



*Tendencias en el tratamiento
Integral de Aguas Residuales*

Congreso Internacional Ambiental Manizales

“Tendencias en el tratamiento integral de aguas residuales”

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad[®]
Católica
de Manizales



Mejorando la sostenibilidad del manejo de aguas residuales



Congreso Internacional Ambiental:

- *Tendencias en el tratamiento integral de aguas residuales*

Manizales, Sep 18-21 de 2017

*Kim Andersson
Senior Expert*

Stockholm Environment Institute - SEI

Disposición

- Breve introducción a SEI
- Desafíos y oportunidades vinculados al saneamiento - desde los ODM hasta los ODS
- Criterios de sostenibilidad
- Mejorando la sostenibilidad de sistemas de AR

The Stockholm Environment Institute

Conectando la Ciencia con la Política

- Instituto de investigación independiente e internacional
- Establecido por el Gobierno sueco en 1989
- Con sede en Estocolmo
- Apoya la toma de decisiones en el ámbito del desarrollo sostenible



Temas de investigación

Managing
Environmental Systems

Reducing Climate Risk

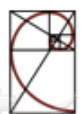
Transforming
Governance

Rethinking
Development

SEI Initiatives

- Low Emission Development Pathways
- Climate Finance
- Fossil Fuels and Climate Mitigation
- Producer to Consumer Sustainability
- Transforming Development & Disaster Risk Reduction
- **Sustainable Sanitation**
- Behaviour and Choice
- Water, Energy and Food Nexus

SEI STRATEGY
2015–2019



SEI

STOCKHOLM
ENVIRONMENT
INSTITUTE



SEI Initiative on Sustainable Sanitation



Temas de investigación

1: Fortalecimiento del caso mundial de saneamiento sostenible

Demostrar las potencialidades del saneamiento sostenible como catalizador del desarrollo, generando múltiples beneficios intersectoriales

2: Promoción de sistemas de saneamiento sostenible en países de bajos ingresos (rural)

Desarrollar nuevos modelos de intervención para facilitar el aumento y sostenibilidad de saneamiento

3: Construyendo la base de evidencia para la recuperación de recursos (urbano)

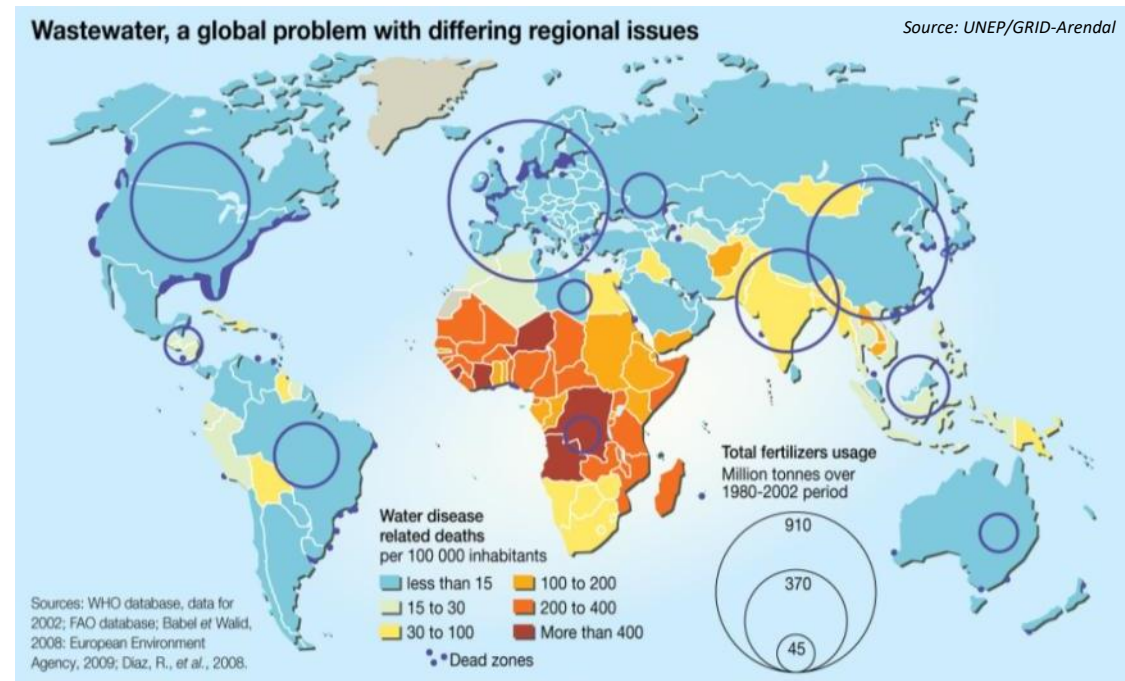
Desarrollo de la herramienta 'Mapeo de Valores de Recursos' (REVAMP) para promover la gestión integrada de los recursos

Gestión del conocimiento y desarrollo de la capacidad para impactar a políticas

- *Organizar diálogos de políticas sobre saneamiento sostenible*
- *Gestión del conocimiento a través de la red SuSanA*
- *Colaboración en investigación con redes regionales de conocimiento*

Gestión del saneamiento y de las aguas residuales:

Diversos contextos y problemas



Algunos hechos relacionados con el saneamiento inadecuado y la gestión de las aguas residuales:

- Alrededor del 80-90% de todas las aguas residuales generadas en el mundo se descarga sin tratamiento
- 2.4 billones carecen de saneamiento mejorado (pero 4.2 billones de personas sin sistemas funcionales de saneamiento)
- Un estimado de 1,8 millones de niños mueren cada año debido a enfermedades relacionadas con el agua
- Aprox. El 10% de la producción mundial de alimentos se cultiva con aguas residuales contaminadas

Porcentaje de la población atendida por diferentes tecnologías de saneamiento (por región)

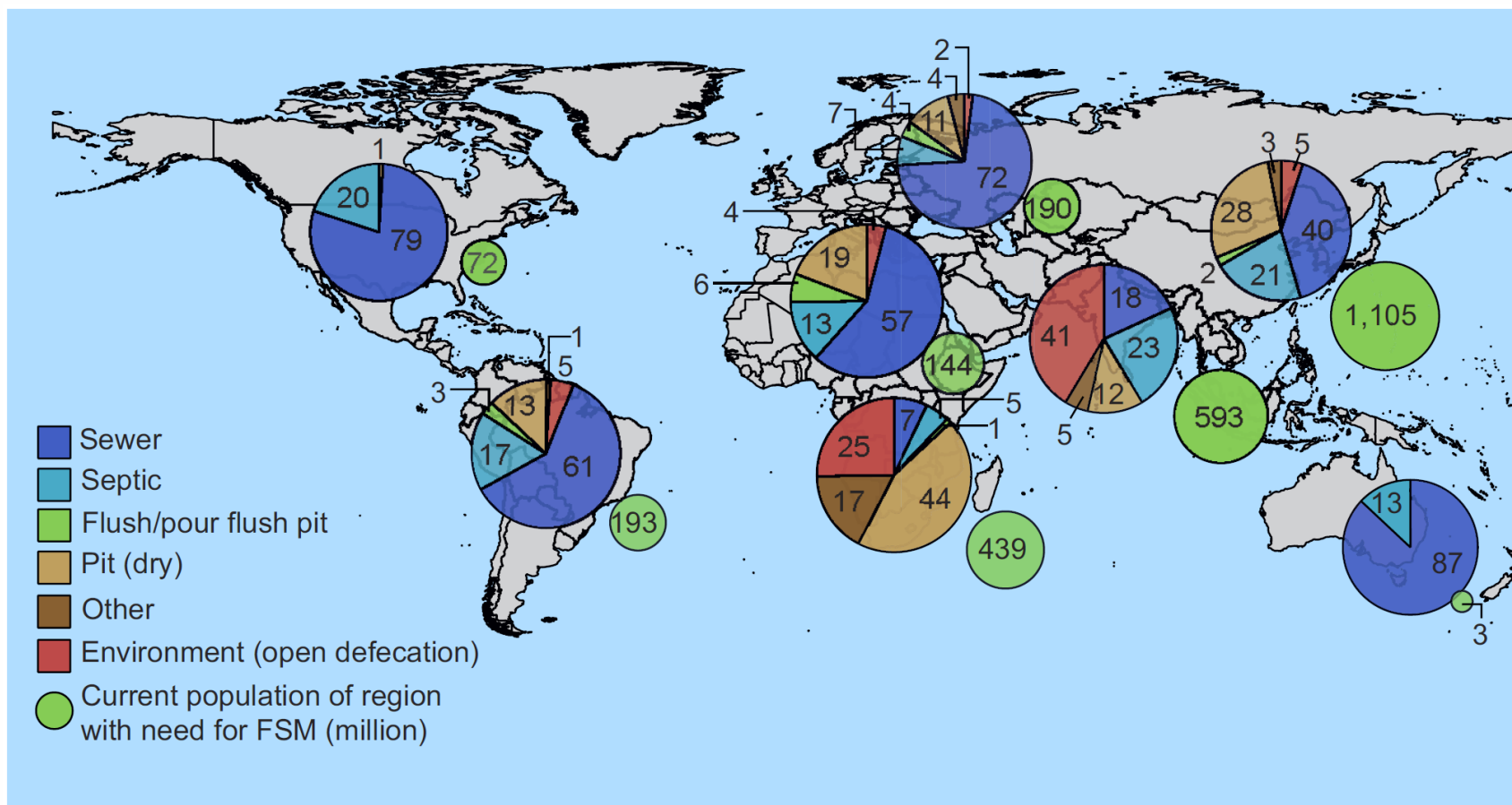


Figure: Based on Boston Consulting Group analysis of UN Joint Monitoring Programme data, from Strande et al. 2014

