



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Tesis para optar al título de
Magíster en Ingeniería Ambiental

RESIDUOS SÓLIDOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA

Autora: GIMENA BENTOS PEREIRA

Directora de tesis: ELIZABETH GONZÁLEZ

Montevideo, Uruguay

Año 2018

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	VI
Siglas y Acrónimos.....	VIII
1 Introducción	1
2 Gestión del drenaje urbano.....	15
3 Problemática general de las aguas urbanas	30
3.1 Saneamiento.....	30
3.2 Trama hídrica urbana.....	33
4 Paradigmas de gestión de aguas urbanas.....	39
4.1 Abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje	49
4.2 Gestión de arroyos urbanos.....	73
4.3 Preservación del ciclo hidrológico urbano.....	75
4.4 Abordaje integral.....	81

5	Dificultades en la aplicación de la fase sustentable para la gestión de las aguas urbanas	102
5.1	Impedimentos normativos	104
5.2	Impedimentos institucionales	104
5.3	Impedimentos técnicos	111
5.4	Impedimentos económicos	114
6	Evolución hacia fases sustentables	118
6.1	Transiciones tecnológicas	118
6.2	Sistemas socio técnicos	121
6.3	Perspectiva multi nivel	122
6.4	Gobernanza	150
6.5	Dimensiones para el cambio	152
6.6	Discursos y ámbitos de cambio	153
6.7	Promotores y contexto de cambio	154

6.8	Claves para el cambio	157
7	Normativa nacional y departamental.....	160
8	Población y residuos sólidos.....	166
8.1	Responsables de los vertidos	173
8.2	Motivos para realizar vertidos	186
8.3	Dónde se realiza el vertido	193
8.4	Estrategias para un cambio de comportamiento respecto a los residuos.....	202
9	Cuantificación de residuos en la trama hídrica urbana	206
9.1	Estimación indirecta.....	206
9.2	Cuantificación directa.....	221
10	Minimización de residuos en la trama hídrica urbana	288
10.1	Estrategias estructurales	291
10.2	Estrategias no estructurales	312

11	Caso de estudio: Residuos sólidos en la trama hídrica urbana de Montevideo	345
11.1	Introducción	345
11.2	Paradigmas de gestión de saneamiento y trama hídrica urbana en Montevideo.....	348
11.3	Residuos sólidos en la trama hídrica de Montevideo	362
11.4	Metodología	431
11.5	Relato de las entrevistas	445
11.6	Análisis	491
12	Conclusiones.....	558
13	Anexo 1: Recopilación de normativa nacional y departamental	570
14	Bibliografía	602

RESUMEN

La presencia de residuos sólidos en la trama hídrica urbana es un problema que enfrentan muchas ciudades, especialmente aquellas cuya población alcanza niveles de consumo que no se acompañan por una profundización de su conciencia ambiental.

Esta tesis analiza diferentes factores que inciden en la generación y permanencia del problema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana a lo largo del tiempo. Se describe la evolución de los diferentes paradigmas de gestión de las aguas urbanas, el marco normativo aplicable y los diferentes abordajes de la población hacia los residuos sólidos. Se recopilan ejemplos de cuantificación de residuos en la trama hídrica en ciudades. Se describen métodos estructurales y no estructurales para la minimización de este problema.

La tesis realiza un estudio de caso en Montevideo, analizando la capacidad de cambios en la gestión que logren cumplir el objetivo de minimización de este problema. La gestión de la trama hídrica urbana, las tecnologías de gestión del saneamiento, drenaje y cursos de agua urbanos son tecnologías sociotécnicas. Sus características están fuertemente ligadas a características sociales y económicas de la población, así como a características de las instituciones

encargadas de la gestión. Se utiliza entonces un marco de análisis de gestión, Perspectiva Multi Nivel, que tiene en cuenta las sinergias entre estos actores.

En el estudio de caso se realizaron entrevistas a diferentes actores y se procuró determinar cuáles son las dificultades y oportunidades para una mejor gestión, que minimice los residuos sólidos en la trama hídrica urbana.

Se identifican características institucionales que deberían fomentarse para promover la minimización de residuos en la trama hídrica urbana, en el marco de una gestión sustentable de las aguas urbanas.

PALABRAS CLAVES

Trama hídrica urbana, residuos sólidos, análisis institucional para el cambio, gestión.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Siglas y acrónimos

ADEOM: Asociación de Empleados y Obreros Municipales

ANII: Agencia Nacional de Investigación e Innovación

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BM: Banco Mundial

BMP: Best Management Practices, Mejores Prácticas de Gestión

CAF: Comisión Andina de Fomento

CCZ: Centros Comunales Zonales

CDCP: Centers of Disease Control and Prevention

CDS: Separadores Continuos Deflectivos

CEMPRE: Compromiso Empresarial Para el Reciclaje

CEUTA: Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas

CIRIA: Construction Industry Research and Information Association

COASAS: Comisión Asesora de Agua y Saneamiento

COTAMA: Comisión Técnica Asesora para la Protección del Medio Ambiente

CURE: Centro Universitario Regional del Este

DDA: Departamento de Desarrollo Ambiental

DINAGUA: Dirección Nacional de Aguas

DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente

DINOT: Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial

DL: Departamento de Limpieza

DEL: Diccionario de la lengua española

DPyR: Departamento de Planificación y Resiliencia

ETEA: Equipo Técnico de Educación Ambiental

FMI: Fondo Monetario Internacional

GWP: Global Water Partnerships

IESTA: Instituto de Estadística

IM: Intendencia de Montevideo

ISCA: Índice Simplificado de Calidad de Agua

IUWM: Integrated Urban Water Management, Manejo Integral de las Aguas Urbanas

JSCWSC: Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities

LID: Low Impact Development, Desarrollo de Bajo Impacto

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas

MGAP: Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca

MIDES: Ministerio de Desarrollo Social

MIEM: Ministerio de Industria Energía y Minería

MIRH: Manejo Integrado de Recursos Hídricos

MSP: Ministerio de Salud Pública

ONG: Organización No Gubernamental

PDSDUM :Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo

PDSM: Plan Director de Saneamiento de Montevideo

PDRSMAM: Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana

PIT CNT: Plenario Intersindical de Trabajadores – Convención Nacional de Trabajadores

PMN: Perspectiva Multi Nivel

PSU: Plan de Saneamiento Urbano

SCM: Stormwater Control Measures Medidas de Control de Drenaje

SCVURPPP: Santa Clara Valley Urban Runoff Pollution Prevention Program

SECCA: Servicio de Control de la Calidad Ambiental

SEPS: Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento

SIG: Sistema de Información Geográfica

SNACC: Sistema Nacional de Agua y Cambio Climático

SNAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

SOMS: Servicio de Obras y Mantenimiento de Saneamiento

SUDS: Suistanable Urban Drainage Systems, Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

SWMM: Storm Water Management Model

TMDLs: Total Maximum Daily Loads, Carga Diaria Máxima Total

TNT: Tela No Tejida

UdelaR: Universidad de la República

UER: Unidad Ejecutora de Resiliencia

USEPA: Unites state Enviromental Protection Agency

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

WSUD: Water sensitive urban design, diseño urbano sensible al agua

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo y a medida que las personas conviven en ciudades se han elaborado herramientas que sustentan el desarrollo de las actividades urbanas. Algunas de estas herramientas son la gestión de residuos sólidos, el sistema de evacuación, tratamiento y disposición final de residuos líquidos y el sistema de drenaje urbano.

En particular el sistema de drenaje y la gestión de residuos sólidos son servicios urbanos necesarios para el crecimiento de las ciudades e influyen fuertemente en la calidad ambiental urbana. La gestión de residuos sólidos es una herramienta de convivencia de la ciudad con su entorno. Al mismo tiempo los sistemas de drenaje permiten la convivencia del sistema hídrico y las ciudades, generando una trama hídrica urbana parcialmente natural y parcialmente antrópica. Ambos sistemas son fundamentales para la salud pública y el desarrollo normal de las actividades de la población.

En muchas ciudades la interacción entre la trama hídrica urbana y la gestión formal e informal de los residuos sólidos es frecuente. Esta coexistencia es usual en el ambiente urbano, dado que los sistemas están más cercanos

territorialmente. A esto se suma que cuanto más irregulares son los sistemas, mayor es el riesgo de interacciones perjudiciales entre ellos.

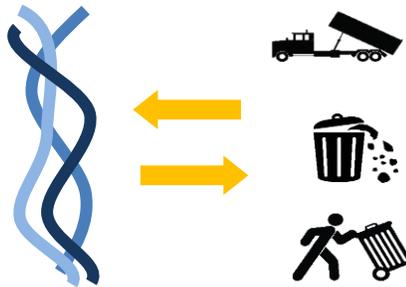


Figura 1 Relación residuos sólidos y cursos de agua (elaboración propia)

Esto tiene como resultado una gran presencia de residuos sólidos en los sistemas de drenaje y en los cursos de agua urbanos, así como en los cuerpos receptores.

Particularmente en Montevideo es frecuente el vertido de residuos en la trama hídrica urbana, por parte de la población, por actividades económicas formales e informales y hasta el caso de vertidos accidentales desde el sistema de recolección formal, Figura 2. Los problemas asociados a los residuos en el drenaje urbano y cursos de agua tienen su peor expresión en los países que están suficientemente desarrollados como para disponer de tecnologías modernas,

como la industria del plástico, pero no están desarrollados en temas ambientales como para gestionar adecuadamente los residuos. En este contexto el problema de los residuos aumenta a medida que aumenta la densidad de población, el consumo y el desarrollo urbano (Armitage y Rooseboom 2000).

La problemática de residuos sólidos en aguas de escurrimiento es fuertemente urbana. Sudamérica, y Uruguay en particular, presentan alto porcentaje de población viviendo en zonas urbanas. La Figura 3 muestra el crecimiento de población en zona urbana desde 1950 a 2014 y una proyección realizada al 2050. Se observa que los países latinoamericanos presentan una alta urbanización y entre ellos Uruguay se destaca con más del 95 % de la población viviendo en zona urbana (United Nations 2014).

El crecimiento demográfico y el desarrollo de las zonas urbanas son las principales causas de la presencia de contaminantes en las aguas de escurrimiento, así como del volumen y la velocidad de la escorrentía de las superficies impermeables. La red de drenaje urbano es una de las principales responsables de conducir cargas contaminantes a los cursos de agua y el vertido de residuos sólidos a cursos de agua aumenta sensiblemente la carga contaminante de las aguas pluviales (Gava Rodríguez 2012, Tucci 2002).



Figura 2 Izq. Img. Sup. descarga del colector Alaska en afluyente al Pantanoso (Foto Archivo IM SEPS 2016), inf. izq: actividad económica informal asociada a los residuos en el Arroyo Miguelete y Bvar. Aparicio Saravia (Foto Google Earth 2017), inf. der. Volqueta sobre captaciones en McEachen y Bado (Foto Google Earth Street View 2013)

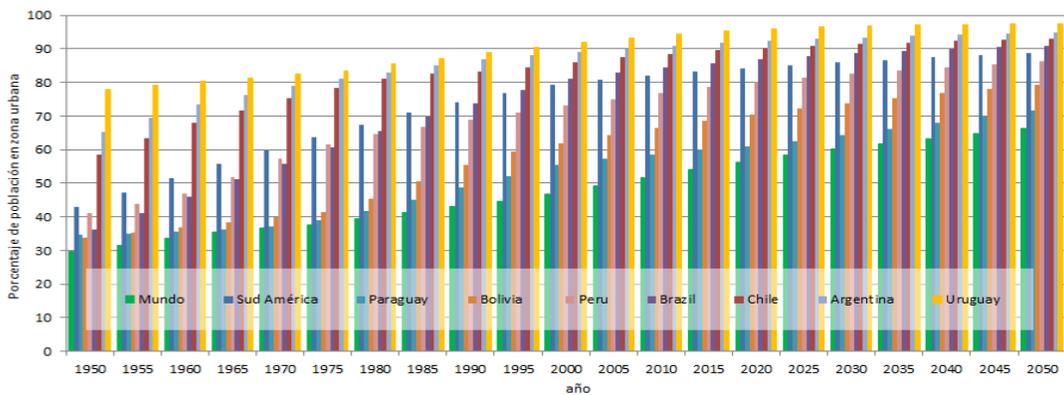


Figura 3 Porcentaje de población residiendo en zona urbana (elaboración propia a partir de datos de United Nations 2014)

A medida que las ciudades crecen se produce mayor cantidad de residuos y aumenta la impermeabilización de las superficies de las cuencas de aporte al sistema de drenaje, aumentando la frecuencia con la que se produce un caudal de escurrimiento a velocidad suficiente como para arrastrar material depositado en la superficie. Esto incrementa a su vez la capacidad de arrastre del escurrimiento superficial y las cargas contaminantes en los cuerpos receptores (das Neves 2006).

La urbanización aumenta la cantidad y variedad de contaminantes presentes en los cursos de agua. Los contaminantes en la escorrentía urbana incluyen sedimentos, aceites, pesticidas y nutrientes de patios y jardines, virus y

bacterias presentes de las excretas de animales, metales pesados provenientes de vehículos y lavado de superficies y residuos sólidos. Estos contaminantes pueden dañar los ecosistemas, la vida animal y vegetal.

Las características de los sistemas de gestión de residuos sólidos y drenaje urbano están fuertemente definidas por la gestión institucional, las características urbanas y de la población.

Los residuos sólidos urbanos llegan al sistema de drenaje reflejando problemas en la gestión (Tucci 2002). Las características de los sistemas de recolección y disposición y el uso que la ciudadanía dé a esos sistemas son fundamentales. Las Figura 4 y Figura 5 muestran algunos ejemplos de residuos sólidos en Montevideo.

La tasa de residuos sólidos que llegan al drenaje es altamente variable, dependiendo de una gran cantidad de factores:

- El tipo de desarrollo: industrial, comercial, residencial y la densidad de ese desarrollo
- El nivel socioeconómico de la población

- El tipo de industria que se establezca cerca de los cursos de agua y en la cuenca
- El patrón de lluvias. Lluvias espaciadas dan la oportunidad de recoger los residuos presentes en la cuenca. En caso de que no se realice barrido posibilitan la acumulación de residuos a lo largo del tiempo, que es arrastrado durante la primera lluvia posterior.
- Tipo de vegetación en la cuenca. Algunas especies vegetales retienen los residuos más que otras
- La eficiencia y efectividad de la recolección formal de basura
- El nivel de conciencia ambiental de la comunidad

La relación entre los factores nombrados determina las características del tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana en cada territorio.

La interrelación entre el sistema de drenaje urbano y residuos sólidos sucede mediante diferentes vías:

- Arrastre: Durante y posteriormente a las lluvias, el escurrimiento pluvial incorpora el material depositado en la superficie de la cuenca,

generándose una carga contaminante que es transportada hacia la infraestructura de drenaje y cursos de agua urbanos.

Este vertido se puede considerar como una consecuencia de déficits en la disposición y recolección de residuos, que durante los eventos de lluvia son arrastrados hacia el drenaje.

- Vertido informal doméstico: Vertido de residuos a curso de agua por parte de vecinos, que eligen este medio de disposición en vez de la recolección formal

De forma análoga a la anterior este vertido se puede considerar como un mal uso del sistema de drenaje urbano o sistema hídrico urbano por la población en general.

- Vertido informal productivo: vertido de residuos a cursos de agua por parte de actividades productivas formales o informales.

Este vertido se puede considerar como un mal uso del sistema de drenaje urbano o sistema hídrico urbano por el sistema productivo.



Figura 4 Residuos sólidos en Montevideo, Sup.: cauce del Arroyo Chacarita (foto propia año 2016), inf. Izq.: residuos depositados en la superficie de las cuencas (foto propia año 2017), inf. der.: limpieza de bocas de tormenta (Archivo IM - SEPS, año 2016)



Figura 5 Izq. y medio: Residuos sólidos asociados al sistema productivo, der. asociados a la vida diaria de los vecinos (Archivo IM - SEPS fotos del año 2010)

Los diferentes mecanismos de disposición de residuos en los cursos de agua determinan las estrategias para la cuantificación y minimización de los mismos.

La presencia de residuos sólidos en las aguas pluviales urbanas es resultado de un proceso en que participan muchos actores; se debe analizar entonces desde una perspectiva integral. El abordaje de la problemática debe incluir la visión de todos los actores: gestión de los cursos de agua y drenaje urbano, barrido y limpieza de la superficie de las cuencas, sistema formal de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos, sistema informal de recolección, actividades económicas generadoras de residuos formales e informales, características socio económicas y urbanas de la población y el territorio.

Los datos de cuantificación y clasificación de residuos sólidos en drenaje urbano son escasos (Brites 2005, Gava y Rodrigues 2012). Una de las razones ha sido la dificultad de quienes gestionan el drenaje (en la mayoría de los casos ingenieros o personal proveniente de una disciplina científica) para abordar los aspectos no ingenieriles del tema. Esta dificultad en el abordaje ha sucedido aun teniendo en cuenta que desde 1970 los temas relacionados a los residuos se consideran como consecuencia de un comportamiento social y educacional (Andrés 1993 apud Marais 2000 et al.).

Las ventajas de minimizar los residuos sólidos en el drenaje urbano son varias. Entre ellas se incluyen: mejora estética, minimización de inundaciones, mejora de la salud pública, aumento de la seguridad, preservación de los ecosistemas urbanos, mejora de los espacios públicos, fomento del desarrollo económico, conservación de actividades productivas, facilidad en la operación y mantenimiento de la red de drenaje (Marais 2000 et al.).

Evaluando los costos de retiro de los residuos sólidos y el impacto que causan es preferible evitar que alcancen la trama hídrica urbana, minimizando su generación en fuente o en último caso reteniéndolos lo más aguas arriba posible. De cualquier manera en muchos lugares, dadas las características urbanas y de la población, esto es inevitable. Particularmente en Montevideo se puede

prever que en los próximos años seguirán presentes algunos de los factores que generan el vertido de residuos a la trama hídrica: recolección y clasificación informal, asentamientos en las márgenes de los cursos de agua y falta de concientización ambiental de la población sobre el impacto de la presencia de residuos en la superficie de las cuencas. Se puede estimar entonces que la trama hídrica urbana, además de aguas pluviales, seguirá conduciendo residuos. Desde la gestión de la trama hídrica urbana surge entonces la necesidad de elaborar estrategias y diseñar infraestructura que tenga en cuenta no sólo el caudal afluente, sino también la carga de residuos afluente (Armitage y Rooseboom 2000).

Los problemas se visualizan y definen dependiendo de la concepción teórica de los técnicos y la sociedad, que cambia a lo largo del tiempo. Las soluciones que se plantean a los problemas dependen también de cómo se analiza y conceptualiza la realidad. Al mismo tiempo los problemas y soluciones planteados en cierto momento están basados en la gestión pasada de la trama hídrica urbana. En concordancia con lo anterior, este documento realiza un recorrido teórico a través de los diferentes paradigmas del saneamiento, gestión de cursos de agua y drenaje. Plantea además las dificultades usuales que se encuentran al tratar de incorporar nuevos paradigmas sustentables al hacer

institucional y se describen las diferentes corrientes de sustentabilidad que se aplican a la gestión del saneamiento y drenaje.

Posteriormente se describe la normativa actual vigente en Uruguay y Montevideo, dado que es una expresión de lo que la sociedad y las instituciones pretenden respecto al ambiente.

El tema que plantea la tesis está en el marco de las tecnologías denominadas sociotécnicas, tecnologías que dependen fuertemente de la interrelación con la población. Independientemente del origen de los vertidos (clasificación informal, actividades productivas o vertido directo de los vecinos), quien realiza el vertido es una persona con un comportamiento que se ve influenciado por diferentes factores. Se describe entonces el comportamiento de la población respecto a los residuos sólidos.

Posteriormente la tesis realiza una investigación bibliográfica sobre la cuantificación de este problema en otros países y se plantean soluciones estructurales y no estructurales para minimizar la presencia de residuos sólidos en la trama hídrica urbana.

No se abordan temas fundamentales relacionados con los residuos sólidos en la trama hídrica urbana tal como las dinámicas sociales y económicas de la

clasificación informal, asentamientos en los cursos de aguas y blanqueo de capitales ilegales asociados al circuito informal de clasificación. El análisis se enfoca en la gestión desde la trama hídrica urbana.

Se realiza un estudio de caso en Montevideo, analizando las causas de la presencia de residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Dada la importancia de la gestión en el tema se hace énfasis en cómo actúan las empresas encargadas de gestionar la trama hídrica urbana, cómo la sociedad considera este problema y desde dónde surgen innovaciones hacia un cambio. Se realizan entrevistas a diferentes actores, que se analizan en el marco de la Perspectiva Multi Nivel. El análisis se realiza entendiendo la minimización de residuos en la trama hídrica urbana en el marco de la implementación de abordajes sustentables de las aguas urbanas, que consideren las aguas de escurrimiento pluvial como un recurso urbano y maximizan la calidad ambiental de la trama hídrica urbana.

Se establecen líneas de acción para introducir cambios en la gestión que redunden en la incorporación de paradigmas y tecnologías que den solución al problema, así como algunas estrategias de actuación.

2 GESTIÓN DEL DRENAJE URBANO

En las ciudades conviven la trama urbana antrópica y el territorio natural, una interacción que aumenta a medida que la ciudad se desarrolla y densifica. La competencia de espacio entre la trama urbana y la trama hídrica determina cómo se conserva el sistema hídrico natural. Cada ciudad logra, a lo largo del tiempo, equilibrios que implican diferentes grados de naturalidad de los arroyos, ríos y cañadas, así como diferentes grados de ocupación de las líneas de puntos bajos, riberas de cursos de agua y cauces intermitentes.

La trama hídrica urbana es un sistema compuesto por el sistema hídrico natural y el antrópico. El sistema hídrico natural está conformado por los cursos de agua y líneas de puntos bajos con traza y sección definidas naturalmente, o con algún grado menor de intervención. En el sistema antrópico, la sección y traza están fuertemente intervenidas; incluye canalizaciones, cursos de agua rectificadas y el sistema de drenaje entubado.

Cuando se interviene la trama hídrica para acompañar la trama urbana, el límite entre el sistema hídrico natural y antrópico se vuelve difuso. Por ejemplo, cuando se cambia la traza de una cañada alejándola leve y parcialmente de la línea de puntos bajos para que acompañe la trama vial, se modifica la sección

y traza y el curso de agua modifica su clasificación de “cañada” a “canal”. Luego de años la sección del canal deja de ser prismática, la traza se vuelve menos rectilínea y el límite entre cañada y canal se desdibuja. Usualmente se encuentran fuertemente intervenidas las conducciones de menor magnitud: líneas de puntos bajos, cursos de agua intermitentes, cañadas y cursos de agua de pequeño porte. Los cursos de agua de mayor magnitud pueden encontrarse menos intervenidos a lo largo de su traza, usualmente con intervenciones puntuales de alcantarillas o puentes.

Existen diferentes definiciones de drenaje, cañada, cuneta, aguas urbanas, saneamiento y alcantarillado. La nomenclatura asociada al drenaje y recursos hídricos es variada, influenciada por la época y el enfoque del autor, el idioma original y las traducciones. Algunas de las denominaciones usualmente utilizadas:

- Alcantarillado: se utiliza usualmente para conductos enterrados y refiere a tanto a aguas pluviales como servidas. Proviene de la palabra árabe *al-cánṭara*, puente. Según la Real Academia Española una alcantarilla es un “*acueducto subterráneo, o sumidero, fabricado para recoger las aguas llovedizas o residuales y darles paso*”, y el alcantarillado es una “*red de alcantarillas*”. Tiene fuertemente asociada la función de

conducción. No diferencia entre aguas servidas o de escurrimiento pluvial (DLE 2017).

- Cloacas: El origen de la palabra proviene del latín *cluaca*, que significa desagüe. Refiere a conductos enterrados pero, a diferencia de alcantarillado, con clara asociación a aguas contaminadas. Según la RAE una cloaca es un *“Conducto por donde van las aguas sucias o las inmundicias de las poblaciones”* o un *“Lugar sucio, inmundo”* (DLE 2017).
- Drenaje: Se utiliza para denominar la infraestructura de aguas pluviales, usualmente conductos. Tiene asociada la idea de que las aguas son no deseadas y se deben retirar lo más rápidamente posible, modificando el escurrimiento natural. La RAE define drenaje como *“Acción y efecto de drenar”* y drenar como *“Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjas o cañerías”* (DLE 2017).
- Saneamiento: Refiere a la actividad de sanear, *“mejorar las condiciones higiénicas de un edificio, una comunidad o una ciudad”* (DLE 2017), con una asociación muy fuerte la salubridad y condiciones higiénicas. Se puede interpretar que incluye aguas servidas, efluentes domésticos,

aguas pluviales y residuos, pero usualmente se utiliza para efluentes líquidos.

- Saneamiento ambiental: la relación entre saneamiento y condiciones higiénicas da paso a que, en la década del setenta y asociado a la gestión integrada de servicios, tome fuerza el concepto de saneamiento ambiental, que incluye aguas pluviales, agua potable, aguas servidas y residuos sólidos. Este concepto refuerza la relación de la infraestructura con la calidad ambiental urbana. A diferencia de los anteriores, que provienen de épocas antiguas, es un concepto moderno.
- Aguas urbanas: hace un foco en la integración de la gestión de la trama hídrica urbana con la planificación territorial urbana. Incluye aguas servidas, agua potable y aguas pluviales. Es un concepto que surge también a partir de los años 70.
- Gestión de aguas pluviales: usualmente conocido en su nombre en inglés como "*Wet weather flow management*". Engloba todas las aguas pluviales; incluye la infraestructura de drenaje construida (usualmente llamado "drenaje") y los cursos de agua. A diferencia de las definiciones nombradas previamente, va más allá de evacuar aguas o sanear: las

aguas se consideran como una oportunidad para mejorar la calidad ambiental.

Surgen también conceptos más holísticos de la gestión de las aguas de escurrimiento pluvial, asociadas fuertemente a la protección ambiental y otorgando un fuerte peso a la gestión. Se destacan las llamadas “*Mejores prácticas*” o “*Best Management Practice*” (BMP) y Desarrollos de bajo impacto o “*Low Impact Development*” (LID). Más adelante se ahondará en esas definiciones, y en cómo se desarrollaron a lo largo del tiempo.

El uso de nuevos conceptos y nomenclaturas y la rapidez con que se incorporan y luego se abandonan (perdurando algunas veces solamente unos años) genera que muchas veces se mantengan los nombres en su idioma original, usualmente el inglés.

La legislación uruguaya define el saneamiento y las aguas de escurrimiento. La Ley N° 18610, Ley de Política Nacional de Aguas, define a las aguas pluviales o precipitación como:

“el flujo de agua producido desde la atmósfera hacia los continentes y océanos. Cuando éstas acceden al continente se manifiestan como superficiales, subterráneas o humedad del suelo... Aguas superficiales:

las que escurren o se almacenan sobre la superficie del suelo.” “Los recursos hídricos comprenden las aguas continentales y de transición. Se entiende por aguas continentales las aguas superficiales, subterráneas y humedad del suelo”.

Según la normativa existente el drenaje y la trama hídrica natural son indistintamente aguas superficiales urbanas.

La legislación también da una nomenclatura para el saneamiento. El Decreto N° 78/010 de Reglamentación de la Ley N° 18.610 sobre Política Nacional de Aguas determina a qué refiere el saneamiento:

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

Refiere a aguas servidas, sean industriales o domésticas.

Las aguas superficiales urbanas forman un sistema que proporciona múltiples funciones: hidráulicas, ecosistémicas, urbanas, paisajísticas, culturales y

sociales. La funcionalidad de cada elemento del sistema depende de la magnitud y grado de naturalidad. La gestión de la trama hídrica urbana depende de las funcionalidades que cumple cada elemento. El análisis identificando la multifuncionalidad de los elementos facilita un abordaje integral. Cuanto mayor es la magnitud y naturalidad de los elementos toma más importancia la multiplicidad y complejidad de las funciones que proporciona, estableciendo la necesidad de abordajes integrales.

La Figura 6 esquematiza las aguas superficiales urbanas, los sistemas y elementos que la componen así como las funcionalidades a las que se hace referencia. Se destaca que no se ahondará en definir límites precisos entre el sistema hídrico natural y el drenaje urbano, dado que ambos sistemas se consideran integrados en la trama hídrica urbana.

Se describen brevemente las funcionalidades nombradas:

- Hidráulicas: El sistema de drenaje y el sistema hídrico natural tienen una función hidráulica de conducir y almacenar las aguas.
- Urbanas: Cumplen funciones urbanas dado que, en conjunto con otros sistemas territoriales, estructuran la ciudad y sustentan la actividad urbana.

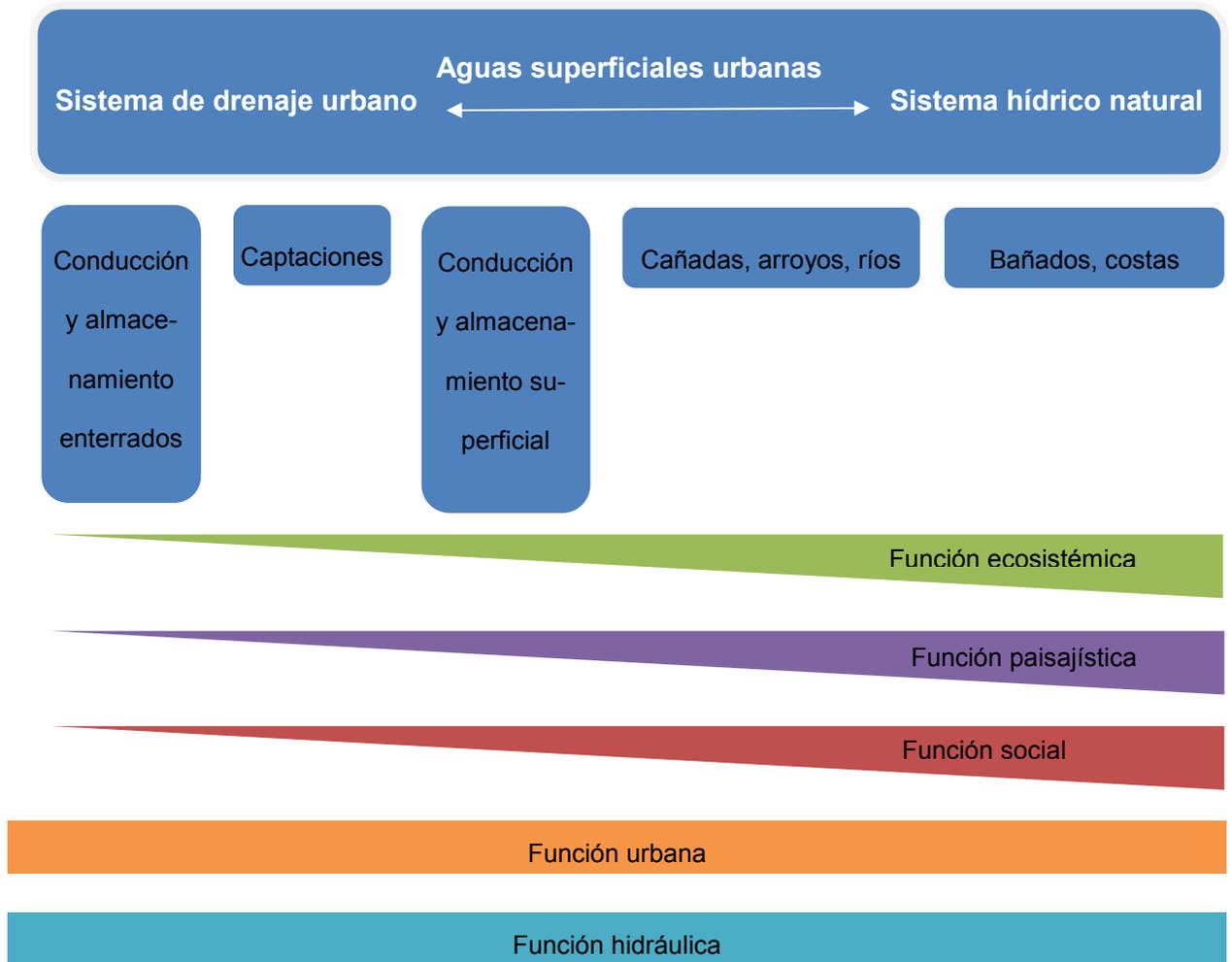


Figura 6 Funciones de la trama hídrica (elaboración propia).

- Paisajísticas: El sistema hídrico natural y el sistema de drenaje, en medida que se construye superficial, se integran al medio y definen el entorno cumpliendo una funcionalidad paisajística.

- Ecosistémicas: Los cuerpos de agua, especialmente aquellos de mayor magnitud, sirven de soporte de ecosistemas naturales. Esta funcionalidad es de especial importancia dentro del espacio urbano.
- Sociales: Existen diversas actividades sociales que se generan asociadas a la trama hídrica urbana; actividades de recreación, productivas formales e informales.

La gestión de la trama hídrica urbana, y particularmente de los sistemas de drenaje, tiene usualmente en cuenta sólo la función hidráulica. Pero aún en el caso que no se prevea un funcionamiento múltiple, el mismo sucede y muchas veces con consecuencias no previstas. Definir la funcionalidad deseada de acuerdo al contexto y la funcionalidad de hecho es imprescindible para diseñar y gestionar la trama hídrica urbana.

Las imágenes presentes en la Figura 7 ejemplifican las multifuncionalidades y las consecuencias de no preverlas en el diseño de cañadas en Montevideo. Ambas imágenes muestran cañadas que se intervinieron modificando su traza y sección. La imagen izquierda muestra una cañada intervenida con taludes de hormigón y la derecha una cañada intervenida mediante movimiento de suelo y cobertura en pasto. Las intervenciones fueron realizadas con objetivos hidráulicos; evacuar rápidamente las aguas para minimizar inundaciones en

los puntos de interés. Ambas cañadas tienen una función hidráulica similar, pero la función paisajística y de soporte a ecosistemas es diferente. Se observa la presencia de residuos sólidos en ambas cañadas y se destaca que la opción de revestimiento en hormigón facilita el mantenimiento.



Figura 7 Izq. Cañada Victoria, Der. Cañada Matilde (Fuente Google Earth 2017)

El límite entre el drenaje y el sistema hídrico urbano está asociado a la multifuncionalidad de los elementos. En la Figura 7 intuitivamente se identifica que la imagen izquierda corresponde a un elemento de drenaje y la de la derecha a una cañada perteneciente al sistema hídrico natural. Esta diferencia no radica en la magnitud del caudal afluente, de la cuenca aporte o de las dimensiones de la sección, sino en la función en el contexto ambiental que creemos que cada una cumple.

El sistema hídrico urbano interacciona con la población: su estado y conservación depende del uso que los vecinos realicen del mismo y su gestión de los acuerdos hidro-sociales establecidos. Usualmente la trama hídrica urbana es gestionada por gobiernos departamentales. Los dirigentes o tomadores de decisión de las empresas son elegidos directa o indirectamente por la población y los objetivos de éstos responden a intencionalidades que, en mayor o menor grado, determina la población. La trama hídrica urbana se gestiona de acuerdo a necesidades y valores que la población tiene en determinado momento. La gestión del drenaje implica acuerdos entre los gobernantes, la población y las empresas sobre cómo el agua debe ser gestionada; a estos acuerdos se les denomina “contrato hidro social” (Brown y Farrelly 2008).

El sistema hídrico urbano funciona cuando es correctamente usado y gestionado por la población. El vecino que vierte residuos domiciliarios a un curso de agua, el recolector informal y el clasificador que se deshacen del descarte en un curso de agua están realizando un uso del sistema que dificulta el funcionamiento hidráulico, paisajístico y ecosistémico, entre otros. La Figura 8 muestra usos inadecuados de la infraestructura en Montevideo.



El uso y conservación del sistema hídrico urbano es heterogéneo y depende

Figura 8 Izq.: Cámara de saneamiento obstruida por la población en el Barrio La Paloma, Der. Residuos en Arroyo Chacarita, (Fotos propias año 2016)

fuertemente de las características socioeconómicas del territorio, la génesis del desarrollo urbano y características de la gestión. En particular la conciencia ambiental urbana y el sentido de pertenencia son fundamentales para que la población realice un uso adecuado y propicie su conservación.

Las políticas actuales en general no son sustentables desde el punto de vista económico, social y ambiental. Diferentes autores identifican grandes falencias asociadas al desarrollo urbano, la gestión, el abordaje técnico y el uso que la población realiza.

En Latinoamérica las inversiones en drenaje, saneamiento y conservación de los cursos de agua no han acompañado el desarrollo de las ciudades. Las áreas urbanas en países en desarrollo experimentan muchas veces una expansión acelerada sin tradición de servicios públicos eficientes asociados al tratamiento de aguas, saneamiento, residuos sólidos, drenaje urbano y salud (Tucci 2007).

Los procesos de urbanización son espontáneos, suceden sin planificación e informalmente. Las poblaciones que migran, usualmente hacia las ciudades y en particular hacia su periferia, tienen generalmente baja capacidad de inversión, tienden a ocupar o comprar terrenos precarios sin infraestructura, generando urbanizaciones informales ubicadas muchas veces en terrenos con riesgo de inundación (Tucci 2007).

Los desarrollos urbanos deberían asegurar la preservación de la calidad ambiental del sistema natural, así como los espacios necesarios para el escurrimiento natural y durante avenidas extraordinarias a través del mantenimiento del cauce y de la planicie de inundación (Gironas 2015). Los problemas de drenaje urbano muchas veces son problemas de falta de previsión de espacio. El volumen de agua y el espacio necesario para el escurrimiento no debe ser menospreciado durante las etapas iniciales de la planificación urbana o

durante el desarrollo urbano. De lo contrario, las aguas pluviales entran en conflicto con otros usos del suelo, alterando otros sistemas urbanos y causando inundaciones. Este conflicto de espacio se evidencia en muchos países en desarrollo, y en particular en Montevideo. La Figura 9 muestra una cañada en el Cerro de Montevideo; las viviendas han ocupado el espacio de la cañada restringiendo su escurrimiento. Durante las lluvias el caudal escurre por la línea natural de puntos bajos, inundando viviendas que se han instalado allí, particularmente aquellas ubicadas en la manzana delimitada por las calles Suiza, Vazcaya, México y Río de Janeiro.



Figura 9 Ocupación del espacio de una cañada urbana. Der. Planta, Izq. Vista. (Fuente Google Earth 2017).

La Figura 10 muestra el Departamento de Montevideo, la trama urbana, los cursos de agua naturales y los entubamientos principales (aquellos de ancho

mayor a 2 m). Se observa que la urbanización no se ha desarrollado manteniendo los cursos de agua; en la zona urbana fueron sustituidos por entubamientos enterrados. El área ocupada originalmente por los cursos de agua tiene hoy viviendas. La línea de puntos bajos original usualmente se mantiene. A pesar de que en muchos casos se ha previsto la infraestructura necesaria para el escurrimiento de las aguas, muchas veces ésta se ve superada. Las aguas ocupan su lugar natural: las líneas de puntos bajos, inundando las viviendas ubicados sobre ellos.

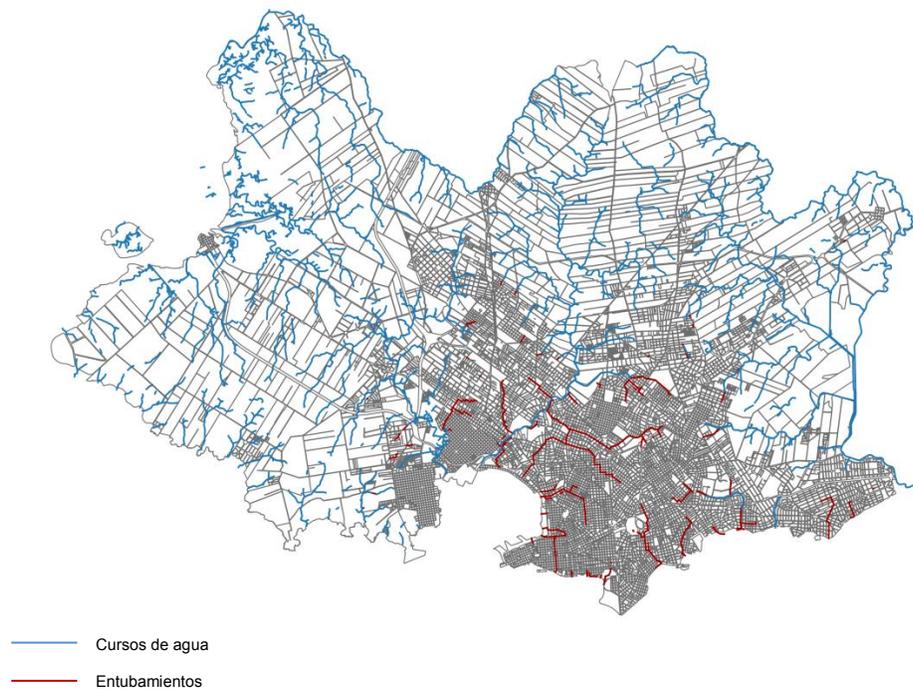


Figura 10 Cursos de agua a superficie libre y entubados en Montevideo (Elaboración propia

a partir del Sistema de Información Geográfica de Montevideo)

3 PROBLEMÁTICA GENERAL DE LAS AGUAS URBANAS

3.1 SANEAMIENTO

Más allá de las aguas superficiales urbanas, y dado que gran parte de los habitantes de nuestro país vive en zonas con sistema de saneamiento unitario, se considera importante incluir en el panorama general la problemática asociada al sistema de saneamiento. Aún hoy, a pesar del trabajo que se ha realizado en muchos países, es necesario avanzar en mejorar las condiciones sanitarias. Las enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento tienen un impacto importante en la salud de la población.

La incidencia de enfermedades relacionadas con la falta de saneamiento es mayor en países en vías de desarrollo, que al mismo tiempo tienen muchas veces deficiencias en la sistematización de información referente a la salud. Las cuantificaciones de la incidencia de enfermedades relacionadas al saneamiento tienen alto grado de incertidumbre pero son útiles para dimensionar el tema y establecer prioridades.

Las principales enfermedades que se transmiten por la vía fecal – oral son diarrea, fiebre tifoidea, cólera y hepatitis infecciosa. Estas enfermedades están asociadas a síntomas agudos, (con probabilidad de muerte) y en algunos

casos con secuelas a lo largo del tiempo. La evidencia de los estudios que relacionan intervenciones vs. salud es variada, determinan que la intervención debe ser local y específica y que está dada por la interacción de diversos factores tales como disponibilidad de agua, distancia a la fuente de agua potable, saneamiento e higiene (Howard y Bartram 2003).

Las siguientes son algunas de las enfermedades relacionadas a la falta de saneamiento y su incidencia en la salud:

- Según estimaciones realizadas para el año 2004, casi dos millones de personas por año mueren por enfermedades diarreicas en el mundo; el 90 % son niños menores de cinco años principalmente procedentes de países en desarrollo. Se estima que el 88 % de las enfermedades diarreicas están asociadas al abastecimiento de agua de mala calidad, sistemas de saneamiento y condiciones de higiene deficientes. La mejora en el saneamiento reduce la morbilidad por diarrea en un 32 % (World Health Organization 2004). Estimaciones posteriores indican que la cantidad de niños menores de cinco años que mueren anualmente por diarrea es de 0.6 millones (Shefali et al. 2014). Otra fuente realiza la misma estimación, teniendo como resultado 0.8 millones (CDCCP 2017).

Un análisis realizado a través de la revisión de 144 experiencias en campo para evaluar el impacto de intervenciones de la construcción de infraestructura de saneamiento y abastecimiento de agua determinó que la reducción de la mortandad por diarrea a través de la mejora en el abastecimiento de agua es relativamente baja a menos que se combine con mejoras en el saneamiento (Esrey et al. apud Howard y Bartram 2003). La Tabla 1 muestra la comparación de resultados en la reducción de la mortandad mortalidad para los diferentes factores de mejora.

Factor de mejora	Todos los estudios		Estudios rigurosos	
	Cantidad	Mediana del % de reducción	Cantidad	Mediana del % de reducción
Agua y saneamiento	7	20	2	30
Saneamiento	11	22	5	36
Cantidad y calidad de agua	22	16	2	17
Calidad de agua	7	17	4	15
Cantidad de agua	7	27	5	20
Higiene	6	33	6	33

Tabla 1 Reducción en la mortalidad por diarrea dependiendo de uno o más componentes de mejora en agua y saneamiento (Howard y Bartram 2003)

Estudios basados en la revisión de datos demográficos en 11 países concluyeron que la mejora en el saneamiento lleva a mejores resultados en la

incidencia de diarrea que la mejora en el abastecimiento de agua potable. (Howard y Bartram 2003).

- Se estima que 160 millones de personas en el mundo padecen esquistosomiasis. Se estima que el saneamiento básico podría reducir esta enfermedad hasta un 77 % (World Health Organization 2004).
- Se estima que 133 millones de personas padecen graves infecciones debidas a helmintos intestinales, que pueden causar alteraciones cognitivas, disentería y/o anemia. Se estima que estas enfermedades causan unas 9400 defunciones cada año. El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento y a mejoras prácticas de higiene pueden reducir la morbilidad por ascariasis en un 29 % y la morbilidad por anquilostomiasis en un 4 % (World Health Organization 2004).

3.2 TRAMA HÍDRICA URBANA

Usualmente el abordaje de las aguas urbanas se estructura a través de las competencias administrativas, con una gran fragmentación institucional y disciplinar. Este abordaje no responde exclusivamente a las características de la problemática que surge desde el territorio sino a los objetivos, estructuras y tareas de las instituciones existentes.

Los diferentes sectores e instituciones que actúan simultáneamente en un mismo territorio tienen pocas instancias de coordinación; las tareas y objetivos de cada sector no son discutidos en ámbitos de coordinación comunes (Serageldin 1995).

Las diferentes instituciones tratan muchas veces los mismos temas solapando actividades, pero al mismo tiempo se generan vacíos que ninguna institución identifica y asume como propios (Serageldin 1995, Tucci 2007).

No es frecuente un abordaje integral e interdisciplinario. Las disciplinas que intervienen son usualmente las ingenierías dedicadas tradicionalmente al saneamiento y drenaje. El abordaje interdisciplinario implica un abordaje diferente al existente, abre espacios de discusión a nuevos actores y genera nuevos diálogos. Esto es usualmente rechazado.

Actualmente domina en la mayoría de los países de Latinoamérica y en Uruguay en particular un paradigma tradicional en que la escorrentía urbana se considera una molestia y una potencial amenaza que se debe retirar lo más rápido posible del punto de origen a través de infraestructura de conducción. Las aguas se retiran rápidamente del punto de interés, minimizando inundaciones en ese lugar y sin tener en cuenta lo que sucede aguas abajo. Las

aguas urbanas se consideran “un problema a resolver” y no un “recurso urbano existente”.

Muchos ingenieros e instituciones tienen una concepción tradicional del drenaje, enfocando sus soluciones en la construcción de mayor capacidad de conducción, con una funcionalidad exclusivamente hidráulica, poco flexibles frente a cambios en la cuenca aporte y que no logran integrarse al medio. Se debe incentivar el uso de infraestructuras con fines diferentes de la conducción tales como infiltración; almacenamiento, incorporar medidas territoriales y normativas en la cuenca. Se destaca que estas últimas pueden producir no solamente la minimización de inundaciones actuales, sino también la prevención de futuras inundaciones.

La gestión actual de las aguas superficiales urbanas tiene una desvinculación de las aguas urbanas con otros sectores, en particular con la salud pública, dejando de lado la vinculación con la calidad del agua para la salud, el medio ambiente, y el desarrollo económico (Serageldin 1995). Se identifican falta de objetivos ambientales asociados al drenaje. El abordaje tradicional de las aguas pluviales urbanas no abarca otros impactos además de las inundaciones, tales como el arrastre de contaminantes desde la cuenca, la degradación

de los cursos de agua receptores y la erosión de los cauces receptores (Gironas 2015, Tucci 2002, Tucci 2007).

Existe una fuerte dependencia de la administración central para desarrollar, operar y mantener la trama hídrica urbana. Se generan grandes empresas, con gran cantidad de funcionarios y muchas veces ineficientes. Suceden entonces gestiones poco confiables que producen servicios que no se adecuan a las necesidades y prioridades de los usuarios y que no se consideran como un bien económico común. Esto genera un círculo vicioso de servicios ineficientes, poca voluntad de pago por parte de los usuarios y menor capacidad de mejora, lo que tiene directa relación con la falta de voluntad para pagar de los usuarios (Serageldin 1995).

No se actúa con una visión de cuenca como unidad de gestión y muchas veces las soluciones no se adaptan a las características particulares de cada cuenca. La gestión de las aguas debe ser multiescalar e involucrar desde la “escala padrón” a la “escala cuenca”. La gestión debe incorporar aspectos vinculados a las características de la población, el territorio y el ambiente (DINAGUA 2011).

El abordaje territorial debe tener en cuenta que la gestión de las aguas es transversal a diferentes disciplinas, instituciones y escalas espaciales.

En la concepción usual de la gestión el sistema hídrico urbano se sectorializa y se enfoca en la infraestructura pública construida. Se pierden dos componentes: la red domiciliaria y la red natural. La red domiciliaria involucra al privado, a través de obras y prácticas prediales, para gestionar las aguas de lluvia precipitadas sobre su padrón. Permite actuar in-situ sobre un gran porcentaje del agua pluvial antes que alcance, en mayores cantidades y peor calidad, el suelo público y la trama hídrica. La red natural involucra el mantenimiento y conservación de la trama hídrica natural en las zonas urbanas.

La responsabilidad de la gestión de las aguas urbanas recae usualmente sobre empresas específicas del tema, públicas o privadas. Involucrar al privado en la gestión significa también descentralizar responsabilidades, que deben ser fiscalizadas para asegurar su correcto funcionamiento. Las responsabilidades que los privados adquieren deben ser tenidas en cuenta económicamente, eventualmente a través de una disminución de los aportes por impuestos que realizan (Gironas 2015).

Existen actualmente legislaciones inadecuadas de control del espacio urbano, incapacidad de los municipios de planificar la urbanización e invertir en la planificación de espacios seguros y adecuados como base del desarrollo urbano (Tucci 2007). Asociado al vertido de residuos sólidos se identifica la falta de

fiscalización, de una policía territorial que controle el uso que la población hace del espacio público y de los servicios que estructuran las ciudades.

4 PARADIGMAS DE GESTIÓN DE AGUAS URBANAS

Observar los cambios de paradigmas en la gestión de las aguas urbanas (saneamiento y trama hídrica) a lo largo del tiempo y conocer el paradigma vigente ayuda a visualizar y comprender los problemas actuales.

Se entiende por *paradigma* a las “teorías, modelos o patrones” que se utilizan al actuar, basados en un conjunto de supuestos que se aceptan sin cuestionar y que suministran la base y modelo para resolver problemas y avanzar en el conocimiento (DLE 2017).

Para que la gestión de las aguas urbanas sea exitosa debe responder a los requerimientos de la población. Los diferentes paradigmas de gestión de las aguas urbanas implican diferentes abordajes, tanto sea para dar soluciones por parte de las instituciones gestoras como en los requerimientos planteados por la población. La “conciliación” entre requerimientos y soluciones que se implemente en determinado momento y en cierto territorio es base para definir la gestión de las aguas urbanas.

Esta “conciliación” puede entenderse como un “contrato hidrosocial”, que define los acuerdos implícitos entre las comunidades, los gobiernos y las empresas sobre cómo deben gestionarse las aguas. Las características de este

contrato están dadas por la concepción ambiental y cultural de la sociedad, que se expresan a través de arreglos institucionales y normativa existente y se representan físicamente a través de la infraestructura de aguas urbanas (Wong y Brown 2008).

Existen diferentes maneras de visualizar o esquematizar la evolución de la gestión de las aguas urbanas, una de ellas es diferenciar etapas en que la concepción de la gestión sea homogénea. La Figura 11 muestra estas diferentes etapas, nombrando los principales ejes impulsores socio políticos y cómo las diferentes instituciones han respondido a los mismos. En la parte central se nombran los paradigmas o etapas, a la derecha se muestran los objetivos principales de la gestión de las aguas y a la izquierda las ideas o valores presentes en la sociedad conductoras o impulsoras de cada etapa.

Las diferencias entre paradigmas están asociadas a valores ambientales de la sociedad, necesidades a satisfacer (y necesidades ya superadas) y metodologías de gestión de las instituciones encargadas de las aguas urbanas. Cada etapa está caracterizada por un contrato hidrosocial diferente.

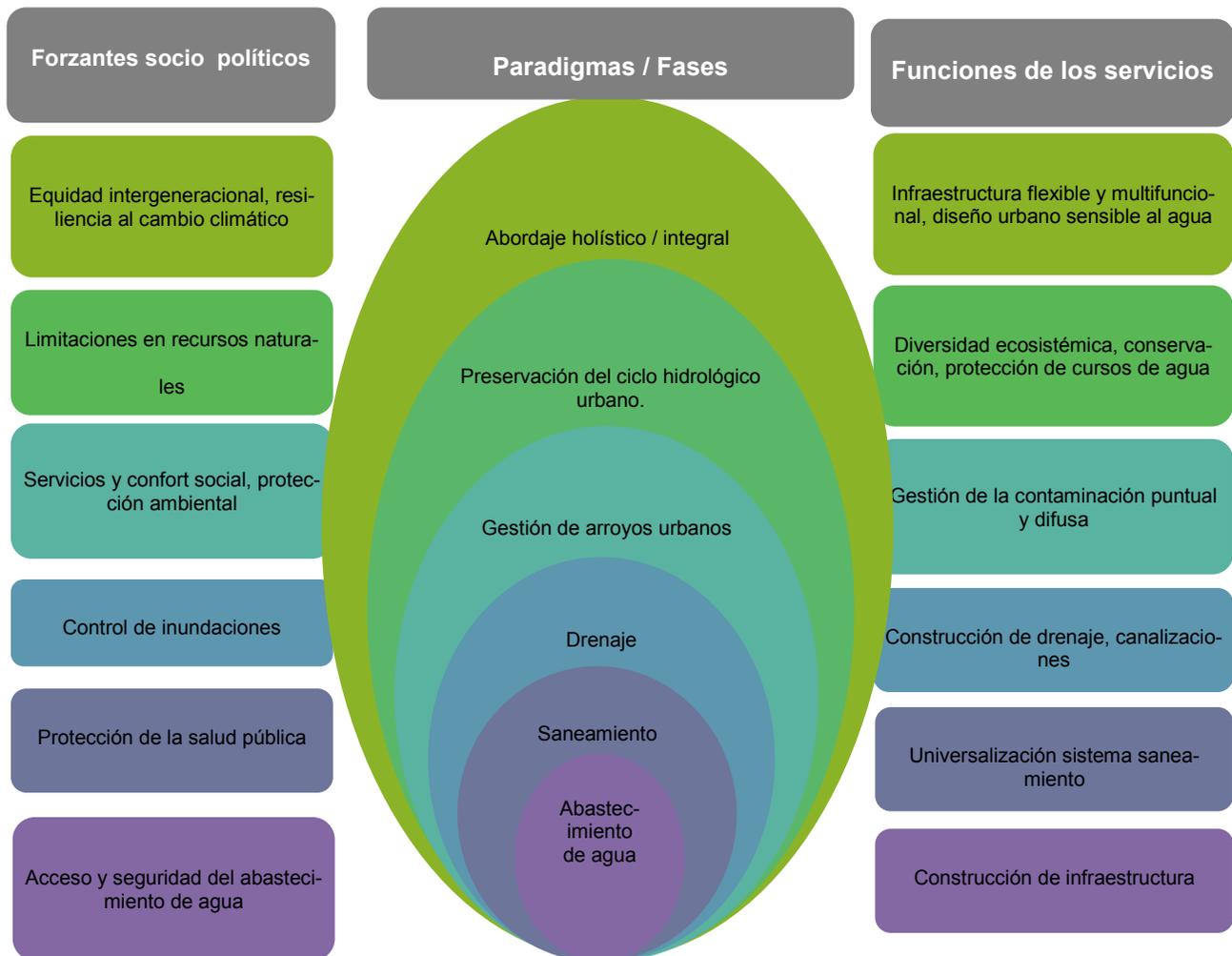


Figura 11 Evolución de los paradigmas en saneamiento y drenaje urbano (Adaptado de Brown 2005)

A lo largo del tiempo los problemas han cambiado. Las ciudades son cada vez más densas y causan cada vez más impactos sobre el ambiente y por ende

las demandas de la población cambian, la conciencia ambiental evoluciona y a medida que se satisfacen algunas necesidades básicas surgen otras con características más integrales y holísticas.

Las problemáticas se pueden clasificar según su origen:

- Los nuevos problemas que surgen dado el desarrollo de las ciudades. Un ejemplo en Montevideo podría ser el aumento de la impermeabilización, que junto con la ocupación urbana de las líneas de puntos bajos naturales, genera que las aguas pluviales no tengan el espacio suficiente para escurrir y suceden entonces inundaciones.
- Los nuevos problemas que surgen debido a características (y muchas veces falencias) propias de los paradigmas de gestión de las aguas urbanas aplicados hasta el momento. Un ejemplo en Montevideo son las inundaciones causadas por infraestructura diseñada con estimaciones antiguas del caudal de escurrimiento que minimizaban los volúmenes de precipitación, o las inundaciones causadas por el entubamiento de cursos de agua.
- Los problemas existentes, pero que se deben solucionar con un nuevo enfoque asociado a las nuevas concepciones ambientales de la

población. Un ejemplo en Montevideo puede ser la gestión de los cursos de agua. En la década del 80 una solución aceptable podía ser la canalización de una cañada a través de una sección en hormigón. Hoy ese tipo de soluciones que no contemplan el paisaje, la preservación de la máxima naturalidad posible de los cursos de agua y la resiliencia de la infraestructura no son viables y la población los puede visualizar como un problema a solucionar.

Muchos de los problemas actuales surgen de deficiencias en implementar soluciones en el pasado, aunque la solución dada fuera la correcta para el problema en cuestión dado el contexto o paradigma existente en ese momento. Muchas de las deficiencias de la infraestructura construida responden a paradigmas que forzaban las aguas a escenarios no sustentables a lo largo del tiempo. Por ejemplo, los aliviaderos unitarios.

La gestión de las aguas está completamente integrada al contexto urbano y social. Si la ciudad, y la gente que la habita, cambia también debe cambiar la gestión de las aguas urbanas. El abordaje de las soluciones, como respuesta a la interacción entre problemas y demandas debe cambiar, al definirse nuevos paradigmas.

Los servicios brindados por las empresas de saneamiento y drenaje se han complejizado dadas las nuevas demandas de la población y la evolución hacia nuevas prácticas. La gestión de las empresas de saneamiento y drenaje es cada vez más integral y se necesita un enfoque interdisciplinario para llevarla a cabo. Los paradigmas que están en la parte inferior de la Figura 11 son los primeros abordajes a la gestión de las aguas urbanas (abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje). Responden a una necesidad bien definida de “no enfermarnos” y “no inundarnos” que tiene como protagonista la salud y el confort humano. La solución que responde a estas necesidades usualmente está dada desde la ingeniería sanitaria. Los paradigmas en la parte superior responden a abordajes más integrales, que incorporan consideraciones ambientales. Las soluciones que se abordan en estos paradigmas deben integrar diferentes disciplinas, además de la ingeniería sanitaria.

Diferentes paradigmas pueden aplicarse al mismo tiempo en un país y eventualmente en una misma ciudad. El abordaje de la gestión es usualmente heterogéneo en el territorio, reflejando la flexibilidad pero muchas veces también las contradicciones internas de las instituciones que gestionan la trama hídrica urbana.

Se destaca la forma anidada del esquema presente en la Figura 11; para plantearse estar dentro de cierto paradigma se tiene que haber dado respuesta a necesidades de los paradigmas anteriores. Es importante conocer los paradigmas superados en el pasado; la infraestructura y gestión de aguas urbanas actual está fuertemente influenciada por cómo se desarrolló la infraestructura y gestión en el pasado. La forma anidada tiene implícita que el contrato hidro social en los diferentes estados de las ciudades influyen y dan forma a los estados posteriores (Wong y Brown 2008).

Existe una relación entre la evolución de la convivencia social y la concientización ambiental de la población con la evolución de la gestión de las aguas urbanas. *“La sofisticación de una civilización puede usualmente juzgarse por su atención a temas como la infraestructura de drenaje”* (Wright et al 1999). Observando el desarrollo de los sistemas de saneamiento desde la antigüedad se evidencia que los picos culturales, sociales y económicos están acompañados de mejoras sanitarias. Al mismo tiempo durante épocas de poco desarrollo, por ejemplo la Edad Media o Edad Oscura, los sistemas sanitarios urbanos disminuyeron y en algunas zonas hasta desaparecieron (De Feo et al 2014).

Se describe brevemente a continuación las diferentes etapas o paradigmas presentes en la Figura 11 y posteriormente se dan más detalles de cada proceso.

Las primeras tres etapas; **Abastecimiento de agua, Saneamiento y Drenaje** responden a la creación de servicios esenciales en aglomeraciones urbanas para posibilitar la convivencia en salud y sin pérdida de bienes materiales. Son fases higienistas o sanitaristas básicas. Se puede considerar que a nivel mundial estos paradigmas fueron válidos hasta cerca de 1970 y posteriormente fueron cambiando, al menos en países desarrollados donde se solucionaron las necesidades básicas, hacia otras fases (Tucci 2007).

En estas tres etapas el contrato hidro social es similar: son expansiones lógicas de los servicios provistos por los gobiernos para que las comunidades tengan un suministro de agua a bajo costo e ilimitado, protección de salud pública a través de las redes de saneamiento y control de la inundación. Todo esto, como apoyo a una expansión urbana. Estas etapas están usualmente subsidiadas, al no contabilizar los servicios ambientales, lo que llevó a la sobreexplotación y contaminación de los recursos hídricos (Wong y Brown 2008).

Los paradigmas posteriores mueven el foco desde lo antrópico, con objetivos asociados a la salud y bienestar humanos, hacia preocupaciones asociadas a

la calidad de las aguas. Esta fase se denomina **Gestión de arroyos** urbanos y prioriza la calidad de los medios receptores: ríos, arroyos y costas. En muchos países es una fase que comenzó a plantearse principalmente a partir de 1980 - 1990.

Con el pasaje hacia la fase de Gestión de arroyos urbanos la estructura del contrato hidro social se ve desafiada: los actores se mueven para representar las necesidades de protección ambiental. La reestructura del contrato es muy diferente frente a los cambios impuestos por los otros paradigmas, por ejemplo el cambio desde una ciudad con saneamiento a una ciudad con drenaje (Wong y Brown 2008).

Posteriormente, con la mayor conciencia ambiental por parte de la sociedad y la internalización de la gestión sustentable por parte de las instituciones, se transita hacia fases más integrales que priorizan la **Preservación del ciclo hidrológico** y el desarrollo de **Ciudades sensibles al agua**.

Los cambios en la filosofía y los objetivos del diseño del drenaje ocurren en respuesta a diversos factores (Chocat et al. 2004):

- la incorporación del concepto de sustentabilidad ambiental

- el abordaje ecosistémico de la gestión de los recursos y en particular de los recursos hídricos
- la necesidad de minimizar el impacto del sistema de drenaje en los cursos de agua receptores
- la aceptación de que se debe considerar el drenaje urbano, las redes de aguas servidas y los cuerpos receptores de una manera integrada
- el desarrollo computacional y la incorporación de nuevas tecnologías
- el manejo integral de la cuenca, en que las urbanizaciones se consideraran un componente de la cuenca, en interacción con el ecosistema natural.

El contrato hidro-social en una Ciudad sensible al agua es adaptativo y flexible. Se requiere de una comunidad comprometida que apoye un estilo de vida sustentable. Técnicamente tiene que existir una revisión socio técnica de los enfoques convencionales, y profesionales con una visión sustentable y con capacidad de innovación. La infraestructura es multifuncional y diseñada para reforzar las prácticas sostenibles y el capital social, reconociendo el vínculo entre la sociedad y la tecnología (Wong y Brown 2008).

Se comentan a continuación cada uno de los paradigmas nombrados y su desarrollo a lo largo del tiempo. Cabe destacar que la temporalidad en la que el texto ubica los paradigmas es principalmente en relación a los países en desarrollo y muy aproximada, con el objetivo principal de mostrar una evolución más que ubicarla temporalmente.

4.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA, SANEAMIENTO Y DRENAJE

Las primeras medidas para posibilitar la permanencia saludable de una población en un territorio son el abastecimiento de agua, las redes de saneamiento y la gestión del escurrimiento pluvial, los tres primeros paradigmas planteados en la Figura 11. El sistema tradicional de centralización del abastecimiento de agua y saneamiento evita enfermedades de transmisión hídrica y el drenaje posibilita la ocupación de zonas inundables que afectan los centros poblados. Estos sistemas son una importante mejora para la calidad de vida urbana, sustentando el crecimiento de las ciudades.

Al generarse aglomeraciones urbanas el abastecimiento de agua se volvió prioritario. Antiguamente se captaba el agua en pozos dentro de la trama urbana o aguas arriba de las ciudades y se distribuía sin tratamiento previo.

Las aguas servidas comenzaron a conducirse de modo de alejarlas lo más posible hacia aguas abajo de su punto de generación a través de redes de saneamiento, no realizándose tratamiento en la descarga. Estos sistemas sanitarios no causan impacto a la salud humana cuando las ciudades son pequeñas, con población dispersa y se encuentran alejadas unas de otras, de manera que las aguas servidas de una ciudad ubicada aguas arriba no contamina el abastecimiento de agua potable de la siguiente ciudad aguas abajo (Tucci 2007).

Posteriormente (y usualmente asociado a problemas de contaminación causados por las propias dinámicas del crecimiento de la ciudad y la densidad de población) se comenzó a realizar tratamientos del agua de abastecimiento para mejorar su calidad.

El drenaje se comenzó a realizar para alejar rápidamente las aguas de las zonas que la urbanización priorizaba establecerse. Muchas ciudades se implantaron en planicies de inundación de cursos de agua o construyeron infraestructura no compatible con el escurrimiento pluvial natural. Se comenzó a necesitar entonces retirar las aguas pluviales conduciéndolas aguas abajo lo más rápidamente posible, aumentando el caudal de los cursos de agua y líneas de puntos bajos. Este tipo de soluciones aumenta el riesgo de inundación

aguas abajo, modificando los ecosistemas y, en el caso de que exista población implantada aguas abajo, aumentando el riesgo de inundación.

Dentro de estas primeras etapas se pueden diferenciar diferentes épocas: la Época Antigua, la Edad Media y el inicio de la Época Moderna, que se describen a continuación.

4.1.1 ÉPOCA ANTIGUA

En las sociedades antiguas los principios sanitarios y su aplicación tenían la misma importancia que en la actualidad. Los sistemas de drenaje y saneamiento han sido una infraestructura importante en las ciudades desde hace 5000 años, apareciendo naturalmente como respuesta a la concentración de población. Al igual que en la época actual se tenía la necesidad de mejorar las condiciones sanitarias tanto en el ámbito domiciliario como público. Esto se realizó a través de sistemas de saneamiento en espacio público y sanitaria interna domiciliaria. Estos sistemas evacuaban las aguas desde las calles y domicilios hacia redes comunes, excavadas mayoritariamente por el centro de las calles. La mayor parte de los sistemas de drenaje antiguos evacuaban las aguas pluviales, que, al no mezclarse con aguas contaminadas, eran utilizadas aguas abajo. La eficiencia de estos sistemas se puede comparar con sistemas modernos desarrollados en Europa siglos después (De Feo et al 2014).



Figura 12 Sistemas de saneamiento y drenaje antiguos: Izq. Saneamiento en Valles Indos (Harappa 2017), medio: sistema de drenaje en Lotha, Valles Indos (Harappa 2017), der. Cloaca Máxima Romana (Google Earth 2017)

Por el avance de sus sistemas de saneamiento y drenaje se destacan las siguientes civilizaciones:

- El Imperio Mesopotámico en Asiria y Babilonia (2000 aC) desarrolló sistemas de saneamiento y drenaje. Se observan aún hoy en las ruinas de las ciudades de Ur y Babilonia (hoy territorio de Irak). Utilizaban alcantarillas abovedadas enterradas para el efluente doméstico y cunetas superficiales para el escurrimiento pluvial (De Feo et al 2014).
- La civilización griega (3200–1100 aC) desarrolló diferentes tecnologías de saneamiento y drenaje, que se pueden observar en ruinas existentes

en Creta y Knossos. Se destaca que las ruinas en Knossos muestran sistemas de conducción independientes para el saneamiento y para las aguas pluviales (De Feo et al 2014). En la Antigua Grecia se destaca la incorporación del sistema de drenaje a las construcciones en los teatros. Los teatros eran grandes espacios impermeables abiertos, que evacuaban las aguas de lluvia con infraestructura integrada al diseño del edificio. La Figura 13 muestra perfiles de gradas y drenajes en algunos teatros.

- La civilización Minoica de la cultura del Río Indo o de los Valles Indos, (3200–1900 aC) al sur de Asia implementó sistemas complejos y centralizados de saneamiento. Los lugares más representativos del uso de esta tecnología son los sitios arqueológicos de Harappa, Mohenjodaro y Lotha (De Feo et al 2014).
- Los egipcios también sanearon sus ciudades y edificios (2500 aC). Desarrollaron tuberías de arcilla y cobre, que fueron un gran avance respecto a los conductos de ladrillo y piedra.

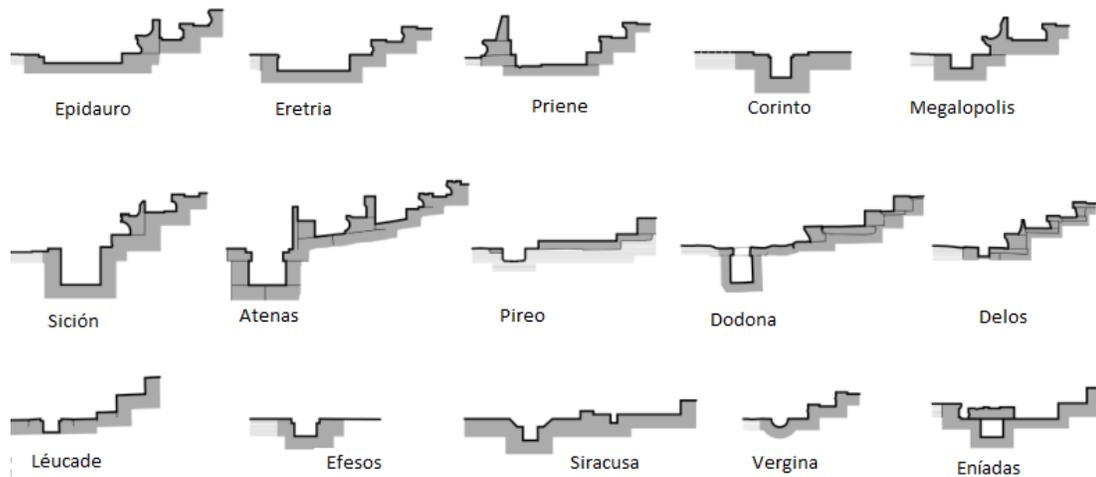


Figura 13 Drenaje en teatros en diferentes ciudades de la Antigua Grecia (adaptado de De Feo et al 2014)

- Existe evidencia arqueológica que el desarrollo de saneamiento en China data de más de 4000 años. Al igual que los egipcios, desarrollaron tuberías de saneamiento, un ejemplo se muestra en la Figura 14 (De Feo et al 2014).



Figura 14 Tubería de saneamiento china (De Feo et al 2014)

- El Imperio Romano (750 aC–330 dC) desarrolló vastos sistemas de saneamiento, drenaje y distribución de agua potable. Otras civilizaciones previas ya habían construido redes de saneamiento y drenaje, pero no tan extendidas y densas. Los romanos utilizaban el escurrimiento pluvial como un recurso, recolectando las aguas de techos y otras superficies impermeables para almacenarlas en cisternas enterradas. El principal sistema de saneamiento romano es la Cloaca Máxima. Su construcción data del 600 aC y se construyó en diferentes etapas a lo largo de 700 años. Combinaba tres funciones: erogar el escurrimiento superficial, drenar humedales y en menor medida conducir hacia los cuerpos receptores las aguas servidas (Burian SF, De Feo et al 2014). Cloacina es, en la mitología romana, la diosa que regía la Cloaca Máxima. La Figura 15 representa un monumento y una moneda elaborados en su honor.

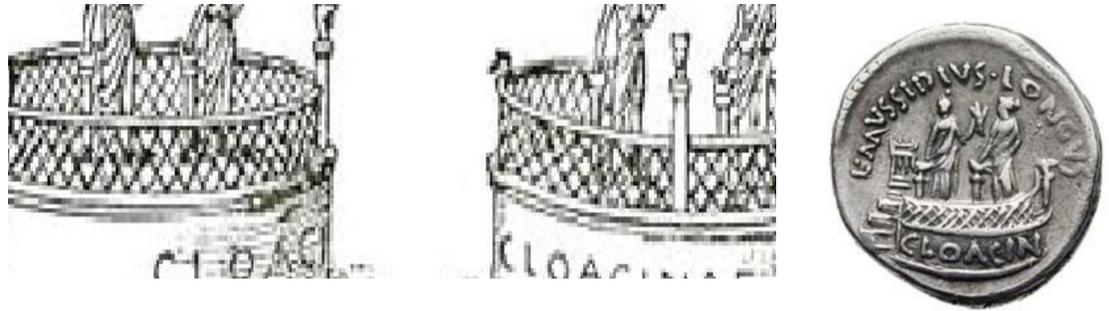


Figura 15 Monumento y moneda en honor a Cloacina (Schladweiler SF)

- Los incas habitaron Machu Pichu aproximadamente entre los años 1450 – 1540 dC (a pesar de ser posteriores se incluyen en la época antigua, por el tipo de construcción no corresponde incluirlos en la Edad Media o Moderna). Construyeron un sistema de drenaje y saneamiento sofisticado, que involucra las viviendas y los espacios públicos. El sistema de drenaje ha sido fundamental para que la ciudad construida en terrazas sobre una pendiente muy pronunciada se conservara hasta la actualidad sin erosión o deslaves. Las terrazas se construyeron sobre un lecho de piedra partida, este lecho recibe el escurrimiento pluvial de la superficie de las terrazas y lo conduce sub superficialmente hasta descargas en conductos o cursos de agua. La cantidad de descargas se calculaba mediante tablas escritas (lo que ya implica la elaboración de

procedimientos escritos), usualmente una cada 200 m² de área aporte. Los canales de saneamiento se construían ramificados, juntaban las aguas desde los domicilios y las conducían a un canal principal (Wright et al 1999).

4.1.2 EDAD MEDIA

Luego de la caída del Imperio Romano, en la Edad Media (476 – 1492 dC) decayó la preocupación por la higiene personal, la sanidad e higiene urbana. Los sistemas públicos de saneamiento dejaron de mantenerse y muchos de ellos se destruyeron o redujeron. Los drenes superficiales fueron utilizados como único elemento para evacuar residuos líquidos, convirtiéndose, por mal uso y falta de mantenimiento, en sistemas de efluentes combinados. Los sistemas superficiales se contaminaron rápidamente y muchos de ellos fueron cubiertos, convirtiéndose en canales subterráneos (Chocat et al 2004).

En esta época no sólo se deterioró la infraestructura existente sino también la noción de saneamiento como servicio compartido. La nobleza, clase dominante de la época, no se preocupaba por brindar el servicio de saneamiento a las masas (Burian S F).

Los ríos en las ciudades importantes de la época (Londres, París), fueron utilizados como sistemas abiertos de saneamiento. Recién en 1357 en Londres se realizó una proclama prohibiendo el vertido de residuos al Río Támesis (De Feo et al 2014).

La materia fecal humana era usada como abono, por lo que era usual recolectarla seca domiciliariamente (Burian S F).

En la Edad Media los ejemplos de sistemas de sanitaria interna se construyeron principalmente en las abadías y centros religiosos. Fueron cunetas abiertas ubicadas por las líneas de puntos bajos, muchas veces por el eje de las calles (De Feo et al 2014). En París el primer conducto cerrado que se construyó en esa época fue en 1370, la Fosse de St. Opportune, que descargaba en el Río Sena (Burian et al 1999).

Se destaca que fue en la Edad Media en que Sir John Harrington, en 1589, inventó el inodoro con el vaciado hidráulico de la forma más parecida al que conocemos hoy (De Feo et al 2014).

Al expandirse las ciudades y deteriorarse los sistemas de saneamiento existentes, las tomas de agua y los puntos de disposición final de efluentes

comenzaron a afectarse mutuamente, con la consecuencia que los vertidos contaminantes comenzaron a afectar a la población.

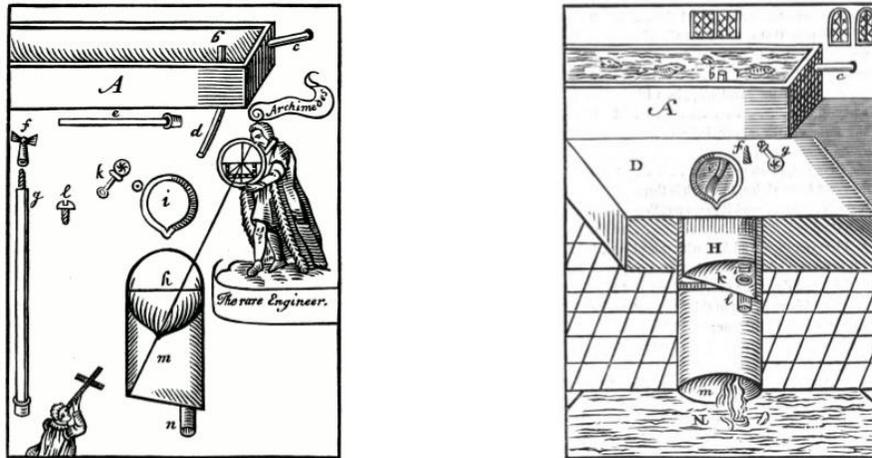


Figura 16 Inodoro desarrollado por Sir Harrington (Esquire 1596)

Hacia el 1700 asociado a la mayor cantidad de personas viviendo en zonas densamente pobladas las sociedades europeas comenzaron a preocuparse por las aguas servidas (Burian et al 1999).

4.1.3 ÉPOCA MODERNA

En la Época Moderna se recuperó el interés por las aguas urbanas. Se reconstruyó y construyó infraestructura y se organizó la gestión de los sistemas de drenaje y saneamiento.

La revolución industrial dio lugar a ciudades que crecieron con barrios diferenciados para la clase alta, media y obrera, y condiciones de insalubridad en los últimos. Las molestias y enfermedades relacionadas al estado sanitario afectaban transversalmente a la sociedad. Esto favoreció a que las clases altas invirtieran en mejorar las condiciones de salubridad no sólo en sus barrios, sino también en los de clase obrera y media. Ya desde esta época se expresa la fuerte función social del saneamiento.

La relación de la situación sanitaria y la calidad de las aguas de consumo con las enfermedades en general, y el cólera en particular, fueron de los principales impulsores para que se construyeran redes de saneamiento. Se comenzó a invertir en estrategias para reglamentar y asegurar salubridad a las urbanizaciones en general. Las inversiones se realizaron bajo la tutela de la autoridad pública. El saneamiento fue una tecnología que se aceptó ampliamente en la segunda mitad del siglo XIX y gradualmente se convirtió en el sistema dominante (Patouillard y Forest 2011, Cerda y Valdivia SF).

La relación entre las enfermedades y las condiciones de salubridad surgió a través del estudio de las epidemias de cólera que sucedieron en Europa en la primera mitad del siglo XIX. Durante la segunda epidemia de cólera en Londres, en los años 1848 y 1849, el médico John Snow formuló la teoría de que

la transmisión del cólera se realizaba a través de la “la ingestión de una materia mórbida invisible al ojo humano” que se reproducía y transmitía a través de la materia fecal (Snow 1853). Se relacionó por primera vez la muerte por cólera con la fuente de suministro de agua para consumo humano contaminada con aguas servidas.

Durante la tercera epidemia de cólera en Londres, en 1853 y 1854, Snow confirmó empíricamente su teoría relacionando la fuente de suministro de agua y la cantidad de muertos por cólera. Entre otros estudios contabilizó la cantidad de muertos por cólera diferenciándolos según su fuente de agua de consumo. En ese momento existían dos compañías suministradoras de agua en Londres: Lambeth Water Company, con la fuente de suministro aguas arriba de la población y Southwark and Vauxhall Water Company, con suministro aguas abajo. Se comprobó en la práctica que la proporción de muertos por cólera en relación al total de personas abastecidas por la compañía con suministro aguas abajo era mayor que la compañía con suministro aguas arriba.

Posteriormente, en 1854 surgió un nuevo brote de cólera en Londres, muy localizado y agudo, donde murieron aproximadamente 500 personas en 10 días. Snow realizó un mapa indicando dónde vivían los afectados y determinó que los enfermos habían bebido de una misma bomba de agua pública. Los

servicios sanitarios del momento clausuraron temporariamente la bomba y no se identificaron nuevos casos de cólera. Posteriormente se demostró que una tubería de alcantarillado pasaba cerca de la bomba, existiendo filtraciones de aguas servidas hacia las aguas de abastecimiento.

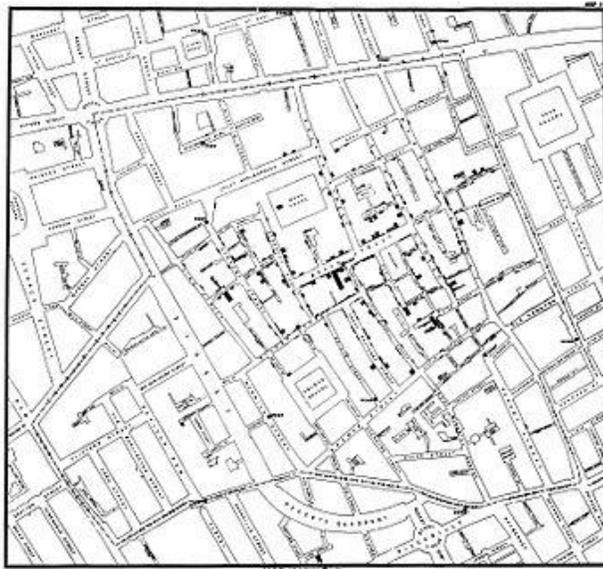


Figura 17 Izq. Mapeo realizado por John Snow de los enfermos durante el brote de cólera en 1854 alrededor de una bomba pública ubicada en Broad Street. Der. bomba contaminada (Fuente The History of Sanitary Sewers 2017)

En el año 1853 Snow publica recomendaciones para evitar nuevas epidemias de cólera. Propone medidas a corto plazo e individuales entre las que se

destaca el lavado de manos, y medidas comunitarias a largo plazo, que se transcriben a continuación:

- *“Efectuar un buen y perfecto drenaje*
- *Proporcionar un vasto suministro de agua completamente libre de contaminación proveniente del alcantarillado, pozos negros, desagües de casas, u otros desechos de las personas que navegan por los ríos*
- *Proporcionar casas modelo para la clase vagabunda y suficiente espacio para pobres en general¹*
- *Inculcar a toda la población hábitos personales y domésticos de limpieza*
- *Dedicar atención a las personas y especialmente a los barcos que arriban desde lugares infectados, para segregar los enfermos de los saludables” (Snow 1853).*

¹ A lo largo del libro se explica que proveer casas modelo es una estrategia para generalizar buenas condiciones sanitarias en la ciudad

Estas recomendaciones continúan vigentes y son de utilidad, dado que aún no se han podido aplicar en su totalidad en Uruguay y otros países en desarrollo.

La teoría de la transmisión hídrica del cólera se terminó de verificar posteriormente con Robert Koch quien en 1883 aisló y cultivó el *Vibrio cholerae* (Cerdeira et al S F).

Además del anterior, existieron dos hitos de gran importancia que promovieron la construcción generalizada de saneamiento (Burian et al 1999): en 1856 William Budd estableció la relación entre la ocurrencia de fiebre tifoidea y la falta de saneamiento y en 1857 Pasteur estableció la teoría que las infecciones y las enfermedades son causadas por gérmenes y bacterias

El cólera no solamente sirvió para relacionar la salud con la necesidad de saneamiento sino también para repensar la calidad ambiental urbana a nivel ciudad, relacionando diferentes zonas y clases sociales. El contagio persona a persona lleva a que las enfermedades se eviten a través del aislamiento, la división geográfica y social. El contagio a través de las aguas relaciona las poblaciones y lleva a que para evitar las enfermedades se construya infraestructura pública.

Se destaca que verter efluentes domésticos a las redes fue un proceso que llevó años. Inicialmente el diseño no preveía el vertido de efluentes desde los domicilios. En 1843 se realizó el saneamiento en la ciudad de Hamburgo, previendo ya el vertido de efluentes domésticos (Burian et al 1999).

En la Época Moderna, París y Londres fueron ciudades pioneras en la construcción de redes de saneamiento y drenaje. En 1530 se reguló la disposición de efluentes en París requiriendo a los propietarios de viviendas construir pozos negros. A finales de 1700 París tenía aproximadamente 26 km de redes, la mayor parte a superficie libre. Tanto el sistema enterrado como el superficial tenían grandes problemas de obstrucción. En 1721 se dictó una ordenanza indicando que los propietarios debían de pagar por la limpieza del alcantarillado enterrado que pasara por debajo de sus domicilios. Esto llevó, entre otras cosas, a que se entendiera el alcantarillado como una propiedad casi individual que se podía utilizar de cualquier manera, a la que se vertían residuos domésticos y residuos sólidos. En 1736 y 1755 se dictaron reglamentaciones adicionales para detectar y castigar el vertido irregular de efluentes y residuos sólidos al alcantarillado. Asociado al cólera se inició hacia 1850 la construcción de 600 km de nuevas redes que llevaban simultáneamente el drenaje y el saneamiento. Esto llevó a que se estructurara el sistema de saneamiento y drenaje en toda la ciudad (De Feo et al 2014, Burian et al 1999). Se destaca que el

problema analizado en esta tesis se plantea como tal desde hace muchos años en diferentes ciudades.

En Inglaterra el primer acto reglamentario en relación al saneamiento se realizó en 1427 y refirió al control de las redes enterradas y superficiales. La reglamentación en cuanto a la sanidad e higiene urbana no fueron muy fuertes hasta 1848, cuando se fundó la Commission of Sewers. Esta comisión era la encargada de controlar los pozos negros de la ciudad, estimados en 200.000, y modernizar el sistema de saneamiento (Burian et al 1999).

Usualmente la construcción de saneamiento se realizaba asociada a una problemática singular y focalizada en algunos puntos de la ciudad. Hacia mediados de 1800 se comenzó a planificar la construcción de saneamiento globalmente en ciudades enteras o en grandes zonas. Se destaca el ejemplo de Hamburgo, que en 1843 implementó el primer plan de saneamiento para una gran ciudad. En esa época se elaboran también planes de saneamiento en ciudades como Londres, París y Chicago (Burian et al 1999).

Hacia 1900 la mayor parte de las ciudades de Europa tenían redes de saneamiento y drenaje, usualmente unitarias (De Feo et al 2014).

Hacia finales de 1800 el uso de hormigón para los conductos posibilitó la instalación de tuberías más pequeñas. Reaparece el debate sobre las ventajas de utilizar tuberías de menor diámetro hechas en arcilla frente al uso de grandes tuberías en ladrillo y el debate por la instalación de sistemas de saneamiento separativo (Burian et al 1999).

El saneamiento unitario fue el más popular en el momento debido a que (Burian et al 1999):

- No había precedentes de sistemas separativos exitosos en Europa
- Se creía que los sistemas unitarios eran más baratos que los sistemas separativos
- La dilución con aguas pluviales se consideraba un tratamiento por sí mismo. Por el contrario, no se tenía claro qué realizar con los efluentes del sistema de saneamiento separativo. Hasta el momento los efluentes eran utilizados en agricultura, algo que no convencía a los ingenieros de la época.

Esta filosofía no cambió hasta que, dado el efecto ambiental y en la salud del vertido del efluente crudo, se comenzó a requerir tratamiento de efluentes.

Hacia 1930 – 1940 se comienzan a construir sistemas separativos, dados los altos costos de los tratamientos de los sistemas unitarios (Burian et al 1999).

Los sistemas se dimensionaban por ensayo y error. Las redes se construían unitarias, lo suficientemente grandes como para posibilitar la entrada de personas a limpiar. A lo largo de los años se acumuló conocimiento sobre el funcionamiento de los conductos y se elaboraron tablas con rangos de pendientes y velocidades recomendadas. Aparecieron nuevas profesiones, como el limpiador de saneamiento (*sewerman*), que se ocupaba del mantenimiento de las redes o el ingeniero sanitario, que las diseñaba (Patouillard y Forest 2011).

El drenaje urbano era sin lugar a dudas una prioridad menor comparada con el saneamiento y el abastecimiento de agua potable. El diseño y la construcción del sistema de drenaje sucedían, y aún sucede muchas veces, como trabajos adicionales asociados al diseño de vías de tránsito y al trazado de nuevos fraccionamientos. El diseño tradicional del drenaje urbano está directamente asociado a minimizar el riesgo de inundación de la ciudad. El drenaje consistía en captar y conducir las aguas pluviales por calles y canales lo más rápidamente posible hacia aguas abajo, eliminando o minimizando los problemas de inundación (Brown 2005).

Un gran avance en la construcción del drenaje urbano fue el conocimiento del mayor insumo del sistema: la lluvia. A lo largo de la segunda mitad de 1800 y todo 1900 se hicieron grandes esfuerzos por conocer el régimen de lluvias. Las primeras curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia se comienzan a realizar en 1899 por Talbot. Desde ese momento la construcción de curvas IDF se ha generalizado en muchas ciudades y lugares (Burian et al 1999).

Hacia 1920 se comenzó a diseñar utilizando tormentas de diseño y se comenzó a desarrollar cada vez más el uso de hidrogramas en el diseño (Burian et al 1999).

Hacia 1932 Sherman desarrolló el concepto de hidrograma unitario para una cuenca con información pluviográfica. Dado que pocas cuencas tenían mediciones que permitieran el desarrollo del hidrograma unitario, se implementaron métodos para trasladar los estudios de Sherman a cuencas no relevadas (Burian et al 1999).

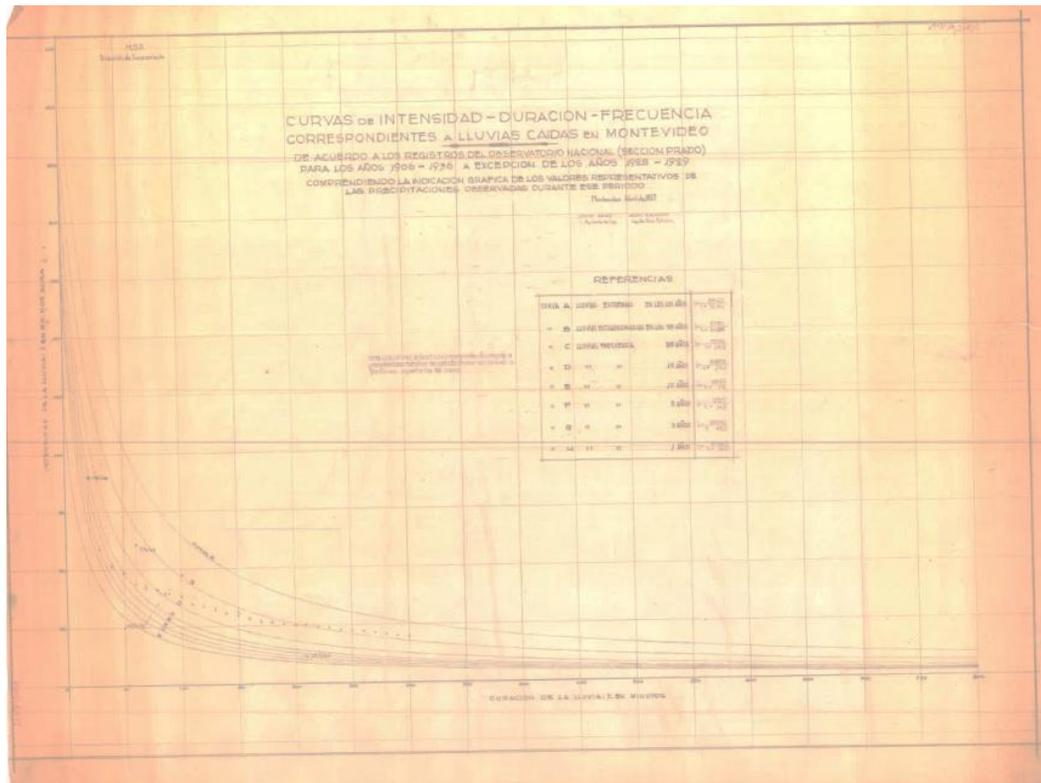


Figura 18 Primeras curvas IDF para Montevideo, elaboradas en 1937 por el Ing. Giannoni para la Intendencia de Montevideo (Giannoni y Azar 1937)

El uso de hidrograma llevó a que se intensificara la necesidad de tener datos pluviométricos y de describir mejor el proceso de lluvia - escurrimiento. Horton presenta en 1919 las abstracciones de lluvia (acumulación inicial de precipitación en la cuenca a través de interceptación, almacenamiento e infiltración).

Green Ampt en 1919 y Horton en 1933 definen el concepto de infiltración en relación a la lluvia, al escurrimiento y tipo de suelo (Burian et al 1999).

Hacia 1980 el Department of Agriculture Soil Conservation Service publica el método hoy conocido como “Método del Soil”, a través de la publicación Hydrology of small urban watersheds detalla un método para determinar el escurrimiento pluvial (Burian et al 1999).

La baja prioridad que se le daba a las aguas urbanas, en conjunto con el rápido desarrollo de la urbanización y la creciente impermeabilidad, ocasionó que se agravaran y multiplicaran los problemas de inundación. Como consecuencia, se aumentaron las dimensiones de los drenajes, transfiriendo los problemas hacia aguas abajo y creando nuevos problemas de inundación.

Las aguas urbanas eran abordadas por un grupo de técnicos, en general ingenieros, minimizando el enfoque integral. Este enfoque técnico pudo causar, entre otras cosas, la falta de interés de la población hacia las aguas urbanas en gran parte del siglo XX (Brown 2005).

Hacia 1960 las aguas provenientes del escurrimiento pluvial se identificaron como una de las mayores causas de contaminación de las grandes ciudades. Controlar el escurrimiento pluvial se volvió necesario para minimizar

problemas ambientales y reducir costos de medidas de fin de tubería. En la misma época la gestión de las aguas urbanas empezó a incluir en sus objetivos mejorar la calidad de agua y promover la conservación de los sistemas de drenaje naturales.

Ya en 1980 la atención se concentraba en la relación entre las aguas de escurrimiento y su impacto en los cursos de agua. Se comienzan a monitorear periódicamente los cursos de agua y, en particular, monitorear su actividad biológica.

A partir de aproximadamente 1960 se comienza a usar técnicas más avanzadas de diseño asociado al uso de la computadora. Hacia 1970 los avances en los cálculos computacionales tienen un gran impacto en la gestión de las aguas urbanas. Los modelos computacionales como SWMM, STORM y HEC RAS comienzan a utilizarse masivamente. El avance en la computación permitió a los ingenieros diseñar sistemas de drenaje utilizando técnicas de modelación continua. Los métodos computacionales, los sistemas de información geográfica, las bases de datos mejoraron la planificación, el diseño y la gestión de las aguas urbanas. Se comienza a utilizar técnicas matemáticas y estadísticas para mejorar la gestión del drenaje urbano. Se empezaron a utilizar modelos matemáticos de optimización, programación lineal y dinámica. Se comienzan

a utilizar métodos estadísticos para análisis de series históricas y de resultados de modelaciones continuas.

Más allá del método de cálculo cabe destacar que la mejora en la calidad de las aguas ocurre más adelante, asociado a la conciencia del impacto de las ciudades (Chocat et al 2004).

Los objetivos de la gestión del sistema hídrico urbano cambiaron a lo largo del siglo XX. Durante la primera mitad del siglo, los objetivos se enfocaban en la mejora la salud pública, evitando enfermedades de transmisión hídrica y minimizando las inundaciones. Durante la segunda mitad los objetivos se dirigieron hacia un mayor compromiso ambiental, la protección de los ecosistemas y la sustentabilidad urbana.

Se identifica que la mejora de la calidad ambiental urbana depende fuertemente de la mejora de la calidad en los cuerpos receptores.

4.2 GESTIÓN DE ARROYOS URBANOS

Los años 80 fueron un período de cambios importante en los valores ambientales de las comunidades y técnicos, los temas de calidad de las aguas urbanas ganaron atención y se volvieron prioridad pública. Más allá de que es difícil establecer una relación entre las mejores prácticas y los cambios en los

valores de la comunidad, la preocupación social produce un cambio sinérgico hacia mejores comportamientos ambientales. En esta época se comienza a identificar a la población como parte de la problemática de aguas urbanas (Brown 2005).

Dado el crecimiento de las ciudades y la industrialización sin la internalización de la reducción de impactos se incrementaron los problemas de contaminación de ríos y arroyos. La gestión de las aguas urbanas comienza a transitar hacia una fase Gestión de arroyos urbanos. Se puede decir que esta época coincide con la llamada por algunos autores “fase que prioriza la calidad” o “fase correctiva”. Se comienza a tener evidencia de expertos de que la calidad de las aguas urbanas está muy relacionada con la calidad de los cursos de agua receptores, especialmente en las costas y playas. Esto conduce al control de la contaminación ambiental y la actuación sobre los impactos con soluciones de final de tubería (Brown 2005, Tucci 2007).

Se visualiza la necesidad de mejorar el valor institucional de la protección ambiental de los cursos de agua para que sea considerado con la misma importancia que otros valores institucionales ya establecidos como la protección contra inundaciones, la protección de la salud pública y el abastecimiento de agua (Tucci 2007).

Además de las perspectivas ambientales sucedieron otros cambios que incidieron en la gestión: aumentaron las medidas de regulación y normativas.

Se comienza a construir sistemas de tratamiento de efluentes domésticos y a realizar infraestructuras de amortiguación para solucionar los problemas cuantitativos del drenaje y control que el impacto existente de la calidad del agua pluvial en el suelo y cursos de agua receptores (Tucci 2007). De alguna manera se puede considerar que el drenaje tradicional en Montevideo y Uruguay llega hasta este paradigma, alcanzándolo parcialmente.

4.3 PRESERVACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO URBANO

A medida que las ciudades se expanden y densifican los sistemas de drenaje tradicionales se vuelven ineficientes. Al mismo tiempo los problemas relacionados a los cursos de agua son mayores y afectan a más personas. La práctica usual de evacuación rápida de caudal hacia aguas abajo a través de conducciones (tuberías enterradas o canales abiertos) se vuelve inmanejable. En particular se identifican algunos problemas persistentes y pendientes de resolver (Chocat et al. 2004, Goldenfum et al 2007):

- El aumento de la cantidad de agua de escurrimiento desde las superficies impermeables. La mayor impermeabilización aumenta el volumen

y el caudal de escurrimiento, causando inundaciones y daños ambientales.

- La operación deficiente de los sistemas de drenaje y saneamiento urbanos existentes.

La presencia de sedimentos y de residuos sólidos agrega más complejidad a esta situación, así como la falta de espacio disponible para construir canalizaciones en la urbanización desarrollada (Goldenfum et al 2007).

Se comienza entonces a repensar la manera de gestionar las aguas urbanas, tratando de cambiar el paradigma de gestión para resolver algunas de las dificultades nombradas.

Surge la llamada fase de Preservación del ciclo hidrológico, con el objetivo de minimizar el impacto de las ciudades en el balance hidrológico de las cuencas. Se trata de conservar en lo posible el ciclo hidrológico natural, el balance hídrico en las cuencas tal como funcionaba previo a la implantación de las ciudades. De esta manera se trata de mantener los hidrogramas naturales de los cursos de agua, evitando construir grandes infraestructuras y minimizando inundaciones.

Este paradigma recomienda controlar el escurrimiento en la fuente y no trasladar problemas de inundación aguas abajo. Comienza a aplicarse una gestión integrada (articulando acciones en la cuenca y en la infraestructura de drenaje ubicada en las líneas de puntos bajos). Se sugiere aplicar estas soluciones ya durante la etapa de planificación, previa a la construcción de la urbanización (Goldenfum et al 2007).

La gestión del drenaje urbano deja de pensarse como un conjunto de tuberías y comienza a pensarse como un sistema que integra los cursos de agua y el territorio de la cuenca.

Al tener en cuenta la preservación del ciclo hidrológico en el diseño de los sistemas de drenaje se logra cierta recuperación de la capacidad de infiltración de la cuenca y el control de microcontaminantes generados por el lavado de la superficie de la cuenca, mejorando la calidad de las aguas de escurrimiento y de los cuerpos receptores.

Este paradigma está fuertemente asociado a la existencia de sistemas separativos, en que las aguas pluviales escurren separadas de los efluentes domésticos, y al control de conexiones ilegales. De esta manera el drenaje se vuelve un recurso potencial de las ciudades. El agua de escurrimiento de

calidad es un insumo fundamental para una gestión de las aguas urbanas que propenda a mantener ecosistemas naturales en convivencia con las ciudades.

Se han desarrollado diferentes estrategias de gestión que se enmarcan dentro de este paradigma. Se describen las principales a continuación: Desarrollos de bajo impacto (Low Impact Development), infraestructura verde y sistemas híbridos. Cabe destacar que el uso de estos términos muchas veces no es riguroso, sino que cambia con el tiempo y el uso que los técnicos y la población le atribuyen a medida que la estrategia de gestión se masifica.

