. La prevención de la contaminación en la fuente, el uso y reuso eficiente del agua y la aplicación de tecnologías de tratamiento adecuadas de bajo costo resultarán en la reducción de la cantidad de aguas residuales y en el ahorro de fondos de inversión relacionados con la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento. Dependiendo de la situación física y socio-económica local, varias tecnologías pueden ser apropiadas. Las tecnologías ecológicas son una alternativa válida a la ingeniería y soluciones técnicas tradicionales.

8. Aplicar enfoques basados en la demanda

Al seleccionar la tecnología adecuada y las opciones de gestión, se debe prestar atención especial a las preferencias de los usuarios y a su capacidad y voluntad de pago. Son necesarios análisis completos de la demanda de la sociedad actual y futura. Se debe asegurar, además, un fuerte apoyo y aceptación de las comunidades locales. Con estos análisis se puede elegir entre un rango de opciones tecnológicas, financieras y de gestión, de manera realista. Diversos tipos de sistemas pueden ser seleccionados para diferentes zonas en áreas urbanas.

9. Involucrar a todos los actores claves desde el inicio y asegurar transparencia en el manejo y en los procesos de toma de decisión

Los esfuerzos y acciones relativos a las cuestiones del alcantarillado doméstico deben envolver una participación proactiva y la contribución de los actores claves gubernamentales y no gubernamentales. Los actores pueden provenir de los hogares, el vecindario, el nivel regional, nacional e incluso internacional, y probablemente del sector privado. Para establecer alianzas firmes se requiere una comunicación temprana, continua, objetiva y transparente de todas las partes. El sector privado puede actuar como un socio en la construcción y mejora de infraestructura, en la operación y mantenimiento de sistemas o en la prestación de servicios administrativos.

10. Garantizar la estabilidad y sostenibilidad financiera

10.1 Vincular el sector municipal de gestión de aguas residuales con otros sectores económicos

Un manejo adecuado y efectivo de las aguas residuales requeriría inversiones significativas en la construcción y operación de la infraestructura de los sistemas de transporte y de tratamiento de las aguas residuales. En relación con el sector de abastecimiento de agua, la recuperación de costos en el sector de aguas residuales es usualmente un largo proceso. El desarrollo de otros sectores (socio-) económicos, como el de abastecimiento de agua o turismo, podrían crear oportunidades para abordar el saneamiento al mismo tiempo. El vincular la gestión de aguas residuales a otros sectores puede garantizar una pronta recuperación de costos, una reducción de riesgos, estabilidad financiera y una implementación sostenible.

10.2 Introducir mecanismos financieros innovadores, incluyendo el involucramiento del sector privado y alianzas públicas-públicas.

Tradicionalmente, los servicios de saneamiento han sido suministrados por las autoridades públicas. Los costos de inversión, operación y mantenimiento, sin embargo, a menudo superan sus capacidades, al igual que lo hacen requerimientos presentes y futuros por suplir las necesidades de aquellos que no cuentan con el servicio. Por lo tanto, mecanismos de gestión innovadores, flexibles y financieramente eficaces deben ser considerados, como es el caso del micro-financiamiento, fondos rotativos, alternativas de distribución de riesgo y bonos municipales. Las alianzas público-privadas y públicas-públicas son herramientas importantes para asistir a los gobiernos locales en el financiamiento inicial y en la operación de la infraestructura para la gestión de las aguas residuales.

10.3 Considerar la equidad social y solidaridad para lograr la recuperación de costos

El empleo de principios como "el que usa el agua paga" y "el que contamina paga" es necesario para lograr una gestión estable y sostenible de las aguas residuales con sistemas eficaces de recuperación de costos. Estos principios deberán ser aplicados de una manera socialmente aceptable, teniendo en cuenta la solidaridad y la distribución equitativa de costos entre los ciudadanos y las instalaciones. Diversos grupos de usuarios deben ser concienciados sobre –y ser capaces de identificarse con- conceptos como "el agua solidaria" y la "cuenca hidrográfica solidaria". Todos los usuarios se beneficiaran de las mejoras del medio ambiente.

2.2 EJEMPLOS DE DESVIACIÓN DE ORINA A GRAN ESCALA

Actualmente existen pocos ejemplos a nivel mundial de desviación de orina y reciclaje de nutrientes a gran escala. La causa principal de esto es la resistencia asociada a los cambios en los sistemas tecnológicos, reflejada a través de las instituciones, municipalidades, sistemas educativos, entre otros. En los cuadros 7 y 10 se muestran ejemplos de implementación de sistemas de desviación de orina a gran escala en China. Otro ejemplo donde la desviación de orina se ha incorporado en cierta manera es El Salvador, véase el Cuadro 8. Ejemplos de Suecia serán mostrados en el Capítulo 3.

A continuación se discuten algunas de las peculiaridades del escalamiento de la desviación de orina en diferentes contextos, en el supuesto de que los principios fundamentales, tales como la aplicación de un enfoque impulsado por la demanda, procesos vinculados a las cuestiones de género y la adopción de la tecnología adecuada han sido empleados.

Contexto 1. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento) con baja densidad poblacional (frontera rural y urbana)

El ejemplo del Cuadro 7 ilustra el escalamiento en un contexto rural. De acuerdo a la experiencia china, el factor más importante es ofrecer una tecnología apropiada que permita dotar a la vivienda de saneamiento dentro de ella, demostrado en el sitio, con el fin de sensibilizar a la población de que el saneamiento seco con desviación de orina es una tecnología apropiada para el saneamiento interior en la vivienda. Otro cuestionamiento importante es el entrenamiento de promotores y la cooperación con otra infraestructura masiva y proveedores de servicios.

Esto destaca la necesidad de un entrenamiento adecuado cuando se introducen nuevos conceptos de saneamiento. El conocimiento de las posibilidades del cierre del ciclo de nutrientes de la orina es desconocido para la mayoría de actores principales (incluidos los tomadores de decisiones). Esto se traduce en que ni los tomadores de decisión ni los otros actores principales están en la posición de tomar decisiones fundamentadas en la planificación estratégica para el cumplimiento de los ODM. Por lo tanto se requiere información adecuada y sensibilización. Además, existe la necesidad de implementar programas de Información, Educación y Comunicación (IEC) para su ejecución entre los usuarios de los sistemas desviadores de orina. El tamaño del programa de IEC está directamente relacionado con los hábitos sanitarios previos de los futuros usuarios así como de la porción del mantenimiento del sistema que se supone será desarrollada por los propios usuarios. El Cuadro 9 presenta ejemplos de enfoques de ICE.

Nada de esto se puede hacer a menos de que exista un entorno propicio, incluyendo, por ejemplo, el apoyo político, el marco jurídico y legislativo apropiado y un marco institucional sólido. Políticas de apoyo como la Estrategia de Desarrollo de la Región Occidental China (CWRDS por sus siglas en inglés) son consecuentemente, para el caso de China Occidental, de gran importancia. Si las políticas y las instituciones son adversas a la desviación de orina hay una serie de pasos a tomar, los cuales se describen en los próximos Pautas de la OMS para el Uso de la Excreta y las Aguas Grises en la Agricultura (actualmente en versión borrador).

Contexto 2. Agua y saneamiento in-situ (o sin saneamiento), con alta densidad poblacional (zona peri urbana a urbana)

El Cuadro 10 muestra otro caso de inodoros secos con desviación de orina en China: la construcción de un conjunto habitacional ecológico en la ciudad de Dong Sheng. Un entorno propicio es de suma importancia en los contextos periurbanos y urbanos así como en la capacitación. Además, puesto que existe la necesidad de implementar servicios de recolección para las diferentes fracciones, esto demanda que las instituciones posean una capacidad eficiente y tengan mandatos claros para llevar a

cabo la tarea, ya sea a través de organizaciones existentes o mediante contratación. Es muy importante asegurar una estabilidad financiera mediante la planificación de servicios consistentes con los recursos financieros disponibles (ingresos previstos y tener en cuenta mecanismos de participación de gastos, planificados previamente).

Para una mayor eficiencia de los recursos es importante que la orina sea usada cerca a la fuente de generación. Esto implica que una planificación de saneamiento eficaz¹¹ deba estar acompañada de una planificación urbana eficaz, si se desea usar la orina dentro de los límites de la ciudad son deseadas para los contextos de saneamiento 2, 3 y 4. Estas posibilidades de uso podrían incluir, por ejemplo, en el apoyo a la agricultura urbana, en el uso de la orina en parques y campos de fútbol, en la provisión del espacio para microempresas proveedoras del servicio de higienización de orina dentro de los límites de la ciudad, etc.

De ser posible se debe aprovechar las experiencias existentes en el sector de gestión de residuos sólidos. Este sector posee la experiencia de mercado necesaria para el manejo y logística de los residuos orgánicos. Experiencia que sería de gran utilidad para la organización de la manipulación y uso de la orina. Se podría considerar también contratar un agricultor cercano a la localidad en cuestión para que se encargue de la recolección, higienización y uso de la orina, esto está planificado en el ejemplo que se presenta en el Cuadro 10.

Contextos 3 y 4. Redes de distribución de agua y redes de alcantarillado, con o sin sistemas en funcionamiento de tratamiento de aguas residuales

El mismo razonamiento usado en el contexto 2 es válido para estos contextos. Podría ser más barato alcanzar la reducción de carga deseada en los cursos de agua receptores mediante la desviación de orina en lugar de la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales o la actualización/ampliación de una planta de tratamiento existente. La tecnología de Relining aplicada para, la instalación de conexión rápida de Internet en alcantarillas existentes, podría ser usada en sistemas centralizados de recolección de orina. El programa de investigación suizo NOVAQUATIS (www.novaquatis.ch) de la EAWAG se encuentra investigando la aplicación de la desviación de orina en sistemas centralizados de tratamiento de aguas residuales. La posibilidad de recuperación de los costos en los sistemas de inversión y servicios ofrecidos es mayor en un área servida con recolección de aguas residuales comparada con un área periurbana desatendida, con la suposición de que las áreas servidas con alcantarillado son más ricas que las áreas que no cuentan con él. Por lo tanto, es posible que se pueda elevar los niveles de servicios a ofrecer dentro de este contexto y se siga manteniendo una recuperación de costos de los servicios. El Cuadro 11 muestra una experiencia alemana de desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de gestión de aguas residuales. El Cuadro 12 describe cuestionamientos importantes que deben ser abordados por una municipalidad cuando se organiza el uso de la orina.

¹¹ Los Principios de Bellagio han sido usados como la base para los lineamientos de los tomadores de decisión para servicios de saneamiento del medio ambiente urbano. Más información en el documento *Implementing the Bellagio Principles in Urban Environmental Sanitation Services: Provisional Guideline for Decision-Makers* publicado por el WSSCC en 2004. Hay complementos populares, que facilitan la limpieza, por ejemplo.

Cuadro 7. Desviación de orina a nivel rural en China

La mejora del saneamiento en las zonas rurales es uno de los puntos clave en los planes de China para los próximos 5 años. Una de las tecnologías de saneamiento usadas para incrementar la cobertura de saneamiento en zonas rurales es la desviación de orina usando inodoros secos de doble cámara. Un proyecto piloto de inodoros secos con desviación de orina financiado por Sida en cooperación con NPHCCO y UNICEF-Beijing, inició en 1998. El proyecto original cubriría 70 hogares, este fue ampliado a una cobertura de 2000 hogares para el año siguiente. A finales de 2003, 685.000 inodoros desviadores de orina habían sido instalados en 17 provincias de acuerdo a las estadísticas oficiales. Los puntos clave a ser tratados en el proyecto piloto original fueron (i) proveer saneamiento dentro del hogar, el cual es posible a través de inodoros secos de desviación de orina, (ii) capacitación de grupos básicos a nivel de local y de país, y (iii) acercamiento y cooperación con otros sistemas de infraestructura masiva y proveedores de servicios a nivel local.



Inodoro de doble cámara con desviación de orina Nanning, Guangxi, China.
Foto: Arno Rosemarin.

Cuadro 8. Desviación de orina en El Salvador

El gobierno salvadoreño ha asumido la responsabilidad de apoyar la nutrición, el saneamiento y la educación para la salud de los sectores de la población más vulnerables. Las actividades de saneamiento se han delegado al Programa de Saneamiento Nacional del Ministerio de Salud.

En 1990 el Fondo de Inversión Social del Gobierno (FISG) decidió rehabilitar las comunidades que fueron afectadas por la Guerra Civil de los ochentas en el Salvador. Los primeros pilotos de inodoros separadores de orina fueron construidos mientras se libraban los últimos combates en la zona de Chalatenango. Sin embargo, el FISG implementó un prototipo de inodoro que no estuvo de acuerdo a las necesidades de la comunidad. Por esta razón el Ministerio de Salud (MS) asumió la responsabilidad del programa de inodoros con el apoyo de UNICEF. Los inodoros que se construyeron inicialmente fueron letrinas de pozo con desviación de orina modificados e inodoros de doble cámara con desviación de orina (DCDOs). Durante más de 10 años el MS ha mejorado los sistemas y se encuentra probando actualmente el prototipo IV Inodoro Solar con Desviación de Orina (más conocido en El Salvador como Letrina Solar con Desviación de Orina).

Desde 1990, el MS de El Salvador ha construido aproximadamente 120.000 letrinas de pozo de desviación de orina, inodoros de doble cámara con desviación de orina e inodoros solares con desviación de orina. Por lo menos el 30% de las 120.000 unidades son inodoros de doble cámara con desviación de orina e inodoros solares con desviación de orina. El MS trabaja en estrecha relación con un sinnúmero de ONGs.

Se han aplicado diferentes formas de financiamiento. En algunas comunidades la ONG proveyó tanto materiales como mano de obra, mientras que en otras, la ONG, proveyó únicamente los materiales e información de cómo construir el inodoro, la mano de obra fue puesta por los futuros usuarios de los inodoros. Se ha notado una sobre posición de actividades en los programas así como también falta de monitoreo regular de las instalaciones construidas. El uso de la orina no ha sido promovido en El Salvador, por lo que la orina recolectada es usualmente descargada en un pozo de infiltración. Se requeriría la participación del Programa de Agricultura para promover el uso de la orina como fertilizante. Intervenciones futuras de capacitación en el área de saneamiento deberían incluir elementos en el uso de la orina como fertilizante.

El Ministerio de Salud ha establecido normas para la construcción y mantenimiento de cada uno de los sistemas de desviación de orina usados. Estas normas son actualizadas de acuerdo a las mejoras y al desarrollo hecho en los nuevos sistemas de desviación de orina. Información general sobre las metas del MS se encuentran en su página web:

www.mspas.gob.sv/p_salud_ambiental6.asp.

Prototipo de letrina solar IV de El Salvador. Foto: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, El Salvador.



Cuadro 9. Información, Educación y Comunicación (IEC) herramientas para la desviación de orina

Existen varios ejemplos exitosos de como incrementar la concienciación en torno a la desviación de orina. Uno es el uso de la herramienta PHAST/SARAR adaptada de África Occidental, la cual incluye el uso de la orina y las heces compostadas con propósitos productivos en el concepto original de saneamiento.

Otro es el saneamiento mostrado en la Municipalidad de Nacka en las afueras de Estocolmo donde cinco diferentes tipos de inodoros y dos diferentes tipos de urinarios están instalados y pueden ser probados en la vida real. Un centro demostrativo, de desviación de orina así como metodologías de saneamiento sencillas (compostando en el pozo, como en los sistemas arborloo y fosa alterna), se ha creado en Tepoztlán, México. Allí se demuestran el compostaje de las heces (poposta), el tratamiento de aguas grises in-situ y el uso de la orina de manera exitosa.

Teatro callejero y visitas puerta a puerta han sido usados con propósitos educativos en las comunidades donde se ha instalado la desviación de orina en la zona periurbana de Durban. La eficiencia de las campañas informativas dirigidas a niños se ilustra mediante los resultados logrados por el programa de ciencia sueco para niños Hjärnkontoret ("La oficina del cerebro"), transmitido por televisión. Ellos manejaron una campaña, durante septiembre de 2005, llamada "Proper Crap" (La Basura Apropriadada) con la intención de reducir la cantidad de basura no-apropiada descargada por los excusados, causando problemas de funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Doce plantas de tratamiento participaron en el experimento y reportaron el influjo de sólidos como: piezas de yeso, cabello de los cepillos para cabello, toallas sanitarias, protectores diarios y tampones, seda dental, por más de 128 toneladas semanales al inicio del experimento. Durante tres semanas los niños de las ciudades participantes, fueron instruidos sobre que constituía la "proper crap" (orina, heces, y papel higiénico). El mensaje fue repetido en el programa semanal. Cada semana cierta cantidad de camisetas "proper crap" fue repartida entre los niños que reportaban acciones de "proper crap" entre otras cosas. "Yo mismo retiré los juguetes que mi hermano menor iba a descargar por el excusado, luego le dije a el que sólo debía descargar orina, heces y papel higiénico," dijo Alfred Lind, uno de los niños ganador de una de las Camisetas en la página web del programa para niños. William Öberg-Löfstedt dice que el siempre dice saber que es "proper crap" y que a menudo canta la canción de "Proper Crap." Al final del período de tres semanas la cantidad de basura no-apropiada descargada en las plantas de tratamiento de aguas residuales se redujo en más de 14 toneladas semanales comparadas con la cantidad recibida al lanzamiento del experimento. La Municipalidad de Ljusdal reportó una reducción del 50% de sólidos en la planta de tratamiento de aguas residuales después del experimento y que no hubo problemas de funcionamiento después de haber lanzado la campaña "Proper Crap."



Material de Información, Educación y Comunicación. a) Teatro callejero en Durban, foto: Teddy Gounden. b) Camiseta de las acciones de "Proper crap", foto: Televisión Sveriges ©

Cuadro 10. Servicios ecosan a gran escala en Dong Sheng, Inner Mongolia, China

Dong Sheng tiene una población de 400.000 habitantes y se localiza en Inner Mongolia, en la Cuenca del Río Amarillo. Un nuevo vecindario (Hao Zhao Kui, HZK) está siendo construido a pocos kilómetros del centro de la ciudad. En total, la planificación es de 2.000 viviendas en casas de una y dos plantas y edificios de cuatro y cinco pisos. La primera fase será completada para el año 2007. Las primeras 600 viviendas han sido completadas y vendidas y la gente empezó a mudarse a finales del 2005.

Los esfuerzos en HZK representan la voluntad por aplicar un modelo sostenible de sistemas y servicios de agua

y saneamiento, incluyendo:

- Recolección de orina, higienización y reciclaje,
- Recolección de materia fecal seca, higienización/compostaje y reciclaje,
- Recolección de restos de cocina (residuos orgánicos), compostaje y reciclaje,
- Recolección de aguas grises, tratamiento y reuso.

La ciudad de Dong Sheng es responsable de la infraestructura de HZK – vías, agua, gas, electricidad, teléfono, TV cable. El gobierno local será el responsable de la operación y mantenimiento de las ecoestaciones dentro de esta área y el servicio de recolección será incluido en un pago de una cuota mensual para cada vivienda. Un programa de capacitación ha sido puesto en marcha por un equipo de promotores para instruir a los hogares en el uso del inodoro ecosan, del urinario seco y de la separación de residuos sólidos en la fuente. El personal, entrenado, de la ecoestación estará a cargo de la recolección de la materia fecal y restos de cocina, del compostaje de los mismos y del eventual embalaje para la transferencia para el reuso. Los agricultores locales están siendo entrenados para el reuso de la orina y de los materiales compostados. La unidad de almacenamiento de la orina instalada en el lugar tiene una capacidad de almacenaje de un mes. El almacenamiento posterior, para asegurar la higienización, está organizado en el sitio de uso de la orina. La orina será usada en granjas locales y en invernaderos. Las aguas grises tratadas serán almacenadas en un reservorio y reutilizadas localmente para riego durante todas las estaciones, excepto en invierno y descargadas durante el invierno a través de tuberías subterráneas.



(Izquierda) Tanques, ubicados en el sótano, de almacenamiento de heces secas mezcladas con fibras de celulosa seca – material secante y voluminoso, fuente de carbono para el posterior compostaje.

(Derecha) Vista del reservorio de almacenamiento de las aguas grises (baño y cocina) tratadas para reuso. Viviendas en el contorno.

Fotos: Arno Rosemarin.

Cuadro 11. Desviación de orina donde existe alcantarillado

La oficina principal de la Cooperación Técnica Alemana, GTZ, está situada en Eschborn, cerca de Frankfurt. Durante la renovación de sus oficinas, un concepto moderno y ecológicamente sustentable para el manejo de las aguas residuales de los inodoros está siendo instalado. El edificio principal estará equipado con urinarios sin flujo de agua e inodoros de descarga con separación de orina, permitiendo la recolección separada de orina y heces. Mediante la recolección separada y no diluida de la orina la demanda de agua para consumo en la descarga de los excusados se reducirá significativamente. Con este concepto la GTZ no solo ahorrará 900 m³ de agua por año sino que la carga de nutrientes en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales son reducidos.

Luego de ser tratada la orina será usada en investigaciones agrícolas desarrolladas como parte de un proyecto de investigación. La información recolectada en el proyecto servirá para contribuir a mejorar la producción agrícola mediante el uso de la orina como fertilizante. Una vez listo, el sistema servirá como modelo a otras instalaciones similares, no solamente en Alemania, pero también en países donde el agua es escasa y se requiere fertilizantes en la agricultura local. Se espera un impacto alto en las relaciones públicas, ya que el edificio es visitado por miles de personas provenientes de países en vías de desarrollo.



Cuadro 12. Experiencia adquirida en la organización de los sistemas municipales para el uso agrícola de la orina en Suecia.