Tendencias de los sistemas de saneamiento en zona urbana

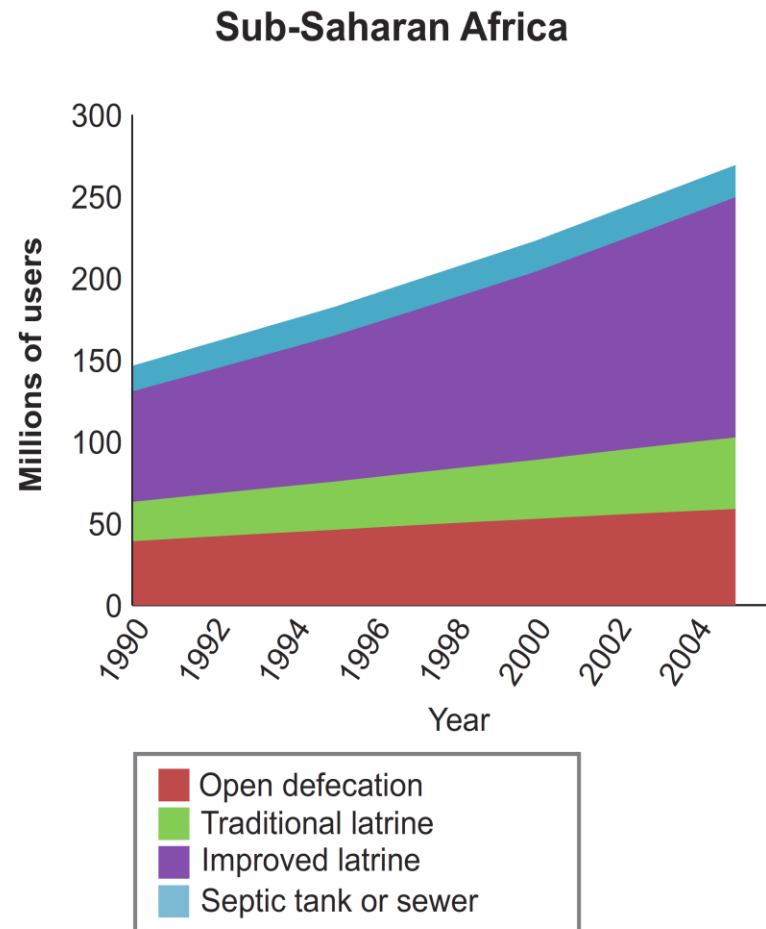
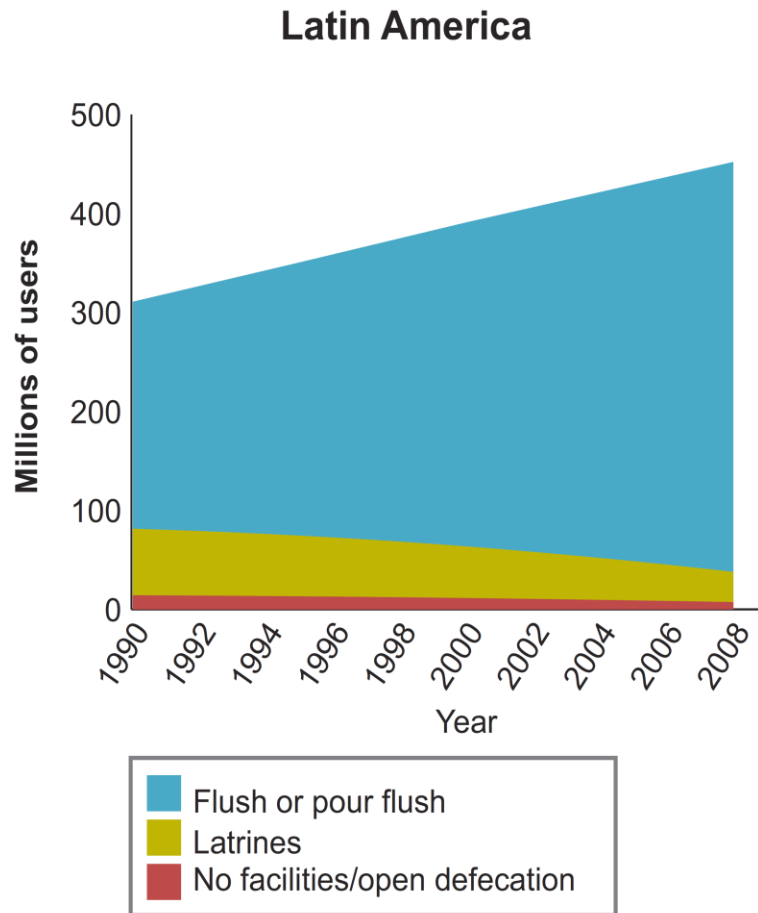
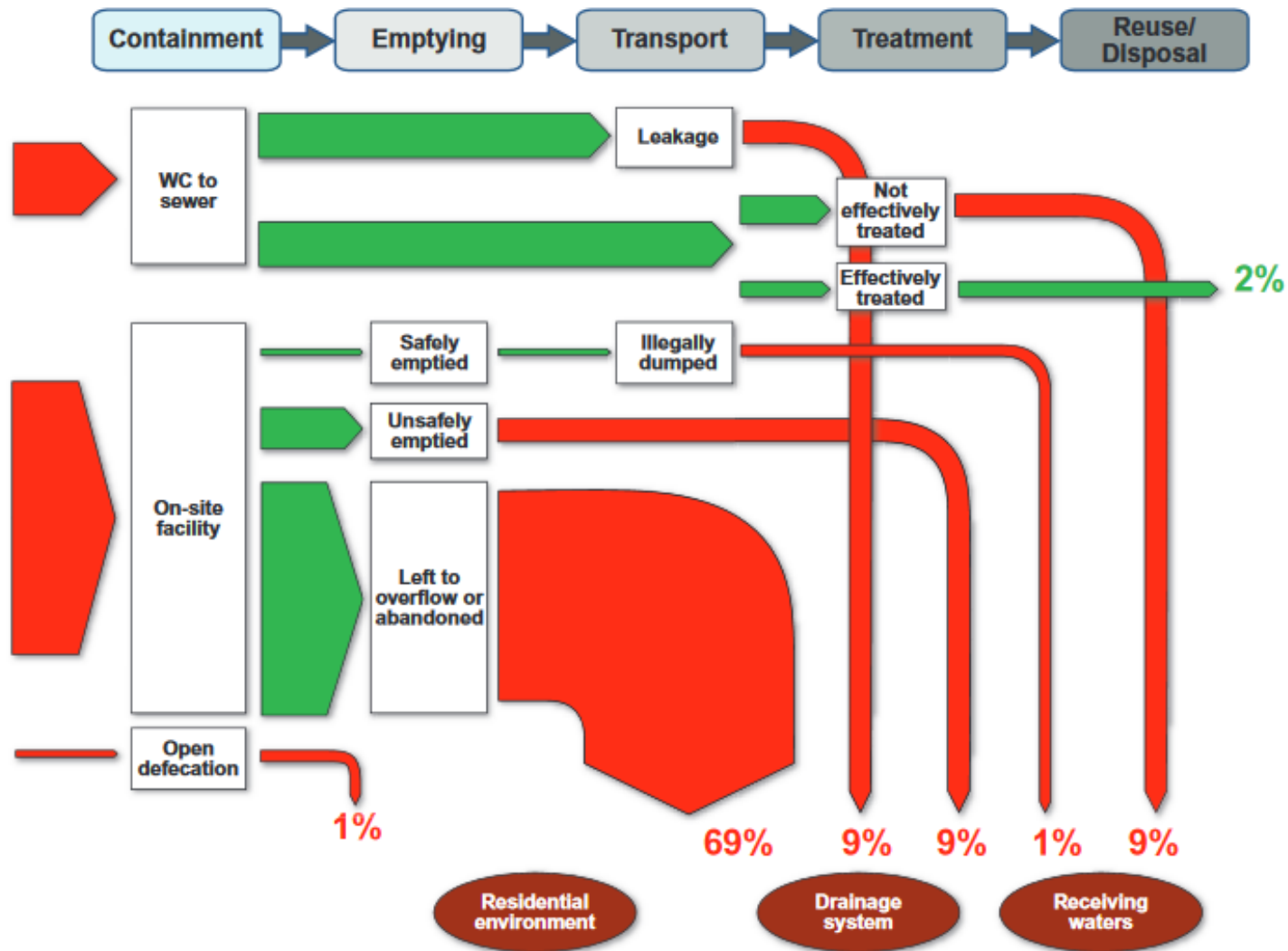


Figura: Adaptado de Kjellén et al. 2012

Diagrama de flujo de excreta – Dhaka, Bangladesh

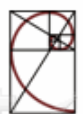


Source: WSP (2015)

¿Protección de la salud pública y el medio ambiente?