Desarrollos de bajo impacto:

Estas tecnologías llamadas más comúnmente por su sigla en inglés LIDs, Low Impact Developments, nacen en Estados Unidos en los años 70 y se comienzan a implementar generalizadamente unos años después. Tienen el objetivo de alcanzar un balance hidrológico urbano cuenca a cuenca lo más cercano posible al natural, al existente en el territorio previo al desarrollo de la ciudad. Esto lo logran a través del control de las aguas en el lugar de generación o lo más cercano posible a la fuente. Conforman un abordaje hacia el desarrollo del territorio que trata de gestionar las aguas “trabajando con la naturaleza”. Son prácticas antagonistas a las soluciones tradicionales que, para gestionar el escurrimiento pluvial de las cuencas impermeabilizadas, colocan grandes

infraestructuras en las líneas de puntos bajos. Las LIDs distribuyen infraestructuras de control de escurrimiento en toda la cuenca y minimizan la infraestructura en los cursos de agua y líneas de puntos bajos (Fletcher et al 2014, USEPA 2000).

Se modifica el escurrimiento pluvial utilizando controles de pequeña escala distribuidos en la cuenca. Utiliza infraestructura que simule los procesos naturales que resultan de la infiltración, evapotranspiración y acumulación de agua en la cuenca (Fletcher et al 2014, USEPA 2000).

Hacia los años 90 se reinterpreto esta tecnología y se comenzó a llamar así a cualquier tecnología para pequeñas cuencas que realizara tratamiento de aguas. Posteriormente se restableció, en los manuales más recientes, la definición original del término (Fletcher et al 2014, USEPA 2000).

Infraestructura verde:

La USEPA usa actualmente el término infraestructura verde para referirse a la gestión de las aguas de escurrimiento usando los procesos LIDs. El término infraestructura verde, usualmente nombrado en inglés Green infrastructure, emergió en los años 90 en Estados Unidos. Es una red de infraestructura que puede capturar, infiltrar y laminar las aguas de lluvia reduciendo el

escurrimiento pluvial y mejorando la calidad ambiental. Tiene el objetivo de preservar, rehabilitar y restaurar espacios verdes utilizando técnicas de mejora del suelo, reincorporación de la vegetación en el espacio urbano y cosecha o recolección de agua (USEPA 2000). Es infraestructura costo efectiva y multi-propósito, muchas veces mínima, que se puede ubicar en el espacio público o en el espacio privado. Ejemplos de infraestructura verde son los techos verdes, árboles, jardines de lluvia, pavimentos permeables. En la literatura es muchas veces usado como sinónimo de LIDs (USEPA 2017, Fletcher et al 2014).

Reduce y trata las aguas pluviales cerca de su punto de generación. El escurrimiento pluvial es una causa de contaminación en áreas urbanas: arrastra residuos sólidos, bacterias, metales pesados y otros contaminantes presentes en la cuenca. La infraestructura verde utiliza la vegetación y otros elementos para restaurar los procesos naturales requeridos para gestionar las aguas y crear un ambiente más saludable (USEPA 2017).

Sistemas híbridos:

En el marco del paradigma de preservación del ciclo hidrológico urbano surgen los sistemas de aguas pluviales urbanos híbridos, que combinan infraestructuras de drenaje tradicionales de conducción con acciones distribuidas en la cuenca e integradas al paisaje, tales como infiltración, laminación, y

eventualmente tratamiento, para reducir el escurrimiento pluvial y mejorar la calidad de las aguas. La actuación en la cuenca se puede ver como una dispersión del sistema de drenaje pluvial en el territorio de la cuenca, sin concentrarlo solamente en las líneas de puntos bajos (Porse 2013).

Asociado a lo anterior aparece el propietario de predios privados como un nuevo protagonista del drenaje. Las estructuras híbridas de gestión y los LIDs incorporan la gobernanza ciudadana de las aguas; combinan una gestión centralizada en las instituciones con una distribuida entre los propietarios de predios privados. Esto se realiza para facilitar la planificación, operación, financiamiento y mantenimiento. La gestión de las aguas trasciende las instituciones y se distribuye en la población (Porse 2013).

En Montevideo se ha asimilado este paradigma, y se ha aplicado de manera heterogénea a través de la infraestructura que los privados realizan para cumplir la normativa de Factor de Impermeabilidad de Suelos.

4.4 ABORDAJE INTEGRAL

El abordaje tradicional de compartimentación de las aguas urbanas abastecimiento, saneamiento y drenaje urbano fue considerado por muchos autores pues dejaba asuntos pendientes. Se comienza a visualizar que los sistemas

tradicionales existentes de gestión del saneamiento y drenaje no tenían capacidad para dar solución a multiplicidad de problemáticas (Brown y Farrelly 2008, Chocat et al 2004). Algunas deficiencias que se visualizan en el abordaje tradicional de la gestión de las aguas urbanas son las siguientes (Mitchell 2006):

- modificación de hábitats naturales
- incremento de los residuos presentes en los cursos de agua
- impactos negativos en la flora y fauna
- disminución de la calidad de las aguas
- manejo inadecuado de los contaminantes
- sistemas poco flexibles a cambios de las condiciones de diseño
- alto costo de rehabilitación de los sistemas tradicionales, que se vuelven obsoletos o en malas condiciones por el paso de los años, hasta quedar al borde de su vida útil en muchas ciudades
- deterioro de la calidad del agua de escurrimiento pluvial en cuencas urbanas. Las aguas urbanas son una de las mayores fuentes de

contaminantes (tales como metales pesados y nutrientes) de los cuerpos receptores

- falta de incorporación de las infraestructuras de drenaje urbano al paisaje

Estos problemas presentan una complejidad tal que necesitan un abordaje que supera la ingeniería sanitaria o hidráulica; el abordaje debe incorporar diferentes disciplinas, adquiriendo un carácter integral y holístico. Al mismo tiempo son problemas con diferentes escalas territoriales, por lo que el abordaje debe ser, además de interdisciplinario, multi escalas. Cada vez más las aguas urbanas se planifican en coordinación con otros actores del territorio e incorporando dimensiones como la planificación territorial, economía, normativa y educación, generándose una gestión integrada de las aguas urbanas. Se deja de pensar la gestión de las aguas urbanas (saneamiento, drenaje y cursos de agua) como sistemas aislados, con poca relación entre ellos y con otros sistemas urbanos, ambientales y sociales y se comienzan a analizar integrados. Sus características dependen del funcionamiento como un todo interrelacionado, teniendo en cuenta las sinergias que se producen con el ambiente.

Actualmente los sistemas integrados se han consolidado como una alternativa al sistema tradicional y se han ido adoptando con mayor o menor rapidez

dependiendo del contexto institucional, socioeconómico y tecnológico de cada país.

Es importante destacar que una de las bases de esta nueva etapa es el cambio de paradigma de las aguas consideradas como un desecho a las aguas consideradas como una oportunidad para la ciudad. En los sistemas integrados las aguas pluviales son consideradas como un recurso, al igual que en la fase anterior, que puede ser retenido próximo a su fuente para ser usado propiciando la generación de un hábitat para la recuperación de la diversidad ambiental (Maksimovic SF, Chocat et al 2004).

En esta nueva etapa es usual la combinación de tecnologías blandas (ecológicas) con tecnologías duras (infraestructuras), incorporando herramientas como educación y normativa (Mitchell 2006).

Algunas de las características de este paradigma de gestión de las aguas son las siguientes (Mitchell 2006, Brown 2005):

- Considera todas las fases del ciclo del agua reconociendo cada una como parte de un sistema integral, natural y antrópico. Tiene en cuenta los procesos de almacenamiento de agua, distribución, tratamiento,

reciclaje y disposición final como parte del ciclo hidrológico; no son actividades disjuntas sino parte de un todo.

- Considera la calidad de agua: la calidad de agua debe ser suficiente para satisfacer las diferentes necesidades planteadas por la ciudad y necesaria para los ecosistemas asociados al curso de agua
- Planifica la protección, conservación y explotación de los recursos hídricos en su origen
- Toma en cuenta la diversidad de usuarios de los cuerpos de agua, sean antrópicos, ecológicos, urbanos o rurales
- Toma en cuenta la gama de instituciones formales e informales que participan en la gestión del agua o están involucrados con el recurso
- Tiene en cuenta el contexto local de la gestión de las aguas considerando perspectivas ambientales, sociales, culturales y económicas particulares de cada lugar
- Propende a la sustentabilidad, alcanzando un balance ambiental, social y económico en el corto, mediano y largo plazo

- Propende a minimizar la inundación: reducir el pico y volumen de caudal que es erogado desde las cuencas urbanas, tratando de igualar las condiciones hidrológicas previas a las modificaciones antrópicas
- Minimiza la contaminación: mediante la prevención de la generación, colecta y gestión adecuada de contaminantes
- Retención de las aguas urbanas: cosecha y reúso de las aguas de lluvia en o cerca de la cuenca de generación
- Mejora del paisaje urbano: "mostrar " las aguas de lluvia, más que esconderlas, a través de la incorporación funcional en los entornos urbanos

Estos objetivos tienen que ser considerados en conjunto con iniciativas tales como la gestión de la demanda, la producción más limpia y las intervenciones educativas para reducir el consumo de agua y la prevención de la contaminación en el punto de descarga (Brown 2005).

La incertidumbre de los escenarios climáticos planteados actualmente lleva a que se valore que los sistemas sean resilientes, adaptables y flexibles a diferentes escenarios y que respondan favorablemente al aumento de los forzantes meteorológicos. Un sistema resiliente tiene una organización interna

para aumentar la adaptación y absorber perturbaciones. Cuando una ciudad es un sistema resiliente, perturbaciones importantes pueden ser absorbidas y gestionadas de manera que la ciudad se recupera posteriormente al evento. Estas perturbaciones pueden tener además el potencial de crear oportunidades para la innovación y el desarrollo. En cambio, cuando una ciudad es vulnerable, pequeñas perturbaciones causan consecuencias dramáticas (Brown y Farrelly 2008).

Se han generado núcleos autóctonos de desarrollo en muchos países, surgiendo una multiplicidad de corrientes de gestión holística de aguas urbanas. Los núcleos de desarrollo ubicados en diferentes países (principalmente Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Australia, Inglaterra, Francia, Alemania, Brasil) reflejan el interés de la academia y la sociedad en general por mejorar la gestión de las aguas de escurrimiento.

Estas corrientes han elaborado multiplicidad de terminologías que se utilizan traducidas, parcialmente traducidas o en idioma original. Cada terminología trata de comunicar términos y visiones, enfatizando algunas ideas dependiendo del contexto en que se hayan desarrollado. La multiplicidad de términos es mayor que la cantidad de corrientes. Algunas corrientes son muy similares y solapan muchos de sus desarrollos. Esto refleja alguna falta de comunicación

entre los diferentes núcleos de desarrollo conceptual y al mismo tiempo la necesidad de que las tecnologías se desarrollen cercanas al territorio.

La terminología no es estática; al masificarse ciertos términos cambian su significado a lo largo del tiempo, según la interpretación que le da la sociedad y los grupos de interés.

La Figura 19 muestra la frecuencia de uso de las diferentes terminologías, contabilizada a través de consultas al buscador en red de Google Scholars (Fletcher et al 2014). Se observa como algunos términos se establecieron a lo largo del tiempo (un ejemplo puede ser los LIDs) mientras que otros disminuyeron su uso (BMP) y otros no lograron nunca establecerse (como las técnicas alternativas).

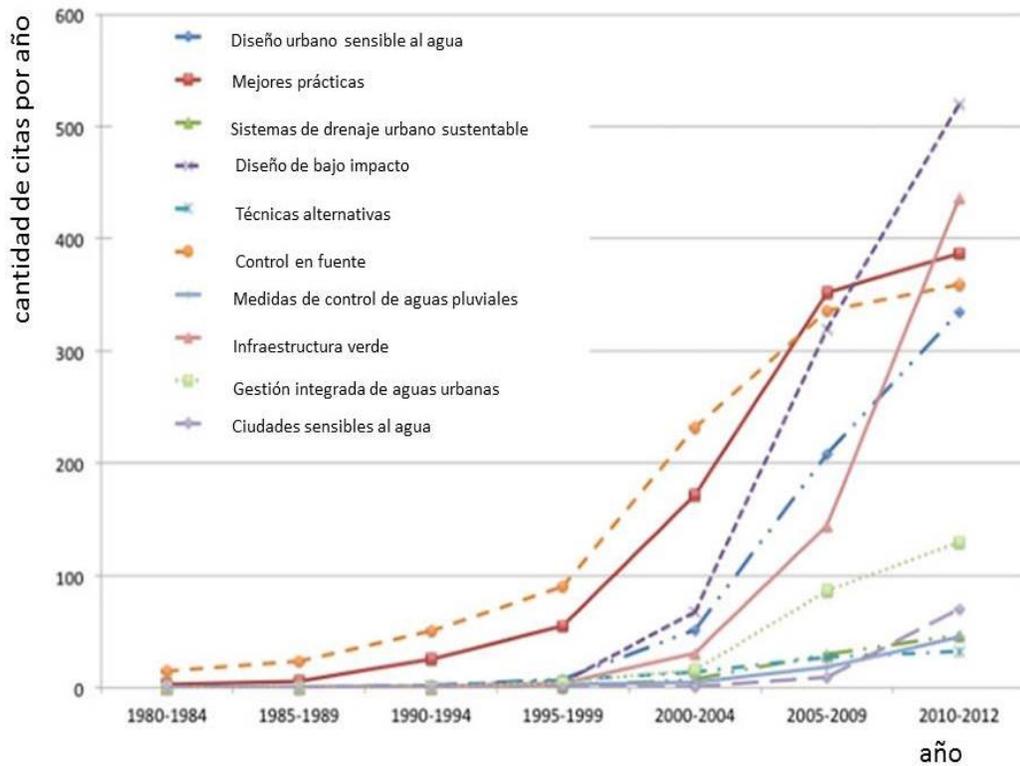


Figura 19 Uso de la terminología de gestión de las aguas en artículos (adaptado de Fletcher et al 2014).

Se destaca que las terminologías, corrientes e ideas tienen diferentes grados de especificidad, algunas son más generales y otras más específicas. La Figura 20 ilustra lo anterior.

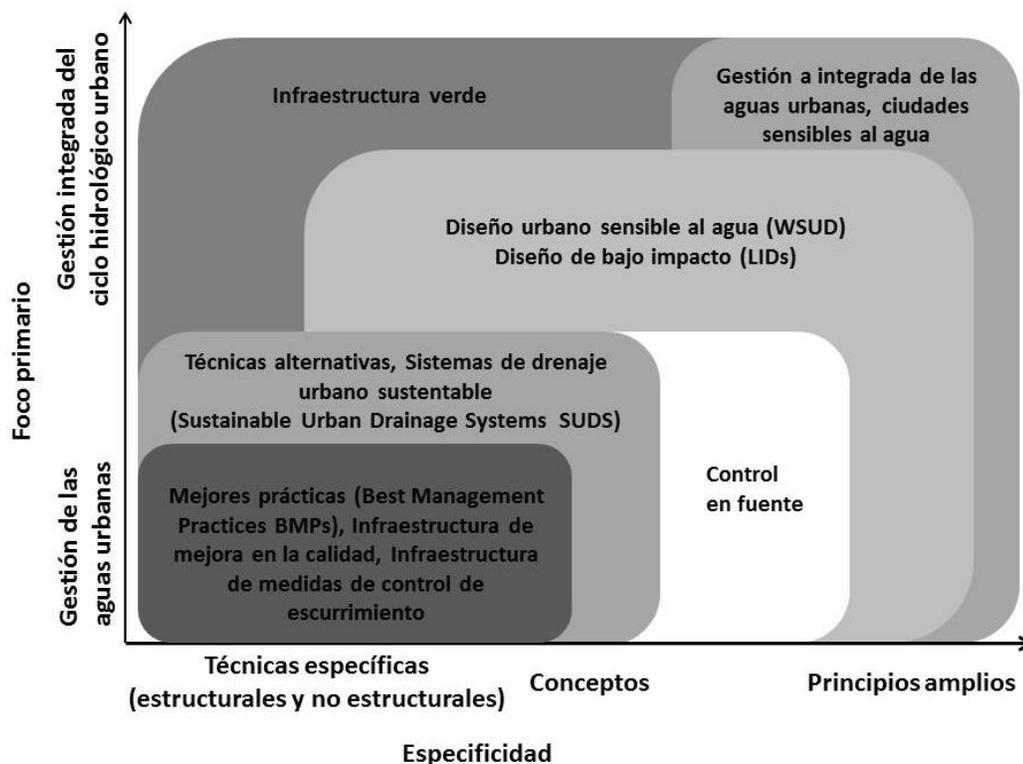


Figura 20 Paradigmas según objetivos y especificidad (adaptado de Fletcher et al 2014)

Gestión integrada de aguas urbanas

En la década de los 90, la Asociación Global del Agua (Global Water Partnership, GWP) comenzó a divulgar y defender los valores del Manejo Integrado de los Recursos Hídricos (MIRH), definiéndolo como:

“El Manejo Integrado de Recursos Hídricos es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los

recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.” (GWP 2000).

La conceptualización de la gestión planteada por la GWP está dirigida a los recursos hídricos en general pero posteriormente se tomaron esas ideas y se enfocaron a los recursos hídricos urbanos, surgiendo el Manejo Integral de las Aguas Urbanas, que usualmente se nombra bajo las siglas en inglés IUWM Integrated Urban Water Management.

La gestión IUWM es un marco de planificación para el diseño y gestión de las aguas urbanas, facilitando el desarrollo de soluciones innovadoras y la priorización de los recursos naturales. El marco de gestión da una perspectiva que permite analizar el sistema urbano de agua de manera holística y en conjunto. Este abordaje no da una técnica o manera de hacer las cosas sino un marco de análisis y un abanico de abordajes para la gestión, dependiendo de las condiciones socio culturales y económicas particulares del territorio (Bahri 2012).

Una de las principales metas de los IUWM es utilizar las aguas urbanas con diferentes objetivos. Las dimensiones de esta multifuncionalidad incluyen la economía, confort, servicios a la comunidad, protección de ecosistemas,

mejora paisajística, conservación de la biodiversidad y protección de los ecosistemas, minimización de uso de energía y emisión de gases de efecto invernadero, equidad, control de la contaminación, protección de la salud y conservación del ciclo hidrológico (Mitchell 2006).

El abordaje tiene los siguientes principios o ideas conductoras (Bahri 2012):

- Busca simultáneamente la eficiencia económica, la equidad social y la sustentabilidad ambiental
- Alienta la participación de todos los interesados
- Coordina y articula las instituciones formales y las prácticas formales que rigen el agua y las actividades
- Tiene en cuenta los usuarios no urbanos que dependen de la misma fuente de agua
- Reconoce fuentes de agua alternativas
- Diferencia las cualidades y usos potenciales de las fuentes de agua
- Considera el almacenamiento, distribución, tratamiento, reúso y disposición final del agua como parte del mismo ciclo de gestión de recursos

- Busca proteger, conservar y usar el recurso hídrico lo más cercano a su origen
- Reconoce la relación entre recursos hídricos, usos del suelo y energía

El abordaje IUWM requiere eficiencia para optimizar el uso de los recursos, equidad para garantizar el uso por parte de todos los grupos socioeconómicos y sustentabilidad ambiental para asegurar una gestión que protege el recurso y los ecosistemas asociados y garantiza su disponibilidad para las generaciones futuras. Estos tres enfoques centrales pueden, a veces, entrar en conflicto, este abordaje implica equilibrar diferentes objetivos (Bahri 2012).

Las ciudades usualmente comienzan a utilizar métodos IUWM por la necesidad de reducir el impacto ambiental del desarrollo urbano, particularmente el impacto sobre los recursos hídricos. Utilizando estas metodologías se pueden lograr desarrollos urbanos más extensos y densos con un impacto ambiental mucho menor que el resultante de utilizar metodologías tradicionales (Mitchell 2006).

En los usos corrientes el término IUWM está más cercano a WSUD Water Sensitive Urban Design y LID Low Impact Development (Fletcher et al 2014).

Ciudades sensibles al agua

Este término comenzó a usarse en Australia en los años 90. En la actualidad el término ciudades sensibles al agua se usa como sinónimo de “diseño urbano sensible al agua”, Water Sensitive Urban Design, WSUD, aunque hay una importante diferencia entre las dos: la primera (ciudades sensibles al agua) describe un objetivo y la segunda (WSUD) describe un proceso (Fletcher et al 2014).

Inicialmente solo la comunidad australiana incorporó este paradigma. Posteriormente se visualizó la necesidad desde otras comunidades de tener un marco de gestión urbana que considere todo el ciclo hidrológico urbano. Actualmente se utiliza principalmente en el Reino Unido y Nueva Zelanda (Fletcher et al 2014).

Las urbanizaciones sensibles al agua están basadas en la integración del ciclo hidrológico urbano a la planificación territorial y al diseño urbano, incorporando la trama hídrica natural y antrópica al diseño de la ciudad (Brown y Farrelly 2008). Este abordaje integra diferentes elementos: el abastecimiento de agua, las aguas residuales, las aguas de escurrimiento, las aguas subsuperficiales, el diseño urbano, la protección ambiental (JSCWSC 2009).

Se focaliza en crear sinergias entre el espacio urbano construido, el paisaje y el ciclo hidrológico urbano. Reconoce que los valores comunitarios y las aspiraciones de la población juegan un rol importante. Estimula los servicios de aguas urbanas convencionales para interconectarlos con otros servicios urbanos (Brown y Clarke 2007).

Ofrece una alternativa al enfoque tradicional de alejamiento de las aguas mediante conducción actuando cerca de la fuente de generación de escurrimiento, y por lo tanto reduciendo el tamaño requerido del sistema estructural de aguas pluviales. Busca minimizar las superficies impermeables, reutilizar el agua in situ, incorporar cuencas de retención para reducir el volumen y caudal de escurrimiento e incorporar tratamientos para eliminar contaminantes (Melbourne Water 2009).

Los objetivos de esta corriente son los siguientes (JSCWSC 2009, Melbourne Water 2009):

- Considerar los cursos de agua como un recurso multipropósito en marcos temporales largos
- Preservar los recursos hídricos al mismo tiempo que se posibilita atender necesidades sectoriales

- Restaurar y preservar el régimen hidrológico natural de las cuencas
- Valorar y promover la conservación de las aguas. Disminuir la demanda de agua potable incorporando tecnologías eficientes y fuentes alternativas de agua. Minimizar la generación de aguas servidas y tratar las aguas de escurrimiento de manera de posibilitar el reuso.
- Mejorar el paisaje asociado a los cursos de agua y la interrelación del recurso con los ciudadanos, maximizando la amenidad visual y recreativa de los desarrollos. Priorizar mantener ecosistemas naturales en zonas urbanas para mejorar tanto la calidad ambiental como la habitabilidad
- Incorporar una gestión adaptativa, integrada y sustentable de todo el ciclo del agua
- Formar equipos de trabajo interdisciplinarios, se debe posibilitar el aprendizaje desde lo técnico, social, económico, ecológico y de diseño
- Realizar una cogestión de las aguas urbanas entre los ciudadanos y el gobierno. Debe existir una capacidad social e institucional para la gestión sustentable de las aguas.

- Diversificar riesgos y distribuirlos entre actores privados y públicos

Trata de imitar los sistemas naturales para minimizar impactos negativos de la urbanización en el ambiente, y particularmente en el ciclo natural del agua y cursos de agua (Melbourne Water 2009).

Hacer la transición hacia una práctica generalizada de las WSUD requiere un programa estratégico de cambio que, como prioridad, se focalice en el desarrollo y fortalecimiento de los nichos de oportunidad y conocimiento. Institucionalizar las WSUD requiere institucionalizar en diferentes niveles la capacidad de permitir nuevos conocimientos y habilidades, organizar los sistemas y las relaciones, reglamentar y regular responsabilidades de beneficios y penalizaciones (Chocat et al 2004).

Sistemas urbanos de drenaje sustentable (SuDS), ciudades sustentables

El concepto de ciudades sustentables es un movimiento internacional con el principal objetivo de que las ciudades sean más verdes y saludables para sus habitantes, incluyendo la viabilidad económica, estabilidad social y un buen uso de los recursos, al mismo tiempo que se protege y fortalece el ambiente natural. La búsqueda o el camino hacia una ciudad sustentable, con

conservación de los ambientes naturales, se podrá lograr o no, pero establece una meta que tiene beneficios en el camino hacia la misma (Brown y Farrelly 2008).

Los sistemas SuDS están diseñados para maximizar las oportunidades y los beneficios que podemos obtener de la gestión de las aguas de escurrimiento superficial. El SuDS se basa en cuatro pilares, que representan las cuatro categorías de beneficios que se pueden obtener (CIRIA 2015):

- Cantidad de agua – controlar el escurrimiento pluvial para gestionar el riesgo de inundación y mantener y proteger el ciclo hidrológico natural
- Calidad de agua – gestionar la calidad del escurrimiento pluvial para prevenir la contaminación
- Amenidad – crear y mantener mejores lugares para que las personas vivamos
- Biodiversidad – crear y mantener mejores lugares para que se desarrolle la naturaleza

Los SuDS son sistemas de drenaje ambientalmente amigables, que causan un mínimo impacto negativo a largo plazo. Son una serie de herramientas de gestión e infraestructura, diseñadas para gestionar las aguas superficiales de forma eficiente y sustentable, minimizar la contaminación y el impacto en la calidad de los cuerpos de agua locales. Los SuDS tratan de replicar el drenaje natural, previo al desarrollo (SUSDRAIN 2017, Fletcher et al 2014).

Los principios y las tecnologías involucradas en el drenaje sustentable comenzaron a concretarse a finales de los años 90 en el Reino Unido. La mayor cantidad de documentos referentes a esta tendencia se publicaron en los años 2000, siendo los manuales referencia aquellos publicados por la Construction Industry Research and Information Association CIRIA (Fletcher et al 2014).

Best Management Practices, Mejores prácticas de gestión

Es una corriente que se origina en Estados Unidos y Canadá, que involucra prácticas de gestión del drenaje asociadas a prevenir la contaminación de las aguas. El término fue acuñado como parte del Clean Water Act en 1972. Tiene un origen muy relacionado al tratamiento de efluentes. Originalmente refería a medidas no estructurales tales como capacitación, mantenimiento, etc. Posteriormente el término evolucionó a la prevención de actividades contaminantes a través de medidas estructurales y no estructurales. Usualmente se utiliza la

terminología en inglés, Best Management Practices y su sigla BMPs. El uso de la palabra “Mejores” puede ser engañoso, ya que el modelo no plantea una metodología de evaluación y elección de las mejores prácticas (Fletcher et al 2014).

Los objetivos de las BMPs incluyen el control de los picos de caudal, control de la contaminación y calidad de las aguas, recarga de las aguas subterráneas y protección de cursos de agua, protección del hábitat y estrategias de sustentabilidad ecológica (USEPA 2004).

A lo largo del tiempo se ha reconocido que no todas las aplicaciones de BMPs fueron “las mejores prácticas” y que el término es muy vago. En respuesta a las diversas críticas se realizó una revisión del concepto y se determinó abandonar el término para utilizar Stormwater Control Measures SCM, para definir las medidas estructurales y no estructurales de control de escurrimiento. De cualquier manera, este último término no es usado globalmente.

Saneamiento ambiental

El enfoque de saneamiento ambiental prioriza la interrelación entre saneamiento, drenaje y residuos sólidos. El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones, técnicas y socioeconómicas de salud pública, que tienen

por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el agua potable, las aguas residuales, los residuos orgánicos tales como las excretas y residuos alimenticios, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida (Tucci 2007).

5 DIFICULTADES EN LA APLICACIÓN DE LA FASE SUSTENTABLE PARA LA GESTIÓN DE LAS AGUAS URBANAS

Los marcos de abordaje integrales y holísticos, las técnicas bajo impacto y las eco tecnologías han estado disponibles en los últimos treinta años. Se presentan como la solución más adecuada, pero no se han establecido, y falta mucho aún para que sean ampliamente aceptadas (Patouillard y Forest 2011).

Para implementar estos nuevos abordajes se necesitan cambios en diferentes niveles: nuevos conocimientos técnicos, cambios en los paradigmas o la filosofía de abordaje, coordinación institucional y disciplinar para generar un producto integrado, transversalizar conocimientos y responsabilidades. Al mismo tiempo, y dada la relación de las aguas urbanas con la sociedad, se necesita un compromiso social que apoye nuevos lineamientos. Transformar las ciudades hacia ciudades más sustentables requiere una mayor gobernanza y presión social. Surge entonces la necesidad de analizar cómo pueden fomentarse cambios para incorporar nuevos marcos de gestión que faciliten un abordaje y holístico. El desafío hacia la gestión holística no es sólo consolidar sectorialmente la gestión de los diferentes servicios sino también incorporar una visión

integradora, organizar cooperaciones transversales entre diferentes actores para introducir tecnologías y mecanismos de gestión.

Se ha identificado que los mayores impedimentos para moverse hacia mejores prácticas no son los tecnológicos sino los sociales e institucionales (Brown y Farrelly 2008).

En muchas de las instituciones relacionadas con las aguas urbanas se observa una falta de habilidad o voluntad de percibir sus cometidos interactuando con y relativo al de otras organizaciones. Se observa una fragmentación vertical entre niveles de gobierno y una fragmentación horizontal a través de cada nivel, que causa impedimentos en el avance de programas de cambio, especialmente de aquellos que implican integración (Brown y Farrelly 2007).

Los impedimentos hacia las ciudades sensibles al agua y los sistemas integrados existen en diferentes ámbitos: normativo, institucional, social, técnico y económico. Se mencionan a continuación algunos analizados a escala internacional pero que también son aplicables en este momento en el contexto uruguayo.

5.1 IMPEDIMENTOS NORMATIVOS

La normativa existente tiene usualmente un abordaje sectorial, falta de coordinación entre las diferentes leyes, reglamentos y decretos y vacíos que dificultan el accionar (Hatton et al. 2004). Existe una falta de guías adecuadas, estándares y regulaciones (Mitchell 2006). En particular existen también restricciones legales para el reúso de aguas y normativa de sanitaria interna que limita el uso de LIDs o infraestructuras verdes (Patouillard y Forest 2011). La normativa referente a aguas de escurrimiento muchas veces no tiene en cuenta las singularidades de las aguas urbanas, refiriéndose principalmente al aprovechamiento de aguas en el ámbito rural.

5.2 IMPEDIMENTOS INSTITUCIONALES

Las instituciones son una expresión de las reglas y normas formales e informales que le dan forma a las relaciones entre las personas y las instituciones en el contexto de la gestión de la trama hídrica urbana. Se puede decir que las instituciones son *“subjetivas, dependen de patrones establecidos, jerárquicas y embebidas en el contexto cultural, social, económico y político”*. Los impedimentos institucionales se pueden definir como barreras que surgen desde lo político, social, legal o gerencial (Brown y Farrelly 2007)

El marco administrativo de implementación de la gestión de las aguas urbanas perpetúa abordajes tradicionales y desmotiva el aprendizaje institucional en el sector (Brown 2005). Los impedimentos institucionales no son bien conocidos y los sectores pujantes en aguas urbanas usualmente están más preocupados por reforzar la tecnología y planificación más que por prestarle atención a problemas institucionales (Wong y Brown 2008). Las estructuras institucionales tradicionales son conocidas por restringir la integración y la innovación, existe una fuerte inercia al cambio (Mitchell 2004). Se visualiza también una carencia en los arreglos institucionales, en particular la falta de acción integrada entre diferentes sectores (Goldenfum et al 2007). Las aguas urbanas se gestionan en un marco de fragmentación institucional. La separación de responsabilidades y la dificultad de entender los cometidos asociados a otras instituciones dificulta la gestión integral. Los análisis revelan que la administración pública responsable de la gestión de las aguas perpetúa las prácticas y gestiones tradicionales. Cuando se plantea en el marco de proyectos puntuales la implementación de abordajes integrales de las aguas urbanas dentro de un régimen institucional convencional, surgen impedimentos jurisdiccionales, fragmentación y solapamiento de responsabilidades, falta de compromiso etc. Esto dificulta que se implemente una gestión integral de las aguas y continúa la inercia de abordajes tradicionales, con visiones sectoriales. Una colaboración

intersectorial que comprenda el compromiso de todos los actores se vuelve fundamental (Brown 2005).

La sustitución de paradigmas y tecnologías tiene que ser progresiva y se debe efectuar un buen complemento entre lo actual y lo nuevo, de manera de no romper el funcionamiento ya establecido (Patouillard y Forest 2011).

Los nuevos paradigmas complementan y sustituyen los sistemas tradicionales agregando valor y multifuncionalidad a la infraestructura, pero los sistemas tradicionales cumplen correctamente su función y están ampliamente probados. En ese marco de buen funcionamiento las instituciones gubernamentales muchas veces son reacias a implementar nuevas alternativas, con altas incertidumbres en su construcción y funcionamiento debido a la inexperiencia local (Lee y Yigitcanlar 2010). Al mismo tiempo las nuevas metodologías se enfocan en temas de calidad y sustentabilidad, que no son fuertemente demandados a las instituciones en comparación con los temas clásicos de saneamiento e inundaciones.

Las prácticas eficientes de aguas urbanas requieren del trabajo desde diferentes disciplinas; planificación, hidrología urbana, arquitectura de paisaje, gestión económica. Los trabajos interdisciplinarios son muchas veces difíciles de realizar en instituciones (Lee y Yigitcanlar 2010).

Es importante identificar impulsores y partidarios de este tipo de tecnologías dentro de las instituciones, no solo para impulsar innovaciones sino también crear ambientes que establezcan un compromiso de la organización hacia soluciones sustentables. Esto se debe apoyar en la existencia de ejemplos de aplicación que funcionen adecuadamente. Una manera de lograr ejemplos es continuar los programas de implementación de medidas sustentables y utilizar infraestructura local como ejemplificante a lo largo del tiempo (Lee y Yigitcanlar 2010).

Existe además falta de intencionalidad política por parte de los directores de las instituciones (Brown y Farrelly 2007).

En un estudio realizado en el año 2007 se trató de identificar las tipologías de las barreras institucionales a través de analizar 53 estudios previos y la realización de una evaluación en el marco de estudio de la capacidad institucional. Las barreras encontradas son más socio institucionales que técnicas: refieren a impedimentos relacionados a la población, disponibilidad y priorización de recursos, responsabilidad, conocimiento, visión, compromiso y coordinación, más que capacidad técnica o de proponer soluciones. El impedimento comúnmente más identificado fue la falta de un marco de coordinación institucional (40% de los artículos relevados), asociado a una pobre colaboración y

organización inter institucional. El siguiente impedimento fue una escasa participación de la comunidad (38 % de los artículos), sugiriendo que los miembros de la comunidad no son informados y empoderados para tener una participación significativa en los procesos de decisión. El 32 % de los estudios identificó un marco regulatorio que retarda el funcionamiento integral. La limitación de recursos, fragmentación de roles y responsabilidades, compromiso de la organización escasa o nula y falta de información fueron barreras reconocidas en el 28 % de los artículos analizados. En el 19 % de los casos los artículos registran barreras asociadas a la falta de comunicación, tanto interna a la institución como intra institucional. Otra barrera reconocida (19 % de los casos) fue la falta de una estrategia o visión amplia del sector, revelando tensiones entre las tareas y las estrategias a corto y largo plazo. Los impedimentos referidos a dependencias de los patrones establecidos se reconocieron en el 17 % de los artículos referenciados, que identificaron culturas de gestión inflexibles y tradicionales. Esto encapsula el conservadurismo, promoviendo confianza en soluciones tradicionales y altamente visibles en lugar de intentar nuevas 'formas de hacer', por ejemplo, utilizando medidas no estructurales. Elegir la manera tradicional de hacer las cosas, asociado a que se puede así reaccionar rápidamente frente a un problema y la población valora las acciones inmediatas, tiene relación con la falta de monitoreo y evaluación de las estrategias,

identificadas en el 15 % de los artículos. Por último, se identificó en un 9 % una falta de intensión política y social (Brown y Farrelly 2007).

La Tabla 2 muestra las barreras encontradas, indicando a qué factor corresponde, dentro del marco de evaluación de la capacidad institucional utilizado, que se muestra en la Figura 21.

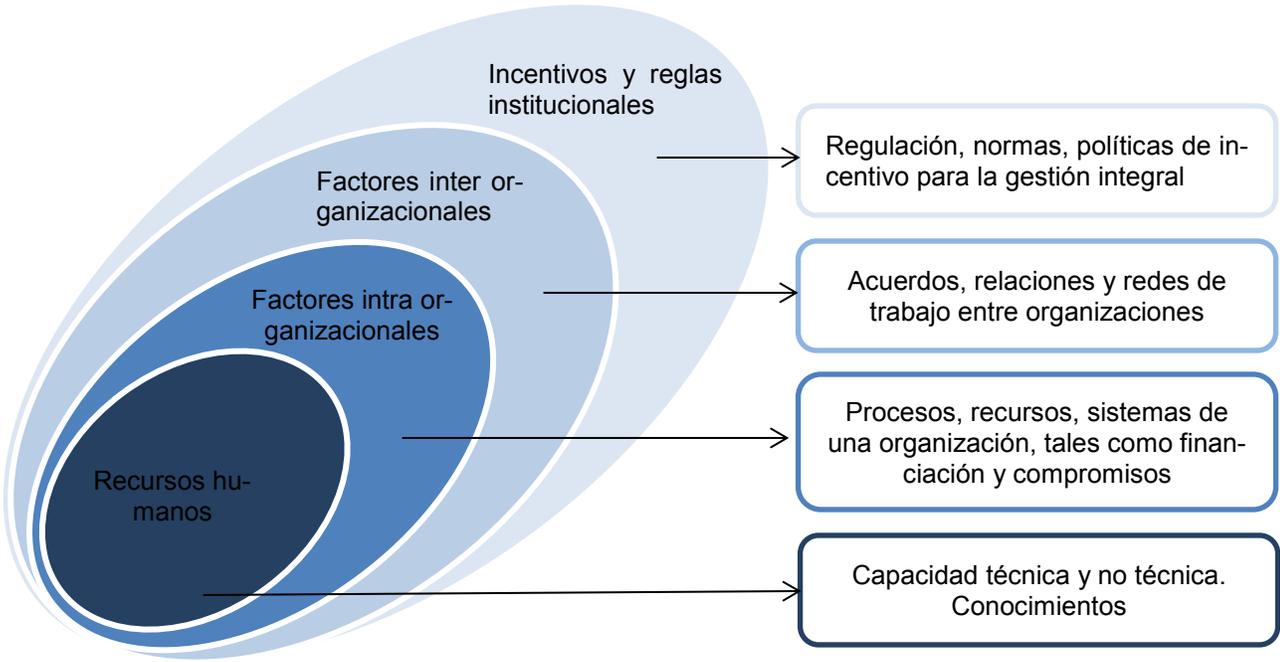


Figura 21 Marco de evaluación de la capacidad institucional de las organizaciones (adaptado de Brown et al

2016)

- Recursos humanos: Grupo de personas con habilidades y conocimientos coordinados, líderes emergentes en abordajes integrales de las aguas.
- Capacidades intra organizacionales: marco organizacional que permita el desarrollo de abordajes integrales, el reclutamiento, trabajo y retención de personas que aborden el tema.
- Capacidades inter organizacionales: redes de intercambio multi profesionales y multi institucionales en que participen los agentes de cambio
- Incentivos y reglas institucionales: marco de reglas que desarrolle e incentive agentes de cambio en el sector.

Se destaca que las barreras encontradas son más socio institucionales que técnicas. Las áreas sombreadas muestran la relación de las barreras con los factores mostrados, Tabla 2.

Lo anterior es muy importante para identificar dónde focalizar las energías en los trabajos. Se destaca que muchas veces se entiende que hay que focalizar energías en capacitación técnica, sin embargo no parece ser de los principales factores que afectan la aplicación de una gestión integrada. Identificar herramientas de coordinación parece ser más importante. El primer paso en abordar el problema parece ser el crecimiento de la conciencia y potencialidad en

abocarse hacia cambios, particularmente entre los profesionales y otros actores involucrados (Brown y Farrelly 2007).

Barreras	Marco de evaluación de la capacidad institucional			
	Recursos humanos, 1-4	Capacidad intra - organizacionales 2-4	Capacidad inter - organizacionales 2-4	Reglas e incentivos externos 3-4
1 Falta de un marco institucional de coordinación				
2 Compromiso limitado de la comunidad, empoderamiento y participación				
3 Límites en el marco regulatorio				
4 Insuficiencia de recursos, humanos y capitales				
5 Roles y responsabilidades fragmentadas y poco claras				
6 Compromiso pobre de la organización				
7 Falta de información y conocimiento				
8 Falta de comunicación				
9 Falta de estrategia o visión a largo plazo				
10 Dependencia de patrones establecidos				
11 Poco o ningún monitoreo				
12 Falta de interés político y público				

Niveles de evaluación; 1 desarrollo profesional, 2 fuerzas institucionales, 3 reformas facilitadoras 4 construcción del conocimiento

Tabla 2 Barreras y marco de evaluación (adaptado de Brown y Farrelly 2007)

5.3 IMPEDIMENTOS TÉCNICOS

Existe falta de entendimiento del significado de las diferentes modalidades de drenaje sustentable (BMPs, LIDs y otros) de las características y potenciales beneficios de cada uno (Lee y Yigitcanlar 2010). No hay una definición “formal”

extendida y compartida de los diferentes marcos conceptuales de drenaje sustentable, cada persona o grupo de trabajo le atribuye diferentes características. Se discute sobre temas difusos, lo que crea conflictos y no genera un lenguaje de trabajo común. La definición de cada corriente es importante para identificar las barreras y las oportunidades de aplicación que presenta cada contexto.

Existe una insuficiencia de capacidad y conocimiento (Tucci 2007) y se debe mejorar la transferencia de conocimiento entre diferentes niveles. Se ha identificado un desbalance de conocimiento (datos disponibles, información técnica) entre los diferentes actores involucrados: técnicos, políticos y población, y al mismo tiempo se identifican pocos ambientes de formación para técnicos y tomadores de decisión (Goldenfum et al 2007). Se deben aprehender e interiorizar nuevas metodologías por diferentes actores; población, empresas e instituciones. Existe también una falta de monitoreo a lo largo del tiempo de cómo se comportan los sistemas (Patouillard y Forest 2011), faltando documentación crítica sobre las experiencias ya realizadas (Mitchell 2006).

Existe falta de convencimiento de la efectividad de los métodos sustentables, especialmente cuando hay casos cercanos de aplicación fallida (Lee y Yigitcanlar 2010). Los primeros casos piloto mal resueltos en su construcción o mantenimiento pueden dificultar una posterior implementación extendida. Esto

se potencia cuando las capacidades y conocimientos de los equipos técnicos locales no son suficientes.

Muchas veces la información sobre el drenaje: planos tipo, planes directores planes de cuenca, están disponible solamente en los departamentos de ingeniería dedicados a las aguas urbanas (Lee y Yigitcanlar 2010). La implementación de medidas sustentables necesita que la información sobre el drenaje esté disponible en toda la institución: en las áreas de planificación, diseño urbano, diseño de espacios públicos, vialidad y otras que deben participar en el diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura.

Otro problema para la implementación es la falta de guías y planos estandarizados sobre las medidas concretas, esto se suma a requerimientos para la implementación muchas veces contradictorios (Lee y Yigitcanlar 2010). Esto puede causar confusión a la implementación, no hay una respuesta ya hecha a la pregunta de ¿cómo hago esto? Al mismo tiempo la habilidad de los equipos técnicos, al inicio de la implementación, es muchas veces insuficiente. La estandarización de los diseños facilita la adaptación del diseño a las condiciones locales, la construcción y el mantenimiento y permite reducir costos. Es importante establecer la relación entre el concepto que se plantea en el diseño, la construcción de la infraestructura y el mantenimiento (Lee y Yigitcanlar

2010). Muchas veces el concepto no está presente en los recaudos de las obras y en las guías de mantenimiento, así como en el discurso entre los diferentes técnicos. Esto se puede solucionar con comunicación y formación transversal. Es importante que el conocimiento no sea solo teórico sino que se base en consideraciones locales.

Es importante que las medidas sustentables estén presentes en los documentos de planificación del drenaje, así como en guías de diseño y mantenimiento y recaudos de obra (Lee y Yigitcanlar 2010).

5.4 IMPEDIMENTOS ECONÓMICOS

Para implementar abordajes de ciudades sensibles al agua deben participar diferentes actores, se ha identificado la falta de confianza e inapropiada transferencia de riesgos entre actores, como un tema crucial del retardo en la implementación. Faltan además marcos financieros adecuados (Mitchell 2006).

Otra preocupación importante es la percepción de que estos sistemas tienen un costo importante. Las características constructivas de los sistemas sustentables generalmente no son diferentes de los sistemas tradicionales. El esfuerzo que se hace al tratar de innovar hace que estas tecnologías se perciban como más caras frente a las tradicionales (Lee y Yigitcanlar 2010). Aunque

muchas veces las nuevas tecnologías deben de importarse y adaptarse, por lo que son más costosas que las tradicionales. Algunas veces las tecnologías novedosas en el mercado son también más costosas (Patouillard y Forest 2011). Aunque los costos puedan ser mayores en el inicio, los beneficios a lo largo del tiempo son también mayores (Lee y Yigitcanlar 2010).

Existen también actitudes económicas de los mercados que causan sinergias negativas. Cuando hay una necesidad desde el punto de vista social y se venden técnicas que satisfacen esa necesidad, se generan dinámicas comerciales que crean valor para el vendedor y no para la sociedad. Los sistemas de bajo costo y poco mantenimiento (sistemas muy naturales) no son favorecidos por los fabricantes, dado que no reeditúan económicamente, entonces no llegan a consolidarse como un recurso para las instituciones (Patouillard y Forest 2011).

Los impedimentos referenciados tienen, en su mayoría, 10-20 años de antigüedad, responden a contextos de países desarrollados, que han superado algunas fases, Figura 11. Sin embargo los impedimentos nombrados son válidos para la mayoría de los países en desarrollo y en particular para Uruguay y Montevideo. En el estudio de caso se ahondará más este tema.

Se identifican muchos cambios institucionales necesarios para lograr una gestión integrada de aguas de escurrimiento:

- Es necesaria una transferencia rápida de tecnología, desde el desarrollo a la aplicación. En 1915 no se aplicaba el Método Racional porque era “*relativamente trabajoso y requiere de considerable evaluación y toma de decisiones*”. Hoy estas son las justificaciones para usar el Método Racional frente a herramientas de modelación, aún en los casos en que no es adecuado. Para facilitar la incorporación de nuevas herramientas es imprescindible que sean amigables con el usuario y que el ingeniero identifique importante capacitarse (Burian et al 1999).
- El diseño debe considerar las ramificaciones políticas, sociales y económicas. La gestión de las aguas urbanas es fundamental para el crecimiento de la ciudad, esto se ve demostrado por las continuas demandas públicas en relación a saneamiento, calidad de aguas e inundaciones (Burian et al 1999).
- Los sistemas de escurrimiento pluvial tienen que diseñarse para ser sustentables (Burian et al 1999).

- Las técnicas de gestión del escurrimiento pluvial responden a la demanda social, que se debe equilibrar. Por la presión del público y ante la necesidad de darle respuestas se puede producir una actuación sin planificación. Muchos de los problemas actuales de drenaje son resultado de haber ejecutado respuestas rápidas sin la necesaria planificación (Burian et al 1999).

6 EVOLUCIÓN HACIA FASES SUSTENTABLES

A lo largo de los años se ha tratado de fortalecer las tecnologías con efecto social. Los esfuerzos más recientes en la gestión de tecnologías con intencionalidad social se han realizado en áreas ambientales. Desde mediados de 1980, con el desarrollo sustentable como un objetivo, la atención política a los retos ambientales ha crecido a nivel internacional, regional y nacional. En particular en el área ambiental el desarrollo tecnológico ha sido cada vez más pronunciado y los desafíos cada vez más trascendentes, pero al mismo tiempo los conflictos han sido cada vez más agudos (Berkhout et al 2003).

La crisis ambiental en general se puede interpretar como un síntoma de un problema socio - cultural causado por la obsesión por el crecimiento, la dependencia con el consumo de combustibles fósiles, la explotación de la naturaleza y el capitalismo financiero (Geels 2012).

6.1 TRANSICIONES TECNOLÓGICAS

A lo largo de los años han sucedido transiciones tecnológicas; cambios en el abordaje de los problemas y en las estrategias propuestas para su solución.

En el caso de referencia de esta tesis los cambios no han dado suficiente respuesta a los problemas, por lo que se considera se debe continuar ahondando en cómo lograr una transición tecnológica que posibilite la adecuada gestión.

Las transiciones tecnológicas son procesos de reconfiguración de sistemas articulados entre sí. No son procesos fáciles o rápidos ya que suceden dinámicas en diferentes niveles (teniendo en cuenta todos los subsistemas involucrados) de rotura de relaciones y acuerdos establecidos, al mismo tiempo que se van generando nuevos acuerdos. La reconfiguración del sistema tiene que ser un proceso lento, permitiendo a todos los actores participar y acomodarse nuevamente (Geels 2001). La transición tecnológica implica cambios en la tecnología, en la regulación y normativa, en los grupos y clusters industriales y económicos (suministro, producción, distribución), cambios en la infraestructura, en las prácticas de los usuarios, en el significado simbólico de la tecnología y en la cultura. Estos cambios se basan en una combinación de innovaciones tanto tecnológicas como de gestión, que suceden en forma incremental en diferentes niveles (Geels 2005).

Los gobiernos locales tienen un importante rol en la gestión de la transición. Tienen cercanía con los vecinos y responsabilidad de la planificación del medio ambiente, gestión de los residuos, drenaje, saneamiento. Pueden involucrarse

en los procesos de cambio al apoyar nuevas tecnologías, desarrollar nuevas asociaciones y fomentar la discusión sobre qué características se desea que tenga la sociedad viviendo en el espacio urbano (Rotmans et al 2001). La autoridad pública y la sociedad civil son impulsores cruciales para las transiciones sustentables. Sus acciones deben tender a cambiar el marco de condiciones y prácticas de consumo, que incentivan a los actores a orientar sus innovaciones y actividades comerciales hacia prácticas más sustentables (Geels y Schot 2007). La estructura institucional tiene un peso importante en la persistencia de la problemática de residuos sólidos en cursos de agua. Para que se vuelvan una práctica generalizada, las nuevas tecnologías y procesos adecuados deben estar incorporados al hacer institucional.

Para lograr una mejor gestión de las aguas urbanas, los cambios hacia arreglos institucionales más flexibles y que traten de incentivar la preocupación por los recursos hídricos en todos los interesados se consideran más importantes que los cambios científicos y tecnológicos (Chocat et al 2004).

Como todas las instituciones, los organismos responsables del agua están insertos en el contexto cultural, social, económico y político, respondiendo a las intencionalidades de este contexto. Al mismo tiempo el hacer de las instituciones depende de patrones preestablecidos, jerárquicos (Saleth y Dinar 2005).

En este marco se deben analizar cómo pueden suceder las transiciones para vencer las resistencias institucionales e involucrar a todos los actores.

6.2 SISTEMAS SOCIO TÉCNICOS

El saneamiento, el drenaje y la gestión de la trama hídrica (particularmente la urbana), en cuanto son tecnologías que tienen fuerte incidencia en la salud, cambian la cotidianeidad de la población y a nivel macro, estructuran y posibilitan la continuidad de la vida en ciudades. Estas son suficientes razones para que la sociedad trate de influenciar en las innovaciones tecnológicas de manera que respondan a aspiraciones de equidad social, salud de la población, sustentabilidad ambiental y confort. Para recalcar la amplitud y complejidad que implica una tecnología inclusiva y social se utiliza el concepto de configuración o sistemas socio técnicos; que incluyen las relaciones sociales, los intereses, los valores y comportamientos de las personas y organizaciones que influyen las tecnologías y en particular dan forma a los cambios tecnológicos (Berkhout et al 2003).

Los sistemas socio técnicos reconocen y enfatizan que la tecnología se utiliza en un contexto que le da forma. Las características de la tecnología están determinadas por cómo las personas interactúan con la misma. Enfatiza la interdependencia entre personas y tecnologías y las consecuencias psicológicas y

culturales del uso de una tecnología particular (Leonardi 2012). Los sistemas socio técnicos implican cambios en los mercados, prácticas de los usuarios, en la reglamentación y en los valores culturales (Geels y Schot 2007).

Las tecnologías no tienen un valor intrínseco, sino en asociación con las estructuras sociales. Es la interacción entre lo técnico y lo social lo que las valoriza. Al analizar la posibilidad de cambios tecnológicos se deben incluir todos los actores que interactúan con las tecnologías. Se debe analizar el objetivo, la dimensión organizacional, institucional, social e histórica (Geels 2001).

6.3 PERSPECTIVA MULTI NIVEL

Uno de los mayores valores de las organizaciones son los procedimientos técnicos; reglas, rutinas que “se realizan solas” por el hecho de que los trabajadores de las organizaciones conocen cómo hacer su trabajo. Las organizaciones que comparten rutinas similares establecen regímenes tecnológicos muchas veces similares. Las organizaciones trabajan, investigan o desarrollan en la misma dirección y establecen regímenes tecnológicos que determinan trayectorias tecnológicas estables. Estas trayectorias están influenciadas por grupos sociales, científicos, proveedores de insumos y tecnologías. Para poder incorporar nuevas tecnologías y/o procedimientos se deben de cambiar las tendencias y patrones establecidos en el pasado. Reorientando el trabajo y

coordinando actividades de grupos relevantes los regímenes técnicos estabilizan nuevas tendencias y técnicas funcionando como un selector de desarrollos tecnológicos: a través de un proceso gradual de aprendizaje y articulación incorporan o dejan afuera tendencias de innovación.

La estabilidad y la inercia de las configuraciones socio – técnicas resultan de los vínculos y alineaciones entre elementos heterogéneos (Geels 2001); de ahí la importancia de analizar los diferentes elementos y cómo los mismos se articulan.

La Perspectiva Multi Nivel (comúnmente llamada por su nombre y sigla en inglés Multi Level Perspective - MLP) es un modelo que caracteriza la arquitectura de los sistemas sociotécnicos y las transiciones tecnológicas, la relación entre los sistemas sociotécnicos y su evolución en el tiempo. Describe las interrelaciones entre diferentes niveles de estructuras sociales que participan en los cambios sociotecnológicos estimulándolos o retrasándolos. Analiza cómo corrientes alternativas, tecnologías y paradigmas de abordaje y acción se establecen en el hacer técnico político y social o por lo contrario no perduran (Brown y Clarke 2007). Combina puntos de vista sociológicos y tecnológicos con una perspectiva evolutiva (Geels 2001).

Se estructura en tres niveles que conforman un marco para entender los procesos de cambio: niveles macro, meso y micro. La Figura 22 esquematiza estos niveles.

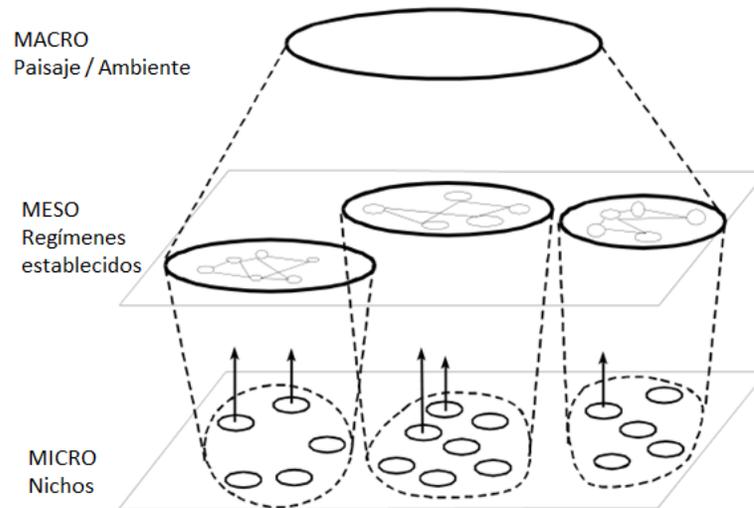


Figura 22 Niveles en el marco del análisis de perspectivas multi nivel, (adaptado de Geels 2001)

La Figura 23 esquematiza la función, la temporalidad en que se dan los cambios y los objetivos de cada nivel.

Analizar las características de cada nivel orienta las estrategias para generar modificaciones internas a los diferentes niveles y en sus relaciones. Se describen los diferentes niveles a continuación.

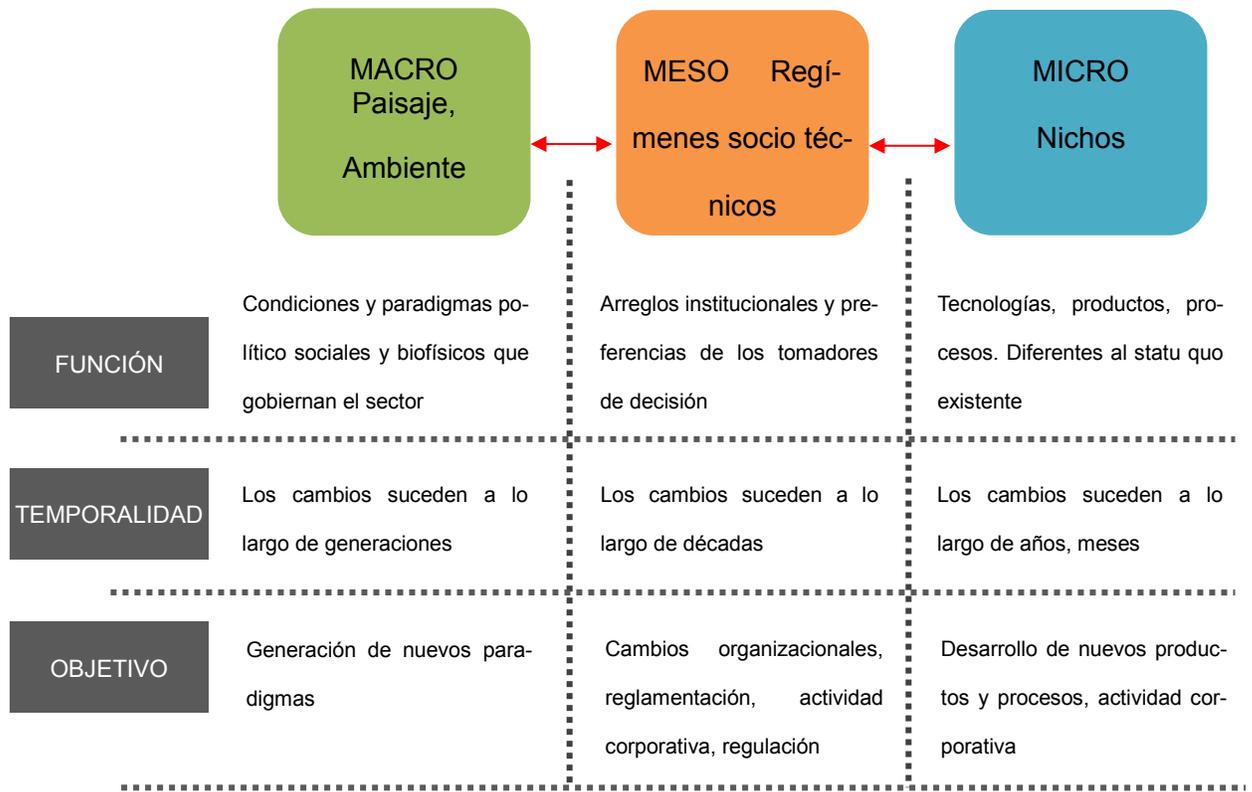


Figura 23 Características de los niveles, Multi Level Perspective. Elaboración propia a partir

de Brown 2007, Geels 2001

6.3.1 NIVEL MICRO, NICHOS TECNOLÓGICOS

El nivel micro es un nivel de nichos tecnológicos. Son espacios protegidos en que se investigan y desarrollan nuevas tecnologías. Los nichos actúan como “incubadoras” que protegen las innovaciones del mercado principal o del

régimen sociotécnico establecido. Las innovaciones se caracterizan en sus inicios por la incertidumbre y experimentación. Son entonces contextos restringidos y precarios en que diversos actores, productores de tecnología, usuarios, gobierno, actúan individualmente o en red para proteger nuevos desarrollos. Los actores son a menudo externos o marginales al régimen dominante y pueden no compartir sus paradigmas. Las reglas que rigen los nichos tecnológicos son fluidas y van cambiando a medida que el nicho evoluciona. La innovación en los nichos sucede según sus propias expectativas y visiones de futuro, aunque influenciados por los niveles meso (régimen sociotécnico establecido) y macro (paisaje o ambiente) (Geels 2001, Geels y Schot 2007).

Los nichos tecnológicos no se sustentan por sí mismos y requieren de un aporte externo de recursos para mantenerse. Los nichos de innovación deben soportar amenazas tales como cambios en las políticas o en las prácticas profesionales (Geels 2001).

Los nichos son cruciales para las transiciones tecnológicas; son los lugares donde la variedad y la innovación se crean, prueban y analizan. Es el espacio para las nuevas tecnologías donde aprender al experimentar y al hacer. Los nichos proporcionan recursos que permiten que una nueva tecnología sobreviva y se desarrolle en relativo aislamiento, generándose un espacio de

aprendizaje de nuevos procesos socio cognitivos y articulación entre actores a través de reglas y percepciones compartidas. Proporcionan espacio para procesos de aprendizaje en varias dimensiones: tecnología, preferencias de los usuarios, regulaciones, infraestructura y significado simbólico de la tecnología. Los nichos tecnológicos también proporcionan espacio para construir redes sociales que apoyen las innovaciones; grupos de presión, asociaciones de usuarios y organizaciones de industrias o producción. Muchas veces los nichos se generan en los cuellos de botella de las viejas tecnologías. Las innovaciones permanecen en los nichos un tiempo. Posteriormente al enfrentarse con los regímenes establecidos mueren o se articulan con procesos del régimen socio tecnológico y del paisaje o ambiente. Los nichos pueden constituir la oportunidad para que la sociedad aprenda sobre la funcionalidad de los diseños alternativos, las preferencias del usuario, las políticas públicas adecuadas, pero las redes que soportan los nichos y los actores que lo constituyen son tan pocos y pequeños que la innovación generada en los nichos tecnológicos por sí misma no tiene ningún impacto en el régimen socio tecnológico (Geels 2001, Geels 2005).

Las innovaciones que se desarrollan en los nichos tecnológicos pueden desarrollarse según las siguientes fases (Geels 2012):

- primera fase: se elabora una nueva tecnología dentro del nicho
- segunda fase: prueba de la nueva tecnología en un mercado pequeño, limitado y con preferencias marcadas hacia la innovación, fase de pre desarrollo
- tercera fase: puesta a prueba de la tecnología en el mercado, fase de despegue

En la fase de pre-desarrollo, las innovaciones en los nichos se protegen, hasta se nutren (por contraposición) de las condiciones adversas del régimen socio técnico establecido. Pero en la fase de despegue, se enfrentan a luchas multidimensionales con actores del régimen establecido. Es importante que existan entonces actores que promuevan y respalden las nuevas tecnologías y que usen su capital financiero, organizacional y político para estimular el desarrollo y superar la resistencia que le impone el medio. Al mismo tiempo, las nuevas tecnologías tienen que presentar ventajas frente a las anteriores (Geels 2012).

Cabe destacar que los nichos tecnológicos son **roles** y **no instituciones u organizaciones**. En particular dentro de las instituciones que gestionan las aguas de escurrimiento urbano se generan nichos que tratan de desarrollar nuevas tecnologías o adaptar tecnologías externas para introducirlas en el

régimen socio técnico establecido. Es importante determinar dónde se encuentra el nicho tecnológico y qué recursos se necesitan para que una nueva tecnología se implemente.

6.3.2 NIVEL MESO, RÉGIMEN ESTABLECIDO

El nivel Meso representa el **régimen socio tecnológico establecido**. Está conformado por un conjunto de reglas asociadas a un régimen sociotécnico dominante y estable. Mientras que las reglas en el nivel micro son dinámicas y variables, las reglas del nivel meso son estables y permanecen fijas a lo largo de muchos años. Las reglas de los regímenes tecnológicos guían las acciones que suceden en ese marco, por lo que estas acciones tenderán siempre a reproducir las mismas reglas (Geels 2001).

El régimen sociotécnico refiere a rutinas cognitivas compartidas por la comunidad, y en particular en la comunidad técnica e ingenieril, que explica patrones de desarrollo a lo largo de ciertas trayectorias tecnológicas (Geels 2007).

La filosofía detrás de esta perspectiva deriva de la sociología de la tecnología y se puede describir a través de tres componentes (Geels 2005):

- los sistemas socio técnicos; los elementos tangibles necesarios para cumplir funciones sociales

- los grupos sociales que mantienen y reproducen los sistemas socio-técnicos (tanto elementos como vínculos)
- reglas que orientan las actividades

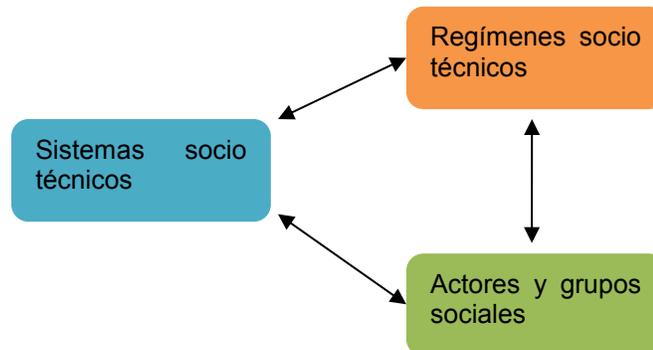


Figura 24 Interrelación de componentes (adaptado de Geels 2005)

Los elementos y vínculos de los sistemas sociotécnicos no existen de manera autónoma, sino que son creados, reproducidos y perfeccionados por grupos sociales. Los actores de estos grupos sociales actúan en el contexto de estructuras sociales y reglas formales, normativas y cognitivas. Las reglas forman un contexto de coordinación que guía y orienta la acción. Por otro lado, las reglas se refuerzan y cambian dentro del mismo patrón cognitivo (Geels 2005).

Los regímenes son un mosaico heterogéneo conformado por diferentes dimensiones, el peso y el desarrollo de cada dimensión caracteriza el régimen. Cada dimensión tiene una dinámica propia, con ritmos y objetivos propios, lo que genera que existan tensiones entre las dimensiones. En un régimen estable estas dimensiones están alineadas (Geels 2001). Se identifican siete dimensiones:

- tecnologías utilizadas
- aplicación de la tecnología: refiere al uso de la tecnología, a su preponderancia en el mercado
- significado simbólico de la tecnología: significado que la sociedad le atribuye a la tecnología, no es intrínseco de la tecnología y varía con las diferentes sociedades
- infraestructura existente
- estructura industrial: estructura de proveedores, productores, distribuidores que posibilitan el acceso a la tecnología
- reglamentación, normativa específica
- conocimiento científico

Cuando el régimen socio técnico cambia, cambian las relaciones entre estas dimensiones.

Los sistemas sociotécnicos existentes se caracterizan por la estabilidad. Esta estabilidad no es estática, sino dinámica. Los cambios y la innovación se producen incrementales en la misma línea cognitiva que el régimen. El régimen mejora a través de las mismas trayectorias establecidas, volviéndose más eficaz y eficiente, por ejemplo, pero no modificando su abordaje (Geels 2005, Geels 2012).

El régimen sociotécnico alinea la comunidad y los grupos sociales y logra que las actividades respondan al paradigma establecido. Estabiliza las trayectorias existentes de muchas maneras; rutinas cognitivas, reglamentos, estándares y normas, adaptación de los estilos de vida a los sistemas técnicos existentes, inversiones realizadas en infraestructura y maquinaria, competencias establecidas. La alineación entre estos elementos conducen al 'momento' tecnológico, las características del sistema socio técnico que crean inercia (Geels y Schot 2007).

Los sistemas existentes se estabilizan mediante las relaciones sociales. Los actores y las organizaciones están embebidos en redes interdependientes, que representan una especie de "capital organizacional" y crean estabilidad a

través de roles mutuos. Los aspectos materiales de los sistemas socio-técnicos también contribuyen a la estabilidad, debido a las inversiones realizadas, que no son fáciles de abandonar y adquieren una lógica propia (Geels 2005).

Los regímenes existentes se caracterizan por la ceguera a las nuevas tecnologías, la dependencia de los patrones de trayectorias pasadas y la innovación orientada a las mejoras incrementales de la tecnología existente dentro del mismo paradigma (Geels 2012). Las rutinas cognitivas hacen que los ingenieros y técnicos en general miren hacia direcciones particulares y no reparen en otras posibilidades. Esto puede hacerlos "ciegos" a desarrollos fuera de su enfoque. Las capacidades comunes o compartidas pueden convertirse así en rigideces compartidas (Geels 2005). Esto determina la importancia de un actor externo (nicho tecnológico) que presente novedades, así como la resistencia del régimen establecido a las novedades.

Las reglas en el régimen establecido no sólo restringen acciones, determinando que algunas más legítimas que otras, sino que también habilitan, creando convergencia de acciones, confianza, predictibilidad. Una diferencia importante entre los regímenes (nivel meso) frente a los nichos tecnológicos (nivel micro) es que la influencia restrictiva de las reglas es mucho mayor en el caso de los regímenes socio técnicos. Los sistemas se estabilizan también

porque están integrados en la sociedad. Las personas adaptan sus estilos de vida, se establecen articulaciones institucionales para adaptarse a cierto sistema socio técnico, se crean regulaciones y normativa y todo esto se acompaña con la infraestructura necesaria. Las empresas invierten en máquinas, habilidades y conocimientos, estas son inversiones importantes que usualmente las empresas no quieren perder. Es difícil que, con el objetivo de competir mejor, las empresas establecidas cambien destruyendo sus propios avances y creencias (Geels y Schot 2007).

6.3.3 NIVEL MACRO, AMBIENTE

Los nichos tecnológicos y los regímenes establecidos están inmersos en un paisaje más amplio, consistente en un ambiente de paisajes sociotécnicos, que influyen externamente a los demás niveles. El nivel Macro es un conjunto de factores que influyen el desarrollo tecnológico: la infraestructura material, la cultura, política, los valores sociales, las visiones del mundo, la conciencia ambiental de la población, la macroeconomía. Está más allá de los otros niveles, no puede ser modificado directamente por los niveles micro y meso. Corresponde a movimientos más amplios. Tensiones en el régimen socio técnico y apertura de nuevos nichos tecnológicos pueden estar inspiradas por movimientos en el nivel de paisaje. Los cambios en el paisaje también

fomentan oportunidades de innovación en los nichos. Pero los paisajes socio-técnicos no determinan los cambios, sino que proporcionan “fuerzas estructurales” profundas que direccionan las acciones de otros niveles (Geels 2001, Geels y Schot 2007).

Los cambios en el paisaje sólo ejercen presión si los actores del régimen los perciben; los grupos de presión social y los movimientos sociales pueden expresar protestas y demandar soluciones. Aunque es difícil caracterizar la relación entre los cambios en prácticas ambientalmente sustentables y los valores de la comunidad, se estima que hay un movimiento sinérgico en ambas dimensiones (Brown 2005).

La perspectiva multi-nivel sostiene que las transiciones se producen a través de interacciones entre procesos en los tres niveles descritos: las innovaciones de los nichos crean impulso interno; el nivel del paisaje (macro) crea presión sobre el régimen establecido (meso) y dentro del régimen sociotécnico la desestabilización crea ventanas de oportunidades para establecer las innovaciones producidas en los nichos. La alineación de estos procesos permite el avance de las novedades en los mercados principales donde compiten con el régimen existente (Geels 2007).

Una vez establecidos los equilibrios del sistema sociotécnico (nivel meso) para que sucedan las transiciones tecnológicas se deben generar circunstancias especiales que rompan estos equilibrios y abran espacios al cambio, para implementar innovaciones elaboradas y ensayadas en los nichos. Cuando las articulaciones entre los diferentes elementos o dimensiones de los regímenes se debilitan, queda espacio para que se introduzcan nuevas tecnologías provenientes de los nichos. Estas tecnologías se integran potenciadas por las necesidades o presiones provenientes del nivel macro (Geels 2001).

Los procesos de cambios necesitan presiones económicas, sociales o políticas. Como cambios demográficos, culturales o de los modelos de globalización. Al mismo tiempo necesitan la coordinación de recursos en y fuera del régimen para adaptarse a estas presiones. A lo largo de todos los cambios se debe lograr alinear visiones y actividades (Geels 2007).

Un cambio en el nivel macro refiere a cambios en los paradigmas que estructuran las decisiones de instituciones. Un cambio en el nivel meso refiere, por ejemplo, al desarrollo de una alternativa que represente a tomadores de decisión, pero que el interés por la misma no necesariamente refleje el interés de las organizaciones que representa. Un cambio en el nivel micro, refiere por

ejemplo, a un cambio de tecnología desarrollada por instituciones de investigación o un nuevo producto presente en el mercado.

El siguiente esquema presente en la Tabla 3 muestra mecanismos de influencia en el régimen a partir de presiones desde la comunidad.

6.3.4 PROCESOS DE CAMBIO

Las innovaciones se establecen dependiendo de procesos que suceden en el régimen sociotecnológico y en el paisaje (niveles meso y macro). Los cambios siempre son dependientes del contexto (Geels 2001).

	Presión de grupos sociales	Especialistas externos	Emprendedores externos
Recursos	Posibilidad de movilizar la opinión pública, los equipos legislativos	Conocimiento especializado	Recursos financieros y de gestión
Acciones	Articulación de la crítica	Desarrollo de miradas alternativas	Desarrollo de alternativas competitivas
Influencia en el régimen	Lobby para que se produzcan los cambios. Deslegitimación del régimen	Crítica técnica Desarrollo de alternativas del conocimiento	Demostración de alternativas Amenazas económicas

Tabla 3 Influencia del régimen (Adaptado de Geels 2006)

Las configuraciones estables están caracterizadas por la inercia. Al mismo tiempo están destinadas al cambio, que se logra rompiendo vínculos establecidos. Muchas veces para que los cambios en el nivel macro sucedan se necesitan instancias de movilización, crisis o conductores que promuevan y aceleren los cambios (Brown y Farrelly 2007).

Cuando los desarrollos de innovación se establecen, dan paso a procesos de aprendizaje e incorporación y la tecnología se establece, se institucionaliza. Para esto es importante que el nicho desarrolle una nueva agenda para la transición y que esta nueva agenda dé forma a cambios en el nivel meso. No sólo debe desarrollarse una nueva tecnología, sino ponerse a prueba en un mercado restringido, aprender de esta experiencia y posteriormente competir en un mercado mayor (Geels 2001).

Si prospera la tecnología desarrollada en un nicho tecnológico y se establece, esta innovación aporta al desarrollo de nuevos regímenes sociotecnológicos. Las nuevas tecnologías tienen dificultades en establecerse, tanto sea porque están desalineadas con otros elementos del nivel meso o porque hay una oposición estratégica desde la vieja tecnología. Para establecerse (ser interiorizadas por el régimen sociotécnico) las innovaciones deben interactuar y articularse con procesos del régimen sociotécnico establecido y con el ambiente,

relacionarse y articular con procesos contextuales más amplios. Una vez que una nueva tecnología es interiorizada y gracias a la interacción con el régimen, comienza a desarrollarse en diferentes formas, más allá de lo elaborado o previsto en el nicho tecnológico original. Esto genera nuevas funciones específicas de la tecnología. Luego, la difusión del nuevo elemento técnico va cambiando el régimen existente y lo mejora, colaborando a brindar soluciones necesarias dentro del régimen establecido (Geels 2001). Las transiciones se pueden interpretar como una espiral que se refuerza a sí misma, los desarrollos o acontecimientos “independientes” crean una múltiple causalidad y co-evolución (Rotmans et al 2001). Introducir nuevos elementos en el régimen socio-técnico puede ser disparador de otros cambios, pudiendo suceder otros cambios a lo largo del tiempo.

Para implementar cambios es importante distinguir qué dimensiones articulan la inercia. Se destaca que la sostenibilidad es un proceso socialmente instituido de cambio adaptativo en el que la innovación es un elemento necesario (Kemp y Parto 2005). Hay tres dimensiones que contribuyen a la estabilización de los regímenes socio técnicos: la dimensión cognitiva, normativa y reguladora. La dimensión cognitiva se basa en lo aceptado culturalmente o lo que se considera conceptualmente correcto. Genera rutinas técnicas, cuerpos de conocimiento y modelos de realidad que invisibilizan los conocimientos fuera de

ese foco. Las competencias y conocimientos en común se vuelven rigideces compartidas por los grupos técnicos. La dimensión normativa genera una presión social para cumplir los valores, normas y códigos establecidos, las personas adaptan su comportamiento a los sistemas técnicos establecidos. La dimensión reguladora estabiliza al generar acciones coercitivas y sancionadas legalmente en caso de incumplir la reglamentación. Se produce así un régimen de contratos, estándares, incentivos y sistemas institucionales y de gobiernos que favorecen a las tecnologías del régimen (Geels 2006).

La Figura 25 muestra esquemáticamente cómo suceden los cambios en los diferentes niveles.

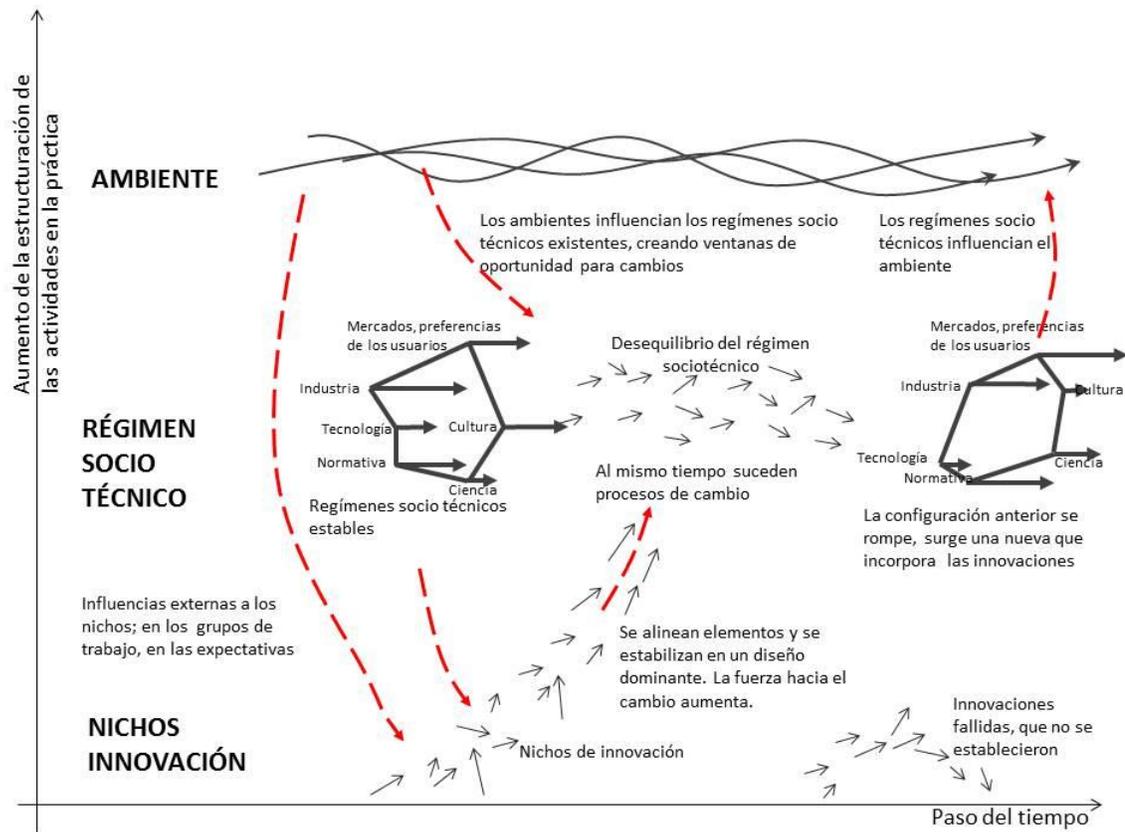


Figura 25 Transiciones tecnológicas (modificado de Geels 2001 y Patouillard y Forest 2011)

La Figura 25 representa las transiciones en un análisis PMN. Se observan en el nivel micro tecnologías que persisten en el nivel meso e innovaciones fallidas que no logran establecerse. Las tecnologías que logran establecerse desequilibran el régimen socio técnico persistente y logran modificarlo, logrando un nuevo equilibrio entre las dimensiones que caracterizan el régimen socio

técnico. Las líneas rojas indican las influencias o relaciones entre los diferentes niveles.

No hay una simple causa que lleve al cambio: los procesos son múltiples, se dan muchas veces simultáneamente y tienen a su vez múltiples dimensiones. Las transiciones surgen cuando estos procesos se alinean, conectan y refuerzan mutuamente.

En la primera fase, las innovaciones radicales emergen de los nichos, a menudo marginales o por fuera del régimen existente. Las redes que soportan las innovaciones son precarias, los nichos improvisan, participan en experimentos para elaborar el mejor diseño y averiguar qué quieren los usuarios. Las innovaciones no constituyen (aún) una amenaza para el régimen existente (Geels 2005).

En la segunda fase las innovaciones salen del nicho y se usan en pequeños mercados singulares o protegidos. Esta apertura proporciona recursos para el desarrollo técnico y la especialización. La tecnología desarrolla una trayectoria técnica propia, los usuarios acumulan experiencia en su uso y las reglas comienzan a estabilizarse (por ejemplo, un diseño dominante). La innovación, que se utiliza en nichos de mercado especializados, no representa una amenaza importante para el régimen existente. Las nuevas tecnologías pueden

permanecer atrapadas en estos nichos durante mucho tiempo, décadas. Mientras el régimen permanezca estable, las innovaciones en nichos tienen pocas posibilidades de difundirse ampliamente por fuera de los mercados especializados (Geels 2005).

En la tercera fase las nuevas tecnologías compiten con el régimen establecido y se instalan en él. En esta fase suceden, por un lado, desestabilizaciones en el régimen, que dejan brechas para que entre la nueva tecnología y compita con la ya establecida. Por otro lado la tecnología tiene que estar preparada para esto: presentar un precio competitivo, una buena performance. Otro factor importante es que tomadores de decisión, involucrados y actores de referencia apoyen la innovación y utilicen su capital financiero, organizacional y/o político para estimular el desarrollo de las nuevas tecnologías y limar las resistencias de otros grupos sociales.

Las circunstancias externas en los niveles de paisaje son cruciales en esta tercera fase, particularmente al crear ventanas de oportunidades para las novedades en los nichos. Estas ventanas emergen cuando se producen tensiones entre los elementos del régimen socio-técnico, es decir, cuando los grupos sociales se desalinean con el régimen. Una razón importante de estas tensiones puede ser que los cambios sociales, culturales o económicos, a nivel del

paisaje, presionen al régimen. Otra razón es que el régimen actual pueda tener problemas internos cada vez mayores que no pueden resolverse mediante mejoras o cambios incrementales que responden al paradigma establecido.

Las transiciones se pueden caracterizar en relación a dos variables: el lugar donde suceden los cambios y el origen de los recursos que se utilizan para el cambio. Los cambios y recursos institucionales pueden ser endógenos o exógenos al ambiente institucional (Saleth y Dinar 2005).

La dimensión de dónde sucede el cambio pretende diferenciar los cambios que son pretendidos y aquellos que no son buscados por el régimen establecido. La segunda dimensión refiere al grado en que la respuesta está basada en recursos disponibles dentro del régimen o pertenecientes al exterior. El origen de los recursos reconoce la vulnerabilidad del régimen y la capacidad del mismo para adaptarse e innovar. Si los recursos para adaptarse son internos entonces los cambios serán más veloces y las relaciones estructurales dentro del régimen serán menos afectadas. Si la capacidad para cambiar está fuertemente restringida por la falta de recursos internos (pero se dispone de los mismos en el exterior del régimen) existe la oportunidad para cambios estructurales extensos o completos, más que para una reorientación de trayectorias. Se sugiere entonces un análisis en que se distingan las transformaciones

dependiendo del grado de coordinación entre los actores involucrados en la transición tecnológica y del lugar de donde provienen las tecnologías y los recursos para responder a las presiones que actúan sobre el régimen (Berkhout et al 2003).

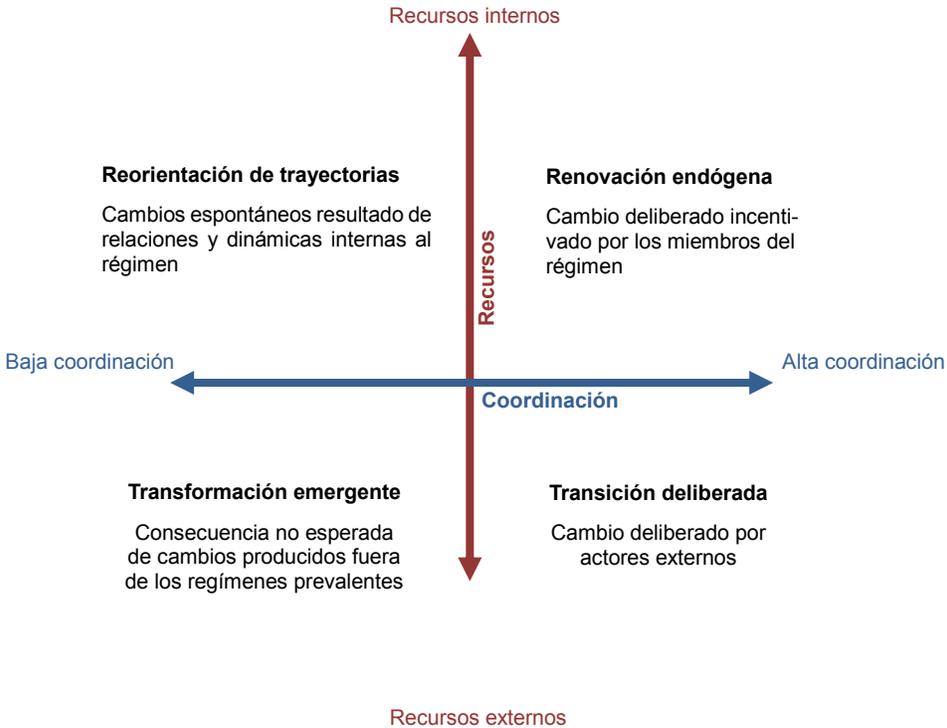


Figura 26 Contextos para los procesos de transición tecnológica (modificado de Berkhout et al 2003)

Renovación endógena: cambio deliberado incentivado por los miembros del régimen. Surge en el propio régimen socio técnico al responder a cambios o amenazas del contexto. La fuerza de cambio es resultado de una coordinación propia del régimen y los recursos son también propios. El régimen le da forma a esta transición. Las innovaciones tienden a ser dirigidas por los valores, las estructuras cognitivas y las rutinas de resolución de problemas dominantes del régimen. Las decisiones tecnológicas futuras van a estar guiadas por trayectorias pasadas del régimen. Usualmente no son transformaciones abruptas sino pequeñas transformaciones que se visualizan a lo largo del tiempo (Berkhout et al 2003).

Reorientación de trayectorias: Algunos regímenes sociotécnicos con falta de sistematización o estructura de sus procesos de cambio son impredecibles. En estos regímenes las trayectorias de cambio se alteran por procesos internos sin estar asociados a discontinuidades o debilidades en los actores o sus vínculos. El estímulo para la reorientación es un shock (interno o externo) que cambia el sistema tecnológico y la respuesta se forma dentro del régimen, sin implicar a una discontinuidad o alteración en los actores y redes de la institución (Berkhout et al 2003).

Transformación emergente: Muchos regímenes clásicos tienen una lógica aparentemente autónoma, aunque socialmente construida. Las transformaciones emergentes suceden de presiones no coordinadas con el régimen. Los cambios suceden en otros ambientes y se aplican posteriormente en el régimen (Berkhout et al 2003).

Transición deliberada: Son transformaciones que de alguna manera son pretendidas y buscadas como respuesta a las expectativas e intereses del contexto. Suceden fuera del régimen y posteriormente son aplicadas (Berkhout et al 2003).

De todas las opciones siempre es preferible una evolución planificada, o coordinada, que pueda generar sinergias para facilitar la inversión y la experimentación (Hatton et al 2004).

Las crisis quebrantan las instituciones existentes y causan incertidumbre sobre las decisiones a seguir, lo que ofrece la oportunidad para desvíos de las trayectorias establecidas. Si estas oportunidades se toman o no depende de cómo se interpretan las crisis. Y si las soluciones se trasladan a futuro depende también de cómo se elaboran las narrativas de las crisis (Geels 2012).

Existen diferentes necesidades relacionadas con comenzar a implementar nuevas tecnologías sustentables (Geels 2012):

- Se puede necesitar mayor inversión para implementar opciones sustentables, principalmente al inicio de la implementación.
- Se necesita adaptar el marco normativo, institucional y de políticas públicas en general. Estos cambios deben incluir la combinación de instrumentos basados en precios (impuestos) e instrumentos fuera del mercado (reglamentos, políticas de incentivo tecnológico). Para establecer los cambios en las políticas se requiere de apoyo público.
- El tercer desafío en la fase de despegue de nuevas tecnologías refiere a asegurar el apoyo público y legitimidad cultural. Las demandas de la opinión pública incentivan a los políticos para instalar “agendas verdes”. Los principales cambios políticos se acompañan de cambios en la opinión pública y el discurso cultural, que, a su vez, están conformados por los movimientos sociales, los medios de comunicación, las asociaciones industriales y los grupos de interés.

Se destaca en estos procesos la importancia del rol del estado y de los actores políticos. Realizar e implementar tales cambios institucionales es un proceso

político difícil, que debe afrontar diferentes resistencias (Geels 2012): la inercia institucional y la dependencia de la trayectoria institucional pasada. En segundo lugar, la resistencia activa y lobby de intereses establecidos que obstaculizan el cambio institucional y crean lagunas que reducen la efectividad de las políticas.

Confirmar un apoyo político efectivo favorece la realización de inversiones privadas en nuevas tecnologías (Geels 2012).

A la hora de discutir las diferentes estrategias para dinamizar la implementación de tecnologías sustentables algunos autores sugieren que el sector privado tiene dinero para invertir, pero que existe falta de confianza en el marco institucional y normativo para hacerlo. Sugieren que el gobierno puede estimular y crear confianza en el nuevo mercado usando una mezcla de políticas referidas al precio, regulación y reforma institucional (Geels 2012).

Mucha de la infraestructura que entra en juego en este tema ha sufrido de baja inversión en las décadas pasadas y necesita de apoyo y actualización. Si estas mejoras se vinculan a iniciativas urbanas amplias (gestión de residuos, saneamiento, drenaje, transporte público) se pueden acelerar las transiciones y legitimar las tecnologías que logren costos competitivos y mejoren la calidad de vida (Geels 2012).

La investigación científica también puede desempeñar un papel en el estímulo de las autoridades para actuar, pero este papel a menudo está mediado o reforzado por la atención pública y la opinión (Geels 2012).

6.4 GOBERNANZA

La gobernanza refiere a estructuras, procesos y mecanismos que son realizados por múltiples actores (gobierno, sociedad civil y sector privado) para orientar la gestión del agua urbana (Brown et al., 2016).

Existen aspectos estructurales y de procedimientos que hacen la gobernanza. Los aspectos estructurales que definen la gobernanza son la densidad y cohesión de la red de actores, la centralidad y variabilidad de cada actor dentro la red. Los aspectos de procedimiento se relacionan con el aprendizaje social y el liderazgo (Brown et al., 2016). La gobernanza depende de instituciones que se pueden describir a través de sus componentes cognitivos (conocimiento dominante, pensamiento y habilidades), normativos (cultura, valores y liderazgo) y regulativos (administración, reglas y sistemas) que influyen mutuamente en la práctica. La gobernanza de las aguas urbanas se basa en una combinación de instituciones formales e informales (Rijke et al 2012).

Para que una gestión sea integrada tiene que haber una gobernanza colaborativa. La gobernanza tiene que expresarse, aparecer, considerarse transversal en dirección horizontal y vertical, teniendo en cuenta dimensiones gubernamentales y no gubernamentales. Debe adoptar un abordaje holístico que incluya la participación de la comunidad y otros actores, autoridades locales y regionales, empleados, ambientalistas, políticos y la academia en el proceso de gestión de la cuenca (Brown 2005).

Estas ideas claramente apuntan a la necesidad de un rediseño del régimen administrativo del gobierno de una organización estructurada a la gobernanza como un proceso donde la participación de diferentes grupos sociales, agencias y sectores está vinculada, pero no restringida por reglas organizacionales similares (Brown 2005).

Capitalizar la identidad local, en particular en temas relacionados a residuos sólidos urbanos, es un tema de ingeniería, que requiere un abordaje interdisciplinario y un trabajo directo con la comunidad para que sea exitoso (Rezzano 2009)

6.5 DIMENSIONES PARA EL CAMBIO

Está ampliamente comprobado que la organización actual de las instituciones encargadas de la gestión de las aguas es el impedimento más importante para la implementación de una gestión integrada de las aguas urbanas. Hay tres dimensiones que posibilitan o restringen una práctica institucional: el pensamiento de que cierta práctica es la mejor (dimensión cognitiva), los valores sociales (establecidos a través de un conjunto de normas escritas o no) y la organización administrativa. Se describen los mismos a continuación (Brown 2005).

La **mejor práctica**, es la dimensión cognitiva que representa el marco de conocimiento y pensamiento compartido dominante, que le da forma y significado a los problemas, al mismo tiempo que a las acciones para solucionarlos. Esta dimensión se visualiza a través de las tecnologías, los procesos de planificación, la estructura organizativa, los estándares y la normativa de aplicación. Los **valores sociales** representan los valores y expectativas dominantes compartidas en la práctica que son considerados apropiadas. Estos valores y expectativas estructuran los procesos. La **organización administrativa** tiene implícita y explícita reglas y sanciones. Las acciones están organizadas alrededor de lo que se considera “apropiadas”. Da el marco de las reglas de la

organización administrativa mediante la cual se ejecuta la mejor práctica para alcanzar los valores dominantes (Brown 2005).

6.6 DISCURSOS Y ÁMBITOS DE CAMBIO

Hay dos factores importantes que operan en las transiciones al cambio: la narrativa dominante y los ámbitos de cambio:

- Las **narrativas dominantes** son historias que describen las prácticas. Pueden ser narrativas positivas o negativas, respaldando una práctica y su aceptación o cuestionando y promoviendo nuevas. La narrativa dominante revela la percepción de la transición (Brown et al., 2016).

En las instituciones públicas (en Uruguay) quinquenalmente se pueden cambiar las líneas políticas y los paradigmas de trabajo. Al mismo tiempo se puede modificar la estructura de la organización y los grupos de trabajo. Es importante entonces reportar, de manera que se pueda transmitir posteriormente, la narrativa dominante de cada momento. Documentar procesos discusiones, acuerdos, problemas, ventajas y justificaciones de las diferentes decisiones.

La narrativa dominante se debe permear a lo largo de toda la institución, alineando abordajes y objetivos.

La existencia de narrativas dominantes documentadas valida y justifica lo que se realiza, y al mismo tiempo, en caso de que sea necesario, facilita los cambios dado que es más fácil de analizar y modificar algo documentado.

- Los **ámbitos de cambio** son áreas que se modifican durante una transición: actores, ámbitos puente, conocimientos adquiridos, proyectos y herramientas que influyen en las reglas formales e informales para implementar una práctica. Comprender la forma en que los ámbitos de cambio se modifican a medida que se desarrollan las transiciones muestra cómo se modifican las relaciones entre las instituciones y con el ámbito social y económico más amplio (Brown et al., 2016).

6.7 PROMOTORES Y CONTEXTO DE CAMBIO

La capacidad de las organizaciones para lograr un impacto sobre el terreno requiere de más que el conocimiento técnico sino también del desarrollo de las personas y la capacidad institucional de las organizaciones para trabajar de manera efectiva en diferentes perspectivas profesionales y organizacionales con el fin de liderar soluciones innovadoras de gestión, responder a nuevas ideas y tecnologías (White 2007).

A lo largo de una investigación que implicó entrevistas con actores del sector aguas y saneamiento de Australia se identificó que el contexto efectivo para un cambio requiere el balance de los siguientes procesos inter relacionados (White 2007).

- Habilidades e información técnica, acceso a casos demostrativos y aplicaciones.
- Comunicación y compromiso entre profesionales, expertos y población, pertenecientes a dentro y fuera de la organización.
- Características personales e interpersonales de los integrantes: persistencia, paciencia, manejo del conflicto y receptividad a nuevas ideas.

Al mismo tiempo se identificaron los atributos que los entrevistados consideraban deben tener los líderes de las transiciones en las instituciones: visión, sistemas de apoyo, estrategias de despliegue, lenguaje, práctica personal y estrategias de poder (White 2007). Se describen en particular aquellos que están más relacionados a lo institucional.

Sistemas de soporte dentro de la institución: Una experiencia planteada por algunos entrevistados fue la importancia de mentores de apoyo dentro de la institución, mentores de más jerarquía y que fueran sus jefes directos. Ser reconocido como alguien que quiere aprender y responder a nuevas ideas era

fundamental para 'dinamizar' a un agente de cambio. Se describió de importancia la vinculación en redes, internas y externas a la organización, formales e informales. Las redes formales se consideraban tácticas, organizacionales e intencionales. Las redes informales se identificaron como espacios informales. Estrategias de despliegue: Las personas que impulsan las transiciones integrales usualmente son cargos medios, por lo que para implementar en la organización esos temas deben tener capacidad personal para involucrar e incorporar a otros. Lenguaje: se identificó de importancia el uso de un lenguaje colaborativo, capacidad de dialogo, intercambiar y discutir incluyendo a todos los actores sobre lo concreto, sobre la práctica. (White 2007). Valor del conocimiento y la información: Los entrevistados sintieron que su poder se basa en la comunicación de información y conocimiento, aunque entienden que la información que tienen es de alta importancia pero poco valor (White 2007).

Al mismo tiempo se identificó que hay características de los contextos que permiten a los promotores de cambios (instituciones, equipos, líderes) emerger y sostenerse a lo largo del tiempo. Identificando cuáles son los "déficits de contexto propicio" y generando estrategias particulares para cambiarlos se pueden acelerar procesos de transición. Hay una interacción crítica entre los promotores de los cambios y el contexto que propicia o no el mismo. La interacción con el contexto fomenta las asociaciones multisectoriales y permite el aprendizaje

institucional necesario para lograr transiciones. Se identificó que el rol de los promotores de transiciones es difícil de separar del contexto (Brown y Clarke 2007). La Tabla 35 esquematiza las principales características de los promotores y su contexto. Cada variable del contexto es importante para posibilitar los cambios, pero es el paquete de variable en interacción con los promotores que generan los “ingredientes” necesarios para la construcción y estabilización de los nichos en el proceso de transición.

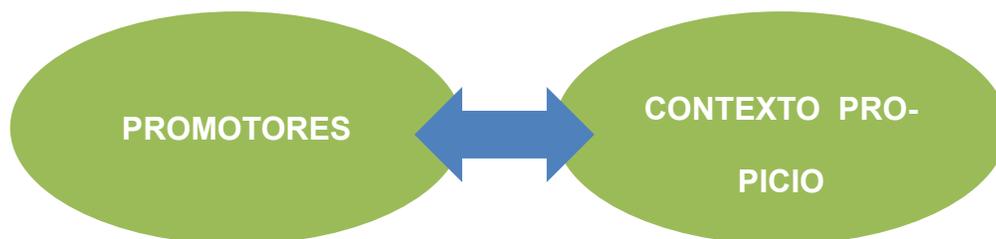


Figura 27 Relación para la transición (adaptado de Brown y Clarke 2007)

Las variables de contexto pueden usarse como una herramienta para diagnosticar dónde están los déficits para las transiciones y generar entonces programas de cambio específicos para desarrollar estas capacidades.

6.8 CLAVES PARA EL CAMBIO

El primer paso en abordar el cambio hacia fases sustentables parece ser el crecimiento de la conciencia y potencialidad en abocar hacia cambios,

particularmente entre los profesionales y otros actores involucrados (Brown y Farrelly 2007).

Se identifican tres áreas clave para la mejora hacia la gestión integrada:

La primera área debe enfocarse en **fomentar el capital social** con el objetivo específico de mejorar la capacidad técnica y estratégica de las comunidades para participar equitativamente en la gestión de la trama hídrica urbana. Teniendo en cuenta que una proporción significativa de la gestión integrada ocurre a nivel local, el desarrollo de la capacidad de la comunidad local también podría aportar para desarrollar estrategias y visiones de largo plazo. Esto también colabora en aumentar la voluntad política y el compromiso organizacional (Brown y Farrelly 2007).

El segundo foco debe estar en el **desarrollo profesional intersectorial**, no sólo con el enfoque de la mejora técnica, sino en la mejora del conocimiento político, institucional y operacional que restringe una gestión integrada. Esta estrategia aumenta el compromiso y motivación y potencia la posibilidad de quiebres en los patrones técnicos establecidos (Brown y Farrelly 2007).

El tercer foco debe centrarse en los **programas de coordinación** con el objetivo explícito de posibilitar el aprendizaje institucional y foros de discusión

sobre las operaciones entre diferentes áreas de la institución y entre diferentes instituciones. La implementación de estos programas revela inconsistencias administrativas, conflictos y deficiencias en el marco regulatorio, así como propuestas de solución. Este tipo de programas también ayuda a desarrollar visiones a largo plazo, establecer e interiorizar los intereses claves de la comunidad, establecer objetivos e indicadores de evaluación y monitoreo (Brown et Farrelly 2007).

7 NORMATIVA NACIONAL Y DEPARTAMENTAL

La promulgación de normativa ambiental permite visualizar el desarrollo de la concepción ambiental. La preocupación por el ambiente, de manera generalizada y traducida en derechos y obligaciones de los ciudadanos y de las empresas, existe en Uruguay desde aproximadamente la década del 90.

Se mencionan en Anexos, en orden temporal, la normativa de referencia a nivel nacional y departamental para el tema de esta tesis. A continuación se realiza un análisis de la misma.