- Empezar en pequeña escala y con las fracciones más fáciles. Esto puede ser realizado por la Municipalidad, por ejemplo recolectando orina para su tratamiento, y uso en sus propiedades para crear experiencia interna y sensibilización externa antes de ir a gran escala con el uso de excretas y aguas grises.
- Tener una división clara de responsabilidades entre el ente responsable del control (usualmente la municipalidad) y el ente ejecutor del uso de la excreta y aguas grises (podría ser un agricultor local, alguien contratado, una cooperativa agrícola, etc.).
- Una metodología de largo plazo con claros acuerdos entre el ente responsable del control y el ente ejecutor del uso, de tal modo que la municipalidad pueda confiar en contar con excretas seguras y en un esquema de uso de aguas grises. Por otro lado el ente ejecutor necesita estar seguro de que contará con las cantidades necesarias de excreta o aguas grises en los momentos adecuados, sobre todo si debe invertir dinero o cambiar sus cultivos a otros cuyo período de cosecha sea mayor.
- Flexibilidad en el sistema, proveyendo tantos grados de libertad como sea posible (por ejemplo, permitiendo el uso de la orina a nivel de la vivienda para los interesados, en paralelo con metodologías de gran escala).
- Un sistema de control de calidad de la excreta y de las aguas grises que funcione, es necesario para proteger la salud pública, maximizar el uso de los nutrientes y para crear confianza en el sistema.
- Intercambio sólido y continuo de información entre las partes. Esto es importante para crear confianza entre las partes involucradas y para reaccionar y mitigar los problemas que se puedan presentar.

2.3 VACÍOS EN EL CONOCIMIENTO

La desviación de orina, al menos en el escenario sueco es el resultado del desarrollo de la comunidad (véase la Sección 2 para mayor información), con la implicación de que todo el potencial del sistema no ha sido logrado aún. Para lograr esto es necesario que los ingenieros sanitarios convencionales apoyen la causa, lo que está sucediendo muy lentamente. Con la incorporación tecnológica de la desviación de orina veremos un sistema más eficaz en la separación de las fracciones y más confiables y robustos componentes tecnológicos. La incorporación nos guiará a una disponibilidad mayor de las partes para los sistemas de desviación de orina y a un mayor financiamiento, y atención a la investigación y el desarrollo. Se espera que las dificultades actuales, como los desafíos en la logística del transporte de grandes volúmenes de orina a los campos, será eventualmente abordada en este contexto, mediante, por ejemplo tecnologías apropiadas para concentrar los nutrientes. Otros problemas no resueltos, como las hormonas (véase más abajo) se beneficiarán también de este incremento de atención.

Aunque se ha demostrado que los inodoros desviadores de orina pueden ser construidos con costos más económicos que las letrinas VIP, por ejemplo en el caso de África Occidental, existe una necesidad general de minimización de costos en todos los sistemas de saneamiento y servicios, incluidos el sistema de recolección de la orina y su manipulación, para incrementar la posibilidad de cobertura y sustentabilidad de los servicios. Se debe desarrollar mecanismos eficaces de financiamiento para todas las intervenciones de saneamiento.

Falta por aplicar e incorporar una higienización centralizada, que funcione totalmente, de la fracción fecal de los sistemas secos con desviación de orina.

Una gran porción de las hormonas producidas en nuestros cuerpos y que consumimos en los productos farmacéuticos es excretada en la orina. La inquietud sobre si el uso de la orina como fertilizante puede causar algún efecto negativo en la cantidad o calidad de los cultivos está planteada. Es razonable pensar que los riesgos de esto son insignificantes debido al hecho de que todos los mamíferos, incluyendo los animales domésticos (quienes son los mayores consumidores de antibióticos), producen hormonas que son constantemente excretadas y usadas como fertilizantes en los ambientes terrestres. Estos riesgos supuestamente insignificantes tienen que ser sin embargo confirmados mediante experimentos de campo.

Material de lectura

- PNUMA/OMS/HABITAT/WSSCC. 2004. *Guidelines on Municipal Wastewater Management*. PNUMA/GPA Oficina de Coordinación, El Hague, Holanda.
- *Proceedings of 1st International Conference on Ecological Sanitation*, Nov. 5 – 8, 2001. www.ecosanres.org/Nanning%20Conf%20Proceedings.htm
- SIWI 2005. *Securing Sanitation – the Compelling Case to Address the Crisis*. www.siwi.org/downloads/Reports/CSD_Sanitation.pdf
- *Forthcoming WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater – Volumen 4 – Excreta and Greywater use in Agriculture* (al momento en borrador final).
- WSSCC. 2004. *Implementing the Bellagio Principles in Urban Environmental Sanitation Services: Provisional Guideline for Decision-Makers*, Génova, Suiza.

Sección 2 – Desviación de Orina: la Experiencia Sueca

Capítulo 3: Planificación de la Desviación de Orina – Ejemplos de Municipalidades Suecas

Este capítulo se centra en las posibilidades de implementación de la desviación de orina, con base en las experiencias suecas. Se presenta la organización del sistema a varias escalas, desde una vivienda individual hasta un sistema municipal que abarca la recolección, tratamiento y uso en cultivos.

3.1 DESVIACIÓN DE ORINA EN LA HISTORIA DEL SANEAMIENTO SUECO

Durante el siglo XIX la industrialización causó un incremento en la densidad poblacional en los pueblos y ciudades de Suecia. A inicios de 1900 Estocolmo tenía una población similar a 300.000

habitantes. Los pueblos suecos en general estaban dotados de letrinas pobremente mantenidas, el estado sanitario era usualmente calamitoso en lo relativo a lodos fecales y a manejo de residuos sólidos, así como también al manejo de las excretas de los animales (caballos, cerdos, etc.) que vivían dentro de los límites de la ciudad. Como una medida para reducir la velocidad de llenado de los baldes de las letrinas y disminuir el olor, 20.000 excusados Marino con desviación de orina estuvieron fueron instalados en Estocolmo a finales del siglo XIX. Este desarrollo de la desviación de orina se detuvo cuando la ciudad decidió instalar el alcantarillado durante la primera mitad del siglo XX. Para 1927 el número de inodoros de descarga (WCs) en Estocolmo superaba los 100.000. A esto le siguió una degradación de la calidad del agua, inaugurándose la primera planta de tratamiento de aguas residuales, dimensionada para 5.000 pe, en 1934.

Fondos nacionales fueron usados para construir plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país para mitigar la degradación ambiental causada por el alcantarillado. El uso de fertilizantes comerciales fue incrementándose durante la segunda mitad del siglo XX en Suecia. Se logró cerrar el ciclo de los nutrientes en esa época mediante el uso de los lodos residuales en la agricultura, uso que ha disminuido, casi a cero, en la actualidad, debido a que los lodos residuales son un producto complejo que representa el uso de químicos en la sociedad. Así, la sustentabilidad del saneamiento convencional, desde la perspectiva de los recursos, empezó a ser cuestionada en Suecia a finales del siglo XX.

La selección del sistema de saneamiento fue una de las bases de los movimientos de eco-aldeas durante los noventas. La primera fase de los inodoros desviadores de orina modernos tuvo lugar a inicios de los noventas, teniendo como grupo objetivo las viviendas unifamiliares, las casas de verano y pocas eco-aldeas. A mediados de los noventas pocos edificios multifamiliares y áreas residenciales en asentamientos urbanos fueron construidos con desviación de orina.



Figura 7. Dass-Isak, un suplemento para el inodoro desviador de orina para casas de campo suecas. Foto: Örnplast AB.



Figura 8. Dos modelos de inodoros desviadores de orina en el mercado sueco. a) Gustavsberg Nordic 393U y b) WM-Ekologen DS.

Se establecieron sistemas para el uso de la orina y se involucraron actores municipales en algunos casos, por ejemplo en Estocolmo. Se ha emprendido programas de investigación y desarrollo de estos sistemas desde el hogar hasta el reuso en la agricultura industrial y técnica, investigándose aspectos sanitarios, así como también socio-económicos. Algunos de estos resultados fueron publicados en el reporte Desviación de Orina – Cerrando el ciclo de los nutrientes (*Urine Separation – Closing the nutrient cycle*), que puede ser descargado de la página web de la Compañía de Agua de Estocolmo (www.stockholmvatten.se), Cuadro 13.

Desde mediados de los noventas mínimo 135.000 inodoros desviadores de orina han sido instalados

en diferentes asentamientos en Suecia. La mayor cantidad de sistemas instalados son dispositivos de desviación de orina de plástico para baños externos en las casas de campo o desviadores de orina de plástico con recolección seca de heces, sin embargo, mínimo 15.000 inodoros son de porcelana y poseen recolección seca o descarga de las heces. Existe un sinnúmero de modelos disponibles en Suecia, pertenecientes a varios productores.

Cuadro 13. El primer sistema a gran escala de recolección de orina con desviación de orina en Estocolmo

El sistema fue establecido en 1997. La orina de Understenshöjden, Palsternackan y Gebers, áreas residenciales, y de Bommersvik, centro de conferencias, es transportada al lago Bornsjön, donde es almacenada y reemplaza al fertilizante químico en la agricultura. Este sistema es un resultado de un proyecto de investigación de desviación de orina en el contexto sueco, que es descrito en el reporte Desviación de Orina – cerrando el ciclo de los nutrientes (*Urine separation – closing the nutrient cycle*) (www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/english/Urinese.pdf). El proyecto de investigación involucró a investigadores de diferentes instituciones de investigación, de la Compañía de Agua de Estocolmo y de dos organizaciones inmobiliarias.

- Las organizaciones condominiales a nivel de vivienda son las encargadas de la recolección de los tanques en las zonas residenciales. Ellos contratan una empresa para transportar la orina al lugar de almacenamiento centralizado. Tanqueros (camiones cisterna) son usados para el transporte a una distancia aproximada de 30 Km.
- La Compañía de Agua de Estocolmo es la responsable del almacenamiento (en tanques inflables – “balloon tanks”) y de la fertilización del área de cultivos.
- El agricultor está involucrado en todas las decisiones concernientes a la fertilización y la aplicación de la orina.

Datos:

Viviendas conectadas: 130 + 1 centro de conferencias.

Tipo de inodoros: 50% Dubbletten, 25% Gustavsberg y 25% Wost Man Ecology de una descarga.

Tanques de fibra de vidrio en cada área residencial: 15 -40 m³ cada uno.

Volumen anual de orina recolectada: 150 – 170 m³.

Tanques de almacenamiento: 3 tanques inflables de láminas de PVC de 150 m³ cada uno.



– Como encargada del área ambiental de una inmobiliaria, y como usuaria de un bonito, y moderno inodoro desviador de orina con descarga, estoy convencida de que la desviación de orina será considerablemente más común en Suecia de aquí a diez años. Esta es una manera sencilla y bonita de recuperar los nutrientes y retornarlos a donde pertenecen, las áreas de cultivo, dice Mia Torpe, Encargada del área ambiental de HSB y residente de Understenshöjden.



Tanques de almacenamiento en Bornsjön, la orina es usada en los campos del fondo, propiedad de la Compañía de Agua de Estocolmo.

Foto: VERNA.

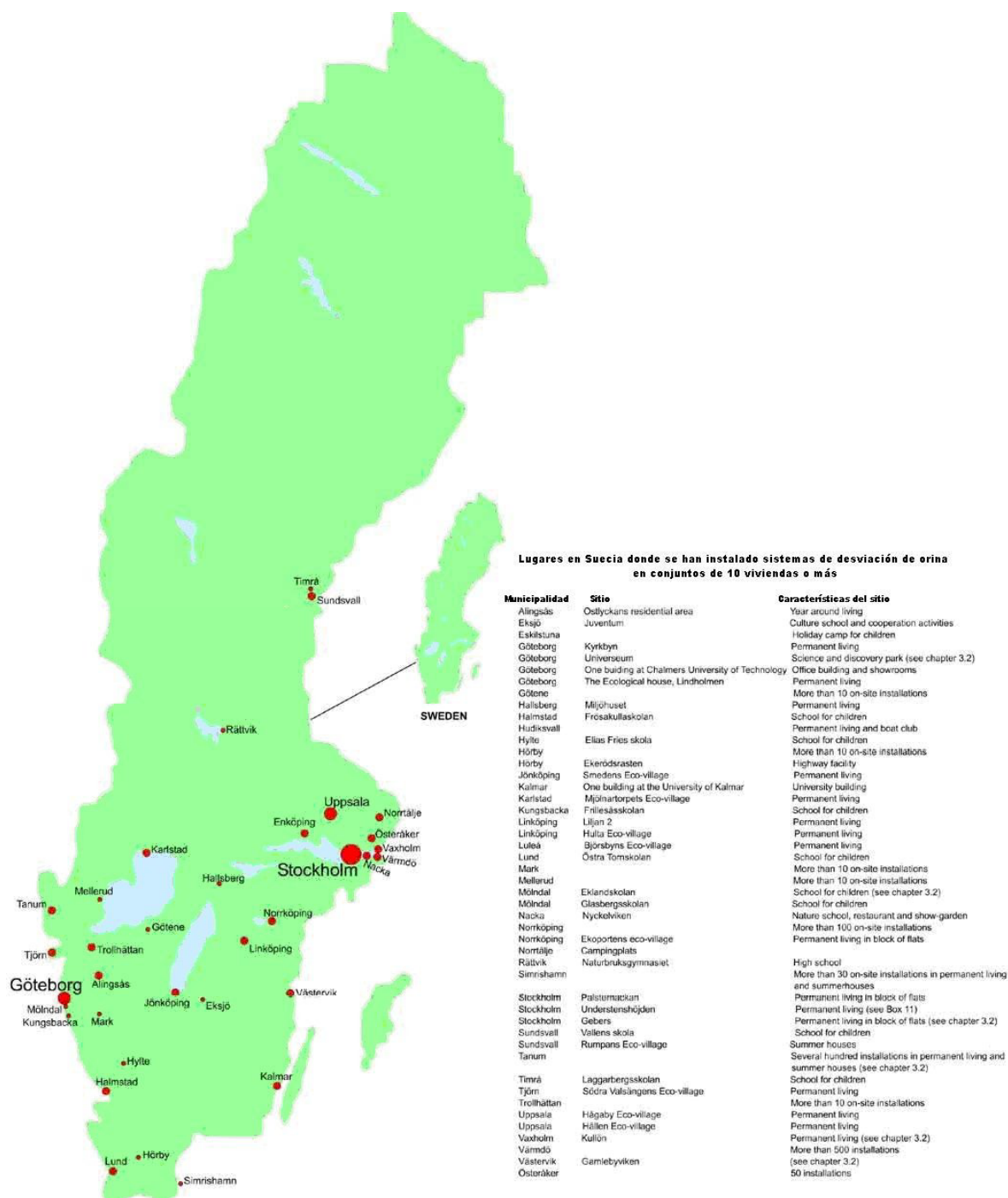


Figura 9. Lugares en Suecia donde se han instalado sistemas de desviación de orina en conjuntos de 10 viviendas o más. Gráfico de Johan Palmcrantz & Co.

3.2 DE ECO-ALDEAS A LA DESVIACIÓN DE ORINA DENTRO DE LA JURISDICCIÓN MUNICIPAL DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES

Ha habido un cambio en el discurso del saneamiento en Suecia en los últimos diez años. La desviación de orina fue considerada originalmente un componente de saneamiento “alternativo,” orientado a aldeas ecológicas. Actualmente la EPA de Suecia considera a la desviación de orina como una opción probable cuando planifica inversiones futuras que hagan frente a la nueva legislación y a las metas ambientales. La desviación de orina ha sido usada también como una

medida para mitigar los problemas de eutrofización a lo largo del borde costero sueco, véase el Cuadro 14. Sin embargo, las instituciones e infraestructura encargadas del agua y del saneamiento, existentes, constituyen un círculo cerrado “*super tanker*” por lo cual tomar otro rumbo, aunque sea pequeño, es una tarea difícil que requerirá recursos y tiempo. La falta de inversiones necesarias para el desarrollo de productos, la carencia de buenas prácticas de ingeniería y organizacionales, así como la existencia de fertilizantes baratos son otras razones para un lento desarrollo.

Tanum – incorporación de la desviación de orina a través de las políticas municipales de trabajo

Hay una serie de ejemplos sobre la incorporación de la desviación de orina a través del establecimiento de políticas a favor de ella, a nivel municipal, tanto dentro, como fuera de la jurisdicción municipal de las aguas residuales. La Municipalidad de Tanum con sus 12.300 habitantes es uno de estos ejemplos, el cual se describe a continuación. Otro ejemplo de ello es la Municipalidad de Norrköping con sus 150.000 habitantes.

Tanum está ubicada en la costa oeste de Suecia. En el verano la población se quintuplica lo cual se traduce en variaciones extremas del flujo de aguas residuales a lo largo del año. Por otro lado, en la Municipalidad de Tanum, muchos habitantes viven en casas unifamiliares en el campo, las cuales están edificadas sobre terreno rocoso, lo que hace difícil y costoso conectar las viviendas a la planta de tratamiento centralizada. Razón por la cual el saneamiento tiene una alta prioridad en la agenda política. Esto, combinado, con la voluntad política de luchar en pro del desarrollo sostenible, ha dado lugar a una nueva política de saneamiento municipal que incentiva el uso de sistemas de desviación de orina tanto secos como de doble descarga.

En la actualidad existen al rededor de 400 – 500 viviendas privadas (con sistemas de desviación de orina tanto secos como de doble descarga), un museo y tres zonas de acampar que han instalado inodoros desviadores de orina. Adicionalmente, el saneamiento seco convencional en los baños externos es común en la municipalidad debido a su naturaleza de paraíso de verano.

Cuadro 14. Gamlebyviken, Västervik

Gamlebyviken es una bahía conectada con el Mar Báltico en el sur este de Suecia que ha tenido grandes problemas con la eutrofización. Después de un inventario, la Municipalidad de Västervik tomó conciencia de la necesidad de aplicar medidas relativas a los sistemas de aguas residuales de las viviendas que rodeaban la bahía, para mejorar la situación. La municipalidad ha trabajado conjuntamente con los habitantes y los agricultores de la zona, y ha incluido grandes esfuerzos de información en el Proyecto Future Gamlebyviken, con una perspectiva de la oferta, salud y medio ambiente.

Con la presentación de criterios de reducción para sistemas de aguas residuales y de posibilidades de reciclaje de nutrientes y de un modelo de subsidios, el proyecto ha dado lugar a un gran número de instalaciones de inodoros con desviación de orina tanto secos como con descarga. De los aproximadamente 1100 sistemas evaluados (de los cuales la mitad fueron clasificados como “malos”), aproximadamente 200 han sido adaptados para el reciclaje mediante la desviación de orina. En el 2004, 80 m³ de orina fueron recolectados y reutilizados por un agricultor.

Durante un período de 5 años la situación ha mejorado notablemente. La Municipalidad ha evaluado el proyecto con encuestas a los habitantes y empresarios, alcanzándose resultados satisfactorios. La mayoría de las viviendas (89%) se encuentran satisfechas con sus inodoros desviadores, de ellos alrededor del 30% han tenido problemas pequeños en el uso. La conciencia ambiental es alta, el 95% de los usuarios considera que su contribución a través de los sistemas desviadores de orina es de importancia para mejorar la situación. El 23% de las viviendas con inodoros de descarga y el 83% de las viviendas con inodoros secos manifiestan que habrían instalado el sistema sin tener los subsidios (lo que corresponde a un 50% de los costos de instalación).

Diseño Técnico del Sistema

Inodoros	WM-ekologen los más comunes, Gustavsberg
Tuberías (interiores)	La municipalidad recomienda tuberías-Ø110 después del sello hidráulico
Tuberías (exteriores)	De igual manera
Tanques	Como mínimo uno de 3 m ³ por vivienda es recomendado por la municipalidad. El municipio exhorta a las viviendas a organizar tanques comunes para varias casas.
Vaciado/uso	La orina es recogida una vez al año por empresarios (bajo contrato) o es vaciada por el propietario de la vivienda.
Almacenamiento - higienización	Almacenamiento en otro tanque por un mínimo de 6 meses.
Otras fracciones de aguas residuales	Las viviendas que poseen saneamiento seco usan la fracción fecal compostada en sus jardines. Las aguas marrón (aguas fecales de descarga) provenientes de los inodoros desviadores con descarga son tratadas convencionalmente.

Organización – uso local y cooperación con los agricultores

Para cubrir la demanda cada vez mayor de inodoros desviadores de orina que siguió a la interdicción de los inodoros de descarga en asentamientos rurales, la municipalidad inició un diálogo con los agricultores locales. Se desarrollaron recomendaciones de manera informal, las cuales en el 2002 se transformaron en una política de saneamiento municipal. Esta política es una de las más innovadoras y orientadas al futuro en Suecia, que existen en la actualidad, pues requiere la desviación de orina y/o el saneamiento seco y que este requisito esté aplicado en los contextos rurales y dentro de la jurisdicción municipal de las aguas residuales. Existen varias zonas desarrolladas recientemente en Tanum donde el tratamiento terciario de aguas residuales convencional es combinado con la desviación de orina.

Roles y responsabilidades

La municipalidad es responsable del vaciado, almacenamiento y uso de la orina en zonas cultivables. Esta ha firmado acuerdos con agricultores y contratantes que han sido aprobados para realizar estas actividades. La política de saneamiento plantea diferentes maneras en que la orina puede ser usada en la agricultura/horticultura:

- En viviendas localizadas dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales, las tuberías y tanques de orina son propiedad de la municipalidad y la municipalidad organiza el recojo de la orina y su uso en tierras cultivables.
- Los propietarios de viviendas fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales pueden organizar el vaciado y uso de la orina mediante un agricultor contratado por la municipalidad o con un agricultor/contratante privado. En el último caso la tarifa se estipula por separado al contrato municipal. Los empresarios/agricultores reportan a la municipalidad sus actividades anualmente.
- Los propietarios de viviendas, tanto dentro como fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales, pueden utilizar la orina en sus propiedades de acuerdo a ciertos requerimientos. Sin embargo, la municipalidad debe dar su aprobación a cada vivienda.

Economía

Las viviendas conectadas al sistema de desviación de orina municipal dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales (donde la municipalidad está a cargo de los tanques, etc.) pagan la misma tarifa, de conexión y usuario, que paga un usuario conectado a la red de alcantarillado convencional. Las viviendas que poseen sus propios tanques de almacenamiento de orina pagan una tarifa reducida de conexión y de usuario. La Municipalidad de Tanum trabaja también con subsidios de piezas para aquellos que instalan inodoros desviadores de orina, pagando la mitad de los costos de inversión que realizan los hogares.