WC – sin tratamiento de aguas residuales

Campo abierto



SEI

STOCKHOLM
ENVIRONMENT
INSTITUTE

Impacto en la salud y propagación de la enfermedad debido al saneamiento inadecuado

- 5.000 a 6.000 niños mueren cada día por enfermedades transmitidas por el agua debido a la falta de saneamiento básico
- 60 millones de DALY * ("persona-año saludable") se pierden cada año debido a enfermedades diarreicas
- 3.500 millones de personas son portadoras de parásitos de gusanos

Efecto subestimado: "Enteropatía ambiental"

Presión de parásitos intestinales →

Disminución de la asimilación de nutrientes en el intestino

→

Retraso en el crecimiento y reducción del desarrollo mental ...

... incluso con suficiente ingesta de alimentos, la absorción de nutrientes es deficiente!



Cambio climático – un factor emergente

- Las proyecciones climáticas sugieren **incrementos en la temperatura**, y **aumentos o disminuciones en la precipitación** para 2100 (confianza media).
- El riesgo de **escasez de suministro de agua** aumentará debido a las reducciones de precipitación y al aumento de la evapotranspiración en las regiones semiáridas (alta confianza)
- Pero también aumentó el **riesgo de inundaciones**, debido a los **eventos de lluvia más intensos**

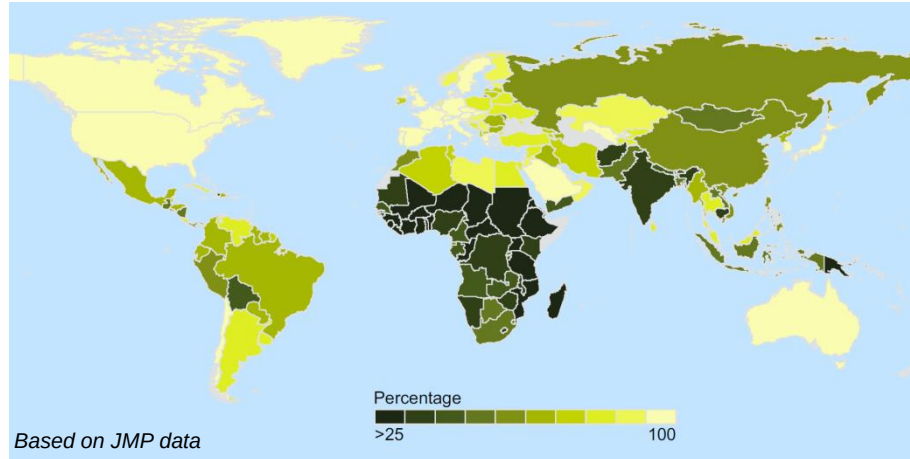
Impactos en la salud

	Negative impact	Positive impact
Very high confidence Malaria: contraction and expansion, changes in transmission season		
High confidence Increase in malnutrition		
Increase in the number of people suffering from deaths, disease and injuries from extreme weather events		
Increase in the frequency of cardio-respiratory diseases from changes in air quality		
Change in the range of infectious disease vectors		
Reduction of cold-related deaths		
Medium confidence Increase in the burden of diarrhoeal diseases		

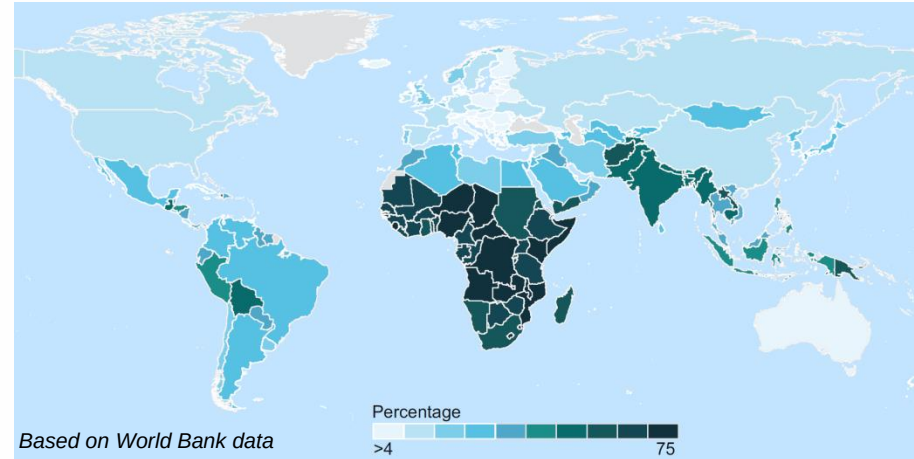
Fuentes: IPCC, AR4, AR5

El mapeo de algunos retos globales clave que un saneamiento y manejo de aguas residuales más sostenible podría mitigar

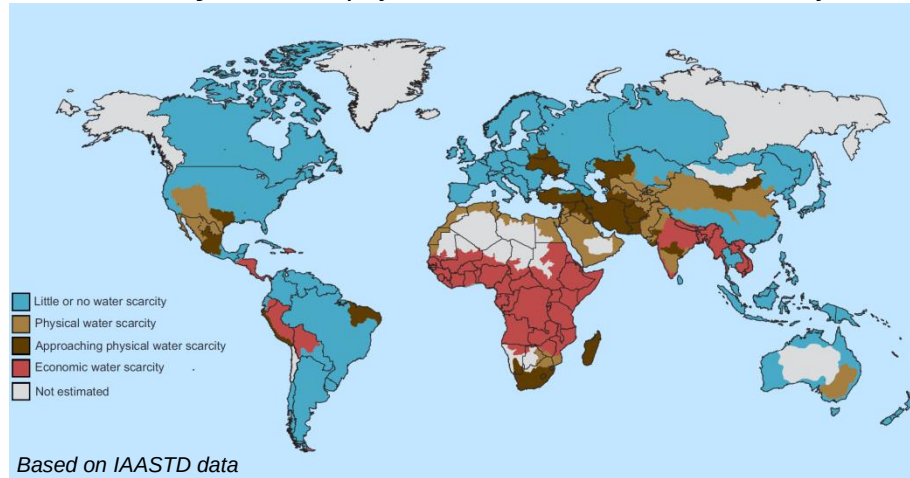
Sanitation gaps: Percentage of population with access to improved sanitation, 2015



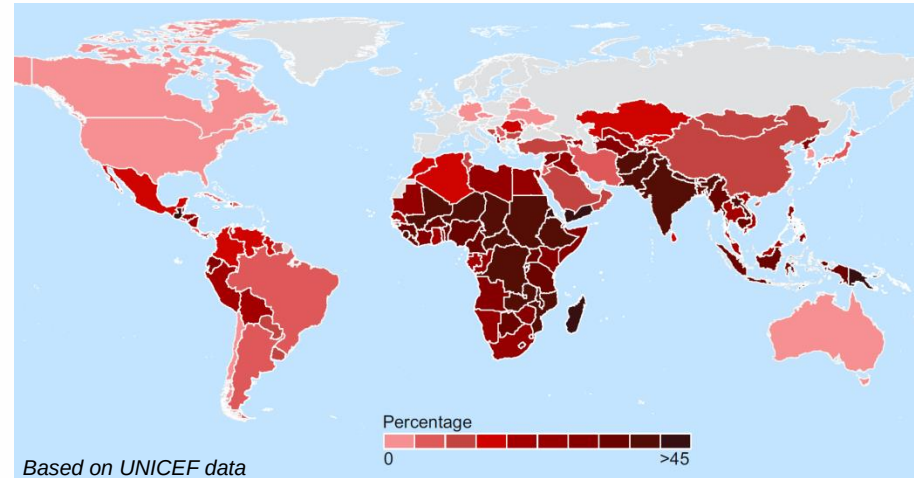
Disease: Percentage of total deaths that are from communicable diseases or maternal, prenatal or nutrition conditions, 2012



Water scarcity: Areas of physical and economic water scarcity, 2007



Malnutrition: Percentage of children under 5 with stunting, 2015



ODM a ODS

(Objetivos de Desarrollo de Milenio a Objetivos de Desarrollo Sostenible)