La reglamentación ambiental nacional es nueva en relación a los diferentes paradigmas de gestión de las aguas urbanas desarrollados internacionalmente. Recién en la década de los 90 comienza a reglamentarse una normativa ambiental propiamente dicha y en 1994 y 2005, a través de los Decretos 435/94 y 349/05, se reglamentan los procedimientos para que la autoridad nacional asegure que los impactos ambientales se evalúen adecuadamente.

No se observa un abordaje integral de acuerdo a los paradigmas más recientes de gestión de las aguas urbanas. La normativa refiere singularmente a aguas

de escurrimiento, saneamiento, residuos sólidos, ordenamiento territorial de manera individual, sin abordar la integralidad con el resto de los temas.

La normativa referente a recursos hídricos y en particular el Decreto Ley N° 14.859 Código de Aguas no refiere a las aguas urbanas, por lo que da pocas herramientas para dirimir los conflictos usuales de las aguas en entornos urbanos.

La normativa que refiere a saneamiento (Ley 17.930) no aborda las aguas de escurrimiento (Ley 18.610, Ley 14.859 y Decreto 78/010). El Artículo 47 de la Constitución, que refiere a saneamiento y aguas de escurrimiento, lo hace también de forma particionada con un abordaje fundamentalmente sanitarista. La normativa referente a recursos hídricos (Ley 18.610, Decreto - Ley 14.859 y Decreto 78/010) no tiene un abordaje fuerte asociado a la protección de los ecosistemas. El ambiente urbano no es abordado explícitamente por la normativa referente a saneamiento, recursos hídricos y ambiente. Sí es abordado por la normativa referente a ordenamiento territorial y desarrollo sostenible (Ley 18.308), enfocado en el ordenamiento territorial más que en la temática ambiental o desarrollo sostenible. La normativa ambiental no aborda la calidad ambiental del espacio urbano o el impacto de la urbanización en particular.

La normativa presenta un abordaje integral en las aguas de escurrimiento superficial. El Artículo 47 de la Constitución Ítem 1, refiere a que la política nacional de agua y saneamiento estará basada en *“la preservación del ciclo hidrológico”* y establece la *“las cuencas hidrográficas como unidades básicas”* de gestión. En el Ítem 2 determina la integralidad de las aguas *“Las aguas superficiales, así como las subterráneas, con excepción de las pluviales, integradas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal, como dominio público hidráulico”*. La Constitución excluye entonces a las aguas pluviales de la integralidad del recurso hídrico y no define claramente cuáles son las aguas superficiales, pluviales y demás. Posteriormente la Ley N° 18.610, Ley de Política Nacional de Aguas, define cada una de estas aguas: Las aguas pluviales o precipitación son *“el flujo de agua producido desde la atmósfera hacia los continentes y océanos. Cuando éstas acceden al continente se manifiestan como superficiales, subterráneas o humedad del suelo”* y las aguas superficiales son *“las que escurren o se almacenan sobre la superficie del suelo”*. En el Artículo 10 se definen los recursos hídricos: *“Los recursos hídricos comprenden las aguas continentales y de transición. Se entiende por aguas continentales las aguas superficiales, subterráneas y humedad del suelo”*.

A partir de estas definiciones se entiende que todas las aguas de escurrimiento pluvial son recursos hídricos y se desprende la integralidad del recurso. El Artículo 10 refiere: *“Integran el dominio público estatal las aguas superficiales y subterráneas, quedando exceptuadas las aguas pluviales que son recogidas por techos y tanques apoyados sobre la superficie de la tierra”*. En este caso la trama hídrica urbana a superficie libre integraría el dominio público estatal, esta Ley no hace referencias a los Gobiernos Departamentales. La Ley N° 18.610 tiene una visión mucho más moderna de los recursos hídricos que la que se muestra en la reforma constitucional, a pesar de que hay sólo cuatro años entre una y otra. De cualquier manera esta integralidad no se refleja en medidas concretas en el Decreto 78/010.

Según la normativa existente el saneamiento se entiende separado de las aguas de escurrimiento (saneamiento separativo). La concepción de saneamiento es sanitarista y refiere solamente a las aguas servidas (Ley N° 17.930 Presupuesto nacional de sueldos gastos e inversiones, Decreto N° 78/010 de Reglamentación de la Ley N° 18.610).

En cuanto al tema calidad de cursos de agua el Decreto 253/79 refiere principalmente a contaminantes disueltos o suspendidos, no haciendo referencia a residuos sólidos, a excepción de flotantes.

En cuanto a la transversalidad de la gestión no se observa en la normativa una relación fuerte entre lo nacional y lo local departamental o municipal. Se puede visualizar que los emprendimientos de porte deben realizar estudios y minimizar sus impactos. Pueden existir consultas y trámites con el gobierno local, pero no es un trabajo en conjunto.

Al mismo tiempo la normativa ambiental hace poca referencia al impacto de la ciudad sobre el ambiente, algo de lo que usualmente los gobiernos departamentales abordan de manera muy diferente o muchas veces no abordan. Se destaca que el Decreto 349/005, en el Artículo 2, Ítem 24 determina que se tiene que pedir una Autorización Ambiental Previa para:

“La implantación de complejos y desarrollos urbanísticos de más de 10 (diez) hectáreas y aquellos de menor superficie cuando se encuentren a una distancia de hasta 2000 (dos mil) metros del borde de la suburbana de un centro poblado existente”.

La normativa prioriza la coordinación entre instituciones, en particular la Ley 18.308 la considera un instrumento de ordenamiento territorial y otras leyes establecen ámbitos de articulación. La legislación ambiental y referente a recursos hídricos no incluye a los gobiernos departamentales (a excepción de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible), a pesar de que están

muy relacionados en la gestión de los cursos de agua y la gestión ambiental, particularmente en Montevideo.

Se destaca que la Ley N° 17.283 en el Artículo 8 determina que el MVOTMA *“podrá delegar en autoridades departamentales o locales el cumplimiento de los cometidos de gestión ambiental, previo acuerdo con el jerarca respectivo y en las condiciones que en cada caso se determinen”*. Esta Ley establece coordinaciones y apoyos desde la centralidad a los Gobiernos Departamentales. La Ley N° 18.308 le da un protagonismo mayor a los Gobiernos Departamentales, principalmente asociado al ordenamiento.

Se observa que la normativa no aborda la calidad ambiental urbana como un tema por sí mismo, aun cuando en Uruguay aproximadamente el 99 % de la población vive en ciudades.

Se observa que el tema ambiental se enfoca en la acción dentro del marco de la regularidad. Como complemento de la normativa se hace necesaria una presencia en el territorio para el control del cumplimiento. La Ley 18.308 establece que la policía territorial es competencia de los Gobiernos Departamentales (Artículo 14) y le otorga competencias que se interpretan muy relacionadas a la creación de soluciones habitacionales irregulares (Artículo 68 y 69), no priorizando competencias específicas referidas a lo ambiental.

8 POBLACIÓN Y RESIDUOS SÓLIDOS

La mayor parte de la disposición final incorrecta de residuos es fruto del comportamiento irresponsable de la población con respecto al descarte de material (Rangueri de Barros et al 2011). Los residuos sólidos en los cursos de agua urbanos reflejan el comportamiento antihigiénico de la población local (Mohd Sidek et al 2014). Es por esto fundamental estudiar la relación entre la población y vertido de residuos.

Existen diferentes definiciones de vertido; la más aceptada es la de disponer por parte de una persona los residuos en el lugar equivocado (Reeve et al 2013 y Lyndhurst 2012). La acción de verter residuos es un proceso o construcción social cuyas características dependen del individuo, el objeto vertido y el contexto. Los vertidos refieren a ítems que son desechados activamente o pasivamente; se puede dejar pasivamente “olvidado”, tirarlo activamente o colocarlo cuidadosamente en un lugar inadecuado.

El vertido o disposición incorrecta de residuos es considerada como una de las formas de degradación ambiental más subestimadas y al mismo tiempo con mayor impacto visual (Torgler et al 2008).

Para analizar el comportamiento respecto al vertido es recomendable incluir abordajes que identifiquen los siguientes temas:

- El responsable de realizar el vertido: Identificar quién realiza el vertido, tanto sea una acción personal o un proceso con fines económicos (comercial, industrial). Identificar atributos e influencias personales; valores, actitudes, sentimientos de apropiación de los espacios y sentimientos de responsabilidad individual de los responsables del vertido. El sentimiento de responsabilidad varía dependiendo del lugar. Los lugares donde las personas se sienten menos responsables del mantenimiento del espacio y más anónimas serán donde más probable sea el vertido. Un ejemplo de lo anterior son los espacios públicos mantenidos por una institución. Para definir estrategias de minimización de residuos en los espacios públicos es importante identificar hábitos o patrones no conscientes de comportamiento individual y grupal.
- Motivos del vertido: Identificar cuáles son los componentes que determinan que una persona realice un vertido en cualquiera de sus modalidades. Refiere a la influencia de nuestros pensamientos y comportamientos, influenciados por el contexto social. Para evitar la desaprobación del medio las personas tienden a comportarse de acuerdo a

normas sociales establecidas. Es importante entonces identificar normas sociales, valores morales, comportamientos establecidos y aceptados que influyen en el vertido.

- Dónde se realiza el vertido: identificar los contextos más probables o sensibles para realizar vertidos irregulares. Algunos contextos tienden a crear un sentimiento de anonimato, que puede aumentar los índices de vertido inadecuado. Un lugar limpio y bien mantenido tiende a desestimular los vertidos. Las características que determinan mayor probabilidad de vertido en cierto lugar dependen fuertemente de la infraestructura existente y el mantenimiento.
- Las características del objeto vertido: el tipo de objeto determina la dinámica del vertido irregular.

Gran parte de los vertidos ocurre durante el uso del espacio público. Estudios realizados en USA respecto a este segundo componente indican que el 17 % de la disposición de residuos en espacios públicos se realiza incorrectamente. De las restantes el 61 % fue realizada en papeleras, el 9 % guardada por el generador y el 6 % dada a otra persona. Este estudio se hizo observando 9757 individuos a lo largo de 130 lugares públicos en diferentes estados de USA. De estos lugares 30 fueron lugares con actividades recreativas, 24 céntricos,

22 lugares cercanos a comida rápida, 12 comerciales, 12 cercanos a centralidades con restaurantes o bares, 11 estaciones de servicio con comercios, 11 paradas, 8 centros médicos. De todos estos lugares el 91% tenía al menos una papelera (Schultz et al 2013).

La siguiente gráfica muestra la frecuencia de vertidos declarada en una entrevista realizada en Ciudad de México (Muñoz et al 2012).

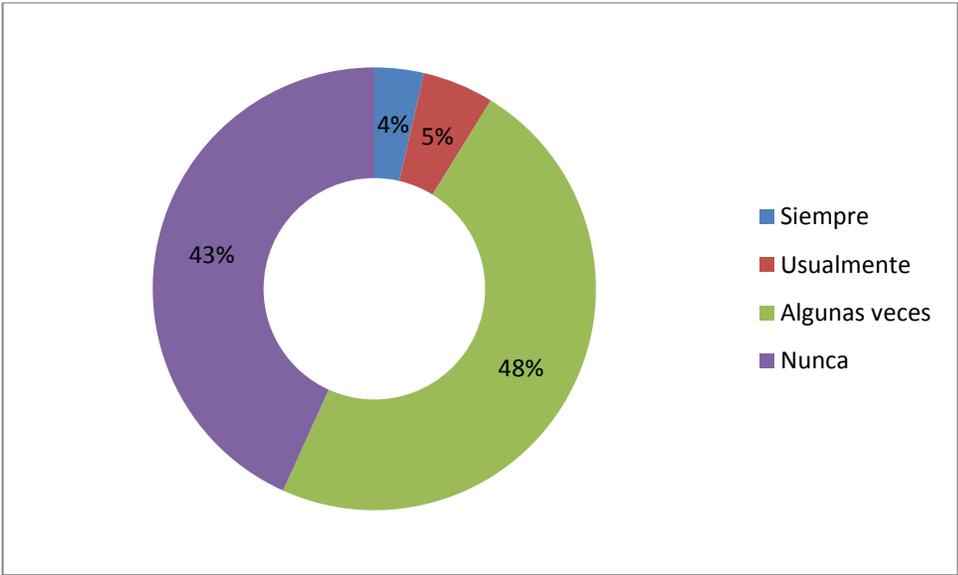


Figura 28 Frecuencias de vertido en el espacio público (elaboración propia a partir de datos de Muñoz et al 2012)

Existen en general diferentes dinámicas generadoras del vertido irregular:

- Vertido individual
- Actividades comerciales irregulares (en las que se destaca la clasificación)
- Actividades comerciales regulares

En Montevideo se percibe que la mayor parte de la disposición incorrecta sucede cuando pequeños y medianos generadores comerciales (regulares e irregulares) vierten residuos en lugares de acumulación puntuales, seguida por los vertidos individuales.

Se interpreta que los factores ambientales que inciden en los vertidos son válidos para analizar las tres principales actividades generadoras. Estas actividades tienen siempre responsables, por lo que se considera que las características personales y de influencia del medio sirven también para los tres casos. Es por esto que se analizan en este texto las cuatro características expuestas anteriormente: responsable, motivo, lugar y objeto vertido.

Los motivos de realización de vertido irregular y en particular el vertido realizado por la clasificación irregular tiene complejidades que van más allá de lo que puede aportar un abordaje desde la ingeniería ambiental. Es necesario un abordaje interdisciplinario con fuerte aporte desde lo social y económico, que

analice particularmente los procesos de clasificación informal; el clasificador en calle, los asentamientos a los márgenes de los cursos de agua como unidad de vivienda con una economía informal asociada, los intermediarios entre el mercado formal e informal y el mercado formal de residuos. Esto se debe analizar teniendo en cuenta todos los intereses económicos, territoriales y políticos asociados.

El comportamiento respecto a los residuos puede interpretarse como un balance entre las motivaciones y las barreras respecto a verter o disponer correctamente. Estas barreras y motivaciones se pueden clasificar en individuales, sociales y materiales. Las barreras y motivaciones interactúan y se modifican entre sí, por lo que no se deben considerar aisladamente (Lyndhurst 2012). La Tabla 4 ejemplifica lo anterior.

	Motivación para verter	Motivación para disponer correctamente	Barreras para disponer correctamente
Personal - Quién	<ul style="list-style-type: none"> -Creencia que otro es responsable de limpiar el espacio -Sensación de alienamiento o desencantamiento con la comunidad, marginalidad -Actos menores de rebelión o protesta social -Falta de voluntad de sostener algo que se considera sucio -Falta de reflexión sobre el impacto de los residuos -Patrones de comportamiento arraigados 	<ul style="list-style-type: none"> -Sentimiento de responsabilidad individual por el espacio y por el residuo. -Orgullo por el lugar o barrio donde se vive -Respeto por los otros -Valores personales y normas anti vertido -Culpa o vergüenza por el vertido -Temor de los impactos a la salud - Momentos de inflexión aprovechados para cambiar hábitos existentes -Deseo de mantener el espacio propio limpio 	<ul style="list-style-type: none"> -Creencia que algunos tipos de vertidos no cuentan como residuos, porque son biodegradables o pequeños -Creencia que los residuos no son un problema importante para el ambiente. -Pereza - El vertido como un hábito
Social - Porqué	<ul style="list-style-type: none"> -Normas que “aceptan” o “permiten” verter -Falta de una percepción consistente que el vertido es socialmente desaprobado -Medio social que también realiza vertidos -Presencia de pares que validan o aprueban el vertido, especialmente en jóvenes 	<ul style="list-style-type: none"> -Norma social establece la presencia de residuos como inaceptable -Norma dada por el ejemplo de personas que no realizan vertido irregulares -Presencia de personas “respetables” -Presencia de niños ante los que se quiere dar el ejemplo -Presencia inmediata de grupo de pares, especialmente en adultos 	<ul style="list-style-type: none"> -No querer atraer la atención del grupo social al no cumplir las normas establecidas por el grupo, especialmente en jóvenes

	Motivación para verter	Motivación para disponer correctamente	Barreras para disponer correctamente
Material – Dónde	<ul style="list-style-type: none"> -Ambientes sucios, con grafitis o no mantenidos -Presencia o creencia de que hay un servicio de limpieza -El lugar promueve la sensación de anonimato 	<ul style="list-style-type: none"> -Amenaza de multas u otras medidas coercitivas -Lugar ordenado, mantenido, limpio 	<ul style="list-style-type: none"> -Cuestiones relativas a las papeleras; escasez, locación inconveniente, mal estado o falta de mantenimiento (esto puede ser algo real o percibido)

Tabla 4 Motivaciones y barreras en referencia a la gestión de residuos (a partir de Lyndhurst 2012)

8.1 RESPONSABLES DE LOS VERTIDOS

No hay un “tipo de persona” que vierte residuos. Personas de todas las edades y de todos los contextos socioeconómicos se pueden observar vertiendo residuos inadecuadamente o utilizando volquetas y papeleras adecuadamente (Lyndhurst 2012). En un estudio realizado en Australia se observó el comportamiento de las personas con los residuos a lo largo de una hora. Muchas de ellas utilizaban algunas veces las papeleras y otras veces realizaban vertidos irregulares. Este comportamiento “indeterminado” sucedía especialmente en las personas entre 25 y 44 años (Williams et al 1997). Estudios determinan que una persona realiza vertidos en un lugar pero no en otro, o vierte algún

residuo en particular (por ejemplo cigarrillos) mientras que hace una disposición correcta de otros. Es el contexto social y ambiental que tiende a determinar si se aplica o no una determinada norma respecto a los residuos y no solamente las características personales (Reeve et al 2013).

La Figura 29 muestra la distribución etaria para personas que realizan disposición correcta, vertido y que realizan ambas dependiendo del lugar y objeto.

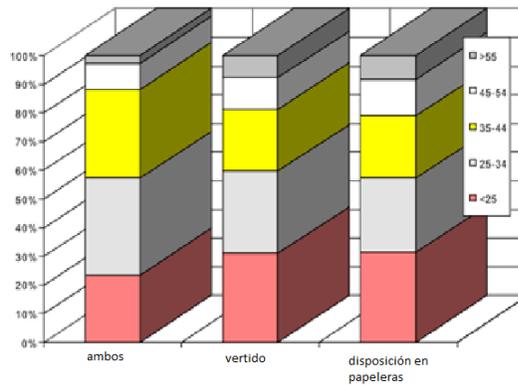


Figura 29 Tres tipos de disposición final dependiendo de la edad (adaptado de Williams et al 1997)

Es más constructivo interpretar las acciones como “incidentes de vertido” y no a través de la dicotomía “personas que vierten” versus “personas que no vierten”. Los “incidentes de vertido” se activan a través de la combinación entre la persona que realiza el vertido, el objeto vertido, la actividad o uso del espacio

y las características materiales del espacio. Se abarca de esta manera toda la variación posible de excusas y oportunidades para verter (Lyndhurst 2012).

El 85 % de los vertidos se explica a través de características personales y sólo el 15 % de la variación estadística de los resultados obtenidos se explica a través de variables que describen el contexto (Schultz et al 2013). Los gestores urbanos deben entonces enfocar sus políticas fuertemente en la concientización y educación, además de brindar la infraestructura para el correcto vertido. Evitar residuos en la vía pública y en los cursos de agua no depende solamente de la infraestructura urbana disponible sino que depende fuertemente de reforzar los lazos emocionales con los espacios y aumentar la conciencia ambiental.

Existe una serie de características individuales que emergen de diferentes análisis y tienen relación con los patrones de vertido tal como el género, edad, presencia de pares y nivel educativo. La incidencia de estos factores cambia dependiendo del lugar y del momento.

Las variables individuales que explican los vertidos son la edad y el sexo. No existen otras variables individuales que expliquen vertidos tal como raza o color de piel (Schultz et al 2013, Torgler et al 2008).

Estudios realizados en diferentes países y en diferentes momentos determinan que los hombres tienden a verter más residuos que las mujeres y los jóvenes (Schultz et al 2013, Furusa 2015, Torgler et al 2008, Williams et al 1997). Los hombres no casados entre 50 y 59 años serían quienes tienden a verter más y a justificar más la disposición inadecuada de residuos (Torgler et al 2008).

Se describen a continuación algunos de los factores en relación con los comportamientos respecto al vertido.

8.1.1 GÉNERO

Mujeres y hombres tienen un comportamiento similar respecto a los residuos, vertiendo un poco menos las mujeres frente a los hombres. Las mujeres tienen además una actitud anti vertido un poco más activa (Lyndhurst 2012). La siguiente gráfica muestra el resultado de una experiencia realizada en Australia mediante la cual se observó el comportamiento de las personas respecto a los residuos en espacios públicos (Williams et al 1997).

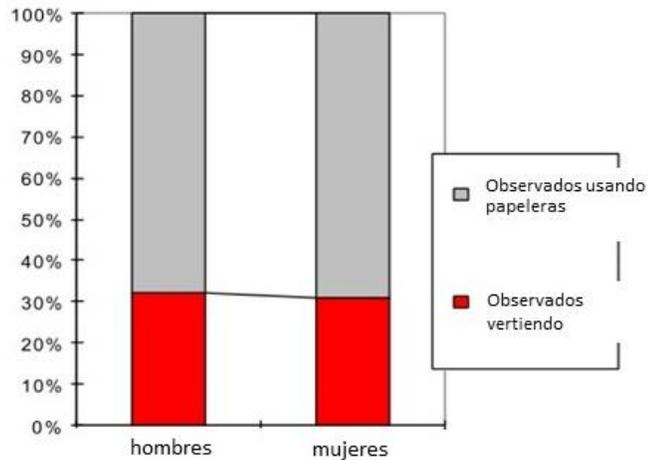


Figura 30 Comportamientos respecto al vertido según género (adaptado de Williams et al 1997)

Encuestas realizadas en 30 muestras en diferentes países en Europa, indican que las mujeres están menos dispuestas a verter residuos que los hombres. Las mujeres tienen un 5.4 % más de probabilidad frente a los hombres de no justificar el vertido, de creer que verter nunca es apropiado (Torgler et al 2008).

En una entrevista realizada en Ciudad de México a 634 residentes del Barrio Jardín Balbuena se preguntó sobre el sexo de quienes vierten residuos, no refiriéndose al entrevistado sino a los “otros que vierten residuos”. La siguiente gráfica muestra el porcentaje de hombres y mujeres que se identifica vierten residuos (Muñoz et al 2012).

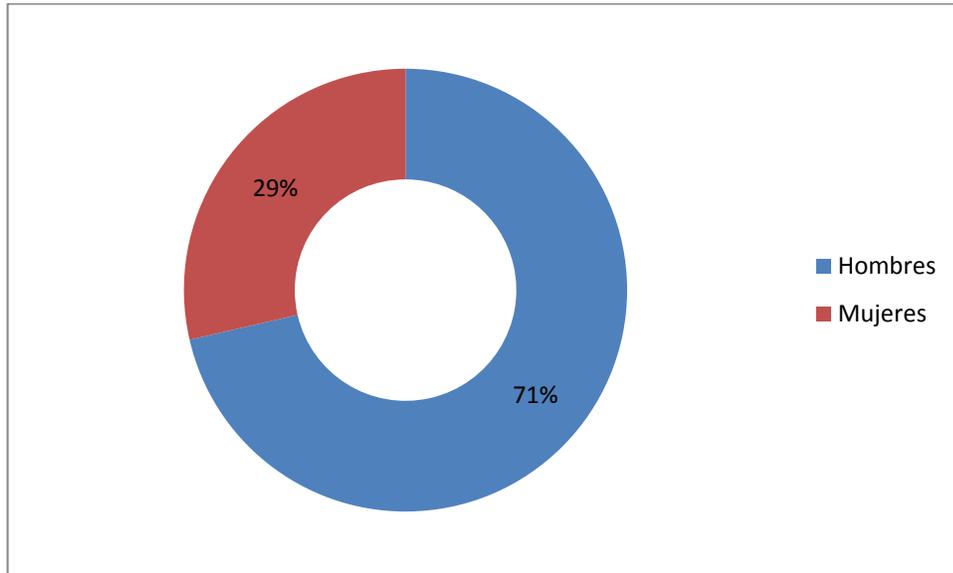


Figura 31 Género de quienes vierten en Ciudad de México (elaboración propia a partir de datos de Muñoz et al 2012)

Estudios realizados en USA observando 9757 individuos a lo largo de 130 lugares públicos en diferentes estados (30 lugares con actividades recreativas, 24 con centros de ciudades, 22 lugares cercanos a comida rápida, 12 comerciales, 12 cercanos a centralidades con restaurantes o bares, 11 estaciones de servicio con comercios, 11 paradas, 8 centros médicos), determinan que los hombres vierten más que las mujeres, con una tasa de vertido del 71 % de los hombres frente a 29 % de las mujeres. En este estudio se determinó que

el género es el mayor predictor de vertidos en todos los objetos excepto el cigarrillo (Schultz et al 2013).

De cualquier manera se destaca que los resultados no son estadísticamente significativos dado que reflejan una pequeña diferencia en porcentaje.

8.1.2 EDAD

La edad es otra de las variables individuales que más explica los vertidos. En general los adultos vierten menos que los jóvenes (Schultz et al 2013).

Los niños y adolescentes menores de 15 años son el grupo etario que menos vierte, inclusive menos que los mayores de 65 años (Williams et al 1997).

Los adolescentes y adultos jóvenes son quienes más vierten. Un estudio realizado en Australia determinó que los adultos jóvenes entre 15 y 24 años vierten un poco más que los mayores de 24 años (Williams et al 1997). Un estudio en Escocia encontró que las personas entre 16 y 24 años son los que vierten más usualmente, con un 86 % de observaciones de vertido frente a 29 % de aquellos mayores de 65 años. De manera similar una encuesta en realizada en Gales encontró que entre los jóvenes y adultos jóvenes de edad entre 16 y 34 el 76 % de los de edad vertieron residuos, mientras que solo el 24 % de los mayores de 55 años realizó vertidos. En una encuesta en Inglaterra se

encontró que el 38 % de aquellos entre 18 – 24 años vertieron y solo el 9 % de los mayores a 65 años (Lyndhurst 2012).

Estudios realizados en USA determinan que la mayor tasa de vertido se da en los adultos jóvenes de 18 a 29 años con una tasa de vertido del 26 %. Para los adultos de 30 años o más la tasa de vertido fue del 15 %. Los niños y adolescentes menores de 18 años tiene una tasa de vertido del 13 % (Schultz et al 2013).

Estudios realizados en diferentes países de Europa determinaron que el pico de justificación positiva hacia el vertido se alcanza entre los 50 y 69 años (Torgler et al 2008).

La Figura 32 y Figura 33 muestran el porcentaje de vertidos observados en papeleras y directamente a la calle dependiendo de la edad, para dos países y en dos momentos diferentes.

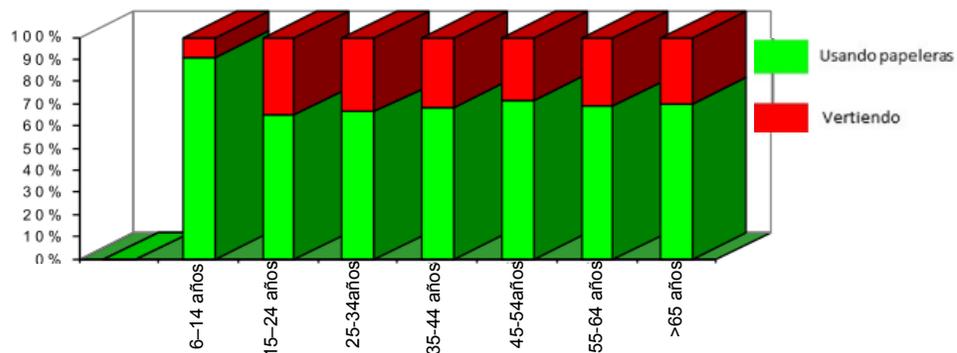


Figura 32 Uso de papeleras y vertido según edad en Australia (adaptado de Williams et al 1997).

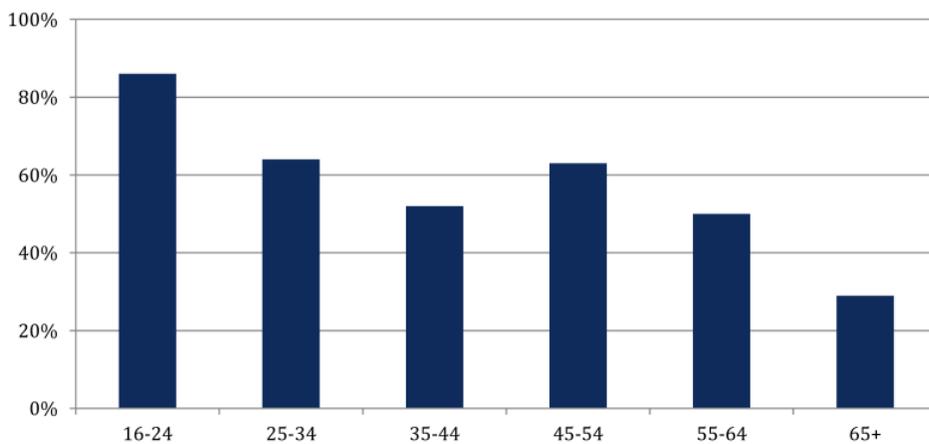


Figura 33 Porcentaje de población que realizó vertidos según edad en Escocia (elaboración propia a partir de datos de Lyndhurst 2012)

Cabe destacar que los jóvenes son más francos respecto a su comportamiento que los adultos (Lyndhurst 2012). Existe la creencia de que la juventud es responsable de mayor vertido, a pesar de que muchos análisis dicen lo contrario. La limpieza, o la falta de ella, está intrínsecamente relacionada con la moralidad. Hay períodos en que la atención de la sociedad, los medios y la política está focalizada en grupos fuera de la norma y la juventud es usualmente percibida como un grupo anómalo y por lo tanto se le asigna la responsabilidad por el problema (Reeve et al 2013).

8.1.3 PRESENCIA DE PARES

Se ha demostrado que el comportamiento en grupos es diferente al comportamiento individual. Los menores de 25 años vierten más cuando están en grupos de pares y los mayores de 25 años vierten más cuando están solos (Williams et al 1997). La gente está más tentada a verter residuos cuando es parte de un grupo grande que cuando es parte de un grupo pequeño (Reeve et al 2013, Williams et al 1997).

La Figura 34 muestra el efecto del vertido dependiendo del tamaño del grupo.

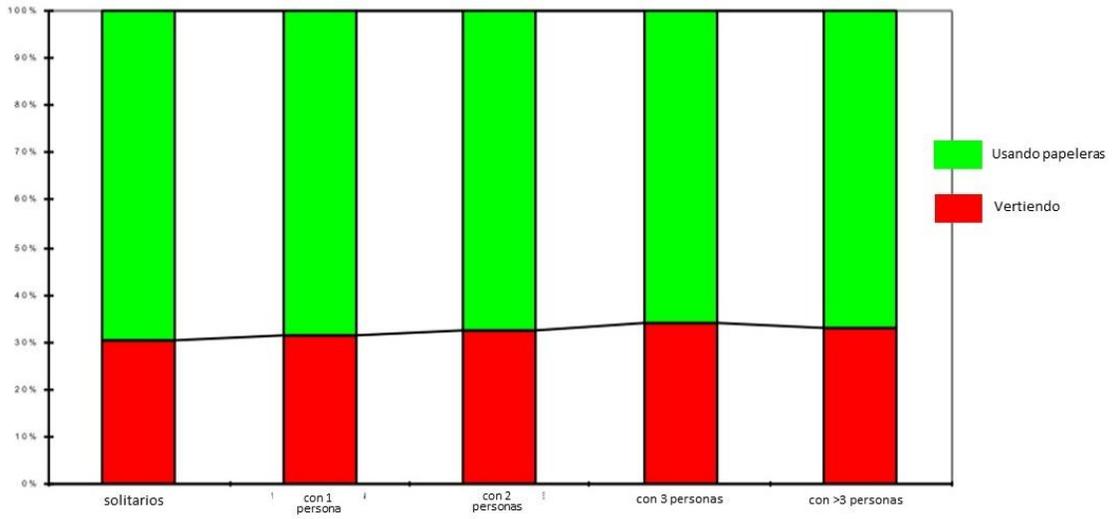


Figura 34 Efecto de la presencia de pares en el vertido (adaptada de Williams et al 1997)

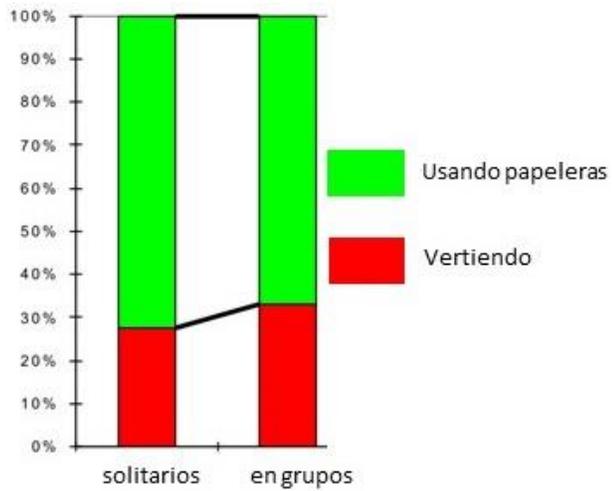


Figura 35 Diferencias entre el vertido en grupos e individual, menores de 25 años (adaptada

de Williams et al 1997)

Al mismo tiempo la presencia de pares o el comportamiento grupal se puede asociar al sentimiento de ser visto. Se tiene menos disposición a verter cuando se percibe la mirada del otro. En una serie de experimentos realizados en una cafetería universitaria se instalaron cuadros de flores y cuadros con imágenes de ojos y se evaluó en ambos casos el comportamiento del vertido de residuos. Los resultados mostraron menos disposición a verter residuos durante los períodos con imágenes de ojos (Jones et al., 2013 apud Furusa 2015).

Cabe destacar que en un estudio masivo realizado en Estados Unidos la presencia de compañía no fue una variable significativa (Schultz et al 2013).

8.1.4 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

En cuanto a los niveles de educación existen resultados divergentes entre diferentes estudios. Según un estudio realizado en Australia las personas con estudios terciarios y graduados tienen tasas menores de vertidos (Williams et al 1997), mientras que un estudio realizado en Europa determinó que la educación formal no tiene incidencia en el vertido (Torgler et al 2008). Esto se identifica en la siguiente gráfica, realizada a través de datos de una encuesta en Ciudad de Méjico dónde se consulta sobre el nivel educativo de quienes vierten (Muñoz et al 2012)

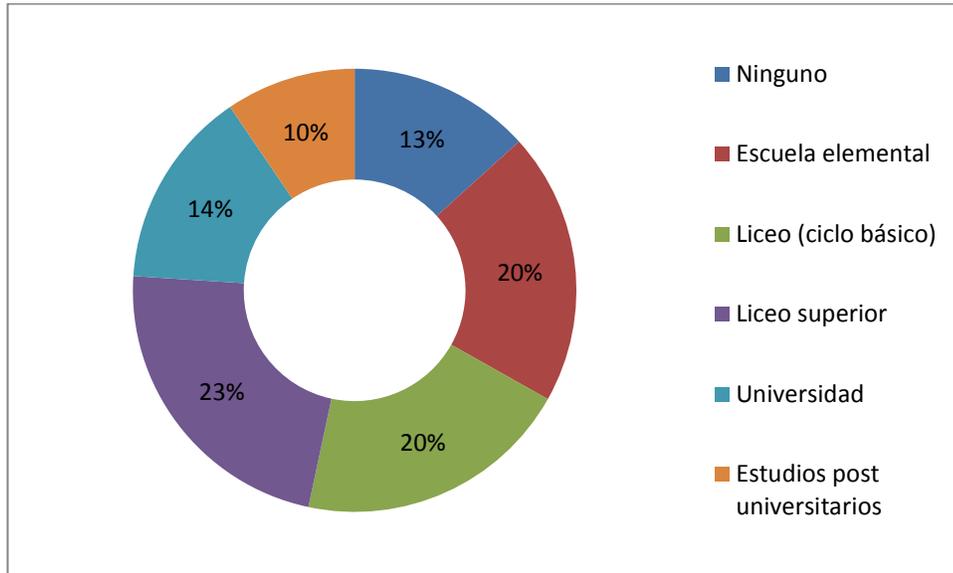


Figura 36 Nivel educativo de quienes vierten en Ciudad de Méjico (a partir de datos de Muñoz et al 2012)

Se identifica una fuerte relación entre la participación en alguna organización ambiental y el comportamiento respecto a los residuos. La pertenencia a una organización ambiental aumenta en un 4 % la probabilidad de afirmar que nunca se justifica el vertido inadecuado de residuos (Torgler et al 2008).

Las personas casadas declaran verter menos residuos que los solteros. La actividad religiosa no es determinante del comportamiento respecto a los residuos. El nivel de empleo tampoco se verificó como determinante, los

desempleados reportan un alto nivel de cumplimiento de las normas anti vertido (Torgler et al 2008).

Se destaca que la raza o el color de piel no son variables que expliquen los vertidos (Schultz 2013).

8.2 MOTIVOS PARA REALIZAR VERTIDOS

Entender cuáles son los factores que refuerzan la justificación de realizar vertidos es importante para el análisis del tema. En la Figura 37 se muestra los motivos para el vertido identificados en una encuesta realizada en Ciudad de Méjico.

Se desarrollan a continuación los principales motivos.

8.2.1 PEREZA

La mayor parte de las personas declaran que vierten los residuos por pereza, siendo éste uno de los factores determinantes del vertido (Reeve et al 2013, Williams et al 1997).

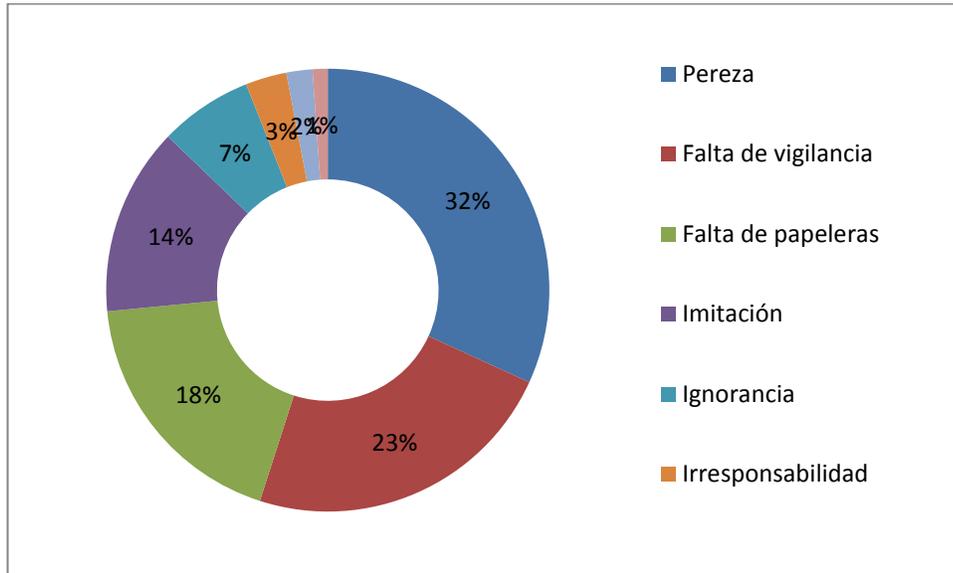


Figura 37 Motivos identificados para el vertido (elaboración propia a partir de datos de Muñoz et al 2012)

8.2.2 CONOCIMIENTO DE LOS RESIDUOS Y DE SU IMPACTO

Existe una falta de percepción de que el vertido de residuos es un problema ambiental importante (Reeve et al 2013, Williams et al 1997). Además hay cierta confusión de qué es considerado un residuo y el impacto ambiental del mismo. Muchos consideran que verter algo pequeño como colillas de cigarrillos y chicles o material biodegradable como comida causa un impacto tan menor que no cuenta como residuo. En particular mucha gente vierte este tipo de residuo al considerarlo “inocuo” y no vierte otro tipo de material (Reeve et al

2013). La población desconoce muchas veces el impacto de los residuos en los ecosistemas y particularmente en los recursos hídricos (Lyndhurst 2012).

8.2.3 RESPONSABILIDAD PERSONAL

La percepción de la responsabilidad personal respecto a cada lugar determina el comportamiento del vertido. Usualmente quienes realizan vertidos tienden a trasladar la responsabilidad individual sobre el espacio hacia la sociedad como un todo o a una institución particular y de esta manera evitar enfocarse en su propio comportamiento (Lyndhurst 2012). La responsabilidad personal se ve disminuida cuando otro es el encargado de realizar la limpieza y cuando los espacios tienden desdibujar la individualidad, por ejemplo en conciertos o encuentros deportivos (Lyndhurst 2012, Reeve et al 2013).

8.2.4 PERTENENCIA COMUNITARIA

Estar orgullosos de un barrio o localidad es uno de los motivos para mantener los espacios limpios y evitar vertidos. Las personas desencantadas o alienadas con la comunidad tienen más tendencias a realizar vertidos (Lyndhurst 2012).

Mayores niveles de identidad y arraigo local están ampliamente relacionados con un comportamiento ambientalmente más responsable. El arraigo

emocional a un lugar se construye a través del significado simbólico que se le da al espacio, y está muy relacionado con el comportamiento de cada persona en cada lugar respecto a los residuos. Entender esta relación ayuda a elaborar estrategias para evitar los vertidos, estrategias con el objetivo de que el acto de verter sea completamente disonante con el significado del lugar. Entre ellas el incluir a los usuarios en la creación y diseño de los espacios es una de las maneras de significar simbólicamente, prevenir el vertido y acumulación de residuos. Gran parte del significado de los espacios está dado a través de la comunicación no verbal. Las claves visuales de los espacios son ampliamente responsables de los significados (Reeve et al 2013).

8.2.5 CREENCIAS DE LA POBLACIÓN

La concientización y la moral de la población son capitales sociales que colaboran al funcionamiento de las políticas públicas, reducen los costos y aumentan la efectividad de las políticas ambientales. La moral motiva a participar en acciones colectivas dirigidas a preservar el medio ambiente. Es particularmente importante enfocarse en comportamientos de cumplimiento voluntario de normas de disposición correcta de residuos, las condiciones en las que esta disposición se produce y las características sociodemográficas de las personas que tienen más probabilidades de cumplir las normas (Torgler et al 2008).

Hay un rango importante de diferencias en lo que la gente piensa y cómo se comporta en relación a los vertidos. Las mujeres y los jóvenes son los grupos más francos en cuanto al vertido (William 1997). Algunos estudios sugieren que hay una relación entre las creencias y el comportamiento respecto a los residuos, mientras otros que esto no se explicita claramente (Lyndhurst 2012).

La mayoría de la gente no es consciente de su comportamiento respecto al vertido de los residuos. Un estudio realizado en Escocia determinó que de aquellos que dicen que no vertieron en el pasado año el 79 % piensa que el vertido no es apropiado bajo ninguna circunstancia, sin embargo la misma creencia alcanza solo el 41 % de aquellos que admiten haber vertido (Keep Scotland Beautiful 2007 apud Lyndhurst 2012). Un estudio realizado en Australia observó y encuestó el comportamiento de las personas respecto a los residuos y determinó que el 76 % de los entrevistados respondieron que nunca es aceptable realizar vertidos inadecuados, sin embargo el 80 % de ellos declaró que realizó vertidos en algún momento de su vida (William 1997). Dada la diferencia entre el comportamiento y la creencia de las personas surgen dudas de si la concientización ambiental es determinante (Lyndhurst 2012).

Las personas con una visión social igualitaria tienden a verter menos que las personas con una visión más individualistas (Lyndhurst 2012).

8.2.6 CULPA

En un estudio realizado en EEUU se identifica que sentirse culpable causa que se vierta menos (Lyndhurst 2012). Al mismo tiempo estudios realizados en Australia determinan que el 67 % de quienes dicen que se sienten culpables incluyen el 64 % de quienes vertieron apenas momentos antes (William 1997). En una encuesta realizada en el Reino Unido se reporta que el 75 % se siente culpable por algún grado de vertido (Keep Britain Tidy 2009, apud Lyndhurst 2012). En una encuesta realizada en Gales (Keep Wales Tidy 2010, apud Lyndhurst 2012) el 51 % de las personas declara que se sienten muy culpables por realizar vertidos, mientras que otro 19 % dice que se siente bastante culpable.

8.2.7 HÁBITOS

Disponer correcta o incorrectamente los residuos se puede volver un comportamiento por defecto, realizado sin pensar (Lyndhurst 2012). En Singapur quienes realizan vertidos declararon que el verter es parte de una “forma de vida” sin ningún pensamiento asociado (Straughan et al 2011).

Existen algunos momentos más favorables que otros para modificar los hábitos. Uno de los más nombrados es cuando los adultos tienen hijos a quienes educar a través de sus propias acciones (Lyndhurst 2012).

8.2.8 NORMAS SOCIALES

En el contexto de vertido de residuos las normas sociales son particularmente relevantes, ya que indican qué comportamientos son aceptados y esperados. La percepción individual en determinado ambiente de que el vertido será aceptado o desaprobado modifica el comportamiento. El contexto social provee las normas sociales. La gente aprende del comportamiento cercano siguiendo el ejemplo de amigos y familia (Lyndhurst 2012).

Existen diferentes tipos de normas: las descriptivas y las normativas propiamente dichas. Las descriptivas indican o describen lo que la mayor parte de la gente hace. La mejor señal de la norma descriptiva existente en cierto espacio es el estado del mismo y el comportamiento respecto a los vertidos. La gente tiende a verter menos en un ambiente limpio. Si un lugar está sucio los mensajes para mantenerlo limpio no son efectivos. La normativa indica lo que se debe realizar. Más allá de una situación coercitiva o penalizadora la mayor ventaja de este tipo de normas es generar presión social que incida en el comportamiento para con los residuos. (Lyndhurst 2012).

8.2.9 CONTEXTO SOCIAL

Estudios realizados determinan que la influencia de pares, amigos y compañeros es muy importante a la hora de determinar los vertidos, siendo aún más importante que la influencia familiar (Lyndhurst 2012).

La influencia de la presencia de pares varía con la edad, siendo los jóvenes los más propensos al vertido mientras están en grupos, aumentando el vertido cuando están en compañía frente a cuando están solos (Lyndhurst 2012). En Australia se observa que la gente menor de 25 años tiene más tendencia a verter cuando está en grupos, mientras que los mayores de 25 años tienden a verter más estando solos (Williams et al 1997). Las razones atrás de este patrón puede sean que los jóvenes son ridiculizados si cambian su camino para tirar los residuos en una papelera (Lyndhurst 2012).

Con el avance de la edad hay un cambio hacia mejores comportamientos respecto a los residuos, tanto personales como grupales (Lyndhurst 2012).

8.3 DÓNDE SE REALIZA EL VERTIDO

El vertido de residuos tiene lugar en contextos particulares. Mucha gente admite verter en algunos lugares y en otros no, o verter ciertos residuos en ciertos lugares. Son las características sociales y espaciales del contexto que

determinan que una persona aplique una norma social u otra (Reeve et al 2013). No todas las combinaciones lugar - residuo son iguales. Algunas tienden a disgustar o provocar más atención que otras: papeles en una playa provocan menos disgusto que vidrios en una playa, restos de comida en un estadio provocan menos disgusto que restos de comida en una iglesia. El significado que se le da a los lugares tiene gran incidencia sobre el comportamiento del vertido, la relación objeto - lugar – actividad – individuo determina el vertido (Lyndhurst 2012).

Lo anterior explica en parte porqué a pesar de que ciertos lugares tienen la infraestructura para una disposición final correcta, ésta no ocurre. Solo el 15% de la heterogeneidad o variación estadística de los residuos se explica a través de variables que describen el contexto (Schultz et al 2013). Esto implica que brindar en dos lugares diferentes la misma infraestructura no asegura el correcto vertido, dado que variará con las personas que lo recorran.

En un estudio realizado en Brisbane, Australia, se identificaron lugares en que los residuos son más numerosos. Las áreas más afectadas fueron las calles peatonales cerca de las terminales de transporte, estacionamientos y áreas con asientos cercanas a hospitales. Se identificaron a priorizar estrategias anti vertido las áreas comerciales en general y plazas de comida en particular. Se

observó que los espacios verdes cercanos a zonas comerciales, de negocios o servicios eran también un destino común de vertido de material (Madhni et al 2009).

Las características de un lugar dan claves sobre cómo es el comportamiento de vertido. Si existen ya residuos sólidos o el lugar carece de mantenimiento se tiende a entender que el vertido es una norma descriptiva aceptable y lo contrario para los lugares limpios y mantenidos. Al mismo tiempo si un lugar es regularmente limpiado o tiene un servicio de limpieza de alta visibilidad se puede interpretar que otro va a tomar la responsabilidad de limpiar, por lo que se alienta el vertido (Lyndhurst 2012).

Los lugares que dan un mensaje de anonimato al usuario, tales como eventos con grandes acumulaciones de gente o autopistas, pueden alentar los vertidos, haciendo a los individuos sentir como que su aporte no contribuye, positiva o negativamente, al estado de limpieza o no van a ser identificados como responsables de los vertidos (Lyndhurst 2012).

Se describen a continuación algunas de las características que definen la disposición a verter en ciertos lugares.

8.3.1 EXISTENCIA DE PAPELERAS

La ausencia de papeleras promueve que los usuarios del espacio piensen que la norma o la costumbre de ese lugar es realizar vertidos. En muchos estudios se ha nombrado la falta de papeleras como una de las razones de realizar vertidos, asociado a la inconveniencia de conservar el residuo hasta encontrar una disposición final adecuada.

La evidencia del impacto de las papeleras en el ambiente es variado. Algunos estudios verifican que la incidencia de papeleras es positiva alentando a la disposición adecuada, que la distancia a las papeleras determina el comportamiento de las personas respecto al vertido. Otros estudios indican que la existencia de papeleras es indiferente: la mayoría de la gente no desvía su camino para encontrar una papelera, por lo que aumentar la cantidad de papeleras es muchas veces inefectivo (Lyndhurst 2012).

Según estudios realizados en Australia más de la mitad de los vertidos ocurre a menos de 5 metros de una papelera. La disponibilidad de papeleras no parece ser entonces un determinante del comportamiento (Williams et al 1997). La Figura 38 muestra el resultado de observar numerosos vertidos y la distancia desde dónde se realiza el vertido a una papelera cercana.

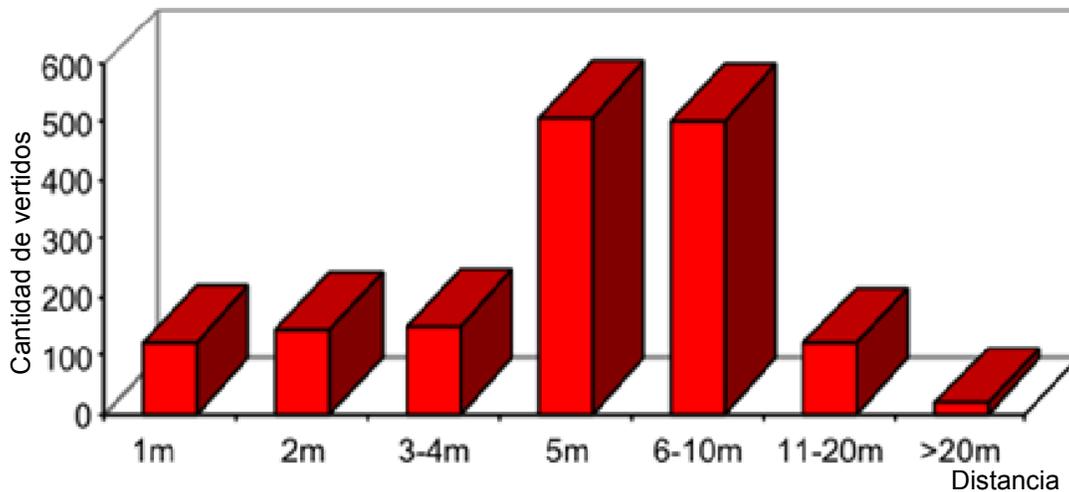


Figura 38 Cantidad de vertidos observados dependiendo de la distancia a la papelerera más cercana (adaptado de Williams et al 1997)

En un estudio realizado en Estados Unidos la existencia de papeleras en las locaciones fue la característica del ambiente que más explicó las tasas de vertido. Las tasas de vertido fueron mayores en los lugares que no tenían receptáculos para los residuos sólidos. Se estimó que por cada papelerera agregada a un lugar se disminuye un 1 % la tasa de vertido (Schultz et al 2013). A pesar de que hubo muchos vertidos muy cercanos a papeleras la mayoría de los vertidos ocurrieron a cierta distancia de las mismas. La distancia media entre el punto de vertido y las papeleras fue de 8 m, que no difiere mucho del estudio previo (Williams 1997) nombrado anteriormente. Se destaca que es una

distancia pequeña, acusa que las personas no cambian su camino para realizar vertidos adecuados. En este estudio se determinó que la tasa de vertido permanece bastante constante (12 %) hasta 6 m de las papeleras, luego aumenta linealmente hasta llegar con una tasa de vertido del 30 % a una distancia de 18 m y luego se mantiene bastante constante en aproximadamente el 30% (Schultz et al 2013). El área de incidencia de una papeleras es entonces de menos de 20 m.

La disponibilidad y el estado de las papeleras también afectan el comportamiento. La cantidad de papeleras, el espaciado y el estado de las mismas interactúa con la pereza de las personas y la conveniencia de disponerlo en papeleras o incorrectamente (Lyndhurst 2012).

Usualmente las personas no utilizan papeleras disponibles pero desbordadas o con residuos alrededor (Lyndhurst 2012). Usualmente las personas que se encuentran con una papeleras llena no se llevan consigo sus residuos, sino que los depositan cerca de la papeleras. La mitad de las personas con este comportamiento no considera que eso sea una disposición incorrecta de residuos (Williams et al 1997). Si existe una percepción que la zona con papeleras es sucia, no sólo por residuos sino por ejemplo si hay grafitis o las papeleras están en mal estado, las personas no se dirigen hasta allí para verter. Por todo lo

anterior se recomienda la utilización de papeleras bien diseñadas y atractivas, así como la realización de una limpieza del entorno y un mantenimiento periódico (Lyndhurst 2012).

8.3.2 EXISTENCIA DE VERTIDO PREVIO

Una de las características del ambiente que define el comportamiento respecto a los vertidos es la existencia de residuos previos. Se identifican tasas de vertido mayores al existir ya un vertido previo o en sitios percibidos como sucios o contaminados (Williams et al 1997, Schultz et al 2013).

Los residuos existentes crean la idea de que un nuevo residuo no importa dado que el sitio ya está sucio. En un lugar limpio la gente se siente más culpable de verter, dado que entienden que son la causa directa del problema, mientras que en un lugar sucio esa responsabilidad se diluye. La presencia de residuos puede indicar que la norma social para ese lugar es justamente realizar vertidos (Lyndhurst 2012).

La existencia de vertidos previos es la segunda característica del ambiente que explica las tasas de vertido. Interpretando datos obtenidos en diferentes locaciones de USA se entiende que por cada unidad de vertido previo se aumenta la tasa de vertido en un 2 % (Schultz et al 2013).

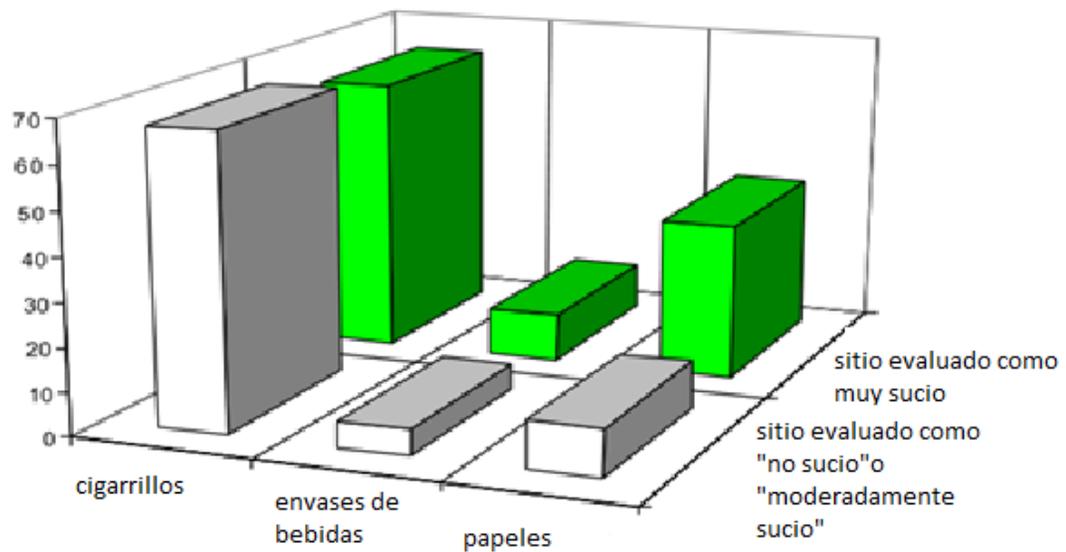


Figura 39 Efectos de los residuos previos para tres tipos diferentes de residuos (adaptado de Williams et al 1997)

Se ha encontrado que la presencia de sólo dos piezas de residuos puede llevar a una persona a concluir que la norma descriptiva del lugar es el vertido y por lo tanto realiza un vertido inadecuado (Cialdini et al 1990).

No solo influye la existencia de residuos previos sino también el estado general del lugar. En una entrevista realizada a un focus group se encontró que en lugares con grafitis el 69 % de las personas realizaban vertidos (Keep Britain Tidy 2010 citado en Lyndhurst 2012).

8.3.3 LOCACIONES ANÓNIMAS

La gente tiende a verter en lugares en los que se sienten anónimos o están fuera de la mirada de otros. El anonimato es particularmente relevante en el caso de los vertidos desde los vehículos (Lyndhurst 2012).



Figura 40 Vertido desde vehículos en Montevideo (Teledoce 2017)

8.4 ESTRATEGIAS PARA UN CAMBIO DE COMPORTAMIENTO RESPECTO A LOS RESIDUOS

Las estrategias de reducción de residuos enfocadas en disminuir el vertido deben realizarse con el objetivo principal de lograr un cambio de comportamiento. Dada la diferencia entre el discurso y la acción los indicadores de gestión deben de apuntar a medir cambios de comportamientos reales más que discursos o lo que la gente dice sobre su comportamiento (Williams et al 1997). Aun así las estrategias no deben estar centradas en la persona sino también en la infraestructura que se deja a disposición. La concientización de las personas sin la disposición de una infraestructura mediante la cual llevar a cabo las acciones es vano.

En las campañas de comunicación anti vertido es bueno no enfocarse en la generalidad de “no verter residuos” sino específicamente en la acción de gestionar directamente el residuo particular: “pon tus residuos en la papelera”. La gente tiende a recibir más los mensajes directos sobre sus acciones que los mensajes generales (Lyndhurst 2012).

Las estrategias deben tener en cuenta diferentes características de los vertidos. Se enumeran algunos ejes de trabajo:

- Necesidad del cambio de hábito. Reconocer que muchos de los vertidos suceden mediante hábitos, cuando la gente no es consciente de esa acción (Williams et al 1997).
- Aprovechar el capital social ambiental. Favorecer que la gente se involucre en organizaciones o actividades ambientales ayuda a prevenir los vertidos. Aprovechar la relación entre capital social, normas sociales y cumplimiento voluntario para generar resultados (Torgler et al 2008). Cuanto más involucrada esté la comunidad, más eficiente será la estrategia (Reeve et al 2013).
- Aumentar la conciencia de qué son los residuos y su impacto ambiental (Lyndhurst 2012).
- Reconocer diferentes patrones de vertido dependiendo de los diferentes objetos vertidos (Williams et al 1997). Apuntar a "ocasiones" específicas, combinaciones de actividades, personas, lugares y residuos, que favorecen los vertidos (Lyndhurst 2012).
- Una clave para evitar los vertidos es mantener los espacios limpios, cuando la comunidad está involucrada en la limpieza el resultado es aún mejor (Schultz et al 2013).

- Disponer de manera correcta papeleras limpias y en buenas condiciones (Schultz et al 2013). Tener en cuenta que la cantidad de residuos presentes en un ambiente es determinante a la hora de evitar futuros vertidos (Reeve et al 2013).
- La normativa que penaliza es más importante en su significado de reafirmar un comportamiento social que en cambiar los comportamientos (Reeve et al 2013). Existen complementariedades entre las fuentes de sanciones externas e internas: las leyes pueden influir sobre las normas sociales y al mismo tiempo la efectividad de las leyes depende de normas sociales preexistentes (Torgler et al 2008).
- El diseño de los espacios públicos debe incorporar señales, pero también evitar zonas cerradas fuera de la vista de todos. La gente responde a las señales que se han instalado recientemente, pero al paso del tiempo el impacto disminuye, por lo que se deben buscar otras estrategias (Reeve et al 2013).
- Priorizar las indicaciones verbales, que parecen ser más eficaces que las señales escritas. Una mayor proximidad e interacción con las personas requiere mayores esfuerzos y costos, pero generalmente redundan en mejores resultados y disminución de la basura (Torgler et al 2008).

- Se debe tener estrategias particulares para los puntos de transición, en particular paradas de ómnibus. Estas estrategias deben incluir la instalación de papeleras así como programas de concientización y cambios de comportamiento (Williams et al 1997).
- El diseño de las papeleras tiene que tener en cuenta el impacto de la frecuencia de recolección y mantenimiento en la efectividad de la infraestructura (Williams et al 1997). Dada la poca distancia entre la mayoría de los vertidos y las papeleras se debe tener en cuenta la conveniencia del punto, que no se deba modificar el camino del peatón para verter en una papeleras. En el diseño se debe tener en cuenta que las papeleras sean visibles, llamativas, con el cuidado de que este tipo de diseño atrae al vandalismo (Reeve et al 2013).
- Se deben incorporar programas de reciclado de residuos (Williams et al 1997, Reeve et al 2013).
- Todas las estrategias deben actualizarse periódicamente, dado que en todas ellas se ha observado una disminución del efecto a lo largo del tiempo. Los eslóganes deben ser cambiados, la señalización remplazada (Reeve et al 2013).

9 CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS EN LA TRAMA HÍDRICA

URBANA

Se presentan dos maneras de estimar la cantidad de residuos presentes en la trama hídrica urbana: la cuantificación directa, recopilando antecedentes de experiencias en cuantificación y la cuantificación indirecta, recopilando metodologías de estimación de cantidad de residuos en la trama hídrica a partir de datos de la cuenca.

9.1 ESTIMACIÓN INDIRECTA

Las estimaciones teóricas son una guía preliminar para la cuantificación. Sin datos de la cuenca particular es probable que las estimaciones de la cantidad de residuos sean muy aproximadas (Armitage y Rooseboom 2000). Los métodos presentados surgen a partir de experiencias en cuencas particulares, con una hidrología particular. Para extrapolar estas metodologías en otras cuencas se deben calibrar y verificar con datos reales.

Se presentan a continuación cuatro métodos de estimación indirecta de cantidad de residuos transportados por la trama hídrica, se referencia cada método con el nombre de la publicación que lo presenta.

9.1.1 MODELO DE REGRESIÓN PARA PREDECIR RESIDUOS EN LOS DESAGÜES DE AUTOPISTAS LUEGO DE TORMENTAS

Este artículo se presentó en el año 2003 por D. Syrek , M. Kayhanian y S. Meyer para estimar las cargas máximas totales (usualmente nombradas por las siglas en inglés TMDLs, total maximum daily loads) en autopistas. La TMDL es la cantidad máxima de carga contaminante que puede descargarse a los cuerpos receptores de manera de conservar la calidad de agua. Es parte de los compromisos generados a través del Clean Water Act en Estados Unidos. El modelo fue evaluado en cuatro autopistas de Los Ángeles (Syrek et al 2003).

El esquema presente en la Figura 41 muestra la secuencia de cálculos a partir de la estimación de residuos presentes hasta llegar a estimar los residuos presentes en la trama hídrica urbana.

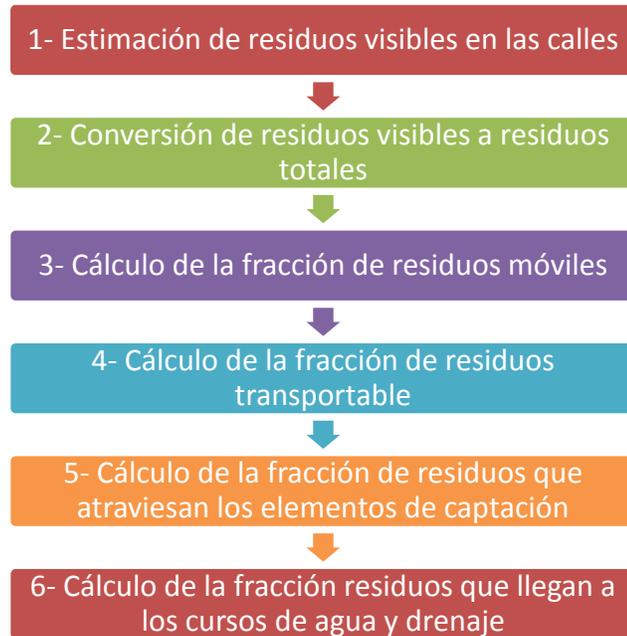


Figura 41 Secuencia de estimación de residuos (adaptado de Syrek et al 2003)

Se muestra a continuación las fórmulas para obtener la fracción de residuos que llegan a los cursos de agua y drenaje propuestos por Syrek et al (2003):

1. Estimación de los residuos visibles en calle

Surge a partir del estudio de la correlación con cinco variables independientes: estado del tiempo, cantidad de población, cantidad de ocupantes por vehículo, tránsito vehicular promedio, cantidad de años de implementación de los programas de minimización de residuos en calles. La fórmula de estimación es la siguiente:

$$L_{vl} = -1347 + 156 \times WI + 0.297 \times CP + 7956 \times OPV - 344.1 \times LPY \\ + 0.07 \times AADT$$

Cabe destacar que los coeficientes están estimados para el caso particular, para otras vías se debe recalibrar el modelo, de cualquier manera se incluyen como ejemplo.

Siendo:

- L_{vl} : Cantidad de residuos por milla lineal
- WI : Índice del estado del tiempo, representa la influencia de las lluvias y la temperatura en la acumulación de residuos. Se deben usar las lluvias acumuladas diarias y la temperatura máxima diaria en los 81 días previos al día de interés. El cálculo del índice es el siguiente (dependiendo de la temperatura):

$$WI_{(F < 54)} = 2.72^{-4.2 + 0.06F} - 0.24Rf, \quad WI_{(54 < F < 75)} = -1.48 + 0.033F - 0.24Rf, \\ WI_{(F > 75)} = 1.99 - 0.014F - 0.21Rf$$

Siendo WI : índice de tiempo, F : temperatura diaria máxima en grados Fahrenheit, Rf : lluvia promedio acumulada diaria en pulgadas.

- *CP* cantidad de población: es recomendable utilizar un dato ajustado de cantidad de población en la zona, dado que esta variable pesa en la estimación.
- *OPV* ocupantes por vehículo: se estima este indicador con la siguiente fórmula $OPV = 0.4 + 0.9\overline{OPV}$, siendo \overline{OPV} un valor regional medio. Se destaca que la estimación del indicador *OPV* está calibrada para la zona en particular; si se utiliza en otra zona se debe recalibrar la fórmula.
- *LPY* antigüedad en años de los programas de gestión de residuos: Este indicador también se calibra para el caso particular, teniendo en cuenta los diferentes programas de limpieza y la antigüedad de cada uno.
- *AADT* tráfico anual diario: En las zonas con variación estacional de tránsito es importante tener los datos promedio de los últimos 81 días. Para este caso particular la fórmula de caracterización es la siguiente:

$$AADT_{ajustada} = 0.60AADT_{1-30d} + 0.28AADT_{31-60d} + 0.12AADT_{61-81d}$$

AADT: Cantidad de vehículos diarios media anual

AADT_{ajustada}: Cuantificación ajustada, de incidencia en este caso particular

2. Conversión de residuos visibles a residuos totales

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$L_{tl} = K_{vt} \times L_{vl}$$

Siendo:

L_{tl} Residuos totales

L_{vl} Residuos visibles

K_{vt} Factor de conversión, que para el caso particular se estima de $K_{vt} = 6,7$

3. Estimación de residuos móviles

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$L_{ml} = K_{ml} \times L_{tl}$$

Siendo:

L_{ml} , conteo de residuos móviles

K_{ml} Factor de conversión de residuos totales a residuos móviles

El factor de conversión depende de la configuración particular de la calle, variando de 0.90 para el caso de calles con muros a los lados a 0.25 para el caso de calles sin muros.

4. Estimación de residuos transportados

La porción de residuos móviles que es transportada por las lluvias depende de la lluvia acumulada total, la intensidad máxima y la cantidad de días secos previos:

- Impacto de la lluvia acumulada total: Se estima que para lluvias de más de 2 pulgadas (50 mm) de precipitación se reduce aproximadamente un 6 % el material presente en la calle por pulgada (25 mm) de lluvia.
- Impacto de la intensidad máxima: se estima una reducción de 5.3 % por pulgada/hora de lluvia.
- Impacto de días secos antecedentes: los residuos se reducen en un 0.14 % por día de tiempo seco de lluvia.

La combinación de los anteriores factores resulta:

$$L_{tr} = K_{tr} \times L_{ml} = [5.94\% \times RF + 5.30\% \times RI + 0.14\% \times ADP] \times L_{ml}$$

Siendo:

L_{tr} : Residuos transportados hacia las captaciones

K_{tr} : Factor de conversión entre el material transportado y el material que llega a las captaciones

RF : Lluvia total (in)

RI Intensidad de lluvia (in/hr)

ADP Días secos antecedente.

5. Porción de material que efectivamente pasa las captaciones

No todos los residuos que llegan a las captaciones pasan las mismas. Esta porción depende fuertemente del tipo de captación determinada, en este caso son captaciones con reja.

$$L_{pg} = K_{pg} \times L_{tr},$$

Siendo:

L_{pg} , total de residuos que atraviesan las captaciones

K_{pg} Factor de conversión, fracción. La Tabla 5 muestra, para cada elemento, el factor de conversión adecuado.

Categoría de material	Porcentaje que atraviesa las captaciones
Mezcla de papel	51
Colilla de cigarrillos	100
Trozos de espuma plástica	61
Laminas o film plásticos	52
Trozos plásticos	66
Pedazos de neumáticos	70
Botellas enteras	0
Botellas de vidrio	5
Trozos de aluminio	30
Trozos de otros metales	43
Otros	27
Total de residuos	63

Tabla 5 Factor de conversión (a partir de datos de Syrek et al 2003)

De esta manera se obtiene la fracción de residuos que llegan a los cursos de agua y drenaje.

9.1.2 CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DRENAJE URBANO

La tesis de mismo nombre elaborada por Das Neves en el año 2006 presenta un método de cálculo para cuantificar los residuos que llegan al drenaje.

El método clasifica la recolección por barrido en dos grupos:

- Valores de barrido durante períodos lluviosos
- Valores de barrido colectados en períodos secos

El método parte del presupuesto que existe una faja de valores de precipitación, llamada “precipitación de quiebre” entre los dos grupos y que la diferencia entre la cantidad recolectada entre uno y otro grupo es la porción de residuos que va a la trama hídrica urbana.

Esta metodología parte del presupuesto que no se acumulan residuos en la cuenca, que se realiza un barrido periódico y con una frecuencia mayor a la de lluvias.

La metodología tiene dos etapas: la determinación de la precipitación y posteriormente la determinación de parámetros calculados a partir de estadísticos de ambos grupo.

Para determinar la precipitación de quiebre y la porción de residuos arrastrada por las lluvias y que termina en la trama hídrica urbana se plantean dos metodologías:

Método 1

Existe una serie de valores de precipitación P_i a la que asociada corresponde un valor de barrido M_i . que sucede en un intervalo de tiempo de Δt

Se determina una precipitación de corte P_{ca} . Este valor determina tres grupos de datos, aquellos con precipitación nula, aquellos de precipitación menor a la precipitación de corte (y los datos de barrido asociados) y aquellos con precipitación mayor (y los datos de barrido asociados):

- Grupo 1: valores de días secos: $P = 0$, cantidad de eventos de barrido n_1
- Grupo 2: valores de días lluviosos $P \geq P_{ca}$, cantidad de barridos n_2
- Grupo 3: valores de días de transición $0 < P < P_{ca}$, n_3 barridos

Se calcula la media de los datos de barrido para valores de precipitación mayores o menores a este valor y se toma la media de barrido de los grupos:

$$\bar{L}_1 = \frac{\sum_i^{n_1} M_i}{n_1}, \bar{L}_2 = \frac{\sum_i^{n_2} M_i}{n_2} \text{ y } \bar{L}_3 = \frac{\sum_i^{n_3} M_i}{n_3}.$$

Este procedimiento se repite para diferentes valores de P_c y se identifica el valor de corte; esto es el valor de P_c que plantea un quiebre en los valores de barrido.

Es de esperar que la relación entre las medias sea $\bar{L}_1 > \bar{L}_3 > \bar{L}_2$.

El valor de residuos que va hacia el drenaje, DF , se calcula como;

$$F = n_1 \times (\bar{L}_1 - \bar{L}_2) + n_2 \times (\bar{L}_1 - \bar{L}_3)$$

Método 2

En este método se separan los datos de lluvia y barrido en los tres grupos descritos que anteriormente.

Para cada grupo de datos de barrido se ajusta una distribución estadística. A partir de datos aleatorios de lluvia y de la distribución calculada a través de datos reales se estima un valor medio de barrido y un intervalo de confianza para cada distribución. Se estima de esta manera los valores medios de barrido para cada grupo de datos de lluvia y posteriormente los valores de acumulación en la trama hídrica urbana.

Cabe destacar que la bibliografía que presenta esta metodología no llega a un valor de precipitación de corte satisfactorio a través del cálculo propuesto. Lo justifica por la poca cantidad de datos de barrido y la eventual poca representación de los datos de lluvia, dada la heterogeneidad espacial de precipitaciones.

Se determina entonces una precipitación de corte de 0.5 mm (obtenida mediante análisis bibliográfico) y a partir de los dos métodos estima que aproximadamente el 25 % de lo que se barre habitualmente se deja de barrer en los días de lluvia.

La lluvia de corte depende fuertemente de decisiones de los equipos de trabajo de barrido (si barren o no durante los días de lluvia).

9.1.3 EXPERIENCIAS REALIZADAS EN SUD ÁFRICA

Estas experiencias estiman la carga de residuos en la cuenca, en caso de que no se hayan realizado experiencias de medición locales, fueron desarrolladas por Armitage y Rooseboom y presentadas en los trabajos: The reduction of urban litter in the stormwater drains of South Africa, año 2003, realizado por Neil Armitage y The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: Paper 1 - The quantities involved and catchment litter management options, publicado por Armitage y Rooseboom en el año 2000.

Estos trabajos estiman la carga de residuos en los cursos de agua de la siguiente manera:

$$T = \sum f_{sci}(V_i + B_i)A_i$$

Siendo

T: carga total de residuos en los cursos de agua m³/año

f_{sci} : Factor adimensional de limpieza de calles para cada diferente tipo de uso de suelo. Se calcula mediante la siguiente ecuación: $f_{sci} = (1 - \mu_{diseño})/(1 -$

μ_{dato}) siendo $\mu_{diseño}$ eficiencia anticipada de la limpieza de calles (fracción) y μ_{dato} eficiencia de la limpieza de calles durante las experiencias (fracción). En caso de no haber realizado mediciones la bibliografía determina usar un valor de $f_{sci} = 1$ para calles con barrido regular y 6 para calles sin barrido.

V_i Carga de vegetación para cada tipo de uso. Se recomiendan valores de 0 para áreas sin vegetación hasta $0.6 \text{ m}^3/\text{ha-año}$ o $58 \text{ m}^3/\text{ha-año}$ para zonas de vegetación densa

B_i Carga básica para cada uso, ($\text{m}^3/\text{ha-año}$). En caso de no tener valores registrados in situ se recomiendan las siguientes cargas: $1.2 \text{ m}^3/\text{ha-año}$ para usos comerciales, $0.8 \text{ m}^3/\text{ha-año}$ para uso industrial y $0.01 \text{ m}^3/\text{ha-año}$ para uso residencial.

A_i Área de la cuenca con cada tipo de uso (ha)

9.1.4 MÉTODO PARA ESTIMAR LA CARGA DE RESIDUOS BASE DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE EN APORTES A LA BAHÍA

Este método se presenta en el documento Method to estimate baseline trash loads from bay área municipal stormwater systems realizado por EOA para The Bay Area Stormwater Management Agencies Association, en el año 2011.

Surge asociado a regulaciones que limitan la carga aporte. En particular el Municipal Regional Permit pide reducir la carga de residuos del sistema separativo en 40 % para el año 2014, 70 % para el 2017 y 100 % para el 2022. Para lograr estos porcentajes de reducción se necesita estimar la carga base, para lo que se realiza este estudio.

Determina las cargas de residuos medias por evento, llegando a la siguiente fórmula:

$$EMC_{residuos} = \varepsilon(ADD)^a(TR)^b$$

EMC Concentración media por evento (g/L)

ADD Días secos antecedentes (días)

TR Lluvia total (cm)

ε , a , b parámetros que se deben calibrar, en caso de no tener datos se pueden utilizar los presentes en la Tabla 6.

Parámetros	ε	a	b
Residuos totales húmedos	0.0239	0.206	-0.408
Vegetación húmeda	0.02056	0.215	-0.387
Residuos sólidos húmedos	0.0016	0.360	-0.683
Residuos sólidos secos	0.00095	0.354	-0.694
Residuos biodegradables secos	0.00061	0.245	-1.034
Residuos no biodegradables secos	0.00032	0.336	-0.408

Tabla 6 Parámetros para evaluar la concentración media a de los eventos (EOA 2011)

9.2 CUANTIFICACIÓN DIRECTA

Existen diversas investigaciones que determinan en campo los residuos sólidos que llegan al sistema de drenaje. Los resultados dependen de la cuenca de aporte y el régimen de precipitación. Se destaca que son pocos los trabajos que realizan una cuantificación directa de residuos sólidos en cursos de agua urbanos de países en vías de desarrollo.

Hay una gran variabilidad en las tasas de aporte y en la composición de residuos sólidos relevada en los estudios analizados. Esto responde a la

complejidad de la problemática y a las características socio ambientales, territoriales e hidrometeorológicas de las cuencas estudiadas.

El contexto del estudio que influencia en los resultados está definido en la mayoría de los casos por:

- El uso del suelo. Los resultados dependen del tipo de urbanización; residencial, comercial, industrial. Si una cuenca es rural se debe tomar en cuenta la vegetación de la misma.
- La infraestructura de la cuenca. Los resultados dependen de la existencia o no de red de drenaje, y en caso de que exista el tipo de red; enterrada o a superficie libre y la densidad de la red. Si tiene captaciones se debe analizar el tipo de captaciones; densidad de captaciones y existencia de rejillas a la entrada.
- La gestión de la limpieza urbana y del sistema de drenaje. En particular la frecuencia y tipo de barrido, frecuencia y tipo de recolección de residuos, relación entre la frecuencia de lluvias y frecuencia del barrido, frecuencia de limpieza del sistema de drenaje.
- La temporalidad del estudio. En particular si el estudio estima una carga promedio anual o estima la carga de residuos de cada evento de tormenta, asociada a la magnitud de lluvia.

- Clima. El clima del lugar y condiciones meteorológicas del período de observación influyen fuertemente en los resultados. Existe gran diferencia entre los resultados inmediatamente después de un período seco y los resultados cuando las lluvias son frecuentes.
- Capacidad de transporte y almacenamiento del sistema de la trama hídrica urbana.

Se suma a lo anterior que los estudios presentan diferentes metodologías de recolección, clasificación, tratamiento y análisis del residuo, lo que es un factor de variación importante en los resultados. Algunos estudios colectan el material en canales, otros en las bocas de tormenta o a la salida del sistema de drenaje, algunos estudios utilizan redes de diferente espacio de pasaje, otros cestas o barreras flotantes. Algunos estudios cuantifican el peso húmedo, otros el peso escurrido (se retira húmedo y se deja escurrir unas horas) y otros el peso luego de secado en horno a baja temperatura para retirar la humedad. Muchos estudios brindan resultados pero no especifican las condiciones de recolección o las características de la cuenca, por lo que es difícil comparar valores o extrapolarlos para otras cuencas.

Se presentan a continuación algunos estudios de referencia y posteriormente una tabla comparativa de los mismos.

9.2.1 THE SPRING STUDY, SPRING, SUD AFRICA

Esta investigación se realizó del 1 de diciembre 1990 al 31 de marzo 1991, en el Central Business District en Spring South África. La precipitación anual en esa zona es de 750 mm y sucede mayormente en la época de verano. La cuenca de aporte a la estructura de retención es de 299 ha, 85 % de uso comercial e industrial y 15 % de uso residencial. Se colocó una estructura en el canal capaz de dejar pasar un caudal de 7.5 m³/s antes de que el flujo comenzara a bypassear. En esa estructura se colocó una malla que retiene los sólidos mayores a 20 mm. El bypass en la estructura de retención ocurrió en el 60 % de las tormentas durante cortos períodos (Armitage y Rooseboom 2000).

Catorce muestras de residuos retenidos en la estructura de captación fueron analizadas, resultando en la composición que se observa en la Figura 42. Cabe destacar que la vegetación retenida significa una fracción muy pequeña y no fue registrada (Armitage y Rooseboom 2000).

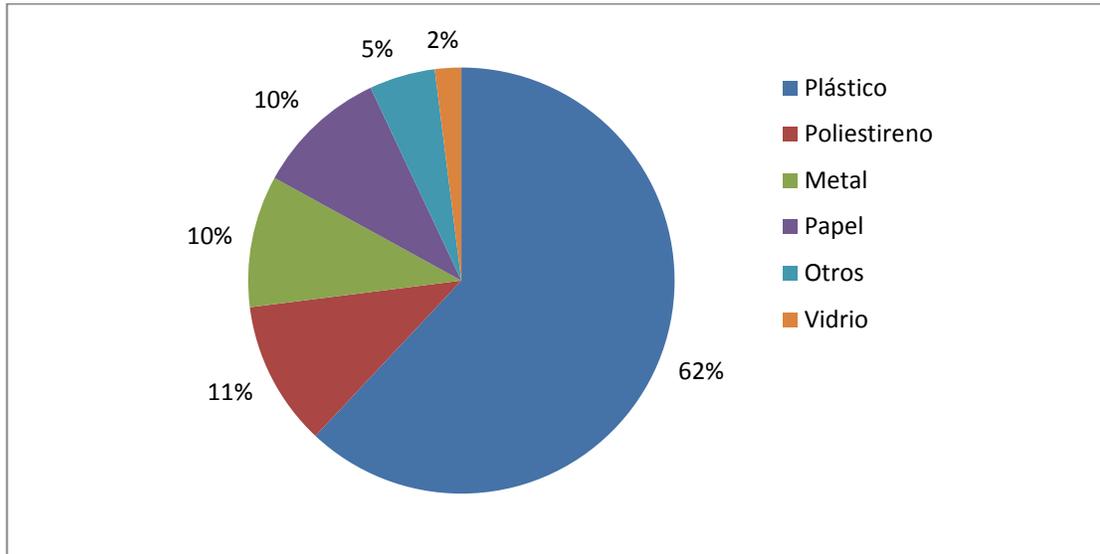


Figura 42 Composición de residuos (adaptada de Armitage y Rooseboom 2000)

La estructura removió unos 106 m³ de residuos lo largo de 32 eventos de tormenta que se dieron en los 122 días de duración de la experiencia. Luego de la estación seca, durante la primera tormenta registrada, se retuvo 3,6 veces más cantidad que durante el resto de las tormentas. La gran carga presente en la primera tormenta responde a la acumulación de residuos a lo largo del período seco (Armitage y Rooseboom 2000).

Extrapolando anualmente los datos para esta cuenca se retirarían unos 186 m³/año de residuos, con una densidad de 95 kg/m³. A lo largo de la experiencia se estimó que la estructura retiene solamente el 72 % de los residuos, por lo que cerca de 71 m³/año pasa la estructura y sigue por el canal. De esta manera

se estima que si la estructura de captación no fuera colocada aproximadamente 257 m³/año de residuos llegarían al canal (Armitage y Rooseboom 2000).

En el mismo período de realización del estudio aproximadamente 1210 m³/año fueron removidos de las calles de la cuenca por los servicios de limpieza. Considerando que todos los residuos que se vierten en las calles son removidos por el barrido y la infraestructura de drenaje, se estima que se vierten en las calles de la cuenca 1467 m³/año, del que el 18 % es conducido hacia el drenaje, lo que resulta en 4.9 m³/ha·año (Armitage y Rooseboom 2000).

Teniendo en cuenta solamente el 85 % del área comercial (despreciando el aporte del área residencial) se estima que hay una contribución de 5.3 m³/ha año, de este aporte 1 m³/ha año es lavado hacia el sistema de drenaje (Armitage y Rooseboom 2000).

Se calculó la correlación entre el volumen removido y los mm de lluvia previa, resultando de 0.40. Este valor no indica una correlación de importancia entre las variables. La Figura 43 muestra el volumen removido vs. las lluvias en los días previos.

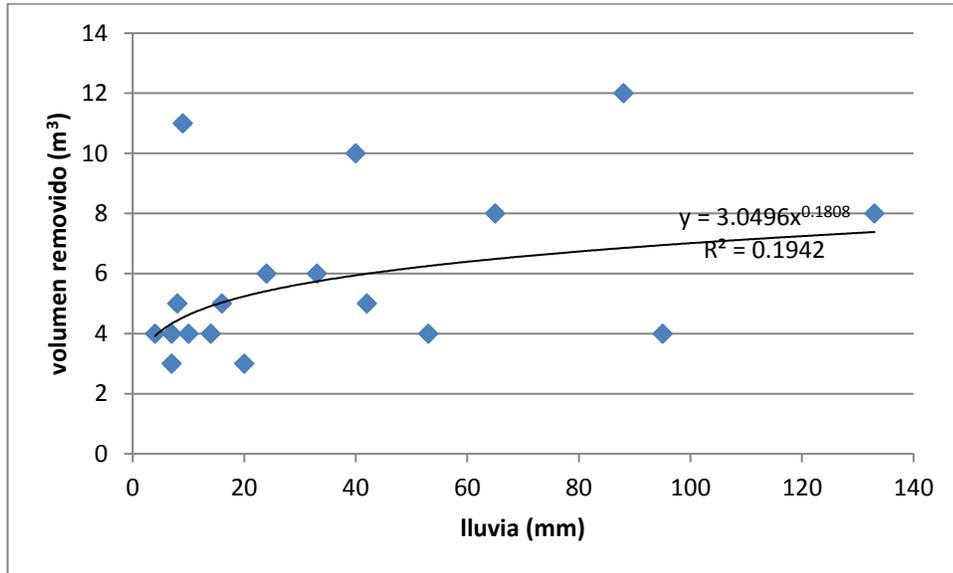


Figura 43 Volumen removido vs. lluvia ocurrida los días previos, (elaboración propia a partir de datos de Arimtage et al 1998)

La Figura 44 muestra la relación entre los días secos previos y el material retenido.

Se calculó la correlación entre el material retenido y los días secos previos, siendo también baja.

La Tabla 7 muestra los valores registrados durante el estudio.

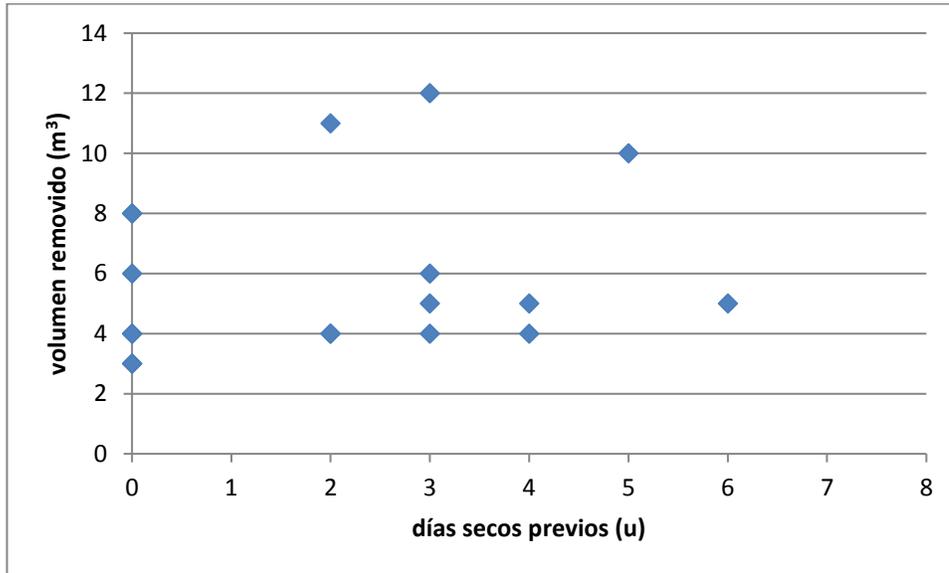


Figura 44 Volumen removido vs. cantidad de días secos previos, (elaboración propia a partir

de datos de Arimtage et al 1998)

Día	Lluvia (mm)	Volumen removido (m³)	Volumen removido por tormenta (m³)
1	0		
3	2		
4	2		
5	0	4	2
6	26		
7	16		
10	0	5	2.5
12	14	4	4
13	7	3	3
14	28		
17	25		
59	0	5	5
61	14		
62	109		
63	10	8	2.7
66	10		
69		4	4
70	7		
73	13		
74		3	1.5
80	88		
83		12	12

18	0	4	2	87	7		
24	3			89		4	4
30	5	5	2.5	95	65		
32	5			96		8	8
34	4	11	5	97	9		
38	14			98	18		
39	10			102	6		
40	0	6	3	105		6	2
41	16			108	40		
46	24	10	5	109	55		2
48	2			110		4	
55	14			122			
				TOTALES	217	52	

Tabla 7 datos del estudio (adaptado de Armitage et al 1998)

9.2.2 THE ROBINSON CANAL TRAP, JOHANNESBURG, SUD AFRICA

La cuenca de este estudio tiene 800 ha, siendo un área muy desarrollada con actividades residenciales, comerciales, industriales y de negocios informales. El clima es similar al caso anterior de Springs, con una precipitación media anual de 750 mm. Se colocó una estructura individual con capacidad para un flujo de 15 m³/s reteniendo partículas menores a 20 mm. Se estima que esta estructura tiene una eficiencia de aproximadamente 70 % (Armitage et al 1998).

Se recolectó en cada lluvia aproximadamente 4.2 a 6 m³. Cantidades mayores de recolección se asocian a períodos sin lluvias mayores a 10 días. Las

primeras lluvias de la estación son las que transportan la mayor cantidad de residuos (Armitage et al 1998).

El material retenido consiste usualmente en cantidades similares de sedimentos (ej. ladrillos, piedras), desechos suspendidos (ej. bolsas de plástico) y flotantes (ej. botellas y envases plásticos). Estimando que en esta zona existen aproximadamente 56 tormentas al año, y suponiendo que todas las tormentas transportan la misma cantidad de residuos los autores concluyen que el drenaje recibe aproximadamente $0.50 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{año}$ o 48 kg/ha año , tomando una densidad de 95 kg/m^3 (Armitage et al 1998).

9.2.3 THE CAPEL SLOOT CULVERTS, CAPE TOWN, SUD AFRICA

La cuenca de aporte tiene un área de 1092 ha, incluyendo una zona poco desarrollada de aproximadamente el 60 % de la cuenca, una zona residencial 18.3 %, parques 8.0 %, industrias 4.2 %, comercios 7.1 %, vías férreas 2.0 %. Se pusieron en las bocas de tormentas redes con una apertura de 75 mm de lado. Las redes se vaciaron aproximadamente 4 veces al año. No se realizaron registros de cada vaciado, pero se estimó que se removieron cada vez aproximadamente 12 m^3 (Armitage et al 1998).

Se estima una carga aporte a las retenciones $0.33 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{año}$ ($31 \text{ kg}/\text{ha}\cdot\text{año}$ asumiendo una densidad de $95 \text{ kg}/\text{m}^3$). No se conoce la eficiencia de la estructura, se la estima de 50 %, por lo que la carga de residuos en la cuenca sería $0.66 \text{ m}^3 / \text{ha}\cdot\text{año}$ (Armitage et al 1998).

9.2.4 MERRY CREEK, MELBOURNE, AUSTRALIA

En 1986 se realizó un estudio de retención y colecta de residuos en esta cañada, donde se puso una barrera de contención flotante en el curso de agua. A pesar de que se estimó que la retención era poco eficiente se pudo recoger material, aunque se desestimó calcular la carga a través de este método. La composición de los productos retenidos (porcentaje referida a la cantidad) fue la siguiente: plásticos 66 %, papel 21 % (Armitage et al 1998).

9.2.5 COBURG, MELBOURNE, AUSTRALIA

El estudio se realizó en Coburg, Melbourne, Australia a lo largo de doce meses entre octubre de 1994 a octubre de 1995, en una cuenca de área 34 km^2 . En las áreas industriales y comerciales se realizaba periódicamente un barrido diario y quincenal en las áreas residenciales. Las bocas de tormenta se limpiaban cada seis meses (Allison et al 1998).

Se monitorearon completamente dos tormentas, correspondientes al 27 de enero y al 6 de abril de 1995. El sistema de muestreo se instalaba al iniciar la tormenta. La Figura 45 muestra la cesta de recolección utilizada. Al mismo tiempo se midieron las precipitaciones en intervalos acumulados de 6 minutos y la velocidad y profundidad en el canal cada dos minutos para determinar el caudal circulante. El material recolectado se guardaba en bolsas impermeables para posteriormente secarse, clasificarse y pesarse (Allison et al 1998).



Figura 45 Sistema de muestreo, a la derecha instalado en un canal, (Allison et al 1998)

Las mayores concentraciones de material sucedieron en los primeros momentos de la tormenta, generalmente el pico de concentración sucedió previo al

pico del hidrograma. Sin embargo el pico de carga sucede durante el pico del hidrograma. Esto determina que al pensarse un tratamiento el mismo debe diseñarse para el pico de caudal. Se observó que las cargas presentes en la cuenca necesitan de varios eventos para ser arrastradas. Cabe destacar que en esta zona, a diferencia de Uruguay, existe una marcada temporada seca y otra húmeda, ver Figura 46 (Allison et al 1998).

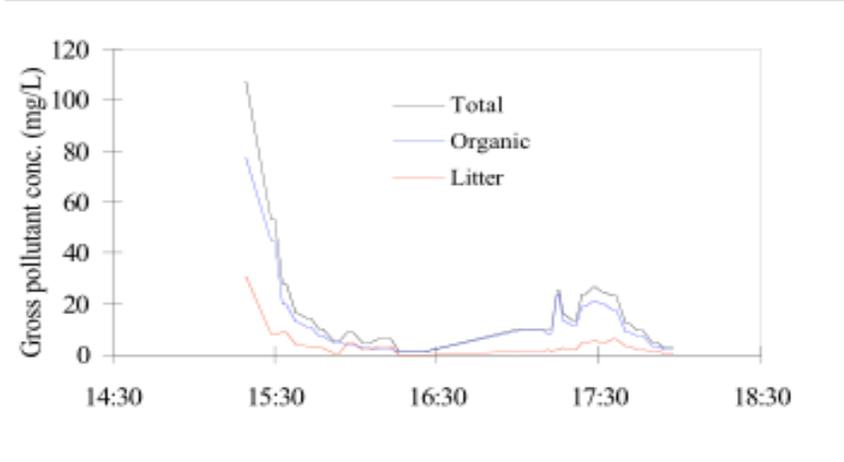
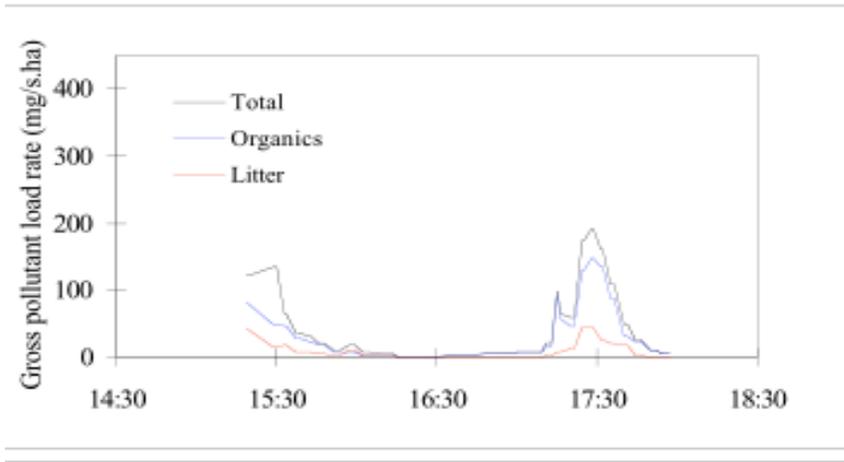
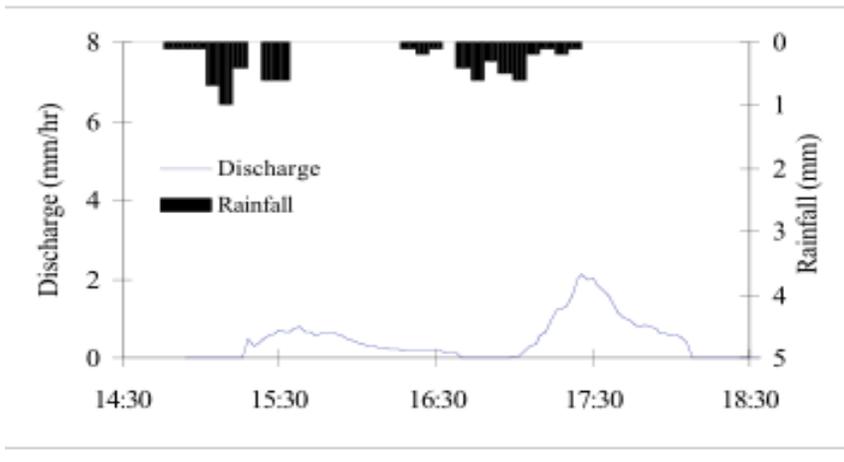


Figura 46 Hietograma, hidrograma y polutograma (Allison et al 1998)

La composición del residuo colectado no varió para diferentes lluvias, pero se observó una importante variación dependiendo del uso de la cuenca (Allison et al 1998). Se muestran los resultados durante dos lluvias, Figura 47 y Figura 48. Cabe destacar que son lluvias muy pequeñas comparadas con las lluvias que suceden en Uruguay, por lo que la capacidad de escurrimiento en nuestro país sería mayor y por lo tanto mayor la capacidad de arrastre del material.

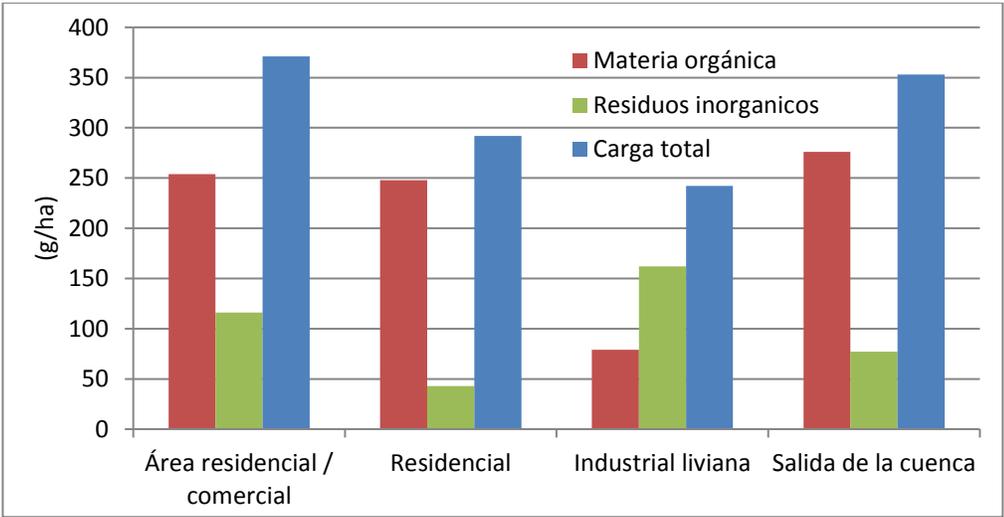


Figura 47 Lluvia del 27 de enero de 1995, precipitación de 7 mm (a partir de Allison et al 1998)

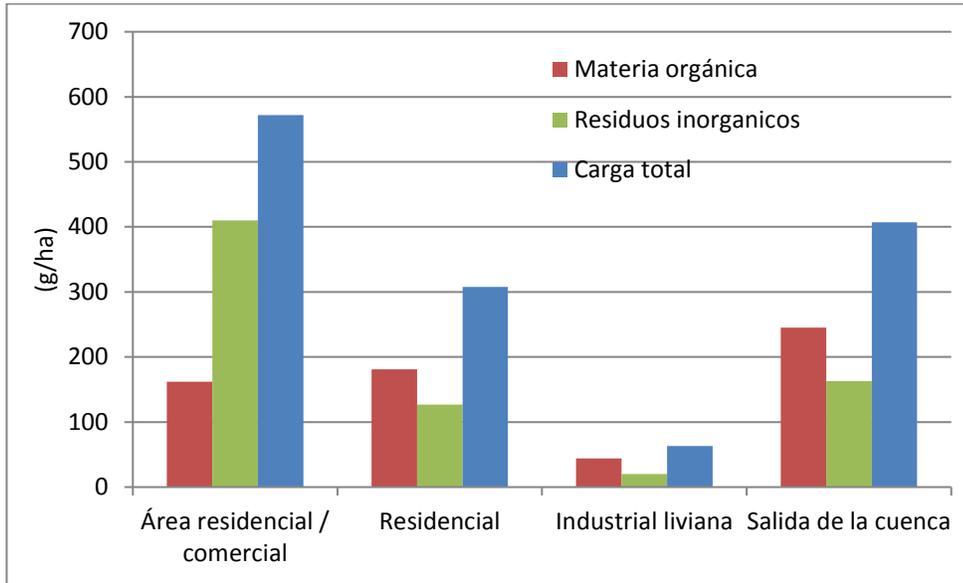


Figura 48 Lluvia del 6 de abril de 1995, precipitación de 12 mm (a partir de Allison et al 1998)

Evento	Cuenca	Área (ha)	Escurrimiento superficial (mm)	Material colectado (seco)		
				Residuos inorgánicos (g/ha)	Materia orgánica (g/ha)	Carga total (g/ha)
27 enero 1995	Área residencial / comercial	15.8	3.4	116	254	371
	Residencial	20.2	2	43	248	292
7 mm de lluvia	Industrial liviana	2.5	1.3	162	79	242
	Salida de la cuenca	150	2.2	77	276	353
6 de abril 1995	Área residencial / comercial	15.8	8.3	410	162	572
	Residencial	20.2	4.6	127	181	308
12 mm de lluvia	Industrial liviana	2.5	2.3	20	44	63
	Salida de la cuenca	150	7.3	163	245	407

Figura 49 Composición para diferentes usos del territorio (adaptado de Allison et al 1998)

La materia orgánica fue lo más recolectado en todos los sitios (65 al 85 % en masa), excepto en el caso del primer evento de lluvia para el área industrial (en el que un gran papel captado distorsionó el resultado). El área comercial / industrial tuvo el mayor componente relativo de papel y el residencial, la mayor proporción relativa en plásticos. Según los autores estas proporciones son similares a otros estudios (Allison et al 1998).