Actividades informativas y monitoreo

La importancia de la comunicación entre los actores clave ha sido reconocida por la Municipalidad para establecer contratos sólidos del uso de la orina. Los agricultores que usan la orina humana y los representantes de la municipalidad se reúnen dos veces al año para intercambiar experiencias y acordar las mejoras.

En la política de saneamiento existen requerimientos específicos de almacenamiento y uso de la orina. También se dispone de información general, disponible para los propietarios de las viviendas y los empresarios/agricultores.

Lecciones aprendidas: Tanum

Uno de los hechos más interesantes sobre Tanum es que la Municipalidad ha puesto en claro su rol y responsabilidades en la problemática del saneamiento y se ha definido como actor principal en el sistema. La Municipalidad de Tanum prevé que diferentes opciones y estrategias pueden ser necesarias para garantizar la recolección y el uso de la orina en la agricultura. Esto da flexibilidad al sistema en el tiempo y abre la posibilidad de soluciones individuales para las viviendas. Por supuesto, esto se fundamenta en un fuerte apoyo político y la hipótesis de que se asignen recursos para la comunicación entre las partes interesadas y para la buena difusión de la información.



Figura 10. Tanum, situada en un entorno rocoso que limita con el mar. Foto: Kjell Holmner.

“Debido a que teníamos ganado, contábamos con los tanques de almacenamiento y la maquinaria para regar la orina. Nuestra vivienda obtuvo una excepción de la recolección municipal de lodos residuales por que podíamos manejarlo en la granja, y nuestros vecinos nos solicitaron recolectar su orina. La zona circundante está compuesta por casas de verano, muchas de ellas con inodoros desviadores de orina, que necesitan recolección. Finalmente recolectamos la orina/aguas negras o lodos de 100 viviendas.”

Actualmente, la orina es diluida con lodos de los tanques sépticos y tanques cerrados. Por lo que el contenido de nutrientes es reducido y muy variable. Si los volúmenes de orina fueran mayores, podríamos tratar por separado la orina y obtener un mejor fertilizante con un contenido mayor y más estable de nutrientes.”

Flemming Arvidsson, Farmer, Grebbestad

Kullön – desviación de orina en una moderna y atractiva zona residencial

Kullön se encuentra ubicado en una isla en la municipalidad de Vaxholm, cerca de Estocolmo. El área residencial reúne 250 viviendas. Los primeros moradores se mudaron durante el año 2000. La zona es particularmente bonita y ha atraído a familias jóvenes, bien educadas, con niños.

Kullön es un area de Vaxholm con intereses ambientales altos. Dentro de lo ambiental, la mayor preocupación se centra en los sistemas de agua y saneamiento. Un aspecto interesante del sistema de saneamiento de Kullön es la combinación de desviación de orina y tratamiento terciario de las fracciones remanentes de las aguas residuales.

Diseño Técnico del Sistema

Inodoros	Gustavsberg o Dubbletten
Tuberías	Tuberías plásticas, tendidas en la misma zanja que las otras tuberías. La orina debe ser bombeada en algunas partes de la zona.
Tanques	La orina es recolectada a nivel condominial. Es posible transportar la orina directamente o vía desbordamiento a la planta de tratamiento de aguas residuales, de ser necesario.
Vaciado/uso	Los tanques serán vaciados por un tanquero por contrato. El primer uso agrícola de la orina recolectada tendrá lugar en la primavera de 2006.
Almacenamiento - higienización	El almacenamiento de la orina será organizado por el agricultor donde será usada la orina.
Otras fracciones de aguas residuales	Las fracciones remanentes de aguas residuales (heces, agua de descarga y aguas grises) son tratadas a nivel terciario en la planta local de tratamiento de aguas residuales.

Organización

Kullön no es interesante únicamente por su tamaño, sino también desde el punto de vista institucional. Al contrario de Tanum la Municipalidad de Vaxholm inicialmente no deseaba involucrarse en el sistema de transporte, almacenamiento y uso de la orina de los hogares. Según la Municipalidad los propios hogares debían resolver el problema contratando un agricultor o un contratista. Esto condujo a que la orina no fuera recolectada entre el 2001 y el 2005 sino descargada en la planta de tratamiento de aguas residuales. Este hecho forzó a la municipalidad a involucrarse en la organización de las etapas del sistema de uso de la orina.

Roles y responsabilidades

La empresa municipal de agua y aguas residuales será la responsable de contratar un agricultor durante el año 2006.

Economía

Para el contexto sueco se ha estimado que el valor monetario de los nutrientes contenidos en la orina corresponde a los costos extra de fertilizar con orina comparados con los de fertilizer con un fertilizante comercial (véase el Capítulo 4 para más detalles). En sistemas a gran escala existen también costos involucrados de almacenamiento y transporte de la orina. En el caso de Kullön estos costos adicionales serán, al menos en un inicio, probablemente cargados a los hogares. Esto significa que los hogares en Kullön deberán pagar más por sus servicios de agua y aguas residuales aunque contribuyen en menores proporciones con la degradación ambiental comparada con los habitantes de otras municipalidades.

Actividades informativas y de monitoreo

Durante el 2004/2005 todos los nuevos habitantes de Kullön fueron entrenados en aspectos ambientales del sistema técnico. Prestándose una atención especial al sistema de saneamiento. Se desarrolló y distribuyó a todas las viviendas un manual detallado de la operación y mantenimiento del sistema de orina.

Lecciones aprendidas: Kullön

El caso de Kullön demuestra que la desviación de orina es muy adecuada para áreas residenciales modernas y atractivas y que es compatible con el tratamiento terciario de las fracciones de las aguas residuales. Este caso también subraya la necesidad imperante, en un área residencial de este tamaño, de establecer claramente una división de responsabilidades entre los actores para lograr la recolección de la orina y su uso agrícola.



“Estuvimos realmente entusiasmados por mudarnos a un área residencial donde se ha hecho mucho esfuerzo por usar tecnologías ambientalmente eficientes, en lo concerniente a saneamiento, residuos sólidos y energía. También vimos que la descarga de nutrientes, entre otros, de nuestro sistema sería menor a la descarga de un sistema de saneamiento convencional. El sistema de saneamiento funciona bien para nosotros, pero la responsabilidad de distribuir los costos entre la municipalidad y la vivienda debería haber estado más clara desde un inicio.” Rolf Svedberg, Asesor Ambiental en la Corte de Apelación y Residentes de Kullön.

“Esperábamos, como promotores, que este proyecto fuera más sencillo de lo que resultó ser. Los mayores problemas han sido aspectos organizacionales y falta de voluntad política a nivel nacional. Una gran cantidad de responsabilidades y costos fueron transferidos a las viviendas. Resultando ser más fácil resolver los retos técnicos.” Ulf Jonsson, Director de Proyecto, de la promotora SMÅA Hus.



Figura 11. Kullön está ubicada en un área ambientalmente sensible cercana al mar Báltico. Foto: Anna Richert Stintzing.

Universeum – museo de ciencia e innovaciones con desviación de orina

Universeum es un centro de ciencia e innovaciones del centro de la ciudad de Gothenburg. Este fue inaugurado en el verano de 2001. Con una afluencia de medio millón de visitantes anual, es el ejemplo demostrativo más grande de desviación pública en Suecia.

Diseño Técnico del Sistema

Inodoros	25 inodoros desviadores de orina con doble descarga – Dubbletten
Tuberías	Tuberías plásticas, tendidas en la misma zanja que las otras tuberías. La orina debe ser bombeada en algunas partes de la zona.
Tanques	Dos tanques subterráneos de 6 m ³ de capacidad conectados en paralelo, esto incrementa la flexibilidad del sistema. Los tanques son llenados desde la base. Si es necesario los tanques pueden ser desconectados y la orina dirigida hacia la red de alcantarillado centralizada.
Vaciado/uso	Los tanques son pequeños, considerando que el volumen anual a ser recolectado sería de 180 m ³ . Esto significa que los tanques deben ser vaciados cerca de 15 veces al año cuando el sistema de recolección esta en funcionamiento.
Almacenamiento - higienización	Área de almacenamiento en terreno municipal, con un volumen total de 600 m ³ , véase más detalles a continuación.
Otras fracciones de aguas residuales	Las fracciones remanentes de aguas residuales (heces, agua de descarga y aguas grises) son tratadas a nivel terciario en la planta local de tratamiento de aguas residuales.

Organización

La ciudad de Gothenburg está actualmente en proceso de implementar un sistema de recolección, almacenamiento y uso de la orina. El sitio de almacenamiento se encuentra edificado en terreno municipal y tiene una capacidad de llenado anual aproximada de 300 m³, mientras tanto otros 300 m³ serán usados como área de almacenamiento de reposo para permitir la higienización de la orina. Los tanques construidos son de tipo inflable (*balloon tanks*). La unidad de almacenamiento y de uso de orina entrarán en funcionamiento en la primavera de 2006. La ciudad de Gothenburg está en proceso de firma de un acuerdo de cinco años con un agricultor para el uso de la orina, la cual reemplazará al fertilizante comercial, en sus actividades agrícolas. El agricultor utilizará la orina en cultivos de pastoreo para su ganado bovino.

Con el sistema de reuso la ciudad de Gothenburg incurrirá en un gasto aproximado de 1.500 € anuales, cifra calculada bajo la premisa de que el agricultor pague por los nutrientes contenidos en la orina menos los costos extra incurridos para la fertilización con orina, en comparación con los costos en que hubiera incurrido si hubiese usado fertilizante mineral. Sin embargo, este gasto es considerado razonable para la ciudad de Gothenburg, tomando en cuenta otros costos equivalentes por el manejo de aguas residuales.

Roles y responsabilidades

El Departamento de Manejo Sostenible de Agua y Aguas Residuales de la ciudad de Gothenburg es el actor principal para establecer el uso de la orina en la agricultura. Este proyecto es visto como un piloto para el futuro desarrollo de los sistemas de saneamiento de la región. La ciudad de Gothenburg tiene un proyecto R&D en paralelo, que se enfoca en el tratamiento de aguas negras con su uso subsiguiente en la agricultura.

Los hogares y/o las instalaciones son responsables de recolectar la orina en tanques, luego de lo cual la municipalidad toma la responsabilidad sobre la orina. Un agricultor contratado es responsable del almacenamiento de la orina, según las recomendaciones actuales, y del uso de la orina como fertilizante.

Economía

La tarifa/tasa de recuperación de costos de los sistemas de desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales no se fija todavía. En general, la idea, es que las instalaciones y los hogares con desviación de orina obtengan una reducción en la tarifa municipal de aguas residuales, ya que la carga de nutrientes en la planta de tratamiento de aguas residuales centralizada y el consumo de agua disminuyen.

Este método funciona muy bien cuando se trata de una vivienda dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales o un conjunto residencial donde todos poseen desviación de orina. Sin embargo, para un caso como Universeum, donde grandes cantidades de agua son usadas en los acuarios y en la selva tropical, etc. es más difícil motivarlos con una pequeña reducción de la tarifa de aguas residuales. Esto, por tanto, no está resuelto todavía. Existe también un costo conectado con el vaciado de los tanques. La ciudad de Gothenburg propondrá probablemente que cada hogar y/o instalación pague por el vaciado de sus tanques de orina. Esta tarifa, sin embargo, será menor, comparada con la de vaciado de los pozos sépticos. La principal razón para colocar una tarifa al servicio de vaciado es motivar a los hogares y/o las instalaciones para que eviten diluir la orina, y cuidar así la intrusión del agua subterránea en los tanques, etc.

“Eficiencia de los recursos y reciclaje son factores clave de un enfoque moderno, y el sistema de desviación de orina por consiguiente es un componente importante del mensaje que desea transmitir el museo Universeum a sus visitantes”. Lasse Forsberg, Asistente encargado de Universeum.



Figura 12. (izquierda) Universeum, uno de los atractivos turísticos más grandes de Gothenburg. (Derecha) Instalando las tuberías en el museo Universeum, Lasse Forsberg.

Lecciones aprendidas: El caso de Universeum

Una lección importante aprendida en el Universeum es la importancia de escoger un modelo de inodoro para uso público cuidadosamente (véase más información en el Apéndice 1) para minimizar la necesidad de mantenimiento y limpieza. El personal técnico de Universeum se vio obligado a reconstruir los inodoros varias veces (por ejemplo ajustando los sifones o cambiando las tazas de los inodoros). El tipo de inodoro desviador instalado en Universeum es uno de los mejores en función del porcentaje de orina separada, lo cual es bueno desde un punto de vista ambiental. Sin embargo, es uno que no permite equivocaciones, ya que el tazón separador de orina debe ser lavado manualmente si hubo una equivocación al defecar. Este no es el caso de otros inodoros desviadores de orina con doble descarga.

Un aspecto importante es la necesidad de contar con información clara y apropiada sobre todo de la

cuestión del reciclaje, para que los visitantes puedan comprender por que la orina es desviada. En Universeum la tasa de errores en el uso del inodoro (heces en la parte desviadora de orina) disminuyó cuando el personal del museo cambió los afiches de información e incluyó “el por que” usar inodoros desviadores de orina y no solamente como funciona del inodoro.

Mediante la instalación de desviación de orina en edificios públicos de este tamaño es posible poner en marcha el uso agrícola de la orina en una municipalidad, generando conciencia pública e interés y al mismo tiempo organizando un sistema sólido de transporte, almacenamiento y uso. Otra lección aprendida relevante es que se necesita tiempo para organizar un sistema de uso agrícola de este tamaño.

Se han producido problemas técnicos a resolver con la infiltración de agua en los tanques, tanto a través de los pozos de revisión, como de la infiltración de aguas subterráneas. Esto ocasiona un llenado mucho más rápido de los tanques y la dilución de la orina, lo que es indeseable para el transporte, almacenamiento y desde la perspectiva del uso como fertilizante. Esto resalta la necesidad de que los tanques subterráneos de almacenamiento de orina sean impermeables.

Como se dijo anteriormente, Universeum está localizado en el centro de la ciudad de Gothenburg. No obstante no ha habido quejas por el olor de la orina durante los dos o tres eventos de vaciado que se han realizado hasta la fecha.

Gebers – Cambiando de inodoros de flujo a inodoros secos con desviación de orina en edificios de dos pisos

El área residencial Gebers se encuentra cerca al lago Drevviken, a unos 15 kilómetros de la ciudad de Estocolmo. Fue edificada en 1936 y usado como hogar de convalecencia, y luego como campo de refugiados. En 1998 fue reconstruida y convertido en un condominio residencial ecológico, alberga aproximadamente a 80 habitantes en 32 apartamentos en edificios de dos pisos. Gebers es único en Suecia por su sistema de saneamiento: un sistema desviador de orina con recolección de heces en seco en edificios de dos pisos.

Diseño Técnico del Sistema

Inodoros	Wost Man Ecology inodoros secos de porcelana en todos los apartamentos
Tuberías	La tubería para la orina tiene una dimensión de Ø50. Tanto las tuberías como los tanques son de polipropileno.
Tanques	Los tres tanques recolectores se encuentran en el sótano.
Vaciado/uso	Los tanques son vaciados desde fuera de las viviendas, por un empresario, 2-3 veces al año. La orina es almacenada en otro lugar luego del vaciado por razones higiénicas y posteriormente usada en la agricultura.
Almacenamiento - higienización	
Otras fracciones de aguas residuales	Las heces son transportadas a gravedad por tuberías “Spiro” con una dimensión de Ø200 y recolectadas en tanques plásticos, de los usados comúnmente para residuos sólidos. Cada contenedor se ubica en una caja metálica a prueba de incendios. Las heces secas pueden ser fácilmente combustibles si alguien, por ejemplo, lanza un fósforo en el excusado. Todas las tuberías son completamente impermeables y no permiten la entrada de aire. Cada vivienda es responsable por el mantenimiento adecuado de su contenedor de heces. Si las heces se humedecen/mojan, por ejemplo por haber orinado en el separador de heces, se añade material secante (aserrín). Los contenedores de plástico son vaciados, por cada vivienda, en una compostera, siendo añadidos en capas conjuntamente con materiales ricos en contenido carbónico. La compostera cuenta con un piso de hormigón impermeable y una cubierta para minimizar la posibilidad de contaminación ambiental y la exposición a la materia fecal. La materia fecal es almacenada por años antes de ser removida y usada como acondicionador de suelo. Las aguas grises son descargadas a la planta municipal de tratamiento de aguas residuales de la zona.

Aspectos del Usuario

Los aspectos del usuario en Gebers han sido analizados cuidadosamente por un proyecto de investigación desarrollado por la Universidad de Linköping. Algunos de los resultados son presentados aquí, y otros en el Capítulo 4. Véase el cuadro de “Material de Lectura” al final de este capítulo para una referencia completa del reporte.

El proyecto de investigación reveló actitudes tanto positivas como negativas entre los usuarios de Gebers hacia el sistema de saneamiento. El bajo consumo de agua es un factor positivo que es mencionado por la mayoría de los encuestados como un factor importante al momento de seleccionar el sistema del inodoro. Uno de los usuarios manifestó: *[...] mi sensación es que cada vez que uso un inodoro convencional, estoy perdiendo algo que podríamos usar como agua para consumo humano en este país... se siente totalmente idiota orinar unos pocos decilitros y luego descargar diez litros de agua para librarse de ellos [...]*. Mientras el sistema de ventilación funcione bien, no se siente olor en el baño, ni siquiera luego de la defecación, esto es percibido como algo positivo. En este asunto el inodoro seco de desviación de orina es mejor que uno de descarga. La ventilación depende de una fuente de poder para su funcionamiento. Por lo cual, si existe un corte de energía consecuentemente se siente mal olor en el inodoro.

El aspecto negativo más importante en el sistema de saneamiento de Gebers parece ser que ocasionalmente los contenedores de heces son lugares de cría de moscos, un problema que podría ser la razón principal del por que algunos residentes de Gebers no están satisfechos con el sistema de saneamiento. Sin embargo, la crianza de moscas es un problema menor hoy en día que al inicio, gracias al establecimiento de algunas prácticas simples. Una de las prácticas más importantes, para prevenir la presencia de moscas y deshacerse de ellas, es el vaciar con mayor frecuencia el contenedor de las heces. Uno de los residentes dice: *[...] cuando usted mira una mancha pequeña, pequeña, pequeña de moscas... entonces usted sabe que allí abajo existe un criadero y que es tiempo de bajar y remover el saco, y tal vez tenga que hacerlo a menudo... [...]*. Otra medida que puede ser tomada es mantener las heces secas añadiendo cenizas o una mezcla de cal/cenizas u otro agente secante. Se han utilizado también repelentes de insectos.

Otro problema es la limpieza del inodoro. Aunque todos los excusados deben ser limpiados, parece que para los residentes de Gebers es más complicado limpiar sus inodoros secos que uno de descarga, esto debido a la necesidad de evitar el uso excesivo de agua en el contenedor fecal y aún así llegar a obtener un separador de heces totalmente limpio. Uno de los residentes dice: *[...] con un inodoro común puede cepillar el excusado hacia abajo en el agua que está allí... pero aquí de alguna manera es mucho más complicado como... tenemos la ducha junto, de manera que se pueda mojar el cepillo y luego con el cepillar el inodoro y tratar de que quede limpio para luego tratar de limpiarlo (al cepillo; observación del autor) y lavarlo... eso es aún más difícil [...]*



Figura 13. Gebers, antes un hogar de convalecencia, ahora un moderno conjunto de apartamentos cercano al lago Drevviken. Foto: Mats Johansson.



Figura 14. (izquierda) El sistema de saneamiento es único: un sistema de desviación de orina con recolección de las heces secas en un edificio de dos pisos. Foto: Mats Johansson.

Figura 15. (derecha) Las heces son compostadas en un contenedor cerrado conjuntamente con hierba y hojas. Foto: Ebba af Petersens.

Lecciones aprendidas: Gebers

La experiencia de Gebers demuestra que es posible contar con inodoros secos con desviación de orina (esto es recolección de heces) en viviendas de dos pisos de alto nivel. Además, demuestra que es posible adaptar inodoros con alcantarillado a un sistema de saneamiento seco. También muestra que cuando existe una motivación alta entre los moradores, el manejo de la fracción fecal puede ser realizado localmente, aunque este manejo puede ser mejorado en Gebers.

Ekländaskolan en Mölndal – una de tantas escuelas en Suecia con desviación de orina

Desde mediados de los noventa algunas escuelas en Suecia han sido construidas con sistemas de desviación de orina, a menudo como resultado de decisiones políticas. En esta escuela, las intervenciones en saneamiento fueron un elemento del cambio ecológico, incluyéndose otros componentes como la energía. Ekländaskolan en Mölndal fue construida en 1999 por la iniciativa de políticos locales y funcionarios municipales. La escuela pertenece a la Municipalidad de Mölndal y recibe aproximadamente a 450 estudiantes de 6-15 años de edad. La escuela fue financiada con fondos municipales.

En Ekländaskolan está instalado un sistema de desviación de orina con descarga combinado con un sistema separado para las heces (llamado Aquatron).

Diseño Técnico del Sistema

Inodoros	65 inodoros Dubbletten descargados con agua a gravedad y recolectados en tanques con una capacidad de 50 m ³
Vaciado/uso	Los tanques son vaciados una vez al año por un granjero luego del almacenamiento in-situ. La Municipalidad es responsable del transporte de la orina al área cultivable donde será usada.
Otras fracciones de aguas residuales	Las heces son separadas del flujo principal de agua mediante un separador y recolectadas en un tanque separado en el sótano. Las heces recolectadas son almacenadas en el tanque por un mínimo de 9 meses y luego usadas como fertilizante por la gente en el vecindario. El agua separada de las heces por el sistema Aquatron es tratada localmente en conjunto con las aguas grises en humedales.
Mantenimiento	El manejo diario del sistema lo realiza el conserje. El conserje aplica ácido cítrico, agua hirviendo y limpiadores de tuberías una vez al año en todos los excusados para prevenir taponamientos.

Figura 16. Inodoro Dubletten en Ekländaskolan.
Foto: Karin Emilsson.