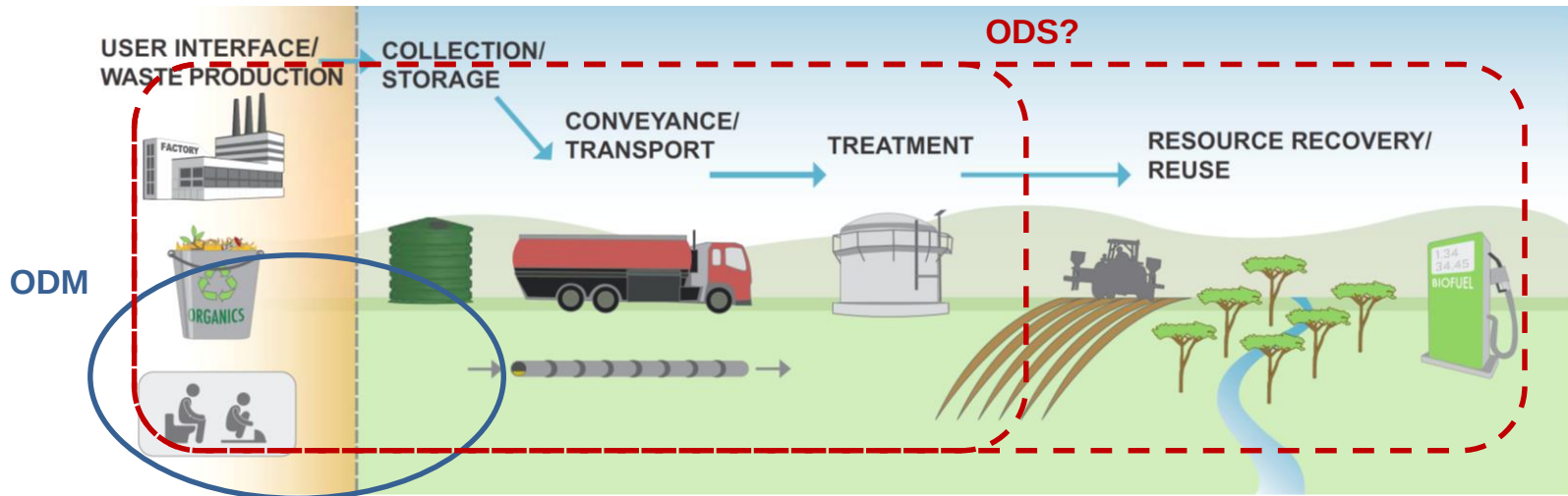


6. Agua limpia y saneamiento

6.2 De aquí a 2030, lograr el **acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos** para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad

6.3 De aquí a 2030, **mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial**

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de **captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización**



Más allá del Objetivo 6:

Saneamiento y gestión de aguas residuales más sostenible pueden ayudar a alcanzar múltiples ODS.

Goals and targets	Meta 6.2		Meta 6.3		
	Waste Containment	Safe sanitation access & availability	Pathogen emission control	Nutrient emission control	Resource management & recovery
1. NO POVERTY 1.2 – poverty in all its dimensions 1.4 – access to basic services 1.5 – resilience, reduce vulnerability, extreme events					
2. ZERO HUNGER 2.1 – end hunger food sufficiency 2.2 – end malnutrition 2.3 – double smallholders' productivity & incomes					
3. GOOD HEALTH & WELL-BEING 3.2 – end preventable infant and under-5 deaths 3.3 – end epidemics combat water-related diseases 3.9 – reduce deaths & illnesses from pollution and contamination					
4. QUALITY EDUCATION 4.5 – eliminate gender disparities in education 4a – build & upgrade safe education facilities					
5. GENDER EQUALITY 5.1 – end discrimination against women & girls 5.2 – eliminate violence against women & girls in public space					
6. CLEAN WATER & SANITATION 6.2 – sanitation & hygiene for all 6.3 – reduce water pollution, increase recycling 6.4 – substantially reduce water scarcity 6.5 – water resources management, transboundary cooperation 6.6 – protect & restore water-related ecosystems 6a – international cooperation, support developing countries					
7. AFFORDABLE & CLEAN ENERGY 7.2 – increase share of renewable energy					
8. DECENT WORK & ECONOMIC GROWTH 8.4 – improve resource efficiency, decouple economic growth from environmental degradation					
9. INDUSTRY, INNOVATION & INFRASTRUCTURE 9.4 – upgrade industrial resource efficiency & clean technology					
11. SUSTAINABLE CITIES & COMMUNITIES 11.5 – reduce deaths & econ. losses from disasters 11.6 – reduce adverse environmental impact of cities 11.7 – safe public spaces					
12. SUSTAINABLE CONSUMPTION & PRODUCTION 12.2 – management & efficient use of resources 12.4 – chemicals and waste management 12.5 – reduce waste generation					
13. CLIMATE ACTION 13.1 – strengthen resilience to climate-related hazards & natural disasters					
14. LIFE BELOW WATER 14.1 – reduce marine pollution from land-based activities					
15. LIFE ON LAND 15.1 – conserve, restore & sustainably use terrestrial ecosystems 15.3 – restore degraded land and soils					



Principales **dimensiones de sostenibilidad** en el saneamiento y gestión de aguas residuales



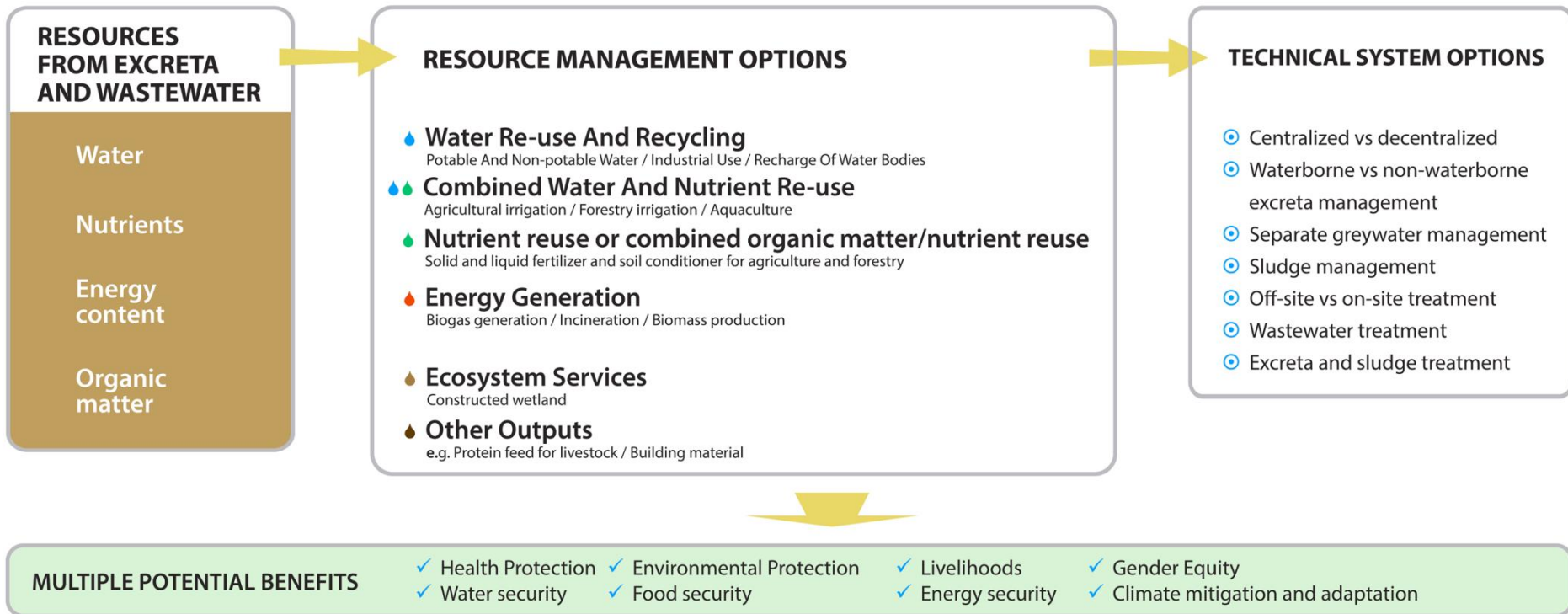
*Based on the sustainability criteria for sanitation systems identified by Sustainable Sanitation Alliance
(www.susana.org)*