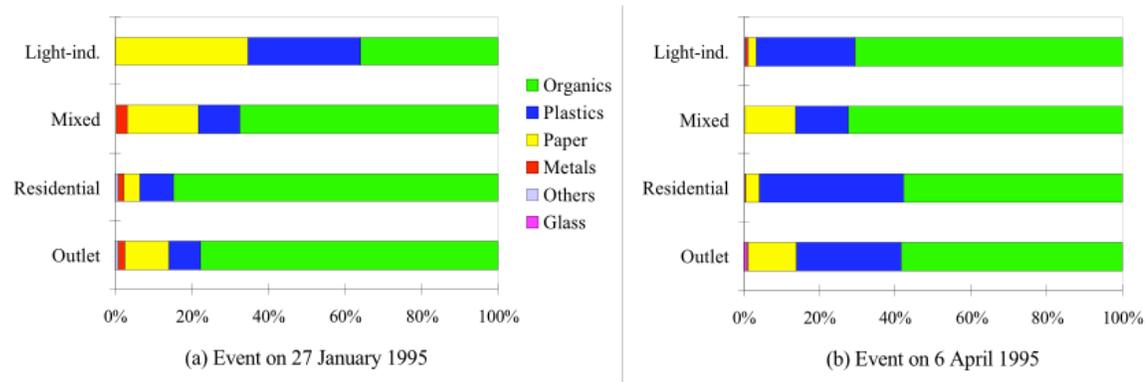


Figura 50 Composición del material colectado para los diferentes lugares y tormentas (de Allison et al 1998)

Promediando los dos eventos de lluvia el aporte por hectárea para cada tipo de uso es el siguiente: área residencial/comercial 472 g/ha, área residencial 300 g/ha, industrial liviana 153 g/ha. Promediando toda la cuenca el aporte es de 380 g/ha (Allison et al 1998).

9.2.6 CAPE TOWN, SUDÁFRICA

Este programa de monitoreo se implementó entre los años 2000 y 2002 en nueve cuencas de Cape Metropolitan Area, parte de la ciudad de Cape Town, Sudáfrica. Para elegir las cuencas de estudio se tuvo en cuenta que los patrones de vertidos de residuos están muy asociados al perfil socioeconómico, por lo que se seleccionaron cuencas con diferentes usos del territorio, nivel medio

de ingresos de su población, densidad de población y nivel de servicios. Los criterios para la selección fueron los siguientes (Marais et al 2004):

- Las cuencas deben tener entre 10 – 30 ha, con un mínimo de 100 bocas de tormenta
- Las cuencas no tienen que recibir aportes desde otras subcuencas
- Se priorizaron cuencas en que el sistema de drenaje termina en un único punto
- Las cuencas tienen un uso del territorio y un perfil socio económico característico
- Las diferentes cuencas seleccionadas cubren diferentes usos, perfiles socio económicos, densidad de población y nivel de servicios
- Se incluyen cuencas con zonas urbanas informales, para poder caracterizar este contexto

Se eligieron las cuencas siguientes, la ubicación se muestra en la Figura 51:

- Imizamo Yethu: Área residencial informal de alta densidad, población de bajos ingresos, sin barrido en las calles. Cuenca de 5.3 ha.

- Ocean View: Área residencial informal de alta densidad, población de bajos ingresos, sin barrido en las calles, condominios densidad de 60hab/ha. Cuenca de 11.5 ha.
- Cape Town C, D y E: Áreas en el centro comercial de Cape Town. Las calles se barren hasta tres veces al día, con eficiencia de remoción del 99 %. La cuenca C tiene 6.6 ha, la cuenca D 2.0 ha y la cuenca E 1.4ha.
- Fresnaye: área de densidad media, población de altos ingresos, padrones individuales y apartamentos. Cuenca de 25.4 ha.
- Summer Greens: área residencial de densidad media (55 hab/ha), población de ingresos medios. Cuenca de 5.3 ha.
- Montague Gardens: Área de industrias ligeras, sin barrido. Cuenca de 14.1 ha.
- Welgemoed: área residencial de baja densidad (15 hab/ha), población de nivel económico alto, sin barrido. Cuenca de 14.4 ha.

Basados en que existe una relación importante entre los perfiles demográficos y el patrón de generación y disposición de los residuos se realizó un análisis detallado de los perfiles demográficos de cada zona a través de datos

censales. Los indicadores tomados en cuenta se dividen en dos grupos principales; aquellos básicos para describir el perfil demográfico y aquellos que describen el acceso a los servicios. Este perfil no se determinó para el caso de la zona comercial e industrial, dado que recibe población desde diferentes lugares y los datos censales corresponden al lugar donde la población habita (Marais et al 2004).

Los datos para determinar el perfil demográfico básico utilizados son perfil racial, edad, propiedad de la vivienda como un indicador del estatus económico (aunque muchas veces los habitantes de zonas informales asumen que son dueños de las viviendas dado que las construyeron ellos mismos, como el caso de Imizamo Yethu), nivel de empleo/desempleo y nivel de ingreso individual. Estos indicadores se muestran en la Tabla 8 (Marais et al 2004).

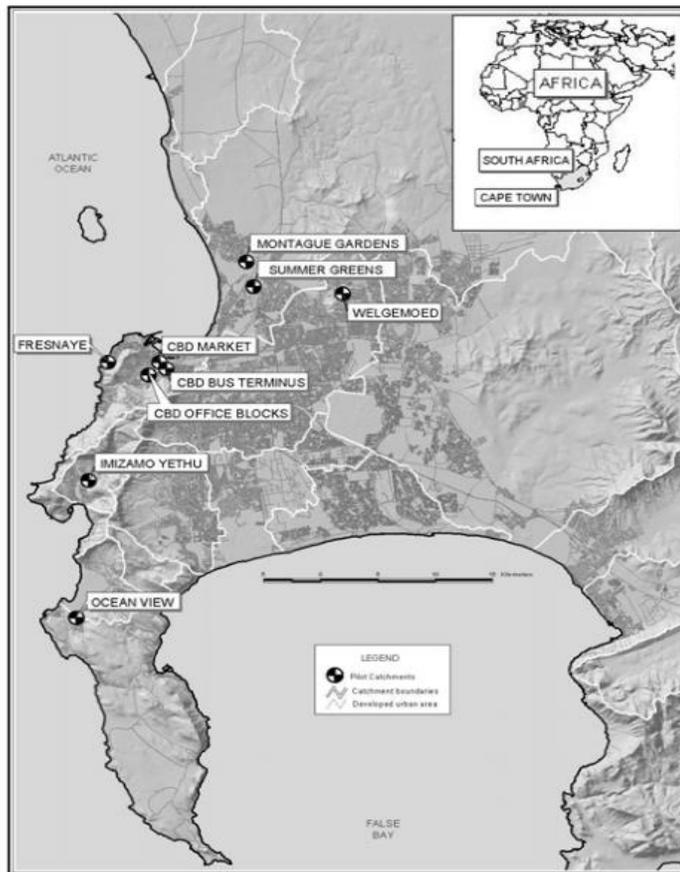


Figura 51 Ubicación de las zonas de estudio (de Marais et al 2004)

Los datos para determinar el acceso a los servicios públicos en la cuenca de estudio fueron los siguientes: abastecimiento de agua, existencia de instalación sanitaria adecuada en la vivienda, remoción de residuos por parte del municipio. La Tabla 9 presenta estos indicadores (Marais et al 2004).

Cuenca	Perfil racial	Edad	Propiedad de la vivienda	Empleo	Ingresos
Imizamo Yethu	Ascendencia negra 87 %	22 % menor de 15 años. Edad media entre 21 a 30 años. 3 % de la población mayor a 60 años 70 % población masculina.	>50 % propietarios. 91 % viviendas de autoconstrucción irregulares	15 % desempleo de personas que buscan trabajo	Bajo nivel de ingresos
Ocean View	Mulatos 95 %	38 % menor de 15 años. Edad media entre 21 a 30 años. 10 % de la población mayor a 60 años.	50 % propietarios. 39 % viviendas en bloques de apartamentos	6 % de desempleo en personas que buscan trabajo. 35 % de empleo	Bajo nivel de ingresos
Fresnaye	Blancos 81 %	Edad media entre 31 a 40 años. 20 % de la población mayor a 60 años.	50 % propietarios. 47 % viviendas en bloques de apartamentos	-	Variado nivel de ingresos
Welgemoed	Blancos 91 %	Edad media entre 31 a 40 años. 10 % de la población mayor a 60 años.	>50 % propietarios. 93 % viviendas de altura	-	Variado nivel de ingresos
Summer Greens	Blancos 47 %, Mulatos 29 %, sin especificar 16 %	Edad media entre 21 a 30 años. 3 % de la población mayor a 60 años	>50 % propietarios. 97 % viviendas de altura	57 % de empleo	Altos ingresos

Tabla 8 Indicadores de perfil demográfico (a partir de datos de Marais et al 2004)

Cuenca	Abastecimiento de agua	Instalaciones sanitarias	Remoción de residuos
Imizamo Yethu	20 % desde red, 40 % desde canillas públicas	56 % de las viviendas con baño con cisterna o baño químico. 22 % de viviendas sin baño	52 % una vez a la semana, 24 % sin remoción de residuos
Ocean View	Mayor del 80 % desde red	96 % de las viviendas con baño con cisterna o baño químico	Más del 97 % una vez a la semana
Fresnaye	Mayor del 80 % desde red	100 % de las viviendas con baño con cisterna o baño químico	Más del 97 % una vez a la semana
Welgemoed	Mayor del 80 % desde red	100 % de las viviendas con baño con cisterna o baño químico	Más del 97 % una vez a la semana
Summer Greens	Mayor del 80 % desde red	100 % de las viviendas con baño con cisterna o baño químico	Más del 97 % una vez a la semana

Tabla 9 Indicadores de acceso a los servicios públicos (a partir de datos de Marais et al 2004)

Se instalaron cestos o trampas de retención en las captaciones a la salida del flujo y en la salida de las tuberías del sistema de drenaje. Teniendo en cuenta todas las cuencas, se tiene una captación con reja cada 2.5 ha (Marais et al 2004). Para definir si las captaciones son suficientes (y por lo tanto el resultado del monitoreo de carga de aporte refleja el presente en el escurrimiento pluvial de la cuenca) se debe tener en cuenta el régimen de lluvias en la zona, pero no se dan datos suficientes para determinar lo anterior.

Se identificó que el análisis de la cantidad de material retenido se distorsionaba por la gran cantidad de arena arrastrada por el agua, particularmente en los barrios de Imizamo Yethu (95 % de la masa registrada fue arena) y Ocean View (69 % de la masa registrada fue arena). Por lo anterior los resultados se expresan de tres maneras: 1) excluyendo arena, 2) excluyendo arena, piedras, vegetación y escombros (este material se asimila a residuos sólidos urbanos), 3) solo vegetación. En estos barrios con niveles de ingresos bajos y muchas zonas irregulares (ver Figura 54) la mayor parte del suelo no se encuentra cubierto y estabilizado por vegetación, lo que influye bastante en la cantidad de arena arrastrada por el escurrimiento pluvial (Marais et al 2004).

La

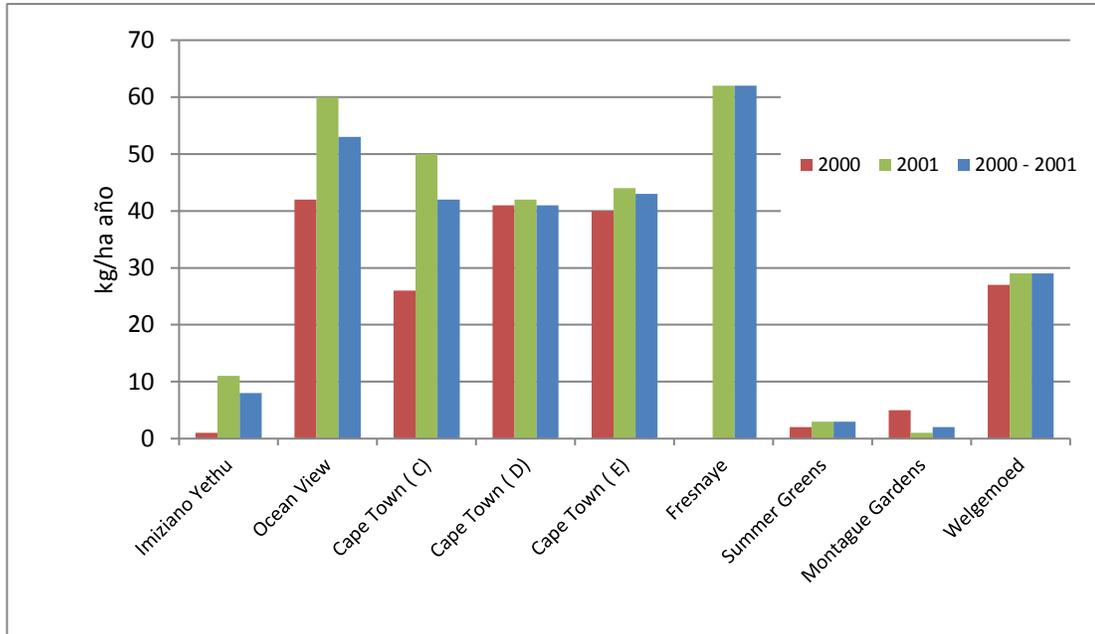
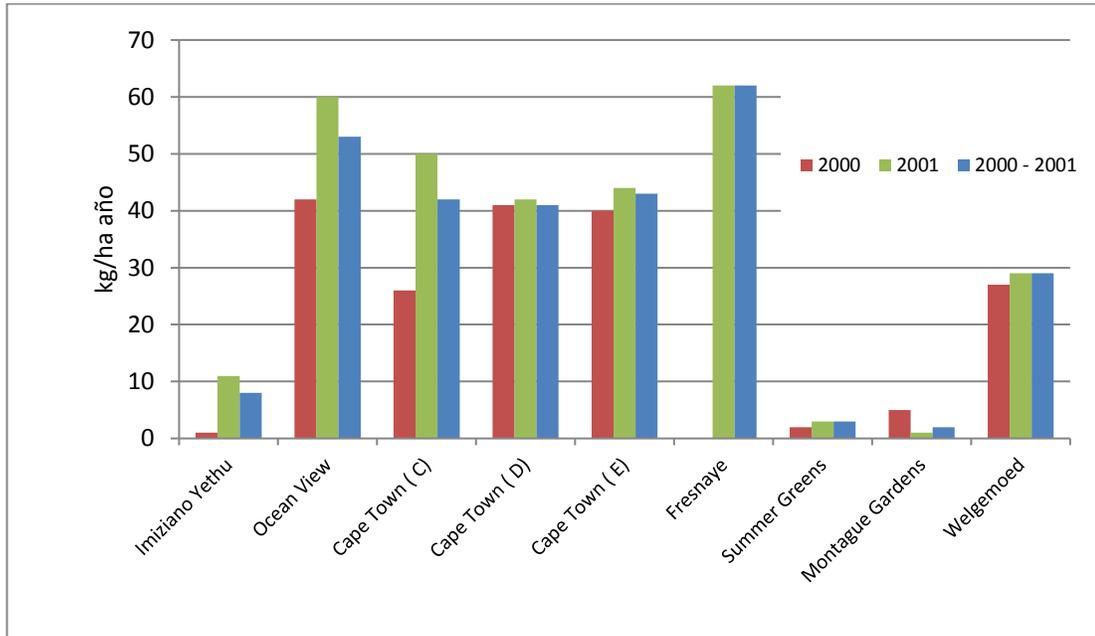


Figura 54 y Tabla 10 muestran los resultados del monitoreo a lo largo del tiempo.

Durante el período de estudio se realizaron cambios administrativos en la ciudad, que implicaron cambios en la gestión de residuos, causando un cambio en las cantidades de residuos registrados en algunas cuencas. Se instalaron rejillas en las bocas de tormenta de Summer Green y Montague Gardens que disminuyeron sensiblemente la carga de residuos en el sistema de drenaje. En Ocean View se realizaron campañas de sensibilización y se aumentó el servicio de recolección (observar en la



54 que disminuyó la carga de residuos asimilables a urbanos y se mantuvo la correspondiente a la vegetación) (Marais et al 2004).

Con la excepción del barrio Ocean View en el año 2000 se observa que a medida que aumenta el nivel medio de salario, baja la cantidad de residuos que llegan al sistema de drenaje (cuando se excluye el valor de vegetación, arena y escombros). Los barrios de mayores ingresos son usualmente los que tienen servicio de recolección de residuos, mientras que los barrios de menores ingresos tienen grandes zonas informales sin este servicio. Al mismo tiempo la densidad de población disminuye a medida que aumentan los ingresos. Esto implica que la carga de residuos por área es siete veces mayor en

Imizamo Yethu comparado con Summer Greens mientras que es sólo el doble si se tiene en cuenta la carga por persona (Marais et al 2004).

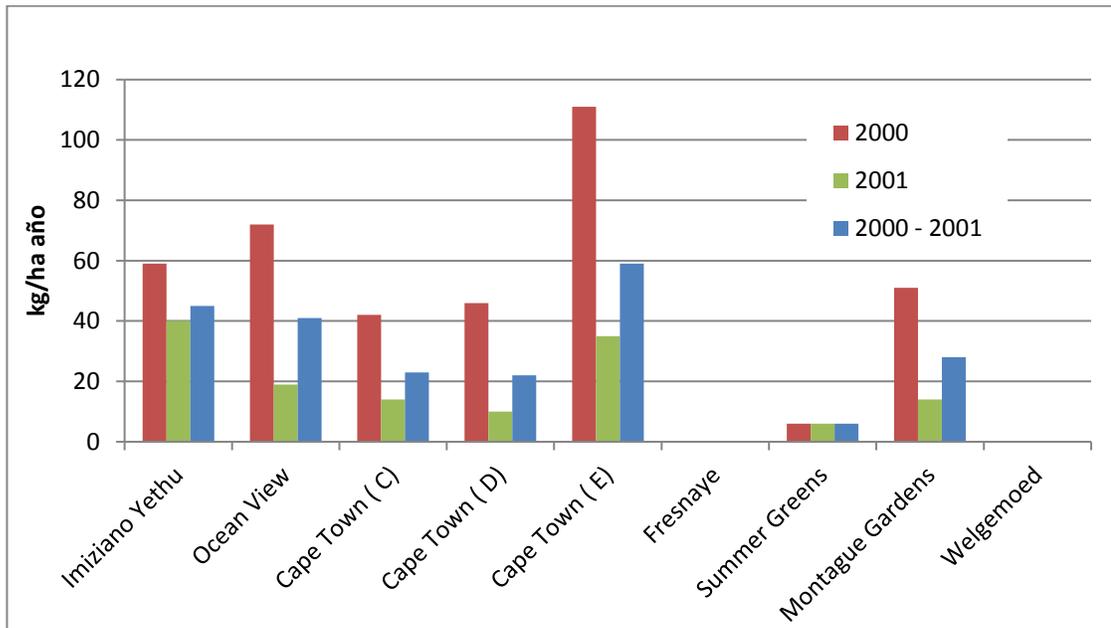


Figura 52 Resultado del monitoreo, residuos asimilables a urbanos (a partir de datos de Marais et al 2004)

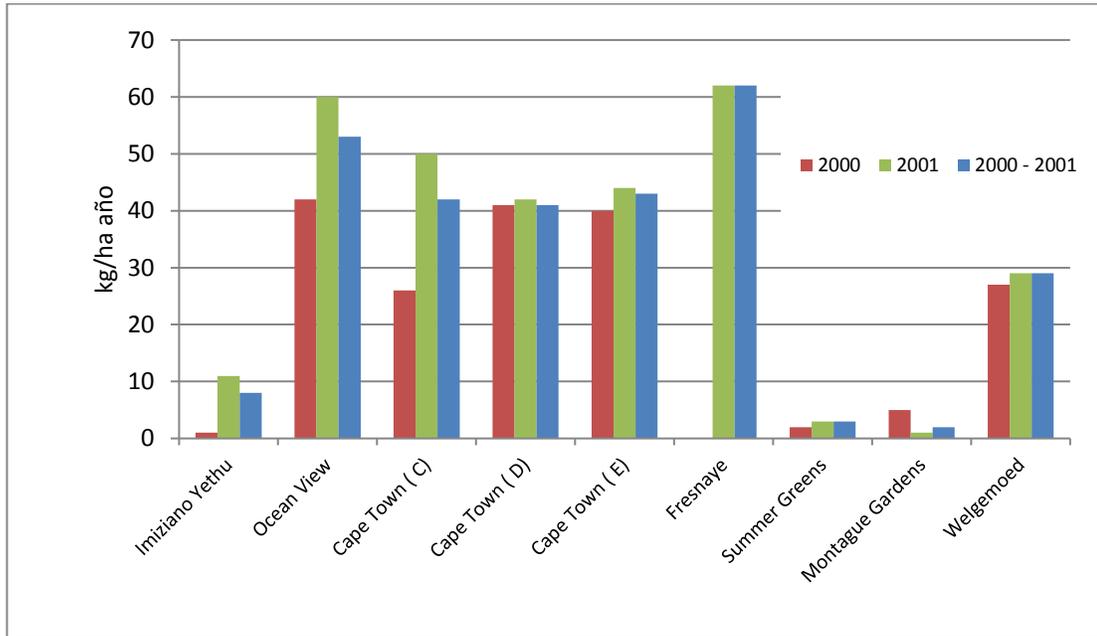


Figura 53 Resultado del monitoreo, vegetación (a partir de datos de Marais et al 2004)

Se observa en la Figura 52 y Figura 53 resultados del monitoreo para el muestreo realizado en el año 2000 y 2001 y un cálculo que engloba el resultado en ambos años, 2000/2001. Dado que el período de monitoreo fueron diferentes en cada año el valor 2001 / 2000 no es un promedio, sino que tiene en cuenta una ponderación temporal.

Cuencas	Carga anual de residuos (kg/ha año)										
	Residuos excluyendo arenas			Asimilable a residuos urbanos			Vegetación			Plástico	Papel
	2000	2001	2000 - 2001	2000	2001	2000 - 2001	2000	2001	2000 - 2001	2000 - 2001	2000 - 2001
Imiziano Yethu	67	55	58	59	40	5	1	11	8	23	4
Ocean View	130	84	102	72	19	41	42	60	53	16	5
Cape Town (C)	69	66	67	42	14	23	26	50	42	9	3
Cape Town (D)	87	56	65	46	10	22	41	42	41	7	3
Cape Town (E)	155	94	113	111	35	59	40	44	43	12	6
Fresnaye		62	62		0	0		62	62	0	0
Summer Greens	20	11	14	6	6	6	2	3	3	1	1
Montague Gardens	86	22	45	51	14	28	5	1	2	6	3
Welgemoed	27	30	29	0	0	0	27	29	29	0	0
Suma	641	480	555	387	138	184	184	302	283	74	25

Tabla 10 Resultado del monitoreo (adaptado de Marais et al 2004)

El vertido ilegal de escombros fue significativo en Summer Greens y Montague Gardens. Durante el estudio se colocaron rejillas en las captaciones, que modificaron la cantidad de material captado. En Summer Greens el aporte de escombros disminuyó al 16 % y en Montague Gardens al 59 %, comprobando la efectividad de la medida (Marais et al 2004).

Se observó que la carga de residuos vegetales es en general del mismo orden que la carga de residuos asimilables a urbanos. El mantenimiento de la vegetación en espacios públicos urbanos se vuelve fundamental para reducir los residuos en el sistema de drenaje (Marais et al 2004).

En las áreas comerciales C, D y E donde se realizaba diariamente barrido y retiro de papeleras se observa que la carga recogida en el drenaje hubiera sido mucho mayor si no se hubieran implementado estas estrategias. Las cargas podrían aumentar hasta 100 veces si se sumara el material retirado por barrido y papeleras, Tabla 11. El barrido y la disposición de papeleras son muy efectivos para la disminución de residuos en el sistema de drenaje (Marais et al 2004).

Cuenca	Retirado en la superficie			Retirado en el drenaje
	Barrido (kg/ha año)	Papeleras (kg/ha año)	Total (kg/ha año)	Asimilables a residuos urbanos (kg/ha año)
C	1852	437	2289	23
D, E	4836	8527	13363	41

Tabla 11 Cargas en el sistema de drenaje vs. retiro de residuos por barrido y papeleras

(adaptado de Marais et al 2004)

Se observa que en todas las cuencas aumentó la carga de plásticos a lo largo del tiempo. Si se excluye el componente de vegetación, escombros y arena se observa que los plásticos contribuyen entre el 19 al 50 % en masa y fueron el mayor componente en casi todas las zonas. Se destaca en este caso que la masa no es un indicador adecuado para medir el impacto de estos contaminantes en los cursos de agua (Marais et al 2004).

La Figura 54 muestra la composición de los residuos retirados del drenaje, el tipo de urbanización de la cuenca, la densidad de población y el ingreso medio.

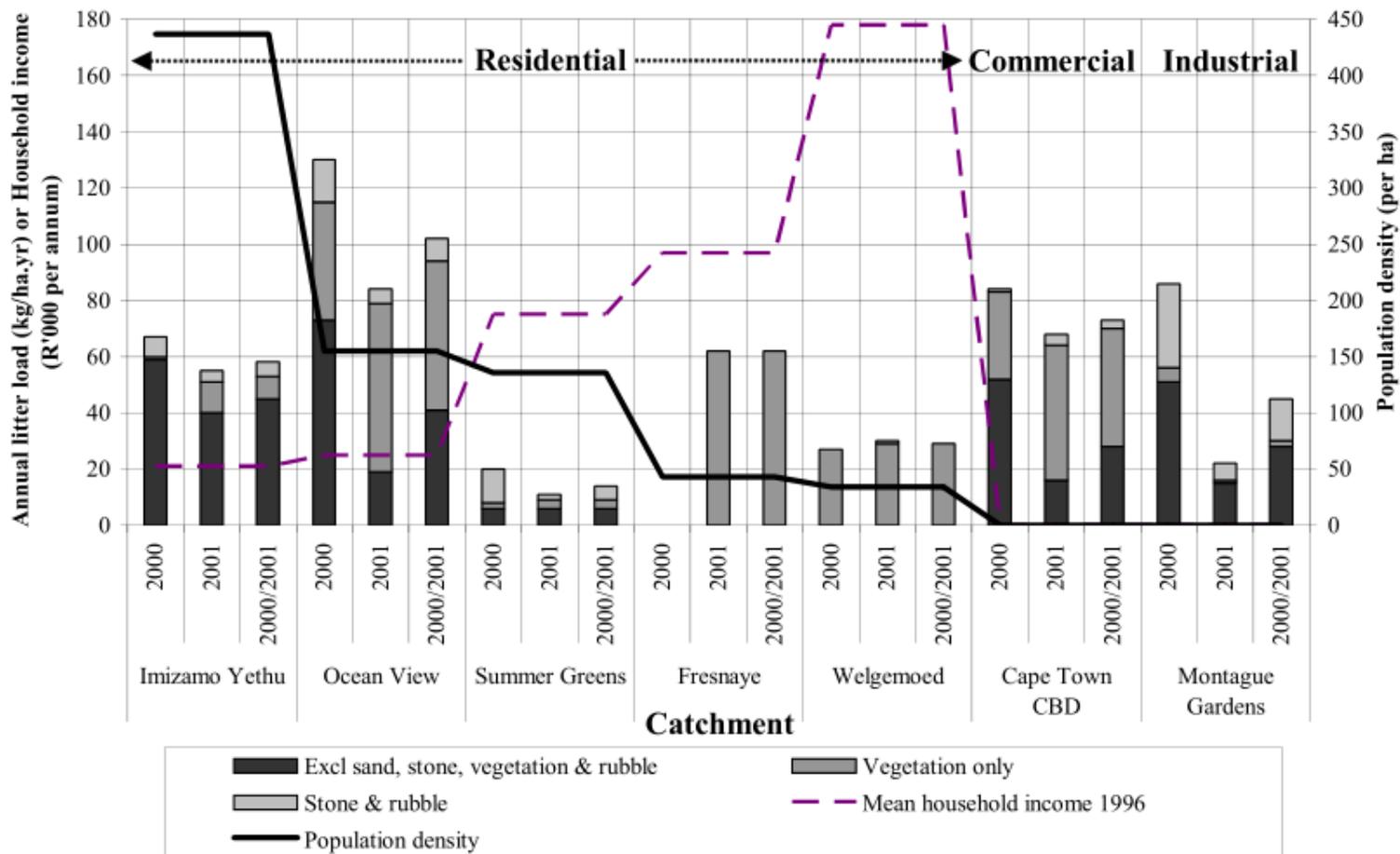


Figura 54 Resultados a lo largo del tiempo (de Marais et al 2004)

Se observa que la densidad y tipo de urbanización no explican totalmente la variación en la carga de residuos asimilables a urbanos (indicados como exceptuando arena, escombros y vegetación). La diferencia en carga registrada para las cuencas de Ocean View y Summer Greens es importante a pesar de tener densidad de población similar. Sin embargo la diferencia en carga entre Imizamo Yethu y Ocean View (con gran diferencia de densidades y similares ingresos) es mucho menor que entre Ocean View y Summer Greens (con densidades similares y gran diferencia de ingresos).

9.2.7 ESTUDIOS SINTETIZADOS POR NEIL ARMITAGE

Estos estudios fueron sintetizados en el paper *The removal of urban solid waste from stormwater drains*. En este trabajo se nombran diversos estudios que estiman cargas de residuos sólidos a las cuencas, pero no se referencia los datos. Al mismo tiempo se presentan valores que condensan experiencias, en las que participó el autor o le son cercanas, y son diferentes a las que se pueden obtener en los artículos que presentan los trabajos originales (Armitage 2003).

Descripción de la cuenca	Carga anual (kg/ha año)	Densidad (kg/m ³)	Carga anual (m ³ /ha año)
Coburg, Melbourne, Australia. Lluvias principalmente en invierno con un medio anual de 730 mm. Cuenca de 150 ha, 25 % comercial, 65 % residencial, 5 % industrial, 5 % parques. Limpieza diaria de calles.			
Carga promedio incluyendo hojas (seca)	30	250	0.4
Carga promedio incluyendo hojas (húmeda, tal como sale de los elementos de captación)	100		
Carga promedio excluyendo hojas (seca)	6		
Carga en áreas comerciales excluyendo hojas (seca)	17		
Carga en áreas residenciales excluyendo hojas (seca)	4		
Carga en área industrial excluyendo hojas (seca)	7.4		
Nueva York, Estados Unidos. Precipitación media anual de 1092 mm. Existe una densidad de alcantarillado de 370m/ha.			
Zona urbana	50	94	-

Descripción de la cuenca	Carga anual (kg/ha año)	Densidad (kg/m ³)	Carga anual (m ³ /ha año)
Springs, Sud África Lluvia principalmente en verano con un promedio de 750 mm anuales			
Promedio previo al barrido de las calles	470	-	-
Promedio previo al barrido de las calles asumiendo que no hay contribución desde las áreas residenciales	550	-	-
Promedio luego del barrido de calles.	82	95	0.86
Promedio luego del barrido de calles, asumiendo que no hay contribución desde el área residencial	95	95	1
Johannesburgo, Sud África Lluvia principalmente en verano con un promedio de 713 mm anuales. Cuenca de 800 ha de área residencial comercial e industrial			
Promedio	48	95 (asumido)	0.5 (asumido)

Descripción de la cuenca	Carga anual (kg/ha año)	Densidad (kg/m ³)	Carga anual (m ³ /ha año)
Cape Town, Sud África. Lluvias principalmente en invierno , medio anual 518 mm			
Ocean View Zona de nivel socioeconómico bajo	104	-	-
Ocean View vegetación	58	-	-
Summer Greens. Densidad y nivel socioeconómico medio, sin vegetación	5.8	-	-
Summer Greens Vegetación	1.9	-	-
Welgemoed. Nivel socioeconómico alto, se excluye vegetación	0.2	-	-
Welgemoed Vegetación	27	-	-
Montague Gardens. Zona industrial, se excluye vegetación	49	-	-
Montague Gardens, vegetación	5	-	-
Cape Town. Centro de negocios. Alta frecuencia de limpieza de calles, se excluye vegetación	49	-	-
Cape Town vegetación	29	-	-

Tabla 12 Estimación de cargas en diferentes experiencias (adaptada de Armitage 2003)

9.2.8 SANTA MARÍA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

En este estudio se probó una técnica para monitorear la producción de residuos en un curso de agua urbano, cuantificar y clasificar los residuos producidos en una región que tiene una recolección formal de residuos y proponer una curva para estimar la carga de residuos en el sistema de drenaje en función de la precipitación (Salles et al 2012).

Se realizó en Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil, en el Río Esperanza, afluente del Río Cadena. La cuenca de aporte a la estructura de control es urbana y tiene un área de 0.57 km² Figura 55, la cuenca es urbana. Para retener los residuos se instaló una trampa rectangular en el lecho del curso, de dimensiones 2 x 1.7 x 0.9 m, Figura 55. La recolección de residuos sólidos se realizó en dos etapas: de abril a mayo del 2008 y de mayo a julio del 2009. Los residuos se colectaron luego de cada tormenta, se clasificaron y pesaron. Durante la realización de la experiencia se recabó la información pluviométrica a través de equipos instalados en la zona (Salles et al 2012).



Figura 55 Izq. Sistema de captación, der. Imagen aérea de la cuenca (de Salles et al 2012)

La Figura 56 muestra el material colectado luego de cada tormenta en relación a la precipitación acumulada y días secos previos. En la mayoría de los casos se observa mayor cantidad de material colectado a mayor cantidad de lluvia. Se observa también la curva de aproximación lineal a la relación lluvia vs. residuos colectados, teniendo la aproximación lineal un buen coeficiente de correlación frente a otras aproximaciones. Para este análisis se obvió el dato de recolección entre abril 2008 y mayo 2009.

El curso de agua tenía una vegetación densa por lo que seguramente mucho material, por ejemplo bolsas, quedaba retenido en los taludes del curso, no llegaba a la trampa de sólidos y no se contabilizó (Salles et al 2012).

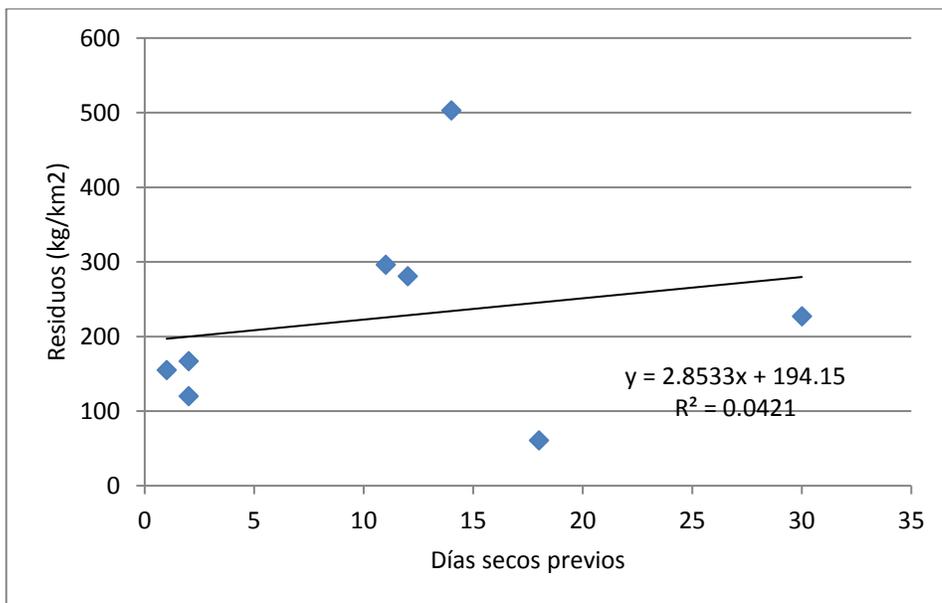
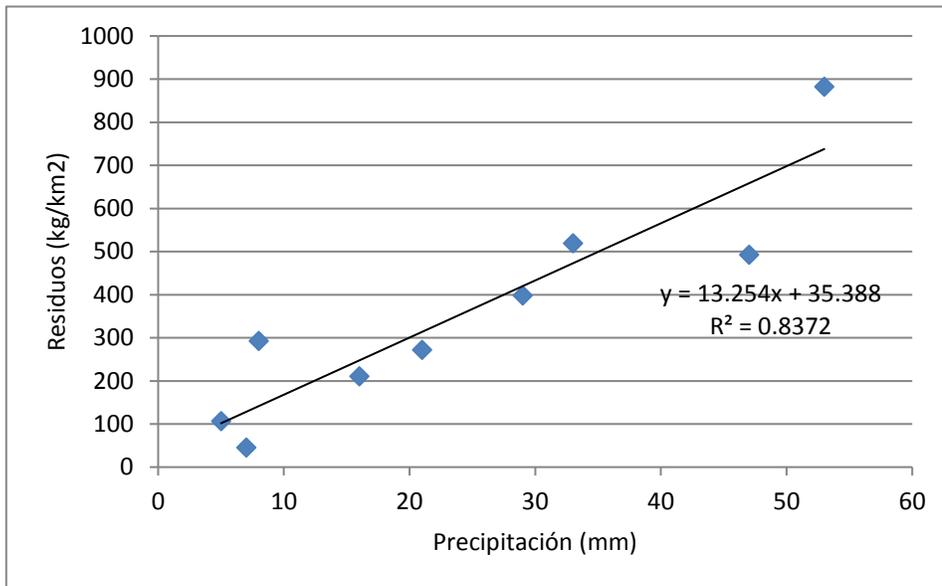


Figura 56 Cuantificación del material recolectado (a partir de datos de Salles et al 2012)

Año	2008				26/04/2008 - 2/05/2009	2009					
	Fecha	10/04	12/04	13/04		13/05	18/05	30/05	8/06	22 - 23/06	21/07
Precipitación (mm)	7	16	21	72	33	8	47	5	53	29	
Días previos secos (u)	-	2	1	396	11	2	12	18	14	30	
Inorgánicos	Plástico (kg)	4	11	13.5	45	48.6	22	48.5	6	82	25
	Metal (kg)v	0	0.5	1	6	1.5	0.5	1	0.2	1	1
	Vidrio (kg)	0	0.5	1	3.5	0.1	0.7	5	0.5	1	7
	Espuma de poliestireno (kg)	2	7.5	0.5	3	0.1	3	0	0	10	6
	Papel (kg)	0	0.5	0	5	3.6	5	2	0	2	0
	Escombros (kg)	0	0	6	0	0.2	0	0	0	34.5	0
	Residuos hospitalarios (kg)	0	0	0	2	0	12	0	0	0	1
	Otros (kg)	2	8	7.5	55	16	7.5	9.5	6	19	10
Orgánicos	Remanentes de comida (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vegetación (kg)	15	82	106.5	224	226.1	94	202.7	45.9	338.5	170
	Procesado de madera (kg)	3	10	18.5	42	0	22	12	2	14.5	7
	TOTAL (kg)	26	120	155	386	296	167	281	61	503	227

Tabla 13 Clasificación (adaptado de Salles et al 2012)

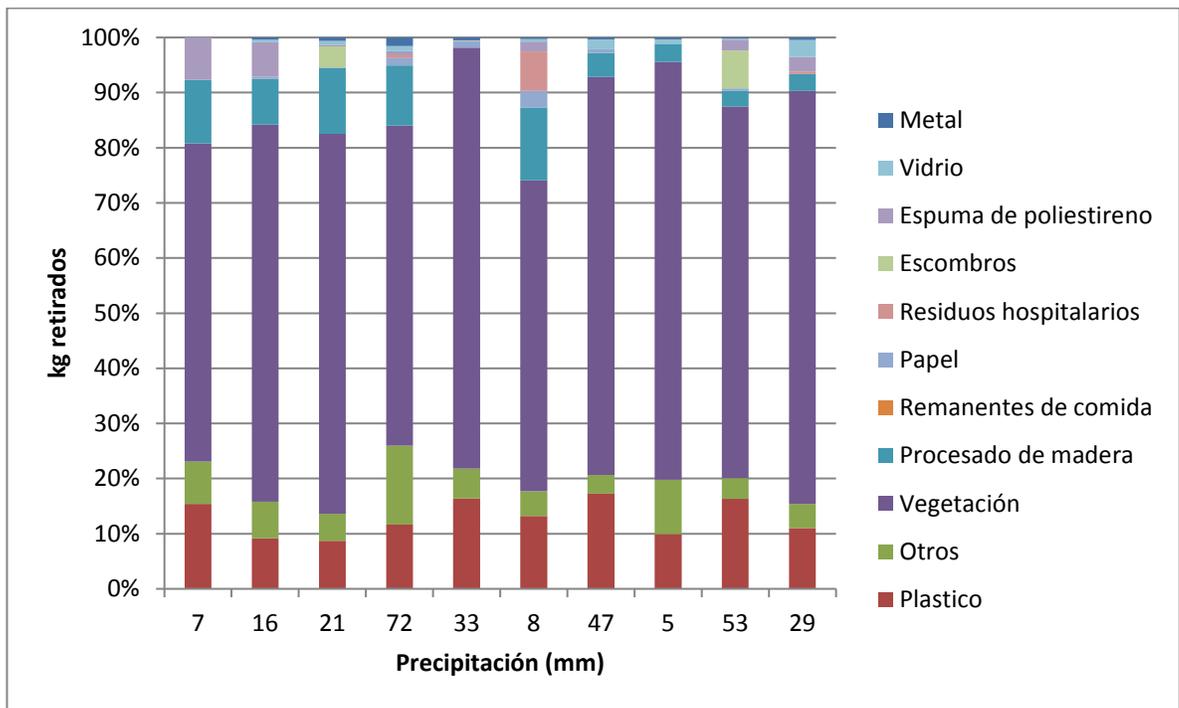


Figura 57 Material retirado y clasificado vs. precipitación, (elaboración propia a partir de datos de Salles et al 2012)

Plástico	Metal	Vidrio	Espuma de poliestireno	Papel	Escombros	Res hosp	Otros	Vegetación	Madera	TOTAL
0.8	0.79	0.46	0.22	0.48	0.36	0.22	0.83	0.84	0.6	0.88
0.91	0.74	0.42	0.32	0.19	0.61	-0.34	0.81	0.94	0.12	0.92

Tabla 14 Correlación entre material retirado y precipitación (elaboración propia a partir de datos de Salles et al 2012)

Teniendo en cuenta todos los eventos el mayor porcentaje de material retirado corresponde a vegetación, que varía entre 56 y 76 % dependiendo de la tormenta. El siguiente es plásticos que varían de 17 % a 9 % dependiendo de la tormenta. La Figura 57 muestra el tipo de material retirado en relación a las diferentes tormentas. La Tabla 14 muestra la correlación entre el peso de material retirado y la precipitación. En la fila superior se calculó la correlación teniendo en cuenta todos los datos y en la inferior obviando la recolección realizada entre abril de 2008 y mayo 2009.

Se pudo observar que la relación entre el total y algunos de los componentes recolectados y la lluvia es importante. En otros componentes es menor ya que depende fuertemente de eventos localizados (por ejemplo la recolección de un colchón) o de una dinámica externa a la lluvia y al arrastre de material que la misma causa como puede ser la poda. Se calculó la correlación entre el material colectado y la cantidad de días secos previos siendo la misma muy baja.

El estudio concluye que si no se toman acciones en esta Cuenca de 0.57 km², un total de 10000 kg/año de residuos continuarán llegando al sistema de drenaje (Salles et al 2012).

9.2.9 CUENCAS CANCELA, ALTO DA COLINA Y TÍO PEDRO, MUNICIPIO DE SANTA MARÍA, BRASIL

Este estudio se enmarca parcialmente en un trabajo de tesis de maestría de la Universidad Federal de Santa María. Para la retención de sólidos se instalaron redes hechas de malla de acero de 70 mm transversalmente al eje de los ríos. Los sólidos retenidos en la malla fueron recolectados periódicamente, luego escurridos, clasificados y pesados (Brites 2005). Se describen las cuencas estudiadas y los resultados obtenidos en la tesis (cuencas Cancela y Alto da Colina), se describe también un trabajo de la misma autora en una tercer cuenca cercana a las anteriores (Tío Pedro).

1. Cuenca hidrográfica Cancela:

Esta cuenca tiene un área es de 4,9 km², población de 18082 hab. y pendiente media 2 %. El análisis de la carga de residuos en cuenca Cancela se desarrolló desde el 8 de abril 2004 al 6 de diciembre 2004. El uso de suelo es el que se

indica en la Tabla 15 correspondiendo a un área urbanizada del 56 % y área impermeable del 35 % (Brites 2005).

Terrenos, jardines	Tejados, veredas	Árboles	Calles	Campo	Suelo expuesto	Agua
18 %	24 %	27 %	11 %	17 %	3 %	<1 %

Tabla 15 Uso de suelo, cuenca Cancela (de Brites 2005)

Esta cuenca no tiene cobertura de red de saneamiento por lo que los cursos de agua presentan gran contaminación por efluentes domésticos. Cabe destacar que debido a la cobertura vegetal a lo largo del curso de agua parte del material, principalmente bolsas, quedaron retenidas a lo largo del tramo, no alcanzando al sistema de captación (Brites 2005).

En la cuenca Cancela debido a problemas de retención del material se instalaron dos redes en serie a una distancia de 20 m una de la otra, Figura 59.

La Figura 60 muestra los valores en masa (escurrida) ya clasificados para cada tormenta.



Figura 58 Cuenca Cancela (de Brites 2005)



Figura 59 Redes en cuenca Cancela, izq. primer red, der. segunda red (de Brites 2005)

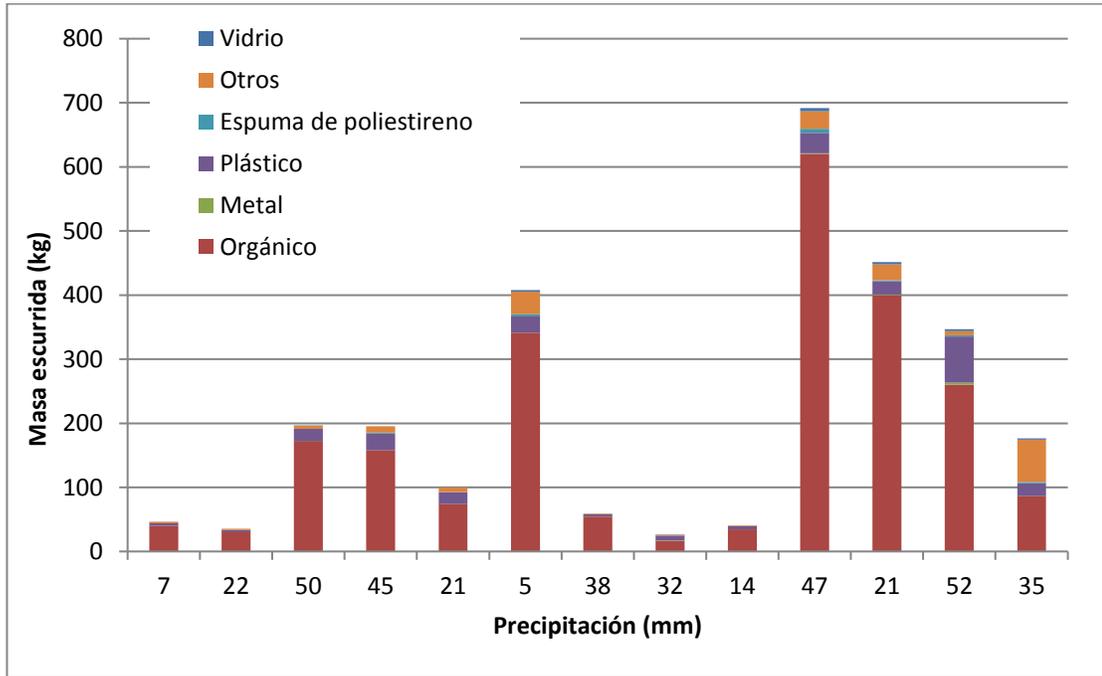


Figura 60 Material clasificado para cada tormenta (a partir de datos de Brites 2005)

Se observa que la mayor parte del material corresponde a materia orgánica, 80 % en peso y 72 % en volumen.

El trabajo además de presentar el volumen y peso retenido en cada tormenta, presenta valores de variables hidrometeorológicas tales como la intensidad media, máxima, precipitación acumulada, escurrimiento total y cantidad de días secos previos a cada tormenta. A partir de los mismos se calcula la correlación entre el peso y volumen retenido y el resto de las variables, Tabla 16. La

mayor correlación es en relación con el volumen de escurrimiento de la tormenta.

	Volumen residuo	Peso
Vol. escurrimiento	0.55	0.57
I media	0.08	-0.02
I máxima	0.42	0.38
P (evento) acumulada	0.29	0.27
Días secos previos	-0.13	-0.12

Tabla 16 Correlación entre volumen y peso de los residuos versus variables hidrometeorológicas (a partir de datos de Brites 2005)

Las gráficas presentes en Figura 61 y Figura 62 muestran el peso y volumen retenido versus algunas variables hidrometeorológicas. Se muestra, en los casos que resulta físicamente coherente, la mejor curva de aproximación calculada.

El transporte de residuos sólidos presenta una tendencia creciente con el volumen de escurrimiento. A diferencia de lo esperado no se observa correlación entre el material transportado y la cantidad de días previos sin lluvias. Se destaca que el régimen de lluvias es frecuente sin marcados períodos secos entre períodos lluviosos.

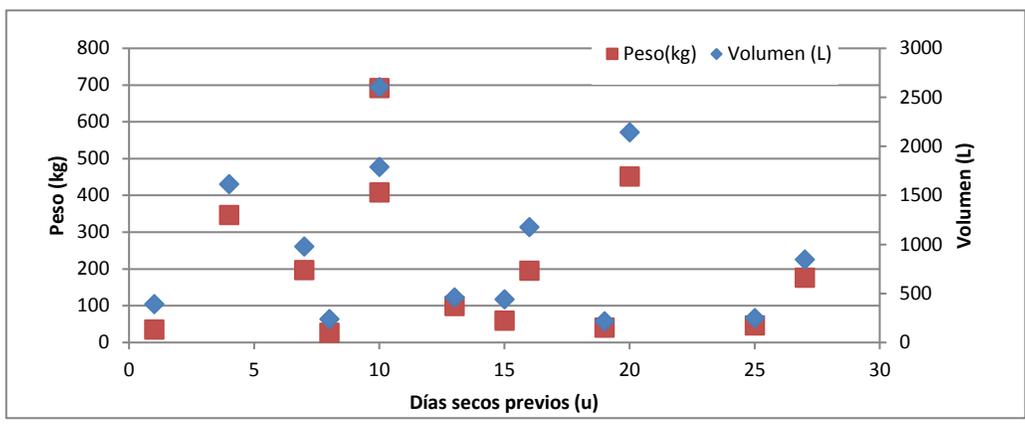
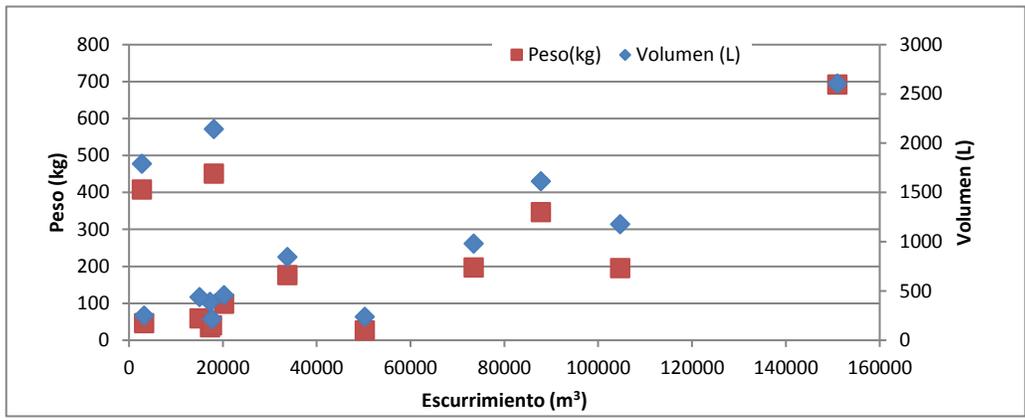


Figura 61 Peso y volumen retenido versus algunas variables hidrometeorológicas (a partir de Brites 2005)

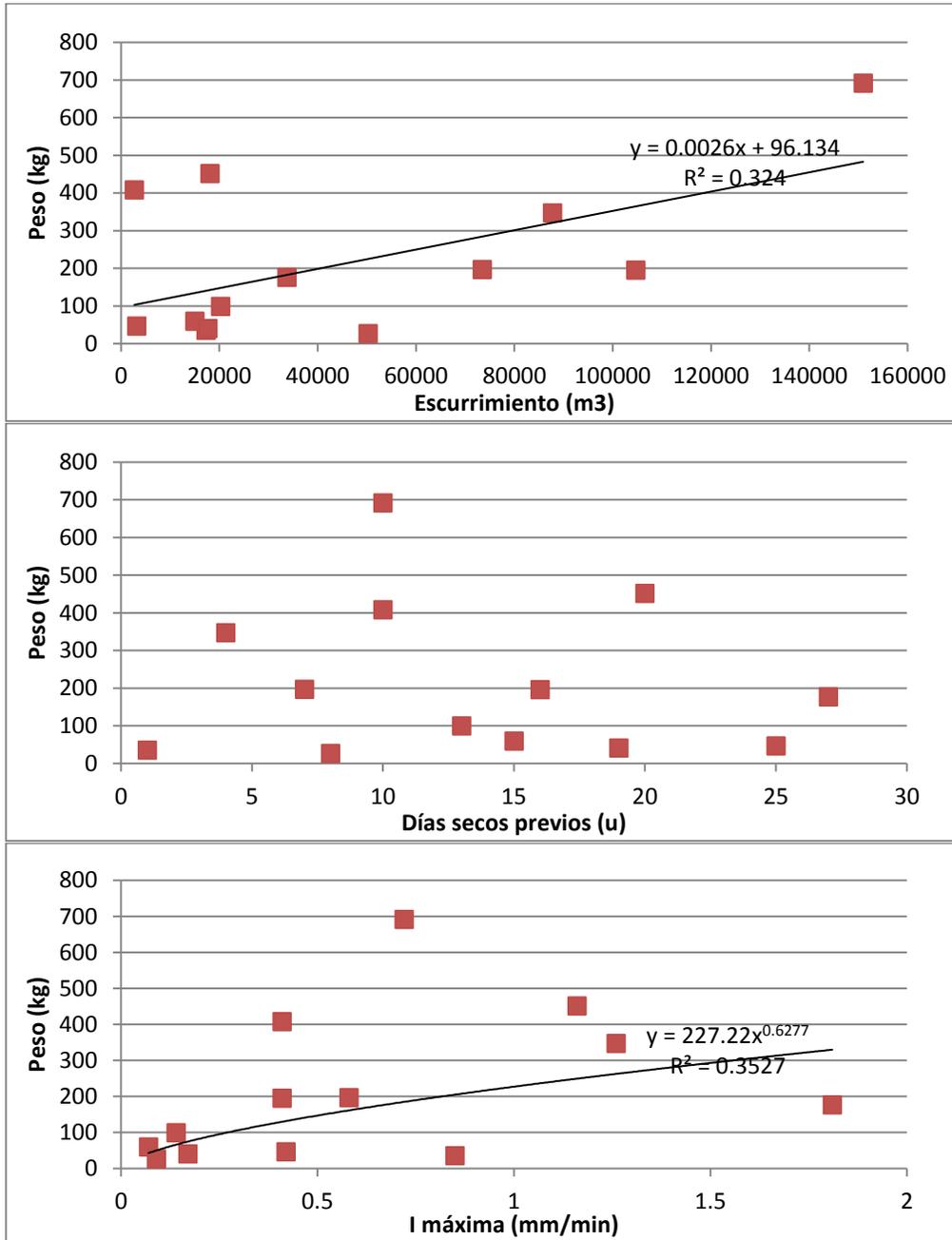


Figura 62 Relación entre el peso y variables hidrometeorológicas (elaboración propia a partir de Brites 2005)

2. Cuenca Alto da Colina

La cuenca Alto da Colina tiene un área rural (aguas arriba) de 1,90 km² y un área urbana (aguas abajo) de 1,44 km² Figura 63. Tiene una población de 1972 habitantes. El área urbana tiene cobertura de saneamiento (Brites 2005).

Pas-tura	Agua	Agri-cultura	Vergel	Suelo ex-puesto	Vegeta-ción ribera	Vegeta-ción nativa	Área ur-banizada	Área im-permeable
31 %	0 %	28 %	1 %	6 %	3 %	9 %	22 %	12 %

Tabla 17 Uso de suelo en cuenca Alto da Colina (Brites 2005)

El material en esta cuenca fue recolectado entre el 18 junio 2004 y el 7 diciembre 2004. En este caso se utilizó una sola red que se muestra en la Figura 64.

La Figura 65 muestra los valores en masa ya clasificados para cada tormenta y la Tabla 18 el total de masa y volumen retenido a lo largo de la investigación.

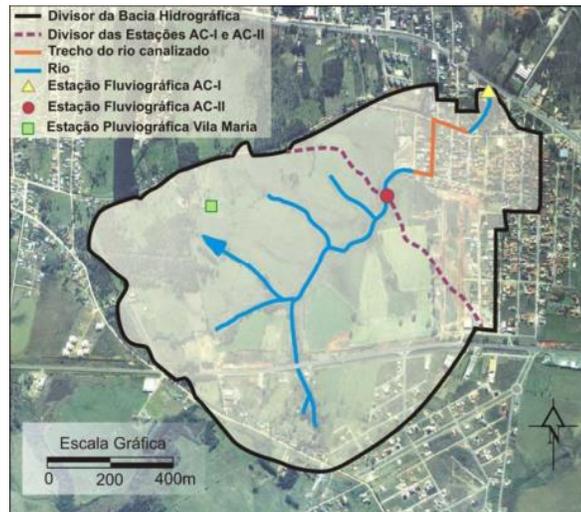


Figura 63 Cuenca Alto da colina (de Brites 2005)



Figura 64 Red en Alto da Colina, (de Brites et al SF1)

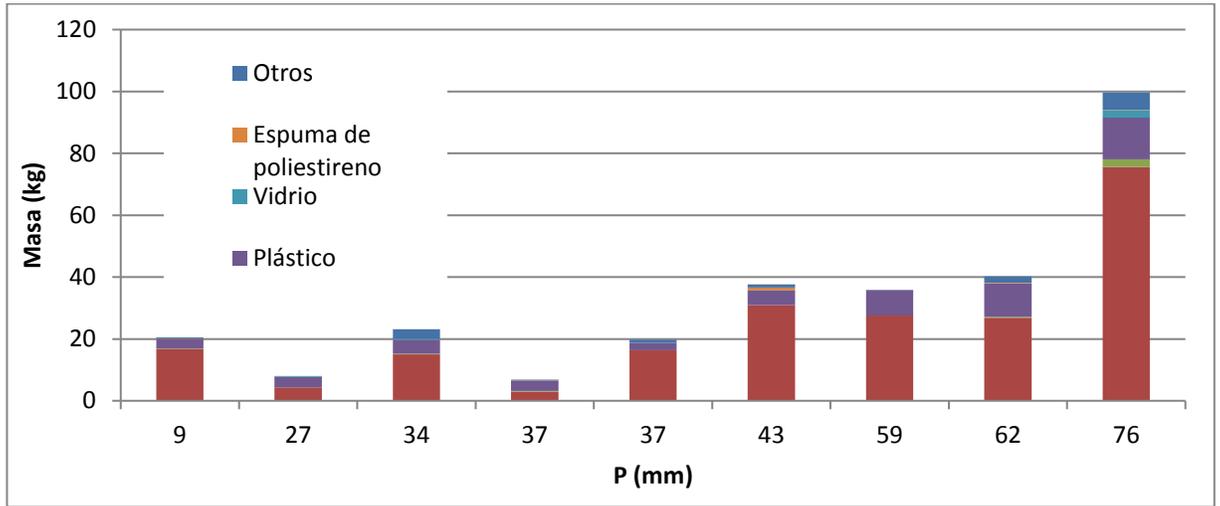


Figura 65 Valores para cada tormenta (a partir de datos de Brites 2005)

	Orgánico		Plástico		Metal		Espuma de poliestireno		Vidrio		Otros		Total	
	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)	Peso (kg)	Vol. (L)
Total	216.5	1740	64	803	3.4	35	1.3	30	3.3	21.5	13.1	138	301.6	2767.8
%	69.1	62.9	24.7	29	0.8	1.3	0.5	1.1	1	0.8	3.8	5	100	100

Tabla 18 Masa y volumen total captado (a partir de datos de Brites 2005)

La mayor parte del material retenido es materia orgánica (aprox. 70 % en masa y 63 % en volumen), en su mayoría hojas y ramas pequeñas.

A partir de los valores de volumen y peso retenidos y de variables hidrometeorológicas se calcula la correlación entre el peso y volumen retenido y el resto de las variables, Tabla 16. La mayor correlación es en relación con el volumen

de escurrimiento de la tormenta y en segundo lugar la precipitación acumulada. Se observan correlaciones mayores a las presentes en la cuenca Cancela. Al igual que en esa cuenca, no hay relación con la cantidad de días secos previos.

	Volumen residuo	Peso
Vol. escurrimiento (m³)	0.80	0.89
I media (mm/h)	0.03	0.05
I máxima(mm/min)	-0.10	-0.30
P acumulada (mm)	0.72	0.77
Días secos previos	-0.44	-0.53

Tabla 19 Correlación entre recolección y variables hidrometeorológicas (a partir de datos de Brites 2005)

Es importante destacar la diferencia en la composición de espuma de poliestireno, esto se debe a que en la cuenca Cancela hubo una emisión puntual de ese material, que tiene poco aporte en peso pero mucho aporte en volumen.

El transporte de residuos sólidos presenta una tendencia creciente con el volumen de escurrimiento y la precipitación acumulada, Figura 66. A diferencia de lo esperado no se observa correlación entre el material transportado y la cantidad de días previos sin lluvias. Se destaca que el régimen de lluvias es frecuente sin marcados períodos secos entre períodos lluviosos.

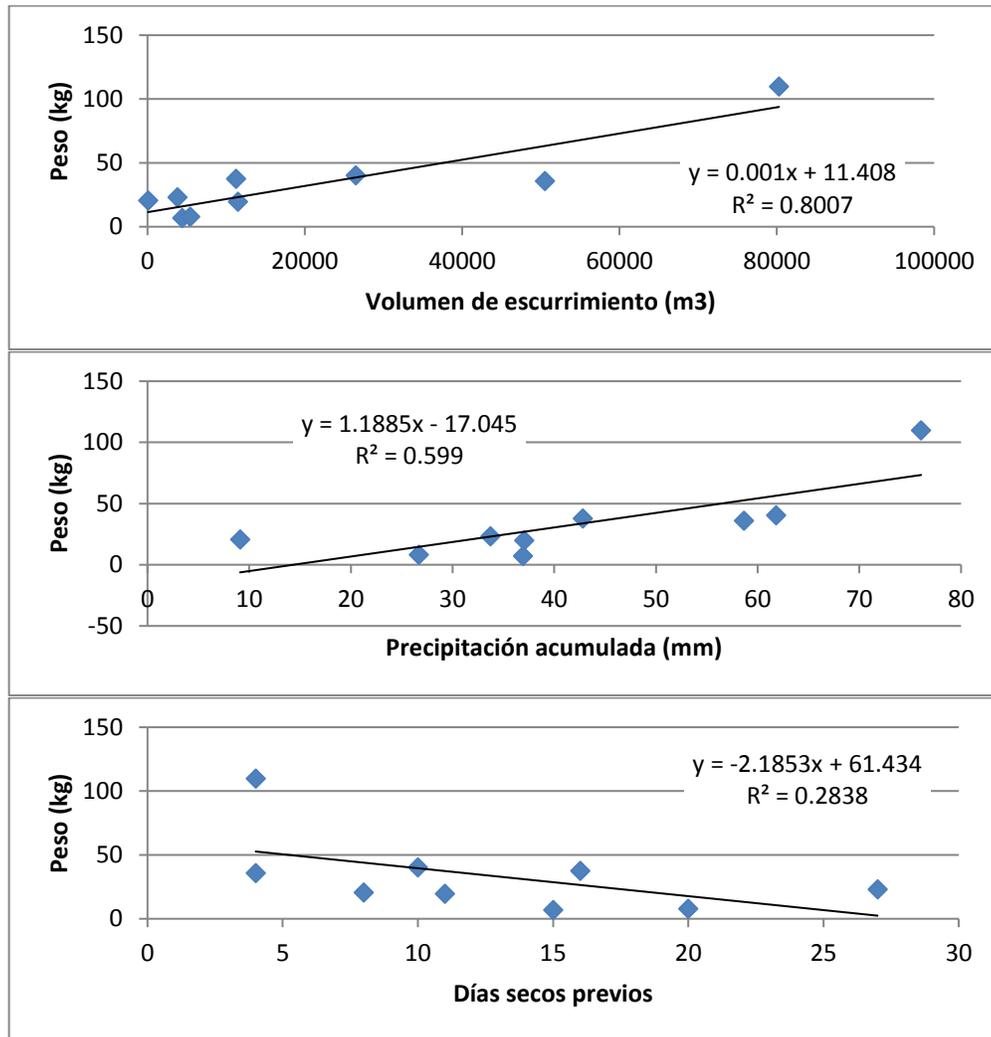


Figura 66 Relación entre el peso del material transportado y variables hidrometeorológicas (a partir de datos de Brites 2005)

Cuenca de Tío Pedro

La cuenca hidrográfica de Tío Pedro tiene un área de 0.53 km² urbana residencial y de alta densidad poblacional. La urbanización es irregular y sin red de saneamiento. La recolección se realizó mediante una malla de alambre que atravesaba transversalmente el curso de agua, Figura 67. Entre el 25 de agosto y el 14 de diciembre 2003 se retiraron 432 kg de material, correspondiendo a un volumen de 2020 L. La mayor parte del material retirado fue materia orgánica, el 76 % frente al 24 % de materia inorgánica (Brites et al SF 1).



Figura 67 retención en cuenca Tío Pedro (Brites et al SF1)

En esta cuenca se recolectó el material seis veces a lo largo de los cuatro meses del ensayo y ocurrieron 18 eventos de tormenta (Brites et al SF 1). La

Figura 68 muestra el peso recolectado versus la precipitación acumulada entre cada colecta de material, que puede implicar más de un evento de tormenta.

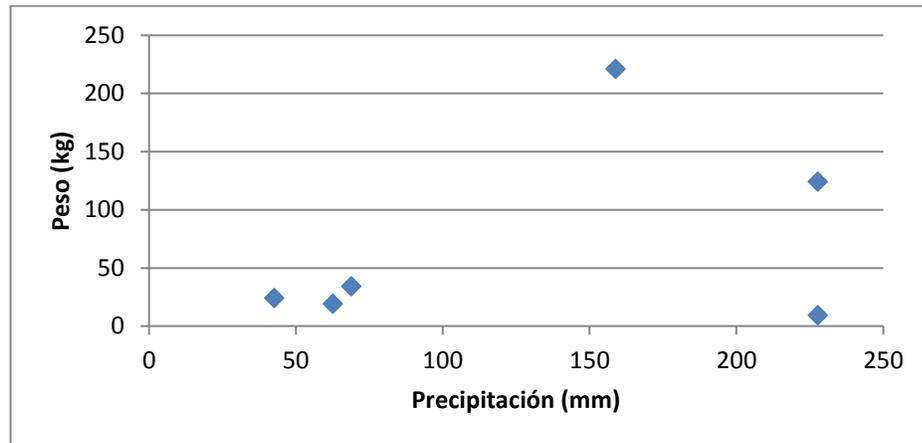


Figura 68 Tío Pedro (a partir de datos de Brites et al SF1)

Esta experiencia resulta en una carga de 816 kg/km² a lo largo de 111 días; suponiendo que se puede extrapolar a lo largo del año implica una carga de 23 kg/ha año y 109 L / ha año.

Conclusiones de las tres cuencas:

Se muestra la carga de residuos sólidos en peso y volumen en función del área de la cuenca hidrográfica. Esta extrapolación anual se realizó suponiendo una precipitación homogénea a lo largo del año. Se observa gran variación entre los valores obtenidos.

	Materia orgánica		Materia inorgánica		Total	
	Peso (kg/ha año)	Volumen (m ³ /ha año)	Peso (kg/ha año)	Volumen (m ³ /ha año)	Peso (kg/ha año)	Volumen (m ³ /ha año)
Cancela	6,94	0,03	1,47	0,01	8,41	0,04
Alto da Colina	2,31	0,02	0,91	0,01	3,22	0,03
Tío Pedro	-	-	-	-	23	0.1

Tabla 20 Cargas obtenidas, (a partir de datos de Brites 2005 y Brites et al SF 1)

La Tabla 21 muestra los mismos datos, pero en función del número de habitantes. No se tienen los valores para la cuenca de Tío Pedro.

	Materia orgánica (kg/hab año)	Materia inorgánica (kg/hab año)	Total (kg/hab año)
Cancela	0.19	0.04	0.23
Alto da Colina	0.22	0.09	0.31

Tabla 21 Cargas obtenidas, (a partir de datos de Brites 2005)

Los resultados obtenidos comprueban la profunda relación de la contribución de residuos sólidos en relación al uso de la cuenca. Otra relación de posible visualización es la influencia de la precipitación con el arrastre de materiales hacia el sistema de drenaje, teniendo una relación de proporcionalidad entre los mismos. Cuanto mayor es la precipitación y la intensidad es mayor la

cantidad de material transportado hacia el sistema de drenaje (Brites et al SF 1). Otro factor de relevancia es el período de tiempo seco antecedente a cada evento de lluvia, pero no se observó tal relación, ver Figura 62 y Figura 66, (Brites 2007).

9.2.10 CUENCAS AMANAH APARTMENT, UNITEN Y BANDAR BOTANIC, MALASIA

En este trabajo se monitorearon dos zonas Amanah Apartment y Bandar Botanic:

- Amanah Apartment

Es un área residencial de estudiantes. Se instalaron dos separadores continuos deflectivos (CDS), ver Figura 69. El área de la cuenca de aporte es de 1.8 ha.

- Bandar Botanic

Es un área residencial de alta calidad y nivel económico, se instalaron 18 separadores continuos deflectivos a lo largo de 505 hectáreas.

En ambas cuencas se monitoreó la masa de los equipos, se determinó el peso húmedo y el peso seco (los residuos fueron recogidos y posteriormente drenados bajo el sol), luego de secado se realizó una clasificación en diferentes tipos

de residuos groseros: plástico, papel, metal, vidrio, vegetación, sedimento y otros.



Figura 69 Amanah Apartment, (de Mohd Sidek et al 2014).

En ambas cuencas la mayor carga de contaminante fue obtenida durante las primeras limpiezas de las trampas. Al analizar los resultados se observa que la captación en la cuenca más impermeable fue en la que se recogió más cantidad de residuos. El valor medio obtenido para la cuenca Amanah Apartment fue de 347.41 kg/ha-año, mientras que en Bandar Botanic fue de 32.46 kg/ha-

año. La diferencia obtenida en ambas áreas se explica a través de la frecuencia de mantenimiento (Mohd Sidek et al 2014).

La Figura 70 muestra las cargas obtenidas en relación con datos bibliográficos.

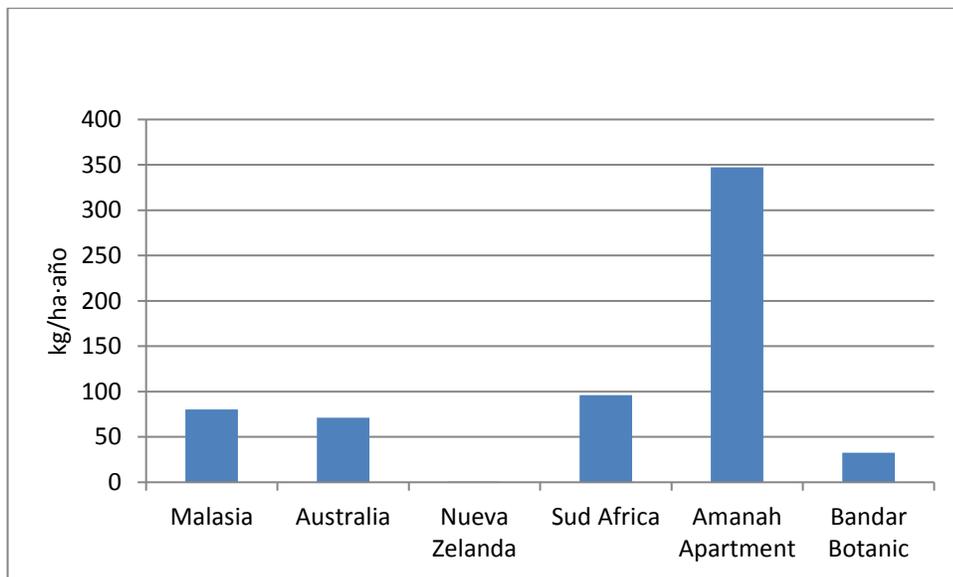


Figura 70 Cargas relevadas en comparación a bibliografía (a partir de datos sintetizados por Mohd Sidek et al 2014)

A partir de los datos de la precipitación y el material colectado se determinaron las curvas de residuos sólidos acumulados retenidos en relación de la lluvia acumulada registrada. En Amanah Apartment la lluvia acumulada a lo largo de la experiencia fue de 1740 mm. El artículo no indica el acumulado de lluvias para Bandar Botanic. Estas curvas son aproximadas, la estimación que se

realiza tiene una correlación baja (de los datos reales respecto a la curva) de 0.54 para Amanah Apartment y 0.27 para Bandar Botanic (Mohd Sidek et al 2014).

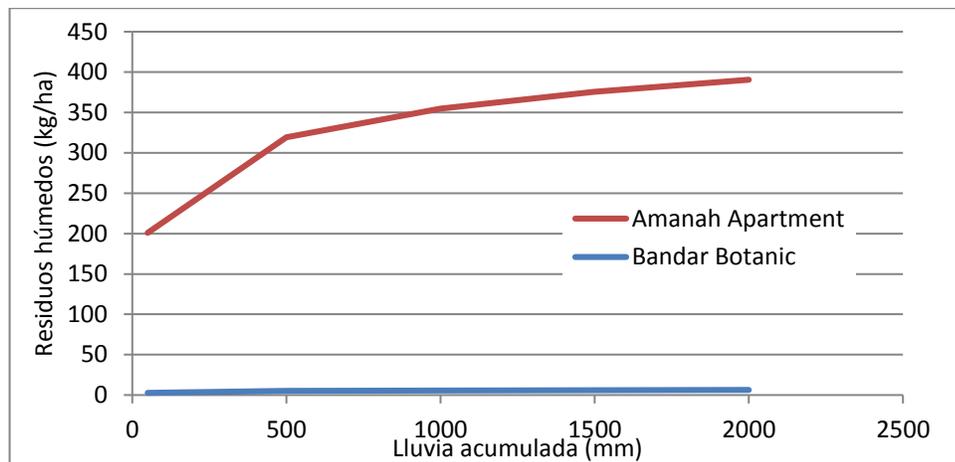


Figura 71 Relación entre lluvia acumulada y material retenido (a partir de datos de Mohd Sidek et al 2014)

A lo largo de este trabajo se observó que la remoción de residuos sólidos es significativa cuando la lluvia acumulada es mayor a 6.5 mm (Mohd Sidek et al 2014).

9.2.11 RESUMEN DE EXPERIENCIAS ANTECEDENTES

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados para todas las experiencias referenciadas.

Lugar	Duración	Cantidad de eventos	Cuantificación de la precipitación	Método de retención	Tamaño mínimo retenido	Área cuenca (ha)	Usos	Resultados
The Spring study. Central Business District en Spring Sudáfrica	4 meses	32	Especifica la precipitación por evento en el estudio (ente 3 y 122 mm). La precipitación media anual es de 750 mm	Red, fue bypassada el 60% de las veces	20 mm	299	85 % comercial, 15 % residencial	La estructura retiene el 72 % de los residuos. Se estima que hay una contribución de 5.3 m ³ /ha año, de este aporte 1 m ³ /ha año es lavado hacia el sistema de drenaje. La densidad de los residuos es de 95 kg/ m ³
The Robinson Canal trap, Johannesburg, Sud Africa	no indica	no indica	La precipitación media anual es de 750 mm, hay 56 eventos de precipitación anuales	Red	20 mm	800	Área muy desarrollada con actividades residenciales, comerciales, industriales y de negocios informales	La estructura retiene aproximadamente 70 %. El drenaje recibe aproximadamente 0.50 m ³ /ha año o 48 kg/ha año
Los Ángeles River, EEUU	2 años	15	la mayor lluvia diaria del 2004 fue de aprox. 89 mm, la segunda mayor de 51 mm	canastos en las bocas de tormenta y deflectores continuos en el curso	-	83900	comercial, industrial, residencial unifamiliar denso y poco denso, parques	La primera tormenta de la temporada arrastra la mayor cantidad de residuos. El uso del territorio define la cantidad de material colectado. El uso industrial realiza el mayor aporte, seguida del comercial, parques, unifamiliar muy denso, unifamiliar poco denso.

Lugar	Duración	Cantidad de eventos	Cuantificación de la precipitación	Método de retención	Tamaño mínimo retenido	Área cuenca (ha)	Usos	Resultados
Cañada Ballona, Los Ángeles, EEUU	2 años	15	No indica el acumulado total. La mayor lluvia fue de 63 mm diarios	canastos en las bocas de tormenta y deflectores continuos en el curso	-	33600	comercial, industrial, residencial unifamiliar denso y poco denso, parques	La segunda tormenta de la temporada arrastra la mayor cantidad de residuos. El uso del territorio define la cantidad de material colectado. El uso comercial seguido del residencial de baja densidad son los que realizan el mayor aporte.
Robinson canal trap, Johannesburgo, Sudáfrica	no indica	no indica	No indica el acumulado total. La mayor lluvia fue de 63 mm diarios	estructura individual de red	20 mm	800	residenciales, comerciales, industriales, informal de negocios	Cada lluvia colecta aprox. 4.2 a 6m ³ . El drenaje recibe aproximadamente 0.50 m ³ /ha año o 48 kg/ha año, tomando una densidad de 95 kg/m ³
The Capel Sloom, Cape Town Sudáfrica	no indica	no indica	no indica	redes en las bocas de tormenta	75 mm	1092	zona poco desarrollada, residencial, parques, industrias, comercios, vías férreas	Se removieron 12 m ³ cada 4 meses. La carga aporte de la cuenca se estimó de 0.66 m ³ / ha año. La eficiencia de la retención se estimó en un 50%

Lugar	Duración	Cantidad de eventos	Cuantificación de la precipitación	Método de retención	Tamaño mínimo retenido	Área cuenca (ha)	Usos	Resultados
Merri Creek, Melbourne, Australia	no indica	no indica	no indica	barrera de retención flotante	no indica	no indica	no indica	llega a una conclusión de composición: plásticos 66 %, papel 21 %
Coburg, Melbourne, Australia	13 meses	2	7 mm el primer evento y 12 mm el segundo	cesta	no indica	total 3400	Comercial/ residencial, residencial, industria liviana	Da una carga en peso seco por hectárea para cada tipo de uso. Promediando los dos eventos de lluvia el aporte por hectárea para cada tipo de uso es el siguiente: área residencial/comercial 472 g/ha, área residencial 300 g/ha, industrial liviana 153 g/ha. En toda la cuenca el aporte es de 380 g/ha.
Cape Town, Sudáfrica	24 meses	no indica	no indica	reja a la salida de las bocas de tormenta	no indica	entre 4 y 25 ha	comercial/residencial, residencial, industria liviana	Analiza la carga para 9 cuencas y relaciona la misma con características demográficas y de servicios en cada lugar. Realiza una clasificación de los residuos y presenta la carga diferenciada.
Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil	4 meses	10	eventos con precipitación acumulada de 7 a 72 mm	cesta en canal	no indica	57	urbana	La carga aporte de la cuenca es de 175 kg/ha año. El artículo establece una relación entre la precipitación y la carga. Realiza una clasificación de los residuos

Lugar	Duración	Cantidad de eventos	Cuantificación de la precipitación	Método de retención	Tamaño mínimo retenido	Área cuenca (ha)	Usos	Resultados
Cancela, Santa María Brasil	8 meses	13	intensidad entre 2 y 23 mm/h	redes malla de acero de 70 mm trasversal al curso	70 mm	4.9 km ²	área urbanizada 56 %, área impermeable 35 %	La mayor parte del material corresponde a materia orgánica, 80 % en peso y 72 % en volumen. Se retiraron 213 kg medios por evento de lluvia y aproximadamente 1m ³ de material.
Alto da Colina, Santa María, Brasil	6 meses	9	precipitación acumulada media por evento de 42 mm	redes malla de acero de 70 mm trasversal al curso	70 mm	1.9 km ²	22.3 % de área urbanizada, 12 % de área impermeable	Se retiraron 33 kg medios por evento de lluvia y aproximadamente 0.3 m ³ de material.
Tío Pedro, Santa María, Brasil	4 meses	6	precipitación acumulada media por evento de 132 mm	redes malla de acero de 70 mm trasversal al curso	71 mm	0.53 km ²	urbana residencial de alta densidad	La mayor parte del material retirado fue materia orgánica, el 76 % frente al 24 % de materia inorgánica. Carga de 23 kg/ha año y 109 L / ha año

Lugar	Duración	Cantidad de eventos	Cuantificación de la precipitación	Método de retención	Tamaño mínimo retenido	Área cuenca (ha)	Usos	Resultados
Bandar Botanic, Malasia	-	-	-	separadores continuos deflectivos		505ha	residencial de alta calidad y nivel económico	32kg/ha•año
Amanah Apartment, Malasia	-	-	-	separadores continuos deflectivos		1.8ha	área residencial estudiantil	347.41 kg/ha•año

Tabla 22 Resumen de antecedentes (elaboración propia a partir de datos consultados)

10 MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA

Para lograr una reducción sostenida a lo largo del tiempo de residuos sólidos que se acumulan en los cuerpos de agua y en el drenaje se debe realizar una estrategia integrada a escala cuenca, que combine la implementación de mejores prácticas a nivel institucional y mejores prácticas a nivel de infraestructura. No existe una estrategia o infraestructura que por sí sola pueda eliminar los residuos sólidos (SCVURPPP 2007). La gestión de los residuos sólidos integra estrategias estructurales y no estructurales de planificación y control en fuente, logrando una amplitud mayor de actuación y resultados para reducir la cantidad de residuos que se transportan por el drenaje (Mohd Sidek et al 2014).

La reducción es más eficiente cuánto más cerca del punto de generación se realice (Marais y Armitage 2004). Se describen a continuación algunas de estas estrategias.

- Estrategias no estructurales de planificación:

Incluye la implementación de normativa tendiente a preservar los sistemas hídricos existentes, minimizar el riesgo que los residuos lleguen al drenaje a través de delimitar las zonas dónde se pueden establecer actividades que producen residuos e imponerles requerimientos, requerir estudios de

impacto de todas las actividades que se implantan en la cuenca. Se debe tener especialmente en cuenta la informalidad de la cadena de residuos; la recolección, clasificación y disposición final informal. La planificación debe abordar la formalización del trabajo y la formalización del mercado negro de clasificación, atendiendo a la marginalidad y violencias que este tipo de negocio promueve (Marais y Armitage 2004).

- Estrategias no estructurales de control en fuente:

Este tipo de estrategias tiene el objetivo de trabajar con la fuente contaminante, independientemente de dónde esté ubicada. Comprende las siguientes acciones (Marais y Armitage 2004):

- Estrategias de limpieza: reubicar y aumentar la cantidad de contenedores y papeleras, cambiar frecuencias de recolección, modificar características del barrido
- Análisis de las dinámicas: llevar a cabo estudios para determinar el proceso de los residuos que llegan a la trama hídrica urbana y determinar qué ámbitos son los más efectivos donde aplicar los esfuerzos.
- Reducción de la generación de residuos: minimización de empaques, pago o intercambio de bienes con los residuos que se pueden reusar o reciclar. Incentivo al reciclaje o reúso.

- Implementar campañas de concientización y educación para reducción de la generación de residuos. Es recomendable que estas campañas enfatizen el cambio de comportamiento de las personas y la interconexión entre el residuo y el impacto. Implementar elementos de denuncia, tratando de cambiar el pensamiento de la denuncia como queja en contra de una persona/institución a la denuncia como acción a favor de la comunidad. Este tipo de gestión de cuenca debe tener asociada una respuesta institucional y un control territorial a través de una policía territorial que penalice el no cumplimiento de la normativa, educando hacia la gestión adecuada y penalizando la gestión inadecuada.
- Estrategias estructurales: Las estrategias o controles estructurales interceptan los residuos a través de retención y retiro antes de que lleguen a la trama hídrica urbana o en sobre la misma.

La presente tesis trabaja sobre las estrategias estructurales y no estructurales de minimización de residuos. Se describen las principales estrategias a continuación, diferenciando entre estrategias estructurales y no estructurales.

10.1 ESTRATEGIAS ESTRUCTURALES

10.1.1 BOCAS DE TORMENTA

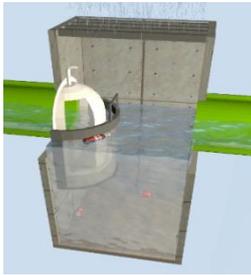
10.1.1.1 MODIFICACIONES A BOCAS DE TORMENTA

Los implementos para bocas de tormenta son accesorios que se colocan dentro del tacho de la boca para prevenir la entrada de residuos sólidos al sistema de drenaje. Existen variedad de opciones tales como rejas, bolsas, capuchas y canastos. Muchas, además de retener sólidos, tienen la opción de incorporar filtros adicionales para capturar materiales finos, aceites y grasas o hidrocarburos (SCVURPPP 2007).

Los implementos de retención se clasifican según su lugar de colocación en la boca de tormenta: a la entrada del flujo, a la salida del mismo o dentro de la cámara.

10.1.1.2 IMPLEMENTOS A LA SALIDA DEL FLUJO

Consisten en rejas o placas perforadas que se colocan entre la cámara o tacho de la boca de tormenta y la tubería de salida, Figura 72.



Deflector a la salida y pantalla de retención de sólidos



Deflector con pollera removedora de hidrocarburos



Pantallas de retención de sólidos

Figura 72 Implementos a la salida del flujo (Best Management Products Inc)

Los deflectores localizados a la salida son elementos muy usados, dado que sirven también como sifón para evitar el pasaje de olores desde el sistema de drenaje al ambiente. Los modelos más usados son removibles, para facilitar la limpieza, Figura 73.

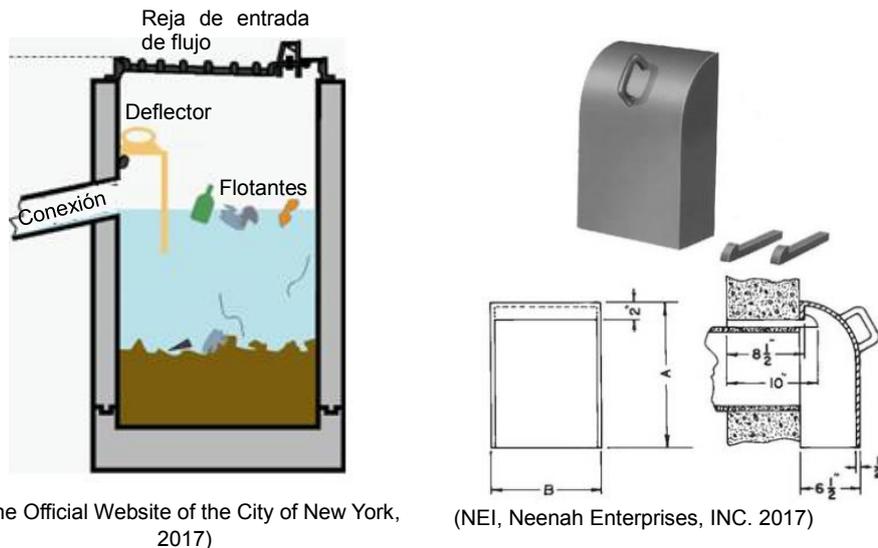


Figura 73 Deflectores localizados a la salida del flujo

Los deflectores ubicados a la salida se deben dimensionar dependiendo del flujo y carga de residuos afluente. El caudal para el cual se diseñan estas instalaciones tiene un rango de 15 L/s a 3 m³/s, implicando pérdidas de carga que se expresan a través de un coeficiente localizado de 1.1 a 0.6 (Best Management Products, Inc Hydraulic Worksheet). Para el caso de las placas de retención de residuos sólidos el caudal de diseño depende del tamaño de rejilla, la carga de residuos aporte y la frecuencia de limpieza.

La eficiencia de los implementos de retención a la salida es diversa. La United States Environmental Protection Agency realizó un estudio que determina que las bocas con implementos a la salida retienen el 85 % de los sólidos, mientras que las bocas sin implementos retienen el 30 %. En particular el deflector de pantalla que se muestra en la Figura 73 se instaló en la ciudad de Columbus, donde se analizó su eficiencia. Se encontró que

removió casi la totalidad del material flotable, con costos mínimos en comparación con otras opciones (USEPA 1999b).

Las pantallas de retención finas pueden tener una mayor eficiencia, pero son más susceptibles a colmatarse y requieren mayor mantenimiento. La eficiencia de las pantallas se reduce de forma importante por la presencia de aceites y grasas en el flujo, de ahí la importancia de instalar polleras removedoras, ver Figura 72 (USEPA 1999b).

10.1.1.3 IMPLEMENTOS A LA ENTRADA DEL FLUJO

10.1.1.3.1 En la cámara

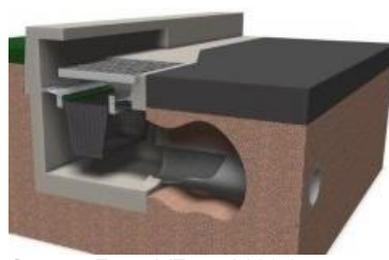
Consisten en una cesta, bolsa o bandeja colocada a la entrada de las captaciones para retener sedimentos, materia orgánica y residuos. La Figura 74 muestra algunos ejemplos.



Canasta de sumidero Enviropod (Stormwater360 Australia 2017)



DrainPac™ para bocas de tormenta (United storm water INC 2017)



Canasta Ecosol (Ecosol 2017)

Figura 74 Canastos a la entrada del flujo

La efectividad de estos elementos depende del contexto en que se instalen. Investigaciones determinan que bolsas colocadas a la entrada, en este caso de la marca Ecosol Figura 74, captan del 65 % al 81 % de los residuos en masa (Lewis 2002). Otros estudios, no específicos para una marca particular, determinan que las trampas a la entrada capturan entre el 80 – 85 % de la carga afluyente, siempre que la cantidad de bocas de tormenta sea la adecuada (Allison et al 1998).

Catálogos de la marca Ecosol determinan las siguientes eficiencias, dependiendo del tamaño del residuo y del tipo de filtro.

Tamaño mm	Eficiencia en captura (bolsa de filtro de 200µm)	Eficiencia en captura (bolsa de filtro de 1500µm)
2-6	100	97
0.6-2	100	77
0.2-0.6	86	37
0.06-0.2	35	8
0.02-0.06	4	1

Tabla 23 Eficiencia en la retención, (Ecosol 2014)

10.1.1.3.2 Rejas y pantallas a la entrada de la cámara

Para evitar la entrada de residuos a las bocas de tormenta se instalan rejas o pantallas en los orificios de entrada de las captaciones

Esta solución no capta los residuos presentes en el escurrimiento pluvial: evita su entrada, continuando el residuo hacia aguas abajo. Las rejas

pueden ser fijas, móviles manualmente o dependiendo del flujo afluyente (SCVURPPP 2007).

Las rejas se pueden clasificar dependiendo del espacio entre barras (USEPA 1999a):

- Rejas, con abertura > 2.5 cm
- Separador grueso, abertura 0.5 - 2.5 cm
- Separador fino, abertura 0.01 - 0.5 cm

Los primeros dos son lo que se usan más frecuentemente (USEPA 1999b).



Figura 75 Reja movable (izquierda) y retractable mediante el flujo (derecha) (United storm water INC 2017)

Estos sistemas se colmatan impidiendo la entrada de aguas pluviales al sistema de drenaje, por lo que se debe complementar su instalación con un barrido regular de la calle.

10.1.1.4 DEFLECTORES O PANTALLAS EN LAS CÁMARAS

Los deflectores en las cámaras son elementos comunes en las bocas de tormenta, especialmente en los sistemas unitarios. En Montevideo las bocas de tormenta tipo implementan deflectores ubicados en el centro de la cámara o tacho. Además de evitar el pasaje de sólidos realizan un sifonado que evita el pasaje de gases desde el sistema unitario al ambiente.

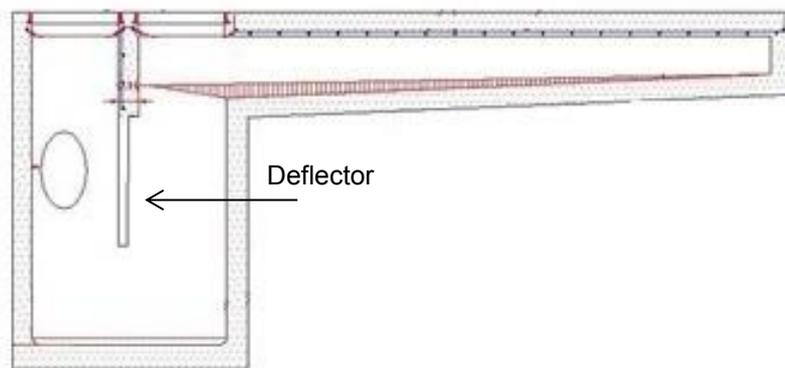


Figura 76 Deflectores en bocas de tormenta, Planos tipo de bocas de tormenta (Archivo IM - SEPS)

10.1.1.5 MANTENIMIENTO

El mantenimiento depende fuertemente de la carga de residuos y el flujo afluente así como el contexto en que se ubica la boca de tormenta. Con excepción de las rejillas a la entrada, el mantenimiento se realiza con un camión de vacío. En el caso de los implementos ubicados en la cámara a la

entrada requieren una instancia de mantenimiento antes de las lluvias y eventualmente otra limpieza durante las lluvias. En el caso de los implementos ubicados en la cámara a la salida se identificó que el mantenimiento es más sencillo, dado que los residuos quedan en el mismo tacho de la boca y no en un contenedor aparte (SCVURPPP 2007).

10.1.2 TRAMPAS DE RED

Las trampas de red, Figura 77, Figura 78 y Figura 79, se utilizan para remover material flotante y residuos en el sistema de drenaje y saneamiento. Es un sistema pasivo, que utiliza la energía del propio flujo para llenar las redes y tiene una pérdida de carga mínima (SCVURPPP 2007). Usualmente las redes están compuestas de nylon. El tamaño de la red y el espacio de pasaje se diseña a partir de características propias de cada lugar, el pico de caudal esperado, la máxima velocidad del flujo, la carga de material afluente y las características del material que se quiere retener.

Estos sistemas requieren en general gran mantenimiento, dependiendo de las condiciones de cada contexto particular. Se recomienda que las redes sean cambiadas luego de lluvias mayores a 6 mm. Muchas veces el cambio no se debe a que la bolsa esté llena, sino a que el material retenido se degrada, se genera moho o fango y se compacta a lo largo del tiempo. En muchos lugares las bolsas deben ser cambiadas de 30 a 60 veces al año (SCVURPPP 2007). Se tienen datos de que en algunos lugares las bolsas se cambian cada 12 o 6 días; tardando de 30 a 120 minutos la operativa de

cambio (USEPA 1999b). En la mayoría de los casos se recomienda colocar doble red en paralelo, de manera de tener un diseño y operación más flexible y escalada (SCVURPPP 2007). Las redes se reutilizan; el período de reuso de una red es de aproximadamente 15 años (Storm water systems 2017).

Existen principalmente tres tipos de redes que se pueden utilizar para recolectar material en la trama hídrica urbana: redes en línea, redes de fin de tubería y unidades flotantes.

Redes en línea: es un sistema de retención ampliamente aplicado. Se instalan en lugares estratégicos de la red de drenaje y saneamiento, en cámaras apropiadas para retirarlas y re colocarlas. Las cámaras usualmente contienen una o más bolsas de red o malla, un marco metálico que permite soportarlas y un sistema para recogerlas y colocarlas nuevamente. El tamaño de la bolsa y de la separación de la red depende del tipo y carga de material a retener y del caudal afluente. Se debe retirar la bolsa con residuos y colocar una nueva luego de cada lluvia (USEPA 1999b, SCVURPPP 2007).

Unidades flotantes: consiste en un área en el cuerpo receptor inmediatamente después de la descarga en donde se hace pasar el flujo descargado a través de una serie de redes. El tamaño de la barrera de red y la separación de la red depende del tipo y carga de material a retener. La red no se coloca inmediatamente aguas abajo del punto de descarga, sino alejada

aproximadamente 15 m, para permitir disipar la turbulencia del flujo y a emerger los flotantes a la superficie (USEPA 1999b).



Figura 77 Redes en línea, izq (Ecosol 2017), der. (Water online 2017)



Figura 78 Trampa de residuos Bandalong, (Storm water systems 2017)

Este tipo de sistemas es útil en la descarga de lagos o cuerpos lénticos (USEPA 1999b).

Los flotantes permanecen en la superficie, son visibles y pueden generar condiciones de insalubridad, por lo que deben instalarse considerando este impacto. En particular no deben instalarse en zonas cercanas a urbanizaciones (USEPA 1999b).

Final de tubería. Son redes que se instalan a la salida del sistema de drenaje.

En estos sistemas usualmente se utiliza un sistema de medición de presión, de manera que cuando la red se colmata y el flujo remansa hacia aguas arriba el aumento de presión es detectado por un manómetro y la red se desprende, quedando colgada o sostenida a la tubería mediante eslingas (SCVURPPP 2007, Lewis 2002). Al igual que los sistemas anteriores, este tipo de red es visible desde la superficie, por lo que debe instalarse considerando este impacto.



Figura 79 Redes final de tubería, (Ecosol 2017),

La eficiencia de las redes al final de tubería es de aproximadamente 90 – 95 % sobre el total de residuos afluente (USEPA 1999b, SCVURPPP 2007, Lewis 2002)

10.1.3 BARRERAS DE CONTENCIÓN FLOTANTES

Las barreras de contención son sistemas de flotación lineales con cortinas suspendidas, diseñados para capturar el material flotante y, en muchos casos, absorber grasas y aceites. Luego de las tormentas el material retenido se remueve manualmente, mediante pala mecánica o sistemas de succión por vacío. Se recomienda su uso en cuerpos de agua con poca velocidad y variaciones de nivel no excesivamente bruscas (USEPA 1999b).



Figura 80 Ejemplo de barrera de contención (Bolina Booms 2017)

Usualmente se instalan en el cuerpo receptor, formando un semicírculo aguas abajo del punto de descarga del sistema de drenaje. Se compran en

módulos, son flexibles y fáciles de instalar en diferentes cursos de agua (SCVURPPP 2007).

La eficiencia de estos sistemas depende fuertemente de características de la instalación. Se diseñan teniendo en cuenta el volumen de flotantes total que se espera durante las tormentas. Tienen algunos problemas durante altos picos de flujo, por lo que debe tenerse en cuenta en el diseño la velocidad máxima de agua. Se recomienda su uso en cuerpos de agua lenticos o de poco movimiento. Vientos de alta velocidad pueden disminuir la eficiencia de retención. Cambios en los niveles de agua no modifican la eficiencia, aunque en los cuerpos de agua de gran variación de niveles las barreras pueden perder material, especialmente en los bordes, donde la barrera está anclada y tiene dificultad para moverse. Pueden ser sobrepasados por altos flujos, especialmente cuando la barrera es de poca longitud. El ángulo entre la barrera y la costa incide en la eficiencia de recolección (SCVURPPP 2007).

La información histórica indica que existe una gran variación de la cantidad de material recolectado luego de cada tormenta (SCVURPPP 2007). La eficiencia de estos sistemas varía entre 60 y 90 %. En cuanto a la eficiencia se destaca un estudio de dos años realizado en Jamaica Bay, Nueva York donde se identificó una eficiencia en la retención del 75 % en volumen (USEPA 1999b). County of Los Ángeles Public Works Department estima una eficiencia de aproximadamente el 80 % (SCVURPPP 2007).