Lecciones aprendidas: Ekländaskolan

La información oral sobre el sistema a los usuarios, en este caso estudiantes y personal, es muy importante para reducir la cantidad de heces y papel depositada erróneamente, etc. Es importante, desde el inicio del proceso, informar y motivar a los operadores, especialmente a los conserjes y personal de limpieza quien operará el sistema. La necesidad de información sobre roles y responsabilidades bien definidas nunca puede ser demasiada en una escuela o en otro ambiente público.

Material de lectura:

- Degaardt, S. 2004. *Human Urine to Fields and Green Areas – Market Potential and Implementation Issues in the Gothenburg Area*. Tesis de Maestría (2004:04), Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia, Uppsala, Suecia (en sueco con un resumen en inglés).
- Krantz, H. 2005. *Matter that Matters – A study of household routines in a process of changing water and sanitation arrangements*. Disertación – Estudios en Artes y Ciencias - Linköping, # 316, Universidad de Linköping, Suecia. www.ep.liu.se/diss/arts_science/2005/316/digest.pdf
- *Water and sanitation policy for Tanum municipality* disponible en inglés en www.tanum.se/vanstermenykommun/miljo/toaletterochavlopp/waterandsanitationpolicy.4.8fc7a7104a93e5f2e8000636.html
- Para descargar el archivo pdf de Gebers en inglés, ir a www.ccb.se (www.gebers.se, www.ekbo.se en sueco).

Capítulo 4: Desviación de Orina - Del Inodoro al Campo

De todos los componentes técnicos de un sistema de desviación de orina, es solamente el inodoro desviador de orina una nueva pieza dentro del escenario de la ingeniería. Todos los otros componentes técnicos (tuberías, tanques, bombas, camiones, equipo de aplicación, etc.) usados en los sistemas de desviación de orina se han utilizado durante mucho tiempo en la construcción aunque no previamente para la desviación de orina. En conclusión las mismas reglas básicas de planificación/ingeniería de cualquier sistema de saneamiento se aplican a los sistemas de desviación de orina (i) es primordial una ingeniería adecuada, (ii) es indispensable contar con personal competente de O&M y (iii) es necesario brindar una buena información a los usuarios para asegurar el manejo adecuado del sistema.

Se presenta a continuación una descripción de las recomendaciones de los sistemas de desviación de orina, del inodoro al campo. Las recomendaciones se fundamentan en experiencias prácticas de instalaciones en viviendas unifamiliares y edificios de apartamentos de varios pisos y se complementan con experiencias internacionales así como investigación dentro de esta área. Las recomendaciones técnicas serán desarrolladas más adelante en el Apéndice 2.

4.1 INODOROS DESVIADORES DE ORINA Y URINARIOS SUECOS

Existen tres tipos diferentes de sistemas/inodoros desviadores de orina en uso en Suecia: inodoros desviadores de orina con agua, inodoros secos desviadores de orina y baños externos con un dispositivo de desviación de orina. En el mercado se encuentra un sinnúmero de modelos de inodoros desviadores de orina, desde inodoros con doble descarga de agua hechos de porcelana para viviendas permanentes hasta inodoros para casas de verano de plástico, véase figuras 2, 5, 7, 8, 14 y 17.

En los inodoros con descarga de agua, los dos tazones son descargados con agua, mientras que en los inodoros secos, las heces y el papel son recolectados secos en un contenedor bajo el inodoro. Algunos inodoros secos con desviación de orina poseen un sistema de descarga para la parte de la orina, mientras que otros son descargados con una taza de agua si es necesario. Los baños externos con dispositivos de desviación de orina representan la manera más simple de lograr la desviación de orina y también, con mucho, la más común en Suecia, véase las figuras 17 y 18. El dispositivo consiste en un embudo que está localizado en la parte delantera del agujero. Las heces y el papel son recolectados en el pozo de la letrina como en un baño externo seco común, mientras que la fracción de la orina es recolectada al frente y llevada a un contenedor/garrafa de recolección.



Figura 17. (izquierda) Urinario Uridan disponible en el Mercado sueco

Figura 18. (derecha) Dispositivo de desviación de orina para baños externos. Gráfico de Palmcrantz and Co.

Urinarios, que son un complemento¹² común de los inodoros convencionales en establecimientos públicos en Suecia, constituyen también un buen complemento a los inodoros desviadores de orina. Los urinarios poseen una alta aceptación entre los usuarios. Pueden ser de descarga o sin descarga (secos). Al usar urinarios como un complemento de los inodoros desviadores de orina, la cantidad de orina que termina finalmente en el compartimiento fecal disminuye, mientras que la cantidad total de orina recolectada aumenta, especialmente en establecimientos públicos. Los urinarios para mujeres existen, pero no han llegado aún al mercado sueco.

Cuadro 15. Opiniones de algunos inventores de inodoros desviadores de orina



Mats Wolgast – Inventor del WM Classic, un inodoro desviador de orina con recolección seca de heces

¿Cómo tuvo la idea de desarrollar un inodoro desviador de orina?

- En el desarrollo de los inodoros de compostaje se planteaba la pregunta del contenido de nutrientes en la orina comparado con las heces. Adicionalmente, los inodoros de compostaje tenían problemas con los olores del amoníaco y trabajamos mucho precipitando el amoníaco con ácido fosfórico, ácido fórmico, ácido acético, etc. Sin embargo, cuando me di cuenta de la cantidad de nutrientes contenidos en la orina (los nutrientes que encontramos en un año de producción de excreta, básicamente orina, pueden fertilizar el área necesaria para cubrir las necesidades alimenticias de una persona durante un año) empecé a desarrollar un inodoro desviador de orina.

¿Cuáles fueron sus motivaciones principales?

- Los aspectos ambientales fueron los principales impulsores, pero el hecho de tener una fracción seca inodora de heces fue también importante.

Describe el proceso desde la idea hasta el desarrollo del producto.

- El tiempo transcurrido desde la idea inicial hasta obtener el prototipo fue alrededor de un año. No tuvimos ningún apoyo financiero o de capacidad en nuestro desarrollo. Por otro lado tenemos la sensación de que no encontramos ninguna derrota a lo largo del camino, de cualquier manera. No tenemos ninguna patente de nuestro producto. La compañía que produce el inodoro es Wostman Ecology.

¹² Complementos populares por facilitar la limpieza, por ejemplo.



Lennart Lindvall, Gustavsberg – Diseñador de Nordic 393U, un inodoro de desviación de orina de doble descarga

¿Cómo tuvo la idea de desarrollar un inodoro desviador de orina?

- A través de una cooperación entre Gustavsberg y la compañía consultora Verna y hasta cierto punto con Mia Torpe, Directora del Departamento de Medio Ambiente de HSB (una organización cooperativa de vivienda). El primer inodoro desviador de orina Gustavsberg fue instalado en

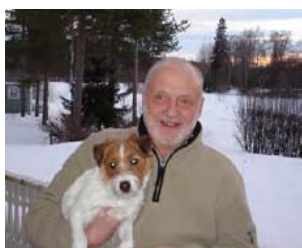
Bommersvik, un centro de conferencias.

¿Cuáles fueron sus motivaciones principales?

- Las ventajas ambientales eran obvias y Gustavsberg deseaba estar a la cabeza y comprobar el desarrollo del mercado. El inodoro desviador de orina Gustavsberg está diseñado para garantizar una higiene óptima más que una desviación óptima en la fuente. Una manera de incrementar la fracción de orina recolectada es usar urinarios. Gustavsberg ha desarrollado un urinario sin descarga con un sello de aceite.

Describe el proceso desde la idea hasta el desarrollo del producto.

- Medio año transcurrió entre la idea y el prototipo. No tuvimos ningún apoyo financiero. No tenemos una patente. Una producción eficaz es un retro para la fabricación de un producto en pequeños volúmenes. Retrasa la fabricación de otros productos.



Holger Isaksson – Inventor del dispositivo desviador de orina para saneamiento seco, Dass-Isak

¿Cómo tuvo la idea de desarrollar un inodoro desviador de orina?

- He tenido la idea de reducir olores y disminuir la cantidad de lodos fecales a ser manipulados a través de la desviación de orina mediante la fijación de un embudo en el ducto del baño exterior, desde que era un adolescente. Sin embargo, fue hasta más tarde que desarrollé el primer prototipo, el desarrollo fue causado por un

accidente en mi casa de campo. Como muchas casas de campo en Suecia, la mía estaba equipada con un baño exterior, donde los lodos fecales eran recogidos en un contenedor de cartón forrado con una bolsa de letrina. La municipalidad usualmente ofrece el servicio de recolección pero el lugar por donde el camión pasaba junto a mi casa de verano estaba distante del baño exterior. Por lo que el contenedor necesitaba ser transportado a cierta distancia cada vez que iba a ser vaciado. En una de esas ocasiones, la funda de la letrina se rompió y lo mismo sucedió con el contenedor, y su contenido se derramó sobre mis botas. Inmediatamente después de esto produje el primer prototipo de un embudo para desviar la orina. Primero experimenté con acero inoxidable, y luego de eso lo hice de polietileno.

¿Cuáles fueron sus motivaciones principales?

- Los factores impulsores más fuertes fueron reducir los olores y permitir un vaciado más sencillo del contenedor de lodos fecales. Otro factor impulsor, de importancia menos inmediata comparado con los otros, fue reducir la necesidad de transporte y a la vez disminuir el impacto ambiental.

Describe el proceso desde la idea hasta el desarrollo del producto.

Un año y dos meses transcurrieron entre la idea y el primer prototipo. Obtuve el financiamiento de tres diferentes fuentes para desarrollar la primera herramienta para el moldeo por inyección. Las contrapartes financieras fueron Almi*, el ejecutivo de comercio e industria de la municipalidad de Haparanda y la compañía de plásticos que luego produjo el dispositivo desviador de orina. El producto no está patentado, pero su diseño está registrado, y es producido por Örnplast desde el 2004. Los desafíos afrontados fueron: primero la producción de la primera herramienta para el moldeo por inyección y luego reafirmarme a mi mismo en el mercado como microempresario. Los costos de mercado son relativamente altos para una compañía pequeña.

*: El grupo ALMI fue fundado en 1994 y consiste de una empresa principal, propiedad del gobierno, y 21 oficinas ALMI regionales. La misión de ALMI es estimular el crecimiento y desarrollo de pequeñas y medianas compañías e innovadores. ALMI ofrece financiamiento y asesoría en el desarrollo de negocios.

Pueden ocurrir obstrucciones en las tuberías de los inodoros desviadores de orina y en los urinarios. Como destaparlas es bastante sencillo y se describe en el Apéndice 2.

4.2 TUBERÍAS Y TANQUES

Ni tanques ni tuberías deben ser metálicos por la naturaleza corrosiva de la orina. Las piezas de metal deben evitarse en todo el sistema. El tamaño de las tuberías depende del inodoro seleccionado y del tipo de sistema, véase el Apéndice 2 para más información.

Los tanques enterrados en el suelo y sus conexiones deben ser completamente impermeables al agua circundante y se debe prestar atención a la fuerza de empuje de las aguas subterráneas donde el nivel freático es alto. Considere la posibilidad de usar un pozo con bombeo o un tanque elevado de la superficie o sobre la tierra. La figura 19 muestra un tanque de recolección de orina bien asegurado en Kullön en Suecia, durante la fase constructiva. En el Apéndice 2 se describe más sobre la dimensión del tanque y otra información relevante.



Figura 19. Esta fotografía muestra los tanques de orina de Kullön durante el proceso constructivo. Los tanques estarán cubiertos con suelo. Foto: Mats Johansson.

Cuadro 16. Otras fracciones de las aguas residuales de los sistemas de desviación de orina

El principal objeto de esta publicación es la orina de los sistemas de desviación de orina. Sin embargo, ya que otros efluentes de aguas residuales diferentes a la orina son generados por los sistemas de desviación de orina ellos ameritan algo más de atención.

Heces

La fracción fecal constituye, debido a su alto contenido de patógenos, el riesgo higiénico principal de los sistemas de desviación de orina. Este aspecto debe ser considerado cuando se diseña/planifica un sistema de saneamiento, especialmente si las heces serán usadas como fertilizante. En este caso es altamente recomendado proveer una higienización segura a través de un tratamiento secundario a las heces, de modo que se alcance una calidad microbiana aceptable. Para evitar mal olor y la presencia de moscas es importante asegurar que el contenedor de recolección de las heces esté adecuadamente ventilado y mantener la superficie fecal seca mediante la adición de una taza de cenizas/cal/suelo/materia orgánica luego de cada defecación. Adicionalmente, la ceniza y la cal tienen un efecto adicional desinfectante ya que con el incremento de pH mueren los patógenos y esto podría ser visto como un tratamiento primario de las heces.

Las opciones para el tratamiento secundario de las heces incluyen el compostaje, la incineración, el tratamiento con urea y el almacenamiento caliente. Para mayor información ver la publicación *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater – Volume 4 – Excreta and Greywater use in Agriculture*.

La aplicación de procesos de manipulación seguros es muy importante para el manejo de los riesgos para la salud. Los factores de riesgo en la manipulación de la fracción fecal seca incluyen:

- Vaciado del inodoro/cámara:
 - Si están disponibles, use guantes, etc. por protección personal.

- Cuando termine: lavarse las manos, limpiar las superficies externas de la cámara y las herramientas usadas o use equipo especial para ser usado únicamente con material no higienizado.
- Transporte y manipulación antes de la higienización:
 - Si están disponibles, use guantes, etc. por protección personal.
 - Cuando termine: lavarse las manos, limpiar las superficies externas del equipo usado.
- Recontaminación después de la higienización:
 - Las bacterias pueden reproducirse después de la higienización, mientras que los protozoarios, virus, etc. no pueden.
 - Se deberá usar herramientas y equipo bien limpos para manipular el producto higienizado.

Aguas grises

Las aguas grises se originan en la lavandería, cocina y duchas. Su cantidad varía, en un contexto internacional entre 20-200 L por persona por día dependiendo de los hábitos y disponibilidad del agua. Las aguas grises contienen generalmente una baja cantidad de patógenos (dependiendo por ejemplo de los hábitos de lavado, si los pañales son lavados las aguas grises podrán contener altos niveles de patógenos), y también relativamente bajos niveles de fósforo y nitrógeno, mientras que el contenido de materia orgánica puede ser bastante alto. Para evitar olores putrefactos, anegamiento, y otros problemas las aguas grises necesitan ser tratadas. En contextos rurales el tratamiento puede ser fácilmente organizado, por ejemplo, usando filtros compactos, *mulch beds*, o similares. En áreas densas periurbanas o urbanas se podrían planear unidades semicentralizadas para el tratamiento de aguas grises. Para mayor información sobre aguas grises véase el cuadro de “material de lectura” al final del capítulo.

En los sistemas de desviación de orina con doble descarga las aguas residuales serán mezcladas, generalmente, con las aguas de descarga de la fracción fecal y por consiguiente deberán ser tratadas. Con la suma de esta fracción los mismos métodos aplicables para las aguas grises (véase arriba), se podrían usar, pero con la mezcla se necesitará un nivel mayor de tratamiento para garantizar que el efluente alcance un alto grado higiénico.

Aguas pluviales

La planificación urbana incluye también el manejo de las aguas pluviales. Pisos y cunetas, drenajes, superficies filtrantes, dispositivos de infiltración y lagunas son ejemplos de las opciones para el manejo de las aguas pluviales disponibles.

4.3 HIGIENIZACIÓN DE LA ORINA

Aunque desde el punto de vista higiénico la orina es un fertilizante “seguro” la preocupación sobre el riesgo de transmisión de enfermedades durante la manipulación o aplicación de la orina humana ha crecido, investigándose este tema. La orina por si misma no es un medio común de transmisión de enfermedades, y esto se aplica a varios contextos alrededor del mundo. Existirían riesgos si las heces, que probablemente contienen patógenos, contaminan la orina al ser depositadas erróneamente en la parte desviadora de la orina. De ocurrir esto, el número de patógenos puede ser reducido mediante el almacenamiento de la orina. Un pH elevado (alrededor de 9), el contenido de amoníaco y la temperatura afectarán el decrecimiento de los patógenos. Las recomendaciones para el uso de la orina en sistemas de gran escala se basan en combinaciones de almacenamiento y restricciones en la aplicación¹³, a nivel de hogar es considerado aceptable aplicar la orina sin almacenamiento previo, siempre y cuando transcurra un mes entre la fertilización y la cosecha de los cultivos que serán consumidos crudos. Estas recomendaciones, desarrolladas por el Instituto Sueco de Control de Enfermedades Infecciosas, están a punto de ser adoptadas por la OMS (véase el Apéndice 3) y de ser vinculadas jurídicamente por la EPA de Suecia (véase Apéndice 4).

En términos de salud e higiene es importante recordar que la fracción fecal es la de mayor preocupación. Se deben tomar precauciones al manipular las heces (o aguas negras) y si ellas serán usadas como fertilizante, requieren un tratamiento adecuado, debiéndose evitar su aplicación a cultivos que serán consumidos crudos.

¹³ (Höglund 2001; EPA de Suecia 2002; Schönning y Stenström 2004)

4.4 ALMACENAMIENTO Y USO DE LA ORINA

El reuso de la orina en Suecia actualmente es desarrollado tanto a pequeña escala, en el hogar y en huertas/jardines de parcelas como en la agricultura, donde es colocada con equipos agrícolas normalmente usados para la aplicación de mezclas. Los dos casos se presentan a continuación. La fertilización con orina se lleva a cabo durante la primera parte de la etapa de crecimiento, la cual va de abril-mayo a septiembre-octubre en Suecia. Esto significa que en un sistema de inodoros desviadores de orina la orina recolectada durante el invierno debe ser almacenada hasta la etapa de crecimiento. Entre 1996 y el 2000 se desarrolló un proyecto para investigar el uso de la orina como fertilizante en la agricultura. Extensos ensayos de campo fueron realizados y los resultados se reportan en Johansson et al, 2000. Los resultados muestran que la orina puede reemplazar a los fertilizantes de nitrógeno mineral en la producción de cereales sembrados en primavera. Se mostró además que las pérdidas de amoníaco al aplicar la orina fueron pequeñas, usualmente alrededor de un 5% y que no superaron nunca el 10% del contenido de nitrógeno.

Jardines/Huertas familiares

Almacenamiento

Según recomendaciones suecas, la orina no necesita ser almacenada por razones de higiene cuando va a ser usada en jardines/huertas en el hogar en el que es recolectada. Sin embargo, como se mencionó arriba, el ciclo de cultivo es corto por lo que la orina recolectada fuera de este periodo debe ser almacenada. En las casas de campo bidones pueden ser suficientes, pero en viviendas definitivas es necesario proveer tanques grandes para el almacenamiento. Se debe tomar en cuenta la facilidad de vaciado de los tanques, haciéndola lo más sencilla posible, usando por ejemplo bombas manuales, figura 20.



Figura 20. Bombeo manual de la orina de la cisterna para su uso en el jardín. Photo: Mats Johansson.

Uso

La conciencia entre los jardineros del hogar y en especial de las parcelas sobre las ventajas de la orina como fertilizante está despertando. Esto ha resultado en que personas que no poseen inodoros desviadores de orina instalados en sus hogares están usando orina recolectada en botellones plásticos para fertilizar sus flores, etc. La Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia ha llevado a cabo varios proyectos de investigación, uno de ellos fue fertilización de puerros. Las asociaciones de jardinería han elaborado hojas técnicas sobre el uso de la orina en los jardines de los hogares y los diarios de Suecia han cubierto el uso de la orina como fertilizante. Esto podría resultar en una desmitificación del uso de la orina como fertilizante lo cual podría apoyar el desarrollo de los sistemas de desviación de orina.

Desde la perspectiva jurídica, el uso de la orina en el hogar es permitido, sin embargo la autoridad ambiental puede poner condiciones a este uso, por ejemplo al tamaño del área “productiva” del jardín disponible para fertilizar con orina. Esto es para garantizar que el uso de la orina no ponga en peligro principios preventivos establecidos en el Código Ambiental, que podría aplicarse si demasiada orina es usada en una superficie muy pequeña. No obstante, se ha observado un enfoque demasiado conservador de las Municipalidades suecas con respecto a esto, cuando el uso de la orina en áreas cultivadas es una mejora ambiental significativa comparada con los pozos de infiltración o demás sistemas de infiltración. Véase el Cuadro 17 para un ejemplo de cálculo que muestra la superficie necesaria, para maximizar el uso de nutrientes de la orina.

La orina utilizada como fertilizante no necesita ser diluida, pero algunos jardineros la diluyen antes de aplicarla a pesar de que esto incrementa la necesidad de manipulación. Usualmente la aplicación de orina sin diluir seguida de irrigación es más sencilla y genera menos olor. En menor escala la orina es aplicada usando una regadera. Se debe evitar el uso de equipo con componentes metálicos, y si es realizado, el equipo deberá ser lavado cuidadosamente luego de su uso ya que la orina es muy corrosiva.

La orina es un gran fertilizante para cultivos que demandan nitrógeno, pero la mayoría de cultivos de jardín responden favorablemente a la orina como fertilizante. La orina ha sido utilizada con buenos resultados en césped, rosas, arbustos de bayas y hortalizas así como en flores anuales y perennes. Se recomienda un mes de espera entre la última aplicación de la orina y la cosecha de cultivos de consumo crudo, por razones de seguridad.

Cuadro 17. Cálculo del área “productiva” necesaria, en el jardín, para maximizar el uso de nutrientes de la orina.

El área productiva necesaria (por ejemplo para césped, camas de flores, hortalizas de jardín, árboles) por persona para el uso de la orina en el hogar depende de tres cosas:

- La demanda de nitrógeno del área productiva.
- La concentración de nitrógeno en la orina recolectada.
- Cuántas cosechas son realizadas por año (en Suecia tenemos únicamente una cosecha anual, mientras que en otros climas se pueden realizar tres cosechas).