SEI

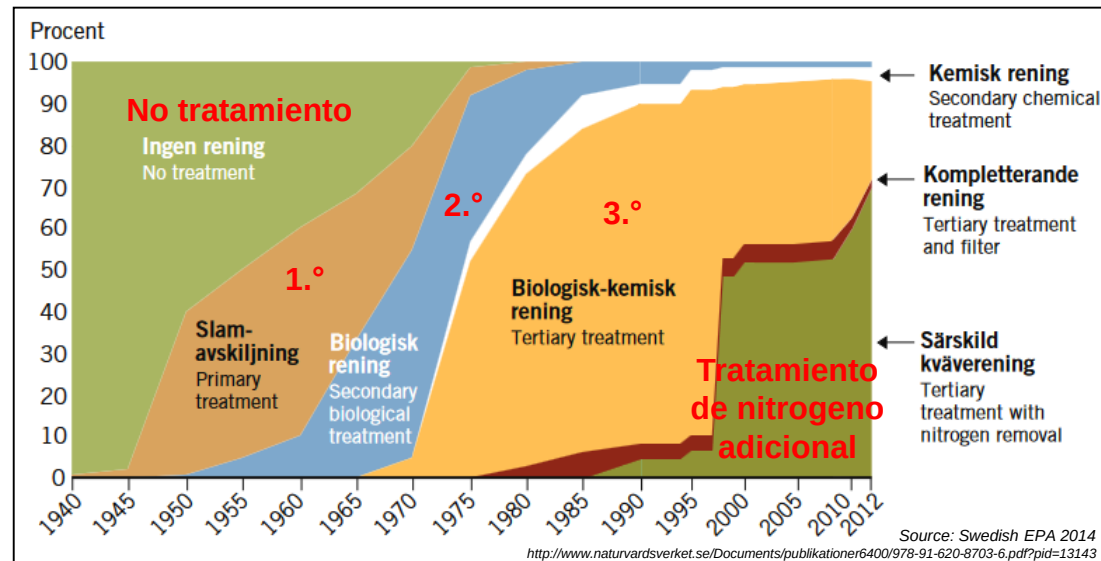
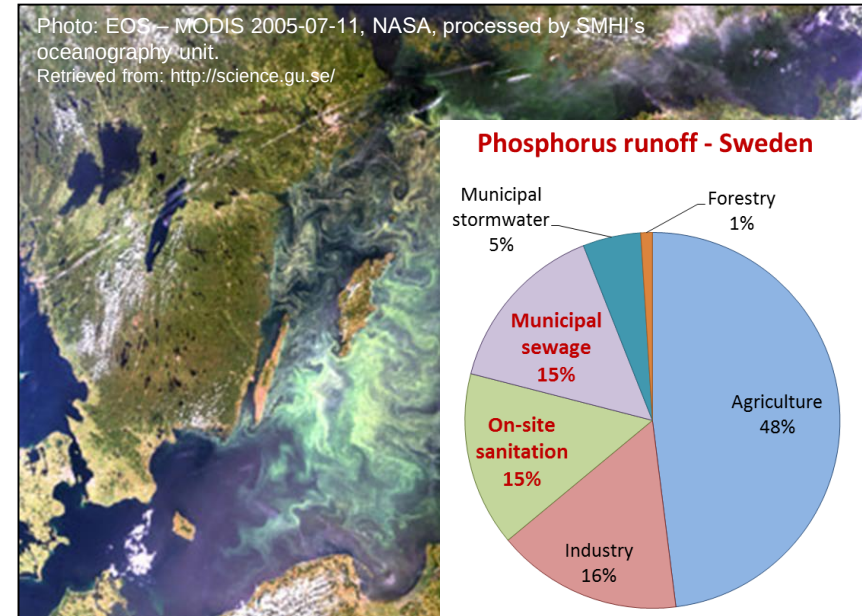
STOCKHOLM
ENVIRONMENT
INSTITUTE

Planeación basada en manejo de recursos naturales

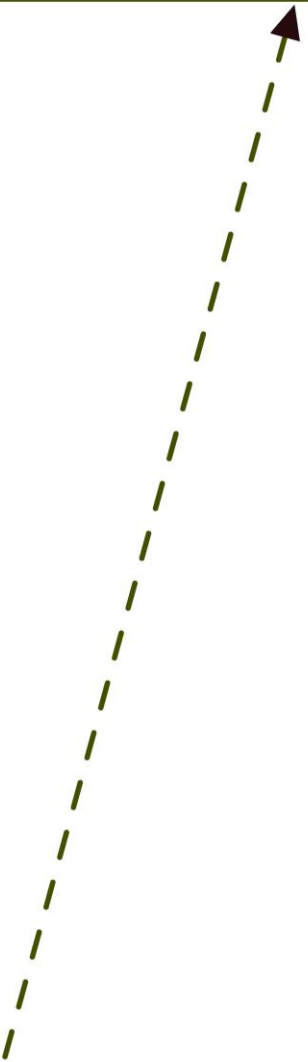


SUECIA: Manejo de aguas residuales – los últimos 100 años

- A partir de 1920 - la rápida expansión del saneamiento basado en agua - para mejorar las condiciones sanitarias en las ciudades
- 1960/70 rápida expansión del tratamiento - para reducir la contaminación ambiental
- Enfoque ahora:
 - Residuos y productos químicos farmacéuticos
 - Reciclaje de recursos (por ejemplo, energía y nutrientes)



Function-based sanitation ladder, with proposed indicators for monitoring

	Function	Indicators	Management needs
Environmental functions	7 Integrated resource management	Indicators will differ and depend on flowstreams from the full environmental sanitation system (urine, faeces, greywater, faecal sludge, wastewater as below but also including water provision, stormwater management and solid waste management and context)	
	6 Eutrophication risk reduction	Indicators will differ and depend on flow stream from the sanitation system (urine, faeces, greywater, faecal sludge, wastewater)	
	5 Nutrient reuse	(i) X% of N, P, K excreted is recycled for crop production, (ii) Y% of used water is recycled for productive use	
Health functions	4 Pathogen reduction in treatment	Indicators will differ and depend on flow stream from the sanitation system (urine, faeces, greywater, faecal sludge, wastewater) and also whether the flowstream will be used productively afterwards or not	
	3 Greywater management	(i) No stagnant water in the compound, (ii) no stagnant water in the street, (iii) no mosquitoes or other vectors	
	2 Safe access and availability	(i) 24-hr access to facility year-round, (ii) facility offering privacy, personal safety and shelter, (iii) facility is adapted to needs of the users of the facility	
	1 Excreta containment	(i) Clean facility in obvious use, (ii) no flies or other vectors, (iii) no faecal matter lingering in or around latrine, (iv) hand-washing facility in obvious use with soap, (v) lid, (vi) odour-free facility	

* Note that moving up the ladder means that the functions below are also fulfilled.

Contexto geográfico / físico que define soluciones técnicamente viables, por ejemplo:

- Disponibilidad de agua
- Topografía
- Clima y eventos naturales
- Densidad de población (urbano / periurbano / rural)
- Infraestructura existente
- Uso de la tierra / actividades productivas - Demanda local de recursos recuperables



Opciones tecnológicas de manejo

- Basado en aguas o sin descarga de agua
- Centralizado o descentralizado
- Fuera del sitio o en el sitio
- Flujo separado de residuos (aguas grises, aguas negras, orina, lodos)
- Recuperación de recursos
- Tecnologías de tratamiento