Tienen una vida útil de unos 5 a 7 años. Luego empiezan a deteriorarse, especialmente por efecto de la luz ultravioleta (SCVURPPP 2007).

El mantenimiento es simple en comparación con otros sistemas de control de flotantes. Se debe tener en cuenta que si se rompen, aunque sea puntualmente, pierden todo el material retenido. Se recomienda una frecuencia de limpieza de 2 a 4 semanas (SCVURPPP 2007) o posteriormente a cada tormenta (USEPA 1999b). En las instalaciones pequeñas el residuo puede retirarse acercando la barrera hasta la orilla y retirando el material desde tierra (SCVURPPP 2007, USEPA 1999b).

Se debe prestar especial consideración al elegir instalar este tipo de retención en que el residuo permanece visible y puede crear condiciones insalubres, por lo que su instalación debe tener en cuenta estos impactos (SCVURPPP 2007, USEPA 1999b).



Figura 81 Barrera de contención, izq (GEI Works 2017), der (EPA 2017, The Clean Water Act and Trash-Free Waters)

10.1.4 BARCO REJA

Los barcos reja o barcos coladores son barcos para recolectar material flotante. Muchas veces se usan para recolectar el material retenido en barreras de contención. Algunos tienen un método de transporte incorporado, otros requieren de un equipo externo de transporte (botes o tractores). Los flotantes se colocan sobre el barco a través de pantallas o rejillas móviles, cinturones flotantes, o redes sumergidas. Se usan principalmente en aguas abiertas, lagos, puertos o bahías. Pierden eficiencia en cuerpos de agua con velocidad de flujo importante y durante eventos de viento (USEPA 1999b).

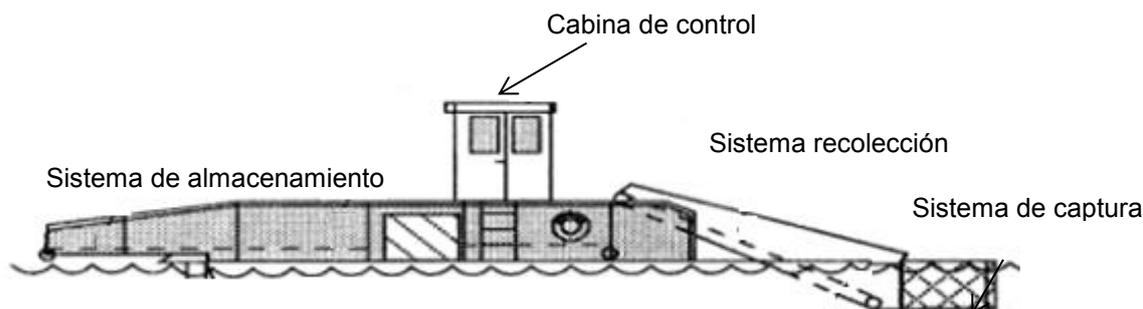


Figura 82 Barco colador (adaptado de USEPA 1999b)

Son sistemas mecánicos visibles, no pasivos como una barrera de contención flotante o una red, por lo que usualmente son entendidos por el público como una acción concreta e inmediata. Su operación requiere de dos, o más, operadores calificados a bordo (USEPA 1999b).

10.1.5 REJAS O PANTALLAS

Las rejillas son consideradas un método eficiente y económico de remover material sólido y flotante. La eficiencia de remoción depende del tipo de rejilla o pantalla y del tamaño de las aberturas, que usualmente varía entre 25 mm a 15 cm. La remoción sucede al quedar retenido el material de tamaño mayor al de los barrotes, y filtrado el material menor al pasar el flujo por el colchón de elementos ya depositados entre los barrotes (USEPA 1999a). Se destaca que estos sistemas no son viables a no ser que se aumente considerablemente la sección del flujo para permitir velocidades de pasaje adecuadas (Armitage y Rooseboom 1999).

10.1.5.1 REJAS GRUESAS

Se colocan usualmente a 0 a 30 grados de la vertical, se limpian manual o mecánicamente. Existen diferentes tipos (USEPA 1999a):

- Rejas o pantallas gruesas. Remueven solamente objetos grandes, tiene una apertura de 4 a 8 cm entre barras.
- Rejas o pantallas de limpieza manual. Tienen aperturas de 2.5 a 5 cm entre barras, se instalan también inclinadas de 30 a 45 grados desde la vertical.
- Rejas o pantallas de limpieza mecánica. Tienen usualmente aperturas entre barras menores, entre 0.5 a 2.5 cm. Las barras se colocan usualmente a 0 a 30 grados de la vertical y el material retenido es removido mecánicamente.

10.1.5.2 REJAS O PANTALLAS FINAS

Este tipo de rejas puede ser fija o rotatoria. Las rejas fijas tienen aberturas usualmente de 0.02 a 1.27 cm. Siguen el ángulo con la vertical de los casos anteriores. Los sólidos son descargados desde la superficie por gravedad y son llevados, usualmente también por gravedad, hacia un cajón. (USEPA 1999a)

Las rejas rotatorias se alimentan desde el exterior o desde el interior. A medida que las pantallas rotan se van limpiando por algún sistema de peines,

cepillos o spray. El diámetro de los cilindros varía de 0.5 a 2 m, y los largos de 2 a 6 m (USEPA 1999a).

En respuesta a la necesidad del funcionamiento de rejas durante los períodos de lluvia, y atendiendo al caudal pico de las tormentas se han desarrollado rejas particulares para este uso. Un ejemplo son las rejas tipo ROMAG.

Las rejas de limpieza mecánica son una solución probada, robusta y económica. Se ha tenido éxito en remover sólidos gruesos, visibles y flotantes. Sin embargo en la remoción de sólidos finos y suspendidos no se ha avanzado de igual manera. Se ha avanzado particularmente en la remoción de finos a través de rejas rotativas o tipo ROMAG. Estas rejas tienen largos de 2 a 9 m y altura de hasta 1.5 m, con velocidades nominales entre barras de 1.5 m/s (USEPA 1999a). Sin embargo hay casos particulares de éxito con otro tipo de sistemas, en algunos lugares se ha tenido éxito en la remoción de material fino a través de rejas rotativas de apertura 1 mm, que remueve sólidos y flotantes (USEPA 1999a).

En experiencias hechas en Montreal, Canadá se determinó que el 80% de material flotante puede ser adecuadamente retenido en rejas de separación 6.35 mm (USEPA 1999a).

Un estudio piloto en Gran Bretaña testeó una reja ROMAG de apertura 4 mm. La carga de sólidos afluente promedio era de 2369 g/min, mientras

que aguas abajo de la reja era de 3.5 g/min. En otro estudio similar, que realizó 11 diferentes muestreos a lo largo de 12 semanas, la reducción de flotantes y material sólido mayor a 6 mm fue de 98.5 % (USEPA 1999a).



Figura 83 Ejemplo de reja Romag (Romag 2017)

10.1.5.3 REJA LINEAL RADIAL

Estas rejas se instalan en cámaras lineales. El flujo entra a través de una cámara disipadora de energía y posteriormente al interior de una reja cilíndrica. El flujo pasa a través de las paredes de la reja y los residuos permanecen en la misma. La configuración lineal, que posibilita la instalación en lugares con poco requerimiento de espacio y baja pérdida de carga, hace que sea un sistema muy adecuado (SCVURPPP 2007).



Figura 84 Rejas radiales (Roscoe Moss Company 2018)

10.1.6 SEPARADORES HIDRODINÁMICOS

Estos separadores son también conocidos como separadores de vórtice o remolino. El flujo entra al separador en un plano tangencial y se establece un flujo circular dada la forma cilíndrica del separador, creando un remolino. Estos elementos usan la fuerza tangencial creada por el flujo para separar los residuos y aceites del agua pluvial. En general el material más denso queda en el centro del remolino y los flotantes y material ligero quedan en el exterior del remolino. No se requiere energía externa, la separación depende de la energía que tiene el propio flujo.



Figura 85 Separadores hidrodinámicos (Stormwater 2017)

Se construyen en un amplio rango de tamaños, de manera de servir a diferentes caudales. El diseño de estos sistemas depende del caudal pico afluente, los diseños usuales van hasta $4.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Stormwater 2017).



Figura 86 Separadores hidrodinámicos (Stormwater 2017)

Se colocan en cámaras de la red de drenaje. En condiciones apropiadas puede ser instaladas en cualquier lugar del sistema de drenaje (SCVU-RPPP 2007).

El material recolectado puede ser retirado mediante un camión con sistema de vacío o mediante cestas metálicas instaladas en la cámara. Se

recomienda que las unidades sean chequeadas posteriormente a cada evento de tormenta. Los materiales deben ser retirados cuando la cámara se encuentra llena al 85 % (SCVURPPP 2007).

Algunos autores estiman que la eficiencia de estos equipos es cercana al 99 % (Allison et al 1998), otros refieren a la eficiencia en aproximadamente 85 a 92 % del material en peso (Caltrans 2003).

10.2 ESTRATEGIAS NO ESTRUCTURALES

10.2.1 INTERVENCIÓN EN CAPTACIONES

Esta estrategia consiste en incorporar en las captaciones mensajes simples que relacionen el sistema de drenaje y la calidad del cuerpo receptor, con el objetivo de que los ciudadanos eviten verter materiales indeseables en las calles y particularmente en las bocas de tormenta (SCVURPPP 2007). Este tipo de estrategia puede implementarse mediante proyectos de voluntariado en conjunto con la municipalidad.

Usualmente hay dos tipos de intervenciones; pintadas en el pavimento o vereda y utilizando placas empotradas. Estas campañas priorizan, para disminuir los costos, las bocas de tormenta más visibles, o los lugares con más residuos en sus calles.



Figura 87 Intervenciones en bocas de tormenta, izq. Baltimore storm drain art project

2018, der Reduce your stormwater 2018

Es una estrategia muy difundida, aunque hay pocos estudios que evalúen la efectividad de los mismos. Investigadores encontraron que hay una diferencia entre la relación que la gente percibe entre el drenaje y la calidad de agua dependiendo si la población pudo ver intervenciones. En una investigación realizada por la Universidad de Wisconsin (SCVURPPP 2007) se identificó que entre las personas que habían visto captaciones intervenidas el 71 % identificaba que el sistema de drenaje terminaba directamente en los cursos de agua. Sin embargo en el grupo de las personas que no habían visto intervenciones solo el 40 % identificaba que el sistema de drenaje terminaba directamente en los cursos de agua. El mensaje dado por las intervenciones en las captaciones tenía más influencia que el dado por

televisión, mails, conversaciones con los vecinos o con representantes de las agencias de agua. De cualquier manera es importante identificar las características y conocimientos de la población al decidir instalar una estrategia de este tipo para diseñar una estrategia adecuada.

10.2.2 CAMPAÑAS DE EDUCACIÓN

Las campañas de educación se diseñan para concientizar a la población sobre el impacto de la disposición inadecuada de residuos en cursos de agua y eventualmente cambiar el comportamiento de la población para reducir la carga de residuos en los cuerpos de agua. Es uno de los elementos cruciales para los planes de reducción de residuos en cursos de agua. Usualmente estas campañas combinaban mensajes en radio, televisión, periódicos y cartelera en espacios públicos. Estos programas se refuerzan también con educación formal en escuelas y liceos, así como con información sobre líneas de consulta.

El objetivo explícito de estas campañas y el objetivo explícito del cambio de comportamiento de la población es mejorar la estética de la comunidad, no necesariamente reducir la contaminación del curso de agua.

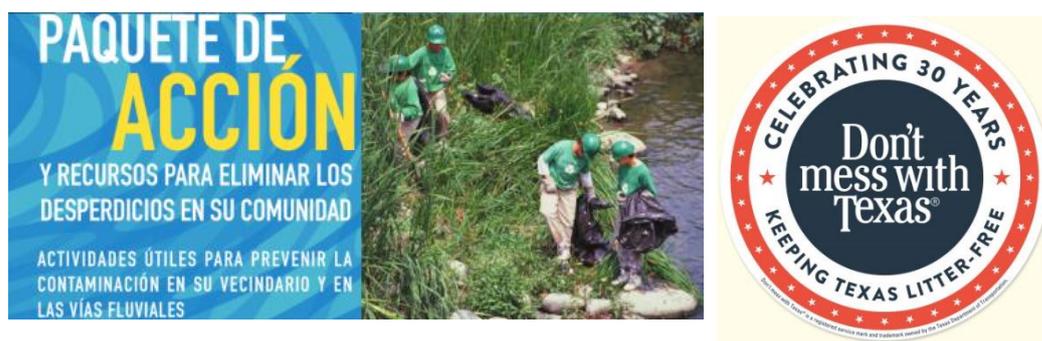


Figura 88 izq. Campañas en Los Ángeles (California water boards 2018), der. Campañas en Texas (Don't mess with Texas 2018)

Es difícil medir la acogida y el impacto de estas campañas en el comportamiento de la población y sus consecuencias en la carga afluente de residuos.

En el caso de la campaña Don't mess with Texas, realizada desde el año 1986, se identificó que el 71 % de la población conocía la campaña. Ante la pregunta de si el entrevistado tiraría residuos luego de escuchar la campaña el 89 % respondió que sería improbable y el 94 % respondió que haría una disposición adecuada de los residuos. Los análisis de impacto de la campaña concluyen que el mensaje fue recibido por los residentes y potencialmente cambiaron su comportamiento (Texas 2005).

Otro estudio realizado a lo largo de dos años asociado a campañas en California con el objetivo de concientizar que los residuos en la calle terminan en los cursos de agua dio resultados diferentes. En este estudio se

entrevistaron 830 residentes (mitad hispano hablantes y mitad nativos) entre 2001 (donde se estableció la línea de base) y 2003 (donde se investigó el resultado de la campaña). Ambos grupos (hispanos y nativos) identificaron que los residuos tienen impacto en los cursos de agua, pero no se observaron cambios entre el año 2001 y el 2003. Al mismo tiempo no hubo cambios en la respuesta a la pregunta sobre si uno mismo o algún conocido tiraba residuos en los espacios públicos (Caltrans 2003).

Los resultados de las encuestas indican que el mensaje puede llegar a mucha gente, pero el comportamiento no siempre cambia. Se destaca que la eficiencia de estos programas es mayor cuando se hacen en conjunto con otros programas, logrando un abordaje más integral.

10.2.3 MEJORA DE LA GESTIÓN DE PAPELERAS Y CONTENEDORES

Las estrategias que reducen la cantidad de residuos acumulados en los espacios públicos incluyen el aumento de la densidad y del tamaño de los contenedores, así como repararlos y mejorarlos.

Tener una mayor densidad de contenedores, particularmente en las áreas de gran densidad de tráfico peatonal (paradas de ómnibus, zonas comerciales) ayuda a que los ciudadanos no realicen vertidos inadecuados. Una de las estrategias exitosas es establecer áreas en zonas comerciales en que el sector privado se encargue de las campañas de reducción de

residuos a través de colocación de papeleras para mejorar el ambiente local y revitalizar la zona comercial.

Usualmente el incremento de la cantidad de contenedores no significa una reducción de los residuos en la calle. Estudios determinan que la falta de contenedores no es el mayor factor en la presencia de residuos: la mayor parte de los vertidos ocurre en una distancia promedio de 5 m de los contenedores (Taylor y Wong 2002); esta distancia cambia dependiendo del lugar. Por ejemplo, peatones en paradas de ómnibus o terminales de ómnibus están más tentados a colocar los residuos en las papeleras cuando están a una distancia promedio de 3.5 m, sin embargo en las playas esta distancia se incrementa a 17 m (Sustainability Victoria 2007 apud SCVURPPP 2007). Existe evidencia de que las personas tiran más residuos cuando en el ambiente hay ya residuos presentes. Tener contenedores llenos puede aumentar el problema del vertido de residuos en los espacios públicos (Taylor y Wong 2002). El mantenimiento a largo plazo tiene un impacto importante en la efectividad de la estrategia.

En la ciudad de Los Ángeles se relacionó el aumento de la densidad de papeleras con la reducción de la cantidad de residuos colectados por las bocas de tormenta, encontrándose una importante reducción en el material que entra al drenaje a través de las captaciones (SCVURPPP 2007).

Para reducir la carga de residuos en los espacios públicos la mejora de las papeleras o contenedores debe ser parte de una estrategia integral (SCVU-RPPP 2007).

10.2.4 LIMPIEZA POR PARTE DE VOLUNTARIOS

Los esfuerzos voluntarios en la limpieza han sido exitosos en la remoción de gran cantidad de residuos de los cursos de agua y han aumentado la conciencia ambiental en las comunidades.

Usualmente estas campañas tienen uno o dos días de duración y se concentran en un sitio particular. De esta manera se focaliza el esfuerzo y se visualiza un resultado a corto plazo. Otra modalidad es cuando un grupo, negocio o institución adopta un área en particular y mantiene el esfuerzo a lo largo del tiempo.



Figura 89 Izq. Limpieza en playa Capurro, año 2017 (Sea Shepherd Uruguay 2018), der.

Limpieza del día de las playas, año 2016 (Montevideo Portal 2017)

10.2.5 PROGRAMAS PARA DISMINUIR VERTIDOS

Estos programas incluyen establecer una legislación que determine que la ilegalidad del vertido y un sistema de control, institucional o ciudadano, que verifique el cumplimiento de la legislación. Es difícil establecer sanciones sin testigos o pruebas que relacionen el vertido con el generador del mismo, por lo que los esfuerzos tienden a enfocarse en puntos donde el vertido es de mayor volumen o crónico (SCVURPPP 2007).

Estos esfuerzos incluyen mecanismos para aumentar el control ciudadano, por ejemplo publicitar teléfonos de denuncias, además de aumentar el control institucional a través de la instalación de cámaras y policía territorial (SCVURPPP 2007).

Dado que es difícil la actuación dispersa en el territorio es muy útil complementar esta estrategia con la educación y divulgación anti vertido de residuos (SCVURPPP 2007).

Es difícil la evaluación de la eficiencia de esta estrategia midiendo directamente sobre la cantidad de residuos vertidos en la THU. Existen mediciones del cambio en la cantidad de denuncias que realiza la población. Por ejemplo en el año 2002 el Washington State Department of Ecology inauguró una línea telefónica de denuncias. Las denuncias por esta línea aumentaron desde 6060 en el año 2002 a 13877 en el año 2006. Otro ejemplo es la ciudad de Oakland, que realizó inversiones para aumentar las citaciones

por vertido ilegal resultando en 1784 citaciones entre 2002 y 2006. De estas citaciones el 80 % resultó en multas, por lo que se recaudaron 2.100.000 dólares. De cualquier manera, en la mayor parte de los casos el dinero obtenido por las multas no recupera los costos de inversión en la estrategia (SCVURPPP 2007).

10.2.6 BARRIDO

Históricamente el barrido en espacios públicos se ha utilizado con objetivos estéticos y sanitarios. En las últimas décadas, y especialmente al implementarse normativa que limita la carga contaminante aporte a los cursos de agua, el barrido ha comenzado a focalizarse en la remoción de contaminantes. Cuando el barrido tiene esta función se le asigna el término “barrido ambiental” para diferenciarlo del barrido convencional (Depree 2011).

El barrido es una acción no estructural que mejora la apariencia de las calles, la calidad de las aguas receptoras, disminuye el mantenimiento de la infraestructura de drenaje, minimiza el transporte de contaminantes a los cursos de agua y previene la obstrucción del sistema de drenaje con residuos. Es una Best Management Practice o Low Impact Development de control en fuente de contaminantes aceptada internacionalmente (Kuehl et al 2008, Schilling 2005 a).

Usualmente se concibe el barrido ambiental como parte de un abordaje integral en la cuenca para mitigar el impacto del escurrimiento pluvial en los

cuerpos de agua, parte de un conjunto de herramientas para la mejora de la calidad de agua. La secuencia usual de tratamiento de las aguas es la esquematizada en la Figura 90, siendo la remoción por barrido la primera etapa de la mejora de la calidad de las aguas.



Figura 90 Secuencia de técnicas para la mejora de calidad de agua de cuerpos receptores (a partir de Kuehl et al 2008)

La remoción de contaminantes, tanto sea para los sólidos sedimentables, suspendidos o disueltos, se logra a medida que nos movemos hacia aguas abajo del sistema. Las medidas en la cabecera de la secuencia son usualmente menos costosas que las siguientes. La remoción por barrido es fundamental para mantener los sistemas que se encuentran aguas abajo, tal como la infraestructura hidráulica y las lagunas (Kuehl et al 2008).

El barrido es una técnica de minimización de contaminantes que se puede aplicar en todos los contextos urbanos. Sin embargo su mayor eficiencia se da en los lugares de mayor generación de residuos: sectores comerciales, industriales o urbanos intensamente desarrollados. Es una técnica flexible y adecuada para las zonas densas en que no hay espacio para la

instalación de infraestructura. Muchas veces las zonas densas son céntricas, con infraestructura de drenaje muy antigua que presenta dificultades para ser intervenida. Al mismo tiempo las infraestructuras como lagunas, humedales, zanjas de infiltración y sistemas de filtración están limitadas en zonas urbanas densas por el espacio disponible y en general son costosas. En cuencas con poco espacio disponible el barrido ambiental es considerado la opción costo – efectividad más ventajosa para reducir el aporte de contaminantes a los cuerpos de agua, aún en países como Estados Unidos con metas de reducción de aportes contaminantes del 40 %. Cabe destacar que la mayor parte de las cuencas urbanas se ha desarrollado a lo largo del tiempo, y hoy no tienen espacio disponible (a diferencia de nuevas urbanizaciones donde el espacio se puede prever) por lo que el barrido es la técnica de disminución de contaminantes más aplicable en las zonas urbanas (Depree 2011, SCVURPPP 2007).

La mejora del barrido, o el cambio de barrido estético hacia barrido ambiental, implica focalizar en la reducción de la carga contaminante y se logra a través del aumento en la frecuencia, el cambio en la técnica de barrido y el ajuste de cuándo realizar el barrido dependiendo de los períodos de generación. Los niveles de barrido deben de depender, entre otros factores, de la calidad deseada o establecida por normativa en el cuerpo de agua receptor. Usualmente el material objetivo del barrido consiste en residuos

sólidos, sedimentos y restos de vegetación (SCVURPPP 2007, Kuehl et al 2008).

Cabe destacar que el barrido tiene un impacto inmediato. Modificar la infraestructura existente o realizar nueva infraestructura implica etapas de anteproyecto, proyecto y construcción que tarda años. El barrido ambiental, aún a escala de grandes cuencas, se puede implementar en plazos mucho menores. Al mismo tiempo el barrido es una técnica muy flexible. Se puede implementar por etapas y en caso de que su impacto sea insatisfactorio se puede retirar. Las infraestructuras construidas no se pueden mover y son difíciles, y costosas, de modificar. El barrido ambiental tiene beneficios secundarios, como la mejora estética y la mejora de la calidad de aire (cuando se implementa barrido en la fracción PM₁₀ y menor) (Depree 2011).

Al implementar una estrategia de barrido ambiental se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones (Depree 2011):

- Identificar las cuencas donde la aplicación del barrido ambiental tiene el mejor potencial
- Determinar la frecuencia de barrido adecuada, a partir del análisis de la frecuencia de lluvias
- Implementar un monitoreo de los contaminantes presentes en el escurrimiento pluvial y de la cantidad de material removido

- Implementar mantenimiento de la infraestructura existente, por ejemplo la limpieza semestral de captaciones

Las características del barrido dependen del tipo de calle y del uso de suelo. La Figura 91 muestra frecuencias de barrido recomendadas para diferentes usos de suelo de acuerdo a casos reales analizados en EEUU y Canadá (Kuehl et al 2008). Se observa la implementación de una mayor frecuencia en áreas residenciales y de negocios.

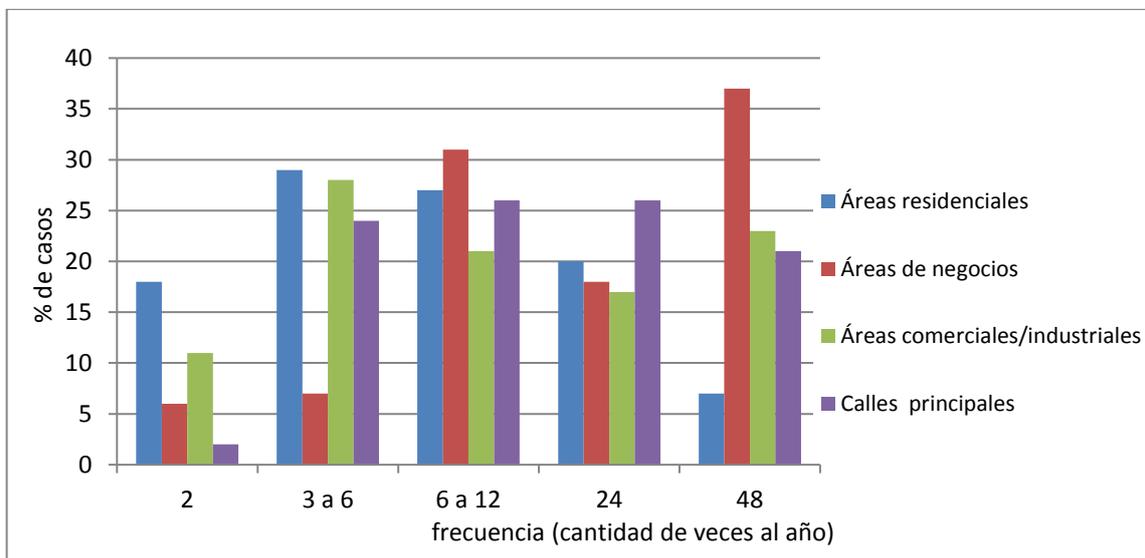


Figura 91 Frecuencia de barrido usual según el uso de suelo (a partir de datos de Kuehl et al 2008).

La oportunidad y la frecuencia del barrido modifican la eficiencia del mismo, pudiendo reducir considerablemente la cantidad de residuos que alcanza el sistema de drenaje. El barrido es una BMP con mayor potencial en zonas

con períodos de tiempo seco prologados (Depree 2011). La frecuencia de barrido se debe analizar en conjunto con la cantidad de días promedio sin lluvias. Si hay grandes lluvias entre barridos, el material queda disponible para ser arrastrado por el escurrimiento superficial y entrar al sistema de drenaje. Algunos autores determinan que la frecuencia de barrido relativa a la frecuencia de lluvias es el parámetro más importante para determinar la efectividad del barrido (Depree 2011). A medida que el período entre barridos es mayor que la cantidad de días secos entre lluvias la frecuencia de barridos comienza a incidir en la calidad del cuerpo receptor. Si la frecuencia de barrido es baja, la efectividad comienza a depender fuertemente del patrón de lluvias. Estos dos factores deben ser muy tenidos en cuenta a la hora de diseñar un sistema de barrido (Armitage et al 2001). El intervalo entre barridos recomendado no debe ser mayor a dos veces el intervalo entre tormentas (Depree 2011).

Muchos investigadores determinan que no solamente la frecuencia de barrido determina la eficiencia, sino también cuándo se realiza el barrido. Por ejemplo en las zonas comerciales o de negocios es usual que las mayores tasas de acumulación de residuos sucedan entre las 8 y las 17 horas. Cuando el barrido se realiza a las 17 h va a tener una eficiencia mayor que el realizado a las 6 h por ejemplo, dado que deja unas 12 horas de residuos acumulados en superficie que pueden ser movilizados mediante las lluvias

y al viento, y entrar al sistema de drenaje o terminar en los cursos de agua (Walker y Wong 1999)

10.2.6.1 TIPOS DE MECANISMOS BARREDORES

Existen diferentes mecanismos de barrido enfocados en objetivos ambientales. La mayor parte de ellos se han desarrollado a partir de los años 90 respondiendo al objetivo de mejorar la calidad de agua de en los cuerpos receptores.

Los vendedores de sistemas barredores recomiendan tener en cuenta las siguientes consideraciones, en orden de prioridad, a la hora de elegir un equipo (Government Fleet 2014):

- regulaciones de calidad de aguas de escurrimiento superficial y aire
- cantidad de cordón cuneta a mantener por día, semana y mes
- tipos de superficie a barrer
- tipo de material a remover
- maniobrabilidad del equipo

Los gobiernos locales a la hora de la compra de equipamiento de barrido deben focalizarse en la necesidad del control de contaminantes y mejora de la calidad de agua, más allá del objetivo estético. La efectividad del barrido en estos múltiples objetivos depende fuertemente de la elección del equipo adecuado (Schilling 2005 a).

Los tres mecanismos usuales son los barredores mecánicos, los barredores con regeneración de aire y los barredores de vacío con y sin agregado de agua.

10.2.6.1.1 Barredores mecánicos

Es el barredor vial y de espacios públicos más común en EEUU. Comprende uno o más cepillos que barren residuos hacia una cinta colectora que lleva el material a una tolva o depósito. Muchas veces incluyen un spray de agua a fin de minimizar la generación de polvo durante la operación. Es ideal para calles con gran cantidad de sólidos groseros. Tiene buena efectividad en un rango granulométrico vasto: polvo, arena y sólidos groseros. Energéticamente es el barredor más efectivo y manejable, no pudiendo exceder velocidades mayores a los 32 km/h (Government Fleet 2014, SCVU-RPPP 2007).

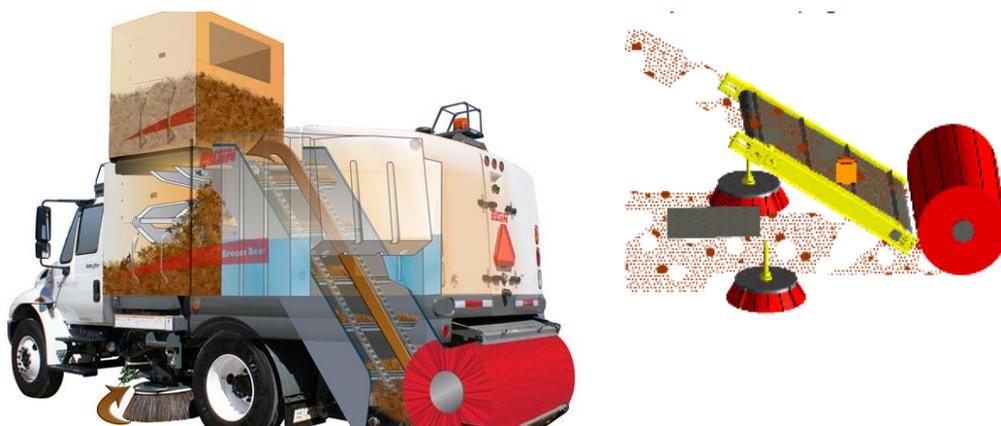


Figura 92 Barredores mecánicos (Elgin 2017)

10.2.6.1.2 Barredores con regeneración de aire

Es un sistema de retiro por vacío que utiliza una ráfaga de aire para movilizar el material y mejorar el retiro. El mecanismo se observa en la Figura 93: el aire se envía hacia el pavimento (1) y un sistema de cepillos y vacío retira las partículas movilizadas (2). Posteriormente un sistema de separación de sólidos (3) y polvo (4) retira el material de la ráfaga de aire, que vuelve a ser dirigida al pavimento (1). Este sistema usualmente también utiliza un spray de agua para una mejor remoción y transporte. Se usa en calles, estacionamientos y aeropuertos. Es una tecnología versátil para el retiro de gran variedad de material, tal como polvo, arena, hojas, pero se focaliza usualmente en zonas planas con poca carga de sólidos groseros. Es el segundo más usado en EEUU y tiene el costo de inversión más bajo, aunque no de mantenimiento y operación (Government Fleet 2014, SCVURPPP 2007, Depree 2011).



Figura 93 Barredores de regeneración de aire (izq. Tymco 2018, der. Schwarze 2018)

10.2.6.1.3 Barredores con sistema de vacío y aporte de agua

Utiliza un cepillo para llevar las partículas hacia un sistema de vacío que las transporta a una tolva. Usualmente para un mejor transporte el polvo está saturado en agua. Estos barredores son útiles en lugares en que se necesita remover el material particulado con alta eficiencia y sin pérdidas. Tiene buena eficiencia en calles con altas cargas de material y en condiciones superficiales desiguales, con baches, rugosidades o adoquines. En la zona de succión tiene una eficiencia de hasta el 99 % para todo rango de partículas (según datos de fabricantes de equipos). Es el barredor menos usual en EEUU, tiene altos costos de inversión y mantenimiento. Luego del filtrado de aire muchas veces tiene una limpieza con agua antes de emitir el aire al ambiente (Government Fleet 2014 , SCVURPPP 2007). Estos barredores funcionan a velocidades menores que los anteriores (Smith 2002).

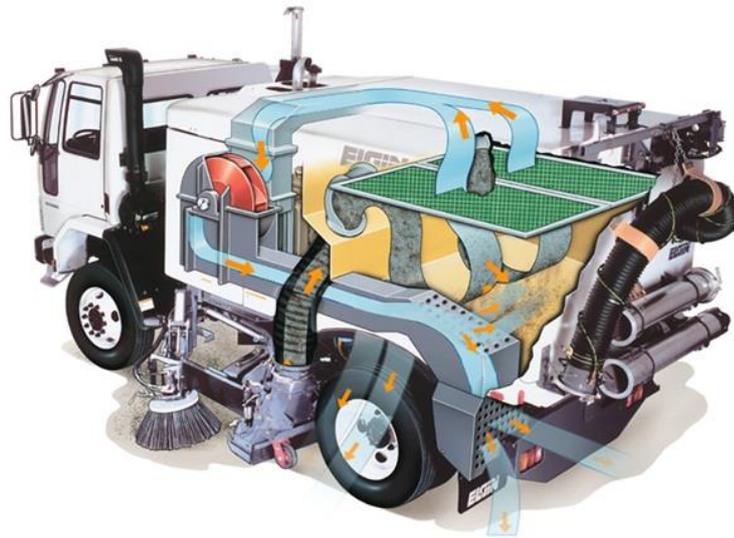


Figura 94 Barredores con sistemas de vacío (Elgin 2017)

10.2.6.1.4 Barredores con sistema de vacío en seco

Combinan los elementos de vacío pero no agregan agua. Son útiles en lugares en que se necesita remover el material particulado con alta eficiencia y sin pérdidas dejando la superficie seca (por ejemplo al interior de sitios industriales). Tienen un sistema de filtrado continuo de aire para evitar pérdidas de material sólido. El barrido en seco tiene la ventaja de no usar agua, por lo que no es necesario el transporte de grandes contenedores de agua (Government Fleet 2014 , SCVURPPP 2007).

Los anteriores sistemas se pueden combinar entre sí para aumentar la eficiencia. Al combinarse diferentes partes del sistema retiran material de

diferente granulometría con altas eficiencias. La vida útil de los diferentes equipos varía entre 4 y 7 años (SCVURPPP 2007).

10.2.6.2 CARGA APORTE

Cada cuenca tiene una combinación diferente de áreas permeables e impermeables, públicas y privadas, de usos comerciales, residenciales e industriales. Cada una de estas áreas aporta contaminantes (en particular sólidos groseros y sedimentables) a los cuerpos de agua receptores del escurrimiento superficial. La reducción de la carga proveniente de las calles influye en los cursos de agua dependiendo del aporte de contaminantes de las calles respecto al resto de la cuenca. La importancia de la remoción de material en la calle respecto al total de la carga de contaminantes y de sólidos es particular de cada cuenca (Depree 2011).

Diferentes autores han estimado el aporte de las calles a la carga total de sólidos a los cuerpos de agua. Al compararla con la proveniente de parques, techos y estacionamientos, las calles son el aporte de sólidos más considerable (Bannerman 1993 apud Depree 2011): las calles aportan un 70 – 80 % del total de los sólidos suspendidos en el escurrimiento urbano (Waschbusch 1999 apud Depree 2011).

Las cargas típicas de sólidos en las calles varían entre 100 – 250 kg/ km de cordón cuneta. Los principales factores que influyen en estos valores son la frecuencia e intensidad de lluvias, el uso de calles y superficie de la

cuenca y las condiciones superficiales de la calle. En EEUU la cantidad media de material removido durante el barrido varía entre 112 – 225 kg/km de cordón cuneta. La tasa de acumulación media diaria varía mucho dependiendo de la calle. Diferentes autores han reportado los siguientes valores: entre 1 a 6 kg/km de cordón cuneta·día (Pitt apud Depree 2011), 2.5 kg/km de cordón cuneta·día (Horwathich apud Depree 2011), 3.8 kg/km de cordón cuneta·día (Depree 2011).

10.2.6.3 EFICIENCIA

La eficiencia del barrido en relación a la calidad de aguas de escurrimiento pluvial y de cursos de agua es importante a la hora de decidir qué mecanismo de barrido incorporar. Esto se refleja al observar que la calidad de agua es parte importante del marketing de vendedores: *“se puede tener calles, aire y agua más limpias eligiendo la tecnología (de barrido) que más se ajusta a las condiciones de calles y características específicas del residuo”* (Government Fleet 2014).

La carga de contaminantes aportada a los cursos de agua no sólo proviene de las calles o espacios públicos donde se realiza barrido. Los vertidos irregulares directos realizados por ciudadanos y por actividades económicas o los vertidos provenientes de asentamientos irregulares son aportes importantes de carga que tienen un mecanismo de llegada independiente al escurrimiento superficial. Al mismo tiempo el escurrimiento superficial arrastra material presente en toda la superficie de la cuenca: techos, predios

privados y predios públicos. El barrido solo incide en las calles y algunos espacios públicos. Los mayores beneficios del barrido de calles se dan entonces en las cuencas en las que la carga de los contaminantes de la calle contribuye en gran medida a la carga total de aporte al curso de agua.

Al mismo tiempo el impacto del barrido en los cursos de agua depende de los usos del territorio, de la acumulación de residuos en las calles, la cantidad de días secos entre lluvias, la frecuencia y momento de barrido, la cantidad de pasadas, el acceso del mecanismo de barrido a todas las áreas objetivo y del equipo o de tecnología de barrido, de la capacidad de remoción de las tormentas comparadas con la capacidad de remoción del barrido y de cómo los contaminantes se distribuyen a lo largo de la granulometría del material a retirar (SCVURPPP 2007).

Esto determina una diferencia importante entre la eficiencia de remoción y la eficiencia en la disminución de la carga de aporte a los cursos de agua, lo que es determinante al considerar el barrido como una BMP para mejorar la calidad de los cuerpos de agua.

Existen numerosos estudios sobre la eficiencia de remoción durante el barrido, pero menos sobre el impacto del barrido en los cursos de agua. Los segundos son estudios que para ser confiables se deben hacer a lo largo de los años monitoreando numerosas variables, dado que los resultados dependen fuertemente de las características locales y meteorológicas. Esta

particularidad hace que los resultados sean difíciles de extrapolar hacia otros contextos urbanos e hidrológicos.

Si las calles son la mitad de la superficie de aporte para cierto contaminante, se estima entonces que el barrido remueve del 10 al 20 % de los contaminantes aportado al curso de agua. En el caso de que para ese contaminante en particular las eficiencias de remoción sean muy bajas, el barrido puede llegar a tener una incidencia menor al 6 % en la mejora de la calidad de agua (Pitt 1985 apud Depree 2011).

Al analizar las eficiencias de remoción por barrido es importante distinguir los monitoreos de experiencias reales y las experiencias realizadas en condiciones estandarizadas, dado que hay una diferencia importante entre los resultados siendo las eficiencias significativamente más bajas cuando son medidas en condiciones reales. Los estudios que se realizan en campo, monitoreando experiencias reales, son usualmente realizados por organismos departamentales u estatales que realizan el barrido; los que se realizan en situaciones de control o estándar son usualmente realizados por los fabricantes de maquinaria.

Las condiciones estandarizadas tienen cargas y granulometría representativas de muestreos tomados en diferentes ciudades, durante el barrido se utiliza una velocidad del equipo recomendada, se realiza una sola pasada, se asegura el acceso total al cordón cuneta, sin autos estacionados o

volquetas por ejemplo, y la calle no tiene depresiones como baches o llamadas de bocas de tormenta (Depree 2011).

Diversos factores contribuyen a que los resultados medidos en condiciones estándar sobreestimen la eficiencia real de los barredores, por lo que la aplicabilidad de los ensayos de efectividad son limitados. Estos factores incluyen (Depree 2011):

- En condiciones estándar se usa una superficie de calle lisa y uniforme, lo que no sucede en calles reales
- En condiciones estándar no existen bocas de tormenta, rejas y otros elementos que generan depresiones en superficie y disminuyen la eficiencia
- El material a retirar por los barredores se aplica para los ensayos, sin embargo en la realidad usualmente este material se humedece y forma costras que son más difíciles de retirar
- El material a retirar se aplica de forma uniforme a lo largo y ancho de la sección testada, mientras que en la realidad la distribución es heterogénea por lo que la eficiencia también es heterogénea.
- El material aplicado para los ensayos no contiene ramas o restos grandes de vegetación que son problemáticos para los equipos de limpieza
- El ensayo se hace en condiciones climáticas favorables, particularmente sin viento y lluvia previa o durante el ensayo

- El ensayo no tiene autos estacionados, en la situación real cada auto impide que se barra en una longitud tres veces a la del propio auto

De cualquier manera, es útil analizar las eficiencias en condiciones estándar. Los estudios en campo, además de ser pocos, son difíciles de extrapolar para condiciones meteorológicas y diferentes características de la cuenca de aporte. Los valores de eficiencia estándar son útiles, especialmente para la comparación de tecnologías, pero tienen que ser tomados como valores aproximativos o tentativos.

Existen diferentes estimaciones de la relación entre la eficiencia estándar y la real:

- Es razonable pensar que la eficiencia del barrido ambiental es aproximadamente 60 – 80 % de la eficiencia estimada por modelos de remoción realizados a partir de datos en condiciones estándar, por ejemplo SIMPTM (Depree 2011).
- Más allá que los fabricantes de equipos barredores dan eficiencias de barrido mayores al 90 %, la eficiencia típica de barrido en condiciones reales varía entre 20-30 %. Esto lleva a que, bajo condiciones, favorables se logre una reducción ente el 10 – 30 % de la carga a los cuerpos de agua (Depree 2011).

En cuanto a ejemplos de eficiencias monitoreadas a partir de datos reales se recabaron las experiencias que se detallan a continuación.

En cuencas residenciales en Madison, Wisconsin, se reportó una eficiencia de recogida de 25, 30 % y 5 %, utilizando equipos de regeneración de aire, vacío (con aporte de agua) y barredores mecánicos respectivamente. Con respecto a la reducción de la carga en cuencas barridas respecto a cuencas sin barrido, la eficiencia reportó valores de 76 %, 63 % y 20 % para regeneración de aire, vacío (con aporte de agua) y barredores mecánicos (Selbig and Bannerman, 2007).

Se realizó un estudio comparando una zona con frecuencia de barrido mensual con otra de frecuencia semanal, utilizando barredores mecánicos en las condiciones recomendadas por los fabricantes. Cada cuenca erogaba hacia una tubería de drenaje única en la que se colocó una red a la salida para recolectar el material. La diferencia entre la cuenca de tratamiento y la cuenca de control se expresó en porcentaje en Tabla 24. El test se realizó a lo largo de dos temporadas lluviosas 1998 -1999 y 1999 – 2000 (Lipner et al apud SCVURPPP 2007).

Se observa una reducción en volumen del material recolectado, pero los resultados no permiten concluir sobre la magnitud de esta reducción.

Otro estudio realizado en Boston analiza la experiencia de tres barridos (mecánicos) y determina que los beneficios del barrido se visualizaron en la remoción de partículas mayores a 8 mm y la reducción de la frecuencia de limpieza de los elementos de retención de residuos dentro de las bocas de tormenta. No se observaron mejoras en la calidad de las aguas

asociadas a los sólidos suspendidos, ya que el tipo de barrido utilizado es más favorable para la remoción de material grueso (Smith 2002).

	Peso seco recolectado (kg/ha año)		Volumen recolectado (litros/ ha año)		Ítems recolectados (ítems/ ha año)	
	1° año	2° año	1° año	2° año	1° año	2° año
	Cuencas de control (barrido mensual)	9	17	109	105	15272
Cuencas de tratamiento (barrido semanal)	12	27	103	101	16066	21544
Reducción aparente	-29%	-59%	5%	3%	-5%	-25%

Tabla 24 Reducción media aparente en el sistema de drenaje (a partir de datos de Lipner et al apud SCVURPPP 2007)

En las últimas décadas se han realizado muchos avances tecnológicos en los barredores, especialmente con la incorporación de los sistemas de vacío, regeneración de aire y aplicación de spray. Debido a este desarrollo la bibliografía más reciente es la que mejor aproxima las eficiencias.

El avance más importante en los mecanismos de barrido ha sido lograr buenas eficiencias de remoción en todo el espectro granulométrico. En la década de los '70s – '80s se lograba una remoción adecuada para los sólidos más groseros, pero remociones muy menores de material fino tal como arcilla, limo, PM10. Esto tiene importancia dado que el material fino es un gran responsable de la carga contaminante a los cursos de agua. En los últimos 20 – 30 años se ha avanzado considerablemente en la remoción de

esta fracción granulométrica, especialmente al incorporar equipos con sistemas de regeneración de aire y vacío.

A grandes rasgos se puede identificar que los mecanismos con incorporación de vacío y regeneración de aire funcionan mejor para remover los sedimentos finos (arcilla, limo y PM10) y material grosero, mientras que los barredores mecánicos son mejores para retirar materiales gruesos, pero pobres en eficiencia de remoción de materiales finos.

En cuanto a eficiencias generales:

- Se estima que los sistemas de vacío retiran hasta el 88 % de la carga de las calles residenciales, dependiendo de la frecuencia de barrido (SCVURPPP 2007, Schilling 2005)
- Los nuevos barredores de alta eficiencia son capaces de remover hasta el 98% del material particulado bajo condiciones controladas y estandarizadas (Depree 2011)
- Al inicio los barredores con sistemas de regeneración de aire estimaban una remoción hasta el 70 – 80 % del material que se encuentra a menos de 150 mm del cordón y 90 % del que se encuentra a 300 mm (Sartor and Boyd 1972 apud Depree 2011). Los sistemas de regeneración de aire más nuevos remueven el 97.5 % del material bajo condiciones estándar (Depree 2011)

Para el barrido ambiental es importante la eficiencia de remoción de material fino, por ejemplo el material $< 250 \mu\text{m}$ (Selbig and Bannerman 2007). Otros autores indican material menor a $100 \mu\text{m}$ (Pitt et al. 2004) o menor a $65 \mu\text{m}$ (SCVURPPP 2007). Esto se justifica en que los tamaños menores tienen las mayores concentraciones de contaminantes, particularmente metales pesados (Selbig y Bannerman 2007).

Son materiales lo suficientemente finos que si permanecen en la cuenca son posteriormente arrastrados por el escurrimiento pluvial. La lluvia remueve una fracción menor de las partículas mayores, pero puede remover grandes cantidades (más del 50 %) de las partículas finas menores a $100 \mu\text{m}$; sólo el 10 % del material lavado es mayor a $500 \mu\text{m}$. Por esto es importante que la técnica de barrido tenga una buena eficiencia en las partículas menores a $100 \mu\text{m}$ (Pitt et al. 2004, Selbig y Bannerman 2007).

El uso de nuevos sistemas de barrido, tal como regeneración de aire y vacío han aumentado significativamente la efectividad de remoción de estos contaminantes. Estos barridos tienen una eficiencia del 70 % de partículas menor a $63 \mu\text{m}$ y 96 % de partículas mayores a $6370 \mu\text{m}$ (SCVURPPP 2007).

Es de destacar que la mayor parte de los contaminantes químicos están asociados a las partículas finas.

La efectividad de barrido cambia dependiendo de los autores, por lo que se muestran a continuación diferentes experiencias.

La Tabla 25 muestra diferentes valores en capacidad de remoción para dos tipos de barredores. Recopila información de dos estudios antecedentes diferenciados como (1) y (2). Se observa una mejor remoción para materiales más gruesos (Kuehl et al 2008).

Tipo	Tamaño (mm)	Eficiencia en la remoción			
		Barrido con cepillo mecánico		Barrido con vacío	
Grava	2.0	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Arena gruesa	0.25 – 2.0	60-79% (1)	69% (1)	s/d (1)	s/d (1)
Arena fina	0.25 – 0.05	9-40% (2)	21% (2)	31-94% (2)	71% (2)
Limo	0.002-0.050	Rango 16-48% (1)	Promedio 21 % (1)	Rango s/d (1)	Promedio s/d (1)
Arcilla	<0.002	13% (2)	13% (2)	39-81% (2)	60% (2)

Tabla 25 Capacidad de remoción (adaptado de Kuehl et al 2008)

La Figura 95 muestra la efectividad del barrido para diferentes tamaños de partículas y diferentes tecnologías. Se observa la mejora en las eficiencias de remoción que se logra con la implementación de nuevas tecnologías. A excepción del barrido en tándem la eficiencia es mayor para el caso de partículas de mayor tamaño. En particular el barrido en tándem, que presenta buenas eficiencias para partículas finas, emplea un barredor mecánico seguido de un barredor de vacío.

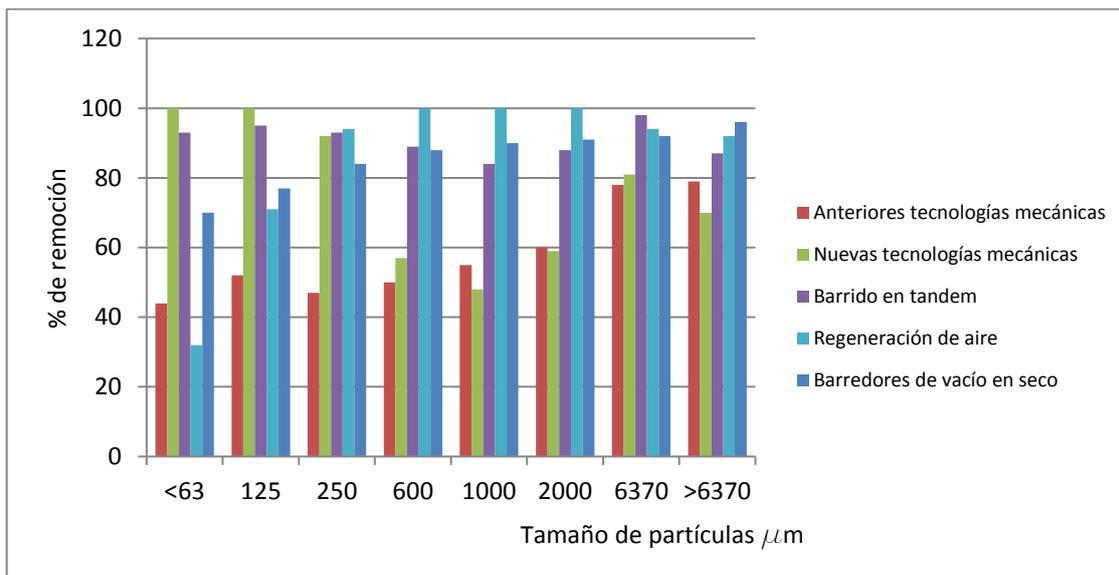


Figura 95 Efectividad de barrido (a partir de datos de SCVURPP 2007)

La siguiente tabla, realizada por un fabricante de equipos compara eficiencias de remoción generales y específicamente para material menor a 63 μm (Depree 2011).

Modelo	Barredor	Tipo	Eficiencia de remoción	
			General	Limo (<63 μm)
Crosswind NX		Regeneración	97.5	90.8
Crosswind		Regeneración	96.4	89.4
Waterless Eagle FW		Mecánico	91.5	78.1
Waterless Eagle FW con agua		Mecánico	81	68.2
Whirlwind		Vacío	93.5	93.5

Tabla 26 Eficiencia para diferentes modelos de barredores (modificado de Depree 2011).

En estudios realizados en 2009 por Horwath and Bannerman en cuencas reales se estima una eficiencia en remoción del 25 al 77 %, con una mediana del 32 % para barredores de vacío. Particularmente los autores observaron que la eficiencia en remoción estaba correlacionada

positivamente con la carga en la calle, llegando a un máximo de 60 a 80 % para cargas mayores a 140-210 kg/ km de cordón cuneta. Para cargas menores, entre 40 - 100 kg/ km de cordón cuneta, la eficiencia fue entre el 20 – 40 %. De ahí que, sea por lluvia o por barridos frecuentes, los menores tiempos de acumulación llevan a menor carga de residuos en la calle y por lo tanto a menores eficiencias (Depree 2011).

La Figura 96 muestra la reducción en sólidos sedimentables totales para distintos barredores en dos contextos, barrio de residencias unifamiliares (res) y una arteria principal urbana (ppal), para diferentes frecuencias. Estos valores son estimados a partir del modelo SIMPTM, utilizando diferentes barredores: Schwarze EV (barredor con sistema de vacío), Elgin regenerative (barredor con regeneración de aire), Tándem (operación en tándem), Mobil Mechanical (barredor mecánico) (Sutherland SF).

Los estudios recabados muestran la alta heterogeneidad en las eficiencias para todos los tamaños de partículas y equipos de barrido. Esto determina la importancia de realizar monitoreos para el contexto particular de nuestro país.

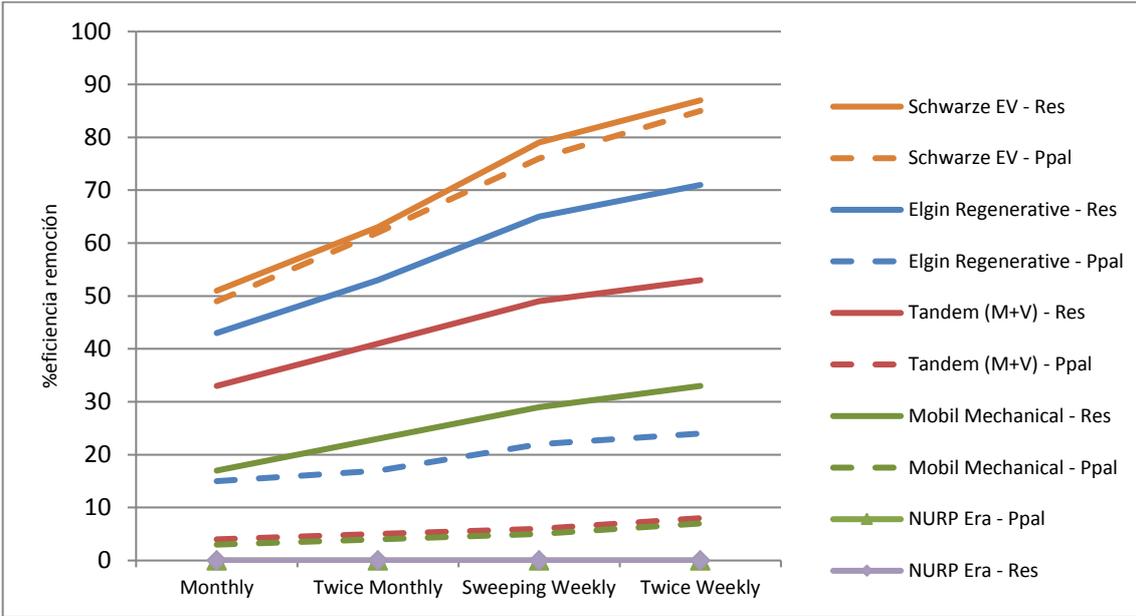


Figura 96 Reducción en sólidos sedimentables totales para diferentes equipos (a partir de datos de Sutherland SF)

11 CASO DE ESTUDIO: RESIDUOS SÓLIDOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA DE MONTEVIDEO

11.1 INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos en la trama hídrica urbana son un problema existente desde hace décadas en todo el departamento de Montevideo, siendo los residuos sólidos un factor importante en la contaminación de los cursos de agua (IM - PDSM 1994, IM - PDRSMAM 2005).

Se entiende, tal como se planteó anteriormente que la solución definitiva a la problemática es a través de estrategias de reducción en fuente y correcta disposición final. Se estima, a partir de entrevistas realizadas y de acuerdo a las acciones planificadas por la IM, que estas estrategias no se aplicarán en los próximos años, por lo que el problema seguramente persista. Es necesario entonces un análisis de estrategias específicas para la reducción de los residuos en la trama hídrica urbana.

Luego de evaluar las diferentes soluciones técnicas pasibles de ser realizadas desde la gestión de la trama hídrica urbana, Capítulo Minimización de residuos en la trama hídrica urbana, página 288, se visualiza que existen soluciones robustas (estructurales y no estructurales) aplicadas internacionalmente desde hace décadas (SCVURPPP 2007).

Estas soluciones no implican desafíos técnicos o presupuestales difíciles de abordar en comparación con los costos usuales de construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje y saneamiento (PDSUM 2010, Ecosol 2017).

Surge naturalmente el interrogante sobre las razones que, a lo largo de los años dificultan la implementación de estrategias de solución, tanto desde la gestión de residuos sólidos como desde la gestión de la trama hídrica urbana de Montevideo.

El tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana tiene complejidades desde muy diversos ámbitos: urbanos, económicos, culturales, institucionales, de salud ocupacional, sociales asociadas a los clasificadores informales, asentamientos en los márgenes de los cursos de agua, mafias de poder, lavado de dinero, gestión de residuos, gestión del drenaje y de los cursos de agua (Tucci 2002, Armitage y Roosenboom 2000). Este tema requiere entonces de un abordaje integral para su solución, que no está presente actualmente en Montevideo.

Se ha visto a lo largo del desarrollo teórico realizado que los impedimentos para la aplicación de medidas integrales son fundamentalmente institucionales (Brown y Farrelly 2008). A partir de entrevistas realizadas se puede concluir que la dificultad en el abordaje del tema está muy ligada a la institucionalidad de la IM: la fragmentación temática y territorial, la organización jerárquica de la institución. En particular existe la percepción desde los

grupos de trabajo de saneamiento y limpieza, que el problema es “de otro”, por lo que el tema no es priorizado.

Se entiende necesario entonces un análisis institucional con eje en la gestión de la trama hídrica urbana, focalizándose en las dinámicas institucionales, profesionales y sociales, más que en los temas técnicos ingenieriles que ya han sido largamente analizados y presentan diferentes soluciones técnicas (Brown y Farrelly 2008, SCVURPPP 2007).

Se asume la gestión de la trama hídrica urbana como un sistema socio técnico que implica un abordaje en conjunto de las dimensiones técnica y social incluyendo lo económico, cultural y político, enfocándose en los diversos actores sociales que interactúan en la continuidad y en el cambio de sistemas socio técnico (Leonardi 2012).

El marco de análisis que se utiliza es la Perspectiva Multi-Nivel (PMN), descrita anteriormente (Geels 2001). El análisis del caso de estudio tiene también una visión parcial, dada la disciplina de la autora de la tesis, enfocando el problema principalmente desde la gestión de la trama hídrica urbana.

A continuación se describen los diferentes paradigmas de gestión del saneamiento y la trama hídrica urbana en Montevideo y se describe la problemática local actual de residuos sólidos en la trama hídrica. Se plantean las acciones que se realizan actualmente y las estrategias planteadas desde la planificación. Se plantea posteriormente la metodología de análisis usada,

la investigación a través de encuestas realizada y el análisis institucional a partir de las mismas.

11.2 PARADIGMAS DE GESTIÓN DE SANEAMIENTO Y TRAMA HÍDRICA URBANA EN MONTEVIDEO

Desde 1850 a la fecha la gestión del saneamiento, drenaje y cursos de agua en Montevideo ha atravesado diferentes paradigmas, que responden a cada época particular. Es recomendable analizar la gestión institucional considerando su historia, el contexto y las prácticas para identificar cómo los diferentes patrones que suceden en diferentes momentos, dan forma a la organización y la gestión a lo largo del tiempo (Brown 2005). Este análisis se realiza en el marco de la evolución de paradigmas presentado en el Capítulo 4, página 39.

La primera red de saneamiento y drenaje de Montevideo comenzó a construirse en 1855 (Archivo IM - SEPS). Fue propuesta al gobierno de la ciudad por el empresario uruguayo Juan José de Arteaga en setiembre de 1852 (Arteaga 1852). En ese año, la ciudad de Montevideo y su campaña contaba con aproximadamente 50.000 habitantes (Pollero 2016).

La Figura 97 muestra imágenes y un plano del Montevideo de ese entonces.



Figura 97 Montevideo en 1850 (izq. y der. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes 2017, centro Archivo IM - SEPS)

En la transcripción de la propuesta de construcción de saneamiento que realiza Arteaga al gobierno de la ciudad se nombran las razones por la que se debe construir la red:

“Semejante construcción se hace pues indispensable para la ciudad de Montevideo; el aumento siempre creciente de su población y el gran movimiento que ocasiona el desarrollo continuo de su comercio, deben hacer desear vivamente la desaparición completa de los focos de infección que corrompen el aire en las estaciones de calor, y que a pesar de la salubridad del clima son siempre muy nocivos”. (Arteaga 1852)

Se destaca que menciona «*corrompen el aire*» y no las aguas. La red fue propuesta antes de que se conociera la transmisión por vía hídrica de las enfermedades. Se creía en ese entonces que muchas enfermedades, entre ellas el cólera y la fiebre amarilla, se transmitían por medio de miasmas,

masas de aire contaminadas que avanzaban sobre las ciudades y contagiaban a quienes la respiraban.

“En la construcción de los caños no es preciso considerar sólo la cantidad de agua que en tiempo ordinario ha de pasar: hay que examinar la superficie del depósito que debe desocupar, la posición horizontal ó más o menos inclinada de él, y la cantidad de agua que en tiempo de lluvias copiosas llegan al punto en que se encuentra ... La primera condición que como medida de salubridad debe tener un caño maestro, es la de dejar en su altura capacidad suficiente para que un hombre pueda recorrerlo sin bajarse”. (Arteaga 1852).

La red se construyó con un criterio fuertemente sanitarista, con el principal objetivo de proteger la salud de la población y como segundo objetivo quitar las aguas de las calles. Es una red unitaria, que se adecua al amanzanado existente construyendo una tubería por cada eje de calle logrando un sistema mallado. La forma mallada de la red es independiente de la topografía, la trama hídrica natural fue ignorada en la construcción de la red.

Es importante destacar que el suministro de agua potable se masificó en Montevideo años después de la construcción de la red (Castellanos 1971), por lo que el paradigma de abastecimiento de agua se da en simultáneo con el servicio de saneamiento. Dada la baja dotación de agua, la fracción sólida de los efluentes domésticos se podía acumular en las tuberías y debía retirarse mecánicamente.



Figura 98 Sección e interior de la Red Arteaga, (Archivo IM - SEPS)

Desde 1955 hasta 1913, la empresa de Juan José de Arteaga construyó redes, las operó y administró. Se construían a demanda, a medida que se solicitaba el servicio se llevaba el saneamiento hasta los clientes. A lo largo de los años la red se amplió a los barrios Centro, Aguada, Reducto, parte de Bella Vista, Villa Muñoz, Cordón, La Comercial, Tres Cruces, Palermo y Parque Rodó. En sus últimos ramales llegó a La Unión y Pocitos. Cada propietario debía abonar 12 pesos por cada vara (0.83 m) de frente de su propiedad y además la conexión domiciliaria. Era un servicio caro para la época y no obligatorio.

En 1868, según un informe de Dirección de Obras Públicas, la red tenía una extensión de 61 kilómetros de colectores y daba servicio a 10.371 viviendas (Castellanos 1971). En 1913 la red de saneamiento pasa a ser del gobierno de la ciudad y se inicia la administración pública. En ese año Montevideo tenía aproximadamente 375.000 habitantes, la Red Arteaga tenía

211 kilómetros de colectores y alcanzaba una cobertura de 1157 ha (Archivo IM - SEPS).

Ya con la gestión en el ámbito público se elaboró el Plan General de Obras de la Ciudad de Montevideo para el período de 1922 a 1950, la primer planificación de las obras sanitarias de la ciudad. A lo largo de esta planificación, que siguió vigente hasta 1960, se aumentó fuertemente la cobertura de saneamiento y drenaje (Archivo IM - SEPS). Se hicieron obras que modificaron la trama hídrica urbana, en particular se entubaron múltiples cañadas y arroyos. Este plan tiene un criterio fuertemente sanitarista. Se puede decir que está enmarcado en los paradigmas de drenaje y saneamiento (Figura 11), con el objetivo de universalizar el servicio de saneamiento y minimizar las inundaciones, retirando en ambos casos los efluentes lo más rápidamente posible de su lugar de generación. No se realizaba tratamiento a las aguas servidas y se construyeron vertidos de aguas servidas crudas en los arroyos interiores y en la costa.

La gestión de los arroyos urbanos se ve fuertemente influenciada por la concepción ambiental de la población. A lo largo del tiempo Montevideo ha cambiado cómo considera sus arroyos, desde un receptor de aguas servidas a un espacio público disfrutable.

Qué obras se realizan depende también de qué problemas se visualizan. Los problemas no se definen espontáneamente: las preguntas que se generan implican un esquema conceptual y un paradigma de abordaje; a

través las preguntas los problemas toman forma y las posibles soluciones responden a cómo se formulan los problemas (Geels 2012).

Hasta los años 90 los cursos de agua interiores no se visibilizaban como un “problema”, independientemente del estado en que se encontraran. Sin embargo las playas sí fueron consideradas como objeto de una mejora necesaria. Esta división entre los abordajes de la costa y de los cursos de agua continúa hasta hoy.

En 1972 se realizó el "Estudio de Disposición Final de las Aguas Residuales de la Ciudad de Montevideo", asociado a los problemas de contaminación de la faja costera y las playas en particular. Este estudio estableció la conveniencia del uso de emisarios subacuáticos y fue el puntapié para iniciar los Planes de Saneamiento Urbano (PSU). En esa época Montevideo comienza a realizar acciones que se pueden considerar dentro de los paradigmas de Gestión de arroyos urbanos (Figura 11), asociadas al control de la contaminación (Archivo IM - SEPS, Brown 2005).

La Figura 97 muestra una encuesta sobre la disposición de asistir a las playas. Se observa un descenso a lo largo de los años, asociado a la contaminación de la costa.

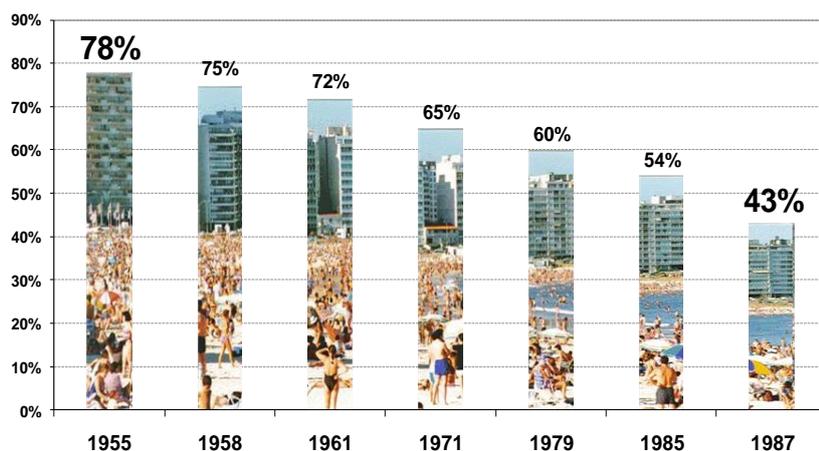


Figura 99 Encuesta de disponibilidad de concurrir a las playas de Montevideo, (Archivo

IM - SEPS)

En la década del 90 se realiza el Plan Director de Saneamiento de Montevideo (IM - PDSM 1994), que aborda el problema de la contaminación puntual y difusa en los cursos de agua. En particular el PDSM propició la creación de la Unidad de Efluentes Industriales, con el objetivo del control de la contaminación puntual asociada a las industrias y la sistematización de las campañas de monitoreo de cuerpos de agua (IM - PDSM 1994).

La evaluación de la calidad de los cuerpos de agua se realiza solamente a través de la calidad del agua y se evalúa principalmente el impacto asociado al vertido de aguas servidas e industriales. El monitoreo de cursos de agua se realiza en los cursos y cañadas principales, Figura 144.

También en la década del 90 se crea el Departamento de Desarrollo Ambiental mediante la Resolución N° 566 del 15 de febrero de 1995, fusionando las Divisiones de Limpieza y Saneamiento. Este Departamento debe marcar la política en relación a residuos sólidos y trama hídrica urbana.

En el Plan de Obras del PDSM realizado en el año 2010 no se incorporaron medidas asociadas a la calidad de la trama hídrica urbana, priorizando el aumento de la cobertura de saneamiento y la minimización de inundaciones (IM - PDSM 2010).

Dado el impacto en la salud, en Montevideo la construcción de saneamiento ha sido siempre prioritaria frente a la construcción del drenaje y gestión de los cursos de agua. Esta prioridad se observa con más énfasis asociada a las epidemias de cólera en América Latina. La Figura 100 muestra el avance de la red de saneamiento a lo largo de los años.

Para evidenciar la utilidad de la política de saneamiento se muestra en la Tabla 27 la incidencia de las ocho grandes epidemias de cólera en América Latina.

En Montevideo la trama hídrica urbana, tanto natural como antrópica, tiene una función hidráulica y urbana, pero no una función paisajística y ecosistémica. Los cursos de agua no son disfrutados por la población (a excepción de pocos ejemplos, como algunos tramos del Arroyo Miguelete) y las aguas pluviales no son en general consideradas como un recurso urbano.

Existe una gestión fuertemente sanitarista, aunque se avanza en acciones que se pueden enmarcar en el paradigma de Gestión de Arroyos Urbanos y Preservación del ciclo hidrológico urbano (Brown y Farrelly 2008).

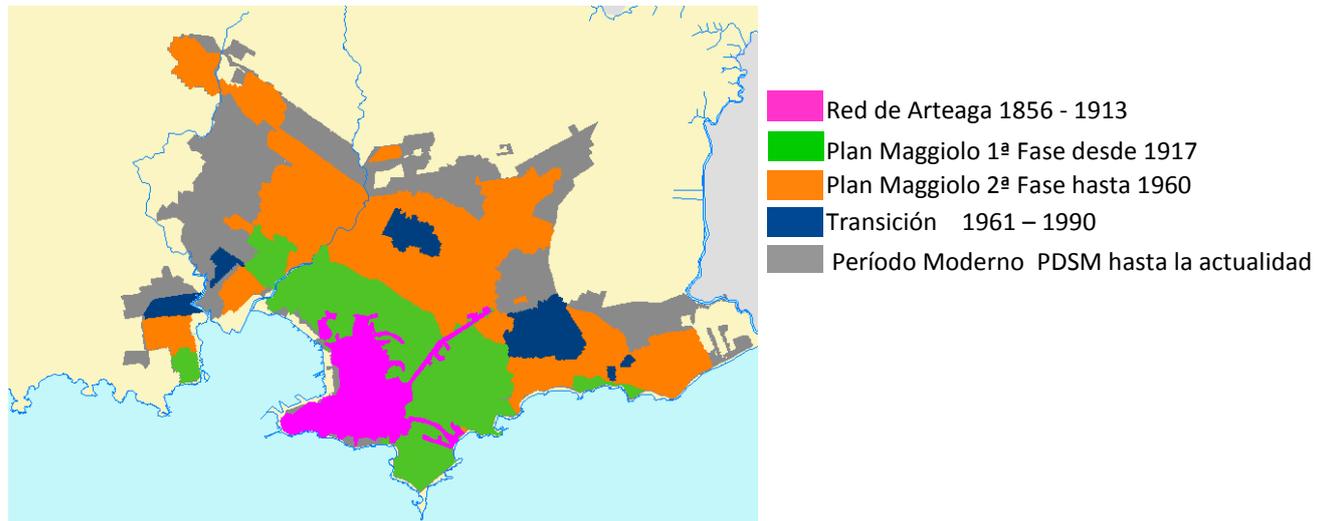


Figura 100 Construcción de redes en Montevideo (Archivo IM - SEPS)

Dentro de las acciones enmarcadas dentro del paradigma Gestión de Arroyos urbanos se realizan controles de la contaminación puntual, especialmente aquella que proviene de fuentes industriales y productivas formales.

Siguiendo con la evolución de paradigmas presente en la Figura 11 se destaca que se han realizado algunas estrategias estructurales y no estructurales consideradas dentro del paradigma de Preservación del ciclo hidrológico.

Epidemias	Años	Incidencia en países de América Latina
Primera epidemia	1817	No afectó a América del Sur
Segunda epidemia	1826 a 1851	En América Latina afectó a Brasil y Uruguay
Tercera epidemia	1852 – 1859	En América Latina afectó a Colombia, Trinidad y Tobago, Venezuela, Brasil, Uruguay , Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala y Argentina. En Uruguay murieron más de 100 personas en Villa Artigas (hoy Rio Branco)
Cuarta epidemia	1863 – 1879	En América Latina República Dominicana, Cuba, Nicaragua, Honduras, Paraguay, Brasil, Chile, Bolivia, Perú, Uruguay y Argentina. En 1866 murieron 228 personas víctimas de cólera en Montevideo. En 1867 y 1868 murieron 2952 personas en Montevideo.
Quinta epidemia	1881 – 1896	En América Latina afectó a Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. En Montevideo esta epidemia causó 297 muertes. En Uruguay murieron en total 535 personas.
Sexta epidemia	1899 - 1923	No afectó América del Sur
Séptima epidemia	1961	Afectó a América Latina, pero no a Uruguay
Octava epidemia	1991	No afectó a Uruguay. En América Latina llegó a afectar a 20.000 personas por semana. Se reportaron más de 1 millón de casos de cólera en Latinoamérica

Tabla 27 Incidencia del cólera en América Latina (elaboración propia a partir de datos de

González et al 2011, Soiza Larrosa SF y Soiza Larrosa 1996)

Como medidas estructurales se instalaron laminaciones públicas y privadas, Figura 102. Como ejemplo de medidas no estructurales se incorpora la normativa de Factor de Impermeabilización de Suelos que reglamenta la permeabilidad de las cuencas, Figura 101 (ArtículoD.223.289, Digesto

Departamental IM 2017). Ambas estrategias implican desafíos en conjunto con otros sectores de la Intendencia, en particular con los sectores encargados de la planificación territorial y de espacios públicos, generándose abordajes multidisciplinares.

El drenaje urbano ha sido una prioridad menor comparada con el saneamiento. Hasta finales del siglo XX se lo consideraba un trabajo adicional a vías de tránsito y al trazado de nuevos fraccionamientos. Hasta la actualidad el diseño está directamente asociado a minimizar el riesgo de inundación, no enfocándose en las funciones paisajísticas ni ecosistémicas. Esto se puede visualizar en las imágenes de las laminaciones construidas, Figura 102. A menos de algunas excepciones, que han comenzado a surgir en la actualidad, se prioriza la función de retirar rápidamente las aguas de los puntos de inundación y conducir las aguas abajo.

El avance hacia paradigmas no sanitaristas ha tenido algunos problemas en Montevideo. En particular la construcción de plazas inundables, que funcionan inundadas durante eventos de lluvias y durante períodos secos cumplen la funcionalidad de espacios públicos, es un ejemplo de fragmentación institucional que deriva en la imposibilidad de realizar estructuras multifunción. Se observan en las siguientes imágenes las tres plazas inundables construidas en Montevideo. En ningún caso el diseño realizado desde Saneamiento tiene en cuenta explícitamente equipamiento urbano. Son espacios pensados teóricamente para tener un uso flexible, que hoy son grandes

espacios sin mantenimiento de uso restringido al saneamiento y ninguna función como espacio público.

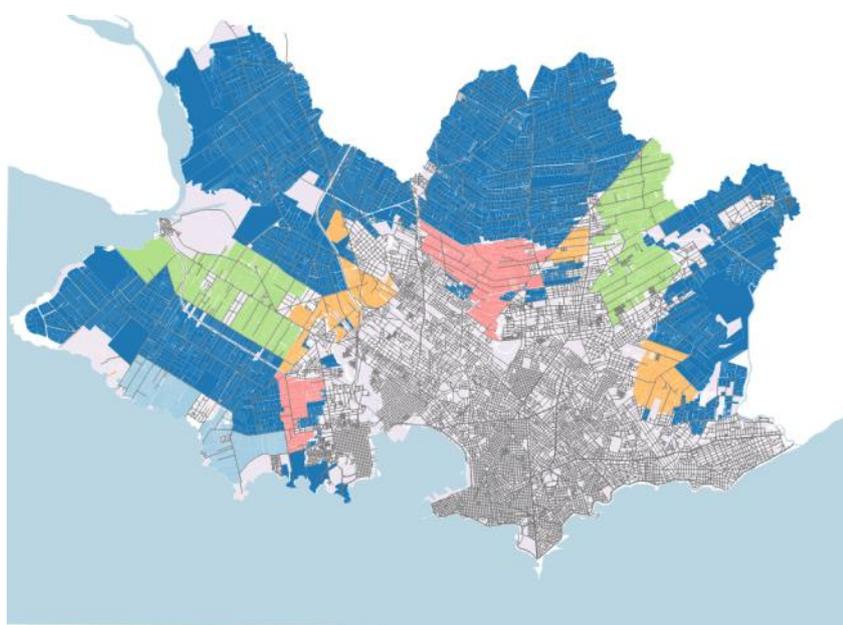


Figura 101 Diferentes criterios de Factor de Impermeabilización de Suelos, (elaboración propia a partir de datos IM - SIG 2017)



Chon



Peabody



Nuestros
hijos

Figura 102 Laminaciones a superficie libre en Montevideo (Fuente fotos propias y Google

Earth 2017)

El paradigma Holístico o Integral (Brown 2005) no se ha aplicado aún.

Actualmente se está realizando el Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo, que prevé un abordaje integral el tema de calidad de la trama hídrica urbana, y en particular el tema de residuos sólidos (PDSUM 2017). El Plan de Saneamiento Urbano V, actualmente en fase de proyecto ejecutivo y de pronta construcción, no incorpora elementos asociados a la trama hídrica urbana que vayan más allá de la realización de micro y macro drenaje (Web institucional de la IM).

11.3 RESIDUOS SÓLIDOS EN LA TRAMA HÍDRICA DE MONTEVIDEO

En Montevideo los cursos de agua y el drenaje urbano se utilizan como sitio de disposición final de residuos sólidos por los ciudadanos y emprendimientos establecidos en la ciudad formal e informal, además de ser receptoras del lavado de la superficie de la cuenca durante las lluvias (Figuras 103 a 107). La proporción en que cada uno de los actores aporta residuos a los cursos de agua y la actividad en la cual se enmarca el vertido de residuos, determinan cómo se debe enfocar el tema para darle solución (SCVURPPP 2007).



Figura 103 Cañada Casavalle y San Martín (Foto propia 2018)

La existencia de residuos sólidos en los cursos de agua y drenaje urbano comprende una cantidad poco significativa frente a la totalidad de residuos

que se generan, transportan y acumulan en Montevideo (IM PDRSMAM 2005). Sin embargo estos residuos tienen gran impacto ambiental dado que se ubican en lugares estratégicos para el funcionamiento del sistema de drenaje y del ecosistema urbano asociado a los cursos de agua.



Figura 104 Arroyo Miguelete entre Aparicio Saravia y Dr. J. M. Silva (Foto propia 2018)



Figura 105 Arroyo Miguelete entre Aparicio Saravia y Dr. J. M. (Foto propia 2018)



Figura 106 Arroyo Miguelete y Dr. José María Silva (Foto propia 2018)

La Intendencia de Montevideo (IM) es la responsable de la recolección y disposición final adecuada de los residuos domésticos generados en la ciudad. Según dicta el Digesto Departamental, le compete:

“Realizar la recolección domiciliaria y el barrido y limpieza de calles, espacios públicos y basurales, transportando los residuos a la disposición final. Realizar la

limpieza y acondicionamiento de playas. Realizar una apropiada disposición final de los residuos urbanos y los asimilables a ellos”, Artículo R.19.45.

La responsabilidad sobre los residuos no domiciliarios recae sobre el generador:

“El generador de residuos será responsable sobre el origen, características, transporte autorizado y destino de los mismos.”, Resolución N° 5383/12 de la Intendencia de Montevideo.

“Se consideran residuos no domiciliarios: a) Los generados por actividades industriales, comerciales, de prestación de servicios, productivas, educativas, culturales, sociales, sindicales, religiosas, sanitarias, institucionales y de organismos públicos y privados de cualquier índole. b) Los generados por las construcciones, reformas, reparaciones y demoliciones de obras de construcción civil, incluidos los obtenidos de la preparación y excavación de terrenos para dichas obras independientemente de su volumen y aún cuando los mismos se generen en casa-habitación. c) Los generados en zoológicos, parques y demás lugares de esparcimiento. d) Los animales muertos. e) Los productos decomisados. f) Los generados por actividades de jardinería y poda. g) Cualquier otro residuo que por su origen no sea domiciliario”, Artículo D.1919.

Los residuos llegan a la trama hídrica urbana a través del escurrimiento pluvial y el sistema informal de recolección y disposición.

La presencia de residuos no es exclusiva de los cursos de agua, en las redes de drenaje urbano de Montevideo se observa también la presencia de residuos sólidos. La Figura 108 muestra descargas de conexiones de

bocas de tormenta a un colector ubicado en las calles Miguel Ángel y Rafael Pérez. Algunos de los residuos que arrastra el agua de escurrimiento quedan retenidos en la descarga. La cuenca de aporte al colector no presenta grandes basurales o asentamientos, la presencia de residuos es una situación que se puede considerar generalizada en la zona urbana.



Figura 107 Cañada Casavalle y Av. Gral. San Martín (Foto propia 2018)



Figura 108 Izq. Residuos sólidos en la descarga de bocas de tormenta a colector ubicadas en la calle Miguel Ángel entre Rafael Pérez y Lambare, der. Ocupación de la cuenca (Izq. Foto propia, 2015, Der. Google Earth 2017)

11.3.1 APOORTE POR EL SISTEMA INFORMAL DE RECOLECCIÓN, CLASIFICACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL

Los clasificadores informales se incorporan como un sistema paralelo al sistema de recolección formal, recolectando, clasificando, vendiendo el material con valor económico y disponiendo irregularmente el material sin valor en el mercado.

La recolección formal compite con la recolección informal y cada una implica un sitio de disposición final diferente. El sitio de disposición formal (de residuos domésticos o asimilables a domésticos) de la IM es el relleno sanitario Felipe Cardoso, mientras que la disposición del sistema informal se realiza en predios privados y públicos distribuidos en todo Montevideo,

muchos de ellos ubicados sobre las márgenes de los cursos de agua, o directamente sobre el curso de agua.

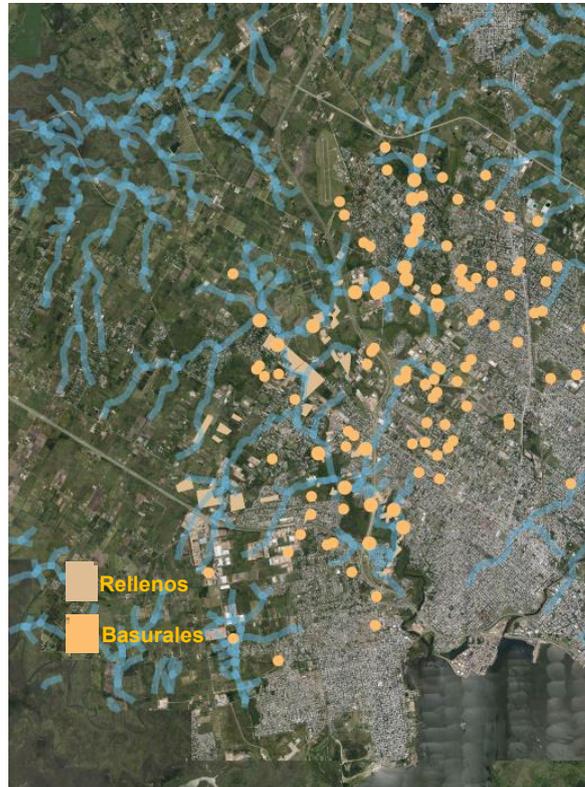


Figura 109 Basurales y rellenos en la cuenca de Arroyo Pantanoso (Elaboración propia a partir de datos de Archivo IM - SEPS)

Para disminuir los residuos vertidos informalmente a curso de agua se debe disminuir la cantidad de residuos que ingresa al sistema de recolección y disposición informal.

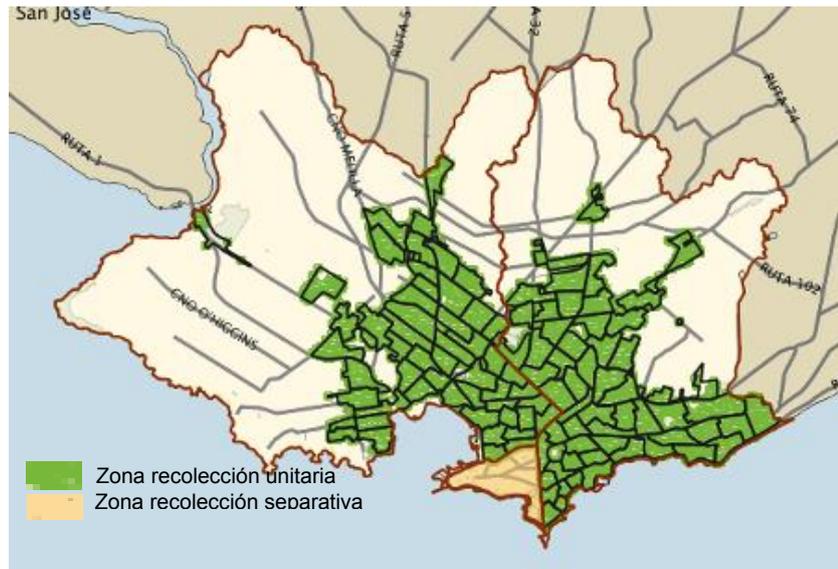
La recolección formal se realiza mediante dos sistemas de contenedores, que son muchas veces usados por la recolección informal como fuente de residuos:

- contenedores separativos, en los que el dispositivo de entrada al contenedor dificulta que para el caso de residuos húmedos se pueda retirar material del mismo. Esta tapa es llamada por los fabricantes de volquetas “Tapa Montevideo”.
- contenedores unitarios, de los que se puede retirar con facilidad los residuos

La Figura 110 indica la zona con contenedores con y sin clasificación y el tipo de contenedor utilizado.

Se destaca que no está planificada la ampliación de las zonas con recolección selectiva, zonas en las cuales los contenedores tienen una tapa que impide retirar material. No existe tampoco una atención específica del Plan Director de Limpieza en la temática de cursos de agua.

Para que el residuo llegue a los sitios de disposición final, informal o institucional, antes nombrados puede recorrer diferentes caminos determinados no sólo por la voluntad del generador sino también por características de los sistemas de recolección y disposición formal e informal existentes.



Contenedores separativos



Contenedor unitario

Figura 110 Contenedores en Montevideo, (Foto izq. web institucional de la IM, der. foto propia 2018, superior Sistema de Información Geográfica IM)

La Figura 111 esquematiza el recorrido de los residuos, identificando los recorridos que resultan en potencial contaminación de cursos de agua. El recorrido de los residuos depende de decisiones y características de la población y del sistema formal de residuos, que se enumeran. Se observa que el único recorrido sin riesgo de que cierta fracción del residuo se disponga en los cursos de agua es al utilizar los contenedores separativos con tapa Montevideo (Figura 112). En estos contenedores se vierten los residuos

mezcla, aquellos que no se llevan a las plantas de clasificación formales. Los residuos que se vierten en el resto de las volquetas pueden potencialmente ser recogidos por un clasificador, entrar en el sistema informal de residuos y cierta fracción de los mismos puede ser dispuesta en lugares potencialmente contaminantes para los cursos de agua.

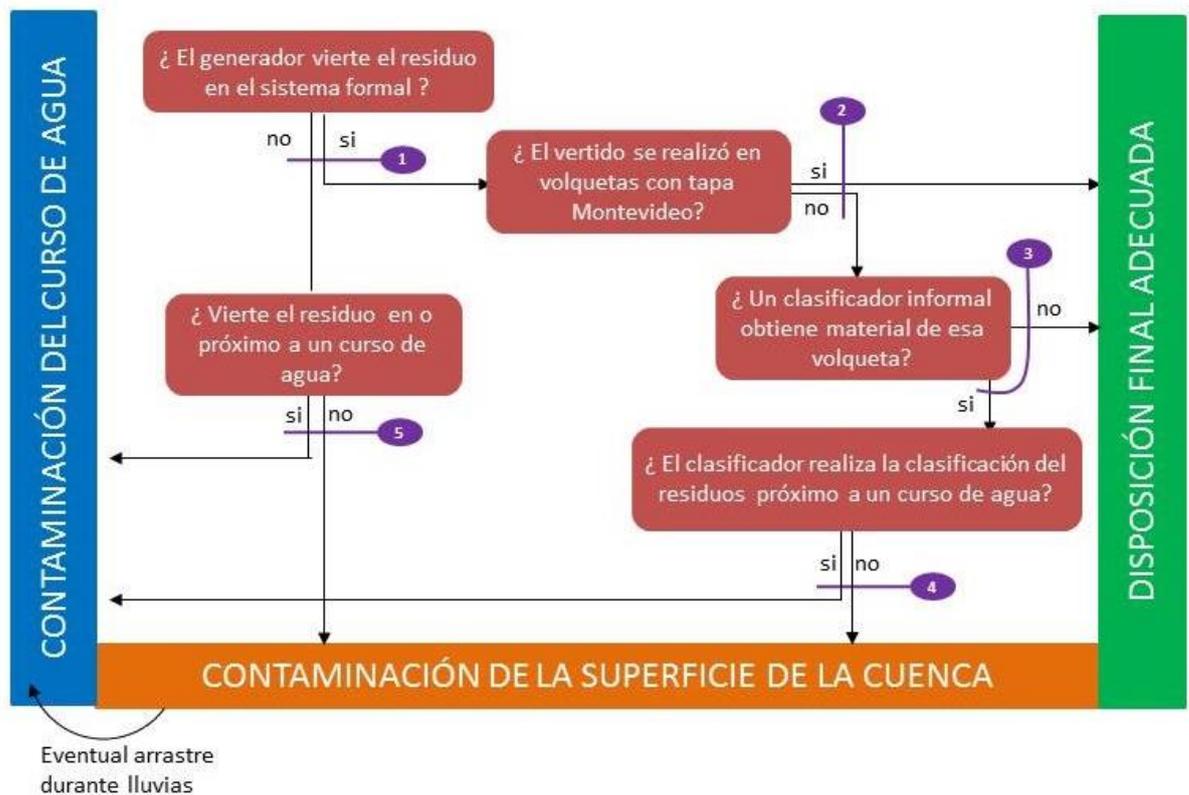


Figura 111 Esquema del proceso de vertido de residuos domésticos (elaboración propia).

- 1 Esta decisión se determina a través de características sociales de los generadores tales como conciencia ambiental y convivencia ciudadana. Se tienen en cuenta también características del sistema de recolección formal, tales como existencia de un sistema de disposición transitoria y de recolección de residuos adecuada y la existencia de fiscalización y/o multa a los generadores que dispongan inadecuadamente los residuos.
- 2 Esta bifurcación depende de características del sistema de recolección formal, particularmente de la existencia de un sistema de disposición transitoria seguro.
- 3 Esta bifurcación depende de las características del sistema de recolección informal: presencia de clasificadores informales y de características del sistema de recolección formal: existencia de un sistema de recolección, transporte y disposición final sin flujos hacia lo informal.
- 4 Depende de las características del sistema de recolección informal: método de trabajo de los clasificadores informales.
- 5 Depende de las características sociales de los generadores: conciencia ambiental y convivencia ciudadana, y de la ubicación de los generadores. También depende de características del sistema de recolección formal: existencia de un sistema de disposición transitoria y de recolección de residuos adecuada.

Fiscalización y multa a los generadores que dispongan inadecuadamente sus residuos.



Figura 112. Contenedor tapa Montevideo (Web institucional de la IM)

La población que vive en zonas con recolección separativa es de aproximadamente 217.500 habitantes, del orden del 17 % de la población de Montevideo (datos a partir del Censo 2011). En la zona separativa se puede suponer que los residuos mezcla no se pueden retirar, los contenedores mezcla tienen la tapa Montevideo, y que los residuos con valor, vertidos en los contenedores naranjas, tienen un material descartable despreciable. Se puede estimar entonces que los clasificadores acceden al 83 % de los residuos generados por la población y que parte de estos residuos puede ser

descartado en los cursos de agua o llegar a ellos a través del escurrimiento superficial.

Cada actor que participa en la gestión informal de residuos tiene un rol asociado a su tarea, capacidad de gestión, relacionamiento con los actores de la cadena y de infraestructura disponible. La Figura 113 esquematiza el proceso de clasificación y los diferentes actores, indicando en qué etapas se pueden verter residuos a la trama hídrica urbana.



Figura 113 Proceso de clasificación informal (elaboración propia)

Las características de las actividades de cada actor explica, entre otros factores, la permanencia del sistema de recolección informal a lo largo del tiempo, sustentada no solo en el valor comercial del residuo sino también en externalidades que van más allá del comercio de residuos clasificados, tal como el lavado de dinero (El País 2017 b).



Figura 114 Clasificador llevando el descarte al Arroyo Miguelete (foto propia 2018)

Algunos de los principales actores en esta cadena son, Figura 113:

- Recolectores y clasificadores informales: recorren la ciudad retirando los materiales con posible valor económico. Realizan alguna clasificación primaria, usualmente en la calle y/o en sus domicilios. El descarte de esta clasificación se dispone usualmente ilegalmente en la vía pública y predios, que muchas veces se encuentran cercanos a los cursos de agua, o directamente en los cursos de agua. Es una actividad completamente informal, Figura 113.



Figura 115 Clasificador informal sobre el Arroyo Pantanoso (Campal 2015)

- Acopiador, depositero barrial: El acopiador medio o depositero compra los residuos clasificados de forma primaria a los clasificadores informales y lo revende a empresas formales de clasificación. Usualmente el depositero tiene algún procedimiento de clasificación, lavado y compactación de los residuos. El descarte de esta segunda clasificación se dispone en predios, que muchas veces se encuentran en las márgenes o cercanos a los cursos de agua. De esta manera se utiliza el curso como disposición final de material. Desde el punto de vista legal y financiero puede ser un emprendimiento formal o informal.

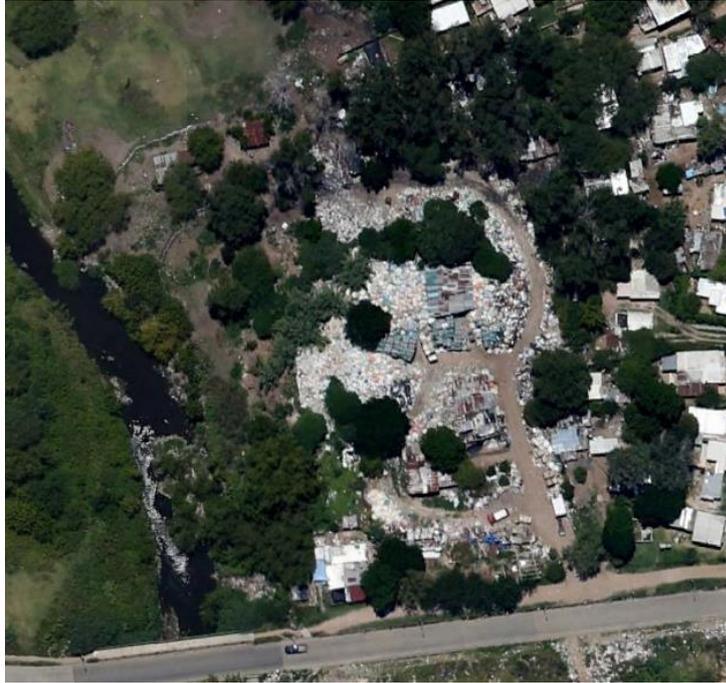


Figura 116 Depositero en Aparicio Saravia y el Miguelete, (Google Earth 2017)

- Vendedor formal: recibe el material clasificado y lo revende en grandes cantidades. Esta actividad es formal y es realizada por algunas empresas en Montevideo.

A lo largo de la cadena aumenta la formalidad en los intercambios de material y dinero. Una de las características del sistema, y que determina su permanencia a lo largo del tiempo independientemente de las regulaciones, crisis económicas y variaciones del precio del material, es la capacidad de “formalizar dinero” que tiene la compra - venta de residuos. Los vendedores informales (clasificadores y/o depositero) venden material, que es comprado sin boleta por los vendedores formales, que declaran posteriormente ante la DGI un ingreso ficto; esto último posibilita que se realice

“lavado de dinero”. Se estima que las empresas de clasificadores formales tienen una facturación anual de 200-300 millones de dólares anuales (Campal 2015).

La existencia de lavado de dinero en el mercado de residuos es ampliamente conocida:

Los clasificadores toman los desechos de los grandes basurales y separan lo que pueden vender, muchas veces descartando lo que les sobra en ríos o bañados, y lo llevan a los "depositeros" ... "Ellos pagan con dinero en negro o con drogas", dice Puntigliano. Luego estos depositeros les venden los residuos a depósitos legítimos, haciendo que los residuos entren al mercado formal. Según Puntigliano, es "una forma de blanqueo de capital" (El País, 2017 b).

Campal señaló que el problema no se limita a la existencia de un explotado y un explotador, sino que "está absolutamente claro que hay una cadena de lavado de dinero" (La Diaria, 2015).

La recolección informal de residuos sólidos, y la disposición también informal de los mismos, forma parte de un proceso económico con influencias que van más allá de la economía del reciclaje de residuos sólidos o la economía del asentamiento. En este caso una intervención ambiental asociada a los cursos de agua ocasiona también una desestabilización económica y una redistribución de poder por lo que la resistencia a las intervenciones puede ser mayor.

Los intermediarios ejercen mecanismos de explotación sobre los clasificadores; las actuales condiciones en las que los clasificadores realizan su trabajo configura un caso de aprovechamiento económico, disfrazado de actividad independiente (Casaccia, 2013). Los intermediarios manejan los precios en forma arbitraria, apropiándose de la mayor parte del valor de los residuos y en algunos casos estableciendo relaciones casi feudales con los clasificadores (Licandro 2015; Rodríguez 2012). Los precios del material son fijados por los depósitos informales, que de una semana a otra los cambian sin encontrar ninguna restricción (Casaccia, 2013). El aumento de precio del material clasificado a lo largo de la actividad de intermediación se debe principalmente a la posibilidad de ingresarlo en un mercado que les permite revenderlo a mayor precio y a las externalidades ilegales del negocio, nombradas anteriormente. El intermediario vende el producto un 300 % - 400 % más de lo que le paga al clasificador (Programa Uruguay clasifica, 2006), llegando inclusive a un aumento del 900 % (Fernández, 2012).

En el 2013 el mercado de los clasificadores generaba 150 millones anuales de dólares (Casaccia, 2013) y en el 2015 genera 400 millones anuales de dólares (Campal, 2015).

La población de clasificadores fluctúa con la economía (Casaccia, 2013). Cabe destacar que en los períodos de menor desocupación la cantidad de recolectores disminuyó, pero el problema en los cursos de agua no cambió (Campal, 2015).

Existen diferentes estimaciones de la cantidad de clasificadores existentes en Uruguay y particularmente en Montevideo. En la Tabla 28 se resumen datos que permiten visualizar cómo ha evolucionado la cantidad de clasificadores en Montevideo.

Año	Cantidad	Fuente
1978	800	Dato del artículo "Reciclaje de residuos con hurgadores en el sector informal urbano" (BIRF - IM - 1986 de Echevarría) citado por Chabalgoity 2006.
1990	3547	Primer Censo voluntario de clasificadores de Montevideo. Fuente: Intendencia de Montevideo 2015, Plan Director de Limpieza 2015
2002	5313	Intendencia de Montevideo 2015, Plan Director de Limpieza 2015
2004	7700	Intendencia de Montevideo 2015, Plan Director de Limpieza 2015
2006	8729	MIDES, cantidad de personas inscriptas en el plan PANES a marzo de 2006, (Programa Uruguay Clasifica 2006)
2008	5013	Intendencia de Montevideo 2015, Plan Director de Limpieza 2015
2012	20000-25000	Estimación a partir de conocimientos del autor, representante de UCRUS, (Rodríguez 2012)
2013	3188	Censo realizado por la UdelaR, IESTA 2013
2015	4800	Estimación a través de la Encuesta Nacional de Hogares (Parlamento de Montevideo 2017)

Tabla 28 Evolución de la cantidad de clasificadores

El censo realizado en el año 2012/2013, último dato cuantitativo directo, tomó como espacio muestral zonas particulares donde, a través de informantes calificados e información censal previa, se estimaba existía la mayor cantidad de clasificadores y se censaron solamente esas zonas de la ciudad. Se relevaron 5062 hogares de los cuales 2027 tenían actividades

de clasificación. El error estándar para el número de hogares relevados es de 313 (IESTA, 2013). La cantidad de clasificadores censados puede subestimar la cantidad total en Montevideo, especialmente teniendo en cuenta que la precariedad dispersa es cada vez más importante. La Tabla 29 y Figura 117 resumen los resultados por zona.