Reglas para estimaciones generales son útiles para obtener números aproximados, si la información exacta de los factores de arriba es desconocida. La demanda de nitrógeno para hortalizas, césped, etc. varía entre 100-200 Kg/ha, dependiendo del tipo de cultivo y del rendimiento. La concentración de nitrógeno en la orina depende de la dieta alimenticia. La orina sin diluir contendrá, usualmente, entre 3-7 g N/l. Una persona excreta alrededor de 550 l de orina por año, dependiendo de la cantidad de líquidos que ingiera, y del clima, etc. Por ende la cantidad excretada de nitrógeno por persona al año estará entre 1,65 Kg – 3,85 Kg, usando los valores de arriba. Si la demanda de nitrógeno de un cultivo/césped, etc. es de 100 Kg/ha y la concentración de N en la orina es de 7 g/l the orina, una persona podría fertilizar 385 m² (1,5 l de orina por m²), si tan sólo se cosecha un cultivo al año. Si existe una restricción de terreno, por lo general es posible aumentar la fertilización hasta tres y cuatro veces (usándose así hasta 6 l por m²) sin causar ningún efecto negativo a los cultivos o al medio ambiente.

Ejemplo de cálculo:

Una familia de 5 miembros posee una parcela de 300 m² en la cual desean aplicar la orina que ellos recogen de su inodoro desviador de orina. La familia vive en un clima que permite realizar dos cultivos anuales. Si asumimos, que pueden aplicar 6 l por m² por ciclo de cultivo, ¿cuántos m² necesitarán para usar su orina en su jardín?

Respuesta:

Ya que habitan en un área donde dos cultivos pueden ser realizados anualmente y 6 l/m² pueden ser usados por ciclo de cultivo esto significa que anualmente se aplicarán 12 l/m². Cada persona excreta alrededor de 550 l (asumiendo que se haya orinado siempre en el hogar, usándose siempre el inodoro para ello, lo cual generalmente no se da), resultando en que una familia de cinco excretaría 2.750 l de orina al año. Esto fertilizaría 229 m² ya que cada m² recibiría 12 l al año. Por consiguiente el área de la parcela podría ser usada productivamente para el uso de la orina recolectada. En casos en los cuales el tamaño de la parcela sea muy pequeño para usar la orina productivamente, se debe buscar otras formas de disponer la orina (por ejemplo, podría ser como suplemento de N en compostaje) o construir un sistema de recolección de orina.

Olor

El olor al momento de aplicar la orina en el jardín del hogar, podría ser un problema. La experiencia muestra que si se aplica la orina lo más cerca posible o directamente en el suelo y se riega inmediatamente existe poco olor. La orina está siendo aplicada actualmente en áreas residenciales densamente pobladas sin quejas de los vecinos. Sin embargo, la manipulación de la orina es naturalmente una actividad que produce mal olor, y así procedimientos sabios que reducen al mínimo la exposición del aire, por ejemplo usar contenedores cerrados, aplicarla cerca del suelo e irrigar inmediatamente, son altamente recomendados.

Cuadro 18. Jardín demostrativo Municipal en Nacka

Los jardines e invernaderos municipales en Nacka en las afueras de Estocolmo muestran el uso de la orina como fertilizante en el jardín. La orina es recolectada de los inodoros del personal y es almacenada en dos tanques de 1 m³ cada uno. La orina es aplicada con una manguera que puede ser conectada a un grifo de agua, facilitando el lavado posterior de la manguera y el riego de los cultivos. Un pequeño ensayo ha sido puesto en marcha y las experiencias después de dos años de fertilizar con orina son que la orina puede ser comparada con el uso de gallinaza y composta. El jardín recibe un gran número de visitantes tanto del distrito municipal como fuera de él, por lo cual la difusión es muy buena.

Eva trabaja en los jardines municipales en Nyckelviken, Nacka. La orina es aplicada varias veces durante la estación de verano. Foto: Anna Richert Stintzing.



Producción agrícola a gran escala

Almacenamiento

Cuando la orina de varias viviendas es recolectada debe permanecer almacenada un tiempo determinado para minimizar el riesgo de transmisión de enfermedades.

Para cantidades pequeñas de orina se pueden usar varios bidones o un tanque plástico de 1 m³ de capacidad. Esta es una solución flexible, ya que los contenedores pueden ser fácilmente movidos y por ende el uso en parques municipales y jardines es sencillo. Adicionalmente, los gastos de inversión son bajos.

Para cantidades grandes de orina se recomiendan tanques de almacenamiento permanentes. Se pueden encontrar en el mercado tanques de cemento o plástico. Aspectos importantes a considerar son el lugar donde se realizará el almacenamiento y la propiedad. En casos en los cuales el agricultor provee el almacenamiento, la orina será almacenada cerca del área de cultivo donde será aplicada. Se deberá realizar los contratos adecuados, definiendo el período de almacenamiento, el control de calidad, etc. Otra alternativa es realizar el almacenamiento en área municipal, por ejemplo donde el departamento de parques esté a cargo.

Lugares de almacenamiento adecuados para la orina pueden ser encontrados en granjas que han tenido una vez Ganado. Los tanques vacíos de los lodos pueden constituir un lugar de almacenamiento, para la orina, eficiente en términos de costo. Sin embargo, la exposición al aire debe ser minimizada por lo que se deberá cubrir los contenedores. Los contenedores existentes pueden necesitar modificaciones.

Uso

El uso de la orina como fertilizante en la agricultura no ha tenido ningún problema¹⁴ práctico, principalmente debido a que el uso de orina animal en la agricultura es una práctica común. Existe equipo mecanizado para la aplicación de la orina, por lo que las rutinas agrícolas no necesitan ser cambiadas sustancialmente. Los aspectos principales que los agricultores suecos han debido afrontar son el almacenamiento para la orina así como el control de calidad, la certificación y además la aceptación de los compradores de los cereales, Cuadro 19.

La orina es un fertilizante adecuado para la agricultura con niveles de N, P y K que están de acuerdo a las necesidades de los cultivos de cereales. Los nutrientes de la orina son mejor utilizados cuando la orina es aplicada a cultivos de cereales en la primavera, o como fertilizante complementario cuando el cultivo tiene 15-30 cm de altitud. Los agricultores que usan orina en Suecia la aplican en cultivos de primavera a verano o de invierno, o en praderas.

En la agricultura de gran escala, existe la necesidad de contar con volúmenes suficientes de orina para que el agricultor considere usarla como fertilizante. Una hectárea de cereales es generalmente fertilizada con aproximadamente 100 Kg de N por año. Esto significa que la orina de por lo menos 125 personas es necesaria para abastecer una hectárea con fertilizante de nitrógeno, si la orina es recolectada. Por lo que el uso agrícola de la orina requiere de la introducción de la desviación de orina a gran escala.

La orina es aplicada utilizando equipo mecanizado convencional para la aplicación de estiércol líquido, Figura 21. Si la orina es aplicada al suelo libre, esta debería ser incorporada mediante el arado tan pronto sea posible para evitar pérdidas de amoníaco. Si el agricultor no tiene acceso al equipo, puede ser rentado fácilmente y frecuentemente los agricultores se agrupan para utilizar un equipo en varias granjas. En este caso es importante lavar el aplicador entre uno y otro fertilizante para evitar la contaminación.

¹⁴ En comparación con la aplicación de abonos minerales el uso agrícola de la orina, así como el de purines de los animales, tiene algunas desventajas como por ejemplo el riesgo de compactación del suelo. Este riesgo puede ser atenuado mediante la aplicación de la orina cuando el suelo tiene un bajo contenido de humedad o usando equipo de aplicación diseñado especialmente para esto. Exige más tiempo.



Figura 21. Aplicación de orina a gran escala utilizando equipo mecanizado. Foto: Mats Johansson.

Puesto que la orina es rica en amoníaco, el nitrógeno puede ser perdido en forma de amoníaco, si la orina no es manipulada apropiadamente. Una manipulación apropiada incluye el almacenamiento de la orina en contenedores cubiertos y la selección de tecnologías de aplicación que minimicen el riesgo de pérdidas de amoníaco. Se pueden usar mangueras de arrastre o una aplicación más amplia seguida del arado de la tierra. Nuevas tecnologías están siendo desarrolladas para la aplicación de estiércoles líquidos, donde el fertilizante es inyectado directamente en el suelo.

Olores

No ha habido problemas de olores cuando la orina es usada como fertilizante en la agricultura. La orina huele pero lo mismo sucede con la mayoría de fertilizantes orgánicos. Durante la aplicación un olor muy fuerte puede ser percibido pero este no es más ofensivo que el de los purines, y después de un período de tiempo corto luego de la aplicación, no se nota ningún olor. Se ha aplicado orina en campos cercanos a Estocolmo, en un área recreativa y no se han recibido quejas de los vecinos.

Cuadro 19. Control de calidad y certificación

El agricultor estará interesado en usar orina como fertilizante si las posibilidades de comercialización del producto no son perjudicadas. Este podría ser el caso si los compradores colocan restricciones para el uso de la excreta humana en cultivos. Desarrollos recientes han visto evolucionar sistemas de control de calidad para la producción de cultivos y esto puede ser aplicable a los fertilizantes. Existe actualmente un sistema de certificación para residuos orgánicos domésticos compostados, permitiendo su uso en la agricultura. Un procedimiento similar para la orina podría simplificar su uso en la agricultura en Suecia.

El rol de las municipalidades en el control de calidad y certificación de la orina no ha sido bien explorado en Suecia hasta ahora, sin embargo un número cada vez mayor de municipalidades ha visto la necesidad y se está concienciando sobre sus responsabilidades.

Transporte

Aspectos importantes a ser considerados cuando se planifica el transporte de la orina son: la selección del empresario, la higiene y la documentación. En lo que concierne a los empresarios, las municipalidades suecas usualmente tienen una o más compañías que son contratadas para transportar las fracciones de basura generadas dentro de la municipalidad. Otra alternativa interesante es contactar al agricultor que usará la orina para los servicios de transporte. De esta manera el agricultor puede tener otra fuente de ingresos por la manipulación de la orina. El aspecto de higiene debe ser considerado. Todos los transportes deben estar documentados como parte del sistema de control de calidad.

4.5 ASPECTOS DEL USUARIO

Mucha gente está involucrada en la manipulación de la orina en la cadena de la vivienda al campo, los usuarios del sistema incluidas las viviendas, municipalidades, empresarios, compañías de aguas residuales, agricultores, entre otros. Si los usuarios no están comprometidos y/o no entienden completamente las razones por las cuales el sistema de desviación de orina está instalado, el sistema fallará. Por tanto es importante establecer una buena comunicación y rutinas sólidas.

Actitudes frente a la doble-descarga para la desviación de orina en Suecia

Las actitudes de los usuarios de los inodoros desviadores de orina con doble-descarga en Suecia fueron investigadas durante un proyecto de investigación, dando como resultado el reporte titulado *Desviación de Orina – Cerrando el Ciclo de los Nutrientes (Urine Separation – Closing the Nutrient Loop)*. A través de este proyecto se encontró que:

- Los inodoros desviadores de orina con doble descarga no huelen perceptiblemente más que otros inodoros, aunque algunas casas tenían problemas de olores al inicio. Esto se debió principalmente a problemas de instalación.
- Los inodoros desviadores de orina con doble descarga no son más difíciles de mantener limpios que los inodoros convencionales. Comparado con un inodoro convencional los encuestados encontraron que el inodoro Dubbletten requiere más esfuerzo mientras que el inodoro Wost Man Ecology DS es hasta cierto punto más fácil de mantener limpio.
- Hubieron quejas de que el inodoro Dubbletten no enjuagaba el tazón adecuadamente y de que salpicaba. La función de enjuague ha sido desde entonces mejorada.
- Hubo una diferencia en contenido de nutrientes en la orina recolectada de los diferentes estados que participaron en el proyecto de investigación, probablemente esto se debe a diferentes niveles de motivación para conservar el agua en cada estado.
- Se concluyó que poniendo regularmente la información a disponibilidad de los usuarios su motivación para usar el inodoro como está previsto aumenta y que cuando el sistema trabaja apropiadamente los residentes lo aceptan.

Actitudes frente a los inodoros secos con desviación de orina en un área de vivienda

Las actitudes de los usuarios de los inodoros secos con desviación de orina han sido investigadas en el conjunto residencial Gebers en Estocolmo (véase el Capítulo 3 para una descripción de Gebers y mayor información sobre las actitudes de los usuarios) mediante un proyecto de investigación de la Universidad de Linköping (véase el cuadro Material de Lectura para una referencia completa del reporte). Con este proyecto de investigación se mostró que los residentes tienen actitudes tanto positivas como negativas hacia su sistema de saneamiento. Uno de los encuestados subrayó que la ausencia de olor es especialmente agradable cuando se tiene invitados. Otro aspecto positivo es que el sistema es comparativamente silencioso, ya que no existe enjuague. Un encuestado dijo: [...] *Estoy muy feliz de que no enjuagamos. He vivido en edificios de apartamentos y he escuchado eso, esto es, en pisos donde se escucha cada sonido, donde no escuché únicamente la descarga de*

enjuague sino también a gente orinando [...].

Algunos residentes, principalmente mujeres, no están satisfechos con el diseño del inodoro desde el punto de vista del usuario y han expresado su preocupación por que caiga demasiada orina en la parte separadora de la fracción fecal. Una de las encuestadas dijo: [...] *el inodoro no está diseñado para chicas [...] usted orina en la parte separadora de la orina y luego la orina termina donde no debería estar... [...] quizás el tazón separador de la orina debería ser más... arqueado o extendido como un triángulo, tal vez [...].*

El inodoro es hasta cierto punto, desafortunadamente, usado como un tacho de desperdicios y el receptor de los residuos sólidos, residuos de medicinas, tampones, restos de comida, etc. un comportamiento que no puede ser mantenido con un sistema de inodoro seco con desviación de orina, donde la materia fecal va a ser compostada y usada como acondicionador del suelo. Un inodoro seco requiere una mayor conciencia de lo que debe ser descargado en el inodoro. Aunque se puede decir que los residentes de Gebers tuvieron conciencia ambiental incluso antes de ser instalado su sistema de saneamiento en seco, su elección de inodoro les ha hecho mirar de una manera diferente lo que pueden o no arrojar al inodoro. Una conclusión del proyecto investigativo es que *el cambio en medidas técnicas aseguró medidas ambientalmente amigables con las rutinas de disposición en el inodoro que van más allá de las “buenas” rutinas envueltas en la conciencia ambiental.*

Los inodoros de doble descarga son más permisivos que los inodoros secos con desviación de orina, cuya cámara de recolección de heces se saturaría rápido si la orina es puesta en el lugar incorrecto.

4.6 ASPECTOS LEGALES

La legislación sueca es moderna e incluye sustentabilidad y protección del medio ambiente. Tanto el Código del Medio Ambiente como la Ley revisada de Planificación y Construcción presentan ideas de sustentabilidad, enfocándose en el reuso y reciclaje de los recursos naturales. Por esta razón, la planificación física puede ser usada como una herramienta para lograr la implementación de la desviación de orina en Suecia.

El Código del Medio Ambiente contiene varias oportunidades para la implementación de la desviación de orina y otras tecnologías orientadas al cierre del ciclo en áreas rurales en Suecia. Uno es el hecho de que el reciclaje y el uso eficaz de los recursos naturales son objetivos integrales del Código. Otros son: el principio preventivo, el principio del que contamina paga, y el concepto de la “Mejor Tecnología Disponible”. Tanto Tanum como Norrköping usaron esta legislación como base para requerir la desviación de orina y otras municipalidades las están siguiendo ahora.

Mientras la Ley de Aguas Residuales forza a las Municipalidades a construir sistemas de alcantarillado y a abastecer a los habitantes con agua, la Ley de Planificación y Construcción da a las municipalidades la facultad de tratar cada asunto por separado decidiendo en la planificación espacial y el desarrollo de infraestructura en una situación local. Los requisitos dentro de la Ley de Aguas Residuales son solamente aplicables a situaciones donde existen más de 20-30 viviendas, y dentro de la ley de Planificación y Construcción, cualquier decisión en saneamiento es únicamente impuesta por la necesidad en áreas rurales. La autoridad de Planificación y Construcción podría no otorgar permisos de construcción si no existen posibilidades de encontrar buena calidad de agua para el consumo humano y de manejar las aguas residuales. Sin embargo, la ley de Planificación y Construcción es rara vez aplicada por los departamentos de planificación de las municipalidades suecas para decidir como deben ser tratadas las aguas residuales en áreas específicas o para una planificación estratégica del saneamiento. Esta especifica solamente que las aguas residuales deben ser tratadas de alguna manera aunque tiene una capacidad más amplia en áreas rurales. La planificación estratégica de aguas residuales es usualmente realizada por las autoridades locales y

regionales del medio ambiente y otras organizaciones cooperantes. La Ley de Planificación y Construcción es, por consiguiente, probablemente no aplicada en todo su potencial en Suecia en la actualidad, como mínimo no en áreas rurales. La Ley de Planificación y Construcción ha sido revisada recientemente (2005) y se ha propuesto que todas las nuevas viviendas deben tener espacio suficiente para la separación en la fuente de las fracciones de basura. Esto puede ser también aplicable a la orina, ya que la orina puede ser considerada como una fracción de la basura de acuerdo al Código del Medio Ambiente, el cual se fundamenta en directrices de la UE. Otro ejemplo de la introducción de la desviación de orina es la revisión de los lodos residuales para uso agrícola, expedida por la Agencia de Protección Ambiental de Suecia, la cual reglamentará el uso de la orina humana en la agricultura así como de otras fracciones de las aguas residuales.

Suecia es miembro de la Unión Europea y es, por tanto, regulada por la Directiva Marco de Aguas EG, que está siendo implementada en toda la UE. Existen también varias leyes relacionadas con la UE y reglamentos que son aplicables a las actividades agrícolas. La agricultura orgánica sueca se rige por el reglamento (EEG) 2092/91 de la UE que se aplica a toda la agricultura orgánica certificada europea. El reglamento es interpretado por las autoridades de certificación en cada país miembro. El reglamento de la UE regula todos los insumos permitidos en la agricultura orgánica. La orina humana no está incluida en el reglamento de la UE lo que dificulta a los agricultores orgánicos su uso aunque la unión de agricultores orgánicos suecos y la organización de certificación de agricultura orgánica de Suecia, KRAV, no tienen nada en contra del uso de la orina, en sí misma, como un fertilizante.

IFOAM es la organización internacional de movimientos agrícolas orgánicos. Las normas del IFOAM establecen que en la agricultura orgánica el uso de la excreta humana está prohibido en cultivos para consumo humano. Sin embargo, podría haber excepciones de acuerdo a las mismas normas y un anexo de las normas establece que la excreta humana separada en la fuente podría ser usada si esta es monitoreada para evitar contaminación y no es aplicada directamente en las partes comestibles de los cultivos.

Cuadro 20. Uso de la orina en la agricultura orgánica – un paso hacia la aceptación

De acuerdo a las normas de la KRAV, los lodos residuales del tanque séptico y la orina que se origina en una granja orgánica pueden ser usados como fertilizantes en la misma granja. Sin embargo, existe un proyecto piloto donde la orina recolectada por algunas viviendas vecinas de la granja orgánica se usa como fertilizante en esa granja. La KRAV, considera la orina proveniente de las viviendas colindantes con la granja orgánica en cuestión. Esto contribuirá a generar experiencias valiosas para el desarrollo de propuestas para nuevos reglamentos para la agricultura orgánica.

“En Hulta hemos logrado cerrar el ciclo de nutrientes a escala local. La gente de la aldea compra papas (patatas), harina y carne de nuestra granja y nosotros usamos la orina de sus hogares en nuestros campos. En un futuro probable con más gente vegetariana, por razones ambientales, aspectos de salud, entre otros, se volverá mucho más importante el reuso de los nutrientes de la excreta humana, así como la crianza de los animales, y por consiguiente la cantidad de estiércol producido, disminuirá” Börje Johansson, agricultor orgánico en la aldea de Hulta.



4.7 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LOS SISTEMAS DE DESVIACIÓN DE ORINA

El análisis económico de los sistemas de desviación de orina dependerá necesariamente del contexto. Para los cuatro contextos presentados anteriormente en este reporte, las condiciones varían. En condiciones rurales, la instalación de inodoros desviadores de orina podría tener un costo elevado si la alternativa es no tener ningún inodoro. La ganancia económica de la mejora de la salud es difícil de cuantificar. Sin embargo, la generación de fertilizantes de buena calidad contribuirá al retorno de

los costos de construcción del inodoro.

Análisis económicos

Un estudio sueco de la economía a nivel de hogar para sistemas de saneamiento in-situ muestra que el inodoro desviador de orina con recolección seca de las heces es la alternativa más barata cuando se la compara con los inodoros desviadores de orina con doble descarga, sistemas de aguas negras, inodoros composteros, cajas filtrantes y plantas de tratamiento pequeñas, véase la Figura 22.

El costo anual total de inversión, operación y mantenimiento para un sistema seco con desviación de orina está estimado en un poco más de 210 €, para un sistema nuevo, con un inodoro desviador de orina con doble descarga y una cama filtrante de arena para los flujos de aguas grises y aguas fecales, está estimado aproximadamente en 640 € al año, el cual es sólo un poco mayor al costo anual de un sistema convencional in-situ en Suecia. Estos resultados son muy interesantes ya que permiten a las autoridades del medio ambiente solicitar la desviación de orina, por ejemplo, como una medida preventiva puesto que no será sustancialmente más cara que un sistema convencional in-situ.