Enfoque sistémico

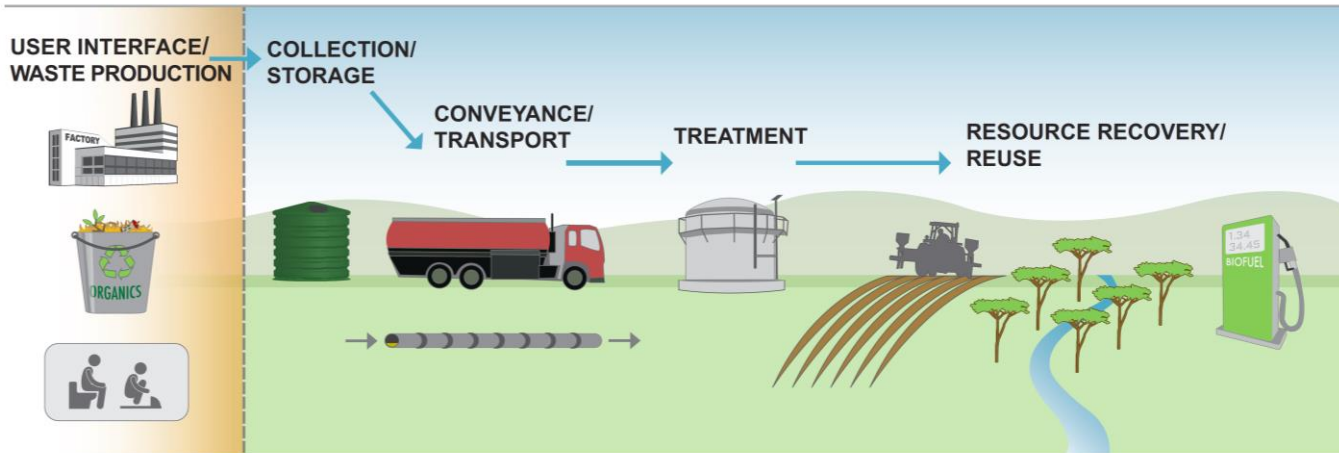
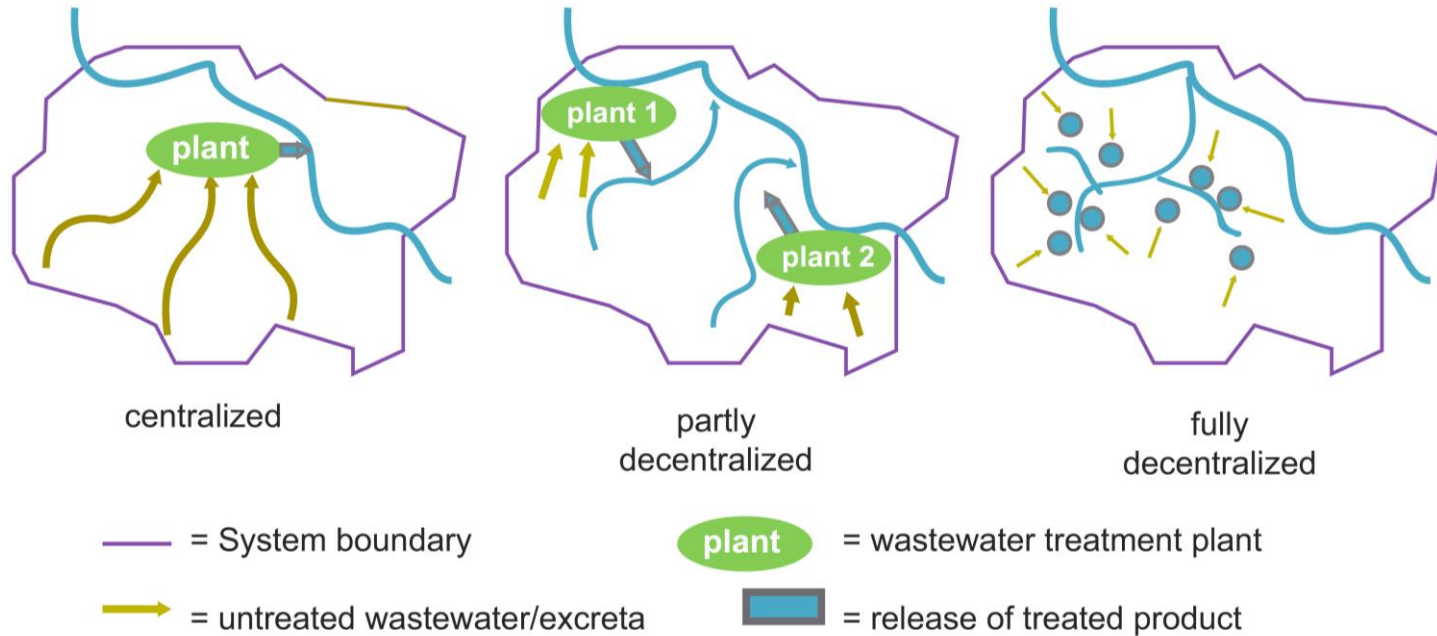


Figure: Stockholm Environment Institute



Diferentes niveles de centralización del servicio de recolección



'Convencional' vs. Descentralizado

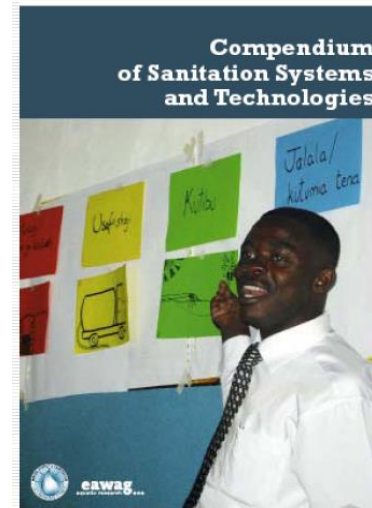
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Alta inversión• Fuga• Difícil reutilización• Participación limitada• Tecnología avanzada | <ul style="list-style-type: none">• Menos inversión y costos de O & M• Promueve la participación• Enfoque sistémico• Facilita el tratamiento natural y soluciones de baja tecnología• Facilita la reutilización de agua y nutrientes |
|--|--|

Prioridades y opciones de tratamiento:

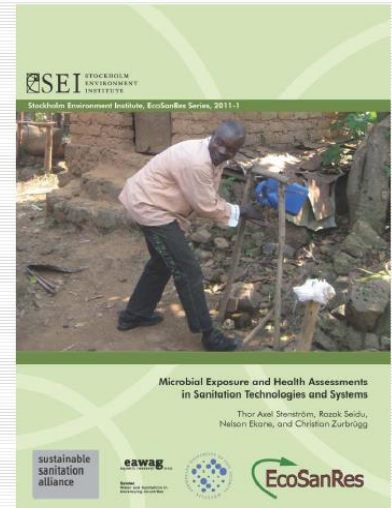
El tipo de disposición o recuperación de agua define la eficiencia de tratamiento requerida.

Los parámetros generales de eliminación son:

- Patógenos
- Material orgánico
- Nutrientes
- Micro-contaminantes



"EAWAG Compendium", 2008

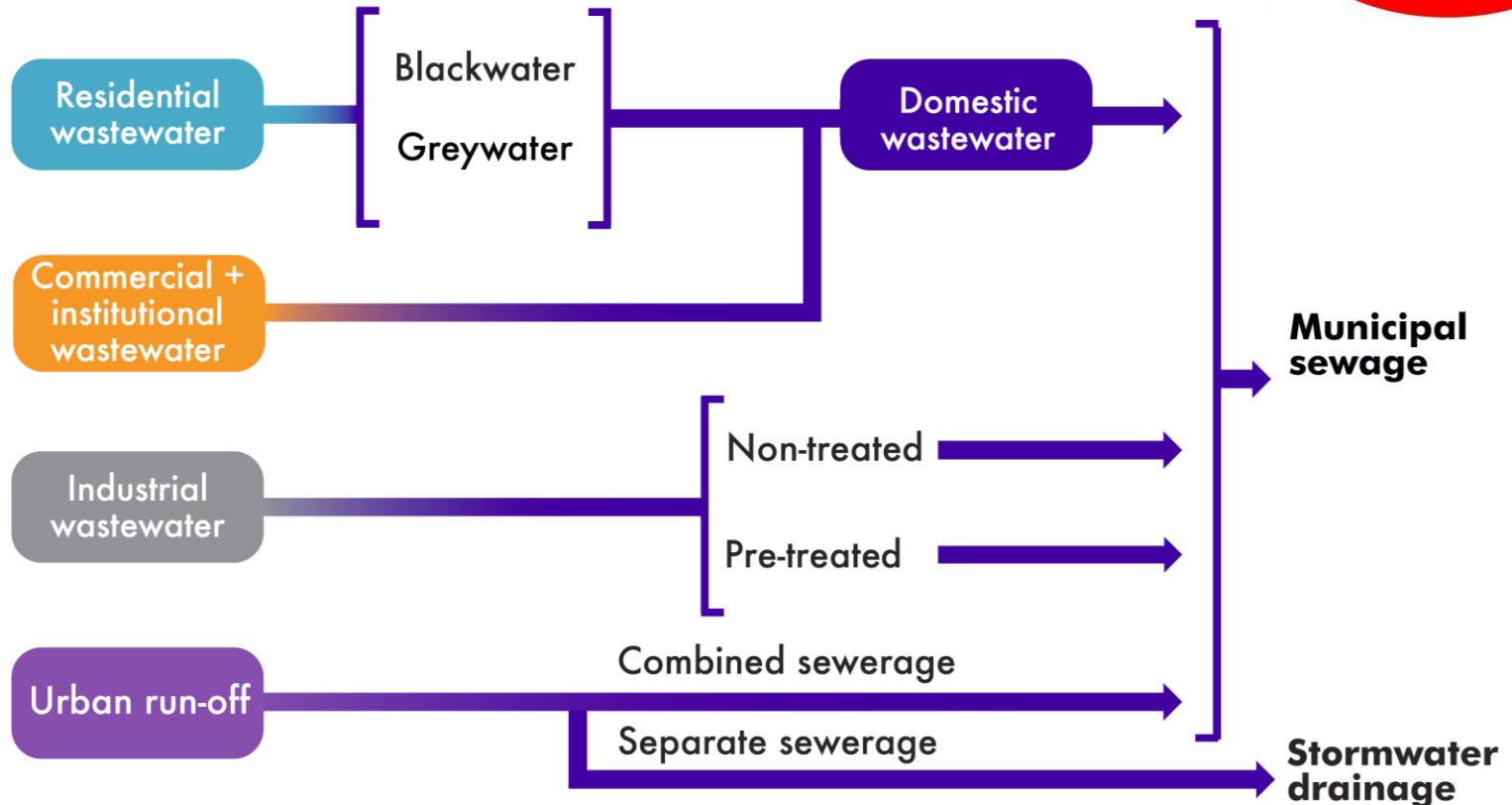


"SEI Health Compendium", 2011

www.susana.org/en/resources/library



Control en la fuente



Suecia redujo a la mitad el nivel de metales pesados en aguas residuales entre 2000 y 2013, debido a una serie de medidas, la mayoría preventivas

Planeando y diseñando para sostener el funcionamiento del sistema

Sistema robustos, que funciona con variaciones en la carga, durante y después, eventos tales como cortes de energía, escasez de agua y las inundaciones.