Región	Oeste	Centro	Este	Total
Hogares clasificadores	511	776	740	2027

Tabla 29 Cantidad de clasificadores en Montevideo, año 2013 (elaboración propia a partir de datos IESTA 2013)

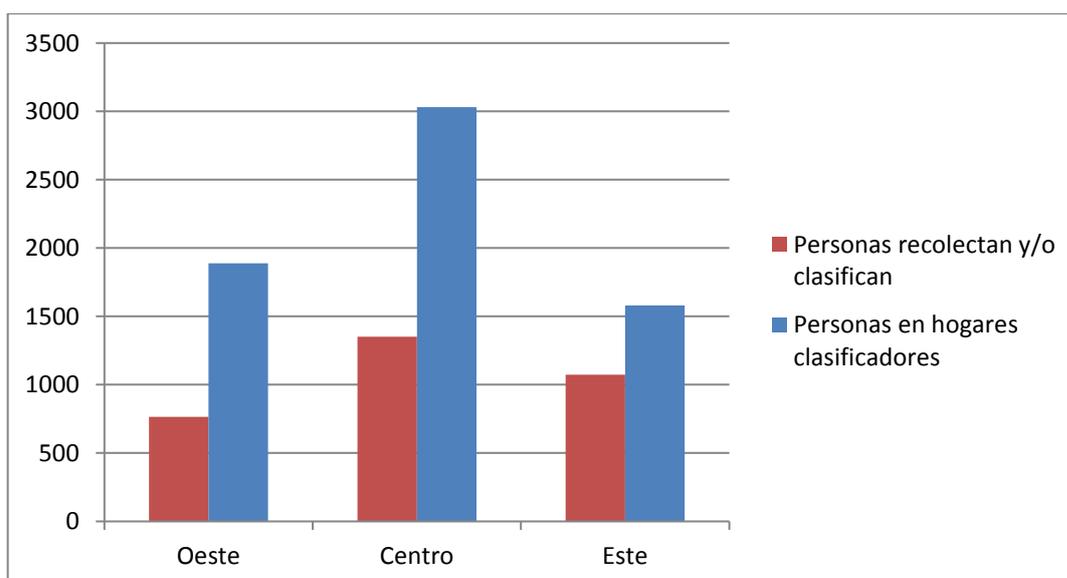


Figura 117 Cantidad de personas asociadas a la actividad de clasificación por zona de Montevideo (elaboración propia a partir de datos IESTA 2013)

La zona oeste se encuentra al oeste de Avenida Garzón, la zona centro refiere a la comprendida entre Avenida Garzón, las Avenidas General Flores y José Belloni y la zona este se encuentra al este de las Avenidas General Flores y José Belloni.

En total 6500 personas viven en hogares clasificadores (aquellos en que al menos una persona clasifica), de las cuales 3188 se dedican a actividades vinculadas a los residuos sólidos urbanos: 1462 recolectan y clasifican (46 %), 1056 sólo recolectan (33 %) y 670 (21 %) sólo clasifican (IESTA, 2013), Figura 118.

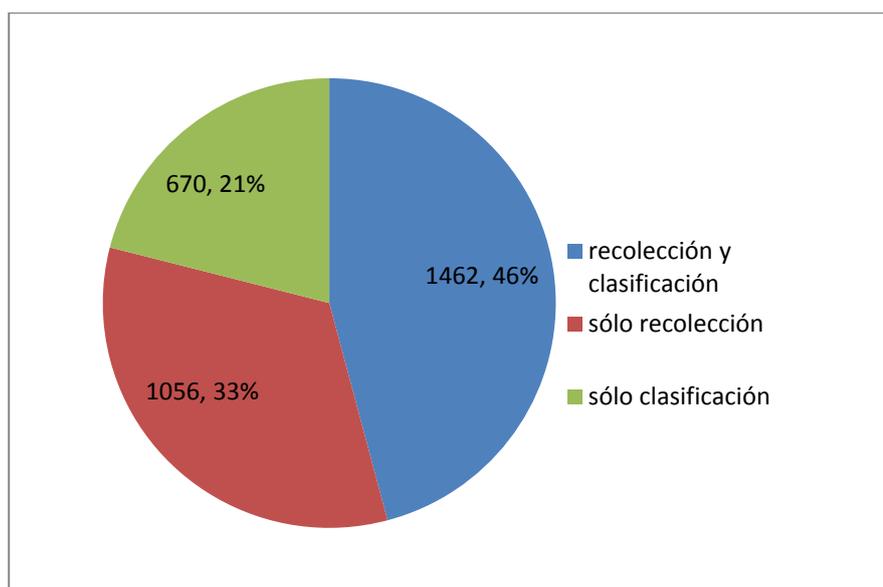


Figura 118 Actividades informales de los clasificadores (elaboración propia a partir de datos IESTA 2013)

En el 90 % de los hogares clasificadores el lugar habitual de recolección es la calle, más detalladamente el 80 % recolecta en contenedores o volquetas (IESTA, 2013).

11.3.1.1 CUANTIFICACIÓN POR DESCARTE DE RECOLECCIÓN INFORMAL

El censo finalizado en el año 2013 indaga sobre el medio de transporte para efectuar la recolección, prevaleciendo los carros (IESTA, 2013). Asociado al medio de transporte y a partir de estimaciones previas de la capacidad de carga, cantidad de viajes semanales y cantidad de material descartado por viaje, se puede inferir la cantidad de material que el clasificador recolecta y el descarte que potencialmente se vierte a los cursos de agua.

La cantidad de viajes realizados por día por clasificador se estima de 1.2 y la cantidad de días trabajados por semana de 5.9 (Horta y González 2004). La Tabla 30 muestra la cantidad de medios utilizados para la recolección (IESTA 2013), el volumen y masa de transporte y de descarte asociado a cada vehículo (Horta y González 2004) y estima la cuantía de descarte anual asociada a la cantidad de clasificadores relevados.

La identificación de los medios utilizados para la recolección surge en respuesta a la pregunta: “*Con respecto a este hogar, ¿qué medio de transporte utilizan para recolectar?*” (IESTA 2013). Muchos hogares clasificadores utilizan más de un medio de transporte, por lo que la suma de todos los medios

de transporte es mayor que la cantidad de hogares. Al mismo tiempo se observa que la cantidad de clasificadores es mayor que la cantidad de vehículos utilizados para la clasificación, dado que muchos vehículos emplean dos o más clasificadores.

Para estimar el material anual de descarte se considera una ocupación total de los vehículos: se realizan 369 viajes al año con cada vehículo. Esto resulta de considerar que los clasificadores realizan 1.2 viajes al día y trabajan 5.9 días a la semana (Horta y González 2004).

La Tabla 30 muestra las cantidades (volumen y masa) transportadas y descartadas en cada viaje, dependiendo del tipo de vehículo.

Medio de recolección Tipo y cantidad	Material transportado		Material descartado				
	Volumen (m ³ /viaje)	Masa (kg/viaje)	Masa (kg/viaje)	Volumen (m ³ /viaje)	Des- carte anual (m ³)	Des- carte anual (ton)	
Pie	277	0.54	84	35	0.27	27610	3579
Carro a mano	602	0.54	84	35	0.27	60005	7778
Carros con bicicleta	526	0.3	44	8	0.12	23302	1553
Carros con caballo	738	1.18	258	120	0.21	57214	32694
Carros con moto	26	1.18	258	120	0.21	2016	1152
Auto/camión/camioneta	75	1.18	258	120	0.21	5814	3323
TOTAL					175.962	50.079	

Tabla 30 Cuantía de descarte de residuos, (elaboración propia a partir de datos de IESTA

2013; Horta y González 2004)

Se destaca que existe una estimación previa de 292 toneladas por día de material descartado, equivalentes a 89.831 toneladas anuales, realizada en el año 2004 a partir de una estimación de 6683 clasificadores (Horta y González 2004).

Dada la dinámica de los asentamientos y su ubicación geográfica se puede suponer que un importante porcentaje de este material se dispone en los cursos de agua. La disposición informal se realiza directamente en el cauce principal, en la planicie de inundación o en predios de la cuenca ubicados cercanos a los cursos de agua, en los que las lluvias pueden arrastrar el material hacia el curso. Se destaca que en el censo realizado en el año 2013 no se indagó sobre el lugar de clasificación del material ni sobre el lugar de disposición final del descarte.

El Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana, realizado en el año 2005, estima que el 40 % de los residuos generados es recolectado por el sector informal, descartando el 70 % de éstos. Estima que el 30 % del descarte, correspondiente a 90 t/día, es quemado o vertido a los cursos de agua (IM - PDRSMAM 2005). Esta estimación es coherente con la estimación anterior de 292 toneladas por día de material descartado.

Considerando que el 30 % del material descartado se vierte directamente en los cursos de agua, y dada la cantidad de clasificadores estimada en el último censo, anualmente se vierten 52.789 m³, o 15.024 ton a los cursos de agua. Esta fracción de aporte no considera el material que se deposita

en las márgenes y planicies de inundación, que durante las lluvias es arrastrado a los cursos de agua.

La cuantificación presentada anteriormente tiene en cuenta una cantidad de 3188 clasificadores (IESTA 2013), dado que es el último censo disponible. Existen estimaciones realizadas posteriormente, que indican una cantidad de 4800 clasificadores al año 2015 (Parlamento de Montevideo 2017). Si se considera esta cantidad de clasificadores informales la cantidad de material de descarte aumenta a 75.402 ton/año y el vertido a cursos de agua (considerando que se vierte un 30 %) resulta de 22.620 ton/año.

Si la cantidad de clasificadores aumenta al mismo ritmo 2013-2015, para el año 2017 se puede estimar un descarte de 113.385 ton/año y 34.016 ton/año vertidas a curso de agua. Se destaca que las dinámicas asociadas a la clasificación informal son complejas y una estimación lineal no es apropiada.

La estimación del vertido realizado por los clasificadores corresponde a un aporte parcial a los cursos de agua: resta estimar el aporte de industrias o comercios que vierten directamente los residuos y de los ciudadanos que vierten los residuos directamente. Al mismo tiempo, sólo cuantifica el aporte a la trama hídrica a superficie libre.

Se destaca que el funcionamiento del sistema de clasificación de residuos se inscribe dentro de la informalidad: no se pagan los costos del agua de

lavado de materiales, el agua de lavado se vuelca sin tratamiento en sitios no acondicionados y no se pagan los costos de disposición final del material de descarte. Tanto el clasificador como las empresas “formales” no tienen responsabilidad sobre los “procesos de producción y clasificación” del material que venden. Las externalidades negativas económicas del sistema, que no se tienen en cuenta, generan costos subestimados. Al mismo tiempo el sistema tiene también beneficios sobreestimados dada su relación con actividades económicas informales (Fernández, 2012).

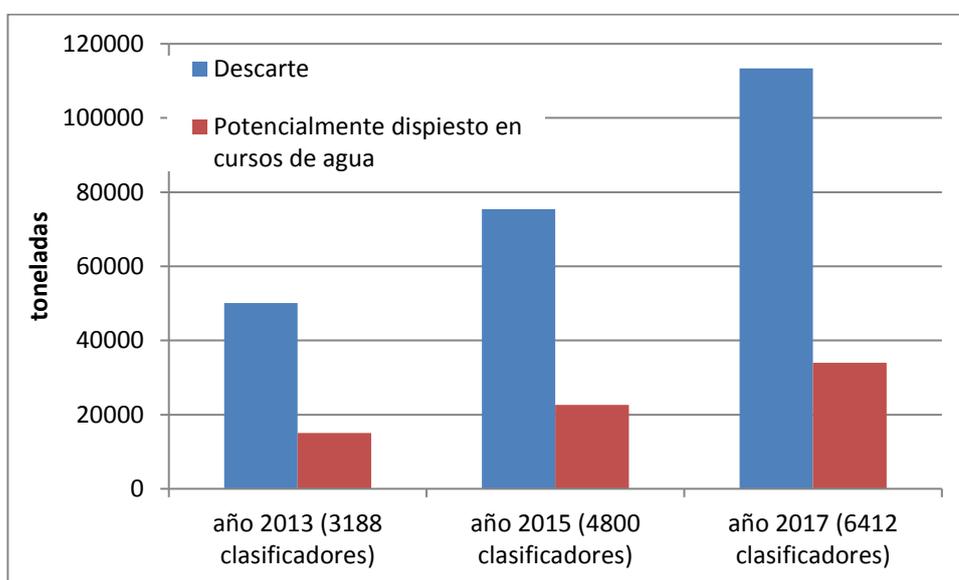


Figura 119 Estimación del crecimiento del material vertido a curso de agua (elaboración propia suponiendo crecimiento lineal)

El clasificador usualmente no trata de compatibilizar su actividad con el hábitat; el cuidado del ambiente carece de importancia en su quehacer. La mayoría de los clasificadores no identifica su labor como un trabajo, sino

como una “actividad” que debe llevar a cabo por extrema necesidad, lo que facilita que no se interese de conservar el ambiente en que realiza la clasificación (Lombardi SF).

La disposición del descarte de la clasificación informal en los cursos de agua se puede visualizar como una externalidad negativa sobre el ambiente. Los clasificadores informales viven en sitios que les permitan desarrollar la tarea de clasificación, almacenamiento, eventualmente cría de cerdos para los que utilizan una superficie de terreno importante (Fernández, 2012), que se ve minimizada en los casos que los residuos puedan ser dispuestos en un curso de agua. La clasificación es realizada en su mayor parte en la vivienda de los recolectores, usualmente en asentamientos irregulares sobre el curso de agua.

La Figura 120 muestra un sitio de acumulación de residuos típico en la ciudad. Se observa que es una unidad productiva asentada en suelo informal, con casi una decena de viviendas y una ocupación del espacio asociada a diferentes actividades.

Es de destacar que los clasificadores no tienen gran migración en la ciudad, por lo que es posible reconocer cuencas de gran vulnerabilidad a través del mapeo de los lugares dónde viven.



Figura 120 Sitio de clasificación y disposición, (elaboración propia a partir de foto aérea realizada por Licenciado Néstor Campal, año 2010)

No sólo hay recolectores y clasificadores individuales; existen unidades productivas con importante carga de vertido de residuos sólidos. Se verifica in situ que existen empresas de traslado de materiales que tienen como modus operandi llevar los desechos para su clasificación (a cambio de dinero) a asentamientos irregulares o verterlos en los cursos de agua en vez de disponerlos en el relleno sanitario de Felipe Cardoso. Durante recorridas en algunos arroyos se pudo observar residuos sólidos que, por su gran cantidad y similitud, provenían de procesos industriales. La Figura 121 muestra bolsas de TNT (Tela No Tejida) con el logo de Uruguay Natural presentes en el Arroyo Chacarita, que por la gran cantidad encontrada se puede estimar que provenían de una industria textil o imprenta.



Figura 121 Residuos de procesos industriales en cañada Chacarita, izq. bolsa con recortes de tela TNT, der. bolsas promocionales hechas con TNT (Fotos propias realizadas en el Bañados de Carrasco, año 2015)

11.3.2 APORTE POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Más allá de las actividades productivas formales e informales que vierten a los cursos de agua y sus planicies de inundación, los habitantes de Montevideo disponen inadecuadamente residuos en las superficies de las cuencas y en los cursos de agua.

Según una encuesta realizada en Montevideo más de la mitad de los montevideanos responsabiliza a sus vecinos por los residuos acumulados en la cuadra donde vive (El País, noviembre 2017).

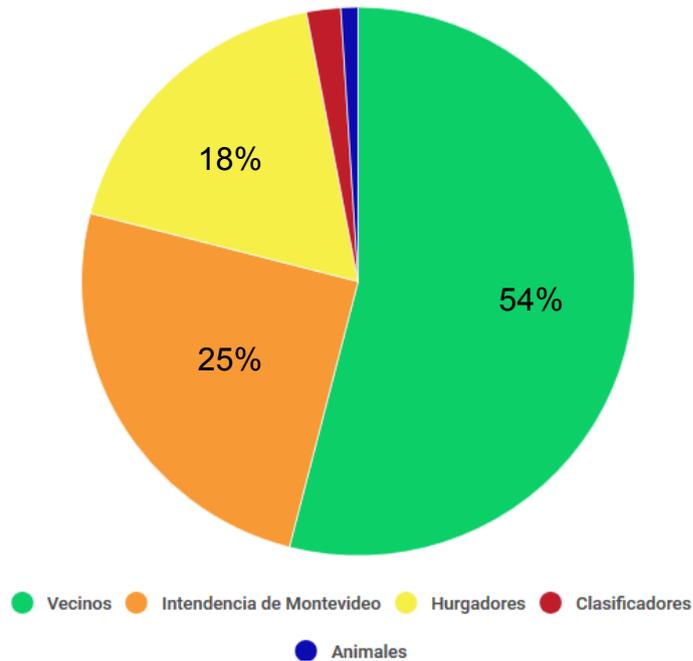


Figura 122 Responsables de la suciedad en la cuadra (adaptado de El País, noviembre 2017)

No hay en Montevideo datos de cuantificación sobre los residuos que vierten inadecuadamente los vecinos, y la fracción de éstos que llega a la trama hídrica urbana, tanto sea enterrada como superficial.

No sólo la actitud de los vecinos es responsable de que residuos que se encuentran en la superficie de la cuenca lleguen a la trama hídrica urbana, sino también la interacción entre los sistemas formales de recolección de residuos y el drenaje. La Figura 123, Figura 124 y Figura 125 muestran ejemplos de esta interacción; debido a la colocación de volquetas cercanas o sobre la infraestructura de drenaje.

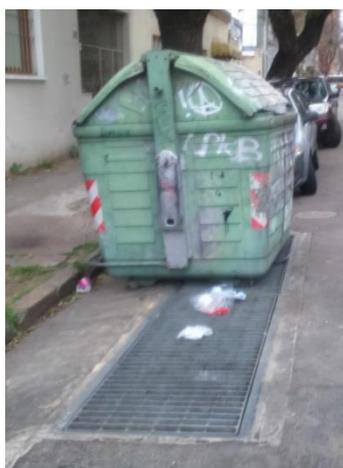


Figura 123 Reja y volqueta en McEachen y Bado (Foto propia 2017)



Figura 124 Cañada Jesús María y Carlos de La Vega



Figura 125 Boca de tormenta y volqueta en Av. Italia esquina E.M. Thedy (foto propia 2018)

11.3.2.1 CUANTIFICACIÓN DE ARRASTRE POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

La carga de residuos aporte por el escurrimiento superficial a la trama hídrica urbana depende fuertemente de características del curso de agua y de la cuenca y de variables hidrológicas, sociales y económicas (Armitage y Rooseboom 2000). Al mismo tiempo las metodologías para estimar la cantidad de residuos dependen de coeficientes que deben calibrarse en campo (Syrek et al 2003, das Neves 2006, EOA 2011).

La consulta bibliográfica presentada en el Capítulo 9, página 206, muestra gran variación de carga de residuos relevada en diferentes contextos. Las experiencias antecedentes no son fácilmente extrapolables a Montevideo. Al mismo tiempo no se tienen en Montevideo datos como para calibrar las estimaciones presentadas en el capítulo citado anteriormente.

Se realiza una estimación aproximada de la cantidad de residuos que puede llegar a la trama hídrica urbana en Montevideo, utilizando datos relevados en Brasil, en las cuencas de un afluente al Río Cadena y en Alto da Colina, (ver Capítulo 9, página 264). Se utilizó una carga de aporte a la trama hídrica urbana de 175 kg / ha año para zonas urbanas o densamente pobladas y 2 kg / ha año para zonas rurales o muy poco densas (Salles et al 2012, Brites 2005). La Figura 126 muestra las cuencas de Montevideo y la zona más densamente poblada.

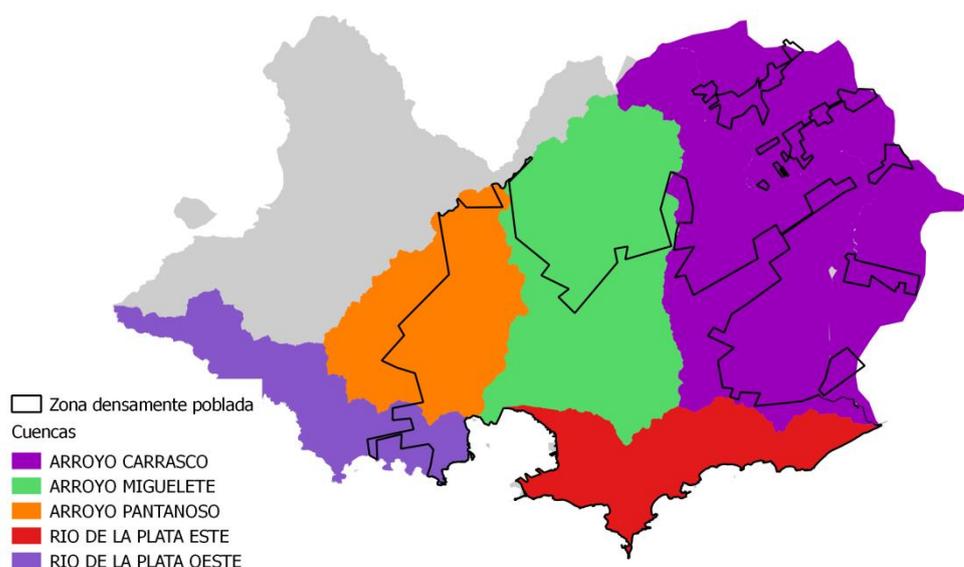


Figura 126 Cuencas de aporte a cursos de agua en Montevideo (elaboración propia)

La Tabla 31 muestra la estimación de toneladas anuales de aporte a la trama hídrica urbana resultante. Se destaca que esta estimación se realiza solamente para determinar un orden de cantidad de material aporte. Se deben realizar monitoreos en las diferentes cuencas para lograr una estimación ajustada.

	Área total (ha)	Área densamente poblada (ha)	Carga (ton/año)
Arroyo Carrasco	20009	4684	850
Arroyo Miguelete	11375	6028	1066
Río de la Plata Este	5166	5166	904
Arroyo Pantanoso	6723	4125	727
Río de la Plata Oeste	4872	762	142
		Total (ton/año)	3689

Tabla 31 Cuantificación de residuos en el drenaje urbano por escurrimiento superficial

(elaboración propia)

11.3.3 MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA

11.3.3.1 ACCIONES REALIZADAS ACTUALMENTE

Actualmente la División Saneamiento, retira los residuos sólidos de la trama hídrica con el objetivo de desobstruir la sección y asegurar el escurrimiento del flujo. De acuerdo a las entrevistas realizadas se identifica que el retiro se realiza esporádicamente con personal y maquinaria, no se utiliza ninguno de los sistemas de minimización descritos en el Capítulo sobre Minimización de residuos en la trama hídrica urbana, página 288.

Se describe a continuación el procedimiento de desobstrucción para diferentes elementos de la trama hídrica urbana.

11.3.3.1.1 Cursos de agua, cañadas, canales

Según entrevistas realizadas en el 2017 a diferentes actores la limpieza de cursos de agua que realiza la IM tiene el objetivo de desobstruir la sección y asegurar el escurrimiento del flujo. El cronograma y priorización de los puntos de trabajo se elabora principalmente en función de las demandas de los vecinos, que llegan a través de denuncias y expedientes, o por controles que la IM realiza en algunos puntos críticos.

No hay procedimientos escritos o establecidos formalmente para realizar las limpiezas. Los procedimientos se transmiten de trabajador a trabajador verbalmente en el día a día.

La limpieza manual se realiza en cauces inaccesibles, en cauces angostos, con casas a los lados que no permiten la entrada de maquinaria y en los parques, dado que se considera que en los parques se necesita mantener la vegetación existente. Implícitamente se entiende que, a excepción de los parques, mantener la vegetación no es necesario.

En la mayoría de los cauces se realiza limpieza con maquinaria, retroexcavadora de brazo largo o mediano y algunos camiones para transporte del material retirado. La Figura 127 muestra cauces inmediatamente después de ser limpiados con maquinaria, se observa la destrucción del cauce y primer planicie de inundación.

Este tipo de limpieza profundiza el cauce y aumenta las secciones de manera hidráulicamente innecesaria. La modificación es tal que genera, especialmente en cauces chicos, pendientes adversas y zonas de estancamiento de agua.

Al limpiar con maquinaria se debe hacer una explanada de acceso y retirar la vegetación en una franja de aproximadamente 5 m de ancho en las márgenes, especialmente en zonas de humedales o bañados con suelos poco firmes. En los cauces pequeños esto se realiza en una margen y en cauces

grandes, a ambos lados. Este mecanismo de limpieza elimina la vegetación que se encuentra en las márgenes de los cursos de agua, algunas veces monte nativo. Se destaca que esta primera franja de vegetación es fundamental para el ecosistema asociado al curso de agua (The River Restoration Centre 2013).



Figura 127 Ejemplos de limpieza de cursos de agua (Fotos Archivo IM - SEPS 2017)

La Figura 128 muestra la franja de desmonte y terraplén para el paso de maquinaria generado durante una limpieza en las márgenes del Arroyo Pantanoso, aguas abajo de Luis Batlle Berres.



Figura 128 Limpieza Arroyo Pantanoso (Archivo IM - SEPS 2017)

La Figura 129 muestra una imagen aérea previa y posterior a una limpieza del Arroyo Pantanoso. Se observa el desmonte en la margen Oeste del Arroyo, desde Luis Batlle Berres hasta la Cañada Bellaca, así como en la Cañada Bellaca.



Figura 129 Efecto de la limpieza Arroyo Pantanoso (Fuente Google Earth)

Este tipo de limpieza que elimina la vegetación, aumenta la sección y profundiza canales se realiza también en humedales, cambiando fuertemente las condiciones hidráulicas y ecológicas características del hábitat. La Figura 130 muestra una imagen del año 2000, momento en que se realizaban

limpiezas periódicas dentro del humedal del Arroyo Pantanoso y una imagen posterior, luego de varios años sin que se realizaran limpiezas.



Figura 130 Imagen izq. año 2000 y derecha año 2017 (fuente Google Earth)

Se observa en la zona Este las líneas de las canalizaciones y la poca vegetación existente en el año 2000. Posteriormente, por cambios en la gestión, se dejó de limpiar el humedal y se puede observar en la imagen del año 2017 la recuperación de la vegetación.

En este caso, debido a la profundización de canalizaciones y terraplenados que se generaron en los márgenes de las zonas donde se realizaron limpiezas,

el humedal cambió su vegetación, encontrándose hoy árboles no característicos de los humedales, como los ombúes.

El material retirado durante las limpiezas se compone de residuos, tierra y vegetación; la disposición final del mismo se realiza en la Usina de Felipe Cardoso. Cuanto más lejos de la Usina se trabaje más tiempo se tarda en llevar y volver a cargar el material en los camiones, bajando el rendimiento de la retroexcavadora. Al mismo tiempo, el material que se lleva a Felipe Cardoso aporta un volumen importante en el relleno sanitario sin ser el material objetivo del mismo.

Por lo anterior en la mayoría de los casos se deja un camellón o terraplén de residuos y tierra compactada en las márgenes del curso de agua. Este terraplén también facilita el acceso de maquinaria. El terraplén no solo elimina la vegetación existente sino que conforma una barrera entre el cauce principal y la planicie de inundación modificando completamente las características de la planicie. En la Figura 131 (Arroyo Miguelete a la altura de Aparicio Saravia) se marca en color el perfil del terraplén, pudiéndose percibir la altura del mismo.



Figura 131 Camellón o terraplén en Aparicio Saravia y el Arroyo Miguelete (Fuente Google Earth 2017)

En las entrevistas realizadas a los responsables de las tareas de desobstrucción de cursos de agua se identificó que la cuantificación y sistematización de información sobre la cantidad de material retirado es muy reciente. Se recabaron datos de longitud de trabajo, peso y volumen de material retirado desde enero a setiembre 2017.

La Figura 132 muestra la longitud de desobstrucción de cursos de agua que realizó la IM en el año 2017, utilizando maquinaria o mediante retiro manual.

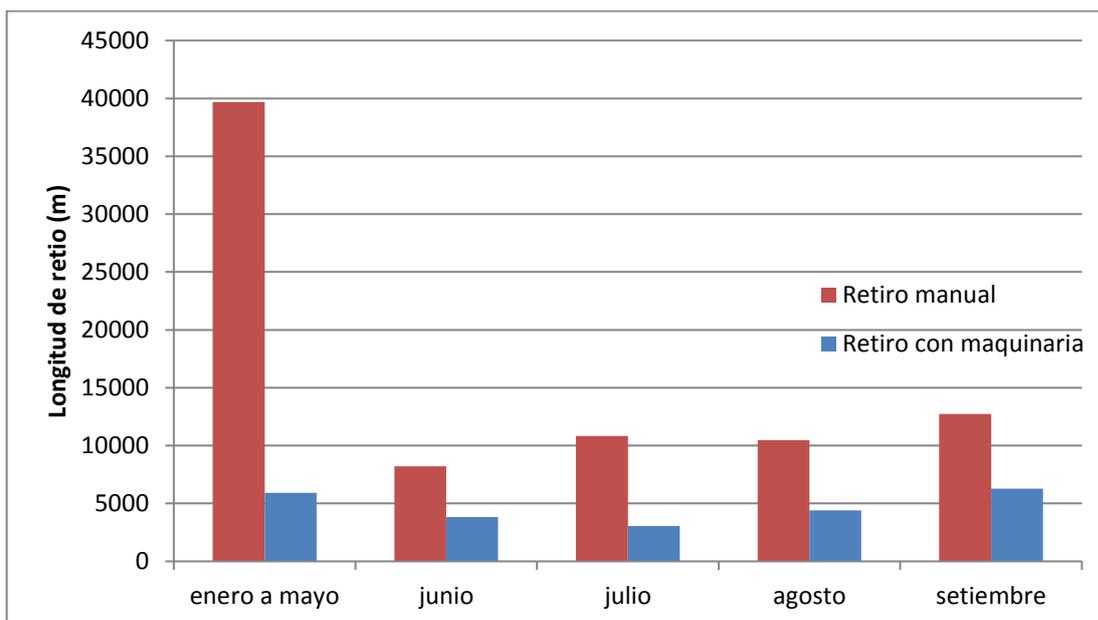


Figura 132 Longitud de trabajos de desobstrucción, año 2017 (elaboración propia a partir de datos dados por SOMS, IM)

Se cuantifica de manera diferente los trabajos manuales y con maquinaria:

- La cuantificación de retiro manual se realiza acumulando mensualmente la longitud de cursos de agua donde se realizaron trabajos y el volumen del material retirado.
- La cuantificación de retiro mecánico se realiza acumulando mensualmente la longitud trabajada y el peso del material retirado.

En ningún caso se registra la densidad del material. La densidad de los materiales retirados con las dos metodologías se puede suponer muy diferente; el retiro con maquinaria arrastra gran cantidad de vegetación y tierra (tal como se muestra en la Figura 127), mientras que el retiro manual

clasifica el material, no retirando la misma cantidad de tierra y vegetación. Ambos materiales son seguramente húmedos; el retiro con maquinaria se hace directamente en el cauce, el retiro manual se hace en los bordes y el material puede estar húmedo o seco.

Las Figura 133 y Figura 134 muestran el peso y volumen retirado con ambos métodos.

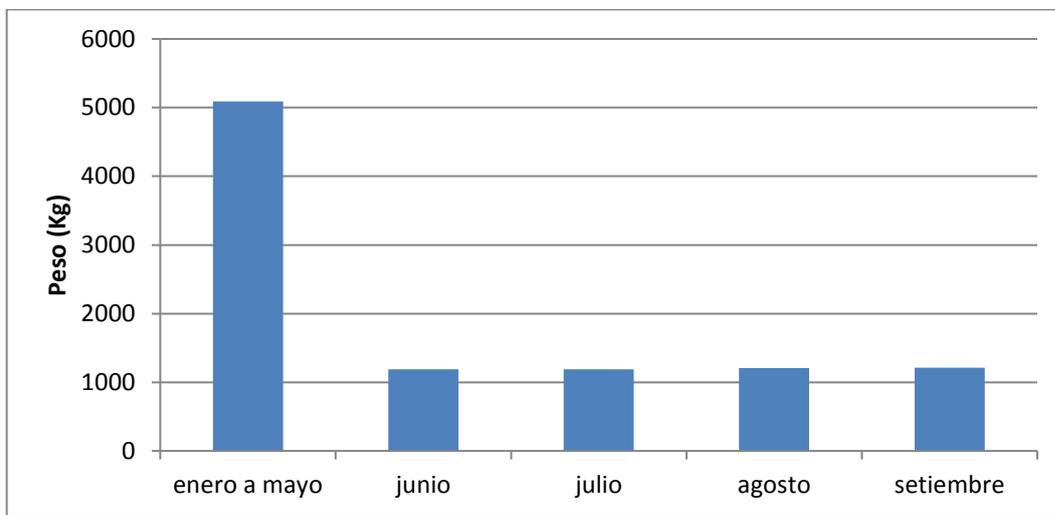


Figura 133 Retiro con maquinaria (elaboración propia a partir de datos dados por SOMS,

IM)

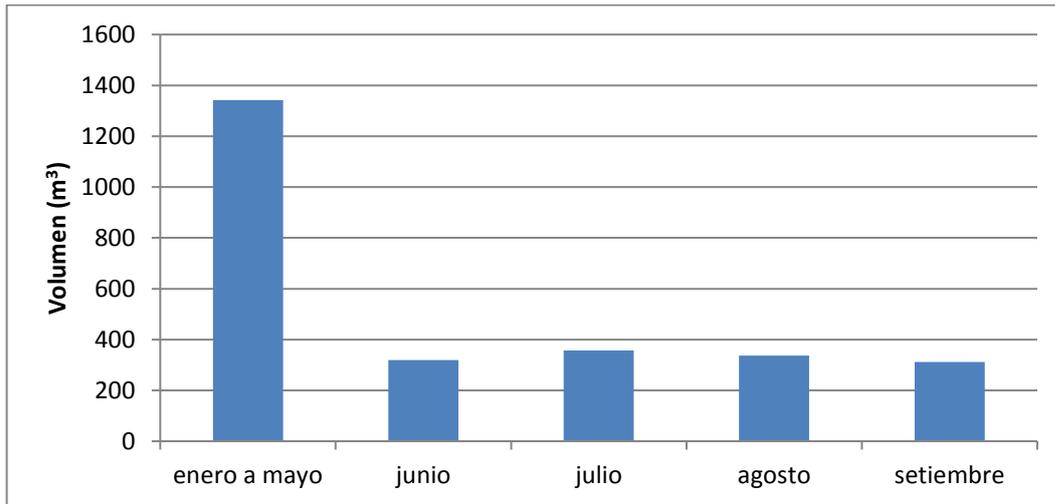


Figura 134 Retiro manual (elaboración propia a partir de datos dados por SOMS, IM)

En 4 de los 30 trabajos realizados en enero a mayo se acopió el material retirado en el lugar (generando terraplenes o camellones), en los restantes meses no figura acopio en el lugar. En esos meses el volumen registrado subestima el volumen retirado.

Se destaca que existen experiencias previas de proyecto e instalación de infraestructura para retiro de material. A finales de los 90 se proyectó la instalación de dos rejas en cursos de agua para retiro de los residuos, que nunca fueron construidas. En ese momento se decidió que la mejor estrategia para reducir los residuos en los cursos de agua era la minimización en fuente y se apostó a las políticas de minimización, que se expresan en el Plan Director de Limpieza realizado en el año 2005. Hace algunos años algunos vecinos instalaron una red que atravesaba un curso de agua para retener los residuos. Esta red fue arrastrada por la corriente y dejó de

funcionar, según las entrevistas realizadas no existió en ninguno de los casos un dimensionamiento que tuviera en cuenta la carga aporte de residuos. Las rejas proyectadas tuvieron en cuenta el caudal afluente y velocidades de pasaje y la red fue realizada sin criterios técnicos.

11.3.3.1.2 Drenaje enterrado

Se realiza limpieza en tuberías enterradas de saneamiento y drenaje, principalmente en función de denuncias de obstrucción. Esta limpieza es con equipos desobstructores en las tuberías de menor diámetro y manual en aquellas posibles de ingresar un operario. Se retira fundamentalmente arenas, sedimentos y, en tercer lugar de prioridad, material asimilable a residuos sólidos urbanos. La limpieza se realiza cada cierta cantidad de años en una misma tubería (dependiendo de la frecuencia de obstrucción), no posteriormente a las lluvias; el retiro de residuos sólidos es eventual.

De acuerdo a la información anterior, que se obtuvo mediante entrevistas, no se incluyen cuantificaciones de material retirado en la tesis.

11.3.3.1.3 Cunetas de profundidad menor a 1,5 m

La limpieza de las cunetas con profundidad menor a 1,5 m es de responsabilidad de los vecinos. En algunos lugares puntuales, usualmente espacios públicos, la limpieza la realiza el Municipio, la mayor parte de las veces utilizando maquinaria.

11.3.3.1.4 Aliviaderos y plantas de pretratamiento

Montevideo tiene aproximadamente 250 aliviaderos del sistema unitario al Rio de la Plata y cauces urbanos internos. Muy pocos aliviaderos, aproximadamente 10, tienen rejas para retener residuos sólidos.



Figura 135 Aliviaderos sin rejas, izq. Frente a Juan D. Jackson, der. Frente al Club de Golf (IM- SIG SF)



Figura 136 Aliviaderos con reja mecánica izq. Estación Colombes, der. Estación Buceo (IM - SIG SF)

Los aliviaderos con reja tienen en su mayoría limpieza mecanizada, el residuo se dispone temporalmente en una volqueta y se pesa el residuo húmedo al disponerlo en el relleno sanitario de Felipe Cardoso. Es práctica común suspender la retención durante las lluvias y levantar las rejas para evitar obstrucciones, por lo que el peso de material retenido no puede considerarse una cuantificación real de lo que es arrastrado por el escurrimiento pluvial en la cuenca durante las lluvias.

Las plantas de bombeo y pretratamiento tienen rejas que funcionan durante tiempo seco y aliviaderos que funcionan durante las lluvias. La mayoría de estos aliviaderos no tienen rejas para separación de sólidos groseros. Se muestra el caso de la estación de bombeo de Punta Carretas. La Figura 138 muestra un esquema de la planta de Punta Carretas donde se ve el aliviadero o cámara vertedero, la Figura 138 muestra fotos del mismo.

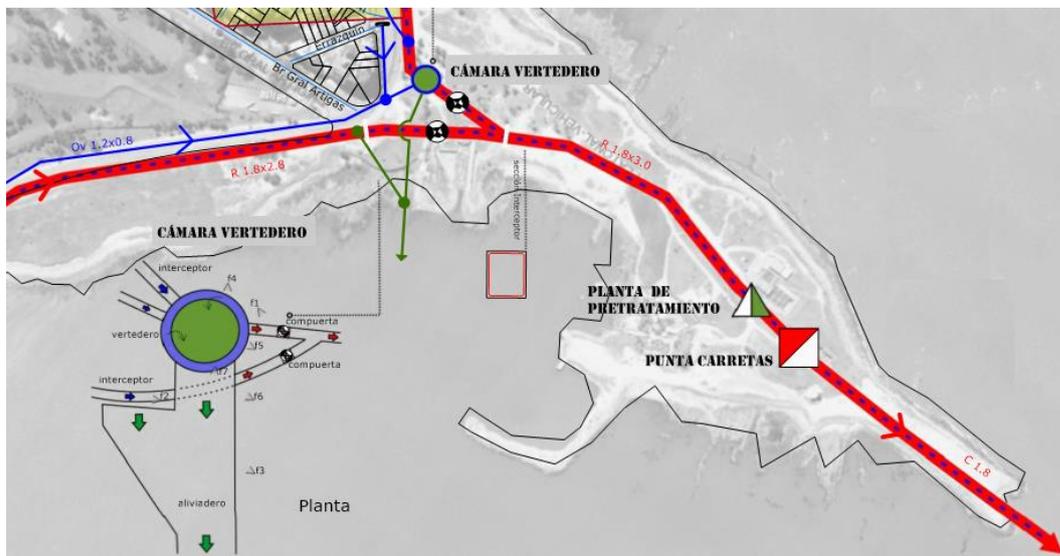


Figura 137 Planta de Pretratamiento de Punta Carretas (IM - SIG SF)



Figura 138 Aliviadero en Planta de Pretratamiento de Punta Carretas (IM - SIG SF)

Se destaca que los aliviaderos de Montevideo funcionan aproximadamente el 30 % de los días del año, por lo que el aporte a cursos de agua de las aguas pluviales y del saneamiento unitario a los cursos de agua es importante.

11.3.3.1.5 Barrido

El barrido en Montevideo responde a objetivos de limpieza y estéticos. Se realiza por parte de los Municipios y empresas contratadas. El material se cuantifica usualmente en cantidad de bolsas, de las que se puede obtener posteriormente una magnitud de volumen retirado.

En la mayor parte de las calles el barrido tiene frecuencias considerablemente más bajas que las lluvias.

11.3.3.1.6 Retiro de residuos en playas

Las playas de Montevideo se limpian periódicamente, retirándose principalmente vegetación pero también asimilables a residuos sólidos urbanos. Los

datos de recolección de residuos en playas se registran y clasifican según su zona de recolección; Playas Oeste (desde Playa Ramírez al Oeste), Playas Este (al Este de Playa Ramírez), Traktor (playas certificadas en todo Montevideo) y Papeleras. La recolección se cuantifica a través del pesaje del camión que contiene los residuos, ya escurridos o drenados. La Figura 139 muestra el material retirado anualmente.

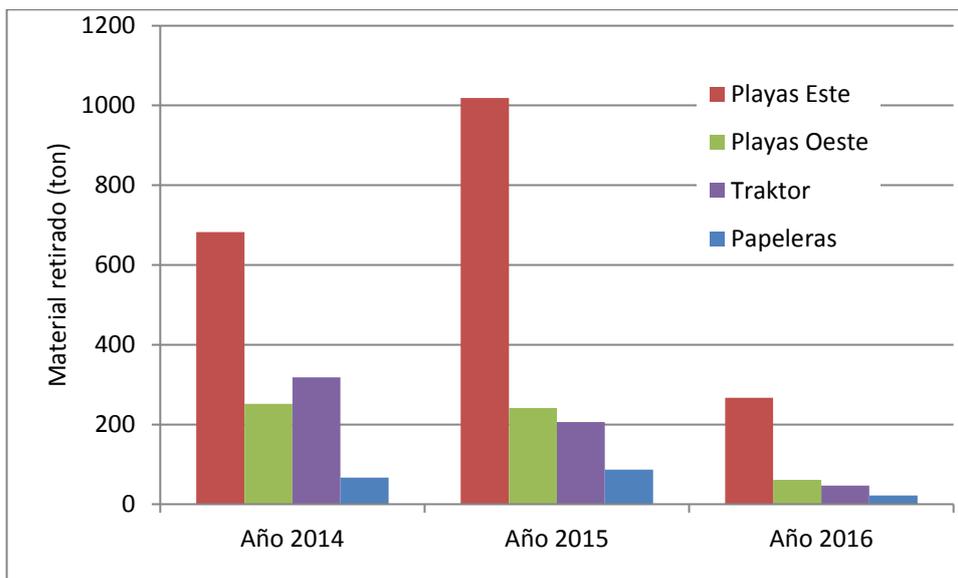


Figura 139 Material retirado en playas (elaboración propia)

Se realizó un análisis de las cantidades retiradas diferenciando cuando llueve, o no llueve, en los días previos a la recolección. No se observa gran variación en el análisis de datos entre ambos grupos (con y sin lluvia previa). Se observa que con lluvia previa los valores son un poco mayores (del 3 al 16 % para el promedio de valores y del 7 al 18 % para el percentil 75). La Tabla 32 muestra algunos estadísticos.

Se destaca que, como se muestra más adelante, el factor que define la cantidad de material retirado es la temporada de playas, retirándose más material de diciembre a marzo, y no la lluvia previa en las cuencas urbanas aporte o el nivel de marea máximo diario.

Material retirado diario	Playas Este		Playas Oeste		Traktor		Papeleras	
	Lluvia previa	Sin lluvia previa						
Mediana	2830	2575	0	0	0	350	0	0
Percentil 75	4947	4615	1755	1542	1375	1207	535	452
Máximo	24370	26680	19660	7290	9550	7580	3770	2410
Promedio de retiro diario	3512	3258	1013	874	1014	953	314	306
Desviación estándar	3760	3289	1726	1312	1677	1410	105	472

Tabla 32 Estadísticos dependiendo de existencia de lluvia previa (elaboración propia)

Se muestra también la correlación entre el material retirado de las diferentes playas. Si el forzante para el retiro de material fuera común (como puede ser lluvias o nivel de marea) existiría una mayor correlación entre las diferentes playas, lo que no sucede.

	Playas Este	Playas Oeste	TRAKTOR	Papeleras
Precipitación (antecedente 4 días)	0.10	0.11	0.16	-0.04
Playas Este	1	0.22	0.17	0.23
Playas Oeste	-	1	0.06	0.10
TRAKTOR	-	-	1	0.05
Papeleras	-	-	-	1

Tabla 33 Correlación entre residuos retirados en playas y precipitación acumulada en 4 días (elaboración propia)

La Figura 140 muestra el valor de pesajes en el eje de las ordenadas y el valor de las lluvias acumuladas en los últimos cuatro días previos al pesaje en el eje de las abscisas.

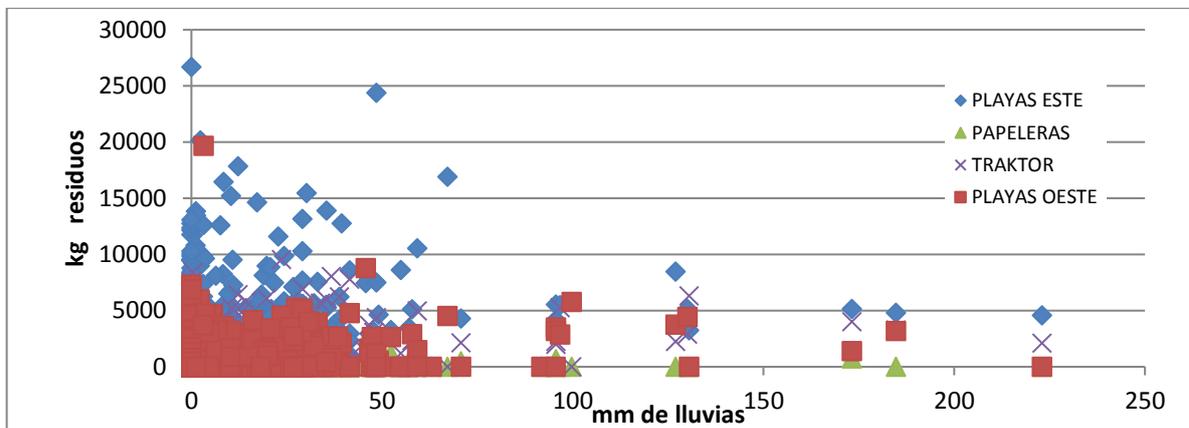


Figura 140 Residuos retirados vs. Lluvia (elaboración propia)

No se observa un comportamiento claro en referencia a que se retiren más residuos en los días que previamente ocurrieron más lluvias. Eventualmente esto puede suceder porque no es un buen indicador para cuantificar el material asimilable a residuos sólidos, cuando se lo compara con arena y juncos, que es el material usualmente retirado en playas.

Existe también la percepción que los residuos que llegan de los Arroyos son arrastrados hacia el fondo de la costa y quedan allí, mezclados con la arena:

“hay una contaminación impresionante en el agua de lo que es bolsas de nailon y mugre....salen miles y miles de bolsas de nailon y pañales. ..Yo diría que es parte del dragado del puerto, viene del Miguelete y el Pantanoso, la draga chupa y tira por ahí” (No toquen nada 2018)

11.3.3.1.7 Procedimientos de diseño de drenaje e intervención en cursos de agua

El diseño del drenaje se realiza principalmente por grupos técnicos de disciplina principal Ingeniería civil. El diseño de cunetas se realiza usualmente asociado a las obras de vialidad, diseñadas en su mayoría por ingenieros viales. El drenaje enterrado asociado a obras de vialidad, minimización de inundaciones, urbanización de barrios, se diseña por ingenieros civiles sanitarios o hidráulico ambientales.

En el diseño del drenaje se tiene en cuenta que el 20 % de las bocas de tormenta no funcionarán debido a suciedad u obstrucciones (IM - SEPS SF). Cabe destacar que este criterio en la práctica muchas veces se deja de lado. En el diseño de tuberías de drenaje se tiene en cuenta que el tirante será el 85 % de la altura o el diámetro (IM - SEPS SF). Se evita emplear diseños que impliquen obstrucciones al flujo, por ejemplo tabiques en las alcantarillas, para evitar la acumulación de residuos.

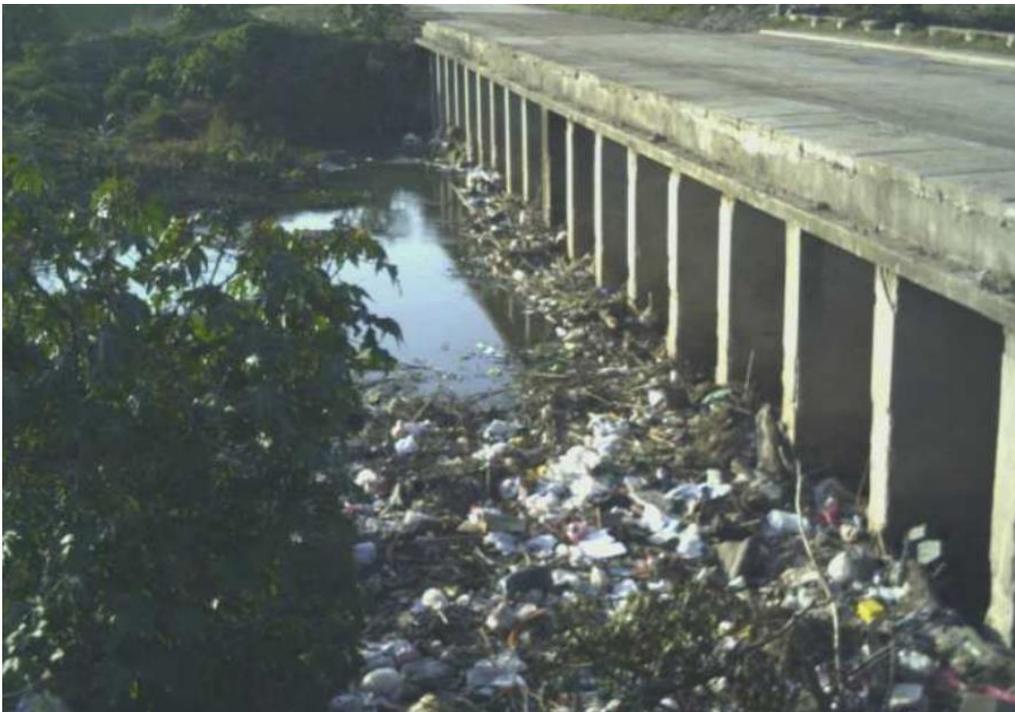


Figura 141 Arroyo Pantanoso en Cno. Las Tropas, residuos retenidos en los tabiques

(IM - SEPS 2015)

Se destaca que al realizar el diseño no se modifican los criterios presentados anteriormente dependiendo del contexto, ni se realiza una estimación

o valoración de la carga de residuos que potencialmente sería vertido a la trama hídrica urbana y que potencialmente podría recibir la infraestructura diseñar.

Al diseñar drenaje y saneamiento usualmente no se evalúa el impacto ambiental en los cursos de agua o en los ecosistemas urbanos. Para determinar la prioridad de construcción de las obras se siguen criterios económicos². Durante el Plan de Obras del año 2010 (IM - SEPS 2010), para analizar las diferentes zonas de expansión del saneamiento y drenaje se tuvieron en cuenta criterios de: costo de red de saneamiento por vivienda, costo de red por hectárea saneada, costo de conexión red por habitante, costo drenaje por hectárea, costo de saneamiento respecto al costo total, costo de drenaje respecto al costo total, costo de urbanización respecto al costo total. En dicho trabajo se evaluaron diferentes obras de infraestructura a realizar en Montevideo, utilizando los criterios de análisis de costos mencionados anteriormente. Posteriormente se eligió una zona a realizar saneamiento con criterios fundamentalmente políticos (IM - SEPS 2010).

A la hora de hacer el drenaje se eligen soluciones o arreglos técnicos más eficientes desde el punto de vista hidráulico y económico, no se priorizan

² Se destaca que en el Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo, actualmente en elaboración, se espera que se tengan en cuenta criterios ambientales al decidir la prioridad de actuación.

soluciones sustentables o considerando servicios ambientales, criterios paisajísticos y urbanos.

Observando el estado actual de los cursos de agua se identifica que las intervenciones más usuales en los cursos de agua están asociadas a construcción de puentes o alcantarillas, rectificación de la traza y modificación de secciones, parquización y urbanización de las planicies de inundación. Se destaca que el abordaje de intervención tiene muy pocas componentes de sustentabilidad o mantenimiento del ecosistema hídrico.

La construcción de puentes y cambios en la sección y traza son usualmente abordados por ingenieros civiles hidráulico ambientales o ingenieros civiles viales, con criterios hidráulicos y viales, pero no ambientales.

La intervención en las márgenes a través de parquización o urbanización es realizada usualmente por arquitectos con asesoramiento hidráulico para determinar las dimensiones necesarias para el escurrimiento franco del flujo. En Montevideo se han realizado y se planifican actualmente grandes espacios verdes asociados a los cursos de agua, pero no se diseñan con un abordaje de protección del ecosistema y de la vegetación natural del curso. La Figura 142 muestra tres intervenciones realizadas a lo largo del Arroyo Miguelete.



Figura 142 a) Parque Prado realizado en el siglo XIX, b) Parque realizado en el año 2008, a la altura de Bvar. Batlle y Ordoñez, c) Parque realizado a la altura de la calle José María Silva, realizado en el año 2014 (Fuente a y b Google Earth Street View 2017, foto propia 2018)

Se observa que a lo largo de los años ha cambiado el abordaje paisajístico y urbano de los parques, pero no se visualiza un cambio hacia un abordaje sustentable o ecosistémico. La existencia de espacios verdes a las márgenes de los cursos de agua no implica una riqueza ambiental o una revalorización de la biodiversidad, sino que se priorizan criterios asociados a la facilidad de mantenimiento y a la amenidad visual.

Se muestra en la Figura 143 imágenes de Cañada Watts, en que en una parquización de aproximadamente 35 ha no existe vegetación, a excepción de seis árboles.



Figura 143 Cañada Watts (Google Earth Street View 2017)

11.3.3.1.8 Monitoreos de calidad de agua

La calidad de agua es fundamental para considerar las aguas de escurrimiento pluvial y la trama hídrica urbana como un recurso. En cuanto al tema de calidad, la prioridad actual de la IM es minimizar los vertidos de aguas servidas a los cursos de agua. Estos vertidos suceden por alguno de los aliviaderos del saneamiento de Montevideo en la zona de saneamiento unitario cuando las lluvias son mayores a 10mm, el 30 % de los días del año. No existe un abordaje de mejora de la calidad de agua pluvial (IM - PDSUM 2017).

Se realiza monitoreo periódico de calidad de agua cuyos resultados se publican en la página web institucional de la IM.

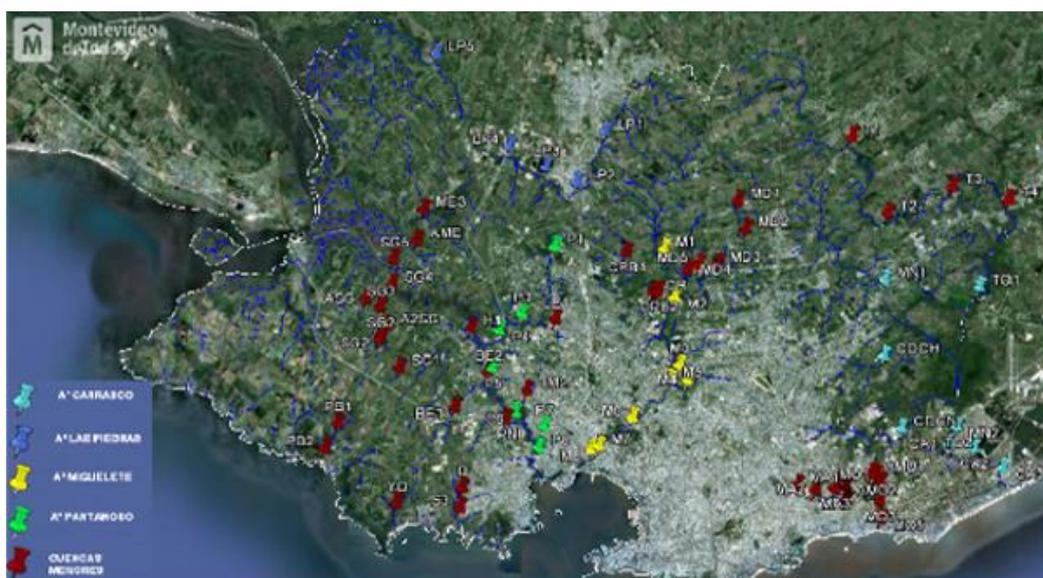


Figura 144 Puntos de Monitoreo, año 2017 (Web institucional de la IM)

El Programa de Monitoreo comprende la evaluación de cursos principales y secundarios. En los cursos principales se realizan cuatro campañas de monitoreo por año, en 29 estaciones de muestreo ubicadas en los arroyos Miguelete, Pantanoso, Las Piedras, Carrasco, Manga y Toledo y en las cañadas Chacarita de Los Padres y de Las Canteras. En los cursos secundarios se realizan dos campañas de monitoreo por año en cuarenta estaciones de muestreo ubicadas en (web institucional de la IM):

- Tributarios del arroyo Miguelete (arroyo Mendoza, cañada Pajas Blancas y De la Cruz).
- Tributarios del arroyo Pantanoso (cañadas: Bellaca, Jesús María, Lecocq, De la Higuera).

- Tributarios del Río de la Plata de la zona Este (arroyos Malvín, Molino y tramo superior del Toledo).
- Tributarios del Río de la Plata zona Oeste (cañadas: De las Pajas Blancas, Punta Yeguas, Playa Dellazoppa y cañada Bélgica).
- Tributarios del Río Santa Lucía (arroyos Melilla y San Gregorio).

Los puntos de monitoreo se muestran en la Figura 144.

Los parámetros de medición son los siguientes (web institucional de la IM):

- Físicoquímicos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales.
- Microbiológicos: coliformes fecales
- Orgánicos: demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno
- Nutrientes: amonio, fósforo total, nitrógeno total
- Metales: cromo total, plomo total
- Ecotoxicológicos: test de oxidación estática aguda, *daphnia magna*, *hydra attenuata*

No se monitorea la presencia de residuos sólidos. Se destaca que los cursos de agua no se evalúan en función de la calidad de interacción con el usuario, servicios territoriales y ambientales, sino que se evalúa la calidad del agua que escurre en el curso de agua. En el año 2017 se realizó una experiencia piloto de evaluación integral del curso de agua (Urtado y

Texeira de Mello 2017), y se prevé que el PDSUM actualmente en elaboración realice una propuesta de evaluación integral.

El Observatorio Ambiental Nacional se considera una herramienta donde se podría alojar y compartir información de diferentes actores respecto a este tema. La Figura 145 muestra la información disponible de calidad de agua. En la imagen se ve la desembocadura del Arroyo Pantanoso y Miguelete. No se muestra la información existente de los puntos de monitoreo en los cursos de agua urbanos, sino solamente la de aquellos sobre el Río de la Plata. De alguna manera, esto también da un mensaje de cuáles son los cursos de agua considerados de importancia.

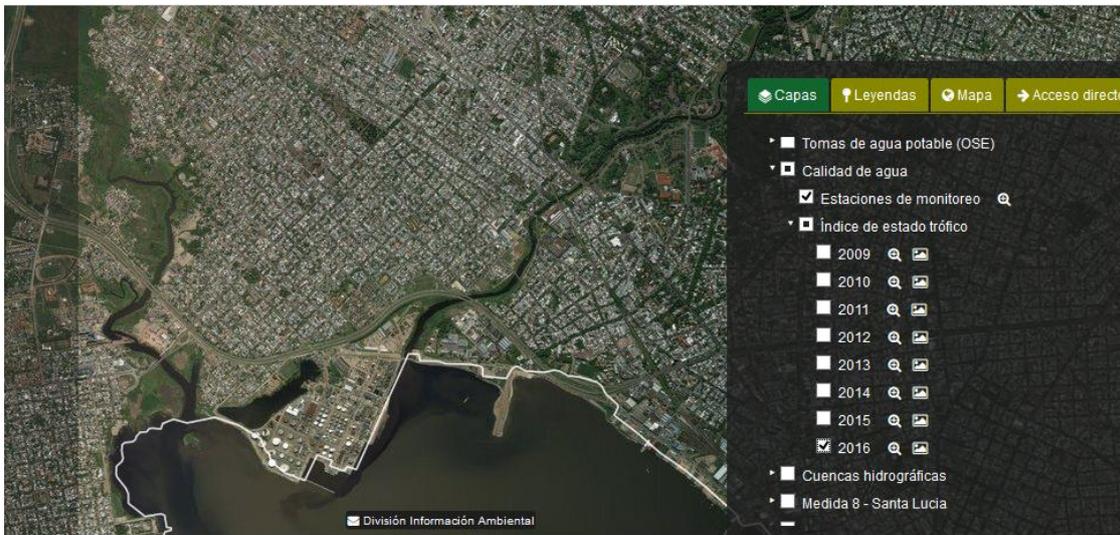


Figura 145 Geoportal del Observatorio Ambiental Nacional, (OAN 2017)

El Programa de monitoreo de cuerpos de agua de la Intendencia de Montevideo está disponible en la página web de la Intendencia de Montevideo.

11.3.3.1.9 Planificación de limpieza en la cuenca

No se realiza una planificación de la limpieza en la cuenca, recolección y barrido asociado al arrastre por escurrimiento pluvial y carga contaminante vertida a curso de agua.

11.3.3.1.10 Gobernanza

En Montevideo no se visualiza una participación fuerte de la comunidad en los procesos de gestión de los cursos de agua. Tampoco se visualiza una participación generalizada o prioritaria para la mejora de las márgenes de los cursos o conservación de los ecosistemas asociados, a fin de propiciar vivencias de los ciudadanos en relación al ambiente.

La estructura tecnocrática de la administración privilegia la experticia técnica y económica, dejando de lado una alternativa que valore la participación de la comunidad en la toma de decisiones sustentables. La población participa a la hora de relevar información para la realización de los estudios o diseños y posteriormente se les presenta el trabajo, sin protagonismo o inclusión en el proceso.

11.3.3.1.11 Contexto socio-ambiental de los cursos de agua

Como se describió en el marco teórico es el trinomio “residuo, contexto, persona” que determina los vertidos (Lyndhurst 2012). El vertido está fuertemente influenciado por el contexto ambiental y los lazos emocionales de

las personas con el espacio, que determinan si en determinado lugar es aplicable, o no, la norma que indica “aquí no se realiza vertidos” (Reeve et al 2013). Los contextos asociados a los cursos de agua, en la mayoría de los casos, dan el mensaje de que los vertidos son aceptados y posibles. En la mayoría de los puntos de acceso a los cursos de agua principales de Montevideo no hay una infraestructura que resignifique el espacio emocionalmente para los vecinos, un uso comunitario como plazas, zonas de deporte, juegos de niños por ejemplo, que indique como norma que el vertido es inadmisibile.

11.3.3.2 ESTRATEGIAS PLANTEADAS DESDE LA PLANIFICACIÓN

Montevideo cuenta con Planes Directores de limpieza y de la trama hídrica. Estos planes han abordado el tema desde diferentes ángulos. Se describe a continuación las estrategias planteadas.

11.3.3.2.1 Plan Director de Saneamiento de Montevideo

Este Plan, realizado en la década del 90, prioriza la disminución de residuos en cursos de agua. Ante la necesidad de solucionar problemas ambientales y el impacto negativo de los residuos sólidos en los cuerpos de agua y sistemas de saneamiento prioriza y propone financiación para realizar herramientas de planificación por parte de la IM. Surge entonces el Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana.

11.3.3.2.2 Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana

El Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana (PDRSMAM) fue incluido en el Subprograma B del Plan de Saneamiento Urbano de Montevideo y Área Metropolitana – Etapa III (PSU-III).

Este Plan estima que:

“El 40 % de los residuos generados es recolectado por el sector informal y consiste en retirar los residuos de los puntos de almacenamiento, antes de que los vehículos de la recolección formal pasen. El sector informal clasifica los residuos recolectados en residuos reutilizables y reciclables, generando descartes con los no utilizados. Dicho descarte es del 70 % de los residuos recolectados informalmente. De ellos un 30 % aproximadamente, correspondiente a 90 t/día son quemadas o vertidas en los cursos de agua. El 70 % restante retorna a los sistemas formales” (PDRSMAM 2005).

Determina que los clasificadores eran la principal fuente de residuos a los cursos de agua;

“Se ha encontrado una fuerte correlación entre los asentamientos con población mayoritaria de clasificadores y la presencia de residuos en los cursos de agua cercanos a esos asentamientos. Así mismo se presenta contaminación de los cursos de agua por la derivación de residuos desde las calles o basurales endémicos por las aguas pluviales y el vertido directo

de residuos domésticos dentro de los cursos por la población en general”
(PDRSMAM 2005).

El Plan establece la erradicación de la disposición de residuos en los cursos de agua como uno de los aspectos de carácter urgente, dado que puede producir efectos ambientales muy negativos o irreversibles. Asociado a esto el Plan busca los siguientes objetivos:

- Eliminar vertidos directos a los cursos de agua por los clasificadores.
- Eliminar el arrastre de residuos sólidos desde las calles de la ciudad hasta los cuerpos de agua, o por acción directa de sus habitantes.
- Eliminar el desvío de vertidos provenientes del sitio de disposición final.

El Plan plantea recomendaciones que se listan a continuación. Muchas de estas recomendaciones se llevaron a cabo a lo largo del tiempo, con resultados dispares.

- Recolección interna en asentamientos irregulares de vivienda
- Implantación de Plantas de Clasificación Abiertas
- Recolección Selectiva y creación de Centros de Reciclaje
- Intensificación de actividades de limpieza en las márgenes de los cursos de Agua

- Mejoras en los Sitios de Disposición Final
- Mejora en la Gestión de Residuos Sólidos Orgánicos utilizados en la cría de Cerdos
- Campañas de educación y concientización de la población
- Adopción de medidas de control y evaluación
- Tratamiento urbanístico particularmente intenso en las áreas involucradas, con medidas sobre los cauces, riberas y zonas aledañas.
- Reglamentar la reserva de zonas contiguas a los cursos de agua estableciendo un cordón o faja de protección, que promueva el resguardo y exclusión de dichas áreas.

11.3.3.2.3 Plan Director de Limpieza

Este Plan fue realizado en el año 2011. Identifica que la inadecuada gestión de residuos y los descartes de residuos sólidos a cursos de agua como una consecuencia de como causa de la contaminación de agua, aire y suelo. Identifica a los residuos como uno de los principales problemas de la gestión de saneamiento (PDL 2011).

Como medida para la disminución del impacto de la gestión de residuos en cursos de agua determina priorizar la recolección de residuos en asentamientos cercanos a los cursos (PDL 2011).

11.3.3.2.4 Evaluación y propuestas de actualización del Plan Director de Limpieza

En el año 2015 se revisa y actualiza el Plan Director de Limpieza realizado en el año 2011. Este plan plantea una visión integral del ciclo de los residuos, teniendo en cuenta las diferentes etapas: generación, disposición inicial, recolección, compactación, transporte, clasificación, valorización, disposición final, recuperación de energía, tratamientos de gases y lixiviado.

Este Plan plantea medidas de eliminación de basurales, entendiendo que la contaminación de los cursos de agua provocada por estos basurales es un problema ambiental muy grave. Además del levante de basurales plantea la realización de campañas de educación que apunten al cuidado de los cursos de agua y de los espacios públicos.

El plan promueve la existencia de mercados y caminos formales de comercialización de los RSU y reducción sistemática del comercio informal por causar contaminación ambiental, entre otros motivos.

11.3.3.2.5 Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo

Este Plan está actualmente en elaboración. Los residuos sólidos en la trama hídrica urbana se identifican en la etapa de diagnóstico como un tema de relevancia. El equipo que realiza el Plan no ha presentado aún, a noviembre 2017, las estrategias para dar solución al tema.

La IM y el Departamento de Desarrollo Ambiental en particular han sorteado desafíos más importantes, técnicamente más complejos y económicamente más costosos que los asociados a retirar los residuos sólidos en la trama hídrica urbana, tal como se ha demostrado en los sucesivos Planes de Saneamiento Urbano y en los cambios realizados en la gestión de limpieza de la ciudad.

Surge naturalmente la pregunta sobre las razones por las que no se prioriza este tema frente a otros, dándole solución, a pesar de estar valorado como de importancia en el discurso de los trabajadores y directores y en los Planes Directores de las Divisiones Saneamiento y Limpieza. Sobre esta pregunta se desarrolla el caso de aplicación abordado en esta tesis.

Se entiende que las razones son fuertemente institucionales y sociales, más que de capacidad económica o técnica. El análisis utilizando la Perspectiva Multi Nivel (PMN) da un marco ordenado de descripción de los actores en los diferentes niveles (Nichos tecnológicos, Régimen establecido y Paisaje) identificando sus debilidades, fortalezas y voluntades. La PMN analiza las relaciones que potencialmente pueden crear sinergias para un cambio (Geels 2001).

Para describir el sector en este marco se realiza una serie de entrevistas, que se describen a continuación.

11.4 METODOLOGÍA

Se solicitaron 21 entrevistas a partir de las cuales se realizaron 18 a actores de los diferentes niveles esquematizados a través del análisis de PMN: Nichos tecnológicos, Régimen socio – técnico y Paisaje. Se destaca que en algunos casos se entrevistó al mismo actor como Régimen socio técnico y como Nicho tecnológico, dado que los entrevistados eran coordinadores de grupos de trabajo con ambas funciones.

En la entrevista se realizó una pequeña descripción del tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana haciendo hincapié en el contexto de Montevideo, para luego formular una serie de preguntas generales y de preguntas específicas de cada nivel.

11.4.1 ENTREVISTADOS

Se describe a continuación los grupos de trabajo que se entrevistaron.

Nichos tecnológicos: Se entrevistó a coordinadores del Departamento de Ingeniería Ambiental y de la Sección de Hidrología y Clima del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental FI-UdelaR, Departamento de Ecología y Evolución, del Centro Universitario Regional Este – UdelaR, al núcleo Aguas Urbanas, proyecto y gestión del Espacio Interdisciplinario de Udelar, al Grupo de Aguas Urbanas de la Dirección Nacional de Aguas,

al Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento y a la Unidad Ejecutiva de Resiliencia de la Intendencia de Montevideo.

Régimen establecido: Se entrevistó como Régimen establecido a un representante del grupo de Residuos Sólidos y Sustancias de la Dirección Nacional de Medio Ambiente, al coordinador de la Secretaría Nacional de Agua, Ambiente y Cambio Climático, y a coordinadores y trabajadores de la División Limpieza, División Saneamiento, Departamento Ambiental, Planificación, Unidad Ejecutora de Resiliencia, Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento, Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento de la Intendencia de Montevideo.

En el **Ambiente o Paisaje** se entrevistó a la Defensoría del Vecino, a la ONG Vida Silvestre y Junta Departamental. Se pidieron reiteradamente entrevistas al Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas, a la Cátedra UNESCO Agua y Cultura, a CEMPRE, Compromiso Empresarial para el Reciclaje y a la ONG REDES Amigos de la Tierra. En un caso la entrevista no fue concedida por falta de tiempo del responsable de la Cátedra UNESCO Agua y Cultura, en el resto de los casos no se recibió respuesta a los pedidos reiterados de entrevistas.

11.4.2 OBJETIVO DE LAS ENTREVISTAS

Las entrevistas tuvieron los siguientes objetivos, que se detallan por conjunto de preguntas contenidas en la pauta.

11.4.2.1 PREGUNTAS GENERALES

Estas preguntas se realizaron a todos los entrevistados al inicio del encuentro con el objetivo de:

- Introducir y ubicar el tema de los residuos sólidos en la trama hídrica urbana en el contexto de las prioridades de los diferentes grupos de trabajo.
- Conocer la cantidad de personas y las disciplinas presentes en cada grupo.
- Conocer la opinión general sobre la gestión, posibilidades e ideas para un cambio.
- Identificar si se sienten “parte” del problema y de la solución, identificar qué actores consideran deben participar necesariamente en una gestión adecuada de la trama hídrica urbana.
- Identificar qué conocen sobre espacio de coordinación actuales, si los consideran suficientes.
- Identificar qué piensan sobre el nivel de conocimiento del tema en los diferentes ámbitos que consideran deberían participar

11.4.2.2 PREGUNTAS REALIZADAS A LOS REPRESENTANTES DE CADA NICHOS TECNOLÓGICO

Las preguntas a los Nichos tecnológicos tienden a identificar la existencia de una línea de investigación en este tema. Los Nichos deben tener independencia del régimen para desarrollar líneas de trabajo innovadoras, por lo que se pregunta sobre la independencia en financiación y elección de los trabajos.

Las preguntas tienen los siguientes objetivos:

- Identificar la experiencia del equipo en este tema particular.
- Identificar las fortalezas del nicho; cantidad de gente trabajando, financiación, como elementos que le dan fortaleza para trabajar en innovaciones independientemente del régimen establecido (Geels 2001)
- Indagar sobre estrategias internas de cambio: Cómo el equipo de trabajo se capacita y recibe novedades, dado que los nichos son espacios de aprendizaje (Geels 2005).
- Indagar sobre la capacidad de relación con el Régimen socio técnico y el Paisaje, la opinión sobre ellos y qué consideran pueden aportar a los diferentes niveles (Geels 2012)
- Identificar la capacidad de desarrollar innovación, establecerlas en ambientes protegidos del Régimen establecido y más

ampliamente, identificando la capacidad de los nichos de “inocular innovaciones” (Geels 2012).

11.4.2.3 PREGUNTAS REALIZADAS AL RÉGIMEN SOCIO – TÉCNICO

Asociada a las sinergias para generar innovación se indaga principalmente sobre la relación de los grupos de trabajo con otros niveles: Nichos y Ambiente o Paisaje. Se preguntan temas que den pautas de la capacidad de los grupos para incorporar y alinearse con nuevos paradigmas y tecnologías.

Las preguntas tienen los siguientes objetivos:

- Identificar la capacidad de los equipos de recibir nuevas tecnologías o modelos de gestión; la dependencia con patrones establecidos; la capacidad de cambiar y redireccionar estrategias no dependientes de los patrones anteriores; la capacidad del sector de alinearse a novedades, recibéndolas y modificando internamente su accionar. Se pregunta sobre la fragmentación o desbalance interno de conocimiento. Herramientas que explican patrones de desarrollo a lo largo de ciertas trayectorias tecnológicas (Geels 2007).
- Indagar sobre las herramientas para percibir el Ambiente y qué relaciones de cooperación tienen con los Nichos. Identificar la capacidad de coordinación interna y externa (Geels 2005).

- Indagar sobre las fuentes principales de inercia/resistencia y la fragilidad de la configuración socio técnica actual (Geels 2007).
- Conocer las reglas dominantes del sector: el marco normativo y otras reglas que determinan la manera de realizar las tareas (Geels 2001, Geels 2005).

11.4.2.4 PREGUNTAS REALIZADAS AL PAISAJE / AMBIENTE

Se trata de indagar si éste es un tema importante, dentro del contexto de los temas tratados, y la capacidad de incidir sobre el resto de los niveles (Régimen socio técnico y Nichos).

11.4.3 PAUTA DE LAS ENTREVISTAS

Se transcribe a continuación la pauta de las entrevistas, el recorrido propuesto a cada entrevistado. En la mayoría de los casos se siguió la pauta y se realizaron todas las preguntas. En algunos casos, dado el tiempo disponible o el perfil del entrevistado se obviaron preguntas.

11.4.3.1 PAUTA DE LA ENTREVISTA GENERAL

1. ¿Cuántas personas trabajan y de qué disciplina?
2. ¿Cuáles son los cometidos de su institución? ¿Los cometidos están determinados por una norma o documento escrito? ¿Es general o

- detalla específicamente los objetivos? ¿Cómo se eligen los temas de trabajo y el tipo de abordaje?
3. ¿Cuáles son las 3 problemáticas ambientales que, desde su institución, considera más importantes?
 4. Para tener una idea general: diga tres palabras que vienen a su mente cuando piensa en la gestión de los cursos de agua
 5. Cuando piensa en la gestión del drenaje, ¿qué tres palabras se le vienen a la mente?
 6. Cuando piensa en la gestión de los residuos sólidos, ¿qué tres palabras se le vienen a la mente?
 7. ¿Cuáles son los principales problemas relacionados a drenaje, cursos de agua y residuos sólidos?
 8. ¿Considera que los residuos sólidos en drenaje y cursos de agua son un problema ambiental de relevancia?
 9. De 1 a 5, siendo 1 poco y 5 mucho, ¿Qué importancia cree que la sociedad le asigna a la problemática de residuos sólidos en drenaje urbano y cursos de agua?
 10. ¿Cuáles son las demandas que la población realiza asociadas a este tema?
 11. De 1 a 5, siendo 1 poco y 5 mucho, ¿Qué prioridad cree que las autoridades y tomadores de decisión gubernamentales le dan a este tema?

12. ¿Considera que desde el ámbito nacional y departamental se aborda de manera adecuada? ¿Conoce cómo se mantiene la trama hídrica urbana para minimizar la cantidad de residuos sólidos? ¿Qué opina de la gestión que se realiza actualmente?
13. ¿Considera que tienen que suceder cambios en la gestión?
14. ¿Cuáles considera que son los impedimentos para una mejor gestión?
15. ¿Cree que está dada la configuración para que sucedan cambios?
16. ¿Quiénes los deberían promover?
17. Se muestra el mapa de actores/situación actual, se pide que lo modifique de acuerdo a quiénes cree que deben participar en la discusión sobre propuestas de cambio, Figura 146.
18. ¿Cree que hay una buena coordinación de actores? ¿En qué espacios se da esa coordinación?
19. ¿Cree que los diferentes actores tienen los conocimientos e información suficientes para su acción? ¿Esta información está compartimentada, sesgada o se da libremente?

La Figura 146 muestra el mapa de actores diferenciando en cinco roles: elaboradores de tendencias, formuladores de políticas, evaluadores y reguladores, generadores de información y ejecutores directos sobre el curso de agua. Tomando esta imagen como punto de partida se pidió a los

entrevistados que modifiquen el esquema, agregando, quitando o reubicando actores.

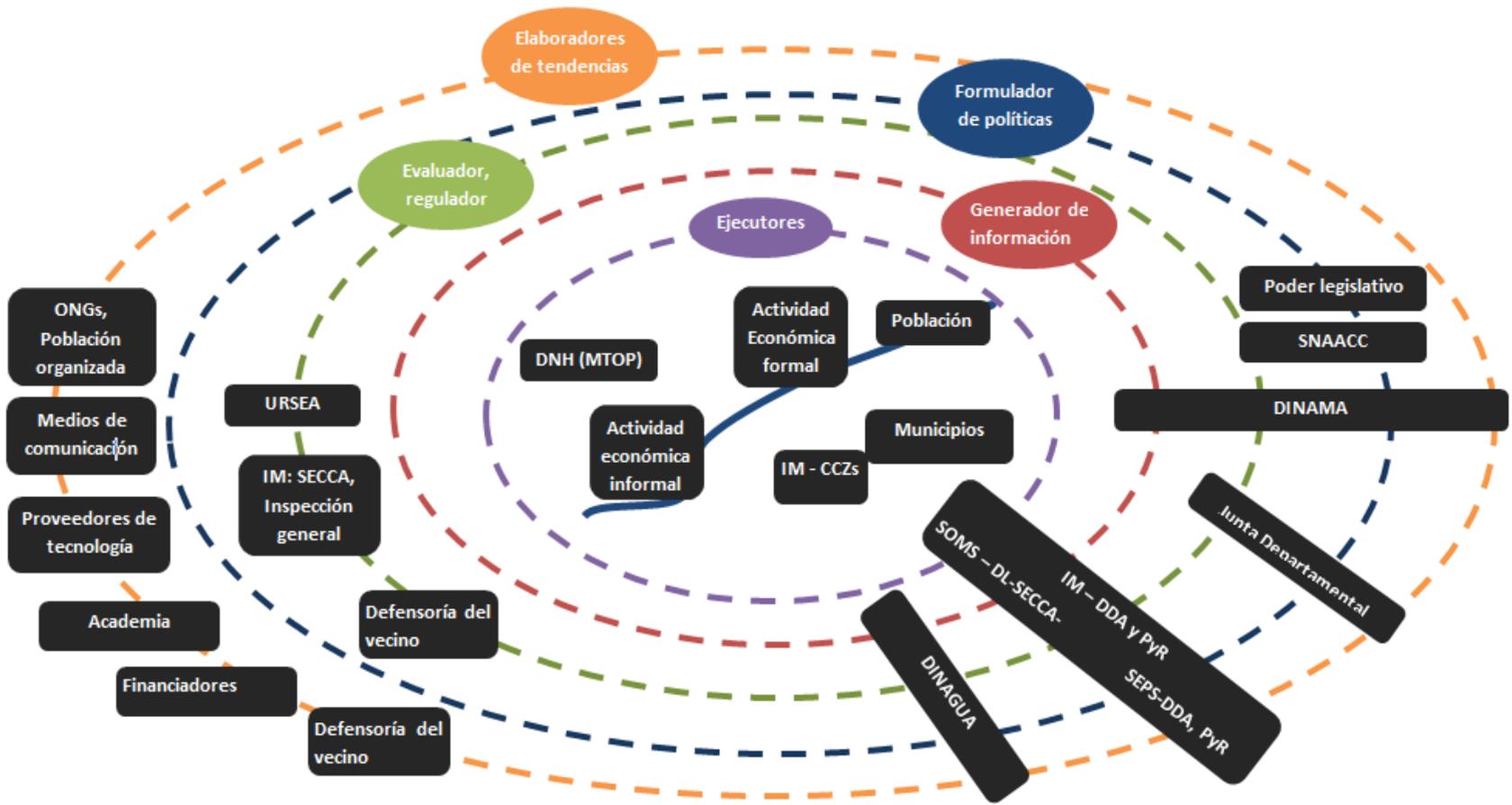


Figura 146 Mapa de actores

11.4.3.2 PAUTA DE LA ENTREVISTA A LOS REPRESENTANTES DEL NIVEL DE NICHOS TECNOLÓGICOS

1. ¿Tienen una línea de investigación en el tema residuos sólidos, cursos de agua y drenaje urbano y la interacción entre ambos?
2. En caso de que existan líneas de investigación ¿Está consolidada? ¿Qué objetivos tiene? ¿Investiga sobre cambios en tecnologías o formas de gestión?
3. Incorporación de novedades:
 - a. ¿Cómo reciben e incorporan nuevos paradigmas de gestión o nuevas tecnologías sobre drenaje y residuos sólidos?
 - b. ¿Tienen proyectos en común con otras instituciones/empresas que consideran de avanzada?
 - c. ¿En qué redes de intercambio de conocimiento participan?
4. ¿Qué estrategias de capacitación tiene la institución?
5. ¿Cómo consiguen apoyo/financiación para proyectos de innovación? ¿La financiación es para proyectos puntuales o tiene continuidad a lo largo del tiempo? ¿Está supeditada a objetivos particulares establecidos externamente o los determina con libertad internamente el grupo?
6. ¿Qué recepción han tenido a corto y mediano plazo en relación a las investigaciones o proyectos piloto realizados en el sector?

7. ¿Consideran que tienen una percepción actualizada de lo que considera la población de Montevideo sobre el sector drenaje, cursos de agua y residuos sólidos? ¿Cómo alimentan esta percepción? ¿Tienen espacios de intercambio con ONGs y población organizada? ¿Son espacios formales/informales, puntuales/sistemáticos?
8. ¿Cuáles son las demandas que la población hace a la gestión de residuos sólidos y drenaje? ¿Cree que desde su institución se podría aportar a dar solución a algunas de estas demandas?.
9. ¿Qué relación tienen con las instituciones del estado o empresas del sector? ¿Han tenido proyectos de colaboración? ¿Qué piensan de la gestión actual de residuos sólidos y drenaje? ¿Qué aportes consideran que podrían hacer a la gestión y cuáles han hecho? ¿Cómo implementarían estos aportes?.

11.4.3.3 PAUTA DE LA ENTREVISTA A REPRESENTANTES DEL RÉGIMEN ESTABLECIDO

1. Percepción del Paisaje socio técnico
 - a) ¿Cree que está al tanto de la percepción social sobre su trabajo?
 - b) ¿A través de qué mecanismos llega la presión de la sociedad sobre la institución? ¿Cuáles son las vías para identificar o recibir demandas de la sociedad?
 - c) ¿Considera que para que sucedan cambios tiene que haber mayor presión desde la sociedad?

- d) ¿Cómo se relacionan desde la institución con el territorio, (segundo y tercer nivel de gobierno, población organizada y población individual)? ¿A través de qué mecanismos?
2. ¿Cuál es el conocimiento/relación con los Nichos?
 3. ¿De qué modo la institución se actualiza, analiza, se adhiere o rechaza nuevos paradigmas de gestión o nuevas tecnologías? ¿Cómo se actualizan de nuevos productos?
 4. ¿Qué relación tienen con la academia? ¿Colaboran en proyectos I+D? ¿Tienen relación con proyectos de ANII o empresas que desarrollen I+D?
 5. ¿Cómo se establecen las agendas de acción dentro de las diferentes partes de la institución?. En particular ¿cómo se establecen las agendas que refieren a residuos sólidos y drenaje urbano? ¿A través de criterios técnicos y/o prioridad política?
 6. ¿Existen espacios de coordinación interna que permitan permear ideas en la institución y alinear la misma hacia nuevos paradigmas?
 7. ¿Existen espacios de discusión de lo realizado, de análisis y mejora continua?
 8. ¿Existe una disponibilidad de recursos (capacidad cognitiva, tiempo y recursos económicos) como para poder recibir e incorporar cambios al hacer actual? ¿Qué rigidez tiene el uso de recursos? ¿Se pueden administrar de acuerdo a agendas propias y flexibles?
 9. ¿Cómo se puede conseguir financiación para un cambio?

10. ¿El sector privado se identifica como un actor? ¿Se lo puede estimular para que cambie a través de generar un mercado sinérgico, proyectos de inversión?
11. ¿Cómo se identifican “las manera de hacer” en la institución? Protocolos, procedimientos internos que identifiquen el rol de cada actor. ¿Cómo se transmiten y comparten los conocimientos y las rutinas de trabajo?
12. ¿El marco normativo es suficiente? ¿Existen vacíos normativos que dejen a la institución sin herramientas? ¿El marco normativo le permite a la institución cambiar o la restringe?
13. ¿Qué resistencia activa y lobby de intereses establecidos dificultan/obstaculizan el cambio? ¿Lo hacen empresas / sindicatos / instituciones “de competencia”?
14. ¿Cree que todos los actores tiene la información/conocimiento necesaria/deseable? ¿Es necesario compartir más información?
15. ¿Existe una política de la institución de apoyar nuevas tecnologías? ¿Cómo se concreta esta política?

11.4.3.4 PAUTA DE LA ENTREVISTA A REPRESENTANTES DEL AMBIENTE O PAISAJE

1. ¿Qué mecanismos de acción tienen para llevar sus demandas a los gestores de los cursos de agua urbanos de Montevideo y de residuos sólidos?

2. ¿Son estos mecanismos periódicos / esporádicos?
3. ¿Son efectivos?

11.5 RELATO DE LAS ENTREVISTAS

Se relatan las respuestas dadas por los entrevistados a los temas de interés planteados anteriormente. En las respuestas referidas al Régimen establecido, a menos que se indique lo contrario, se transcriben las respuestas dadas por la IM.

Se citan (entre comillas en cursiva) frases textuales de los entrevistados sin identificar el nombre, cargo o institución para resguardar la fuente de la opinión.

11.5.1 PREGUNTAS COMUNES A TODOS LOS ENTREVISTADOS

11.5.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Para introducir y contextualizar el tema se pidió a cada entrevistado que nombrara los principales problemas ambientales y asociara de manera holística tres palabras a las frases “gestión de cursos de agua” y “gestión de residuos sólidos”. Se muestra en la Figura 147, Figura 148 y Figura 149 las palabras que surgieron, el tamaño de la palabra depende de la frecuencia con que se nombran. Se destaca que previamente a iniciar las preguntas se realizó una descripción del tema de la tesis, por lo que las respuestas, y

principalmente las asociadas a identificar la prioridad del tema, pueden estar condicionadas por la descripción anterior.

11.5.1.1.1 Principales problemáticas ambientales

Se preguntó de forma general sobre las tres problemáticas ambientales que el entrevistado considera prioritarias. Las respuestas más frecuentes están asociadas a la falta de saneamiento en poblaciones, existencia de residuos sólidos, y los asentamientos como un territorio no sólo de confluencia de diversas problemáticas, sino como un problema en sí mismo. La Figura 147 muestra las respuestas dadas.



Figura 147 Problemáticas ambientales, (elaboración propia)

11.5.1.1.2 Palabras asociadas a cursos de agua

impacto ambiental, especialmente asociada a la pérdida del ecosistema como recurso y la desvalorización del territorio, es de magnitud. No identifican que la población conozca la existencia, ubicación geográfica, afectación en la población e impacto ambiental de los residuos sólidos en la trama hídrica urbana.

Al mismo tiempo, para las personas que conocen el impacto de los residuos en la trama hídrica, este tema aparece como una tensión naturalizada, instalada en forma crónica. Aparece la sensación de que es *“inútil preocuparse”* dado que es un tema *“inacabable”* e *“inabarcable”*, al que no se le visualiza una solución.

No se percibe una valoración de los cursos de agua urbanos como un recurso en sí mismo. Los vecinos los visualizan como una línea de agua en un baldío, una barrera a atravesar. Las márgenes se consideran un espacio vacío que puede ser ocupado por cualquier actividad y no un espacio propio del curso de agua con oportunidades de convivencia ciudadana.

No existe una percepción de que la población en general demande solución a problemas ambientales urbanos. Se entiende que no hay un activismo social y ambiental fuerte, al mismo nivel que el activismo político. No existen grupos de interés ambiental que demanden particularmente la mejora de los cursos de agua urbanos; *“los cursos de agua urbanos pasan desapercibidos”*. Los entrevistados perciben que la demanda de la población está focalizada en los temas de recolección de residuos y limpieza urbana: frente

a este problema “*el contenedor de la esquina pesa más*”. Algunos entrevistados identifican una visión muy cortoplacista en las demandas de la población.

La población demanda temas asociados al confort personal, la priorización con la que realiza sus demandas no se basa en una valoración de impacto ambiental o afectación social. Existe también una priorización de temas generales con mayor visualización en los medios frente a temas locales con menor difusión, por ejemplo cambio climático.

Quiénes y cuántos son los afectados determina la magnitud de la presión social y la voluntad política responde a esa presión. La cantidad de población que vive el problema es poca en relación a la población de Montevideo. La demanda en este tema es muy heterogénea y se origina casi exclusivamente por quien lo vive directamente, y no se traduce en una demanda generalizada. Al mismo tiempo quien vive directamente el problema no es quizás quien tiene más llegada a los medios de comunicación y presión social. La mayor parte de los que demandan soluciones vive en asentamientos, tiene como prioridad satisfacer necesidades básicas, lo que no deja espacio a la demanda ambiental. La toma de conciencia ambiental que se transforma en presión social para que las instituciones se ocupen de ciertos temas se visualiza solamente en el nivel socio educativo medio a alto de la población. Este sector hace oír su voz y demandas en los medios, pero prioriza otras actividades y zonas de la ciudad.

Los formadores de opinión no conviven con el problema, lo visualizan como algo ajeno y no se traduce entonces en una presión social generalizada. Esto genera que no haya una voluntad política determinada a solucionar el tema.

En este marco el tema de residuos sólidos y recursos hídricos surge asociado a la limpieza de residuos en playas, pero no a los cursos de agua urbanos.

Las demandas asociadas a los residuos sólidos en la trama hídrica urbana llegan por el impacto directo e inmediato de sus efectos en la población: frente a las inundaciones por obstrucciones la población pide desobstrucción, frente a cúmulos de basura que favorecen la presencia de vectores e impactan visualmente, la población pide retiro del material. No se demanda en relación a la preservación del curso de agua.

11.5.1.3 PRIORIDAD DE LAS AUTORIDADES Y TOMADORES DE DECISIÓN

En general hay una percepción de que la prioridad es alta para todos los temas de residuos sólidos y menor para residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Los medios de comunicación en general parecen menos sensibles al tema que los actores institucionales, que al estar cerca del territorio afectado visualizan más el problema de los residuos sólidos en la trama hídrica

urbana. De cualquier manera *“Se responde a la demanda de la población, que no es alta. La autoridad es receptiva a la demanda”*.

Se observa también alta heterogeneidad en la prioridad de los tomadores de decisión; a medida que nos acercamos a quienes trabajan con cursos de agua en Montevideo el tema aparece con mayor relevancia.

Al abordar este tema surge entre los entrevistados que existe una brecha importante entre el discurso y la acción: se visualiza una diferencia de prioridad en el discurso y en el trabajo real. El tema se entiende presente en el discurso, pero no en la asignación de presupuesto y recursos humanos.

Existe también una visión de que las autoridades le dan importancia al tema, pero no se visualiza cómo resolverlo desestimulando la acción. *“Se aplica la ley de Pareto. Se está pendiente de dónde se levanta el 85 % de los residuos sólidos de Montevideo. Los cursos de agua entran en ese tipo de problemas difíciles, en los que hay que trabajar mucho más para solucionar mucho menos”*.

Se visualiza a los reguladores ambientales nacionales y departamentales como débiles o ausentes, lo que colabora a la falta de abordaje del tema.

Se cree que las prioridades nacionales y departamentales ambientales en relación a los residuos sólidos pasan por los temas de recolección y disposición final, por lo que este tema (a pesar de ser considerado crítico) no se visualiza a ser abordado como prioridad al corto o mediano plazo.

11.5.1.4 OPINIÓN SOBRE LA GESTIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA

En general se opina que hay mucho para mejorar. Desde fuera del ámbito de los ejecutores de la IM no se conoce bien qué se está haciendo para solucionar el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana, pero se tiene la opinión que *“lo que se hace no cumple el resultado esperado”*.

Desde dentro de la gestión se percibe que la manera actual de funcionar no aporta a solucionar el problema; *“apenas se trata la punta del iceberg”*. Se realizan acciones como respuesta a la demanda de la población y con el criterio de que *“algo hay que hacer”* para que la población visualice una acción inmediata a sus demandas. Lo que se realiza hoy no es parte de una estrategia de mejor gestión. La manera actual de “desobstruir” es costosa, *“malgasta esfuerzos”*, no cumple los objetivos y en el caso de canales, cañadas y cursos de agua es *“altamente predatoria”*.

Al mismo tiempo no hay instancias para pensar cambios para una acción más efectiva. Se nombra que existieron iniciativas de proyectos que no se continuaron en el tiempo debido a la demanda urgente de otras tareas. Uno solo de los entrevistados identificó que el PDSUM propondrá estrategias de solución del tema.

Se identifica que existe información reciente de la cantidad de material retirado pero no hay medición del total que llega a los cursos de agua, por lo que no se tienen datos para evaluar la eficiencia de la gestión actual. Se observa que la información es un registro de pocos meses, con datos parciales de algunas tareas de limpieza, que imposibilitan el cruce necesario para un análisis.

Algunos actores consideran que hoy se actúa de forma predatoria, de forma contraria al deseo de que la trama hídrica urbana se preserve lo más natural posible. Actualmente se realiza una desobstrucción que elimina la vegetación en las márgenes y modifica la naturaleza del curso.

En cuanto a quiénes deben actuar se entiende que la responsabilidad es compartida entre muchos actores, particularmente en la IM entre el sector Saneamiento y el sector Limpieza, pero no se ha abordado el problema en conjunto *“Tenemos todos un poco de responsabilidad en tirarnos la pelota”*.

11.5.1.5 FACTORES QUE DIFICULTAN CAMBIOS

Se nombraron diferentes factores que dificultan los cambios, internos y externos a quienes hoy están realizando las tareas de desobstrucción de la trama hídrica.

Dentro de la IM no se perciben lineamientos específicos sobre el tema; *“no hay consignas claras de trabajo”*. Se percibe una gestión cambiante, dependiendo de cada director, sin políticas de largo plazo.

Se identifica a ADEOM como un factor de rigidez, que no permite cambios y prioriza intereses particulares frente al objetivo del trabajo: “*se pone el interés del funcionario por delante de nuestros deberes*”.

Se perciben dificultades en el sector limpieza, particularmente falta de planificación, capacidad organizativa sistematizada, falta de un equipo que analice lo realizado y proponga nuevas maneras de accionar.

Las mafias asociadas a la clasificación y al lavado de dinero se nombran como grupos de gran poder con interés en que las dinámicas de la clasificación informal permanezcan fuera del ámbito formal.

11.5.1.6 PROPUESTA DE CAMBIOS

Se identifica a la trama hídrica urbana como un recurso a mantener, que hoy no se puede disfrutar o aprovechar, pero que se debe encontrar una solución sustentable, que preserve el recurso a futuro.

Todos los actores consideran que la estrategia actual de retiro de residuos sólidos de la trama hídrica urbana con el objetivo de desobstrucción debe cambiar. Quienes plantean cambios con mayor énfasis son quienes están más cerca de la ejecución: “*No tiene sentido seguir limpiando los cursos como lo estamos haciendo ahora*”. Otro entrevistado determina que “*Duplicar, triplicar este esfuerzo no sirve, se debe ir por otro camino*”. En el caso de los entrevistados que no conocen las acciones de la IM en relación a este tema se identifica que los resultados no son satisfactorios.

La estrategia actual no tiene incidencia en las causas del problema y no da resultados a mediano plazo: *“se limpia, se obstruye al poco tiempo, vuelven a denunciar los mismos vecinos, se limpia nuevamente, se obstruye al poco tiempo y así...”*.

Algunos entrevistados mencionan que en el caso de los cursos de agua, cañadas y canales el retiro de material es predatorio y, tanto en el caso de drenaje enterrado como a superficie libre, esta forma de retirar el material es más cara que interceptarla aguas arriba.

Las propuestas de cambios tienen diferentes visiones dependiendo del rol del entrevistado. Desde los no ejecutores directos sobre la trama hídrica urbana aparecen propuestas que priorizan los abordajes sustentables, valorizan la trama hídrica y los residuos e incluyen elementos de economía circular. Como ejemplo, una de las propuestas nombradas fue la *“valoración del recurso para plantación de alimentos de calidad”*. Desde los ejecutores directos los cambios nombrados corresponden a la necesidad de objetivos y lineamientos de trabajo claros así como a la disponibilidad de recursos necesarios.

Existe una importante brecha en el abordaje dependiendo de la “distancia al problema: “quien trabaja directamente en la desobstrucción de cursos de agua y colectores tiene abordajes y expectativas muy diferentes de quien analiza el problema con más distancia. Se observa que los primeros no definen el problema ni ubican su accionar en un contexto teórico, sino que

tienen un abordaje pragmático de solucionar el día a día. Quien analiza el problema en su globalidad, desde mayor distancia, en el marco de paradigmas de sustentabilidad y cuidado del ambiente tiene otros objetivos y expectativas.

Algunos entrevistados demandan priorizar un cambio hacia un abordaje integral enfocado en el proceso de los residuos desde su generación hasta la disposición final. Actualmente el retiro de los residuos sólidos de la trama hídrica se realiza desde la División Saneamiento. Estos residuos se pueden considerar como una fuga de la gestión formal de residuos, la cantidad y tipo de los residuos es consecuencia de un proceso en el que el sector de aguas urbanas y saneamiento no tiene conocimiento e incidencia. El tema debe ser tratado por el responsable del proceso y no sólo por el responsable del territorio donde se produce el impacto. Con este cambio de enfoque se podría identificar más fácilmente las causas y eliminar o minimizar las “fugas” de residuos.

Un abordaje desde la gestión de residuos sólidos evitaría también algunos aportes puntuales que suceden desde volquetas ubicadas en las márgenes de canales, sobre rejas y bocas de tormenta, o residuos cercanos a los contenedores.

Este tema tiene las características de una tecnología sociotécnica (Leonardi 2012, Geels 2010). Tiene integrado un componente local de comportamiento que incluye las complejidades y dinámicas locales que las

soluciones probadas en otros contextos difícilmente puedan ser llevadas a otro lugar. Las nuevas maneras de hacer tienen que surgir desde este contexto particular. En algunas entrevistas se dijo que las soluciones deben surgir particularmente dentro de la institución que gestiona los residuos, la IM.

En consonancia con lo anterior se debe integrar al vecino en las soluciones, dado que *“no hay sistema que funcione sin la colaboración del ciudadano”*.

Se destaca por diversas personas que la descentralización territorial de responsabilidades se debe manejar cuidadosamente, en particular existe la percepción que descentralizar no es la solución, dándose el ejemplo de las bocas de tormenta *“las captaciones no se mantienen desde que se fueron al tercer nivel de gobierno”*³.

Se considera que cualquier emprendimiento tiene que incluir la gestión de residuos como un costo más de su producción, y que esta gestión debe ser tomada en cuenta en el diseño del proyecto.

Se considera por diversos actores que la IM tiene que avanzar más en educar y controlar.

³ Las entrevistas corresponden al nivel central de la IM.

Se identifica importante la necesidad de soluciones en etapas y la implementación de casos piloto que afiancen las soluciones y procedimientos

En general se cree que está dada la configuración para que los cambios sucedan, aunque se identifica que hoy no se visualiza el camino para que el tema mejore.

11.5.1.7 ACTORES

Se mostró a los entrevistados un cuadro con diversos actores intervinientes, y se solicitó modificar los mismos. Se muestra a continuación el resultado incorporando todos los actores nombrados.

Es de destacar la cantidad de actores que se consideran interviniendo en este tema, lo que da idea de la complejidad del mismo. Los actores tienen diferentes abordajes, intereses y escalas territoriales, algunos relacionados a temas específicos y otros más generales. Esta diversidad hace necesario el rol de responsables del proceso de residuos y de los cursos de agua, que logren articular entre sí y con todos los actores.

11.5.1.8 COORDINACIÓN ENTRE ACTORES

Al preguntar sobre ámbitos de coordinación existentes las respuestas más comunes fueron: “*si hay ámbitos de coordinación yo no me enteré*”, “*si hay no me llegó*”.