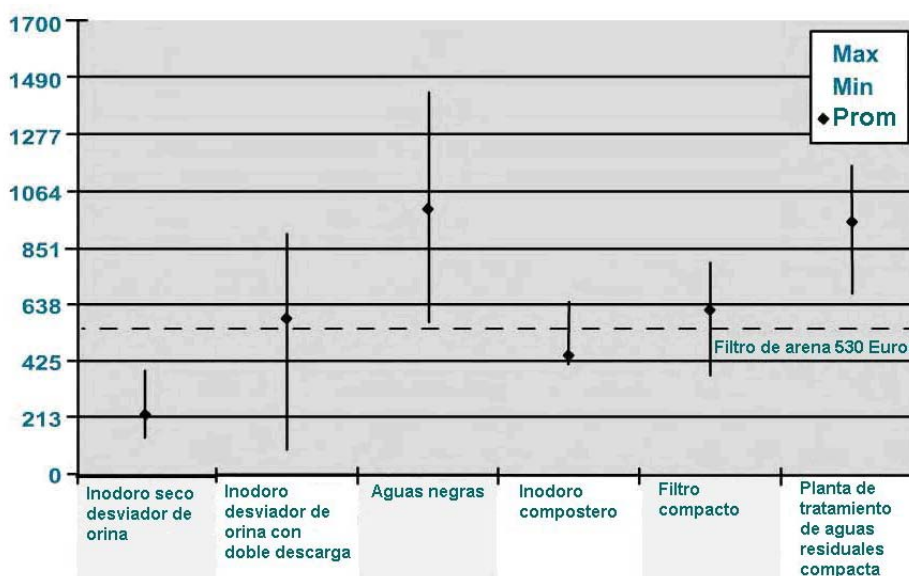


Figura 22. Resultados de una encuesta a propietarios de viviendas que usan tecnologías alternativas al saneamiento convencional¹⁵. (Fuente: EPA de Suecia, 2004)

Cuadro 21. Ejemplos de costos de inversión, operación y mantenimiento

En Brandenburgo cerca de Berlín, Alemania, se hizo una comparación de costos para tres conceptos de saneamiento diferentes para un nuevo conjunto habitacional, en planificación, donde la población se prevé crecerá de 672 a 5.000 habitantes dentro de 10 años. Los tres sistemas analizados fueron:

- Sistema de alcantarillado mixto convencional, a gravedad, compuesto de: inodoro de descarga, sistema de alcantarillado a gravedad común, estación de bombeo con conexiones domiciliarias a la red de alcantarillado, sistema operado por el proveedor público.
- Concepto de separación en la fuente I (a gravedad, compostaje de las heces) compuesto de: Inodoros desviadores de orina a gravedad, recolección y almacenamiento de la orina, con transporte y uso agrícola en una granja cercana, transporte de las heces por gravedad con tratamiento aerobio en una compostera separada, uso de la composta en horticultura, transporte de aguas grises por gravedad, tratamiento de aguas grises en un humedal, transporte hasta los cuerpos receptores de agua.

¹⁵ EPA de Suecia 2004. Avlopp i kretslopp. En utvärdering av LIP-finansierade enskilda avlopp, vassbäddar och bevattningssystem med avloppsvatten. Reporte 5406. Naturvårdsverket, Estocolmo.

- Concepto de separación en la fuente II (al vacío, digestión de las heces) compuesto de: inodoros desviadores de orina de vacío, transporte de la orina por gravedad, almacenamiento de la orina y uso agrícola en una granja cercana, transporte de las heces mediante alcantarillado de vacío, tratamiento común con residuos orgánicos en una planta de biogas, usos del biogas en energía, transporte de los lodos residuales del digestor a granjas cercanas para su uso en la agricultura, transporte de aguas grises por gravedad, tratamiento de aguas grises en humedales, transporte hasta los cuerpos receptores de agua.

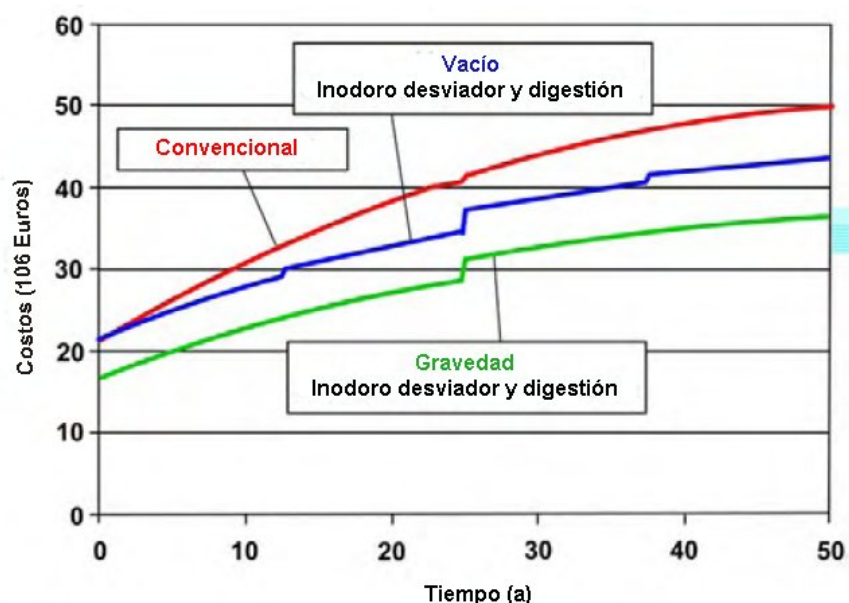


Figura 23. Comparación de costos para la instalación, operación y mantenimiento de tres sistemas de saneamiento para una población de 5.000 habitantes. La línea roja representa el saneamiento convencional, la línea azul el concepto del sistema de separación en la fuente II y la línea verde el concepto del sistema de separación en la fuente I.

Los tres sistemas se calcularon para un período de vida útil de 50 años, con una tasa anual de interés del 3,5%. Los resultados de la comparación de costos se observan claramente en la parte de arriba, para una situación donde se sirve a 5.000 habitantes y la compañía local de agua de Berlín es responsable de la operación del sistema. Otros escenarios de servicio han sido calculados con diferentes números de habitantes y modelos operacionales que también revelaron una significativa ventaja de precio para el uso de sistemas orientados al período de vida útil del sistema*.

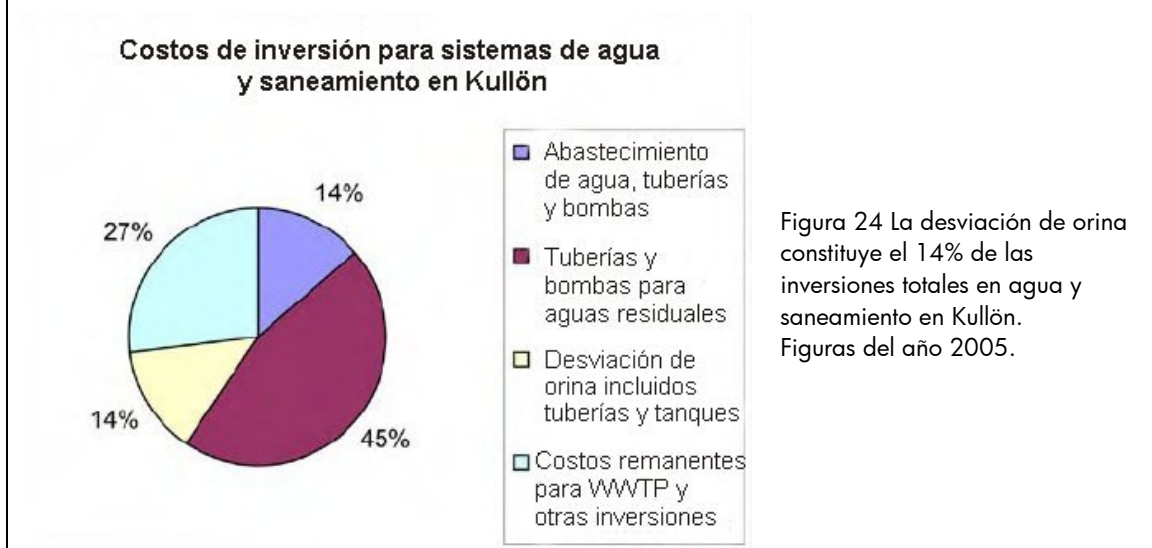
*: Peter-Fröhlich, A., Kraume, I., Lesouëf, A., Gommery, L., Phan, L., y Oldenburg, M., (2004): *Sanitation concepts for separate treatment of urine, faeces and greywater.* – Session G, p.675-683 - En: *Werner et al. [eds.]. (2004): „Ecosan – closing the loop. Proceedings of the 2nd international symposium on ecological sanitation (...), 7 – 11 abril 2003, Lübeck, Alemania, Servicio de Cooperación Técnica Alemán (GTZ), Eschborn.*

El costo de los sistemas in-situ abarca los costos de inversión, operación y mantenimiento. Las municipalidades podrían contribuir subsidiando la inversión en programas especiales. Otra posibilidad para promover sistemas de desviación de orina es reducir los costos de operación y mantenimiento, como por ejemplo, los costos de recolección de la orina y otros gastos. Esta táctica es usada por algunas municipalidades en Suecia, donde la orina es recolectada gratuitamente una o dos veces al año. Existen, igualmente, otras metodologías donde la municipalidad carga una tarifa fija anual reducida si la vivienda tiene un inodoro desviador de orina, pero las viviendas deben pagar por la recolección de la orina. Esto se aplica para incentivar a los hogares para que mantengan la orina lo más concentrada posible y se aseguren de que no existan fugas de agua en el tanque o dispositivos de descarga en mal estado, de lo contrario el tanque se llenará muy rápido, causando costos innecesarios al dueño de la vivienda.

Cuadro 22. Costos de inversión para agua y aguas residuales en Kullön, un área residencial recientemente construida con inodoros desviadores de orina combinados con tratamiento convencional de aguas residuales

Mayor información sobre Kullön puede ser encontrada en el Capítulo 3. El sistema de inodoros desviadores de orina en Kullön sirve a 775 personas en 250 viviendas. Los inodoros instalados son inodoros desviadores de orina con doble descarga de agua. Las fracciones remanentes de aguas residuales son tratadas en la planta

local de tratamiento de aguas residuales que es operada por la compañía municipal del agua e incluye tratamiento terciario, una piscina depuradora final, y un sistema de zanjas. Existen 13 tanques de recolección de orina en la zona. La figura, a continuación, muestra los costos estimados para el sistema de agua y saneamiento en Kullön. El costo de inversión total para agua y saneamiento en Kullön es aproximadamente 15.000 – 16.000 €/casa.



Costos de la aplicación de la orina en la agricultura

En el contexto sueco se ha estimado que el valor monetario de los nutrientes de la orina corresponde, aproximadamente a los costos extras de aplicación y compactación del suelo, Tabla 1.

Tabla 1. Costos de aplicación de 41 m³ de orina, correspondientes en nutrientes a 375 kg de NPKS 24-2-5-3¹⁶ en una hectárea¹⁷.

	Orina (costos en SEK para 41 m³/ha)	Fertilizante Comercial (costos en SEK para 375 kg NPKS/ha)
Compra de fertilizante	0	1000 ¹⁸
Aplicación	1000 ¹⁹	110
Compactación del suelo (fertilización en primavera en un medio arcilloso)	300 ²⁰	0
Total	1300	1110

Consecuentemente, los costos de almacenamiento y transporte de la orina al campo deben ser cubiertos por otra fuente. No obstante, para hacer una comparación justa, los ahorros de la municipalidad por la desviación de orina deben incluirse. Estos ahorros pueden significar procesos más económicos en la planta de tratamiento de aguas residuales si la orina es desviada del flujo de aguas residuales, un costo que puede ser importante si la capacidad de la planta de tratamiento es insuficiente.

¹⁶ Las figuras corresponden al porcentaje de nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S). El 24% de 374 Kg es nitrógeno, el 2% es fósforo, el 5% es potasio y el 3% es azufre.

¹⁷ Degaardt (2004).

¹⁸ De acuerdo a las cifras de la Demanda de Agricultores Suecos y de la Asociación de Mercadeo de Cultivos, 2004.

¹⁹ Cifras de un contratante en el Sur de Suecia para un equipo mecanizado de aplicación.

²⁰ Arvidsson (1998).

4.8 DESVIACIÓN DE ORINA EN EL FUTURO EN SUECIA – ALGUNAS OPINIONES

Se consultó a profesionales sanitarios y agrícolas en Suecia su opinión sobre la desviación de orina dentro y fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales hoy en día y en diez años.

¿Cómo considera la situación de la desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales hoy en día y en diez años?

- **Jan Eksvärd, Gerente Ambiental de la Asociación Sueca de Agricultores:** *“En la actualidad existen pocas instalaciones dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales. Esto podría cambiar con el tiempo, cuando se tenga más experiencia y los costos se hayan reducido. Sin embargo, los volúmenes recolectados dentro de las jurisdicciones municipales continuarán siendo pequeños, aunque todas las casas nuevas y renovadas estén equipadas con sistemas de desviación de orina.”*
- **Tor Borinder, Jefe de la Sección de Industrias y Departamento de Implementación y Ejecución de la Agencia de Protección Ambiental de Suecia:** *“La desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales es una posibilidad para alcanzar el objetivo del reciclaje del fósforo, establecido en el plan de acción de la EPA de Suecia para el reciclaje del fósforo de las aguas residuales. Para lograr esto existe la necesidad de infraestructura para recolección, saneamiento y transporte a zonas adecuadas de reuso. Esto envuelve un incremento en el transporte a menos de que la orina sea concentrada, lo que podría ser cuestionable desde algunos puntos de vista. Actualmente, existen pocos ejemplos de la desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales. Adicionalmente, la infraestructura necesaria para el uso de los nutrientes existe en pocos sitios. En diez años, la situación probablemente será diferente con mayor presencia de desviación de orina. No obstante esto depende del desarrollo de algunos aspectos: la tecnología necesita ser mejorada de manera que la orina no sea diluida, o se debe desarrollar tecnologías para concentrar los nutrientes. Una actitud más positiva del público en general sobre el uso agrícola de la orina contribuiría también a su desarrollo. Es mucho más probable que la desviación de orina se implemente en áreas donde la orina pueda ser usada localmente.”*
- **Eva Andersson, Comisionada Municipal, de la Municipalidad de Norrköping:** *“Puesto que la separación en la fuente es la clave para encontrar un Mercado para las fracciones de aguas residuales, la desviación de orina resulta interesante dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales, mucho más si el uso agrícola de los lodos residuales es difícil de alcanzar. La Municipalidad de Norrköping ha decidido desarrollar Pautas para la desviación de orina dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales, algo que nosotros ya tenemos para los sistemas in-situ. Hemos especificado también, dentro de nuestro plan para residuos sólidos, el uso de la desviación de orina en áreas urbanas. En diez años veremos en Norrköping nuevas casas construidas con desviación de orina, tanto dentro como fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales. Las tarifas favorecerán a aquellos que separen su orina en la fuente, lo que conducirá a una adaptación de las casas antiguas a la desviación de orina. La sociedad sustentable usará los nutrientes disponibles en la fracción de aguas residuales. La orina, que puede ser considerada una mezcla de nutrientes de alta calidad, se usará más ampliamente en comparación con los lodos residuales. El transporte será más eficiente, gracias a la alta concentración de la orina.”*
- **Agneta Sander, Directora de Planificación del Departamento de Manejo Sustentable de Agua y Residuos, Ciudad de Gothenburg:** *“La ciudad de Gothenburg y la Compañía Municipal de Aguas Residuales, GRYYAB están preparando, actualmente, un análisis de un sistema, conjuntamente con investigadores del Programa de Investigación del Agua Urbana. El objetivo es generar una base de conocimientos para poder tomar las decisiones estratégicas que conducen hacia los sistemas de saneamiento más sustentables en el futuro. Con saneamiento sustentable, me refiero a sistemas de saneamiento con el menor impacto posible en el medio ambiente, que permitan un reciclaje de los nutrientes, y al mismo tiempo sean económica y socialmente aceptables. El marco de tiempo para el estudio es el*

2050, con el requisito de que la mayoría de los cambios en los sistemas de aguas residuales sean realizables antes del 2020. El estudio analiza posibilidades de mejora de los sistemas actuales de aguas residuales así como también el potencial de usar otros sistemas como los sistemas de desviación de orina y aguas negras. Los resultados de este estudio nos darán una figura clara del rol a futuro de sistemas de saneamiento con desviación en la fuente para el contexto de Gothenburg.”

¿Cómo considera la situación de la desviación de orina fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales hoy en día y en diez años?

- **Jan Eksvärd, Gerente Ambiental de la Asociación Sueca de Agricultores:** “Las posibilidades de la desviación de orina para establecerse como una tecnología de saneamiento convencional son mayores fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales. La desviación de orina permite un menor impacto de los nutrientes en las aguas superficiales y subterráneas y un alto grado de reciclaje de nutrientes en la agricultura. Si un tercio de todos los sistemas in-situ en Suecia son convertidos a sistemas de desviación de orina, dentro de un período de diez años, esto significará algunos cientos de miles de viviendas con desviación de orina. Los agricultores están definitivamente interesados en un manejo comercial de esta clase de volúmenes de orina (y composta fecal) si esto se conecta a alguna clase de sistema de certificación de la calidad.
- **Tor Borinder, Jefe de la Sección de Industrias y Departamento de Implementación y Ejecución de la Agencia de Protección Ambiental de Suecia:** “Es razonable pensar que el principal potencial para la implementación de la desviación de orina existe en sistemas in-situ por varias razones. Una es la proximidad al área de cultivo. Es mucho más probable que la implementación de la orina para uso agrícola se de donde exista áreas de cultivos donde los nutrientes puedan ser utilizados. Actualmente, la desviación de orina se da mucho más fuera que dentro de la jurisdicción municipal de aguas residuales, aunque el número total sigue siendo bajo. La fuerza impulsora para este desarrollo han sido básicamente municipalidades individuales. La desviación de orina es una manera de lograr los requisitos dentro de las próximas recomendaciones nacionales para sistemas in-situ. Dentro de diez años la situación para la desviación de orina probablemente habrá cambiado en una dirección positiva.”
- **Eva Andersson, Comisionada Municipal, de la Municipalidad de Norrköping:** “La Municipalidad de Norrköping establece, desde el 2002, como requisito para los sistemas in-situ que todos los sistemas nuevos deben separar en la fuente. Además, de una reducción directa del impacto ambiental, la desviación de orina proporciona a nuestros agricultores locales una solución atractiva de alta calidad de nutrientes. La Municipalidad de Norrköping no recarga al hogar con una tarifa adicional por el vaciado de los tanques de orina. Esto es apreciado y es un testimonio importante de que la municipalidad está trabajando activamente para reducir las emisiones y cerrar el ciclo de nutrientes. También tenemos en funcionamiento un sistema de recolección de orina y esta es entregada a los agricultores sin ningún recargo. Hemos notado una demanda de la orina por parte de los agricultores. La separación en la fuente es adecuada sobre todo para sistemas in-situ, que no tienen las mismas eficiencias altas de remoción de una planta de tratamiento centralizada. En un plazo de diez años la desviación de orina será una cuestión de rutina y la orina recolectada tendrá pequeñas cantidades de agua de enjuague, lo que dará como resultado una concentración mayor de nutrientes en la orina. La dificultad de la concentración de la orina estará más o menos solucionada y la orina será una mercancía.”
- **Agneta Sander, Directora de Planificación del Departamento de Manejo Sustentable de Agua y Residuos, Ciudad de Gothenburg:** “La respuesta de la EPA de Suecia básicamente cubre también el contexto fuera de la jurisdicción municipal de aguas residuales, lo que creemos, de igual manera, es el rol de la desviación de orina para el contexto de Gothenburg. Por otro lado, otros instrumentos jurídicos y normativos, como los posibles cambios en las directivas de la UE, la legislación sueca, etc., que consideren el cierre del ciclo de los nutrientes y la protección de los receptores influenciarán el desarrollo de la desviación de orina.

Material de lectura

- Höglund, C. 2001. *Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source-separated human urine*. Tesis de doctorado, Instituto Real de Tecnología, Estocolmo, Suecia.
- Jönsson, H. 2002. *Urine separating sewage systems – environmental effects and resource usage*. *Water Science and Technology* **46**(6–7):333–340.
- Jönsson, H., Stenström, T.A., Svensson, J. y Sundin, A. 1997. *Source separated urine - Nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination*. *Water Science and Technology* **35**(9):145–152.
- Johansson, M. y Kvarnström, E. 2005. *Review of Sanitation Regulatory Frameworks*. EcoSanRes reporte, 2005 – 1, SEI, Estocolmo, Suecia. www.ecosanres.org
- *Forthcoming Urban Water Handbook*, en proceso de publicación por la IWA.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A., y Rodhe, L. 2000. *Urine separation – closing the nutrient cycle*. *Stockholm Vatten AB/FORMAS*. www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/english/Urinese_eng.pdf
- Jönsson, H., Richert Stintzing, A., Vinnerås, B. y Salomon, E. 2004. *Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production*. EcoSanRes reporte, 2004–2. SEI, Estocolmo, Suecia. www.ecosanres.org
- Ridderstolpe, P. 2004. *Introduction to greywater systems*. EcoSanRes reporte, 2004:4. Disponible en www.ecosanres.org
- Rodhe L., Richert Stintzing A. y Steineck S., 2004. *Ammonia emissions after application of human urine to a clay soil for barley growth*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol 68(2)
- Schönning, C. y Stenström, T.-A. 2004. *Guidelines for the Safe Use of Urine and Faeces in Ecological Sanitation Systems*. EcoSanRes reporte, 2004–1, SEI, Estocolmo, Suecia. www.ecosanres.org
- EPA de Suecia. 2002. *An Action Plan for Reuse of Phosphorus from Wastewater*. Reporte 5214, EPA de Suecia, Estocolmo, Suecia (en sueco con un resumen en inglés)
- *Forthcoming WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater – Volume 4 – Excreta and Greywater use in Agriculture* (actualmente en borrador final).
- EPA de Suecia 2004. *Avlopp i kretslopp. En utvärdering av LIP-finansierade enskilda avlopp, vassbäddar och bevattningssystem med avloppsvatten*. Reporte 5406. Naturvårdsverket, Estocolmo.
- *Water and sanitation policy for Tanum municipality* disponible en inglés en www.tanum.se/vanstermenykommun/miljo/toaletterochavlopp/waterandsanitationpolicy.4.8fc7a7104a93e5f2e80.00636.html
- Vinnerås, B. 2002. *Possibilities for sustainable nutrient recycling by fecal separation combined with urine diversion*. Tesis de doctorado 353, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, Uppsala, Suecia.
- Vinnerås, B., Jönsson, H., Niwagaba, C., Nordin, A. y Nalubega, M. 2006. *Handling systems for reuse of faecal matter and urine*. EcoSanRes reporte, en publicación.