Desarrollar sistemas de saneamiento y de aguas residuales de modo que sean funcionales en un rango de posibles escenarios climáticos.

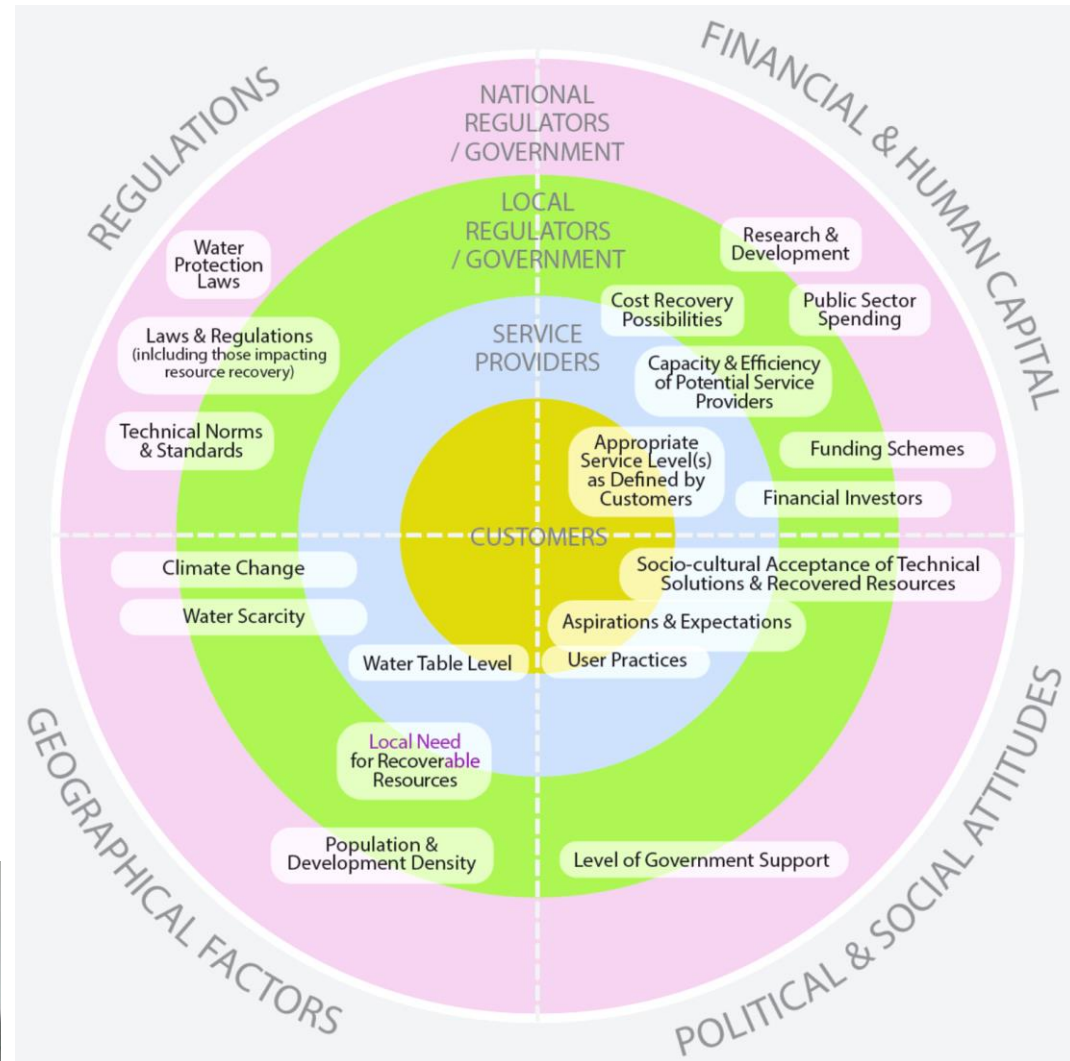
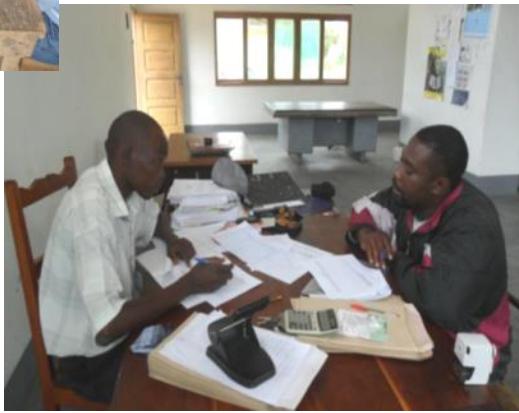
Sistemas adaptados a las **necesidades y capacidades** de los **usuarios y operadores**



ASPECTOS INSTITUCIONALES Y SOCIALES

- Ambiente apto
- Participación de los actores clave
- Funciones y responsabilidades
- Instrumentos de gestión, por ejemplo:, e.g.:

- *Certificación y garantía de calidad*
- *Monitoreo (e.g. indicadores ODS 2030)*

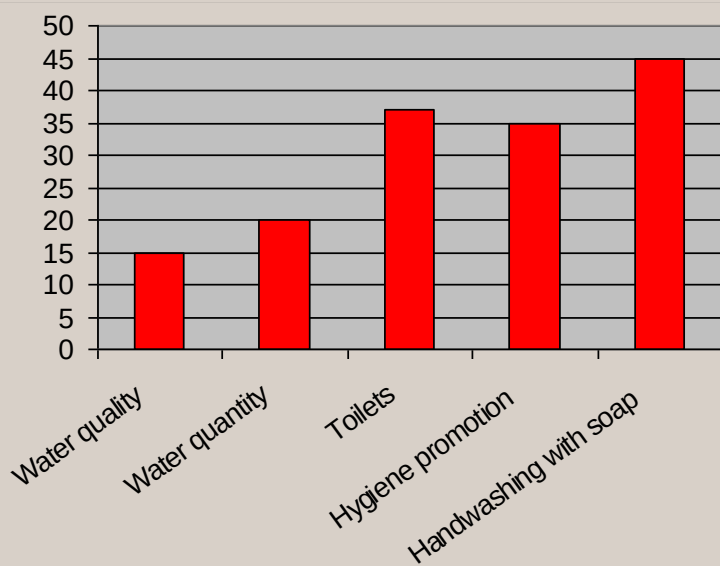


Adapted from: Lüthi et al. 2011

Enfoque integrado de Agua-San-Higiene

Obtener los beneficios de salud requiere un enfoque integrado

Percentage reduction in diarrhoea risk for various interventions



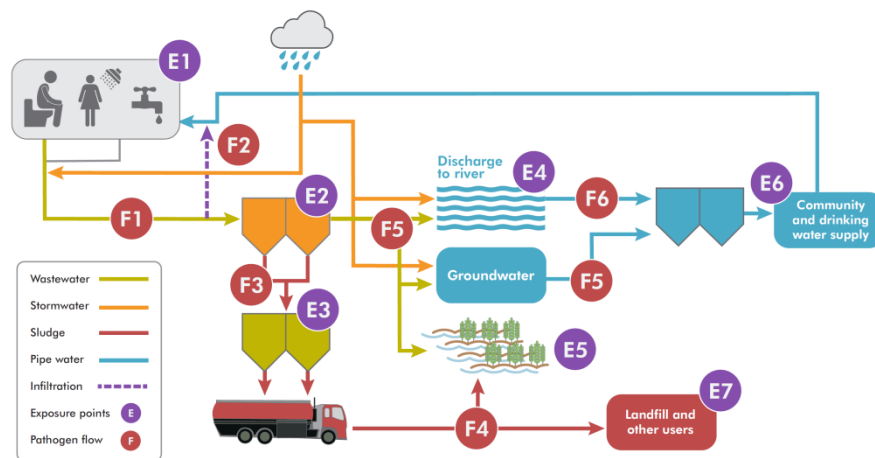
SOURCE: UNESCO/World Water Assessment Programme WWAP (2003): *Water for People, Water for Life. The United Nations World Water Development Report*. WHO: *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*.