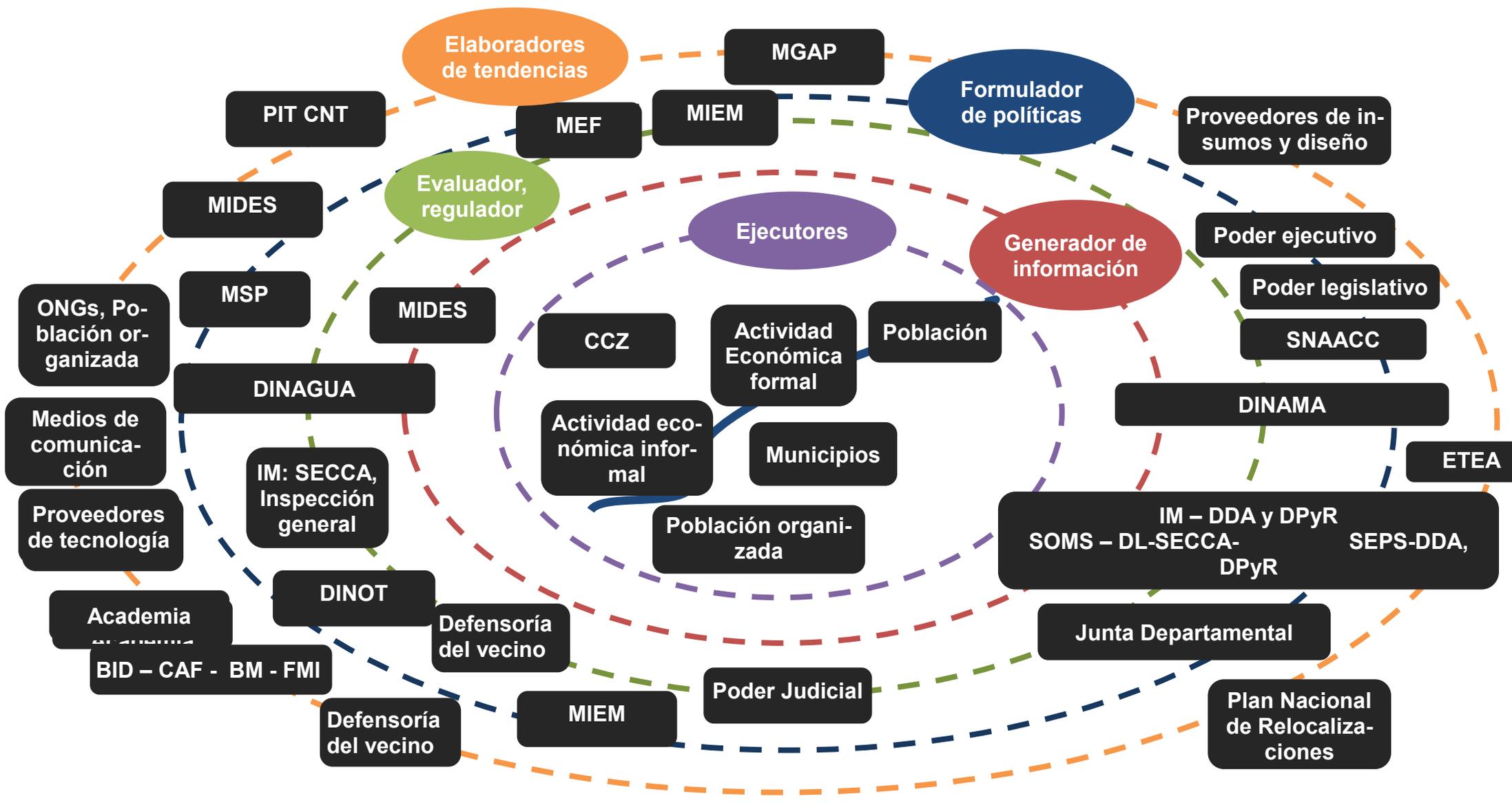


Figura 150 Actores necesarios (elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas)

Los residuos sólidos en la trama hídrica urbana se consideran “*un tema holístico total*”. Al mismo tiempo la compartimentación propia de las estructuras institucionales es contradictoria con objetivos holísticos e integrales. Se identifica entonces la necesidad de ámbitos de coordinación que funcionen a nivel departamental y nacional. Este es un tema que debe ser trabajado con las cuencas como unidad territorial, muchas de ellas bi-departamentales, donde la coordinación se vuelve más necesaria. En este tema “*son muchos los astros que se tienen que alinear.*”

Existen ámbitos de coordinación nacional, comisiones creadas por ley que, según algunos entrevistados, no se concretan en trabajo continuado a lo largo del tiempo. Se identifica la dificultad de generar productos o ejecutar acciones a través de estos ámbitos.

Existe la percepción de que las coordinaciones funcionan por impulsos, no existen reuniones sistemáticas sino convocatorias asociadas a ciertos temas, que después se discontinúan. Hoy no se vivencia una convocatoria asociada a este tema.

Se considera que existen también fortalezas en coordinaciones asociadas a ciertos temas, que se podrían aprovechar. En particular, los clasificadores organizados en el PIT-CNT, las empresas asociadas en el Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE), los espacios generados para discusión de la nueva ley de gestión de residuos como la Comisión Técnica

Asesora para la Protección del Medio Ambiente (COTAMA), los comités de cuenca y la Comisión Asesora de Agua y Saneamiento (COASAS).

Se identifica incapacidad de los ámbitos de coordinación para llegar a ser ejecutivos, generar un cronograma de compromisos que se cumpla efectivamente. Tanto a nivel nacional como departamental se visualiza que muchas veces las personas que participan de los ámbitos de coordinación no son las adecuadas para establecer compromisos de trabajo entre las instituciones. Esto lleva a que en los ámbitos de coordinación se acuerden cosas que posteriormente no se concretan como compromisos institucionales.

Se considera también que existe la red temática para que se difunda y trabaje el tema; si el tema se vuelve prioridad están los ámbitos formales dónde generar intercambios.

Actualmente funcionan principalmente coordinaciones informales basadas en improntas personales: *“encontrás una persona que es afín y sincronizás”*. Esto implica un rol muy importante de los líderes: *“hay que estar continuamente construyendo vínculos, cuesta poder conjugarse y hacer un frente común”*. La personalización de las coordinaciones, que depende de los líderes de cada tema, puede debilitar la coordinación institucional.

11.5.1.9 EXISTENCIA Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN

La disponibilidad de información se percibe de importancia para identificar y valorar el problema *“La visualización y priorización del problema se asocia*

al pasaje de las personas, si no lo visualizas no tenés porqué tener este problema". De ahí la importancia de disponer de información para poder analizar el impacto de este tema y difundirla para conocer este tema más allá de la percepción individual.

Algunos actores consideran que la información disponible es insuficiente y es limitante para abordar el tema. Otros actores consideran que la información es adecuada, especialmente que la gente involucrada en el tema tiene la información necesaria "*cada uno hace lo que sabe y puede*". Los entrevistados consideran en general que lo que existe hoy es información fragmentada, sesgada que responde a objetivos particulares.

No se dieron ejemplos de la información existente o información que los entrevistados consideran necesaria. Durante las entrevistas se tuvo la percepción de que no se sabe qué información hay ni qué información sería necesaria.

En cuanto a la calidad de la información, se considera por muchos actores que la información existente tiene un sesgo particular según los objetivos de quien releva. Los generadores de información de calidad de agua son los mismos que ejecutan acciones sobre los cursos de agua. Se destaca por algunos entrevistados que se necesitan nuevos abordajes de relevamiento y análisis; nuevos generadores y analistas de información con independencia de la ejecución.

Se identifica la necesidad de integrar información para visualizar la eventual fragmentación, compartimentación, duplicación y vacíos: “*en la propia IM tenemos información que no sabemos que hay*”.

No se considera en general que haya difusión de información, “*este tema tendría que estar expuesto*”. El Observatorio Ambiental Nacional se considera una herramienta donde alojar y compartir información de diferentes actores.

Más allá de los datos generados, algunos entrevistados destacan que no existe un lugar de síntesis y análisis que evalúe y procese la información con diferentes objetivos.

11.5.1.10 FLEXIBILIDAD EN LOS COMETIDOS DE LOS GRUPOS DE TRABAJO, ELECCIÓN DE LOS TEMAS Y ABORDAJES

Todos los entrevistados, en los diferentes niveles, tienen alta flexibilidad en los cometidos y abordajes de los grupos de trabajo. En casi todos los casos los cometidos de cada equipo están definidos de forma general. Los cometidos específicos y el tipo de abordaje depende de los integrantes del grupo.

En algunos casos (como por ejemplo DINAGUA y la División Saneamiento) se están llevando a cabo planes directores para elaborar líneas estratégicas y específicas de acción. En el caso de la Unidad Ejecutora de Resiliencia, la definición de las líneas de trabajo y el tipo de abordaje se realiza a través de una metodología específica que está en proceso de aplicación.

Un entrevistado de la División Saneamiento identifica que los temas de trabajo se eligen de acuerdo a la demanda, gravedad, voluntad política, al interés de quién esté al frente de los equipos y a las características de los integrantes del equipo.

En general en el Régimen establecido no existen procedimientos de trabajo escritos. Las personas realizan las tareas según una tradición oral que se ha modificado con la impronta de los diferentes trabajadores.

11.5.1.11 DISCIPLINAS

Las disciplinas en todos los grupos son predominantemente ramas de la ingeniería civil, particularmente hidráulico ambiental o sanitaria, ingeniería química, arquitectura y ciencias sociales. Las disciplinas varían en los diferentes niveles y equipos de trabajo:

- Nichos tecnológicos: las disciplinas que trabajan en los grupos entrevistados como Nichos son variadas, pero con gran mayoría de personas de Ingeniería Hidráulica Ambiental y Sanitaria. El Grupo de Aguas Urbanas de DINAGUA y la Unidad Ejecutiva de Resiliencia de la IM son los que tienen un mayor componente interdisciplinario, incluyendo el primero sociología, arquitectura, ingeniería hidráulica ambiental, licenciatura en comunicación y el segundo grupo las disciplinas de química, urbanismo y relaciones internacionales. En la

UdelaR y la Unidad Ejecutiva de Resiliencia de la IM un porcentaje importante de los profesionales tiene posgrados.

- En el Régimen socio técnico priman las disciplinas de ingeniería y los operarios técnicos.
- En el nivel de Paisaje o Ambiente se encuentra la mayor variedad disciplinar: arquitectura, comunicación, educación, derecho, asistente social, abogacía.

11.5.1.12 PROMOTORES Y ACTORES DE IMPORTANCIA EN LOS CAMBIOS

Al preguntar quiénes deberían liderar y promover las estrategias de cambio, se responde en general que la responsabilidad recae en la Intendencia de Montevideo (IM), en articulación con otros actores.

Las Intendencias por sus competencias particulares son los actores naturales para liderar este tema. Se entiende que, dentro de la IM, el Departamento de Desarrollo Ambiental es el que debe promover estos cambios. La mayoría de los entrevistados entiende también que la IM tiene la capacidad y las condiciones para asumir el tema, entre otras cosas porque posibilita una visión integral, al ser responsable de la gestión de residuos, trama hídrica urbana, saneamiento y planificación. Se destaca que este tema debe estar liderado por gente con herramientas para la gestión y no sólo herramientas técnicas.

Al mismo tiempo se identifica como necesario una política nacional que logre alinear actores y un acuerdo entre los ámbitos nacional y departamental. *“Los cambios sustentables sólidos y fuertes se dan cuando se consigue legislar a nivel nacional, hacer un acuerdo departamental y la población acompaña”*. Se identifica la Ley de Gestión Integral de Residuos como fundamental para lograr lo anterior. Los actores que, según los entrevistados indican, se deben alinear para elaborar una solución se presentan en la Figura 146. Se identifica que el SNAACC podría realizar coordinaciones a nivel nacional y con las diferentes intendencias.

Se identifica como que la Intendencia debe buscar alianzas con la sociedad civil y la academia, además de con el nivel nacional.

Se identifica importante el aumento de la presencia de reguladores, tanto sea en la gestión de los residuos como en la trama hídrica urbana. Los reguladores potencian las miradas, controles y visiones desde el afuera de la gestión.

Es necesario también empoderar al mismo tiempo a la sociedad organizada para potenciar su mirada y control. En particular se identifica por un entrevistado que la Defensoría del Vecino y Vecina de Montevideo y la Junta Departamental son los que deberían tener un rol más fuerte.

11.5.1.13 IMPEDIMENTOS

Se consultó a los entrevistados sobre impedimentos para una mejor gestión, temas que dificulten la ejecución de cambios. Se describen las respuestas a continuación.

Uno de los mayores impedimentos nombrados es que la presencia de residuos sólidos en la trama hídrica urbana se ha naturalizado, convertido en un problema crónico visualizado como normal y no como una carencia o excepción de la gestión. Esta aceptación de normalidad se da en los diferentes niveles nombrados por la PMN. Según un entrevistado durante la crisis económica de la década del 2000 la sociedad aceptó la recolección informal de residuos como un medio de vida y aceptó las dinámicas asociadas a eso; la clasificación irregular por todos los integrantes de la familia del clasificador incluyendo a los niños, el asentamiento como territorio de esta actividad y el vertido en los cursos de agua como disposición final del descarte. Hoy, a pesar de la mejora económica del país, se sigue manteniendo por parte de la sociedad la aceptación de la actividad informal.

Esta “naturalización” de la actividad y el consecuente deterioro de los cursos de agua dificulta que se visualicen y valoricen las ventajas que los cursos de agua puede darle a la ciudad o a los vecinos: *“falta visualización de los beneficios que esto puede traer”*.

Otro impedimento de importancia es que este tema no se considera prioritario, las prioridades departamentales y nacionales son otras.

La fragmentación en los abordajes también causa que las responsabilidades se trasladen de un actor a otro y como resultado ninguna institución o grupo de trabajo asume el tema como propio, aún menos lo plantea como prioritario.

Se considera que existen rigideces estructurales en las instituciones, y en la IM en particular, que impiden indagar otros sistemas de gestión: *“El sistema actual está armado para funcionar de manera lineal y es muy difícil estructurar esto para cambiar a, por ejemplo, una economía circular”*.

Se identifica a ADEOM como un factor muy importante de rigidez para el cambio. Esto fue nombrado por muchos de los entrevistados de la IM. Se destaca que ninguno nombró a los trabajadores como contrarios al cambio, sino a ADEOM específicamente; a excepción de ADEOM, dentro de la institución no se percibe rechazo al cambio. En particular en la IM se identifica una inflexibilidad importante para cualquier modificación del trabajo: *“se pone el interés del funcionario por delante de nuestros deberes”* particularmente en el sector limpieza, sector que es el primero que potencialmente puede captar los residuos hacia el sistema formal.

Se identificó por un entrevistado la necesidad de un mayor compromiso político de la Intendencia; que las autoridades políticas estén dispuestas a

atravesar la crisis que implica un conflicto con el personal de limpieza. Esta crisis se ve como consecuencia segura de cambios en la forma de trabajar.

Un par de entrevistados nombraron la necesidad de incorporar más empresas privadas en la operativa de limpieza de manera de romper el monopolio municipal.

Otro grupo que dinamiza la posibilidad de cambios es el formado por la cadena de clasificación informal: los clasificadores informales, depositeros, intermediarios y empresas de clasificación formal. Se destaca en particular los temas de poder barrial y lavado de dinero asociados a algunos de estos actores.

Existe una gran diferencia entre la percepción en Montevideo y el resto de las Intendencias, sobre ADEOM y la cadena de clasificación informal como actores que impiden cambios: en el resto de las Intendencias no se los identifica como actores que impidan cambios.

Otro impedimento importante es la visión y el tipo de abordaje a los problemas. En particular se identifica la falta un espacio de pensamiento de síntesis, de evaluación, autocrítica y desarrollo asociado a los residuos sólidos en general.

Las carencias en formación y falta de innovación se visualizan como impedimentos de importancia para cambiar métodos tradicionales.

Se transcribe la opinión de un entrevistado de la IM: *“Estas áreas están mucho más verdes que otras. Nadie sabe bien qué hacer y cómo para solucionar las cosas. No estamos preparados para incorporar nueva tecnología. Los mandos medios están cómodos con el statu quo, pensar en tecnologías nuevas asusta; es difícil, desafiante. Es más fácil mandar la máquina a limpiar y decir “qué mal”. Pensar algo diferente y que después no se concrete es un fracaso”*.

11.5.1.14 POSIBLES LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS PARA EL CAMBIO

Los residuos sólidos en la trama hídrica urbana responden a “fugas” de la cadena formal hacia la cadena informal de residuos. Para minimizar o eliminar estas fugas se nombraron por los entrevistados diferentes dinámicas que deben cambiar:

- Población: educación para la minimización y clasificación de residuos
- Clasificación formal
- Minimización de clasificadores informales (formalización, educación)
- Control del vertido informal
- Cambio en los equilibrios de poder existentes en los asentamientos: mafias, mercado negro asociado a los depositeros e intermediarios.

Se transcriben a continuación las estrategias para el cambio nombradas por los diferentes entrevistados.

- Asumir el tema

El sector político debe asumir el tema y priorizarlo, incorporándolo al discurso político y destinándoles tiempo y recursos

- Planificar

“Sin una planificación o estrategia todo va a salir mal”, en este caso se destaca la necesidad de planificación dado que tienen que suceder cambios estructurales de importancia que requieren la alineación de múltiples actores hacia un mismo objetivo.

Se identifica también como necesario apoyarse en una planificación urbana y social que articule con una planificación de residuos sólidos y de la trama hídrica urbana.

- Analizar el proceso de los residuos de forma integral.

Identificar el proceso de los residuos sólidos, las causas de la disposición final en cursos de agua y drenaje, identificar la responsabilidad de quienes realizan los vertidos y eliminar las fugas del proceso que implica que se dispongan en la trama hídrica urbana.

- Incorporar a reguladores y vecinos

Se nombró la necesidad de estrategias para empoderar a los vecinos, aumentar la gobernanza y establecer un contrato hidro social.

Generar estrategias para fortalecer la acción de reguladores: Junta Departamental, Defensoría del Vecino y la Vecina de Montevideo.

- Cambiar el abordaje

Se necesita un abordaje integral de la temática, desde varias disciplinas, desde diferentes escalas y entre diferentes instituciones. Se identifica como necesaria la existencia de un espacio de síntesis de las diferentes dimensiones del problema y que este espacio tenga la contraparte de inversión necesaria para la ejecución de soluciones. Una oficina específica donde confluyan diferentes actores, que visualice la globalidad de los problemas, planifique y trabaje en el mediano y largo plazo, no solamente sobre la urgencia. Esta oficina debe basar el análisis en una priorización social, ambiental, económico, urbano con fuerte contenido técnico y determine agenda a partir de este análisis.

- Responsabilidad operacional.

Se nombra por diferentes entrevistados la necesidad del rol de articulador o coordinador de los procesos. Un actor que realice la coordinación institucional necesaria, se apropie y responsabilice del proceso, coordine los objetivos de las diferentes instituciones que tienen relación con el problema,

elabore agendas y analice su cumplimiento y los cambios necesarios para mejorar los procesos en marcha.

Se necesita un responsable del proceso de solución que garantice el cumplimiento de objetivos pautados y coordine las acciones de los diferentes actores.

- Generación de herramientas económicas.

Para algunos entrevistados es necesario incorporar la idea del residuo como materia prima-valor e incorporar elementos económicos asociados como la economía circular. Esto refleja una visión optimista sobre el valor de los residuos. Para otros se debe desmitificar el valor del residuo, en particular de aquel que se retira de la trama hídrica urbana, para poder plantear estrategias sobre balances económicos reales y sin expectativas de beneficios que posteriormente no se obtienen.

Se necesitan herramientas con incidencia en la dinámica económica de los residuos y que promuevan la financiación privada de los cambios en la gestión. Algunas de las propuestas:

- Incorporar un manejo económico del residuo como producto a vender en el mercado. El valor del residuo tiene grandes fluctuaciones, podría ser retirado en los periodos de precios bajos e incorporado al mercado en los momentos de mayor valor.

- Analizar estrategias de privatización de procesos del sector. Es importante que la carga económica no sea llevada solamente por la IM
- Incorporar elementos de economía circular al proceso
- Abordar el fenómeno de lavado de dinero asociado a los residuos

11.5.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS REALIZADAS A LOS NICHOS

11.5.2.1 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA TRAMA HÍDRICA URBANA

Los Nichos que se consultaron no tienen experiencia de trabajos específicos en el tema, a excepción de grupos de trabajo dentro de la IM:

- Existe una línea de análisis perteneciente al diagnóstico del Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo que, con el objetivo de recuperar los cursos de agua, realizará un diagnóstico sobre residuos sólidos en los cursos de agua (no se aborda el tema en la trama hídrica enterrada). Se prevé que el Plan proponga una línea de trabajo conjunto de los Departamentos de Limpieza y Saneamiento para abordar este tema. El PDSDUM está en proceso de elaboración por lo que estas líneas estratégicas no han sido aún planteadas. El PDSDUM se elabora por parte de un consorcio de dos consultoras internacionales y una consultora uruguaya.

- La Unidad Ejecutora de Resiliencia (UER) está determinando los objetivos de sus diferentes líneas de trabajo a través de consultas con diferentes actores dentro y fuera de la IM. Este tema aparece en diversas ocasiones, por lo que no se descarta que se trabaje en él.⁴

11.5.2.2 ESTRATEGIAS DE INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PARADIGMAS

No hay estrategias formales de capacitación o incorporación de nuevas tecnologías en las instituciones, a excepción de la academia y la Unidad Ejecutora de Resiliencia (Departamento de Planificación y Resiliencia IM).

En la academia las estrategias de capacitación están asociadas a la realización de maestrías y doctorados, tendiendo a realizarse en el exterior. La UER tiene como una de sus líneas de trabajo la capacitación asociada a viajes exploratorios, visitas de expertos, intercambios y consultorías. En la IM (a excepción de la UER) y otras instituciones públicas consultadas no hay planes institucionales, la capacitación depende de la voluntad de cada integrante y los temas en los que la gente se capacita depende de intereses personales.

⁴ Las entrevistas se realizaron en noviembre 2017.

La manera de recibir e incorporar nuevos paradigmas y nuevas tecnologías es variada en los diferentes grupos de trabajo consultados. Algunas estrategias nombradas por los diferentes actores son las siguientes:

- Doble empleo de algunos integrantes que permiten el traslado de conocimiento de una institución a otra (por ejemplo desde la academia a las instituciones públicas)
- Búsqueda por cada integrante de bibliografía
- Adquisición de conocimiento con pares a través de relaciones interpersonales
- Participación en congresos internacionales
- Trabajo con consultores externos asociados a proyectos puntuales
- Consultas en redes donde participan otras ciudades similares
- Participación en grupos de trabajo con el objetivo de discutir temas

Todos los grupos de trabajo tienen proyectos en común con instituciones o empresas que consideran de avanzada. La academia y la UER participan de redes de intercambio de conocimiento, los restantes grupos no.

11.5.2.3 FORTALEZAS DE LOS NICHOS

La academia y DINAGUA tienen gran porcentaje de sus equipos de trabajo financiados por proyectos de corto y mediano plazo. Ambas instituciones dependen de la renovación o búsqueda de nuevos proyectos para

mantener una parte de sus recursos humanos. Los equipos de trabajo de la IM tienen mayor estabilidad, dado que no dependen de proyectos puntuales.

Más allá de los recursos humanos todos los Nichos consultados dependen de proyectos puntuales para obtener recursos económicos para la concreción de proyectos, por lo que se busca permanentemente renovar la financiación de proyectos existentes o generar nuevos. Al buscar financiación deben asociar o ajustar los objetivos del equipo a los que dan motivo a la financiación a la que aplican.

11.5.2.4 RELACIÓN CON OTRAS DIMENSIONES DE LA PMN

La percepción de la aceptación de los proyectos e investigaciones realizadas por los Nichos es en general muy buena.

En particular, el último convenio de la academia con la IM data del 2012. A finales de noviembre de 2017 se presentaron proyectos para conseguir financiación en conjunto, que aún no han sido confirmados.

11.5.2.5 PERCEPCIÓN DEL RÉGIMEN ESTABLECIDO Y PAISAJE

Todos los grupos consideran que tienen una percepción actualizada sobre lo que la población opina en el sector saneamiento, drenaje y residuos sólidos. Esta percepción se genera a través de la prensa, reuniones con referentes locales y población organizada.

El intercambio con las organizaciones sociales se realiza en proyectos o eventos puntuales, no existen espacios de intercambio sistemático o periódico. La mayoría de los intercambios son informales, no están generados y pautados por la institución sino por relaciones y voluntad personal. Solamente la Unidad Ejecutora de Resiliencia tiene una estrategia de relacionamiento, que forma parte de la metodología de diagnóstico de resiliencia que aplican.

Algunos actores nombran que la fuerza de las organizaciones pertenecientes al nivel de Paisaje es muy poca.

11.5.3 PREGUNTAS ESPECÍFICAS REALIZADAS AL RÉGIMEN ESTABLECIDO

11.5.3.1 RELACIÓN CON LA SOCIEDAD

La percepción sobre lo que la sociedad piensa y quiere se considera buena, dependiendo fuertemente de la cercanía de la institución con el territorio, si los entrevistados trabajan a nivel nacional, departamental o en el tercer nivel de gobierno. Algunos actores a nivel nacional demandan estrategias para reducir la distancia entre *“la realidad y el escritorio”*.

Los entrevistados recalcan que las estrategias de acercamiento con la sociedad dependen fuertemente de los vínculos y voluntad personal de cada trabajador; no hay herramientas institucionales de acercamiento o articulación sino que queda librada a impulsos y afinidades individuales.

Los espacios de encuentro no son formales ni sistemáticos, se crean dependiendo de cada tema y proyecto, continúan en el tiempo dependiendo del impulso de quienes lo lideran.

Se pueden identificar dos percepciones, dependiendo de la amplitud del vínculo con la sociedad:

- La percepción de la sociedad toda, que llega al Régimen establecido a través de una relación con la gente individualmente o en grupos organizados.
- La percepción del sector de la sociedad que demanda los servicios de la IM, que llega al Régimen establecido a través de demandas puntuales.

En el caso de análisis de esta tesis es importante la percepción de la sociedad en su conjunto y no solo de la porción que interactúa hoy con las instituciones por temas puntuales.

Las demandas puntuales se reciben a través de:

- expedientes,
- denuncias a teléfonos institucionales de reclamo,
- interacciones con actores sociales en el marco de reuniones sistemáticas o de algún proceso territorial particular.

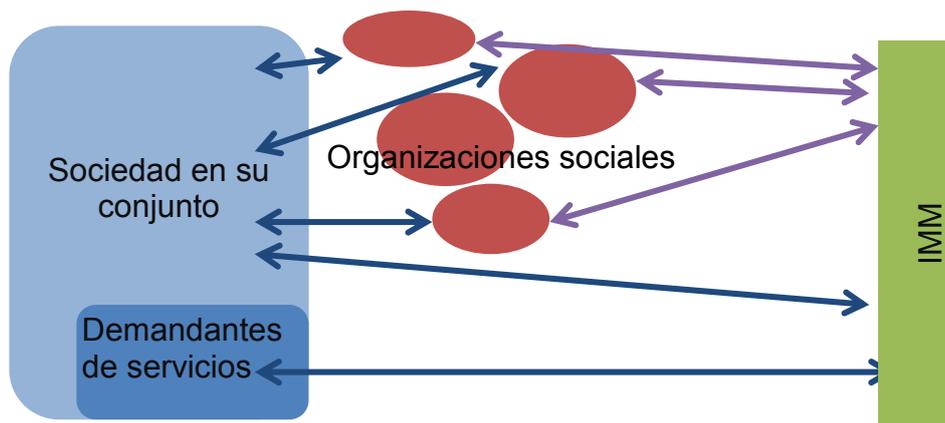


Figura 151 Percepción de la demanda social (elaboración propia)

Los entrevistados nombraron las siguientes herramientas, procesos y estrategias para percibir lo que la sociedad en su conjunto quiere o piensa:

- Los procesos de diagnóstico que se realizan en planes directores tienen un análisis de las percepciones locales. Se destaca que actualmente están en curso el PDSUM y los proyectos particulares del Plan Nacional de Aguas
- Reuniones con población organizada. En la IM se realizan reuniones con los Concejos Vecinales, Municipios, Comisiones de Medio Ambiente de los CCZ. Algunos entrevistados nombran que estas comisiones nuclean a pocos vecinos y se han vuelto parte del accionar formal de la IM, gestionando reclamos y actuando con los técnicos.
- Comisiones territoriales puntuales, en particular se destacan las comisiones de cuenca. En Montevideo funcionan las Comisiones de Cuenca Chacarita, Pantanoso, Casavalle, las Comisiones de La

Unión, Villa Española y Goes. Estas comisiones se reúnen, en su mayoría, en contadas ocasiones con los vecinos.

- La prensa solo fue nombrada por los cargos políticos
- Recorridas en los barrios, realizadas usualmente por los cargos políticos.

11.5.3.2 MÉTODOS DE ACTUALIZARSE, INCORPORAR TECNOLOGÍAS Y PARADIGMAS

Se identifica que los paradigmas llegan a través de capacitaciones académicas, participación en redes o búsqueda bibliográfica de los trabajadores, trabajos de las instituciones con empresas privadas uruguayas e internacionales y actividades con organismos internacionales de crédito.

La capacitación tiene un impulso personal, surge a través de *“técnicos sueltos”*. No hay herramientas concretas de las instituciones en capacitación en nuevas tecnologías y paradigmas. *“Curiosidad de la gente que trabaja acá y se van calzando esas ideas con los problemas, tanteando qué cosas entendemos se puede llegar a hacer en la estructura que tenemos”*.

Algunos entrevistados perciben que se entiende que participar de capacitaciones dentro del régimen laboral es *“perder el tiempo”*, ir a congresos es *“pasear”*.

Surge una carencia de análisis de los nuevos paradigmas o tecnologías, que permanentemente se están ofreciendo a través de proveedores y

empresas consultoras: *“no tenés un equipo de gente que estudie, compare y vea qué se puede usar”*.

En particular en el tema residuos sólidos en la trama hídrica urbana *“en los últimos 8 años la actualización fue la introducción de la máquina de brazo largo”*, lo que da idea de la carencia de nuevas tecnologías y cambios en los equipos que se encargan de este tema.

La falta de una estrategia de capacitación da una incertidumbre en la evolución de las metodologías de trabajo propias de la IM. En una de las entrevistas para ejemplificar este tema se nombró la instalación de volquetas en Montevideo, identificando como decisivo para comenzar su instalación que alguien había viajado por turismo, visto el sistema en otro país, a su retorno analizado y estudiado el mismo y comenzado a incentivar que se aplicara en Montevideo. Más allá de que quizás la síntesis realizada del relato seguramente refleja parcialmente la realidad, da un ejemplo del concepto aplicado en la institución y refleja que la importancia del mismo ya fue identificada por, al menos, uno de los entrevistados⁵.

⁵ Este mismo ejemplo da importancia a los posteriormente llamados en esta tesis *“promotores”*.

11.5.3.3 RELACIÓN CON LOS NICHOS

No se visualiza una relación fuerte con los Nichos, aún con los Nichos que conviven dentro de las instituciones que pertenecen al Régimen establecido. La academia no aparece como un referente de innovación en el Régimen socio técnico.

Los proyectos de la IM con la academia datan de algunos años, siendo el último del año 2012. Se destaca que a finales del 2017 se presentaron para financiación externa a la IM propuestas de algunos nuevos proyectos para ser financiados.

Diversos entrevistados opinaron sobre las ventajas de tener Nichos dentro de las instituciones que participan del Régimen socio técnico, como un aporte desde el hacer cotidiano a la innovación. Se cree más fructífero que los Nichos estén dentro del Régimen socio técnico.

11.5.3.4 PRIORIDADES DENTRO DE LA INSTITUCIÓN

Las prioridades se establecen de forma general a través de planes directores y planificaciones de mediano plazo. Tanto al planificar como al ejecutar hay criterios técnicos y políticos, priorizando, según algunos entrevistados, los criterios políticos.

Las planificaciones se cumplen parcialmente. Las demandas cambian de un momento a otro por lo que existen cambios continuos pautados por demandas externas a los grupos de trabajo.

11.5.3.5 FRAGMENTACIÓN DE CONOCIMIENTOS EN LA INSTITUCIÓN

Las instituciones se perciben compartimentadas, sin espacios para discusión desde diferentes abordajes.

No se percibe que existan tampoco espacios de discusión de lo realizado. En particular en este tema no existe además una visión del proceso del residuo sólido y no existen responsables del mismo. Tampoco existe un actor responsable de la calidad de los cursos de agua. Por lo anterior no hay un actor que realice un seguimiento y evaluación, menos aún una discusión sobre los procesos y resultados.

No existen espacios de coordinación interna que permitan permear ideas y conocimientos en las instituciones y alinear las mismas hacia nuevos paradigmas o formas de trabajo.

Hacia finales de 2017 en la IM se comenzó un proceso institucional que trata de alinear a los trabajadores hacia las metas y objetivos de la institución. En particular se realizó la elaboración de cometidos específicos del Departamento de Desarrollo Ambiental y se iniciaron estrategias de comunicación transversales de esos cometidos en la institución.

11.5.3.6 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS PARA SUSTENTAR LOS CAMBIOS

La mayoría de los entrevistados expresó que el recurso humano es bastante rígido, no siendo fácil cambiar las condiciones de trabajo.

Se opinó que existen recursos humanos con capacidad, que pueden *“hacer huecos en la agenda existente”*. Esto tiene implícito que actualmente la dedicación de tiempo para pensar nuevas maneras de trabajar no se considera legítimos.

Se nombró también que los recursos humanos existentes tienen capacidad de influenciar las agendas, pero muy poco tiempo disponible para pensar en modificar las maneras de trabajar: *“Es el poco tiempo que tenemos nosotros para pensar en cómo modificar el trabajo una vez que se identifica la posibilidad de cambio”*.

Todos los entrevistados expresaron que los recursos económicos son muy rígidos, relacionado con la rigidez estructural de las instituciones y particularmente de la IM. En la IM se nombró que muchas veces existe disponibilidad o flexibilidad en el discurso político que no puede concretar por la rigidez en la disponibilidad de recursos para realizar cambios.

Se destaca que el Departamento de Desarrollo Ambiental actualmente está trabajando en estrategias de flexibilización de la organización, proponiendo cambios para flexibilizar la estructura jerárquica actual.

11.5.3.7 FINANCIACIÓN EXTERNA PARA GENERAR CAMBIOS

Todos los entrevistados coinciden que no existen herramientas que estimulen financiaciones privadas en este campo.

Al preguntar si se identifica al sector privado como posible socio para financiar proyectos se dan respuestas muy diferentes, aun por entrevistados de las mismas instituciones: algunos no lo consideran de aplicación en el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana, otros creen que el sector privado podría participar de proyectos muy poco significativos y otros (especialmente en cargos de dirección) creen necesario que el esfuerzo del cambio no lo realice sólo el ciudadano, por lo que entienden imprescindible, y al mismo tiempo un desafío, incluir al sector privado.

En general se identifica como una estrategia a seguir, pero que no se ha sabido llevar a cabo en la institución. Se identifica como un desafío a futuro.

Se mencionaron casos en la IM donde el sector privado propone innovaciones, pero la institución no cuenta con personal para evaluarlas, la flexibilidad del uso del dinero para financiarlas, o herramientas legales que permitan que el privado las financie.

11.5.3.8 PROTOCOLOS DE TRABAJO

En todas las instituciones consultadas y especialmente en la IM hay líneas generales de qué trabajos realizar y cómo, pero no hay procedimientos y

formales de trabajo escritas. Los trabajos son “*algo que se va haciendo*”, “*nada escrito, muy poco*”.

Los cronogramas y líneas de acción se transmiten verbalmente en el día a día, no hay planificaciones escritas a mediano o corto plazo.

11.5.3.9 NORMATIVA

La mayoría de los actores opinan que la normativa tiene vacíos importantes, otros que la normativa es completa pero de difícil aplicación. Los residuos que llegan al curso de agua muchas veces provienen de “*inimputables*”; trabajadores informales a los cuales es difícil aplicar una multa.

Se entiende en general que la Ley Nacional de Residuos va a ser una especie de marco, que dé lineamientos de acción.

En el ámbito del Departamento de Montevideo los entrevistados entienden que no hay nada específico sobre residuos en cursos de agua en la normativa departamental, y que la misma debe ser actualizada.

Una crítica a la normativa existente es que no es un conjunto de normativas que observe la globalidad, sino que actúa específicamente sobre algunos temas.

11.5.3.10 RESISTENCIAS AL CAMBIO

Se identifican resistencias, algunas internas a la gestión y otras externas, tal como se describen en la sección Impedimentos, página 468.

En el interno de la gestión y particularmente en la IM el grupo de mayor resistencia al cambio nombrado es ADEOM *“se pone el interés del funcionario por delante de nuestros deberes”*.

Externamente se identifica como grupos resistentes al cambio a los grupos de poder asociados al lavado de dinero a través de residuos *“grupos con capitales de fuentes ilícitas, estudios contables, intermediarios, depositeros, empresas de reciclaje”*.

11.5.3.11 POLÍTICA DE LA INSTITUCIÓN DE APOYAR NUEVAS TECNOLOGÍAS

Los entrevistados no perciben políticas de incentivo a nuevas tecnologías o paradigmas en las instituciones.

La participación en los espacios formales es usualmente de una cúpula de trabajadores y no transversal a todo el equipo de trabajo, lo que puede incidir en la falta de motivación de los trabajadores.

Se destaca una buena relación de la IM con las empresas del sector.

11.5.4 PREGUNTAS ESPECÍFICAS REALIZADAS A ACTORES DEL PAISAJE O

AMBIENTE

11.5.4.1 MECANISMOS DE DEMANDA

Los mecanismos de las instituciones entrevistadas son sugerencias, recomendaciones, mociones y minutas. Las recomendaciones son siempre consideradas, se aceptan y se dan respuestas a pesar de que muchas veces no son aplicadas.

11.5.4.2 PERIODICIDAD

Los mecanismos de comunicación con el Régimen establecido (se hace referencia a la IM en particular) son esporádicos, en función de los temas particulares.

11.5.4.3 EFECTIVIDAD

La relación con la IM y los medios de incidencia se consideran efectivos y útiles. En los casos que la IM está de acuerdo se aplican rápidamente las recomendaciones. Se necesita un acuerdo político para aplicarlas.

Se consultó a dos actores, Defensoría del Vecino y la Vecina y Junta Departamental, que tienen relación con la IM y al mismo tiempo reciben a los ciudadanos individualmente (a través de llamados, redes sociales) y

planteos colectivos a través de población organizada (Comisiones ambientales de los Concejos Vecinales, Redes de Mujeres Recolectoras, Redes de Amigos de la Tierra). En particular la Junta Departamental realiza foros anuales con ejes en temas determinados para informarse y elaborar temas determinados.

Se destaca que llegan muy pocos planteos con una preocupación ambiental.

11.6 ANÁLISIS

11.6.1 FASES DE LA TRANSICIÓN Y ESTADO ACTUAL

Una transición es un cambio estructural en la forma que parte de la sociedad opera, un proceso no lineal a largo plazo (25-50 años) resultado de una evolución de procesos y desarrollos culturales, institucionales, económicos, ecológicos y tecnológicos en varios niveles y escalas. La receptividad a las tecnologías y la gestión sostenible e innovadora de la trama hídrica urbana se puede considerar una transición en diferentes fases, que se esquematizan en la Figura 152 (Rijke et. al 2012).

Para simplificar se presenta un esquema lineal, pero muchas veces los procesos son cíclicos: a medida que se gana conocimiento en algunas fases se redefinen las etapas anteriores. Por ejemplo, al lograr un entendimiento compartido por todos los actores se redefine muchas veces el problema o se prioriza el mismo de manera diferente.

En su nivel más básico, la receptividad implica la identificación del problema, la visualización y definición del mismo, y la disponibilidad en los sectores involucrados del conocimiento para abordarlo (Brown et al. 2016).

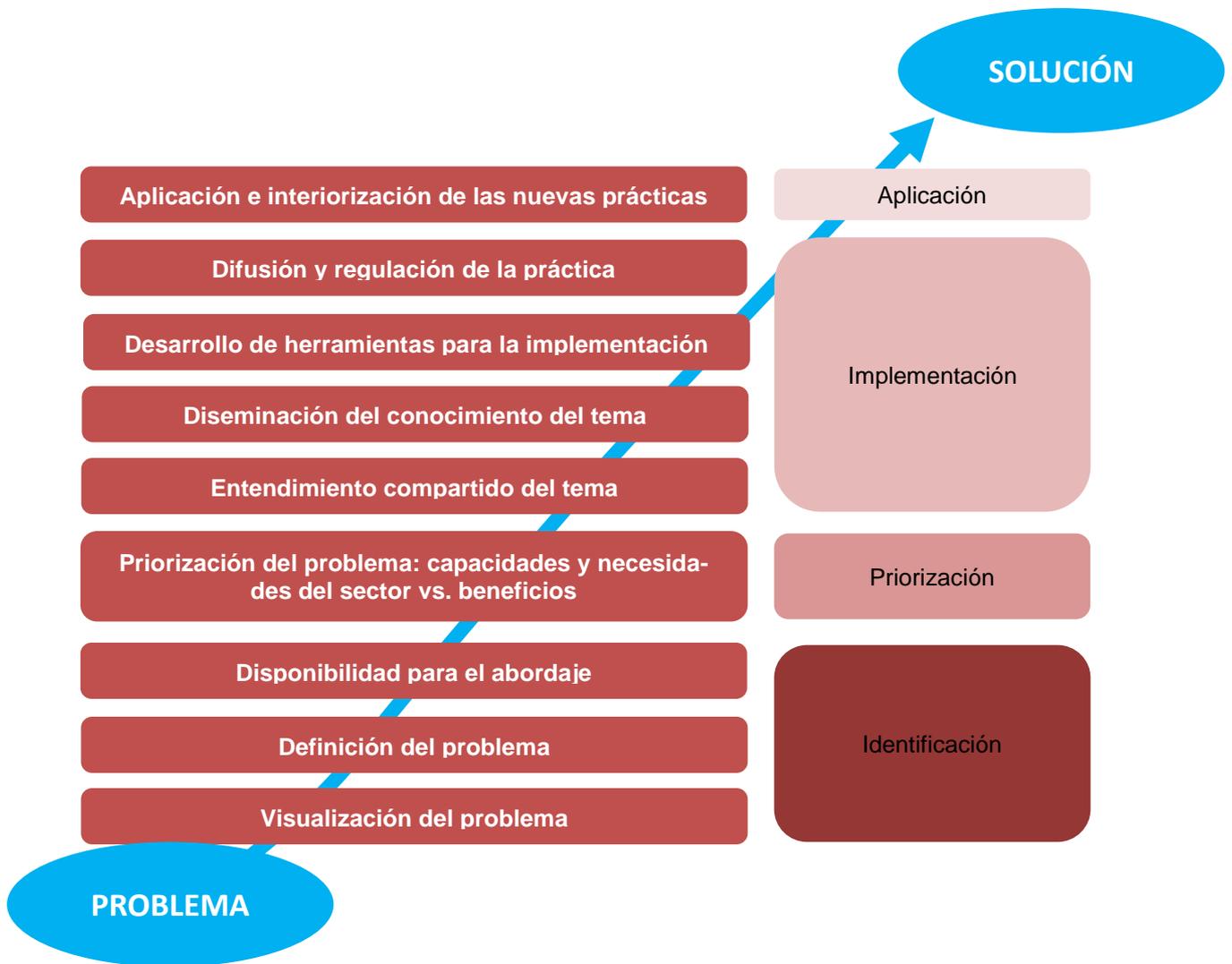


Figura 152 Fases del cambio (adaptado de Brown et al 2016)

La visualización y la definición de los problemas dependen del abordaje conceptual y de intereses sociales y técnicos. Para identificar este tema como un “problema a solucionar” así como para definirlo es necesario un

abordaje multidisciplinar, que valore la trama hídrica urbana como un recurso e incorpore una visión ambiental de la ciudad.

En las entrevistas realizadas se visualiza receptividad al problema de los residuos sólidos en la trama hídrica urbana. El problema está identificado en el territorio y el sector actualmente responsable, SOMS - División Saneamiento, tiene disponibilidad para su abordaje.

Sin embargo el abordaje que define el problema y por tanto la solución no valora ambientalmente la trama hídrica como un recurso urbano. En cuanto a la trama hídrica superficial (cursos de agua y canales) el problema no se define a través de la disminución del valor ambiental, sino que actualmente el problema está asociado al pasaje del flujo “*el curso de agua está obstruido*”, asimilando el curso de agua a un canal. En cuanto a los residuos sólidos en la trama hídrica urbana enterrada, el problema también se define asociado a la obstrucción del flujo, no existiendo una valoración de las aguas de escurrimiento como un recurso. En ambos casos el problema se visualiza a través de su impacto antrópico: cuando causa inundaciones en las vías de tránsito o en los domicilios. Un nuevo abordaje que defina más integralmente el problema debe iniciar con la resignificación de la trama hídrica urbana, que implique la valoración ambiental y urbana.

Posteriormente a identificar y definir el problema se debe ubicar en un nivel de priorización en relación al resto de las necesidades del territorio, los cometidos y la capacidad de abordaje de las instituciones y los beneficios de

las acciones de solución, priorizándolo (o no) frente a otros (Brown et al 2016).

Tanto para que este problema quede priorizado en gravedad frente a otros, como para valorar los posibles beneficios de su solución, los criterios de priorización y valoración deben tomar en cuenta una evaluación ambiental de la trama hídrica urbana. En la actualidad al definir prioridades se valora principalmente el impacto antrópico, por ejemplo cantidad de gente saneada o cantidad de inundados (IM - PDSDUM 2010). Bajo esos criterios de calificación este problema no resulta prioritario y muchas veces se invisibiliza.

La valoración ambiental de la trama hídrica urbana está asociada a la definición de lineamientos ambientales de la IM, criterios claros y específicos que puedan ser aplicables al trabajar. Surge fuertemente la importancia de que el Departamento de Desarrollo Ambiental elabore lineamientos ambientales para Montevideo.

Una vez establecidos los beneficios de abordar cierto problema se deben concordar entre los diferentes actores las formas de solución y realizar acciones que apoyen la incorporación, en todos los actores, de conocimientos que sustenten la solución del problema; incorporar tecnologías, dedicar recursos humanos y materiales a incorporar o desarrollar conocimiento (Brown et al 2016).

Esto implica una política de capacitación asociada a la trama hídrica urbana que la IM no tiene actualmente. Se hace necesario modificar la estructura institucional de manera de asegurar un abordaje que considere la sustentabilidad de la trama hídrica urbana.

Los procedimientos de solución acordados se deben difundir en todos los actores y se deben realizar metodologías para la práctica. Finalmente, como última fase, se aplican las nuevas prácticas para lograr el beneficio estimado (Brown et al 2016).

Son necesarias herramientas de difusión de conocimientos que la IM no tiene actualmente.

Se entiende a través de las entrevistas que, en Montevideo, el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana se aborda, con resultados considerados unánimemente no satisfactorios. Luego que las acciones sostenidas en el tiempo no solucionaran el problema, no se volvió a reevaluar para cambiar la estrategia y actualmente este tema no se considera prioritario en la asignación de recursos institucionales. Al mismo tiempo la población no visualiza el tema, ni lo define como prioritario.

11.6.2 CONTRATO HIDROSOCIAL

Las instituciones y en particular la IM se encargan de los temas que les son pertinentes. Esta pertinencia debe responder a un “contrato hidrosocial”, un compromiso entre la sociedad y la institución para realizar ciertas tareas de cierta manera. En este compromiso se explicita qué espera la gente en

términos de confiabilidad y calidad de los recursos hídricos, protección contra inundaciones y conservación de la trama hídrica urbana (Wong y Brown 2008). Lo que la gente espera de la gestión de las aguas urbanas ha cambiado en los últimos 40 años. En los años 90 la población se enfocaba en la demanda de saneamiento y no había gran preocupación en relación a los vertidos crudos diluidos a cursos de agua (IM - PDS 1994). Hoy existe un entendimiento general, con diversa prioridad, asociado a valorizar los cursos de agua como un recurso de la ciudad (IM 2015b).

El contrato hidrosocial se expresa en los cometidos específicos de la institución, en los contratos con los usuarios y en los procedimientos de trabajo (Wong y Brown 2008). No hay un contrato hidrosocial establecido en Montevideo. Hay compromisos generales dados por diversos Decretos y Planes, que en algunos casos tienen decenas de años.

Se realizó en el año 2017 un relevamiento de las necesidades que se perciben desde el tercer nivel de gobierno: municipios y centros comunales zonales en relación a saneamiento y drenaje. Dicha instancia se realizó en el marco de elaboración del mapa de riesgo de Montevideo. Se identificó que aproximadamente el 15 % de los problemas planteados correspondían a la categoría “*curso que requiere mantenimiento periódico*”, asociada a la necesidad de desobstrucción de las secciones de los cursos de agua. Se interpreta entonces que el 15 % de las demandas corresponde a residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Este relevamiento puede dar lineamientos sobre los temas que contendría un contrato hidrosocial, pero no quita

que es necesario su elaboración de uno para poder actuar de acuerdo a la voluntad de los vecinos.

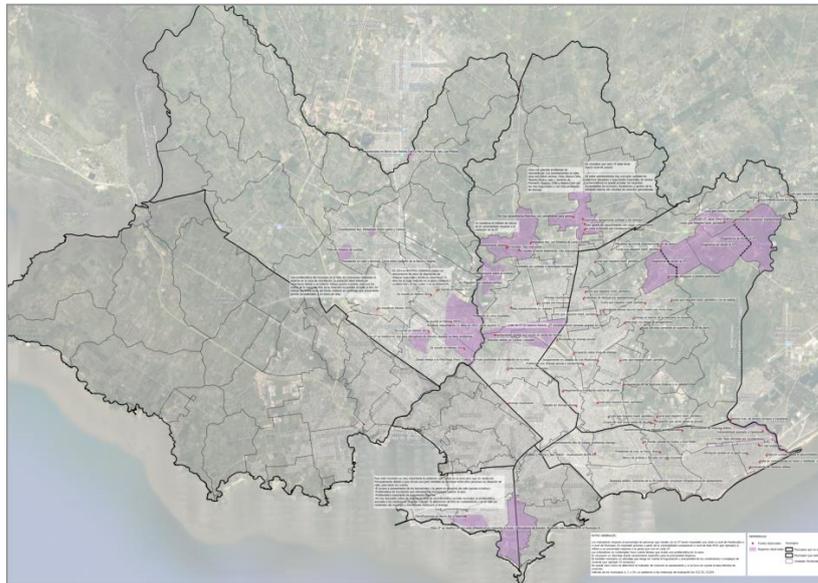


Figura 153 Relevamiento de prioridades de los Municipios y CCZ, realizada en el año 2017 (Archivo IM - SEPS)

11.6.3 PERSPECTIVA MULTI NIVEL

Se analizan las entrevistas realizadas en el marco de la Perspectiva Multi Nivel, teniendo en cuenta a los actores de los niveles Ambiente, Régimen socio técnico y Nichos descritos en el Capítulo 6, página 122, y las relaciones entre ellos.

11.6.3.1 NICHOS DE INNOVACIÓN

Se identificaron mediante las entrevistas nichos de innovación en la Academia, en DINAGUA y en la IM, pero esos espacios de innovación no trabajan

en este tema, lo que reduce la posibilidad de que surjan nuevas maneras de actuar. El único Nicho relacionado al tema se encontró en el Centro Universitario Regional del Este (CURE), que trabaja en temas de contaminación por plásticos y micro plásticos en cursos de agua urbanos.

Muchas veces los nichos se generan en cuellos de botella de viejas tecnologías (Geels 2005). En este caso existe un cuello de botella: se identifica claramente, por todos los entrevistados, que lo que se realiza hoy no cumple los objetivos. Pero esto no ha fomentado el surgimiento de Nichos de innovación.

Actualmente en el marco del PDSDUM se está en proceso de realizar un diagnóstico y planteo de soluciones a los residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Estas medidas podrán eventualmente incorporar innovaciones. El trabajo del PDSDUM es puntual, realizado por un consorcio de tres consultoras privadas (nacionales e internacionales) con contraparte de la IM. Seguramente dos de estas consultoras, dada su nacionalidad, no continúen trabajando en Montevideo o Uruguay. El trabajo se expresa en un documento que puede o no ser incorporado por la IM a su trabajo diario, especialmente en temas transversales, que van más allá del quehacer de la División Saneamiento. Se estima también que puedan surgir eventuales proyectos de innovación, relacionados con el tema de esta tesis, en el marco de trabajo de la UER.

Es importante determinar los elementos que le dan fortaleza a los Nichos, a través de estos elementos los Nichos “incuban” innovaciones protegidas del Régimen sociotécnico establecido (Geels 2001). Es entonces de particular interés analizar la financiación y la disponibilidad de recursos humanos de los Nichos.

En cuanto a los recursos humanos los Nichos en la Academia son fuertes: grupos con alto porcentaje de trabajadores estables y en permanente capacitación. En el resto de las instituciones identificadas en el rol de Nichos los trabajadores son estables, pero la dedicación a trabajos de innovación no es prioridad.

La financiación para innovación (más allá de los recursos humanos antes nombrados) depende de proyectos puntuales. Para darle continuidad se renueva la financiación de proyectos existentes o se generan nuevos.

En los Nichos las innovaciones se desarrollan según sus propias expectativas, aunque influenciados por otros (Geels y Schot 2007). Es importante que la elección de los temas de trabajo tenga cierta independencia. En la Academia al aplicar a proyectos de financiación se deben ajustar los objetivos del equipo a los que dan motivo a la financiación y, muchas veces, los temas a financiar están determinados por el Régimen establecido. En los nichos presentes en el Régimen establecido el objetivo de los equipos se debe ajustar a las propias necesidades del Régimen y a voluntades políticas existentes. Se identificó en las entrevistas que los temas de trabajo de

los Nichos son elegidos dependiendo fuertemente de la capacitación e intereses de sus integrantes.

El conocimiento es de gran importancia para la aplicación de nuevas tecnologías y abordajes sustentables (Brian Robinson Foundation SF). La Academia y la UER promueven institucionalmente la capacitación, mientras que DINAGUA y la IM no tienen planes institucionales de capacitación relacionados a la trama hídrica urbana o a residuos sólidos. Esto implica que los paradigmas y conocimientos en los que se basa el trabajo dependen fuertemente de patrones previos y pueden estar desfasados con nuevas y mejores maneras de actuar, lo que debilita fuertemente al Nicho.

Todos los grupos entrevistados consideran que tienen una percepción actualizada sobre lo que la población opina en el sector saneamiento, drenaje y residuos sólidos. Esta percepción se genera a través de la prensa, reuniones con referentes locales y población organizada. Los relacionamientos son personales y no son constantes en el tiempo. No parece haber una relación fluida y sistemática entre los Nichos entrevistados y la población organizada. Los temas de trabajo pueden o no estar influenciados por lo que la población demanda. Se destaca que la academia es respetada a nivel social y es referente para los medios de comunicación.

Para las nuevas tecnologías es importante el espacio donde aprender al experimentar y al hacer. Más allá de la formulación de una nueva tecnología, se la debe poner a prueba en mercados restringidos y posteriormente

en mercados más amplios (Geels 2012). No hay antecedentes en los últimos años de que trabajos de innovación de la Academia se hayan establecido en ambientes protegidos del Régimen establecido o más ampliamente en todo el Régimen. Como último antecedente se puede nombrar a la actualización de las curvas Intensidad Duración Frecuencia realizada por la Academia en el 2012, que no es usada por el Régimen establecido (tomando en este caso al Régimen establecido como el sector saneamiento y limpieza de la IM). Existen antecedentes de innovaciones en uso hoy, pero elaboradas hace décadas, tal como el desarrollo de los modelos de Bocas de Tormenta. Los Nichos que se encuentran dentro de las instituciones pueden insertar sus innovaciones en el régimen sociotécnico más fácilmente. Un ejemplo de lo anterior es la implementación de Jardines de lluvia en Montevideo (Web institucional de la IM).

Desde la Academia se observa a la IM como una institución socia para realizar proyectos que involucren innovaciones, pero cuando la voluntad existe la concreción de los proyectos lleva años. Al mismo tiempo la IM tiene pocas veces en cuenta a la Academia como un referente para sus trabajos. Algunos entrevistados opinaron que se generan dificultades para coordinar objetivos entre la Academia y el Régimen establecido, tanto sea por burocracias de las instituciones como por falta de receptividad de los abordajes y objetivos que cada institución considera asociados a los temas particulares. Para que las innovaciones se difundan en el Régimen establecido se deben

generar dentro de las instituciones socios que promuevan y respalden las nuevas tecnologías (Geels 2012). Es importante que los Nichos generen estas relaciones con el Régimen establecido, para poder asociarse en promover cambios. Estas relaciones o socios no se nombraron durante las entrevistas.

Surge la duda si los Nichos, por definición espacios reducidos, pueden abordar problemas complejos, en el que el abordaje desde muchas disciplinas es fundamental. Al mismo tiempo este problema tiene un entramado institucional muy fuerte, por lo que las soluciones deben surgir desde un conocimiento institucional importante; los nichos dentro de las instituciones pueden presentar ventajas.

Durante las entrevistas surgió la discusión sobre dónde es mejor que se encuentren los Nichos: fuera o dentro de la institución encargada de retirar y minimizar los residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Algunos entrevistados opinaron que lo mejor, en este caso, es que el Nicho se encuentre dentro de la institución y otros, fuera de la misma.

Los nichos pueden problematizar una realidad que se considera aceptable, visualizando y definiendo un problema. Al mismo tiempo pueden activar a la sociedad (nivel Ambiente o Paisaje) para que demande soluciones frente al Régimen establecido. Los residuos sólidos en la trama hídrica urbana son hoy un tema no percibido, para darle solución se lo debe definir como un problema a resolver. Los Nichos que se crean en las instituciones que

pertenecen al Régimen establecido tienen la desventaja que la generación de nuevos problemas no es usualmente bienvenida, lo que limita la capacidad de visualizar y problematizar sobre la trama hídrica urbana. Al mismo tiempo la Academia tiene experiencia en visualizar la realidad desde abordajes no cotidianos (diferentes a los abordajes tradicionales del Régimen establecido) y problematizar realidades asumidas como cotidianas, por lo que los Nichos dentro de la Academia presentan también ventajas.

La solución debe ser compartida, a través de trabajos que relacionen las instituciones y los Nichos externos. Para esto debe existir capacidad de trabajo en conjunto. Surge entonces como una estrategia de acción la financiación o el apoyo a proyectos que relacionen Nichos de la Academia y del Régimen establecido. Se puede suponer que estos Nichos, a mediano o corto plazo, generaran nuevas tecnologías o maneras de actuar que aumenten la confianza sobre las estrategias de solución.

El valor del conocimiento se refuerza cuando se trabaja en conjunto con diferentes actores (Brian Robinson Foundation SF). Los proyectos piloto presentan no solamente la ventaja de generar espacios de consolidación de conocimientos sino que prueban y mejoran innovaciones (Geels 2012). Es de importancia la generación de casos piloto para probar los resultados de los Nichos en fase de pre desarrollo y que el Nicho, formado conjuntamente por la Academia y el Régimen establecido, pueda aprender de la experiencia e inicie una fase de despegue de la nueva tecnología (Geels 2012).

11.6.3.2 RÉGIMEN SOCIO TÉCNICO

En este capítulo se describe principalmente a la IM, dado que es la institución que trabaja directamente sobre los cursos de agua.

Actualmente el objetivo del trabajo que realiza la IM relacionado a los residuos sólidos en la trama hídrica urbana es fundamentalmente desobstruir las secciones para posibilitar el flujo; la valorización de las aguas de escurrimiento pluvial y de los cursos de agua no son un objetivo. Se describen las acciones realizadas por la IM en el Capítulo 11, página 362.

El nivel meso tiene una concepción fuertemente sanitarista de la gestión de la trama hídrica urbana, priorizando evacuar las aguas rápidamente, priorizando el funcionamiento de la trama hídrica urbana como conducción (Tucci 2007). Esto se observa fuertemente a través de las acciones de mantenimiento o limpieza descritas en el Capítulo 11, página 362. Principalmente a través de la falta de estrategias de valoración de la calidad de las aguas de escurrimiento, el retiro de toda la vegetación posible durante las tareas de mantenimiento (Figura 126) y la eliminación de la morfología natural de los cursos de agua modificando la traza para favorecer la conducción (Figura 130). Se observa un paradigma con foco fundamentalmente antrópico, que poco a poco a través de acciones de monitoreos de calidad (Web institucional IM) y planificación (PDSUM 2017) comienza a priorizar

la calidad de las aguas de escurrimiento. No se observa un pasaje claro hacia una fase no sanitarista como la Gestión de arroyos urbanos, en que se prioriza la protección ambiental (Wong y Brown 2008).

Muchas veces para lograr implementar cambios se necesitan instancias de tensiones o crisis (Brown 2007). Una razón de estas tensiones puede ser que los cambios sociales a nivel del Ambiente o Paisaje demanden soluciones. Otra razón es que el Régimen actual tenga problemas internos que no pueden resolverse mediante mejoras o cambios incrementales que responden al paradigma establecido (Geels 2001). Estas tensiones o crisis generan brechas dónde se pueden implementar cambios en las trayectorias técnicas establecidas, nuevas maneras de hacer, provenientes de Nichos existentes (Geels 2012).

En las entrevistas los entrevistados, de todos los niveles, no identifican una presión desde nivel Ambiente que demande un cambio de estrategias. Al mismo tiempo se observa que todos los entrevistados son conscientes que lo que se hace actualmente no solo no logra el objetivo de mantener la trama hídrica desobstruida, sino que es predatorio. Se puede interpretar que el Régimen socio técnico está en un momento de quiebre, con una configuración frágil, debido a que no puede cumplir los objetivos planteados y en segundo lugar a la concepción y presión ambiental interna, que identifica que la manera de hacer las cosas no es la mejor. En las entrevistas se planteó que la desobstrucción de los cursos de agua no se mejoró a pesar

de haber incrementado el presupuesto notoriamente, es una situación que no puede resolverse mediante cambios incrementales que respondan al paradigma actual (Geels 2001).

A pesar de conocer que la estrategia actual no es adecuada no se han podido realizar acciones concretas para un cambio. De alguna manera se espera que se produzca la eliminación de la clasificación informal, como la solución óptima de eliminación en la fuente. Esta eliminación en fuente se debe basar en dos pilares: eliminación de la clasificación informal y ampliación de la recolección selectiva. Pero no se visualizan acciones para concretar estos objetivos a nivel de todo el Departamento de Montevideo (aunque si algunos proyectos puntuales relacionados a la formalización de la clasificación informal). En las entrevistas realizadas a dos directores del Departamento de Limpieza (Campal en el año 2015 y Monestier en el año 2017) se explicitó que no existen medidas tendientes a aumentar el área de la clasificación separativa, y que la clasificación actual tiene problemas. Pese a esto no se plantean medidas para el “mientras tanto” que tiendan a reducir los residuos en la trama hídrica.

La IM considera que la desobstrucción es una medida a corto plazo que no soluciona el problema y no es el camino ideal a seguir. Pero a pesar de las dudas sobre el resultado de lo que se hace hoy, están alineados los diferentes niveles. La comunidad, los proveedores de tecnología y la institución encargada consideran que se debe realizar desobstrucción de los cursos

de agua para mejorar el escurrimiento. Tampoco se pone en duda la eficiencia de la limpieza en la trama hídrica enterrada, en particular el costo de la limpieza del drenaje enterrado.

En la mayoría de los documentos en que se expresan las políticas ambientales de la IM, aparecen como relevantes la sustentabilidad de los cursos de agua urbanos, pero no aparece explícitamente una valoración de las aguas de escurrimiento pluvial (Decreto N° 25.657, Frente Amplio 2015-2020, IM 2015 c, IM PDSDUM 2017). Al mismo tiempo el accionar cotidiano no refleja la política ambiental de la institución. Se identifica que existen carencias en expresar el paradigma de acción ambiental a través de lineamientos que se apliquen y expresen en el accionar cotidiano de los trabajadores.

Que todos los trabajadores conozcan la política ambiental de la institución y cómo la misma se refleja en su quehacer alinea los objetivos institucionales con los de cada trabajador. El contextualizar los objetivos individuales dentro de objetivos globales de sustentabilidad ambiental puede ser también una oportunidad de generar motivación laboral. Se observó en las encuestas realizadas que los trabajadores más cercanos al accionar sobre el problema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana tienen mayor desmotivación que aquellos que se encuentran en un cargo con visión más global, que pueden contextualizar el problema en marcos teóricos de sustentabilidad, cuidado ambiental y protección de cursos de agua.

La política y los lineamientos ambientales están muy relacionados con las prioridades de la institución. Las prioridades se establecen de forma general a través de planes directores y planificaciones de mediano plazo, pero se cumplen parcialmente, especialmente dependiendo de las voluntades políticas. Según las entrevistas realizadas la IM prioriza sus acciones dependiendo de criterios técnicos y políticos. Los criterios técnicos se basan usualmente en evaluaciones de gasto en relación al impacto en la población sin tener en cuenta impactos ambientales (IM - SEPS 2010). Al mismo tiempo se percibe a través de las encuestas que la población prioriza sus demandas dependiendo del confort personal. No sólo la IM debe incorporar criterios ambientales sino también debe interactuar con la población para informar y generar concientización ambiental.

La estabilidad y los cambios de los procesos tecnológicos dependen fuertemente de los vínculos, los cambios dependen del contexto (Geels 2001). Es de importancia entonces el análisis de las relaciones con el resto de los niveles, el Ambiente o Paisaje y los Nichos tecnológicos.

En cuanto a las relaciones con el nivel Ambiente se observa que no hay herramientas institucionales sistemáticas de percepción de los objetivos y valores ambientales. No hay espacios de discusión entre ambos niveles sobre estos temas. Existen algunos espacios de discusión como las Comisiones Ambientales de los Municipios, que son pequeños y, surge en las entrevistas, que responden al hacer de la Intendencia, no generando

presión para un cambio y repitiendo muchas veces patrones establecidos por la IM.

Los mecanismos de relación con el Ambiente dependen fuertemente de relaciones y voluntades personales, sin continuidad institucional a lo largo del tiempo. La percepción del Ambiente es fuertemente personal y depende de la sensibilidad y capacitación de cada persona.

Las relaciones con la población organizada o el nivel Ambiente en general suceden principalmente en las cúpulas de dirección. A lo largo de las entrevistas se visualiza que las personas más cercanas a la operación sobre los cursos de agua no tienen presente la concepción ambiental en la que está inmerso su trabajo, son los equipos más desmotivados y quienes tienen menos aportes ambientales. Transversalizar las relaciones con el nivel Ambiente puede ayudar a motivar y sensibilizar los equipos de trabajo.

Entendiendo las estrategias de minimización de residuos en la trama hídrica urbana como una estrategia más de incorporar una visión sustentable a la gestión, y como parte del pasaje hacia la fase de Gestión de arroyos urbanos, se destaca que en este pasaje la estructura del contrato hidrosocial cambia. La reestructura del contrato es muy diferente frente a los anteriores paradigmas, en particular porque se modifica el foco puramente antrópico (Wong y Brown 2008). De ahí la importancia de una relación fluida con el nivel de Ambiente o Paisaje, para poder reelaborar el contrato hidrosocial.

En cuanto a la relación con los Nichos, se identificó que no hay nichos de innovación en este tema. Las relaciones entre ambos niveles se describieron ya en el capítulo anterior.

Las redes de actores y organizaciones son un "capital organizacional", que crean estabilidad, o cambios, en las trayectorias tecnológicas a través de roles mutuos. (Geels 2005). La capacidad de coordinación interna es parte de la capacidad de la institución de cambiar su accionar. La IM se percibe compartimentada, sin espacios de coordinación y discusión desde diferentes abordajes. No se visualizan grupos de análisis y discusión del trabajo realizado, especialmente en este tema. Existe una carencia de análisis de los nuevos paradigmas o tecnologías que permanentemente llegan a la institución, a través de sus trabajadores o de actores externos (consultoras, empresas).

Cualquier agenda de acción se debe sustentar en los trabajadores. Al no existir una política de capacitación, las planificaciones que incorporan nuevos paradigmas y tecnologías no tienen la contraparte de conocimiento de los trabajadores que las sustente. Cada vez más la institución queda dependiente de viejas tecnologías o de empresas externas que apliquen otras nuevas. La capacitación tiene un impulso personal. No hay herramientas concretas de las instituciones (particularmente de la IM, pero también del resto de las instituciones entrevistadas que pertenecen al Régimen establecido) para la capacitación en nuevas tecnologías y paradigmas. La gente

según sus intereses puede aplicar nuevos paradigmas y tecnologías que no estén acordes con las institucionalmente deseadas.

La mayoría de los entrevistados expresó que el recurso humano es rígido, no siendo fácil hacer cambios en las condiciones de trabajo. Todos los entrevistados expresaron que los recursos económicos son muy rígidos.

Frente a la rigidez de recursos y a la voluntad que no sólo el vecino pague por los cambios se puede considerar al privado como un financiador de cambios. Para esto falta que se regule el rol, se genere un marco de acción posibilite la inversión privada y se la incentive.

Para fomentar la financiación de cambios por parte de los privados se debe confirmar un apoyo político a la realización de inversiones privadas en nuevas tecnologías y realizar un marco institucional y normativo que lo haga posible (Geels 2012).

En el régimen socio técnico se priorizan las rutinas cognitivas que guían las acciones y se estabilizan a través de todo tipo de reglas: procedimientos, reglamentos, estándares y normas (Geels 2001, Geels 2007). Se identifica en las entrevistas que en general no existen protocolos de trabajo escritos. Los procedimientos dependen de los trabajadores, que se basan en paradigmas personales o grupales para definirlos y se transmiten oralmente. Un ejemplo de esto es la diferencia entre la concepción ambiental que expresan diferentes grupos de trabajo.

Al no existir procedimientos, y como los grupos de trabajo usualmente son de pocas disciplinas, la manera de realizar las cosas responde a un solo objetivo y no a un enfoque global; actualmente la limpieza tiene un objetivo de desobstrucción. Se ignoran otros objetivos que tengan en cuenta la valoración de los cursos.

Al cambiar las tecnologías o paradigmas puede necesitarse cambiar los procedimientos actuales. El intercambio para realizar esto es muy difícil dado que, sin protocolos, no se discute sobre un procedimiento y el cambio se vuelve más personal y más resistido.

Sumado a lo anterior existen, según las entrevistas, grandes grupos de resistencia al cambio, internos (ADEOM) y externos (actores económicos ilegales).

Existe una carencia de aplicación de reglas y de intimación en el caso que se incumplan las existentes. Se necesita un análisis de la normativa y que existan equipos de trabajo que la puedan aplicar. En los ámbitos que la normativa no es aplicable deben realizarse otras estrategias.

Todo lo anterior resulta en una fuerte dependencia de patrones establecidos y pocos recursos para incorporar novedades o repensar esquemas de trabajo.

Los aspectos materiales contribuyen a la estabilidad, en particular las inversiones realizadas en el pasado estabilizan lógicas de funcionamiento, ya

que no son fáciles de modificar o abandonar (Geels 2005). Es importante recalcar que la IM contrata la mayor parte de la actual desobstrucción de la trama hídrica, lo que da una flexibilidad que favorece los cambios.

11.6.3.3 AMBIENTE

Se entrevistaron actores que tienen alguna relación con la IM. Se trató de coordinar entrevistas con grupos ambientalistas, pero los reiterados mails y llamadas no fueron respondidos. A lo largo de las entrevistas con otros actores se visualiza la necesidad de que grupos ambientalistas asuman protagonismo en este tema para presionar sobre la valorización de la trama hídrica urbana.

Los entrevistados en este nivel consideran que existe un buen relacionamiento con el régimen establecido y eventuales relacionamientos con los nichos.

El tema no se visualiza de interés por los actores entrevistados. Se destaca que en un análisis realizado a líderes políticos y población sobre los principales problemas del país el tema ambiental no surge ni en primera o segunda prioridad. La mayoría de los líderes políticos (68 %) y la población (61 %) considera que el problema ambiental en nuestro país es un problema importante pero no grave. En cuanto a los principales problemas ambientales en nuestro país aparece el tema de residuos sólidos, pero asociado a parte del proceso de residuos sólidos urbanos; el 52 % refieren a la

disposición final de residuos, el 46 % la contaminación del agua, el 35 % al uso inadecuado de agroquímicos y un 20 % a la contaminación del aire (Equipos Mori 2009).

11.6.3.4 POSIBLES ESTRATEGIAS FUTURAS

La Figura 154 esquematiza las características de los niveles antes nombrados y las relaciones entre ellos, utilizando como base la Figura 25 sobre las transiciones tecnológicas en el marco de la Perspectiva Multi Nivel.

Se observa la ausencia de Nichos de innovación y de presión para un cambio desde el nivel de Ambiente o Paisaje. En los vínculos entre todos los niveles se destaca la debilidad de las relaciones institucionales.

Las crisis ofrecen oportunidades para desvíos de las trayectorias establecidas. Si estas oportunidades se toman o no depende de cómo se interpretan las propias crisis (Geels 2012). Se destaca que el régimen sociotécnico está en una configuración de quiebre. Esto es una oportunidad para el cambio, pero para que esto suceda deben surgir nuevas ideas desde nichos.

Una posible estrategia futura es el fomento de los nichos de innovación, que se conformen por nichos externos e internos a la institución encargada de la minimización de los residuos en la trama hídrica urbana.

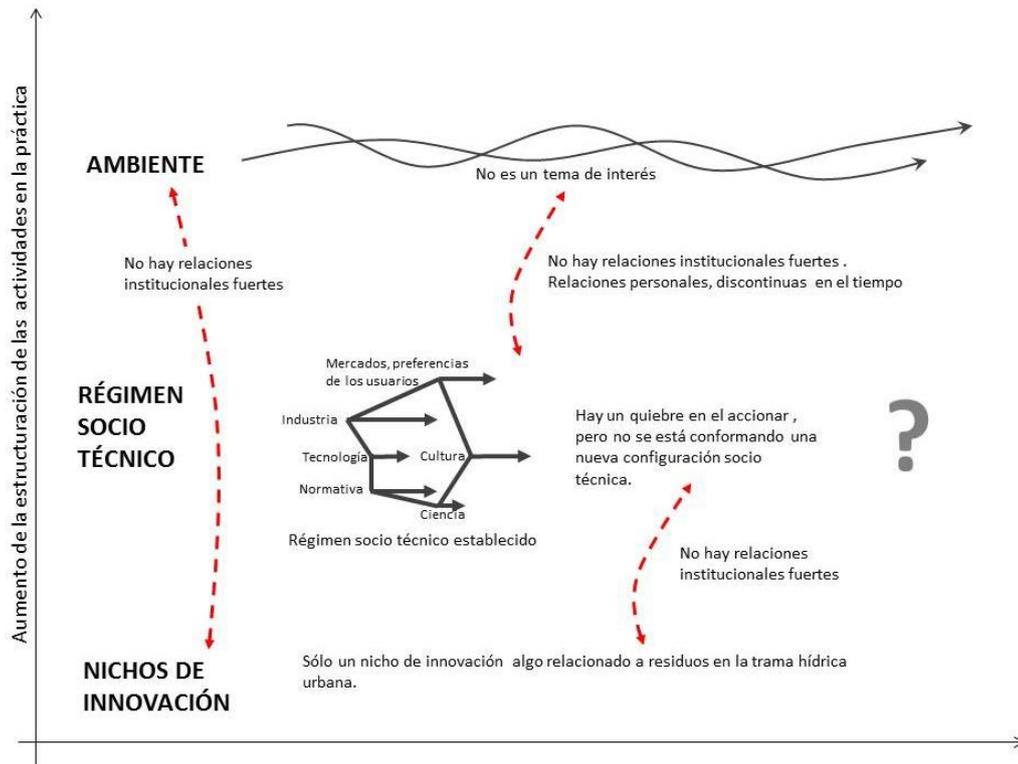


Figura 154 Esquema de génesis del cambio según la PMN, (elaboración propia).

11.6.4 DIMENSIONES PARA EL CAMBIO

Se describen a continuación las dimensiones para el cambio presentadas en el Capítulo

Dimensiones para el cambio, página 152, y el análisis realizado para el caso particular de esta tesis. Estas dimensiones posibilitan, o no, una práctica institucional (Brown 2005)

La Tabla 34 muestra cada dimensión: Cognitiva, Normas y valores sociales y Administrativa, se muestra como se expresa esa dimensión y el análisis realizado. Este análisis hace referencia al Régimen sociotécnico establecido, no describe Nichos de innovación o ambiente.

	Descripción	Expresión	Análisis realizado
Cognitiva	Marco de conocimiento y pensamiento compartido dominante, le da forma al significado de los problemas, a los objetivos y las acciones para solucionarlos.	Se visualiza a través de ámbitos de conocimiento compartido, tecnologías, procesos de planificación, estructura organizativa, estándares y normativa de aplicación.	Análisis de propuestas de formación académica y a través de grupos que nuclean actores. Análisis de formación dentro de la IM.
Normas, valores	Valores y expectativas dominantes compartidas en la práctica que son consideradas apropiadas	Se visualiza a través de estándares, regulación, normas y normativas de aplicación.	Análisis de normativa y normas existentes
Administrativa	Reglas de la organización administrativa mediante la que se realiza la mejor práctica posible dentro del marco de conocimiento compartido para alcanzar los valores dominantes	Se visualiza a través de procedimientos de actuación, escritos o de trasmisión oral. Estructura administrativa y jerárquica de la organización.	Procedimientos de actuación y en particular limpieza de cursos de agua, cañada, cunetas y drenaje urbano. Procedimiento de limpieza de playas. Estudios de calidad de cursos de agua urbanos. Estructura administrativa y competencias

Tabla 34 Dimensiones para el cambio (adaptado de Brown 2005)

11.6.4.1 MARCO COGNITIVO

11.6.4.1.1 Estado actual

El marco cognitivo dominante tiene un abordaje fundamentalmente sanitaria.

Esto se expresa en parte a través de los planes existentes. Se destaca el Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo (PDSUM), actualmente en elaboración. Existen avances en el PDSUM hacia una mejora en la calidad de agua de los cursos de agua y hacia recuperar en algunas zonas el espacio natural de los cursos. Se avanza en minimizar los vertidos combinados de saneamiento y escurrimiento pluvial pero no hay avances en una gestión ecosistémica integral de la trama hídrica urbana favoreciendo dinámicas ambientales alrededor de las márgenes de los cursos de agua y el escurrimiento pluvial como un recurso.

El marco cognitivo se expresa a través de la formación de grado, posgrado y actualización profesional y a través de diferentes ámbitos formales e informales de formación. Dado que se considera que hay que avanzar hacia un cambio se destaca esta expresión del marco cognitivo como fundamental, ya que es un pilar para la difusión de nuevas ideas. La carrera que aborda específicamente la gestión de la trama hídrica urbana es la ingeniería civil opción hidráulica ambiental o sanitaria. Esta carrera también da la mayor cantidad de herramientas en gestión de los residuos sólidos. Lo

anterior no quita que sea imprescindible el abordaje interdisciplinario: son imprescindibles otras disciplinas tal como arquitectura y biología. A continuación se mencionan algunas características de la enseñanza a través de diferentes ámbitos formales e informales:

- Grado: dentro de ingeniería hay cursos de grado que se enfocan principalmente en el diseño técnico ingenieril. Los docentes proceden también de la rama de la ingeniería hidráulica ambiental o sanitaria, un fuerte componente unidisciplinar. Existe un curso de grado que aborda el tema de residuos sólidos urbanos, entre otros temas de interés.
- Posgrado: Curso Taller AGUA-CIUDAD | CIUDAD-AGUA INTERCAMBIOS organizado por el Grupo interdisciplinario Aguas Urbanas Tiene un enfoque integrado, con docentes de las disciplinas de biología, ingeniería, arquitectura. Aborda temas de calidad de las aguas en general, valorizando los ecosistemas urbanos asociados a la trama hídrica.
- Formación a través de redes y organizaciones que relacionan actores: DINAGUA ha realizado encuentros técnicos en que ha promovido la gestión integral de las aguas urbanas, asociado al tema inundaciones, en los últimos cinco años no se realizaron encuentros a nivel nacional. AIDIS incluye en los temas de sus congresos el drenaje urbano a través de las siguientes categorías: “Tratamiento y

conducción de efluentes domiciliarios e industriales y drenaje urbano” (año 2015) y “Tratamiento y conducción de efluentes domiciliarios e industriales, gestión y drenaje urbano” (año 2017). Estas categorías expresan de alguna manera una visión sanitarista de los cursos de agua. Los trabajos presentados son usualmente desde lo técnico de la ingeniería civil. Las mesas en relación a las aguas urbanas en los dos últimos congresos no han tenido un abordaje integral. Hace aproximadamente 10 años funcionaba en AIDIS una Mesa de drenaje urbano como espacio de discusión del tema, que actualmente ya no funciona. La Global Water Partnership, con la sede Sudamericana en Uruguay, se identifica como un actor valioso para el trabajo en redes.

- A través de organizaciones de la sociedad: en CEUTA, Redes Amigos de la tierra, Cátedra de agua y cultura de la UNESCO no aparece un abordaje de las aguas urbanas como un recurso. Se realizan algunos cursos y encuentros asociados a las aguas en un contexto rural o suburbano. Esto último fue interpretado a través de sus páginas webs, que contienen documentos y oferta de actividades, dado que no se consiguieron entrevistas con estos actores.

Desde la IM se hace un esfuerzo para presentar los trabajos realizados por el sector saneamiento a técnicos, actores en el territorio y población en general. Esto se realiza mediante eventos y charlas: “Llueve sobre mojado”

en el año 2014, “Congreso Nacional de Prestadores del Servicio de Saneamiento” en 2016, “Presentación de avances del Plan Director” en 2017. Estos encuentros tienen un espacio posterior a cada charla, usualmente de 15 minutos, para la participación de otros técnicos o actores. Más allá de que esto es insuficiente como diálogo entre actores para incorporar nuevas visiones, son espacios de encuentro valiosos. Se hace también un esfuerzo sostenido en el diálogo con los actores del territorio, particularmente Municipios y Centros Comunales Zonales.

Como acciones que tienden a cambiar la dimensión cognitiva se destacan dos programas recientes dentro de la IM. Surge en el ámbito de la IM el Departamento de Ciudades inteligentes para la inclusión y sostenibilidad, que se considera tiene un perfil asociado a la tecnificación y optimización más que al cambio o renovación de paradigmas en la gestión de la trama hídrica urbana. Surge también el Programa “100 ciudades resilientes”. Este programa tiene componentes muy fuertes de trabajo en red y una fuerte concepción integral, tendiendo a cambiar paradigmas en relación a las aguas urbanas. El programa se encuentra en sus primeras etapas, aunque ya ha hecho avances para el trabajo en red. Este tema puede aparecer en algunos de sus focos territoriales de aplicación.

11.6.4.1.2 Análisis

A partir de las entrevistas y de los programas de las diferentes materias que se destaca que los cursos de grado referidos a drenaje no abordan

particularmente los temas de calidad de la trama hídrica urbana o valoración ecosistémica de los cursos de agua urbanos. El curso que aborda el tema de residuos sólidos no incorpora el tema de residuos en la trama hídrica urbana. Ninguno de los cursos de grado aborda la interrelación entre sistemas urbanos y particularmente la interrelación entre la trama hídrica urbana y el sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos sólidos.

Ninguno de los cursos de posgrado refiere particularmente al tema de residuos sólidos en drenaje urbano o los desafíos que presenta la relación entre sistemas urbanos.

La formación a través de redes aborda en menor grado temas de calidad y valoración ecosistémica en la trama hídrica urbana y en particular no se abordan temas de residuos sólidos.

A través de las entrevistas se identifica que la IM no tiene una estrategia de capacitación en nuevas tecnologías o paradigmas. Tampoco existe una participación fuerte en redes de intercambio de conocimientos o experiencias. Los convenios con instituciones de la academia son muy escasos y con enfoques tradicionales de drenaje y saneamiento.

La capacitación dentro de la IM tiene una impronta fuertemente individual, el interés, la voluntad, el tiempo y los temas elegidos para la capacitación dependen de gustos u orientaciones personales. La institución no tiene una

estrategia de capacitación en los diferentes paradigmas, encares y abordajes. Tampoco tiene una estrategia de capacitación para intensificar el conocimiento tecnológico dentro del marco cognitivo existente. Se destaca que sí tiene algunas estrategias de capacitación en herramientas de gestión.

Al mismo tiempo algunos entrevistados comentan que los cambios en los paradigmas de gestión surgen a partir de ideas personales: líderes que llevan a cabo cambios institucionales a partir de experiencias personales capacitación, participación en redes de intercambio. Es importante entonces reforzar las estrategias de capacitación individuales en el marco de los objetivos y lineamientos de la institución.

11.6.4.1.3 Posibles objetivos y estrategias futuras

La solución de los problemas de residuos sólidos en la trama hídrica urbana requiere de un abordaje integral, del diálogo entre diferentes actores de diferentes escalas territoriales y disciplinas (económica, sociales, ingenieriles, biológicas), tratando de alinear objetivos y coordinar prioridades (Brown et al 2016).

Se considera adecuado plantear estrategias con el objetivo de favorecer la discusión sobre el marco cognitivo actual y el planteo de nuevos paradigmas. Las estrategias de formación deben enfocarse en nuevas tecnologías y brindar herramientas para el diálogo y la articulación entre diferentes actores.

Se destaca que a través de las entrevistas se identificó que en la IM los procesos de cambios de paradigma se llevan a cabo a través de impulsos inicialmente personales de líderes que comunican su pensamiento hacia otros actores; la implementación de nuevas tecnologías depende fuertemente de estos impulsos continuados a lo largo del tiempo. Es de importancia que se fortalezca la capacitación institucional, de manera no sólo de fomentar la capacitación y discusión sino también de alinear los impulsos personales a los objetivos de la institución.

A través de las entrevistas se observó que a medida que se descendía en la escala jerárquica y los trabajos se vuelven más específicos se pierde la visión global, el objetivo final y aún la motivación. Reforzar las estrategias de capacitación colabora a evitar lo anterior e interioriza el tipo de abordaje en el trabajo que identifica a la institución.

Dada la pequeña escala de Uruguay se considera importante favorecer intercambios con instituciones de ciudades similares a Montevideo, fuera del país. Se destaca la importancia de conocer experiencias similares y participar de intercambios de diálogo: favorecer intercambios con otras ciudades o participar en espacios de encuentro (congresos) o redes de actores; tener en cuenta los actores que ya están trabajando con abordajes integrales como DINAGUA y el Núcleo Interdisciplinario Aguas Urbanas de la Ude-laR.

Se recomiendan las siguientes estrategias de formación:

- Académica

Formación de grado y posgrado como manera de analizar críticamente las tecnologías y abordajes actuales, ampliar la visión de la actualidad, disminuir el tiempo entre que nuevos paradigmas y tecnologías aparecen y se recomiendan a nivel mundial y se aplican en Montevideo y validar nuevas ideas. Se destaca la importancia que se incorporen análisis de paradigmas en aguas urbanas y se interrelacionen sistemas (saneamiento/residuos y trama hídrica, urbanización y trama hídrica, vialidad y trama hídrica, drenaje urbano construido y cursos de agua).

- Aprendizaje al hacer

Intensificar el trabajo con la academia y con instituciones precursoras e innovadoras en el conocimiento a través de experiencias piloto, aprovechando en particular las financiaciones existentes para innovación e investigación. Esto tiene la ventaja de incorporar temas de interés de la IM en grupos de trabajo, dentro y fuera de la IM.

11.6.4.2 VALORES SOCIALES, NORMAS

11.6.4.2.1 Estado actual

La normativa se puede entender como un “pacto” entre diferentes actores que marca el abordaje respecto a ciertos temas. La normativa refleja por un lado “pactos” presentes en el momento en que se realiza así como objetivos

a alcanzar a futuro. La percepción de los temas ambientales por parte de la población, instituciones gubernamentales y privadas ha cambiado en los últimos años, y los “pactos” establecidos por normativa pueden no corresponder a los equilibrios actuales.

El capítulo Normativa nacional y departamental y en el Anexo de referencia se da un panorama de la situación normativa actual.

11.6.4.2.2 Análisis

La reglamentación ambiental nacional es antigua en relación a los diferentes paradigmas de gestión de las aguas urbanas desarrollados internacionalmente y aun en relación a los paradigmas aplicados en Uruguay.

No se observa un abordaje integral de acuerdo a los paradigmas más recientes de gestión de las aguas urbanas. La normativa refiere singularmente a aguas de escurrimiento, saneamiento, residuos sólidos, ordenamiento territorial de manera individual, sin abordar la integralidad con el resto de los sistemas.

Existe una carencia en el abordaje normativo respecto a las aguas urbanas y a la interrelación de subsistemas urbanos. En cuanto a la transversalidad de la gestión no se observa en la normativa una relación fuerte entre lo nacional y lo local, departamental o municipal. Al mismo tiempo la normativa referente a calidad de agua no refiere a una calidad ambiental del recurso, sino a la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que transporta: para

la normativa existente no existe diferencia entre la calidad de un curso de agua canalizado o aquel que mantiene su traza y taludes originales, mientras que el líquido que transporten sea de la misma calidad. Se observa que la normativa no aborda la calidad ambiental urbana como un tema en sí mismo, aun cuando en Uruguay gran porcentaje de la población vive en ciudades. La normativa específica de calidad de aguas refiere a residuos sólidos solamente como “material flotante”.

La normativa no brinda herramientas para tratar con la informalidad, que en este caso tiene un protagonismo importante.

En cuanto a las normas sociales se destaca que no se tiene una percepción del recurso trama hídrica urbana como valor social, paisajístico, recreativo o productivo.

11.6.4.2.3 Posibles objetivos y estrategias futuras

Se considera que se deben plantear estrategias de eliminación de los vacíos y solapamientos de la normativa existente, así como de articulación entre las diferentes leyes y decretos nacionales con la normativa departamental.

Existen actualmente en curso diferentes trabajos en los que se puede incluir propuestas de normativa sobre el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana:

- Plan Nacional de Aguas, implementación de los Proyectos y Programas que se formularon en base a los asuntos críticos identificados en el plan y a las directrices de acciones estratégicas.
- Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo.
- Nuevas líneas de trabajo en planificación para gestión de residuos sólidos de Montevideo.
- Planes de cuenca, particularmente Chacarita y Pantanoso.

Se recomienda determinar un contrato hidrosocial que determine beneficios y deberes de la ciudadanía y las instituciones y se refleje en los diferentes Planes nombrados.

11.6.4.3 ADMINISTRATIVAS

11.6.4.3.1 Estado actual

La Figura 155 muestra un esquema parcial de la estructura orgánica de la Intendencia de Montevideo, mostrando aquellos equipos de trabajo que tienen relación con el tema. Se ubican también los Centros Comunes Zonales y Municipios que actúan directamente sobre la trama hídrica urbana. El organigrama mostrado es la estructura orgánica formal, eventualmente pueden estar funcionando las Divisiones sin todo el organigrama completo.

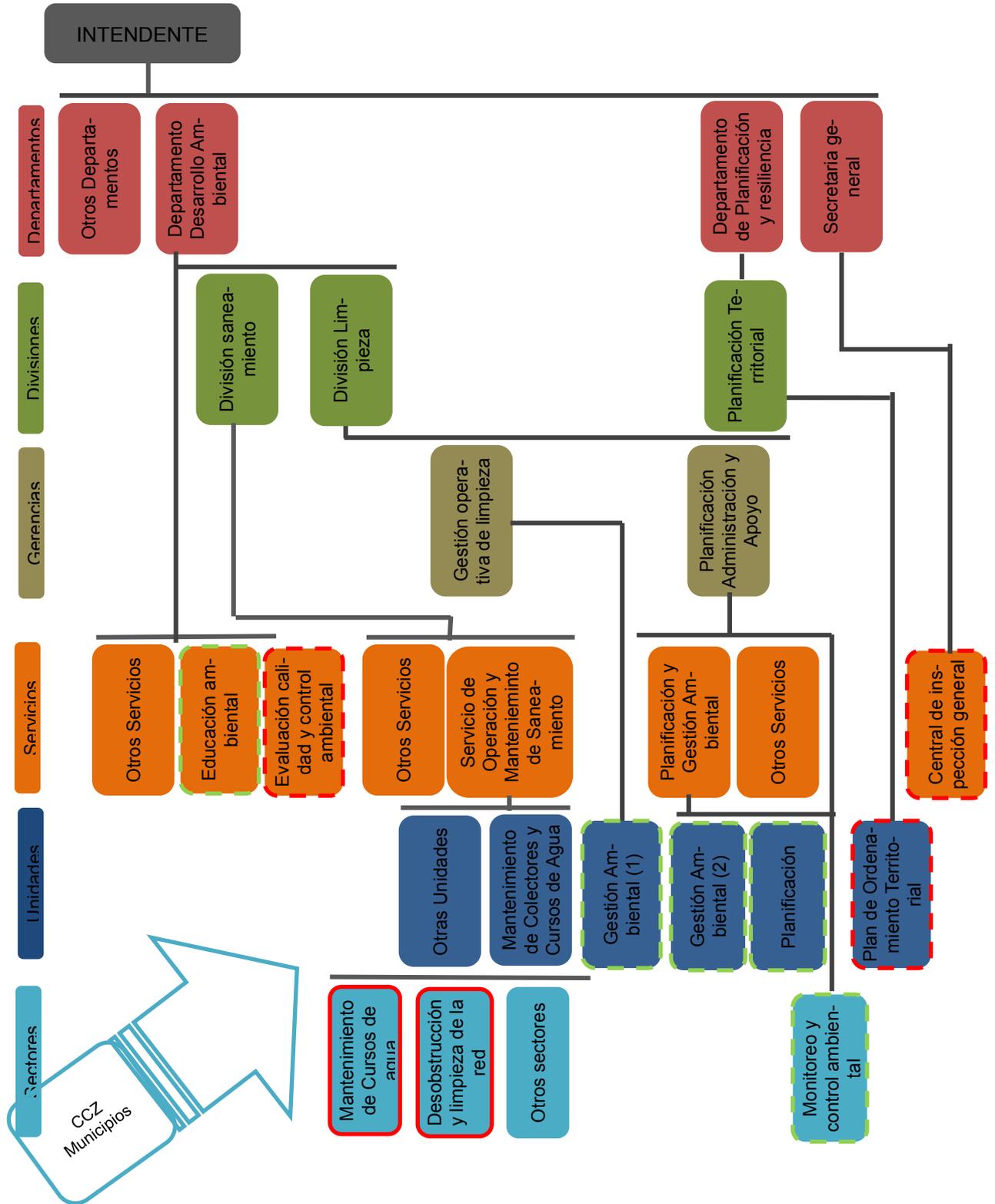


Figura 155 Estructura administrativa (Elaboración propia a partir de Viviani y Nebriil 2017)

En el esquema de la Figura 155 se muestran los sectores que realizan el mantenimiento, monitoreo ambiental, planificación territorial y educación. Recuadrados en línea roja llena se muestra quiénes trabajan en campo retirando residuos sólidos de los cursos de agua y drenaje, en línea roja punteada quiénes están actualmente muy relacionados con el tema a través de monitoreos y planificación y en línea punteada verde quiénes no están relacionados actualmente pero podrían ser un potencial aporte.

Se presenta en el esquema la estructura del Gobierno Departamental. Se debe mencionar que algunos Municipios y CCZ también realizan mantenimiento, especialmente de cañadas de pequeño porte. Las características de este mantenimiento dependen de cada organización del tercer nivel de gobierno, sus necesidades y la maquinaria disponible.

Se nombran a continuación los cometidos de los diferentes grupos de trabajo.

La División Saneamiento tiene, entre otros, el cometido de (Artículo R.19.46, Digesto Departamental): *“Mantener y operar el sistema de saneamiento en Montevideo”* y *“Mantener los cursos de agua del Departamento”*. Esto se realiza a través de las unidades de Mantenimiento de cursos de agua y Desobstrucción y Limpieza de la Red, que pertenecen al Departamento de Ambiental, División Saneamiento, Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento, Mantenimiento de Colectores y Cursos de Agua. El Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento tiene los

cometidos de *“Atender solicitudes, reclamos y consultas sobre temas de saneamiento, recolección, vialidad y otros temas ambientales”* (web de la IM 2017). Tanto en el Digesto Municipal como en la página web institucional de la IM no se encontraron cometidos más específicos sobre la Unidad de Mantenimiento de colectores y cursos de agua y sus Sectores.

El Equipo Técnico de Educación Ambiental (ETEA) tiene el cometido de realizar:

“actividades educativas procurando involucrar a los vecinos de Montevideo en el cuidado ambiental de su ciudad. ... De esta manera se busca prever y/o promover soluciones a posibles conflictos ambientales que se generen a nivel local.” (Web de la IM, 2017)

Este grupo realiza actividades relacionadas con la concientización general de residuos sólidos, no particularmente asociada a residuos sólidos en cursos de agua.

El servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental tiene como competencias el monitoreo de *“las aguas de todas las playas y cursos de agua de Montevideo, así como las aguas de la bahía y el Río de la Plata a 200 y 2000 metros de la costa”* (Web de la IM, 2017).

A la División Limpieza le compete, entre otros:

“Planificar, diseñar y realizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos del Departamento de Montevideo en forma ambientalmente adecuada.

Realizar la recolección domiciliaria y el barrido y limpieza de calles, espacios públicos y basurales, transportando los residuos a la disposición final. Realizar la limpieza y acondicionamiento de playas y el servicio de necropsias.

Realizar tareas de vigilancia e inspección de las actividades formales e informales que se realizan en las distintas etapas del circuito de los residuos.

Planificar y ejecutar programas que propendan a disminuir las actividades informales.” Artículo R.19.45, Digesto Departamental

La División Limpieza es entonces responsable de todo el proceso de gestión de residuos desde que el vecino los deposita en los contenedores hasta la correcta disposición final. También es responsable de retirar las acumulaciones de residuos o basurales y de los programas de disminución de actividades informales.

No se encontraron competencias en la página web institucional de la Intendencia o en el Digesto Departamental sobre la Gerencia de Planificación, administración y apoyo, el Sector de Monitoreo y control ambiental, el

Servicio de Planificación y Gestión Ambiental y los sectores de Planificación y Gestión Ambiental.

La Unidad de Plan de Ordenamiento Territorial define a través de instrumentos de ordenamiento, articulando e involucrando a otros Departamentos, la vocación del territorio. Esta Unidad tiene las siguientes competencias:

“Diseñar metodologías y participar en la elaboración de instrumentos de ordenación del territorio.

Desarrollar los instrumentos de gestión definidos en el Plan Montevideo y en la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible N° 18.308. Coordinar a los actores vinculados a dichos instrumentos, asegurar la ejecución y difundir los resultados.” Artículo R.19.58.1, Digesto Departamental.

Se destaca que actualmente funcionan diferentes grupos de trabajo de actuación en el territorio asociado a cuencas: Comisión de Cuenca del Arroyo Chacarita, Comisión de Cuenca del Arroyo Casavalle, Plan del Arroyo Pantanoso, Comisión de Cuenca Cañada Matilde y Comisión de Cuenca Casavalle.

Los procedimientos de limpieza de la trama hídrica urbana en Montevideo se describen en el capítulo 11, Residuos sólidos en la trama hídrica de Montevideo.

11.6.4.3.2 Análisis

11.6.4.3.2.1 Estructura administrativa

Se identifica que los actores actúan a diferentes niveles (sectores, unidades, servicios) y pertenecen a diferentes departamentos. No hay una estructura formal que articule tareas y se responsabilice del estado de los cursos de agua y de la calidad del escurrimiento pluvial.

La comunicación formal en la IM es a través de expedientes. Para que un expediente llegue, por ejemplo, desde el sector Mantenimiento de cursos de agua a la Central de inspección general, debe elevarse jerárquicamente hasta el Departamento de Desarrollo Ambiental, a través de la Unidad de Mantenimiento de colectores y cursos de agua, el Servicio de Operación y Mantenimiento de Saneamiento, la División Saneamiento, el Departamento de Desarrollo ambiental y luego ir a Secretaría General y a la Central de Inspección General. La comunicación por expedientes es ágil, pero esos recorridos de comunicación largos inhabilitan acciones rápidas y el pasaje por una jerarquía estructurada puede dificultar las acciones transversales.

Se observa en la Figura 156 dos dependencias llamadas Gestión Ambiental. Se destaca que son dependencias diferentes, una dependiendo de la gestión operativa de limpieza y la otra de Planificación, administración y apoyo.