Capítulo 5: Preguntas y Respuestas

PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN

¿Por qué considerar la desviación de orina cuando planifico un nuevo sistema de saneamiento o mejoro un sistema existente?

La desviación de orina con su posterior recolección y uso es una manera de recolectar los nutrientes de una fracción de las aguas residuales para su aplicación en la agricultura o en jardines/huertas familiares. La desviación de orina debería estar considerada dentro de las diferentes opciones. La desviación de orina aparece como la mejor solución cuando aspectos como protección del medio ambiente, generación de fertilizantes y reciclaje a pequeña escala se priorizan. Se ha promovido el uso de sistemas secos con desviación de orina donde: la planta de tratamiento de aguas residuales tiene capacidad limitada, las aguas superficiales y subterráneas necesitan ser protegidas y hay demanda de orina y heces como fertilizantes.

¿Existe algún riesgo involucrado que debería evitarse cuando se planifican sistemas de desviación de orina?

Debido a que la desviación de orina no ha sido considerada convencionalmente, existe un riesgo respecto a la calidad y construcción del inodoro y sistemas de tuberías. Algunos de los lugares, donde se han instalado sistemas de desviación de orina han tenido que desarrollar sistemas durante la marcha, ocasionando inconvenientes y costos. Con el desarrollo progresivo este riesgo será mínimo. Otro riesgo relativo a la introducción de la desviación de orina es el riesgo del uso indebido/abuso del sistema. Este riesgo se reduce al educar a los propietarios de las viviendas así como también con manuales sencillos e instrucciones para los usuarios temporales.

El riesgo de transmisión de enfermedades es mínimo si se siguen las reglas apropiadas de higiene.

Un riesgo que el planificador/municipio debe considerar es la aceptación del sistema por parte de los usuarios. Con el fin de establecer un sistema estable y sólido, los usuarios tienen que aceptar, por ejemplo, los cambios de hábitos de uso del sanitario. Los usuarios tal vez necesiten aceptar costos más altos o la manipulación de la orina y de las heces.

¿Tiene el sistema demandas altas de operación y mantenimiento?

La respuesta a esta pregunta depende del diseño del sistema. En muchos casos, habrá dos, o en otros casos tres fracciones que manipular en lugar de una o dos, lo cual por si mismo podría incluir más aspectos prácticos ya que tanto la orina como las heces deben ser recirculadas a la agricultura. En cuanto a los inodoros, la experiencia muestra que las tuberías para la orina requieren más mantenimiento que las tuberías convencionales, para evitar obstrucciones. Sin embargo, con un diseño mejorado esta necesidad se reduce.

Si la orina y las heces serán usadas localmente, la operación y el mantenimiento se orientan hacia el sistema de tuberías y tanques de recolección. Si la orina y las heces serán usadas en la agricultura, la operación y mantenimiento incluirán el transporte, almacenamiento y el uso de los productos.

¿Qué consideraciones deberían hacer las constructoras cuando planifican un sistema de desviación de orina?

Ya que los sistemas de desviación de orina están incluidos rara vez en los códigos de la construcción, los constructores deberán tomar consideraciones especiales para asegurar que el

sistema opere adecuadamente. El tamaño e inclinación de las tuberías, la documentación, y la accesibilidad son algunos de los aspectos donde cualquier error puede conducir a la falla del sistema.

Se debe proveer a los propietarios de las viviendas de un manual sencillo que explique el concepto, así como también las rutinas de operación y mantenimiento. Al elegir entre los proveedores, asegúrese de seleccionar a aquel que cuente con piezas de repuesto y pueda dar soporte técnico. Si no existe recolección municipal de la orina, debe planificar un área adecuada donde la orina pueda ser usada para la producción de cultivos y establecer prácticas para usar la orina.

La construcción debe suministrar una apropiada recolección y capacidad de almacenamiento para la orina.

ASPECTOS SANITARIOS

¿Es la orina higiénicamente segura para ser usada en los jardines/huertos familiares y en la agricultura?

Existe un riesgo mínimo de transmisión de enfermedades cuando la orina es usada, sin haber sido almacenada previamente, en el jardín/huerta familiar, partiendo del hecho de que haya sido recogida en el mismo hogar. Si se sigue los lineamientos para el almacenamiento de la orina, la orina puede ser usada de manera segura en la producción de cualquier cultivo. Siempre es recomendado esperar un período de un mes entre la última aplicación de la orina y la cosecha para proporcionar una barrera adicional de seguridad.

ASPECTOS ECONÓMICOS

¿Es la desviación de orina más costosa?

El costo de los sistemas de desviación de orina debe ser visto en una perspectiva amplia. Ventajas como: la mejora del medio ambiente, la seguridad alimentaria para las viviendas, el manejo seguro de un flujo de residuos desde el hogar deben ser sopesadas frente a los costos. La introducción de nuevos sistemas puede envolver costos iniciales adicionales hasta que el sistema sea escalado e introducido. Si el sistema de recolección incluye transporte a la granja, el cálculo de los costos debería incluir todos los costos hasta el uso de la orina en los cultivos, y no solamente los costos de instalación de los inodoros y tuberías. En una municipalidad, los costos deberían ser comparados con los costos de tratamiento de las aguas residuales y de los residuos sólidos.

El costo para el hogar de los sistemas de inodoros desviadores de orina variará de acuerdo a diferentes condiciones. Los factores que podrían encarecer un sistema de desviación de orina son una producción a pequeña escala y los sistemas de doble tubería. No obstante, en situaciones donde se está construyendo nuevas casas los costos de instalación de desviación de orina serán siempre marginales comparados con todo el costo de la vivienda. Una readecuación podría constituir un reto.

MANEJO DE RECURSOS/ASPECTOS AMBIENTALES

¿Cómo y cuándo aplicar orina a mis plantas?

La orina es un fertilizante versátil rico en nitrógeno con un buen efecto sobre cultivos que demandan nitrógeno. Aplicar la orina cuando las plantas requieran fertilizante y luego regar. La tasa de aplicación depende de las necesidades del cultivo y de las condiciones del suelo. Una regla simple es aplicar la orina de un día de una persona a un metro cuadrado de suelo. La orina no necesita ser diluida.

¿Qué debo hacer con el sobrante del flujo de aguas residuales?

Cuando la desviación de orina esta implementada, existirán todavía heces y aguas grises que tratar. Estas fracciones pueden ser tratadas por separado o juntas, localmente o a gran escala. En los sistemas de descarga, quitar la orina de los otros flujos de aguas residuales removerá naturalmente nutrientes, disminuyendo la calidad agrícola de los flujos remanentes. Otro resultado es que la necesidad de remover nitrógeno y fósforo de las plantas de tratamiento se reduce cuando la orina se ha separado en la fuente. En sistemas secos, las heces serán mucho más fáciles de manejar cuando la orina haya sido removida, por que estarán más secas. Hay ejemplos de la introducción de desviación de orina en sistemas existentes donde las heces y las aguas residuales son tratadas convencionalmente y la orina es recogida para su reuso.

¿Existen sustancias tóxicas en la orina?

En la excreta el contenido de metales pesados y otras sustancias contaminantes como residuos de pesticidas, es generalmente bajo o muy bajo y depende de las cantidades presentes en los productos consumidos. Las heces contienen una cantidad mayor de estas sustancias que la orina. Pero, las concentraciones de sustancias contaminantes en las heces son usualmente menores que en los fertilizantes químicos (por ejemplo cadmio) y en el estiércol de granja (ejemplo cromo y plomo).

Una gran proporción de las hormonas producidas por nuestros cuerpos y de los productos farmacéuticos que consumimos es excretada con la orina. Es razonable pensar que el riesgo de efectos negativos causados por las hormonas en la calidad y la cantidad de los cultivos es insignificante. Todos los mamíferos producen hormonas y la vegetación y los microorganismos del suelo están adaptados a ellas y las pueden degradar. Adicionalmente, la cantidad de hormonas presente en el estiércol de los animales de granja es mucho mayor que la cantidad encontrada en la orina humana. Así, tanto los experimentos con fertilizantes y la historia evolutiva demuestran firmemente que no existe un riesgo real.

¿Existen riesgos asociados con los productos farmacéuticos y el uso de la orina para la producción de cultivos?

Hay proyectos de investigación en curso para estudiar el efecto ambiental de los productos farmacéuticos en la orina. La mayoría de las sustancias farmacéuticas son extraídas de la naturaleza, incluso si muchas de ellas son producidas sintéticamente, siendo encontradas y degradadas en ambientes naturales con diversas actividades microbianas. Esto ha sido verificado en plantas comunes de tratamiento de aguas residuales, donde la degradación de las sustancias farmacéuticas mejoró cuando el tiempo de retención fue prolongado de un cierto número de horas a días. Los fertilizantes de orina y heces son aplicados en la capa vegetal del suelo, que tiene una comunidad microbiana tan diversa y activa como la de una planta de tratamiento de aguas residuales y las sustancias son retenidas en la capa vegetal por meses. Existiendo tiempo suficiente para que los microorganismos degraden cualquier sustancia farmacéutica y los riesgos asociados con ello sean reducidos.

En lo relativo a hormonas y sustancias farmacéuticas, parece mucho más sensato reciclar la orina y las heces en áreas de cultivo antes que descargarlas en los cursos de agua. Debido a que los sistemas acuáticos no han estado expuestos, anteriormente, a las hormonas de los mamíferos en grandes cantidades, no es sorprendente que el desarrollo sexual de peces y reptiles se vea afectado cuando ellos son expuestos a los efluentes de las aguas residuales. Además, el tiempo de retención de las aguas residuales en las plantas de tratamiento es muchísimo menor que el necesario para degradar muchas sustancias farmacéuticas y los cursos de agua receptores están usualmente conectados a las fuentes de agua.

Existen muchos indicadores de que el posible riesgo de las sustancias farmacéuticas en el sistema

agrícola es menor y mucho menor que los riesgos asociados con el presente sistema. Uno de estos indicadores es que en muchos países el consumo humano de farmacéuticos es pequeño comparado con el de los animales domésticos, ya que en la muchos países la mayoría de alimentos comerciales contienen antibióticos, añadidos para estimular el crecimiento. También el uso humano de sustancias farmacéuticas es pequeño comparado con la cantidad de plaguicidas (insecticidas, fungicidas, bactericidas y herbicidas) usados en la agricultura los cuales son tan activos biológicamente como las sustancias farmacéuticas.

ASPECTOS SOCIALES

¿Cómo lograr que los actores clave/interesados acepten/adopten la desviación de orina?

La demostración de buenos ejemplos facilitará la aceptación de nuevos sistemas. Si los usuarios conocen los beneficios la introducción de la desviación de orina será más fácil. Estos buenos ejemplos deberán estar orientados a los diferentes niveles de los actores principales. Los agricultores necesitan comprobar el efecto fertilizante de la orina y las heces, los usuarios de los inodoros necesitan ver el inodoro instalado y en uso, los tomadores de decisión necesitan información de los aspectos financieros, etc.

¿Qué características debe poseer un inodoro desviador de orina/urinario para que sea apropiado de acuerdo al género?

Se debe proveer un inodoro adecuado de acuerdo al género ya que los hombres y las mujeres orinan de diferente manera. Los tazones deberán estar diseñados de tal manera que la orina sea recolectada correctamente al usar hombres y mujeres el inodoro. El interrogante de que diseño promueve este aspecto necesita ser trabajado todavía, por lo que es necesario desarrollar el producto. Es probable que los urinarios para hombres y mujeres necesiten ser diseñados de diferente manera.

Apéndice 1: Objetivos de Desarrollo del Milenio

Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre

- Meta 1: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a 1 dólar por día
- Meta 2: Reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas que padecen hambre

Objetivo 2: Lograr la enseñanza primaria universal

- Meta 3: Velar por que, para el año 2015, los niños y niñas de todo el mundo puedan terminar un ciclo completo de educación primaria

Objetivo 3: Promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de la mujer

- Meta 4: Eliminar las desigualdades entre los géneros en la educación primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la educación antes de fines de 2015

Objetivo 4: Reducir la mortalidad infantil

- Meta 5: Reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años

Objetivo 5: Mejorar la salud materna

- Meta 6: Reducir, entre 1990 y 2015, la razón de mortalidad materna en tres cuartas partes

Objetivo 6: Combatir el HIV/SIDA, el paludismo y otras enfermedades

- Meta 7: Haber detenido y comenzado a reducir, para el año 2015, la propagación del VIH/SIDA
- Meta 8: Haber detenido y comenzado a reducir, para el año 2015, la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves

Objetivo 7: Garantizar la sustentabilidad del medio ambiente

- Meta 9: Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente
- Meta 10: Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico
- Meta 11: Haber mejorado significativamente para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios

Objetivo 8: Fomentar una alianza mundial para el desarrollo

- Meta 12: Elaborar un sistema financiero y de comercio abierto, basado en normas, previsible y no discriminatorio [Incluye el compromiso de un buen gobierno, desarrollo y reducción de la pobreza a nivel nacional e internacional]
- Meta 13: Atender las necesidades especiales de los países menos desarrollados [Incluye: libre de aranceles y cupos de acceso para las exportaciones de los PMA, el programa mejorado de alivio de la deuda para los países pobres muy endeudados y la cancelación oficial de la deuda bilateral, y la asistencia oficial para el desarrollo más generosa a los países comprometidos con la reducción de la pobreza]
- Meta 14: Atender a las necesidades especiales de los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los Pequeños Estados Insulares en desarrollo (a través del Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo y los resultados de la 22ava sesión especial de la Asamblea General)
- Meta 15: Encarar con un criterio global los problemas de la deuda de los países en desarrollo a través de medidas nacionales e internacionales a fin de hacer la deuda sostenible a largo plazo
- Meta 16: En cooperación con los países en desarrollo, elaborar y aplicar estrategias que proporcionen a los jóvenes un trabajo digno y productivo
- Meta 17: En cooperación con las empresas farmacéuticas, proporcionar acceso a medicamentos esenciales en los países en desarrollo a un costo razonable
- Meta 18: En colaboración con el sector privado, velar por que se aprovechen los beneficios de las nuevas tecnologías, en particular los de las tecnologías de la información y de las comunicaciones

Fuente: www.unmillenniumproject.org

Apéndice 2: Recomendaciones Técnicas

INODOROS, TUBERÍAS Y TANQUES

Este apéndice se centra en como construir y mantener en buen funcionamiento un sistema de desviación de orina, es decir para evitar problemas como taponamientos, malos olores, intrusión de aguas subterráneas y pérdidas de nitrógeno. Abarca todas las partes del sistema en el hogar desde como escoger e instalar el inodoro hasta el dimensionamiento de las tuberías y aspectos importantes

sobre el tanque de recolección. Para mayor información sobre otros aspectos como higienización de la orina, almacenamiento y uso de la orina, transporte, aspectos del usuario, aspectos legales y aspectos económicos, véase el Capítulo 4 y los Apéndices 3 y 4.

Las recomendaciones del Apéndice 2 se basan en la experiencia sueca e internacional y en la investigación. Se fundamentan en los conocimientos actuales y se recomienda que se revisen periódicamente incorporando las últimas conclusiones. Las recomendaciones cubren los casos técnicos más complicados de la desviación de orina, correspondiendo en cierta manera al contexto de saneamiento 4 del Capítulo 1: “Existe un sistema de red de distribución de agua y un sistema de alcantarillado con un adecuado tratamiento de las aguas residuales”, pero recomendaciones relativas a los otros contextos de saneamiento también se presentan.

Inodoros desviadores de orina

Selección del modelo del inodoro

En la mayoría de los casos un modelo de inodoro económico puede cubrir las necesidades. Es importante, sin embargo, que a largo plazo el usuario se sienta confortable y satisfecho con él. Es por esto recomendable que el usuario potencial, de ser posible, pruebe el inodoro antes de que haga su selección. Otros aspectos importantes son que el inodoro sea fácil de limpiar, que sea fuerte y fácil de mantener. En términos de limpieza la superficie final es importante, y para el mantenimiento, la tecnología, la disponibilidad de piezas de repuesto y mano de obra calificada en su colocación, etc. son importantes. Otro aspecto importante es que tan fácil es el acceso a la tubería de la orina para limpieza e inspección. Adicionalmente, cuando un sistema de desviación de orina es instalado en lugares públicos este impone requisitos especiales en el diseño del inodoro. Se deben preferir inodoros que descargan cualquier material colocado erróneamente en el compartimiento de la orina al compartimiento de las heces. Este aspecto es menos importante en viviendas particulares, donde los inodoros son usados por gente que pronto estará familiarizada con su uso.

Desviación de orina en sistemas secos, no-complicados

El menos complicado, pero, en muchos casos fiable, sistema desviador de orina tiene solamente un inodoro por contenedor recolector, tuberías cortas y la orina se aplica en el jardín exterior. La forma más sencilla de tener un inodoro desviador de orina es colocando un dispositivo desviador de orina que consiste en un embudo en la parte frontal de un inodoro seco. La orina puede ser recolectada en bidones de 10-25 litros o un tanque grande ubicado junto al contenedor de la letrina. Cuando se necesita el contenedor es vaciado y la orina es usada como fertilizante. Esta puede ser fácilmente aplicada vertiéndola directamente del contenedor, posiblemente equipado con una manguera sobre el suelo o usando una regadera plástica o algo similar. Se debe tomar precauciones para permitir un tiempo de reposo apropiado al fertilizar los cultivos alimenticios, véase los Apéndices 3 y 4.

Diseño

Cuando un inodoro desviador de orina con descarga está siendo instalado la conexión al sistema de agua dulce debe ser hecho de la misma manera que en un inodoro común.

Para evitar malos olores es preferible que tanto los inodoros secos como los de descarga con agua estén equipados de un sello (este puede ser un sello hidráulico u otro tipo de sello), aunque las instalaciones pequeñas (un inodoro o un urinario con un sistema de tuberías corto, preferiblemente menores a 10 metros de longitud y con una buena pendiente, preferiblemente > 4%) pueden ser construidas sin un sello.

Las tuberías de descarga de las heces pueden, generalmente, estar conectadas a las tuberías de aguas residuales existentes mediante el uso de una unión.

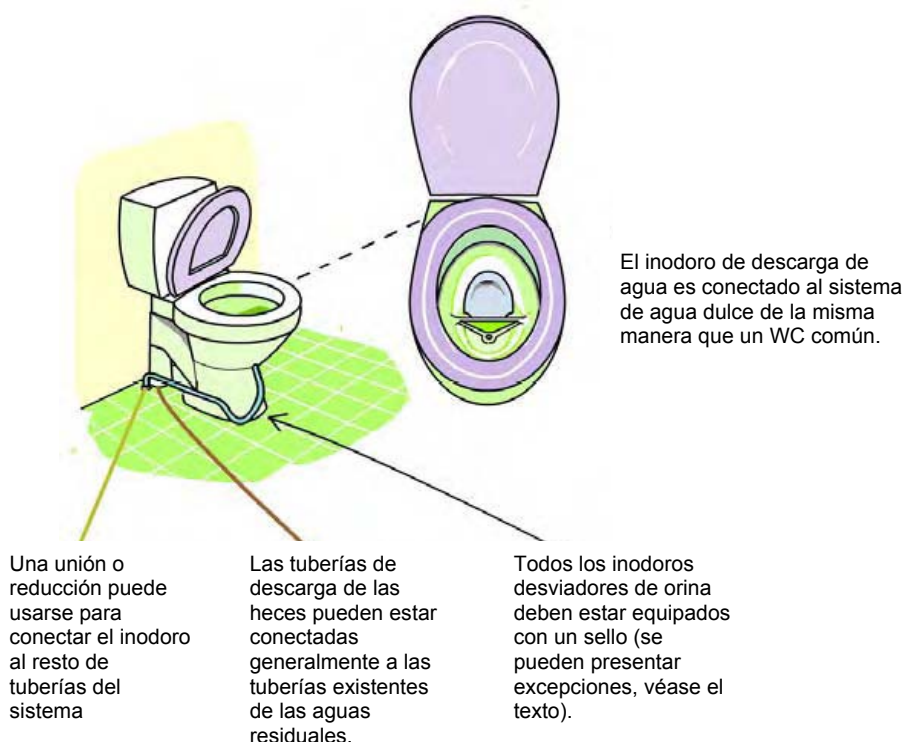
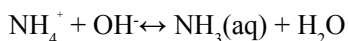
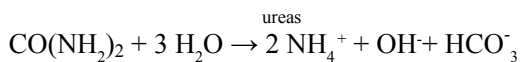


Figura 25. Gráfico detallado de un inodoro de pedestal. Gráfico de Johan Palmcrantz

Mantenimiento de los inodoros desviadores de orina

En todas las instalaciones existe riesgo de taponamiento, el cual ocurre principalmente en el sello. Este es el resultado de fibras y otras partículas que entran al sistema de tuberías y de la precipitación química de estruvita ($MgNH_4PO_4$) y de fosfato de calcio ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) de la orina causados por el incremento de pH que ocurre cuando la urea se degrada. La precipitación también forma un fango viscoso, el cual fluiría lentamente hacia el tanque, si la pendiente de las tuberías es la correcta. Una forma aunque costosa de resolver el taponamiento es reemplazar regularmente el sello hidráulico.

Degradación de la urea en amoníaco en el agua



La mayoría de taponamientos que ocurren en los inodoros desviadores de orina son taponamientos “blandos”, causados por precipitación del cabello y fibra del papel. El otro tipo son taponamientos “duros”, causados por la precipitación directa sobre la pared de la tubería. Los taponamientos son removidos ya sea mecánicamente por un drenaje sinfín o químicamente añadiendo soluciones fuertes como soda cáustica (2 partes de agua y 1 parte de soda) o ácido acético (>24%). Estos métodos pueden ser usados también como preventivos contra los taponamientos.



Figura 26. Herramientas de limpieza para un inodoro desviador de orina. Foto: Ebba af Petersens.

La frecuencia de limpieza, preventiva, inicial es de dos veces al año, luego esta deberá ser incrementarse si ocurren taponamientos. Independientemente del método de limpieza usado, es importante que luego de la limpieza se arrojen 1-2 litros de agua en el tazón desviador de la orina, con la mayor rapidez posible, para enjuagar cualquier material que pueda haber sido removido por la limpieza.