Planeación segura de saneamiento (PSS)



Source: WHO 2015

Typical pathogen flows and exposure points: centralized wastewater treatment system



R. Seidu

- **Protección ambiental**

- *Control de nutrientes y materia orgánica*
- *Control de micro-contaminantes*

- **Fortalecer los servicios ecosistémicos**

Fishing in sewage-polluted water at the junction of the Wei and Zao rivers. Photo: Reuters / Stringer



Constructed wetland. Part of a long-term plan to reduce combined sewer overflows by 84 percent, or 7.2 million m³ annually (Source: John Struzziery/cenews.com)



Mitigación de cambio climático

Cuatro enfoques para reducir las emisiones:

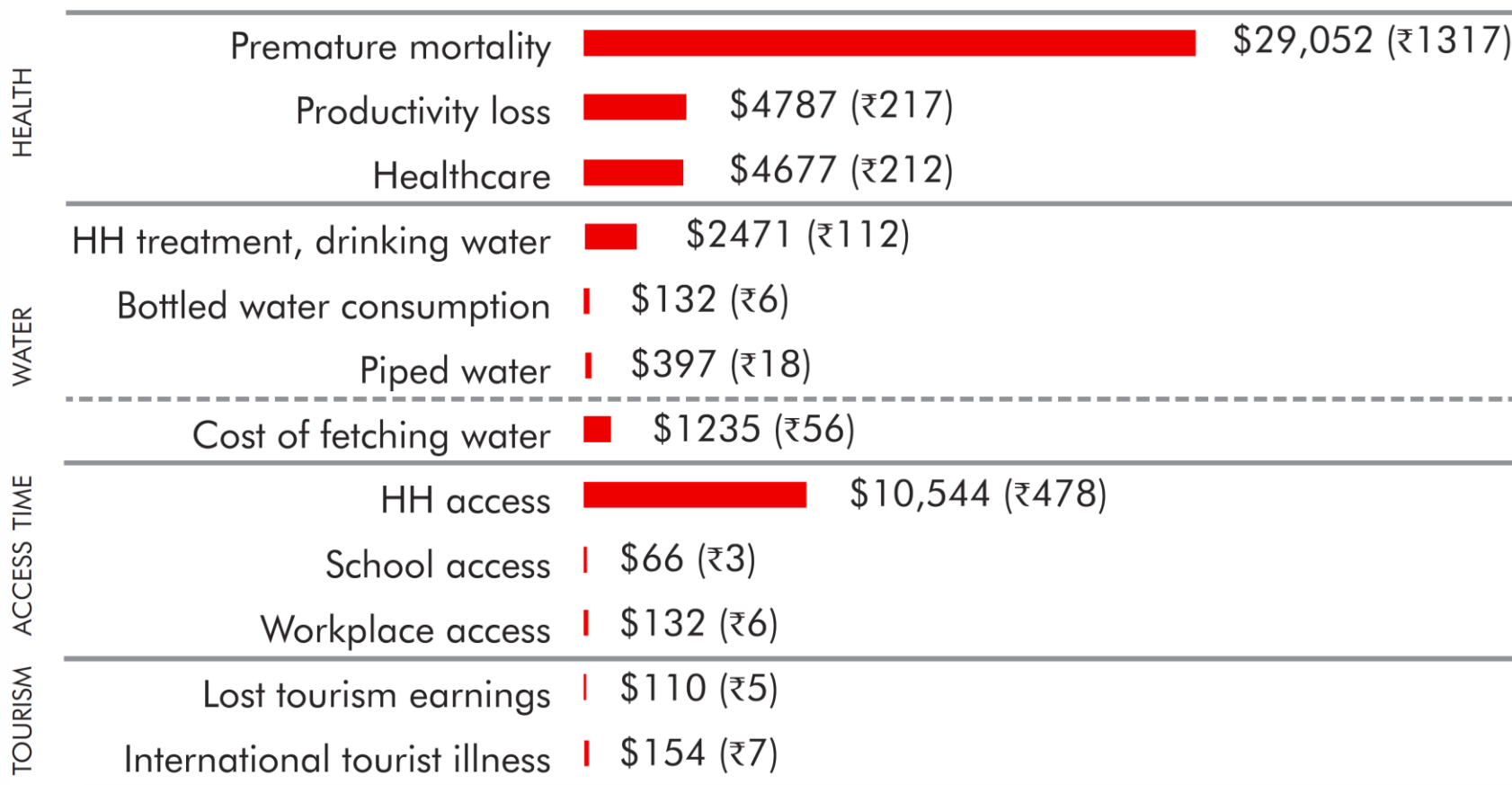
- Implementar estrategias para **evitar emisiones de metano incontroladas** de los residuos (líquidos y sólidos)
- Sustitución de combustibles fósiles por **energía renovable** recuperada de los flujos de residuos.
- **Sustituyendo los fertilizantes** químicos que se producen con altos insumos de energía
- **Secuestro de carbono**



Source: Andersson et al., 2016



Impactos económicos del saneamiento inadecuado - India



US\$ in millions; ₹ (INR) in billions
HH = household

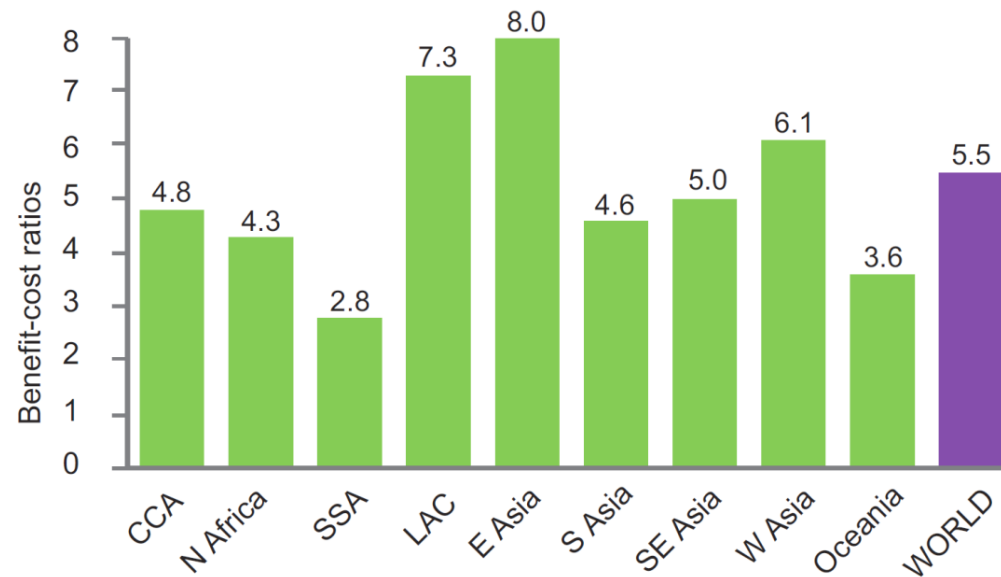
Figure: Based on WSP 2011

- Análisis costo-beneficio
- Nuevos modelos financieros - para cubrir tanto la inversión inicial como O & M
- Saneamiento y gestión de aguas residuales como negocio



Relación costo-beneficio de las intervenciones para lograr el acceso universal al saneamiento mejorado (por región, 2010)

[Source: WHO 2012]



CCA = Caucasus and Central Asia

LAC = Latin America and the Caribbean SSA = sub-Saharan Africa



Thanks!!

New Book!

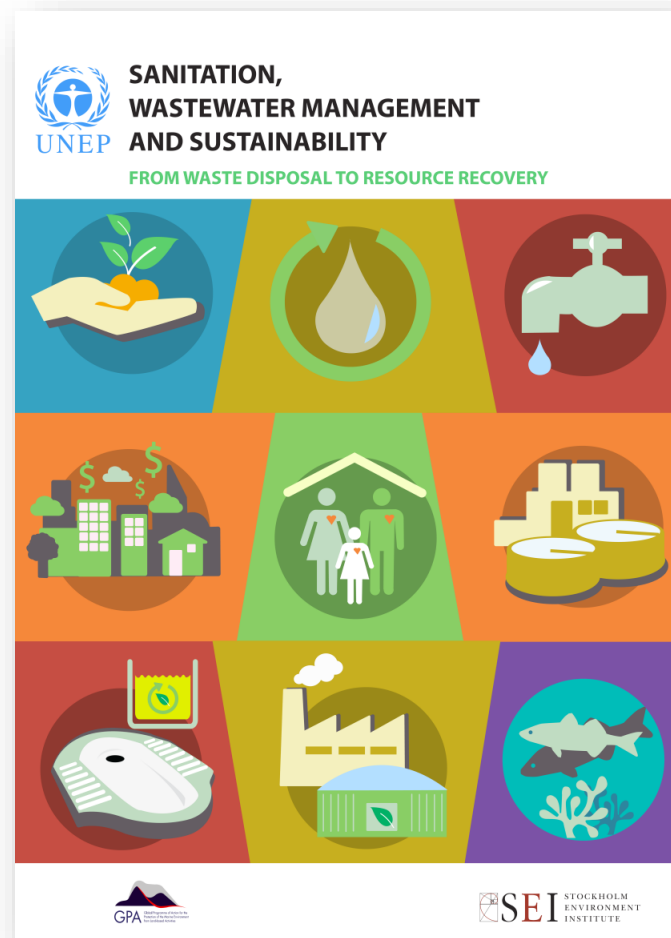
SANITATION, WASTEWATER MANAGEMENT AND SUSTAINABILITY:

**FROM WASTE DISPOSAL TO
RESOURCE RECOVERY**

**Kim Andersson¹, Arno Rosemarin¹,
Birguy Lamizana²,
Elisabeth Kvarnström³, Jennifer McConville³,
Razak Seidu⁴,
Sarah Dickin¹ and Caspar Trimmer¹**

¹ SEI, ² UNEP, ³ SP-URBAN WATER,

⁴ Norwegian University of Science and Technology



Available for download at: www.sei-international.org/publications?pid=2997