Si se prefiere la limpieza mediante químicos, se sugiere alternar la soda cáustica con el ácido acético, ya que estos se complementan bien. La soda cáustica es muy eficiente disolviendo el cabello y los residuos orgánicos y así libera los precipitados minerales de manera que pueden ser enjuagados como gránulos. Se debe cuidar, sin embargo, que la soda cáustica esté bien disuelta en suficiente agua (como mínimo dos partes de agua por una parte de soda), antes de ser vertida dentro de la tubería de la orina, caso contrario existe el riesgo de que la soda se precipite en la tubería. Se recomienda que se use una cantidad suficiente de solución de soda para que esta limpie también detrás del sifón. Una mezcla de 5 dl de soda cáustica y 1 litro de agua caliente será a menudo apropiada, ya que esta llenará más de medio metro de una tubería de 50 mm. Se deben tomar medidas de protección al manipular la soda, se deberán usar guantes y lentes protectores, ya que la soda es extremadamente ácida. Se deberá permitir que la solución de soda actúe en el sifón y en la tubería durante la noche y luego se la enjuagará con 2 litros de agua, como mínimo, vertidos en el tazón de la orina tan rápido como sea posible.

Cuando se use ácido acético, este debe ser lo más fuerte posible. El ácido acético no disuelve cabello y materia orgánica tan eficientemente como la soda cáustica, pero es más eficiente disolviendo algunos de los sedimentos minerales. Se debe usar suficiente ácido para llenar completamente el sifón y parte de la tubería que queda detrás de él, generalmente se usará como mínimo 0,5 litros. También el ácido deberá permanecer durante la noche y la tubería deberá ser enjuagada con un mínimo de 2 litros de agua.

La soda cáustica incrementa el pH de la orina y así mejora la higienización de la misma. El ácido acético actúa en la dirección opuesta. Por lo cual, si se usa ácido acético, se sugiere que este sea alternado con soda cáustica.

Tuberías

Material

La orina es muy corrosiva debido a su contenido de amonio. Por lo que metales, como por ejemplo el cobre, deben ser evitados en cualquier parte del sistema. Se debe preferir tuberías plásticas a las metálicas. Para maximizar la tasa de flujo de la orina y de los lodos residuales, el interior de las tuberías debe ser lizo y se debe evitar en lo posible el uso de dispositivos de restricción de flujo, como por ejemplo codos de 90°.

Dimensionamiento de las tuberías

En el sistema el uso de tuberías deben ser reducido en lo posible. Sobre la base de las observaciones hasta el momento, las recomendaciones concernientes a las tuberías de orina varían dependiendo si el inodoro tiene o no un sifón. Si el inodoro no posee un sifón, lo cual es recomendado únicamente para sistemas pequeños con un inodoro por cada tubería de orina, las tuberías pueden ser delgadas, con un diámetro mínimo de 25 mm, deben tener una buena pendiente, se sugiere una pendiente mínima del 4%, se debe evitar todos los obstáculos que disminuyan la velocidad del flujo, por ejemplo, codos. El sistema de tuberías deberá ser corto, preferiblemente menor a 10 metros, para limitar el tiempo que la orina está en el sistema de tuberías y así la degradación de la urea y el riesgo de precipitación en el sistema.

Si el inodoro tiene un sifón, todas las tuberías deben tener una pendiente mínima del 1%. El diámetro de la tubería deberá ser mínimo de 75 mm, pero donde las tuberías pueden ser fácilmente lavadas y/o desarmadas se puede aceptar diámetros de 50 mm, a cambio de un mantenimiento regular, por ejemplo, enjuagando cada cierto tiempo. Para tuberías subterráneas, un diámetro de 110 mm es recomendado. Las tuberías de Ø110 mm tienen paredes más gruesas, son más estables y por consiguiente reducen el riesgo de depresión. La posibilidad de inspeccionar, enjuagar y limpiar las tuberías en las dos direcciones debe estar prevista donde existe un codo en la tubería, en todas las transiciones, por ejemplo de la tubería vertical a la horizontal y donde las tuberías salen de la vivienda. Para prevenir olores, el sistema de tuberías debe ser moderadamente ventilado, la equilibrar la presión es suficiente. Los pozos de revisión fuera de la vivienda deben estar equipados con cubiertas seguras para los niños y ser impermeables. Cuando el contenedor recolector quede fuera del baño, es importante que las tuberías terminen cerca del piso del contenedor para evitar el flujo de aire a través de la tubería dentro del baño.

Se debe prevenir la infiltración de aguas subterráneas dentro del sistema de tuberías. Todas las conexiones en el suelo deben ser completamente impermeables (es decir, soldadas o pegadas, o de ser posible, deben evitarse en su totalidad) para disminuir el riesgo de infiltración de aguas subterráneas. De ser posible las conexiones en el suelo deben ser evitadas totalmente.

Es esencial evitar bolsas de sedimentación y, por tanto, se debe evitar pendientes negativas en todo el sistema de tuberías.

La tubería de la orina debería estar, preferentemente, localizada en la misma zanja junto con las otras tuberías de aguas residuales. Deberá estar claramente marcada, de manera que se pueda distinguir fácilmente de las otras tuberías.

Mantenimiento del sistema de tuberías

Como medida de precaución contra los taponamientos del sistema de tuberías, es recomendable que 1 litro de agua sea vertido en la tubería cada 1-2 semanas.

Si se presentan olores inmediatamente después de que la orina entra a la tubería, se podría probar disminuir la cantidad de agua usada. Si el problema persiste, se puede probar limpiar la tubería con 1-2 dl de ácido acético fuerte, vertiéndolo lentamente.

Tanques

Material

Los tanques de recolección para orina pueden ser fabricados en varios tipos de materiales y diseños. Sin embargo, la orina es muy corrosiva y de ser posible se debe evitar el uso de metales por completo en el sistema. Desde un punto de vista energético, los tanques de concreto o simplemente un recubrimiento de plástico en un agujero en el suelo o con un marco de madera son ventajosos, pero más importante para lograr un funcionamiento técnico apropiado es asegurar que los tanques usados sean impermeables y firmes.

En las escuelas suecas con inodoros desviadores de orina no se realizaron mediciones adecuadas, pero estudios basados en entrevistas sobre los intervalos de recolección indican que las cantidades recolectadas fueron 50-90 l por niño al año, cuando se usó un sistema de doble descarga.

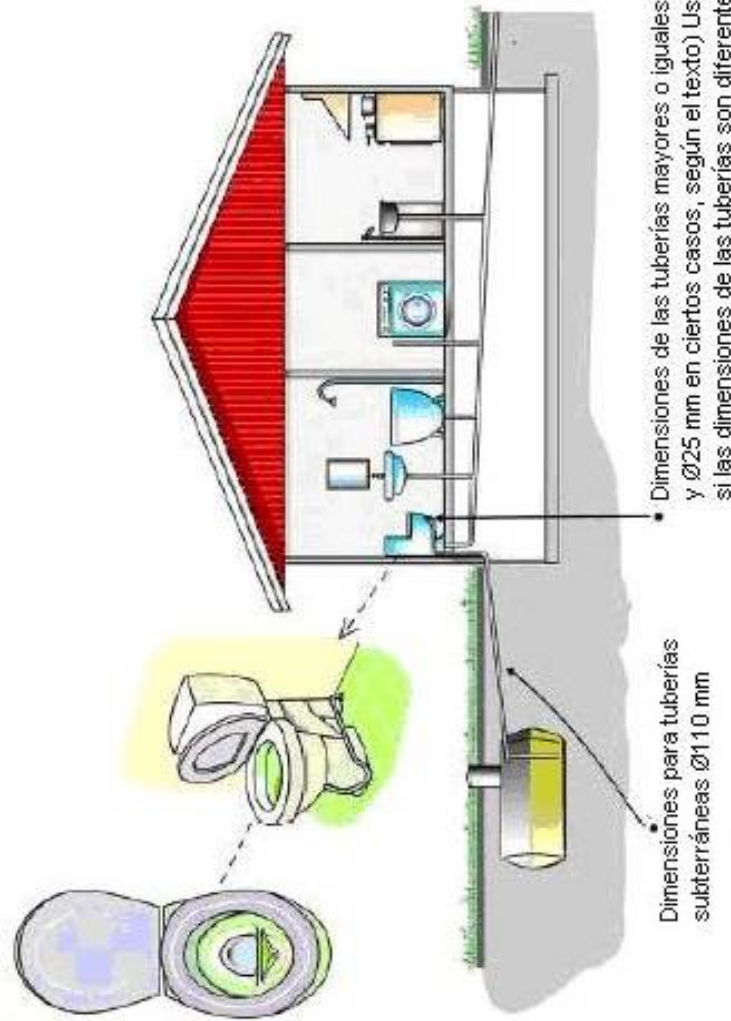
La cantidad recolectada depende del tipo de modelo del inodoro usado, la motivación de los usuarios y el tiempo que se pasa en el hogar. El tamaño del tanque estará influido por el tamaño del banquero usado para el vaciado y el costo de vaciado. En un sistema para una vivienda donde la aplicación se realiza en el propio jardín, el sistema de recolección es fácil de diseñar.

Mantenimiento de los tanques recolectores

Se debe tener mucho cuidado y las regulaciones publicadas por la autoridad competente en seguridad y salud ocupacionales deben ser seguidas si es necesario entrar en el tanque de la orina, esta tarea no debe ser nunca realizada por una sola persona.

Material de lectura

- Af Petersens, E., Kvarnström, E. y Johansson, M. 2005. *Helsingborg Interreg – Handbook in Urine Diversion* (en sueco) www.rent-vatten.com/download/Interreg_WRS_.pdf
- Emilsson, K., Jenssen, P.D.J., Flatlandsmo, A., Greatorex, J., Hellström, D., Magid, J., Malmén, L., Palm, O., y Santala, E. 2006. *Blackwater systems. Nordic inventory and proposals for research and development* (en sueco). *Nordic Council of Minister's Serial: Tema Nord* (en publicación).
- Lindgren, M. 1999. *Urine separating toilets – clearing of blockages, collected volume and attitudes* (*Urinsorterande toaletter – rensning av stopp samt uppsamling och attityder*; en sueco con resumen en inglés). *Institutionsmeddelande 99:05, Institutionen för lantbruksteknik, SLU*. Uppsala.
- Jönsson, H., Vinnerås, B., Höglund, C. Stenström, T.A., Dalhammar, G., y Kirchmann, H. 2000. *Source-diverted urine and recycling* (en sueco). VA-forsk rapporte 2000–01. Svenskt Vatten, Estocolmo, Suecia.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A., y Rodhe, L. 2000. *Urine separation – closing the nutrient cycle*. Estocolmo Vatten AB/FORMAS. www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/english/Urinese_eng.pdf NMR-rapport
- Vinnerås, B., Jönsson, H., Niwagaba, C., Nordin, A. y Nalubega, M. 2006. *Handling systems for reuse of faecal matter and urine*. Ecosanres reporte, en publicación.



Todas las conexiones en el suelo deben ser completamente impermeables, de ser posible estas se deberán evitar.

Todo el sistema de tuberías debe prestar las condiciones para inspección y limpieza. Se recomienda una distancia máxima de 40 m entre los pozos de inspección. Los pozos de revisión a nivel del suelo, fuera de la vivienda, deberán tener una tapa segura para los niños y ser impermeables.

La pendiente de las tuberías debe ser mayor o igual al 1% en todo el sistema (mayor o igual al 4% en ciertos casos, véase el texto).

Pendientes negativas deben evitarse por completo.

Preferentemente no se debe instalar codos de 90°, si se lo hace deben ser accesibles.

Figura 27. Desviación de orina en el hogar; inodoro y tanque. Gráfico de J. Palmcrantz & Co.

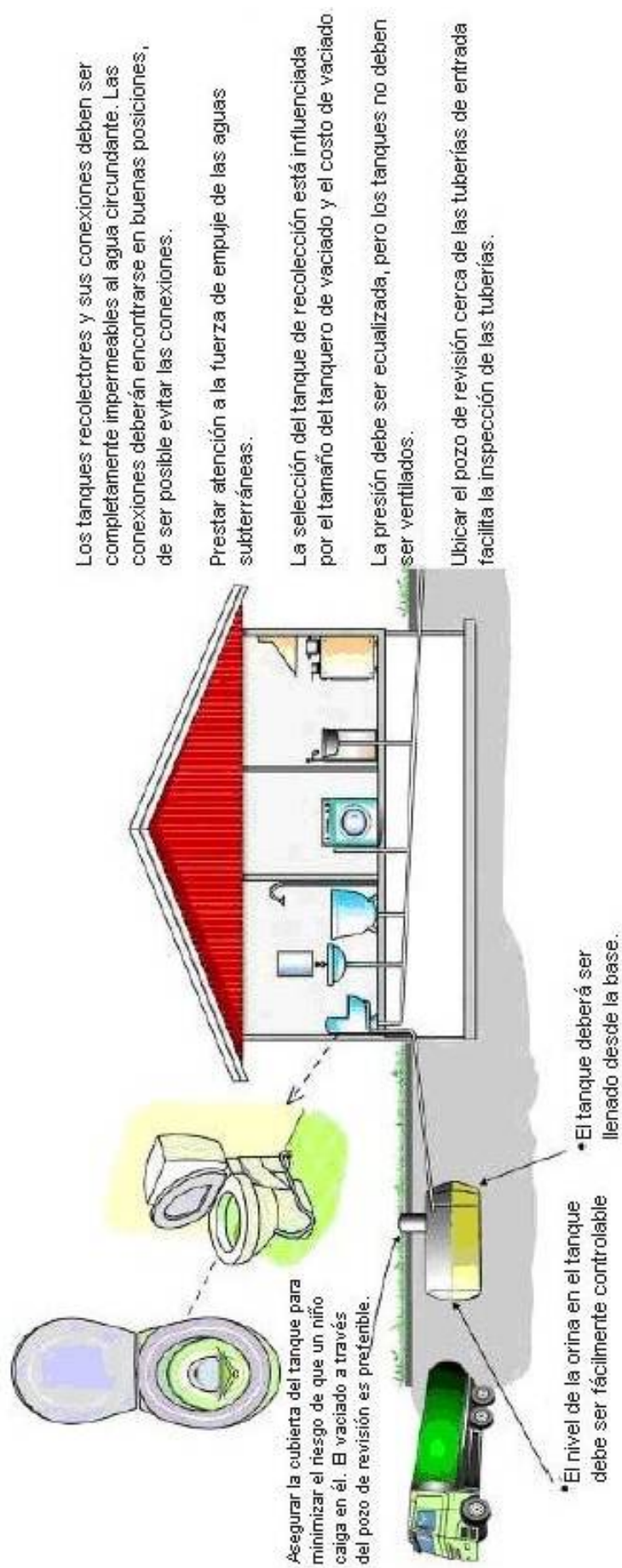


Figura 28. Instrucciones de llenado y vaciado de tanques. Gráfico de Palmerantz & Co.

Apéndice 3: Futuras recomendaciones de la OMS para la higienización de orina (actualmente en borrador final)

Tabla: Lineamientos recomendados para tiempos de almacenamiento para la orina mezclada^a basados en estimaciones del contenido de patógenos^b y cultivos recomendados para sistemas grandes^c (Adaptado de Jönsson *et al.*, 2000 y Höglund, 2001)

Temperatura de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Posibles patógenos en la mezcla de la orina después del almacenamiento	Cultivos recomendados
4°C	≥1 mes	Virus, protozoos	Cultivos alimenticios y cultivos de forraje que serán procesados
4°C	≥6 meses	Virus	Cultivos alimenticios que serán procesados y cultivos de forraje ^d
20°C	≥1 mes	Virus	Cultivos alimenticios que serán procesados y cultivos de forraje ^d
20°C	≥6 meses	Probablemente ninguno	Todos los cultivos ^e

^a Orina u orina y agua. Cuando diluida se asume que la mezcla de orina tiene como mínimo un pH de 8,8 y una concentración de nitrógeno de mínimo 1 g/l.

^b Las bacterias Gram-positivas y las bacterias que forman esporas no están incluidas en los análisis de riesgos subrayados, pero normalmente no son reconocidas por causar ningún tipo de infección preocupante.

^c Un sistema grande en este caso es un sistema donde la mezcla de la orina es usada para fertilizar cultivos que serán consumidos por individuos diferentes a los miembros de la vivienda donde la orina es recolectada.

^d No praderas para la producción de forraje.

^e Para cultivos alimenticios que serán consumidos crudos es recomendado que la orina sea aplicada mínimo un mes antes de la cosecha y que esta sea incorporada al suelo si las partes comestibles crecen sobre la superficie del suelo.

Durante el almacenamiento la orina debe ser recolectada en un tanque o contenedor sellado. Esto evitará el contacto de personas y animales con la orina y reducirá la evaporación del amoníaco disminuyendo el riesgo de olores y de pérdida de nitrógeno. La orina preferiblemente no debe ser diluida.

- Para hortalizas, frutas y tubérculos de consumo crudo se debe aplicar siempre un mes de espera entre la fertilización y la cosecha.
- En áreas donde la *Schistosoma haematobium* es endémica, la orina no debe ser aplicada cerca de las fuentes de agua dulce.
- La orina debe ser aplicada cerca del suelo y preferiblemente mezclada con o regada dentro del suelo.

Las recomendaciones generales para la orina son:

- Uso directo después de la recolección o un período corto de tiempo de almacenamiento es aceptable a nivel de hogar. Para sistemas más grandes se debe organizar el almacenamiento.
- Debe haber un intervalo mínimo de un mes entre la fertilización y la cosecha.
- Recomendaciones adicionales más estrictas se pueden aplicar a nivel local en caso de existir frecuentemente contaminación fecal cruzada. Las recomendaciones de tiempos de almacenamiento están directamente vinculadas al uso agrícola y al cultivo seleccionado, véase arriba.

Prácticas adicionales para disminuir los riesgos incluyen lo siguiente:

- Al aplicar la orina se deben tomar las precauciones para la manipulación de material potencialmente infeccioso. Es decir usar guantes y un lavado de manos escrupuloso.
- La orina debe ser aplicada usando tecnologías de aplicación cercanas al terreno, evitándose la formación de aerosoles.
- La orina debe incorporarse en el suelo. En la práctica esto puede ser hecho mecánicamente o por el riego posterior con agua.

Apéndice 4: Legislación sueca propuesta con respecto al uso agrícola de la orina recolectada en conjuntos habitacionales (EPA de Suecia, 2002)

Tabla: Requerimientos de almacenamiento y cultivos permitidos para la orina, humana, desviada que es recolectada de sistemas grandes²¹. Los requisitos asumen un pH mínimo de 8,8 y una concentración mínima de nitrógeno de 1 g/l. Temperaturas y tiempos de almacenamiento están dados como valores mínimos.

Temperatura de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento	Cultivos permitidos
4°C	1 mes	Cultivos alimenticios que serán procesados
4°C	6 meses	Cultivos alimenticios que serán procesados y cultivos de forraje ²²
20°C	1 mes	Cultivos alimenticios que serán procesados y cultivos de forraje
20°C	6 meses	Todos los cultivos alimenticios ²³ y los cultivos de forraje ²⁴ , áreas de parques
-	1 año	Todos los cultivos alimenticios ²⁵ y los cultivos de forraje ²⁶ , áreas de parques

²¹ Las recomendaciones del uso de la orina a nivel de vivienda están siendo desarrolladas actualmente.

²² La aplicación de la orina en praderas de producción de forraje no está permitida.

²³ Para cultivos alimenticios de consumo crudo se recomienda que la orina sea aplicada como mínimo un mes antes de la cosecha y se labre.

²⁴ La aplicación de la orina en praderas para producción de forraje no está permitida.

²⁵ Para cultivos alimenticios de consumo crudo se recomienda que la orina sea aplicada como mínimo un mes antes de la cosecha y se labre.

²⁶ La aplicación de la orina en praderas para producción de forraje no está permitida.



EcoSanRes es un programa internacional de investigación y desarrollo financiado por Asdi (Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional). Se trata de una amplia red de socios con conocimientos y experiencia en varios aspectos del saneamiento ecológico, que van desde la gestión y la higiene a las cuestiones técnicas y de reuso. Los socios representan a universidades, ONGs y consultores y participan en estudios, actividades de promoción y ejecución de proyectos en Asia, África y América Latina.

El centro de la red es el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI por sus siglas en inglés), que tiene un contrato con Asdi. EcoSanRes se ha convertido en un órgano de red con autoridad dentro del campo del saneamiento ecológico y coopera adicionalmente con otras organizaciones bilaterales y multilaterales como la OMS, UNICEF, PNUD, PNUMA, GTZ, WASTE, IWA, PAS, etc.

El programa de EcoSanRes tiene tres componentes principales:

- Expansión
- Capacidad
- Implementación

El trabajo de expansión incluye promoción, creación de redes y disseminación a través de seminarios, conferencias, grupos de discusión electrónicos y publicaciones.

El fomento de la capacidad, se logra a través de cursos de entrenamiento en saneamiento ecológico en de la producción de estudios y lineamientos, cuyo contenido va desde el diseño de eco-inodoros, tratamiento de aguas grises, aspectos arquitectónicos, reuso agrícola, lineamientos para la salud, herramientas de planificación, etc.

La implementación pone la teoría en la práctica con proyectos piloto de saneamiento ecológico en diversas regiones alrededor del mundo. Puesto que el factor más importante de éxito en la implementación de sistemas ecosan es la adaptación local, EcosanRes proporciona un marco lógico para proyectos pilotos prospectivos e insiste en que los proyectos cumplan con criterios rigurosos previa su aprobación.

EsoSanRes se encuentra ejecutando proyectos pilotos principalmente en China, Sudáfrica, México e India con planes para Bolivia. La nueva fase del programa EcoSanRes que inició en el 2006 ayudará a desarrollar nodos regionales en varias partes de los países en vías de desarrollo para fomentar la capacidad más allá, la sensibilización pública e implementar proyectos locales.

Para mayor información sobre las organizaciones cooperantes y las actividades del programa por favor consultar.

www.ecosanres.org