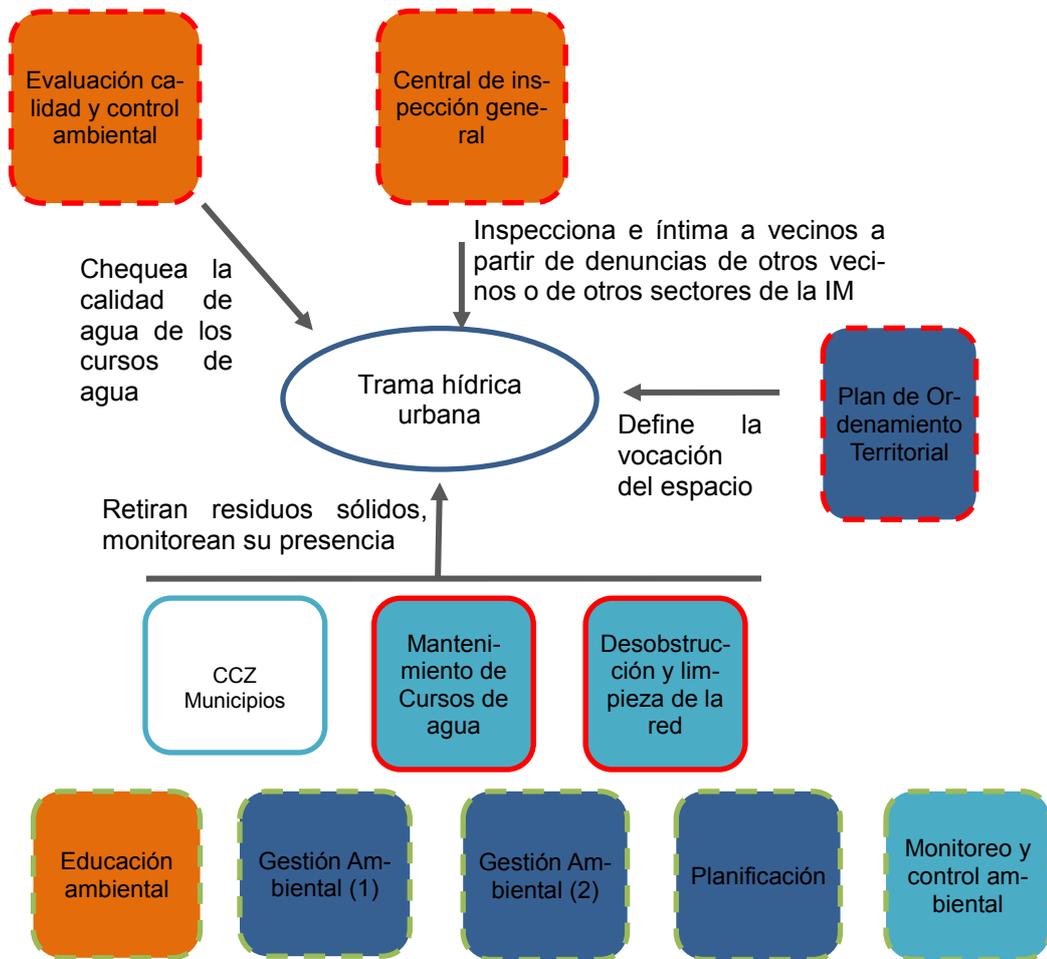


Figura 156 Relaciones dentro de la estructura administrativa con la trama hídrica urbana (Elaboración propia)

A lo largo de las entrevistas no se identifican intercambios entre los diferentes sectores para brindar información o articular acciones. Se actúa de manera independiente, sin lineamientos ambientales definidos.

En el diagrama, Figura 156, no aparecen activos algunos sectores (de la División Limpieza como Gestión Ambiental (1) y (2), Planificación y Monitoreo y control ambiental, y del Departamento de Desarrollo Ambiental el Servicio de Educación Ambiental), ya que los mismos no participan del retiro

de residuos de los cursos de agua. No existen coordinaciones entre grupos de trabajo, ni un articulador del trabajo de los diferentes equipos.

No se realizan reportes periódicos de la actividad de retiro de residuos en cursos de agua hacia los sectores encargados de la limpieza. Al mismo tiempo los registros existentes presentan dificultades para compararse entre sí (en algunos casos el registro es en masa y en otros en volumen). La presencia de residuos sólidos en los cursos de agua se debe a fugas en el proceso formal de recolección, clasificación, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Identificar la cantidad y el tipo de residuos sólidos que se disponen en la trama hídrica urbana es información vital para la gestión integral de los residuos.

El tipo de limpieza que se realiza en la trama hídrica superficial, cursos de agua y cunetas, no tiene en cuenta la vocación del territorio. No existen coordinaciones entre el sector Limpieza de cursos de agua y el sector Planificación. Esto sería útil a la hora de definir el tipo de limpieza, dado que usualmente tiende a eliminar la vegetación. Un ejemplo puede ser el humedal del Arroyo Pantanoso o Carrasco; si existe la intención de valorizar esos ecosistemas el procedimiento de limpieza debe minimizar el retiro de vegetación, la formación de camellones y la formación de canales dentro de los humedales.

No se realiza un cruce de datos entre quienes monitorean la calidad de las aguas y los sectores de planificación, limpieza y saneamiento. Se destaca

que los datos de calidad de aguas están disponibles vía web poco tiempo después de ser relevados, pero no se realiza un posterior análisis que permita evaluar la afectación de las acumulaciones de residuos o el retiro de las mismas en la calidad de agua. Tampoco se cruza información de las intimaciones realizadas a los vecinos con el sector encargado de retiro de residuos y con el sector encargado de planificar el territorio.

11.6.4.3.2.2 Estudios de calidad de agua

Se destaca que actualmente se monitorea la calidad de agua, pero no se evalúa la calidad ambiental de los cursos de agua. En particular, no se registran los residuos sólidos presentes en los cursos. Este monitoreo da una visión o una caracterización parcial del curso de agua, que no brinda información sobre todas las características del curso de agua que se quiere evaluar. Por ejemplo la Figura 157 es una foto tomada a pocos metros del punto de monitoreo, P5, cuyo índice ISCA evaluado el mismo año que la imagen, corresponde a aguas deterioradas que potencialmente sirven para riego. La presencia de residuos sólidos groseros en el cauce imposibilita seguramente este uso.

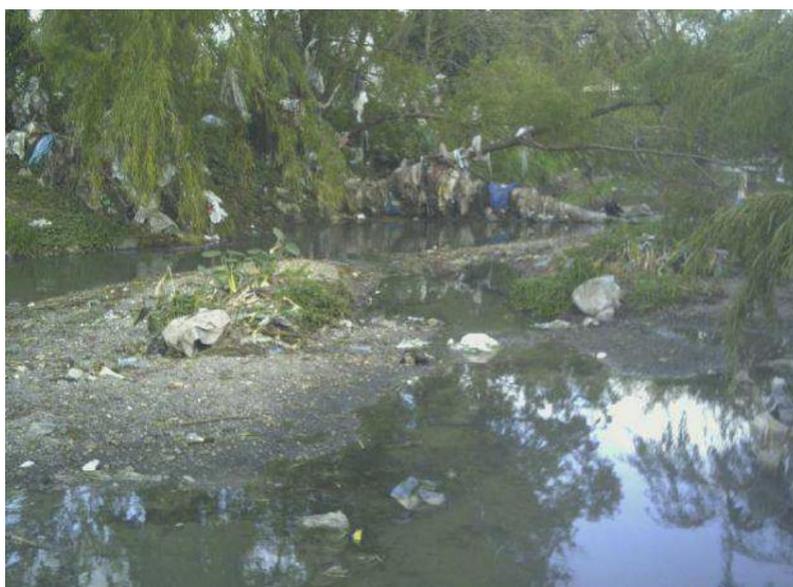


Figura 157 Arroyo Pantanoso y Luis Batlle Berres, Punto P5

Actualmente no se realizan mediciones de calidad de las aguas de escurrimiento pluvial, tanto sea en el escurrimiento de la propia cuenca como en la trama hídrica enterrada.

11.6.4.3.2.3 Gobernanza

Las transiciones requieren de una gobernanza adaptativa, que anticipe los cambios ajustando su accionar y al mismo tiempo influya en la sociedad (Rijke et al 2012). Se identifica en las entrevistas que en Montevideo no se visualiza una participación fuerte de la comunidad en la gestión de la trama hídrica. Tampoco se visualiza un reclamo desde la sociedad para propiciar una gestión que posibilite servicios ambientales de la trama hídrica urbana (IM - SEPS 2017).

La estructura de la administración privilegia la experticia técnica y económica, dejando de lado una alternativa interdisciplinaria que valore la participación de la comunidad en la toma de decisiones asociada a la sustentabilidad. Usualmente la población participa a la hora de relevar información para la realización de los estudios o diseños y posteriormente se les presenta el trabajo realizado por técnicos de la IM. No hay una participación fuerte en el proceso, aún en los planes de cuenca y en las comisiones de cuenca.

Usualmente los técnicos y mandos medios reciben la percepción social mediante denuncias puntuales, no tienen relación con ONGs o población organizada en relación al ambiente. No hay herramientas transversales que den una percepción de cuáles son los intereses ambientales principales. No está establecido con los ciudadanos un pacto hidrosocial.

11.6.4.3.3 Posibles objetivos y estrategias futuras

11.6.4.3.3.1 Estructura administrativa

A través de las entrevistas y del análisis realizado surge de importancia elaborar una estrategia ambiental, con líneas de trabajo concretas que permeen en el hacer de los diferentes grupos de trabajo y en todas las escalas jerárquicas.

Se destaca la importancia de generar una estructura formal que se responsabilice de la gestión de los cursos de agua que, con el objetivo de realizar

tareas concretas, articule acciones y recursos que procedan de diferentes sectores. Es de importancia la figura de un articulador que se responsabilice del trabajo, dado que cada sector tiene diferentes objetivos y prioridades, al mismo tiempo que, en relación a los cursos de agua, los grupos de trabajo tienen diferentes niveles jerárquicos (sectores, unidades, departamentos, divisiones, servicios).

Se debe analizar cómo pueden fomentarse cambios para incorporar una gestión que promueva un abordaje holístico, incorporar una visión integradora, con cooperaciones transversales entre diferentes actores. Debe unificar discursos y abordajes en base a un paradigma establecido en el marco de la política de desarrollo ambiental.

Se observa en la Figura 150 la multiplicidad de actores que se consideran necesarios para abordar este tema. Estos actores tienen objetivos y abordajes diferentes, que deben alinearse y articularse para poder actuar. La

Figura 158 muestra un esquema con los diferentes roles que se necesitarían para un abordaje integral, según surge de lo expresado en las entrevistas y en el Capítulo 6 Evolución hacia fases sustentables, página 118. Ninguno de los roles tiene un funcionamiento autónomo sino que deben trabajar en coordinación con otros. Se destaca el rol del articulador, que es también quien se responsabiliza por la calidad de la trama hídrica urbana y en particular por la no existencia de residuos sólidos en la trama hídrica urbana.

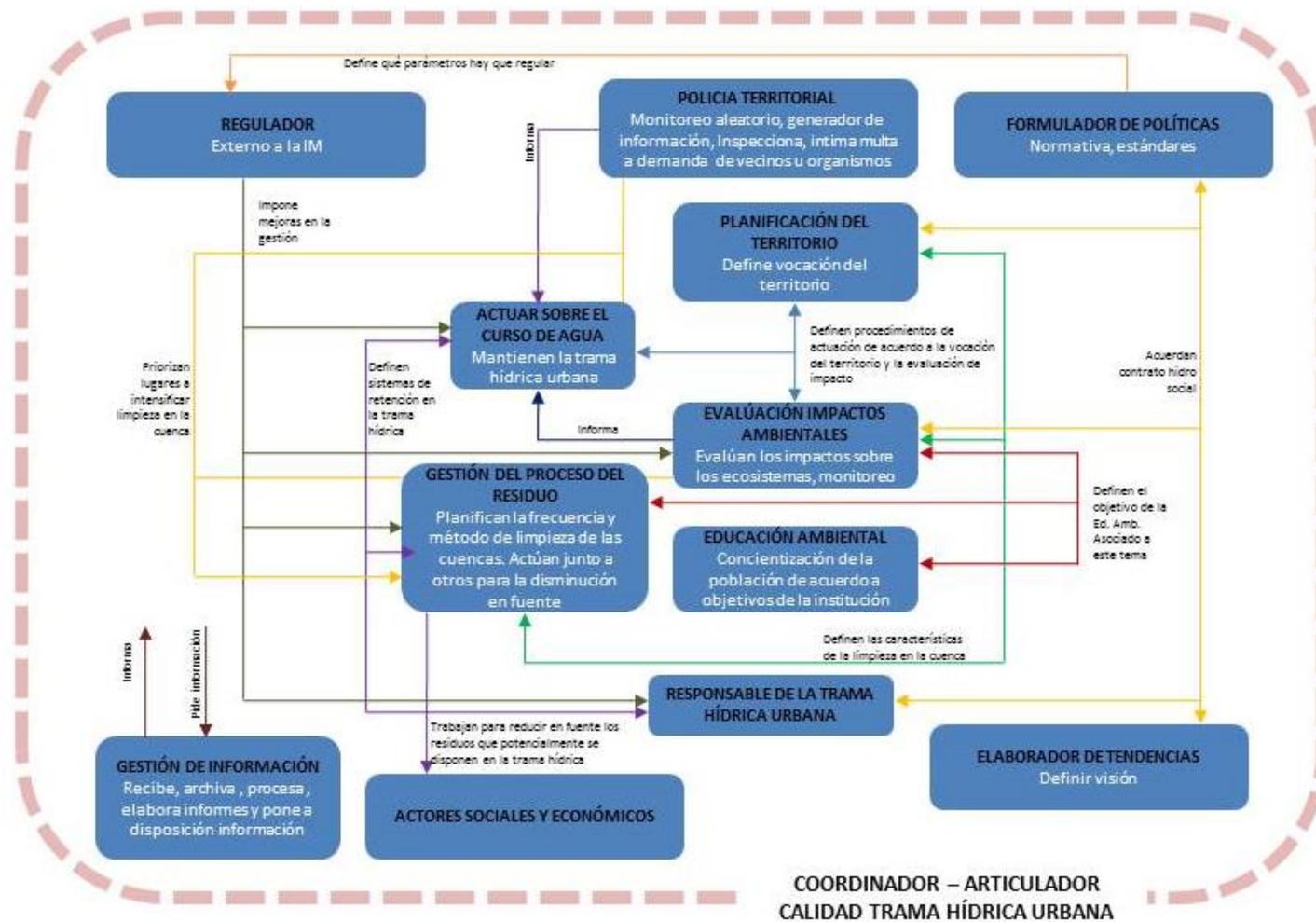


Figura 158 Roles y relaciones (elab. propia)

11.6.4.3.3.2 Procedimientos de limpieza de la trama hídrica

La intervención en las márgenes debe incorporar criterios ambientales.

Se debe incorporar infraestructura de retención de residuos en el drenaje, previamente a que llegue a los cursos de agua urbanos, en los propios cursos de agua y posteriormente en la descarga en el Río de la Plata.

Se debe cuantificar el material retirado y cruzar la información con las generadas por otros actores, tanto sea el retirado en los cursos de agua como de cualquier otro punto del drenaje.

Se deben generar instancias de diálogo y discusión entre todos los actores intervinientes (los actuales se muestran en la Figura 156 y los potenciales a futuro en la

Figura 158) para lograr procedimientos más eficientes y eficaces.

Se recomienda la elaboración de procedimientos de trabajo escritos, que tengan una fuerte visión ambiental que se exprese a través de las tareas cotidianas. La existencia de procedimientos de trabajo facilita no solo que se realicen las tareas de cierta manera, sino también que se cambien más fácilmente las formas de trabajar.

11.6.4.3.3.3 Procedimientos de diseño de drenaje e intervención en cursos de agua

Se debe dimensionar el drenaje incorporando estimaciones de la carga de residuos sólidos y teniendo en cuenta el valor ambiental de la trama hídrica urbana, propendiendo a mantener la calidad de las aguas de escurrimiento y la conservación de ecosistemas asociados a los cursos de agua urbanos.

11.6.4.3.3.4 Monitoreos

Se considera que dada su importancia se debe monitorear la presencia de residuos sólidos y evaluar la calidad ambiental integral de la trama hídrica urbana. En el proceso de realización del PDSUDUM se realizaron algunas experiencias asociadas a este tema. En particular se realizó un piloto de monitoreo visual, en coordinación con el CURE UdelaR, en el que se

relevaron siguientes parámetros indicativos de la calidad ambiental de los cursos (Urtado y Teixeira de Mello 2017).

11.6.4.3.3.5 Planificación de limpieza en la cuenca

La planificación de limpieza en la cuenca debe considerar la calidad de las aguas de la trama hídrica urbana y los cuerpos receptores. En particular el barrido debe considerarse como una acción para disminuir la carga de aporte al drenaje y cuerpos receptores y, en relación a este objetivo, diseñar la metodología del barrido.

11.6.4.3.3.6 Gobernanza

Para que la gestión de la trama hídrica urbana sea exitosa debe de conciliar los lineamientos y las prioridades ambientales y los objetivos de la gestión con los deseos de la población, por lo que se debe fomentar la gobernanza y elaborar el contrato hidrosocial.

Las comisiones de cuenca podrían ejercer en cada territorio como articuladoras de acciones, esto actualmente no sucede. A través de entrevistas con algunos integrantes de las Comisiones se identificó la capacidad de las mismas de nivelar información, unificar abordajes y planificar intervenciones integrales a futuro. Al mismo tiempo se identificó una incapacidad ejecutora para realizar o coordinar acciones en el presente.

La conciencia ambiental y el sentido de pertenencia son fundamentales para que la población realice un uso adecuado de los recursos hídricos y propicie su conservación. Se debe fomentar el desarrollo de ambas por parte de la población.

11.6.5 RELACIÓN ENTRE PROMOTORES DE TRANSICIONES Y EL CONTEXTO

La transición a una ciudad sensible al agua requiere cambios en los acuerdos implícitos y explícitos entre comunidades, gobiernos y empresas. La clave para una transición exitosa es la interacción entre las personas que la promueven y el contexto propicio para esa transición. Esta interacción proporciona sinergias para que una transición no pierda su impulso y se continúe a lo largo del tiempo (Dobbie et al 2017). La Tabla 35 muestra características deseables de los promotores y el contexto para propiciar transiciones hacia gestiones sustentables.

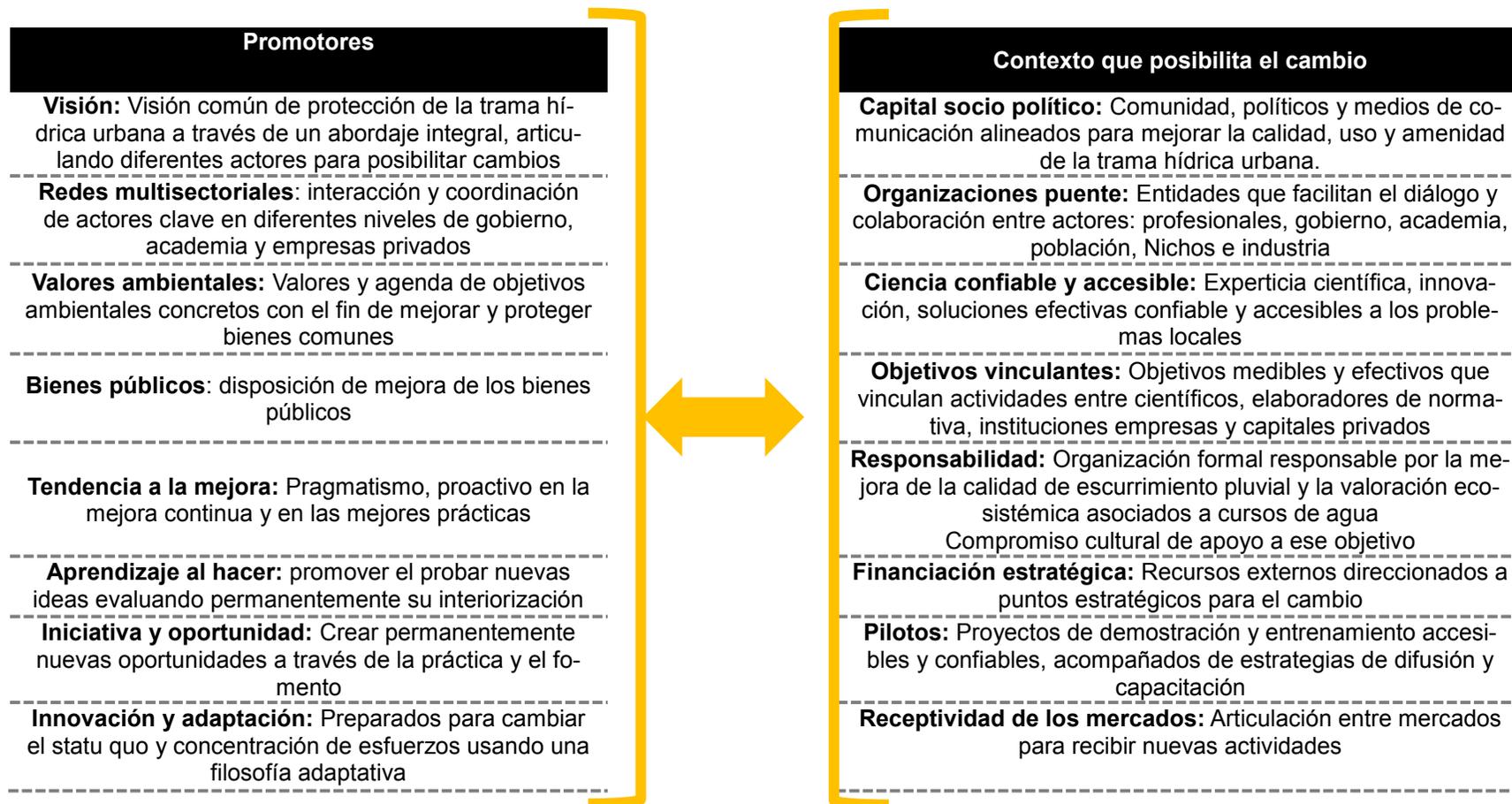


Tabla 35 Variables de interacción para una transición (adaptada de Brown y Clarke 2007)

El proceso de desarrollo de los nichos e implantación de nuevas tecnologías, inicialmente en mercados restringidos y luego llevado a mercados más amplios, genera un aprendizaje institucional que minimiza amenazas e impedimentos para el cambio. En particular estos procesos de transición muestran como fundamental la existencia de una interacción entre los promotores y el contexto, que estructura y cataliza los cambios (Brown y Clarke 2007).

Se describen a continuación los ítems presentados en la Tabla 35 y su aplicación en Montevideo.

Para lograr cambios debe existir una visión común de protección de la trama hídrica urbana por los diferentes actores que participan en la gestión y esta visión se debe sustentar en un interés de la comunidad, políticos y medios de comunicación (Brown y Clarke 2007). A través de las entrevistas se identifica que existe en Montevideo un interés común de protección de los cursos de agua, que no se ha reflejado aún en un movimiento concreto de la población, organizada o individualmente, para la conservación de la trama hídrica urbana. Este interés común no es de gran magnitud, como se muestra en el Capítulo Relato de las entrevistas, página 445. Se destaca que la disposición de residuos y la calidad de agua figuran como los principales problemas ambientales de nuestro país (Equipos Mori 2009). Se percibe menor acuerdo para la protección y uso de las aguas pluviales como

un recurso urbano (particularmente aquella que escurre por la trama hídrica enterrada), frente a la protección de cursos de agua urbanos.

Para que los cambios sucedan deben existir ámbitos en que todos los actores dialoguen. Las organizaciones puente son ámbitos que reúnen actores de diferentes sectores (técnicos, políticos, ciudadanos, ciencia, reguladores, servicios) facilitando el diálogo, la colaboración, coordinación y el aprendizaje en conjunto. Promueven la generación de confianza y la asociación entre diferentes actores, al mismo tiempo que ayudan a identificar, desde una perspectiva multisectorial y en forma temprana, las necesidades de los diferentes grupos que participan en transiciones hacia abordajes sustentables (Brown y Clarke 2007).

Según las entrevistas realizadas hay ámbitos de coordinación funcionando a nivel nacional y departamental (por ejemplo COTAMA y comisiones de cuenca) pero no tratan el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana. La dinámica y los espacios están generados para trabajar, en caso que el tema se priorice.

No se está realizando actualmente un trabajo de alineación de los actores en relación al tema; tampoco se generan herramientas para percibir que es lo que demanda la sociedad y generar compromisos alrededor de esas demandas.

Ciencia confiable y accesible, refiere a la disponibilidad de experiencia y conocimiento científico, efectivo, confiable y aplicable, que sustente a la gestión. Algunas veces las asociaciones puente, descritas anteriormente, crean un nivel de confianza entre los niveles meso y micro (Régimen establecido y Nichos) que facilitan los intercambios entre los gestores y los innovadores (Brown y Clarke 2007). A través de las entrevistas se identificó en Montevideo que no existe una relación de trabajo en conjunto y confianza entre los Nichos y el Régimen establecido. Para el Régimen establecido y particularmente los sectores saneamiento y limpieza de la Intendencia de Montevideo, los proveedores de “ciencia y conocimiento” son fundamentalmente empresas privadas de servicios; por ejemplo para el sector saneamiento son aquellas asociadas al PDSDUM.

Para efectivizar los cambios es necesario tener una agenda de objetivos vinculantes que sean posibles de realizar y con un cronograma asociado. Estos objetivos “obligan” o “siembran” cierto estándar de prácticas. Se deben sustentar en la capacidad y cantidad de trabajadores y en los recursos económicos necesarios. Los objetivos deben ser medibles y específicos siendo posible de evaluar y cambiar las estrategias. Deben incorporar además a todos los actores necesarios para un cambio (Brown y Clarke 2007).

En Montevideo existe una agenda de acciones que redundan en minimizar impactos ambientales adversos, aunque en los discursos la disminución de impacto ambiental adverso no adquiere prioridad. Asociado al tema de

revalorización de la trama hídrica urbana y disminución de los residuos sólidos en la trama hídrica no existe una agenda ambiental explícita. Al mismo tiempo la institución IM no tiene internamente lineamientos ambientales específicos asociados a la calidad de la trama hídrica urbana, especialmente los cursos de agua interiores y a la calidad de escurrimiento pluvial. Se hace monitoreo de calidad de las aguas, ver Capítulo 11 página 420, pero no hay objetivos específicos de la gestión asociados a calidad de agua de la trama hídrica urbana, o a cargas contaminante vertidas a los cuerpos receptores desde los sistemas de saneamiento, drenaje y gestión de residuos.

El esquema de transición hace énfasis en el rol de un articulador responsable por la mejora de la calidad de la trama hídrica urbana, que coordine los diferentes actores interesados y los diferentes frentes de abordaje, realice un seguimiento y se responsabilice por los resultados finales. Este actor debe ser responsable de la trama hídrica urbana en su integralidad, con el mandato de mejorar su calidad ambiental e influenciar (minimizándolas) en las prácticas que conducen al deterioro de la calidad ambiental. Debe respaldar proyectos piloto, e impulse políticas y regulaciones (Brown y Clarke 2007). No existe actualmente este rol dentro del gobierno nacional, departamental ni municipal; no existe un responsable de articular acciones para mantener y mejorar la calidad ambiental de la trama hídrica urbana. Surge en las entrevistas realizadas que el Departamento de Desarrollo Ambiental

está en proceso de reorganización para generar el rol de responsable de los ecosistemas urbanos.

La Financiación estratégica es un componente del contexto que promueve transiciones sustentables. Son ingresos de dinero con el objetivo particular de solucionar temas críticos a cada transición: investigaciones específicas, desarrollo de cierta tecnología, o casos de aplicación (Brown y Clarke 2007). Surge en las entrevistas que la UER puede promover financiaciones específicas para mejorar la calidad de la trama hídrica urbana y eventualmente, en caso de que el tema resulte prioritario, minimizar los residuos sólidos presentes en la misma.

Se destaca la importancia de los casos piloto y del aprendizaje al hacer: los promotores deben probar nuevas ideas evaluando permanentemente la interiorización de las mismas. Los casos piloto dan la oportunidad de probar herramientas, discutiendo e interiorizándolas por parte de los trabajadores. Al mismo tiempo brindan un espacio dónde analizar y resolver los problemas que puedan experimentarse. Deben estar acompañados de estrategias de difusión de la experiencia y se deben usar para facilitar la incorporación de nuevos paradigmas

11.6.6 DISCURSOS Y ÁMBITOS DE CAMBIO

Se analiza la narrativa dominante y los ámbitos de cambio descritos en el Capítulo 6 Discursos y ámbitos de cambio, página 153.

11.6.6.1 NARRATIVA DOMINANTE

A través de las entrevistas se percibe que la narrativa dominante de lo que se realiza actualmente es muy negativa. Se considera que la estrategia actual no da el resultado esperado, percibiéndose equivocada. Algunas de las críticas que surgieron en las entrevistas son las siguientes:

- No se ha encarado como un problema conjunto, se identifica claramente que muchos actores que tienen responsabilidad derivan responsabilidades hacia otros, dado que no perciben que tengan capacidad de abordar la problemática.
- Falta de planificación, de capacidad organizativa sistematizada y capacidad ejecutiva. No se identifican consignas claras. En el sector limpieza se perciben incertidumbres en las líneas de trabajo, que cambian cada poco tiempo, y no permiten entonces que cada línea de trabajo dé sus frutos. Al mismo tiempo esta incertidumbre refuerza la inercia de la institución, como mecanismo de defensa frente a movimientos propuestos y no interiorizados por los trabajadores.
- La manera de trabajar en residuos sólidos en la trama hídrica urbana es la más cara posible. Sacar los residuos de los cursos de agua es más caro que retenerlos sistemáticamente en los cursos de agua y en el drenaje o evitar en fuente que se

vierdan allí. Se identifica que se malgasta esfuerzo no se soluciona el problema.

- La metodología de trabajo actual es predatoria, elimina la vegetación, el ecosistema.
- No hay un enfoque integral.
- Hay un enfoque de actuación localizada en el territorio sin identificar el proceso de los residuos, esto es sin identificar los diferentes factores que influyen en el tema y las causas del mismo. Los residuos en la trama hídrica urbana son fugas del proceso formal de gestión de los residuos. El enfoque de actuación actual no identifica esto, entonces no puede actuar sobre las causas.

La elaboración de una narrativa dominante no se ve como una estrategia. Un ejemplo de lo anterior es que en procesos de planificación de importancia, como el PDSDUM, no existe una elaboración de una relatoría del proceso.

La narrativa dominante se debe permear a lo largo de toda la institución, alineando abordajes y objetivos. A lo largo de las entrevistas se percibe que a medida que se desciende en la escala jerárquica y las tareas se vuelven más específicas se pierde el objetivo final de cada tarea y disminuye la motivación de los trabajadores. Esto se percibe claramente al preguntar las palabras que se vienen a la mente al nombrar los cursos de agua: los

cargos altos nombran palabras como “disfrute” y los cargos que más operativos o relacionados en el territorio nombran palabras como “inabarcable”.

11.6.6.2 ÁMBITOS DE CAMBIO

Es importante identificar cuáles son los ámbitos de cambio prioritarios para enfocar el trabajo en ellos. Asentar los dominios de cambio refuerza la inercia de la institución: aunque cambien los promotores políticos de los cambios se continúan las líneas de trabajo a través de estos espacios clave. Se identifican como ámbitos de cambio prioritarios:

- los ejecutores directos, aquellos que trabajan directamente con los residuos en la trama hídrica urbana
- la recolección de información, de manera de generar información histórica que permita analizar el sistema a futuro
- el regulador, como elemento para hacer presión externa

11.6.7 PROMOTORES DEL CAMBIO

La capacidad de la institución para tener un abordaje desde diferentes perspectivas con el fin de lograr innovaciones requiere de herramientas que se describen en el Capítulo 6, página 154.

- Habilidades e información técnica, acceso a casos demostrativos y aplicaciones.

No se identifican en la IM la pertenencia a redes de intercambio de experiencias, no se han realizado estudios de caso piloto respecto a este tema.

- Comunicación y compromiso entre profesionales, expertos y población, pertenecientes a dentro y fuera de la organización.

Se identifica poca comunicación institucional entre profesionales

- Características personales e interpersonales de los integrantes: persistencia, paciencia, manejo del conflicto y receptividad a nuevas ideas.

Las entrevistas no abordaron las características de los trabajadores. Se destaca que los trabajadores son de suma importancia, son los responsables de traer e incorporar nuevas tecnologías. La identificación y el empoderamiento de líderes de cambio es una estrategia de continuidad de las políticas, especialmente cuando los cambios están asociados a personas en cargos políticos que cambian quinquenalmente.

12 CONCLUSIONES

La minimización de residuos sólidos en la trama hídrica urbana es parte de abordajes sustentables de la gestión de la trama hídrica urbana. Si se quiere una trama hídrica urbana sin residuos sólidos se deben cambiar abordajes priorizando el valor ambiental de la trama hídrica urbana. Es por esto que las dificultades en implementar soluciones a este problema se pueden considerar similares a las de implementar gestiones sustentables.

La gestión en el Departamento de Montevideo se encuentra generalizada-mente en la fase o paradigma de drenaje (priorizando canalizaciones), ha-biendo comenzado algunas estrategias de la fase gestión de arroyos urba-nos y preservación del ciclo hidrológico.

Para avanzar a paradigmas más sustentables se hace necesario vencer resistencias, no solamente tecnológicas y económicas, sino principalmente institucionales y sociales.

Los residuos sólidos en los cursos de agua urbanos están directamente asociado la población. Minimizar los residuos en la trama hídrica depende fuertemente de reforzar los lazos emocionales con los espacios y aumentar la conciencia ambiental.

La cantidad y composición de los residuos encontrados en la trama hídrica es particular de cada cuenca, dado que depende fuertemente de particularidades del territorio y condiciones hidrometeorológicas. Sumado a lo anterior las experiencias antecedentes de monitoreos de residuos en cursos de agua presentan mediciones en diferentes unidades (volumen, peso drenado, húmedo, seco) que dificulta la comparación de los resultados y, muchas veces, no aportan todos los datos necesarios del contexto como para poder caracterizarlo e identificar la influencia del contexto en la cantidad de residuos encontrados. Es difícil entonces extrapolar las experiencias previas de monitoreo a Montevideo. Al mismo tiempo las estimaciones teóricas se deben calibrar para cada sitio. Es recomendable entonces que se realicen experiencias piloto en cuencas particulares de Montevideo para identificar la carga de residuos y tener de esta manera información para una mejor gestión.

Se identificó en la búsqueda bibliográfica una serie de medidas de minimización de residuos en la trama hídrica urbana, estructurales y no estructurales, que se considera posibles de instalar en Montevideo. Se considera que la gestión de las aguas urbanas tiene la capacidad, técnica y económica, como para poder llevar a cabo alguna de las medidas planteadas. Por otro lado, se considera que la estrategia de desobstrucción que se realiza hoy no es una estrategia eficaz de minimización de residuos en la trama

hídrica urbana. La estrategia actual no valoriza la trama hídrica superficial, siendo incluso predatoria.

Los impedimentos para la aplicación de medidas integrales son fundamentalmente institucionales. La dificultad en el abordaje del tema está muy ligada a la institucionalidad de la IM; la fragmentación temática y territorial, la organización jerárquica de la institución. En particular se identificó a través de entrevistas que existe la percepción desde los grupos de trabajo de saneamiento y limpieza, que el problema es “de otro”, por lo que el tema no es priorizado. Se destaca que los impedimentos a la gestión que se encontraron en Montevideo son similares a aquellos que existen en otras ciudades para la incorporación de medidas sustentables.

Este problema y las soluciones al mismo se enmarcan en la implementación de abordajes sustentables. El análisis de caso de esta tesis trata entonces de responder a la pregunta ¿por qué tenemos residuos sólidos en la trama hídrica urbana? a través de un análisis institucional, Perspectiva Multi Nivel, que es particularmente adecuado para tecnologías socio técnicas.

Las entrevistas realizadas mostraron claves, que se describen a continuación, para entender la gestión actual, sus oportunidades e inercias al cambio.

No se percibe una valoración de los cursos de agua urbanos como un recurso en sí mismo, como un elemento de mejora de la calidad urbana con

una identidad y valoración propia. Tampoco se percibe una valoración de las aguas de escurrimiento pluvial en general como un recurso urbano. Esta falta de valoración se percibe a nivel nacional y departamental, particularmente en el régimen socio técnico. En particular se observó poca presencia del tema residuos sólidos en la trama hídrica urbana en todos niveles analizados.

La gente, los medios de comunicación y los grupos de población organizada no demandan acciones asociadas al problema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana. Las causas de esto puede ser que la cantidad de gente afectada es poca en relación a la población de Montevideo y al mismo tiempo los afectados tienen poca voz en los medios de comunicación.

Las demandas de la población afectada son específicas sobre las consecuencias de los residuos sólidos en la trama urbana; usualmente se demanda la solución de inundaciones por obstrucciones en el cauce y no se demanda una mejora ambiental del curso. Muchas veces se solicita por los vecinos y Municipios directamente la canalización y el entubamiento de los cursos de agua.

A su vez las líneas de acción en las instituciones priorizan los problemas que afectan a mucha gente o tienen mayor visibilidad, por lo que este tema no se aborda; a nivel departamental y nacional existen otras prioridades.

Tanto externamente como internamente a la IM y al Régimen socio técnico se percibe la necesidad de un cambio del accionar actual. A lo largo de las entrevistas se remarca que el accionar actual no cumple los objetivos deseados, es costoso y, en el caso de la trama hídrica a superficie libre, es predatorio. Existe una ventana de oportunidad para la generación de nichos, ya que el régimen actual tiene problemas internos que no pueden resolverse mediante mejoras o cambios incrementales del paradigma establecido.

El tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana no es prioritario frente a otros como para destinar tiempo y recursos para que este cambio suceda. Que un tema se priorice o no depende fuertemente de los criterios que se tengan en cuenta. En la población y en las instituciones no se visualiza una priorización en la acción dependiendo del impacto ambiental de los temas, sino que las demandas parecen tener relación con el confort del ciudadano.

Al mismo tiempo no se visualiza cómo resolver este tema. Existe desestímulo a la hora de plantear un nuevo abordaje, dada la falta de espacios para la innovación y cambio. Existe la sensación de que no vale la pena abordar el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana o porque es “demasiado grande” o porque la manera de pensar y hacer actual generan “ceguera” que hace invisible el problema, tal como se expresa en el marco teórico.

La situación actual de fragilidad del régimen sociotécnico significa también una oportunidad para el cambio, pero para que esto suceda deben surgir nuevas ideas desde nichos de innovación.

Dentro de la IM la División Limpieza es el responsable del proceso de residuos sólidos desde que se generan hasta su disposición final adecuada identificando las fugas de residuos hacia los cursos de agua. Pero no hay tampoco un actor que se responsabilice de la gestión integral de la trama hídrica urbana de forma integral, teniendo en cuenta la calidad de las aguas de escurrimiento y la calidad ambiental de cursos de agua y drenaje superficial. Existe, sí, un responsable de la trama hídrica enterrada, sea macro como micro drenaje.

La cantidad y diversidad de actores hace necesaria una figura con responsabilidad operativa del proceso de residuos y de localidad de la trama hídrica urbana, que logre articular y alinear con un mismo objetivo el accionar de los diferentes actores.

Se necesita un abordaje que considere la globalidad del proceso de residuos y de los ecosistemas asociados a los recursos hídricos y la interrelación entre ambos sistemas. Se debe incluir el tema de residuos sólidos en la trama hídrica urbana como parte de las externalidades de este proceso.

Es necesario que se generen herramientas para una gestión transversal, que facilite una mirada integral y holística a los problemas. Esta gestión

transversal debe superar la fragmentación existente entre diferentes sectores, logrando una acción integrada y arreglos institucionales más flexibles.

Se deben generar ámbitos institucionales de diálogo entre diferentes actores. Actualmente las coordinaciones dependen de improntas personales, lo que le da debilidad al sistema. Los funcionarios individuales no tienen la fuerza ni la continuidad de una oficina o rol que pertenezca a una institución. El cambio en la gestión no solamente debe apuntar a una mayor eficiencia y eficacia sino a valorar la trama hídrica urbana como un recurso.

Dada la cantidad de actores y la multiplicidad de miradas es importante lograr lineamientos comunes en este tema.

Es necesario establecer una línea ambiental por parte de la IM y comunicar internamente la misma en todos los niveles jerárquicos.

Se identifica importante reforzar en la institución las herramientas para un cambio. Actualmente el hacer de la institución depende mucho de improntas personales, dado que no hay lineamientos específicos ambientales, procedimientos de trabajo, agendas de objetivos asociados al tema. La fuerte impronta personal con la que se abordan los trabajos refleja la capacidad de los trabajadores de la institución, pero los paradigmas en que se basan los trabajos no tienen por qué alinearse a un paradigma institucional.

Se destaca la necesidad de priorizar las acciones a través de criterio ambiental y no solo antropocéntrico, tanto por parte del nivel Paisaje como de Régimen socio técnico.

Se observa a lo largo de las entrevistas que quienes actúan directamente en el curso de agua no tienen una conceptualización de su tarea en un marco más global. Sus objetivos están asociados al cumplimiento de cierta tarea (retiro de material con retro) y no a por ejemplo preservación del curso de agua. La mejor proyección a futuro de su trabajo está entonces asociada a una mejora de técnica dentro de la trayectoria cognitiva actual (una nueva maquinaria, más recursos) y no a un cambio en la manera de realizar las tareas.

Hace falta la definición de un contrato hidrosocial, que explicita las acciones que se realizarán en la trama hídrica urbana, este contrato debe incorporar la concepción ambiental de la población. Las demandas y prioridades de los vecinos deben considerarse al establecer el destino de los recursos, dependiendo de lo que la población priorice y esté dispuesta a pagar.

Las soluciones deben tener en cuenta el contexto socio económico y el comportamiento de los vecinos en relación a los residuos. Deben tener un enfoque territorial e incluir al tercer nivel de gobierno, organizaciones de vecinos, organizaciones ambientales.

Se debe identificar cuáles son las combinaciones “residuo, contexto, persona” que en Montevideo son más frecuentes y trabajar sobre ellas. El trinomio material de descarte, asentamiento, clasificador informal puede ser de prioridad, pero además se debe tener políticas de trabajo con la población para evitar vertidos en cualquier lugar de la superficie de las cuencas, y especialmente en las zonas cercanas a los cursos de agua.

Se identifican diferentes temas para facilitar un cambio hacia una trama hídrica urbana de mejor calidad y por lo tanto hacia la minimización de residuos sólidos en la trama hídrica urbana.

En este caso la IM ejecuta acciones sobre los cursos de agua, es responsable del proceso de residuos sólidos cuyas fugas producen este problema y al mismo tiempo responsable del control de calidad ambiental. Se necesita la figura de un regulador externo, que a partir de los contratos hidro sociales identifique responsabilidades y controle que las mismas se cumplan, presionando para una mejor gestión.

Es necesario incorporar herramientas para agilizar cambios institucionales. Particularmente herramientas de capacitación y de coordinación.

Se destaca la importancia de casos demostrativos de aprendizaje, experiencias piloto que permitan un aprendizaje y generar confianza en las herramientas.

Se destaca la necesidad de elaboración de un discurso institucional sobre el tema, que refleje la articulación entre los actores participantes y unifique el lenguaje, dada la multiplicidad de disciplinas necesarias para el abordaje.

La cultura de trabajo institucional presenta rigideces al cambio. Dada la falta de protocolos y la trasmisión oral de los mismos cualquier cambio de la metodología de trabajo no será una discusión para mejorar un protocolo sino para cambiar la manera de hacer que cada trabajador ha ido desarrollando a lo largo del tiempo. Sin procedimientos, sin cometidos específicos, sin líneas ambientales no hay abordajes institucionales y el paradigma en el que se realiza un trabajo varía entre los trabajadores o entre pequeños grupos de trabajadores, siendo muy heterogéneo en la institución.

Estos actores pueden no estar alineados con paradigmas de protección de la trama hídrica urbana. La IM debe hacer esfuerzos en concientizar y dar información sobre el valor de la trama hídrica como recurso.

A pesar que este problema es conocido y causa un impacto de magnitud no existen datos para diagnosticarlo cabalmente. Actualmente el monitoreo de material retirado de la trama hídrica urbana y de la superficie de las cuencas que se realiza no permite cruzar datos, dado que las unidades son diferentes. Al mismo tiempo la información se encuentra dispersa y data de pocos meses. Tampoco se realiza un monitoreo integral de la calidad de la trama hídrica urbana.

Se identifican diferentes estrategias a futuro para cambiar el abordaje existente a un abordaje que priorice lo ambiental y facilite que este tema se asuma y se solucione.

Se necesita integrar y analizar la información existente con el objetivo de evaluar el proceso de la gestión de residuos sólidos y su impacto en la trama hídrica urbana. La información se debe difundir a los diferentes actores, logrando una mejor transferencia, horizontal y vertical, entre diferentes niveles. Es de importancia incorporar nuevos relevamientos que en particular tiendan a cuantificar los volúmenes que potencialmente puede llegar a la trama hídrica urbana y monitorear la calidad de los recursos hídricos, no solo la calidad de agua.

Se destaca también la necesidad de realizar una experiencia de cuantificación de residuos en la trama hídrica urbana, superficial y enterrada.

Se visualiza necesario elaborar líneas ambientales institucionales, que se puedan traducir en acciones concretas en el trabajo, y permearlas en todos los trabajadores.

Se deben lograr cambios hacia una institución con equipos de trabajo más flexibles, que puedan incorporar nuevas tecnologías con espíritu crítico.

Una de las mejores estrategias para lograr una transición hacia medidas sustentables es un programa de cambio estratégico que, como primera prioridad, se centre en el desarrollo y la estabilización de nichos con trabajo

conjunto entre la institución y la academia. Es importante que se generen casos piloto de éxito, que tengan la posibilidad de cambiar los haceres de la institución a través del aprender en la ejecución. Estos casos piloto se deben acompañar de estrategias de difusión, deben identificar y trabajar con promotores del cambio.

Para cambiar los patrones tecnológicos actuales es importante fomentar instancias de capacitación y encuentros de técnicos sobre la mejora de la gestión de la trama hídrica urbana y particularmente sobre la calidad de la misma y la minimización de residuos sólidos.

No existe una configuración de políticas que faciliten que el sector privado tome iniciativa e invierta en el tema. Esto pone el peso económico de los cambios en los vecinos. Se debe fomentar la interacción con los privados y la facilitar que puedan invertir apoyando una gestión sustentable de las aguas urbanas.

Se identificó que el significado emocional de los espacios es importante para evitar los vertidos. Se debe trabajar en la resignificación de la trama hídrica urbana para la población. Se deben realizar estrategias para que el contexto social – ambiental asociado a los cursos de agua determine que la norma es no verter residuos.

13 ANEXO 1: RECOPIACIÓN DE NORMATIVA NACIONAL Y DEPARTAMENTAL

1978 - Decreto Ley N° 14.859 - Código de Aguas

El Código de Aguas refiere principalmente a las aguas en el medio rural. Se manifiesta en la protección de los recursos hídricos estableciendo fajas de defensa para el Océano Atlántico, el Río de la Plata, río Uruguay y Laguna Merín. Entre otros temas define la inundación y establece el régimen domini- nial de cursos de agua. Esta Ley determina herramientas para gestionar conflictos relacionados al agua, con una visión fuertemente rural. Trata prin- cipalmente de cantidad, disponibilidad y dominio de las aguas, pero no re- fiere a calidad.

1990 - Ley N° 16.112 – Ley de Creación del Ministerio de Vivienda, Or- denamiento Territorial y Medio Ambiente

Esta Ley determina en el Artículo 3 las competencias del Ministerio de Vi- vienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, entre las que se desta- can:

“La reglamentación de las condiciones que deban reunir las áreas urbanas y suburbanas para el afincamiento de viviendas que se

construyan de acuerdo a la Ley 13.728⁶ (...) La formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los planes nacionales de desarrollo urbano y territorial y la instrumentación de la política nacional en la materia (...) La formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los planes nacionales de protección del medio ambiente y la instrumentación de la política nacional en la materia (...) La coordinación con los demás organismos públicos, nacionales o departamentales, en la ejecución de sus cometidos”.

En el Artículo 6 esta ley asigna al MVOTMA el control de “*las actividades públicas o privadas cumplen con las normas de protección al medio ambiente*” Artículo 6, la implementación de sanciones y la constitución de una Comisión Técnica Asesora para la Protección del Medio Ambiente (CO-TAMA).

1990 - Ley de Rendición de cuentas N 16.134 - Ley de creación de DINAMA

Ley que crea a DINAMA en su Artículo 37; “*Tendrá a su cargo la ejecución de los programas presupuestales siguientes (...) Formulación, ejecución, supervisión y evaluación de los planes de protección del medio ambiente*”.

⁶ Ley 13.728 Plan Nacional de Vivienda

1991 - Decreto 253/79 - Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas, última modificación realizada en 1991

El Artículo 3 establece una clasificación de cursos de agua, determina como cuerpos de agua Clase 4 aquellos *“que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio”*. De manera tácita se asume que los cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas pueden no tener el objetivo de *“la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica”* correspondiente a Clase 3 o no cumplir con el objetivo de *“recreación por contacto directo con el cuerpo humano”* correspondiente a Clase 2 b).

El Artículo 4 habilita usos posiblemente relacionados con lo urbano que hoy, dada la concepción ambiental de Uruguay, no se consideran válidos tal como el transporte de aguas residuales: *“Quedan excluidos de esta clasificación los cuerpos de aguas destinados al tratamiento o transporte de aguas residuales.”*

En el Artículo 5 determina las características que deben tener los cursos de agua clasificados como Clase 4. Estas condiciones se enfocan en contaminantes suspendidos o disueltos, determinando olor *“no objetable”* y *“material flotante y espumas no naturales (...) virtualmente ausentes”*. Para Clase 3 determina olor *“no perceptible”* y *“material flotante y espumas no naturales”*

(...) *ausentes*". No menciona residuos sólidos en particular, aún en el caso de cursos de agua urbanos.

En el Artículo 11 se establecen las condiciones de vertido de efluentes directo a curso de agua.

El Artículo 12 se establece que:

"En todos los casos no se admitirá vertimiento cuando (...)

b) Contengan elementos gruesos eliminables por rejillas de 15 mm de separación entre barras para el de desagüe a colector o, 10 mm de separación entre barras para el de desagüe a cursos de agua.

c) Contengan elementos como ser lana, pelo, lana, paja, estopa, tejidos, etc. (...)

e) Contengan toda otra sustancia o elemento que pueda producir directa o indirectamente inconvenientes de cualquier naturaleza en las redes de alcantarillado, en su conservación o en los lugares de desagüe.

1994 - Ley N° 16.466 - Declaración de interés general de la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación

Esta ley en su primer Artículo declara:

“de interés general y nacional la protección del medio ambiente contra cualquier tipo de depredación, destrucción o contaminación, así como la prevención del impacto ambiental negativo o nocivo y, en su caso, la recomposición del medio ambiente dañado por actividades humanas”.

En el Artículo 5 se determina que es el MVOTMA el que;

“llevará un registro de los estudios de evaluación de impacto ambiental referidos a todas las actividades, construcciones u obras descritos en el artículo siguiente, así como aquellos otros no mencionados específicamente y que, a juicio del citado Ministerio, puedan ser susceptibles de provocar un impacto ambiental de entidad”.

Establece herramientas que aseguren que los emprendimientos, planes y actividades en general minimicen los impactos al ambiente. En el Artículo 6 determina que ciertas actividades *“quedan sometidas a la realización previa de un estudio de impacto ambiental”* y enumera las mismas. En particular, relacionado con los recursos hídricos, determina que deberán realizar estos estudios para las obras *“que se proyectaren realizar en la faja de defensa costera definida por el artículo 153 del Código de Aguas”.*

En el Artículo 7 determina que:

“Para iniciar la ejecución de las actividades, construcciones u obras en las que estén involucradas (...) los interesados deberán obtener

la autorización previa del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente el que requerirá el asesoramiento del o de los Ministerios o Gobiernos Departamentales que tuvieran que ver con dichas obras o trabajos”.

Establece también la comunicación y participación de la ciudadanía en el

Artículo 14:

“El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente podrá disponer la realización de una audiencia pública, cuando considere que el proyecto implica repercusiones graves de orden cultural, social o ambiental (...) en la que podrá intervenir cualquier interesado”.

1997 - Decreto 257/1997 - competencias en materia ambiental a DINAMA

Este Decreto determina la estructura organizativa de la Dirección Nacional de Medio Ambiente y las competencias de cada División.

En el Capítulo II referente a los Cometidos de DINAMA le otorga el cometido de:

“Formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes para medir y evaluar el estado de la calidad de los recursos ambientales: recursos hídricos, aire y ecosistemas incluyendo áreas naturales protegidas y las

zonas costeras (...) Formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes para prevenir el impacto ambiental de actividades humanas o proyectos, incluyendo el fomento de la conciencia ambiental (...) Formular, ejecutar, supervisar y evaluar planes de control de las actividades públicas y privadas que incidan en la calidad de los recursos ambientales”.

En cuanto a la coordinación este Decreto, en el Capítulo 2, encarga a DINAMA de la coordinación en los temas de protección del medio ambiente.

En cuanto al control y monitoreo ambiental también en el Capítulo 2 encarga a DINAMA de:

“Medir parámetros ambientales en el agua, aire y ecosistemas para evaluación de la calidad ambiental (...) Medir parámetros físicos, químicos y biológicos para el control de los agentes que inciden en la calidad de los recursos ambientales”.

En el Capítulo 3, que refiere a la estructura organizativa da obligaciones de evaluación y control a dos divisiones:

-División Evaluación de Calidad Ambiental compete

“Asegurar la implantación y funcionamiento eficiente del Sistema de Medición y Evaluación de Calidad Ambiental, a través del desarrollo de los programas de evaluación del aire, agua y ecosistemas; la

implantación del sistema de información ambiental relativo al aire, agua, suelos y biota y el desarrollo de la función de normalización técnica de metodologías de medición y de evaluación de la calidad ambiental (...) Proponer la regulación y realizar el control de la actividad de medición de parámetros ambientales en agua, aire y ecosistemas a ser realizada por terceros.”

-División Control Ambiental compete:

“Asegurar la implementación y funcionamiento eficiente del Sistema de Control Ambiental, a través del desarrollo de los programas de emisiones al aire, ruidos, efluentes líquidos, manejo de residuos sólidos, sustancias peligrosas y actividades en áreas especiales de protección (...) Proponer la regulación y realizar el control de la actividad de medición de parámetros físicos, químicos y biológicos a ser realizada por terceros”.

2000 - Ley N° 17.234 - Creación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Esta Ley determina en el Artículo 1:

“Declárase de interés general la creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, como instrumento de

aplicación de las políticas y planes nacionales de protección ambiental (...) se entiende por Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas el conjunto de áreas naturales del territorio nacional, continentales, insulares o marinas, representativas de los ecosistemas del país, que por sus valores ambientales, históricos, culturales o paisajísticos singulares, merezcan ser preservados como patrimonio de la nación, aun cuando las mismas hubieran sido transformadas parcialmente por el hombre”.

El Artículo 2 determina los objetivos específicos del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y refiere a los recursos hídricos en el siguiente objetivo: *“Evitar el deterioro de las cuencas hidrográficas, de modo de asegurar la calidad y cantidad de las aguas”.*

El Artículo 4 refiere a las áreas de conservación o reserva departamental:

“Son aquellas áreas de conservación o reservas declaradas como tales por los Gobiernos Departamentales, las que podrán ser incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Poder Ejecutivo, de conformidad con lo dispuesto por la presente ley”.

2000 - Ley N° 17.283 - Declaración de Interés General de Protección Ambiental

Esta Ley entiende por desarrollo sostenible como *“aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”*. Declara de interés general:

“a) La protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje, b) La conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa, c) La reducción y el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas y de los desechos cualquiera sea su tipo d) La prevención, eliminación, mitigación y la compensación de los impactos ambientales negativos (...) f) La cooperación ambiental regional e internacional y la participación en la solución de los problemas ambientales globales, g) La formulación, instrumentación y aplicación de la política nacional ambiental y de desarrollo sostenible”.

Determina que *“Los habitantes de la República tienen el derecho a ser protegidos en el goce de un ambiente sano y equilibrado”*. Al mismo tiempo establece en que *“Las personas físicas y jurídicas, públicas y privadas, tienen el deber de abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves del medio ambiente”* (Artículos 2 y 3).

En el Artículo 4 establece que: *“Es deber fundamental del Estado y de las entidades públicas en general, propiciar un modelo de desarrollo ambientalmente sostenible, protegiendo el ambiente y, si éste fuere deteriorado, recuperarlo o exigir que sea recuperado”*.

En las Disposiciones especiales presentes en el Capítulo III se determinan acciones a realizar en diferentes ámbitos: Calidad del aire, Capa de ozono, Cambio climático, Sustancias químicas, Residuos, Diversidad biológica y Bioseguridad. No da disposiciones especiales para cursos de agua o recursos hídricos en general. En cuanto a los residuos determina que *“Es de interés general la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse del manejo y disposición de los residuos cualquiera sea su tipo”*.

El Artículo 21 determina que:

“El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente -en acuerdo con los Gobiernos Departamentales (...) dictará las providencias y aplicará las medidas necesarias para regular la generación, recolección, transporte, almacenamiento, comercialización, tratamiento y disposición final de los residuos”.

En el Artículo 25 refiere a los recursos hídricos determinando que el *“Ministerio de Transporte y Obras Públicas y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente llevarán conjuntamente el inventario*

hídrico del país". En este inventario no involucra a los Gobiernos Departamentales.

Se destaca que el Artículo 6 refiere a los principios de política ambiental, en particular determina que:

“La gestión ambiental debe partir del reconocimiento de su transectorialidad, por lo que requiere la integración y coordinación de los distintos sectores públicos y privados involucrados, asegurando el alcance nacional de la instrumentación de la política ambiental y la descentralización en el ejercicio de los cometidos de protección ambiental”.

En el Artículo 12 establece que se debe elaborar un informe anual sobre la situación ambiental nacional, que *“deberá contener información sistematizada y referenciada, organizada por áreas temáticas”*. Establece también que se le dará amplia difusión pública.

2004 – Modificación del Artículo 47 en la Constitución de la República, aprobada por el plebiscito “Reforma del Agua”

La Constitución de la República determina en el Artículo 47 que:

“La protección del medio ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves al medio ambiente”.

En cuanto a la gestión del agua y saneamiento establece:

“El agua es un recurso natural esencial para la vida. El acceso al agua potable y el acceso al saneamiento, constituyen derechos humanos fundamentales.

- 1) *La política nacional de Aguas y Saneamiento estará basada en:*
 - a. *el ordenamiento del territorio, conservación y protección del Medio Ambiente y la restauración de la naturaleza.*
 - b. *la gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general. Los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos; estableciéndose las cuencas hidrográficas como unidades básicas.*
 - c. *el establecimiento de prioridades para el uso del agua por regiones, cuencas o partes de ellas, siendo la primera prioridad el abastecimiento de agua potable a poblaciones.*
 - d. *el principio por el cual la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico.*

2) Las aguas superficiales, así como las subterráneas, con excepción de las pluviales, integradas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal, como dominio público hidráulico.

3) El servicio público de saneamiento y el servicio público de abastecimiento de agua para el consumo humano serán prestados exclusiva y directamente por personas jurídicas estatales.”

Este Artículo está muy asociado a la gestión de los servicios de agua para consumo humano y saneamiento. Es importante recalcar la definición que se utiliza de saneamiento y aguas superficiales pluviales. Para aclarar a qué se refiere legalmente en Uruguay el término “saneamiento” es necesario referirse a la Ley N° 18.610 sobre Política Nacional de Aguas y su reglamentación Decreto N° 78/010.

2004 - Ley N° 17.849 - Uso de envases no retornables

Esta Ley, en su Artículo 1º, declara de interés general:

“la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse de los envases cualquiera sea su tipo, así como del manejo y disposición de los residuos de los mismos (...) A tales efectos, promoverá la reutilización, el reciclado y demás formas de valorización de los residuos de envases, con la finalidad de evitar su inclusión como parte de los residuos sólidos comunes o domiciliarios”.

El Artículo 2 determina el ámbito de aplicación:

“quedan comprendidos dentro del ámbito de aplicación de esta ley, todos los envases puestos en el mercado y residuos, incluyendo los envases de venta o primarios, colectivos o secundarios y los de transporte o terciarios”.

Determina que los fabricantes e importadores de envases deben tener un plan de gestión de residuos. En el Artículo 6 refiere a estos planes diciendo que:

“Deberán prever en su ámbito de aplicación, el cumplimiento de los objetivos de reducción, retornabilidad, reciclado y valoración, en los porcentajes y plazos que se establezcan (...) Dichos planes podrán incluir sistemas voluntarios de retornabilidad, instrumentos de promoción de la misma y también el establecimiento de mecanismos de cobro de una cantidad individualizada y uniforme para todos los comercios de plaza, como depósito o seña, por cada envase que sea objeto de la transacción.”

2005 – Resolución Ministerial S/N – Clasificación de cuerpos de agua

Esta resolución establece una clasificación, en forma genérica y para todos los cuerpos y cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km² y que a la fecha no han sido clasificados, en la clase 3 prevista en el Artículo 3 del Decreto 253/79.

2005, setiembre - Decreto 349/05 - Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental

El Decreto 349/05 reglamenta la Ley N° 16.466. Establece los procedimientos de Evaluación de impacto ambiental, Autorización Ambiental Previa, Viabilidad Ambiental de Localización y Autorización Ambiental Especial.

2005, diciembre - Ley N° 17.930 - , Presupuesto nacional de sueldos, gastos e inversiones

Esta Ley determina quién debe proponer políticas de agua y saneamiento y qué énfasis deben tener las mismas:

“El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente propondrá al Poder Ejecutivo, en atención a lo dispuesto en el artículo 47 de la Constitución de la República, la formulación de las políticas nacionales de agua y saneamiento.

En particular, y en relación al desarrollo y gestión de los servicios de agua potable y saneamiento, atenderá especialmente su extensión y las metas para su universalización, los criterios de prioridad, el nivel de servicios e inversiones requerido, así como la eficiencia y calidad prevista. En sus propuestas atenderá la participación efectiva de los usuarios y de la sociedad civil en todas las instancias de planificación, gestión y control.”

2007 - Decreto N° 260/007 - Reglamentación de la Ley 17.849 sobre reciclaje de envases

Este Decreto reglamenta la Ley 17.849; establece las obligaciones de los elaboradores o importadores de envases y el contenido que deben tener los Planes de gestión de envases.

En el Artículo 4 da características de los planes de gestión de residuos de envases:

“a) Establecer el correspondiente ámbito de aplicación y los mecanismos, porcentajes y plazos de cumplimiento de los objetivos de reducción, retornabilidad, reciclado y valorización. b) Tender a la implementación a escala nacional y en forma gradual, de circuitos de recolección limpios, eficientes y seguros. La gradualidad refiere a la cobertura geográfica y al porcentaje de recuperación de envases no retornables. c) Contribuir a la inclusión social de los clasificadores, a través de la formalización del trabajo en los sistemas de recolección, clasificación y/o valorización de envases, contemplando la realidad social de cada área geográfica”.

En el Artículo 16 involucra a los Gobiernos Departamentales: *“Exhórtase a los gobiernos departamentales a cooperar con el sistema de retornabilidad y tratamiento previsto”* y en el Artículo 6 *“Para la aprobación de los planes deberá conocerse la opinión de la Intendencia correspondiente, la que*

deberá recabarse por la Dirección Nacional de Medio Ambiente en caso que no se encuentre incluida en la presentación por el interesado. Transcurridos 30 (treinta) días corridos desde la fecha de la solicitud de opinión, sin respuesta departamental, se considerará que no existen objeciones de parte de la Intendencia respectiva”.

2008, junio - Ley N° 18.308 - Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible

Esta Ley define en el Artículo 3 el ordenamiento territorial como:

“el conjunto de acciones transversales del Estado que tienen por finalidad mantener y mejorar la calidad de vida de la población, la integración social en el territorio y el uso y aprovechamiento ambientalmente sustentable y democrático de los recursos naturales y culturales”.

En el Artículo 4 al definir qué comprende el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible enumera, entre otros, los siguientes temas: *“La identificación y definición de áreas bajo régimen de Administración especial de protección, por su interés ecológico, patrimonial, paisajístico, cultural y de conservación del medio ambiente y los recursos naturales”* y *“La identificación de zonas de riesgo por la existencia de fenómenos naturales o de instalaciones peligrosas para asentamientos humanos.”*

El Artículo 5 enumera los principios rectores del ordenamiento territorial, se transcriben dos de ellos que se consideran directamente relacionados con este estudio:

“El desarrollo de objetivos estratégicos y de contenido social y económico solidarios, que resulten compatibles con la conservación de los recursos naturales y el patrimonio cultural y la protección de los espacios de interés productivo rural” y “La prevención de los conflictos con incidencia territorial”

La Ley describe los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial en diferentes ámbitos; regional, nacional, departamental y local. Describe también los instrumentos especiales como Planes Parciales, Planes Sectoriales, Programas de Actuación Integrada y los Inventarios, Catálogos y otros instrumentos de protección de bienes y espacios. Se determinan también los procesos para que las Intendencias elaboren sus propios instrumentos de Ordenamiento territorial.

2009 - Decreto N° 221/009 -Reglamentación de la Ley sobre Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible

Este Decreto reglamenta la Ley 18.308 sobre Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. En su Artículo 1 incorpora la dimensión ambiental a los instrumentos de ordenamiento territorial:

“Todo proceso de elaboración de instrumentos de ordenamiento territorial integrará la dimensión ambiental desde su inicio ... mediante una evaluación ambiental estratégica, en la forma y condiciones que se establece en el presente Decreto”.

En el Artículo 4 determina:

“Los estudios básicos y demás antecedentes para la elaboración del proyecto de un instrumento de ordenamiento territorial o el documento de avance al que refiere el artículo 24 de la Ley N° 18.308, incluirán la información ambiental y los estudios necesarios sobre esos aspectos, los que se reunirán y presentarán en un Informe Ambiental Estratégico. Ese informe deberá ser ajustado a lo largo del proceso de elaboración del instrumento de ordenamiento territorial”.

En el Artículo 5 explicita el contenido del Informe ambiental estratégico.

El Decreto también regula el relacionamiento con el MVOTMA, facultades del Ministerio, comunicaciones necesarias en el proceso, cómo se debe realizar la solicitud de aprobación por parte del MVOTMA, plazos y elementos de comunicación.

2009 – Ley N° 18.610 - Ley de Política Nacional de Aguas

Esta Ley determina en el Artículo 4 qué se entiende por aguas pluviales, superficiales, subterráneas, humedad del suelo y manantiales. Son de particular interés las definiciones de aguas pluviales y superficiales:

“Aguas pluviales o precipitación: el flujo de agua producido desde la atmósfera hacia los continentes y océanos. Cuando éstas acceden al continente se manifiestan como superficiales, subterráneas o humedad del suelo (...) Aguas superficiales: las que escurren o se almacenan sobre la superficie del suelo.”

El Artículo 4 establece también la dominialidad de las aguas:

“Integran el dominio público estatal las aguas superficiales y subterráneas, quedando exceptuadas las aguas pluviales que son recogidas por techos y tanques apoyados sobre la superficie de la tierra.”

En el Artículo 10 se definen los recursos hídricos *“Los recursos hídricos comprenden las aguas continentales y de transición. Se entiende por aguas continentales las aguas superficiales, subterráneas y humedad del suelo”*.

En lo referente a la conservación de las aguas, en el Artículo 7 determina *“Toda persona deberá abstenerse de provocar impactos ambientales negativos o nocivos en los recursos hídricos, adoptando las medidas de prevención y precaución necesarias”*.

En el Artículo 8 establece los principios de la Política Nacional de Aguas, se transcriben algunos de ellos:

- *“La gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general.*
- *La gestión integrada de los recursos hídricos -en tanto recursos naturales- deberá contemplar aspectos sociales, económicos y ambientales.*
- *La participación de los usuarios y la sociedad civil en todas las instancias de planificación, gestión y control.”*

En el Artículo 9 se listan los instrumentos de la Política Nacional de Aguas, entre otros:

- *“La planificación a nivel nacional, regional y local ejercida mediante planes que contengan los lineamientos generales de la actuación pública y privada en materia de aguas. Dichos planes serán de formulación obligatoria y se evaluarán y revisarán periódicamente.*
- *La coordinación institucional entre los organismos con competencia en materia de aguas.*
- *El ordenamiento territorial y la delimitación de las áreas protegidas.”*

El Artículo 11 determina que:

“La gestión de los recursos hídricos tendrá por objetivo el uso de los mismos de manera ambientalmente sustentable y contemplará la variabilidad climática y las situaciones de eventos extremos con la finalidad de mitigar los impactos negativos, en especial sobre las poblaciones.”

La definición de sustentabilidad también está dada en este artículo y complementa la presente en el Artículo 47 en la Constitución de la República:

“Se entiende por sustentable la condición del sistema ambiental en el momento de producción, renovación y movilización de sustancias o elementos de la naturaleza que minimiza la generación de procesos de degradación presentes y futuros.”

El Artículo 12 establece que la gestión de los recursos hídricos debe responder a requerimientos de la sociedad:

“Los recursos hídricos se gestionarán de forma integrada, asegurando la evaluación, administración, uso y control de las aguas superficiales y subterráneas en un sentido cualitativo y cuantitativo, con una visión multidisciplinaria y multi objetiva, orientada a satisfacer necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.”

La participación de los usuarios también está planteada en el Artículo 19:

“Los usuarios y la sociedad civil tienen derecho a participar de manera efectiva y real en la formulación, implementación y evaluación de los planes y de las políticas que se establezcan.”

2010 - Decreto N° 78/010 - Reglamentación de la Ley N° 18.610 sobre Política Nacional de Aguas

En este Decreto se determina, en el Artículo 2, a qué refiere el saneamiento:

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

Se concluye que según esta normativa el saneamiento solo refiere a las aguas servidas y eventualmente incluye las pluviales cuando el sistema es unitario.

2015 - Ley 19.355 - Presupuesto nacional de sueldos gastos e inversiones. Ejercicio 2015 - 2019

Esta Ley crea en el Artículo 33 la

"Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático", la que tendrá como cometido específico, además de los que se le asignen por norma objetiva de derecho, el de articular y coordinar con las instituciones y organizaciones públicas y privadas, la ejecución de las políticas públicas relativas a la materia de medio ambiente, agua y cambio climático".

2016 - Decreto N° 172/016 - Creación del Sistema Nacional Ambiental y reglamentación del art. 33 de la ley 19.355 relativo a la creación de la "Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático"

El Sistema Nacional Ambiental está integrado por el Presidente de la República, el Gabinete Nacional Ambiental, OSE, INUMET, el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad, la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático, el Sistema Nacional de Emergencia e invitará al Congreso de Intendentes.

Los cometidos del Sistema Nacional Ambiental están determinados por los siguientes Artículos del Decreto:

Artículo 1: "Créase el Sistema Nacional Ambiental con el cometido de fortalecer, articular y coordinar las políticas públicas nacionales en las temáticas de ambiente, agua y cambio climático, como impulso a un desarrollo ambientalmente sostenible que conserve los bienes y servicios que brindan los ecosistemas naturales, promueva

la protección y el uso racional del agua y dé respuesta e incremente la resiliencia al cambio climático...

Artículo 3: El Sistema Nacional Ambiental, a través de sus respectivos órganos competentes, tendrá los siguientes cometidos:

a) Diseñar e implementar políticas públicas transversales y sectoriales articuladas o coordinadas, que promuevan un desarrollo integral ambientalmente sostenible, proteja los bienes y servicios que brindan los ecosistemas, promuevan la conservación y el uso racional de las aguas y de respuesta e incremente la resiliencia al cambio climático.

b) Articular los planes y programas institucionales para la consideración del clima y el ciclo hidrológico, con particular atención a la protección y uso sostenible de los cursos y cuerpos de agua (superficiales y subterráneos). El objeto es dotar de agua potable y saneamiento de manera prioritaria y eficiente a la totalidad de la población que habita el territorio nacional, así como promover su uso productivo sostenible.

c) Preparar un Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de carácter estratégico, que guíe y articule las visiones y líneas de acción de los diferentes actores claves del ámbito nacional, departamental y municipal”.

Este Decreto determina en el Artículo 7 los cometidos de la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático:

a. Articular y coordinar con las instituciones y organizaciones que conforman el Sistema Nacional Ambiental la ejecución integrada de las políticas públicas relativas a ambiente, agua y cambio climático acordadas en el Gabinete Nacional Ambiental (...)

g. Articular el estudio, diseño y evaluación de instrumentos económicos para la protección del ambiente y el agua, así como la adaptación al cambio climático...”

2017 - Decreto N° 205/017 - Aprobación del Plan Nacional de Aguas

Este Decreto en el Artículo 1 aprueba el Plan Nacional de Aguas y posteriormente encomienda a la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático y al MVOTMA a diferentes acciones:

“Cométase a la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático a articular y coordinar con las instituciones y organizaciones que conforman el Sistema Nacional Ambiental la ejecución integrada de las políticas públicas asociadas a los programas y proyectos resultantes del Plan”, Artículo 4.

Por otra parte, en el Artículo 5, encomienda al MVOTMA las siguientes tareas:

“El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) deberá dar seguimiento al Plan Nacional de Aguas, en coordinación con la Secretaría Nacional de Ambiente, Agua y Cambio Climático y asimismo:

a) Elaborar el informe anual de seguimiento que será puesto a consideración de la Comisión Asesora de Agua y Saneamiento (CO-ASAS);

b) Elaborar el informe quinquenal identificando los avances, obstáculos y montos invertidos, y presentará las recomendaciones necesarias para los ajustes del Plan a efectos de su consideración por el Gabinete Nacional Ambiental;

c) Realizar el ajuste quinquenal del Plan de acuerdo al cronograma previsto en el multicitado Plan, a partir del informe quinquenal mencionado en el literal anterior “.

Se destaca que, en el Artículo 6, este Decreto determina la revisión quinquenal del Plan Nacional de Aguas, en la que se involucrará a la Comisión Asesora de Agua y Saneamiento, los Consejos Regionales de Recursos Hídricos y las Comisiones de Cuenca y Acuíferos en funcionamiento.

Se nombran algunas normas de referencia en el ámbito departamental de Montevideo.

2013 - Resolución N° 2287/13 - Convierte a UR montos de multas fijadas anteriormente

Esta resolución actualiza y convierte a Unidades Reajustables montos de multas determinadas anteriormente por la Intendencia de Montevideo. Las acciones penalizadas son varias, abarcando el espacio destinado a uso público (vía pública, plazas, paseos, playas, parques) y el privado (fincas particulares y baldíos). Las penalizaciones de interés están ubicadas en la Sección III, Artículo 4, numeral B referente a Limpieza pública, se describen algunas a continuación.

El Ítem 1 determina una multa entre 2 UR y el máximo legal (350 UR) para penalizar la disposición de residuos en el espacio público o en baldíos, que describe como la siguiente acción:

“Arrojar, verter o depositar en la vía pública, plazas, playas, parques, paseos y terrenos baldíos (estén o no cercados), basuras, residuos, tierra, escombros y desperdicios de cualquier clase, salvo autorización municipal”.

El Ítem 28 refiere a una situación similar, multando con 49 UR la acción de *“Arrojar basuras, tierras o escombros en las playas, avenidas, bulevares, ramblas y paseos del departamento”.*

La penalización para disposición en el espacio privado está dada en el ítem 5, que multa con 5 UR la acción de: *“Depositar en las fincas particulares barreduras de calles o cualquier desperdicio”* y el Ítem 19 que multa con 1 UR la *“Falta de limpieza en solares, obligación del propietario al respecto”*.

El ítem 21 refiere particularmente a los residuos no domiciliarios, multa a quienes realicen *“Acumulación o eliminación de residuos no domiciliarios por procedimientos no autorizados”* con montos desde 2 a 350 UR dependiendo del material.

El ítem 2 multa con 1 UR a quienes extraigan material de los contenedores en general, penalizando las siguientes acciones: *“Extraer el contenido de los recipientes destinados a los residuos domiciliarios a retirar las barreduras depositadas en la vía pública o barrer desde el interior de los inmuebles hacia la vía pública”*.

En el mismo numeral, ítem 11, establece la responsabilidad de la disposición de papeleras multando la omisión con 5 UR:

“Omisión de instalar papeleras o recipientes apropiados para evitar que se arrojen desperdicios en la vía pública, en locales de venta al por menor de productos con envoltorio, alimenticios o análogos, y en establecimientos o quioscos de bebidas o vendedores ambulantes”

El transporte de residuos domiciliarios se penaliza en el ítem 20, multa con 10 a 350 UR la acción de *“Conducción o transporte de residuos domiciliarios por particulares no concesionarios de este servicio”*.

El Ítem 30 penaliza en general las acciones irregulares realizadas con residuos no domiciliarios, multando de 2 a 350 UR la:

“Infracción a las normas sobre recolección, transporte, manipulación, depósito, industrialización y comercialización de recortes o de rezagos de papel, cartón, tela, arpillera o similares, no provenientes de residuos domiciliarios”.

Digesto Municipal, De la higiene y limpieza públicas

En el Digesto Municipal, el Volumen VI Higiene y Asistencia Social, Parte Legislativa, Título IV De la higiene y limpieza públicas, Capítulo I De la limpieza pública, Sección IV De la recolección de residuos domiciliarios recaba normativa referente a la recolección, transporte y disposición final de residuos.

Se destaca que *“Queda totalmente prohibida la conducción o transporte de residuos domiciliarios por particulares no concesionarios de ese servicio”* refiriéndose al servicio de limpieza, Artículo D. 1918

El Artículo D. 1922 determina que *“Los particulares propietarios de fincas o establecimientos que poseyeran residuos de la naturaleza mencionada en*

el artículo D. 1919 ⁷, podrán contratar en forma transitoria o permanente el servicio de transporte de residuos, que efectuará la recolección de ellos en los respectivos domicilios y tantas veces como fuera solicitado”.

2017 - Resolución N° 3451/17- Aprobación de nuevos Decretos relacionados con la recolección, transporte y disposición final de residuos no domiciliarios

El Artículo 1 determina la responsabilidad del generador sobre los residuos no domiciliarios:

“El generador de residuos no domiciliarios será responsable sobre el origen, características, transporte autorizado, destino de ellos y de exigir la documentación pertinente que permita efectuar su trazabilidad”.

Esta resolución establece normativa sobre las Actividades en espacios públicos o locales de concurrencia masiva, del transporte y recolección de residuos no domiciliarios por parte de los generadores o terceros, del registro de los establecimientos generadores de residuos no domiciliarios y de la disposición transitoria de los mismos.

⁷ N de A. Refiere a residuos domiciliarios

14 BIBLIOGRAFÍA

Allison, R. A., Walker T. A. Chiew F. H. S., O'Neill I. C., McMahon T. A. Mayo 1998. From roads to rivers. Gross pollutant removal from urban waterways. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

Armitage, Neil. 2003. The removal of urban solid waste from stormwater drains. Department of Civil Engineering, University of Cape Town.

Armitage N., Rooseboom A., Townshend P. Julio 1998 The removal of urban litter from stormwater conduits and streams. Report to the Water Research Commission by The University of Stellenbosch, University of Cape Town.

Armitage N. Rooseboom A. 1999. The removal of litter from the stormwater conduits in the developing world. Water Science Technology Vol. 39, N9.

Armitage, N. Rooseboom A. 2000 The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: Paper 1 - The quantities involved and catchment litter management options. ISSN 0378-4738 = Water SA Vol. 26 No. 2 April 2000.

Armitage N., Marais M., Pithey S. 2001. Reducing urban litter in South Africa through catchment based litter management plans. Journal of water management modelling R207-03.

Arteaga J. 1852. Propuesta inicial presentada por el Señor Juan J. de Arteaga en 1852.

Bahri A. 2012. Integrated Urban Water Management. Global Water Partnership. Technical Committee background papers No16.

Baltimore storm drain art project. Disponible a 2018 en <https://www.flickr.com/photos/bluewaterbmore/sets/72157630987457110/>

Berkhout F., Smith A., Stirling A. 2003. Socio-technological regimes and transition contexts. SPRU – Science & Technology Policy Research, University of Sussex

Best Management Products, Inc. Hydraulic Worksheet
<http://www.bmpinc.com>.

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, <http://www.cervantesvirtual.com/>.
Acceso en noviembre 2017.

Bolina Booms. 2017. Disponible a diciembre 2017 en <https://www.bolinabooms.com/galleries/environment-boom-gallery>

Brian Robinson Foundation. Sin Fecha. Sustainable water management: Achieving a culture of change.

Brites, Ana Paula Zubiaurre. 2005. Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana. Tesis de maestria para la Universidad de Santa Maria, RS, Brasil.

Brites A.P., Gastaldini M. Agosto 2007. Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 12 n.4

Brites A.P., Gastaldini M., Garcia J., Jorge, Hagemann S. Sin fecha 1. avaliação dos resíduos sólidos veiculados em sistemas de drenagem urbana. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Hidráulica e Saneamento

Brown, R. 2005 Impediments to integrated urban stormwater management: the need for institutional reform. Environmental management Vol. 36.

Brown R.R., Farrelly M.A 2007. Barriers to Advancing Sustainable Urban Water Management: a typology

Brown, R. R., Clarke, J.M. 2007. Transition to water sensitive urban design, the story of Melbourne, Australia, Report No. 07/1, Facility for Advancing Water Biofiltration, Monash University.

Brown R.R., Farrelly M.A., 2008. Sustainable stormwater management in Australia: Professional perceptions on institutional drivers and barriers. 11th international conference on urban drainage, Edinburgh, Scotland UK.

Brown R., Rogers B. Werbeloff L. 2016. Moving toward Water Sensitive Cities: A guidance manual for strategists and policy makers.

Burian S., Nix S., Durrans S., Pitt R., Fan C., Field R. 1999. The historical development of wet weather flow management. Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 125.

Burian S., Sin Fecha. Edwards F. Historical Perspectives of Urban Drainage Campal 2015. Entrevista con Lic. Nestor Campal, Director de Limpieza, Intendencia de Montevideo.

California water boards. Disponible en 2018 en <https://www.waterboards.ca.gov/>

Caltrans storm water program. 2003. Caltrans public education research study, Final report

Casaccia Roberto. Rifiuti, residui e riciclatori. Retos del Sur 2013.

Castellanos . 1971. Montevideo en el Siglo XIX. Editorial Nuestra Tierra

Cerda J, Valdivia G. Sin Fecha. La epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna.

CDCP 2017. Web del Centers for Disease Control and Prevention, disponible en <http://www.cdc.gov/healthywater/global/diarrhea-burden.html>, 2017

Chabalgoity M., et al. 2006. Comisión Social Consultiva, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura

Chocat B., Ashley R., Marsalek J., Matos MR, Rauch W, Schilling Ben Urbanas W.. 2004. Urban drainage – Out – of – sight – out – of – mind? IAHR/IWA Joint Committee On Urban Drainage Novatech 2004, GRAI

Cialdini R., Reno R. Kallgren C. 1990. A Focus Theory of Normative Conduct: Recycling the Concept of Norms to Reduce Littering in Public Places. Journal of personality and social psychology. American Psychological Association.

CIRIA 2015 The SuDS Manual, disponible a diciembre 2017 en <https://ciria.sharefile.com/share/view/fe7b0f3b343d4ee3>

Das Neves, Marllus das Ferreira Passos 2006. Quantificacao de residuos sólidos na drenagem urbana. Porto Alegre Instituto de pesquisas hidraulicas UFRGS.

De Feo G., Antoniou G., Fardin H., El-Gohary F. Yun Zheng X. Reklaityte I., Butler D., Yannopoulos S., Angelakis A. 2014. The Historical Development of Sewers Worldwide Sustainability

Depree C. 2011. Street sweeping: an effective non-structural Best Management Practice (BMP) for improving stormwater quality in Nelson. Preparado para Nelson City Council por NIWA.

Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) 2011. Inundaciones urbanas: instrumentos para la gestión de riesgo en las políticas públicas.

Diccionario de la lengua española (DLE) 2017. Real Academia Española. Disponible al 2017 en <http://dle.rae.es>

Dobbie M., Farrelly M. y Brown R. 2017. Mechanisms for unpacking socio-institutional pathways for change: a research compendium from A4.1. Co-operative Research Centre for Water Sensitive Cities Ltd.

Don't mess with Texas. Disponible a 2018 en <http://www.dontmesswithtexas.org>

Ecosol Stormwater filtration systems. Disponible a abril 2017 en <http://www.ecosol.com.au/>

Ecosol™ WASTEWATER FILTRATION SYSTEMS 2014 Litter Basket Technical Specification Ecosol Disponible a diciembre 2017 en www.ecosol.com.au.

El País a. Noviembre 2017. Más de la mitad de los montevideanos culpan a sus vecinos por la basura acumulada. Disponible en <https://www.elpais.com.uy/informacion/mitad-montevideanos-culpan-vecinos-basura-acumulada.html>

El País b. Diciembre 2017. Manantiales de basura. Disponible en <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/manantiales-basura.html> a [enero 2018](#)

[Elgin 2017. Disponible en](#) www.elginsweeper.com

EOA 2011. Method to estimate baseline trash loads from Bay Area municipal stormwater systems.

Equipos Mori Consultores Asociados, SNAP. 2009. Estudio de opinión medio ambiental a líderes políticos nacionales

ESQUIRE T. 1596. An anatomy of the metamorphosed ajax. Disponible a diciembre 2017 en <http://www.exclassics.com/ajax/ajax021.htm>

Fernández, Lucía. 2012 Paisajes-basura: Dinámicas y Externalidades Territoriales del Reciclaje en Montevideo, Uruguay.

Fletcher T., Shuster W., Hunt W., Ashley R., Butler D., Arthur S., Trowsdale S., Barraud S., Semadeni-Davies A., Bertrand-Krajewski J., Steen Mikkelsen P., Rivard G., Uhl M., Dagenais D. & Viklander M. 2014. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage.

Frente Amplio. 2015. Programa departamental 2015 – 2020 Frente Amplio / Montevideo.

Furusa R. Diciembre 2015. A study exploring littering behavior and identifying strategies to curb littering. UCT Knowledge Co-op.

Gava T., Rodrigues A. 2012. Resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio do Meio, Florianópolis/SC. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Julio / diciembre 2012.

Geels F. W. 2001. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. Nelson and Winter Conference, Danish Research Unit for Industrial Dynamics.

Geels F. W. Diciembre 2005. The Dynamics of Transitions in Socio-technical Systems: A Multi-level Analysis of the Transition Pathway from Horse-drawn Carriages to Automobiles (1860–1930). Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 17, No. 4, 445–476.

Geels F. 2006 The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840 – 1930): The dynamics of regime transformation. ELSEVIER.

Geels F. ,Schot J. 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. ELSEVIER.

Geels F. 2010. Ontologies, socio – technical transitions (to sustainability), and the multi level perspective. SPRU, Science and Technology Policy research, University of Sussex, United Kingdom.

Geels F. 2012. The impact of the financial–economic crisis on Sustainability transitions: Financial investment, governance and public discourse. ELSEIVER, Environmental Innovation and Societal Transitions.

GEI Works. Disponible a abril 2017 en <http://www.erosionpollution.com>

Government Fleet 2014 <http://www.government-fleet.com/channel/maintenance/article/story/2014/05/sweeping-trends.aspx>

Giannoni A. Azar J. 1937 Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia Correspondientes a lluvias caídas en Montevideo. Plano perteneciente al Archivo del Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento, División Saneamiento, Intendencia de Montevideo.

Gironas, Jorge. 2015. Hacia un drenaje urbano sustentable en Chile, Disponible en agosto 2015 en <http://www.cedeus.cl/blog/hacia-un-drenaje-urbano-sustentable-en-chile/>

GWP 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. TAC Background papers No. 4. Global Water Partnership.

Google Earth Pro 2013. Versión 7.1.2.2041. Google Inc. Disponible en <https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html> en octubre 2017.

Goldenfum J.A., Tassi R., Meller A., Allasia D.G., da Silveira A.L., 2007. Challenges for the Sustainable Urban Stormwater Management in

Developing Countries: From basic education to technical and institutional issues, NOVATECH 2007.

González L. et al 2011. Cólera: historia y actualidad. Disponible a diciembre 2017 en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942011000400025

Harappa 2017. Web disponible a octubre 2017 en <https://www.harappa.com>

Hatton, Darla, MacDonald y Dyack, Brenda. 2004. Exploring the Institutional Impediments to Conservation and Water Reuse - National Issues Policy and Economic Research Unit, CSIRO Land and Water. CSIRO Land and Water Client Report, March 2004.

Horta, L., Gonzalez, M. J.. 2004. Determinación de Cantidades Manejadas por Clasificadores de Residuos Sólidos. LKSur – Fichtner, Obra Padre Ca-cho.

Howard G., Bartram J. 2003. Domestic Water Quantity, Service, Level and Health . World Health Organization

IESTA, 2013. Proyecto “Cuantificación de Clasificadores de Residuos Sólidos Urbanos en Montevideo”, Informe Final. Instituto de Estadística, Universidad de la República, Facultad de Ciencias Económicas y Administración.

Intendencia de Montevideo. 1992 DECRETO N° 25.657. De la Política Ambiental

Intendencia de Montevideo IM - PDSM 1994 Plan Director de Saneamiento de Montevideo

Intendencia de Montevideo IM - PDRSMAM 2005 Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana TOMO II: Residuos Sólidos Urbanos. Programa de saneamiento de Montevideo y área metropolitana, tercera etapa subproyecto. Fichtner, LKSur

Intendencia de Montevideo. 2011. Plan Director de Limpieza, Plan de acción.

Intendencia de Montevideo IM - PDSM. 2010. Plan de obras de saneamiento y drenaje urbano de Montevideo

Intendencia de Montevideo. 2015 a. Evaluación y propuestas de actualización del Plan Director de Limpieza.

Intendencia de Montevideo. Departamento de planificación. 2015 b. Hacia un plan sectorial de espacios públicos de Montevideo

Intendencia de Montevideo. 2015 c. Plan Estratégico de Montevideo MVD 2030

Intendencia de Montevideo - Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (IM - SEPS). 2015. Lineamientos estratégicos para la cuenca del Arroyo Pantanoso en el marco del Plan de Saneamiento Urbano V y de la previsión presupuestal para el quinquenio.

Intendencia de Montevideo. 2017. Digesto Departamental y los Textos Ordenados de la Intendencia de Montevideo, disponible en octubre 2017 en <http://normativa.montevideo.gub.uy/>

Intendencia de Montevideo. Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (IM - SEPS). 2017. Relevamiento de problemas realizado en el marco del PDSDUM.

Intendencia de Montevideo. Archivo Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento IM - SEPS. Consultado en el año 2017.

Intendencia de Montevideo - Sistema de Información Geográfica. IM – SIG. Sin Fecha. Interceptor Costero - Esquema de funcionamiento.

Intendencia de Montevideo. Web institucional. Disponible a 2018 en www.montevideo.gub.uy

Intendencia de Montevideo. Servicio de Estudios y Proyectos de Saneamiento (IM - SEPS). Sin Fecha. Criterios y presentación de proyectos de redes.

Intendencia de Montevideo, Sistema de Información Geográfica. Disponible en 2017 en <http://sig.montevideo.gub.uy/>

Intendencia de Montevideo – Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo IM – PDSUM. Diagnostico. 2017.

Instituto Nacional de Estadística. Censo 2011.

Jacobs K. et al 2016. Linking knowledge with action in the pursuit of sustainable water-resources management. Disponible a diciembre 2017 en <http://www.pnas.org/content/113/17/4591>

Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities JSCWSC 2009. Evaluating options for water sensitive urban design – a national guide.

Kemp R. Parto S. 2005. Governance for sustainable development: moving from theory to practice. *Int. J. Sustainable Development*, Vol. 8, Nos. 1/2, 2005.

Kogan J. 2016 USEPA's trash – free waters initiative Clear water magazine

Kuehl R., Marti M., Schilling J. 2008. Resource for Implementing a Street Sweeping Best Practice. Minnesota Department of transportation Research services Section

La Diaria. Setiembre 2015. En el blanco. Disponible en <https://ladiaria.com.uy/articulo/2015/9/en-el-blanco/> en enero 2018

Lee S., Yigitcanlar T. 2010. Sustainable urban stormwater management: water sensitive urban design perceptions, drivers and barriers. Engineering Science Reference, United States of America.

Leonardi P. 2012. Materiality, Sociomateriality, and Socio-Technical Systems: What Do These Terms Mean? How Are They Different? Do We Need Them?

Lewis 2002 Effectiveness of stormwater litter traps for siringe and litter removal. Cooperative research centre for catchment hydrology. Melbourne.

Licandro, Oscar. 2015. Alianzas intersectoriales para la creación de negocios inclusivos con clasificadores de residuos. Cuadernos de Responsabilidad Social de las Organizaciones. Universidad Católica del Uruguay.

Lombardi, Maria José. S/A. El reciclador marginado Un análisis sobre la percepción de los residuos y los clasificadores informales.

Lyndhurst B. 2012. Rapid Evidence Review of Littering Behaviour and Anti-Litter Policies. Zero Waste Scotland

Madhni J., Dawes L., Brown R. 2009. A perspective on littering attitudes in Australia. The environmental Engineer.

Maksimovic C. Sin Fecha. General overview of urban drainage principles and practice.

Marais M., Armitage N., Pithey S. 2000 Proposed catchment management strategies to reduce litter and loading in South African urban drainage systems. WISA 2000 Biennial Conference, Sun City, South Africa.

Marais M., Armitage N. Wise C. Agosto 2004 a. The measurement and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems: Paper 1 – Quantifying the problem using the City of Cape Town as a case study. Disponible en <http://www.wrc.org.za>

Marais M., Armitage N. 2004 b. The measurement and reduction of urban litter entering storm water drainage systems: Paper 2 – Strategies for reducing the litter in the stormwater drainage systems. Water SA Vol. 30 No. 4.

Melbourne Water 2009. Water Sensitive Urban Design Guidelines

Mitchell, G. 2006. Applying Integrated Urban Water Management Concepts: A Review of Australian Experience. Environmental Management Vol. 37

Mohd Sidek, Lariyah et al. Enero 2014. Gross pollutants study under urban areas under tropical climates. Journal of Civil Engineering and Architecture, ISSN 1934-7359, USA.

Montevideo Portal. 2017. Jornada de Limpieza de Playa Capurro culminó con éxito Disponible a 2017 en <http://www.montevideo.com.uy/Noticias/2-Jornada-de-Limpieza-de-Playa-Capurro-culmino-con-exito-uc337906>

Muñoz C, Lina P., Estrada I, Ramón E. 2012. An approach to litter generation and littering practice in Mexico City Neighborhood. Sustainability 2012. www.mdpi.com/journal/sustainability.

NEI, Neenah Enterprises, INC. Disponible a abril 2017 en <http://www.nfco.com>

No toquen nada. Entrevista a Ricardo de Piero, pescador. Disponible a abril 2018 en <https://delsol.uy/notoquennada/entrevistas/que-aprenden-los-pescadores-artesanales-de-los-chefs>

OAN 2017 <https://www.dinama.gub.uy/oan/> Observatorio Ambiental Nacional

Parlamento de Montevideo 2017 2do. Foro de Medio Ambiente de la Junta de Montevideo. Desarrollo hacia un Montevideo + resiliente.

Patouillard C., Forest J.. 2011. The spread of sustainable urban drainage systems for managing urban stormwater: A Multilevel perspective analysis. De Boeck Supérieur, Journal of Innovation Economics & Management. CAIRN.

Pitt R., Bannerman R. Sutherland R. 2004. The role of street cleaning in stormwater management. Water World and Environmental Resources Conference 2004, Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers, Salt Lake City, Utah. May 27 – June 1, 2004.

Pollero R. 2016. Historia demográfica de Montevideo y su campaña (1757-1860).

Porse, E. 2013. Stormwater governance and future cities. Water 2013 ISSN 2073-4441

Programa Uruguay Clasifica 2006. Tirando del Carro, Clasificadoras y clasificadores: viviendo de la basura o trabajando con residuos. Ministerio de Desarrollo Social.

Rangueri de Barros T., Arcalá J., Favero M., Ferraz J. Donnini S., Bento B. Silva N. Sgoti F. Zanini M. 2011. Estudo sobre os resíduos encontrados no sistema de drenagem no Município de Sorocaba-SP. 26 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011

Reduce your stormwater 2018. Disponible en <http://www.stormwater.allianceforthebay.org>

Reeve I., Ramasubramanian L., McNeill J., Coleman M. 2013. Lessons from the litterature. A review of New South Wales and overseas litter research. Institute for Rural Futures, University of New England NSW, NSW Office of Environment and Heritage.

Rezzano M. 2009. Sistematización de la capitalización de la identidad local en la gestión integral de residuos sólidos (una aproximación). Tesis para optar al título de Magíster en Ingeniería Ambiental.

Rijke J., Farrelly M., Brown R., Zevenbergen C. 2012 Creating water sensitive cities in Australia: the strengths and weaknesses of current governance approaches

Rodriguez, Walter. 2012. UCRUS - Los clasificadores de residuos en Uruguay, experiencias de negociación con la Intendencia de Montevideo. Cuadernos de GTAS, 2012.

Romag. Disponible a abril 2017 en <http://www.romag.ch/pages-en/core-competencias/?oid=1871&lang=en>

Roscoe Moss Company 2018. Stormwater gross solids removal device. Disponible en 2018 en <https://roscoemoss.com/products/gross-solids-removal-device/>

Rotmans J., Kemp R., Van Asselt M. 2001. More evolution than revolution: transition management in public policy. Foresight vol.03, no.01, feb.2001.

Saleth R. Dinar A. 2005 IWA Publishing. Water institutional reforms: theory and practice

Salles A., Wolff DB, Silveira GL. 2012. Solid wastes drained in an urban river sub basin. Urban Water Journal Vol 9 No1 Febrero 2012

Schilling, J. 2005 a. Street Sweeping – Report No. 1, State of the Practice. Prepared for Ramsey-Washington Metro Watershed District (<http://www.rwmwd.org>).

Schilling, J. 2005 b. Street Sweeping – Report No. 2, Survey Questionnaire Results and Conclusions. Prepared for Ramsey-Washington Metro Watershed District (<http://www.rwmwd.org>)

Schilling, J. 2005 c. Street Sweeping – Report No. 3, Policy Development & Future Implementation Options for Water Quality Improvement. Prepared for Ramsey-Washington Metro Watershed District (<http://www.rwmwd.org>).

Schultz P., Bator R., Brown Large L., Bruni C., Tabanico J. 2013 Littering in context: Personal and environmental predictor of littering behaviors. Environment and behaviour, SAGE Publications.

SCVURPPP 2007, Santa Clara Valley Trash BMP tool box, Santa Clara Valley Urban Runoff Pollution Prevention Program disponible en http://www.scvurppp-w2k.com/trash_bmp_toolbox_2007.htm.

Sea Shepherd Uruguay. Disponible a 2018 en <https://www.facebook.com/SeaShepherdUruguay/>

Selbig, W.; Bannerman, R.. (2007). Evaluation of street sweeping as a stormwater-quality-management tool in three residential basins in Madison, Wisconsin. U.S. Geological Survey Scientific Investigations

Serageldin I. 1995. Toward sustainable management of water resources. The International Bank for reconstruction and development, The World Bank.

Schladweiler J. Sin Fecha. Cloacina: Goddess of the sewers. Arizona Water & Pollution Control Association

Shefali Oza L., Hogan D., Perin J., Rudan I., Lawn J., Cousens S., Mathers C., Black R. 2014. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000–13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis.

Schwarze Industries. Disponible en 2018 <http://schwarze.com>.

Smith Kirk. 2002. Effectiveness of Three Best Management Practices for Highway-Runoff Quality along the Southeast Expressway, Boston, Massachusetts. Water-Resources Investigations Report 02-4059. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.

Snow J. 1853. On the mode of communication of cholera. Second edition. London John Churchill

Soiza Larrosa A. 1996 Historia del cólera morbo epidémico en el Uruguay, segunda parte (1855-1895).

Soiza Larrosa A. SF Historia del cólera morbo epidémico en el Uruguay, primera parte (1855-1895)

Stormwater Disponible a abril 2017 en <http://www.kristar.com>

Stormwater360 Australia. Disponible a abril 2017 en www.stormwater360.com.au

Storm water systems, disponible a octubre 2017 en <http://stormwatersystems.com/bandalong-litter-trap/>

Straughan P. Ganapathy, N., Goh D. y Hosein E. 2011 Towards a cleaner Singapore: Sociological study on littering in Singapore. Research Collection School of Social Sciences. Paper 2195

SUSDRAIN. 2017. Disponible a diciembre 2017 en <http://www.susdrain.org/>

Sutherland R. 2009 Urban myths associated with Street cleaning APWA International Public Works. Congress & exposition

Sutherland R. SF. How Do We Judge the Equivalency of New Treatment BMPs?. Environmental Information for Sweeping Professionals, disponible en <http://www.worldsweeper.com/Environmental/mintonvol4No4.html>

Syrek D., Kayhanian M., Meyer S. Julio 2003. A regression model to predict litter in urban freeway outfalls after rainstorms. StormCon.

Taylor A. Wong T. 2002 Non- structural stormwater quality best management practices - an overview of their use, value, cost and evaluation. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

Teledoce. 2017. Cámaras de la Intendencia de Montevideo captaron a más de 1.000 personas dejando basura en sitios prohibidos. Disponible a febrero 2018 en <https://www.teledoce.com/telemundo/nacionales/camaras-de-la-intendencia-de-montevideo-captaron-a-mas-de-1-000-personas-dejando-basura-en-sitios-prohibidos/>*

Texas 2005. Texas Statewide adult survey. Octubre 2005. Don't mess with Texas. www.dontmesswithtexas.org

The History of Sanitary Sewers . *Disponible a octubre 2017 en* <http://www.sewerhistory.org/>

The Official Website of the City of New York. Disponible a abril 2017 en <http://www.nyc.gov>

The River Restoration Centre. 2013. Manual of river restoration techniques.

Torgler B., García-Valiñas M., Macintyre A. 2008 . Justifiability of Littering: An Empirical Investigation. Center for Research in Economics, Management and the Arts.

Tucci 2002. Gerenciamiento da drenagem urbana. Revista brasileira de recursos hidricos.

Tucci 2007. Gestión de inundaciones urbanas. World Meteorological Organization.

Tymco, regenerative air sweepers. Disponible en 2018
<https://www.tymco.com>

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, CD-ROM Edition

United States Environmental Protection Agency (USEPA) 2004. Stormwater Best Management Practice Design Guide: Volume 1 General Considerations.

United storm water INC. Disponible a abril 2017 en <http://unitedstormwater.com>

Urtado L., Teixeira de Mello F. 2017. Aplicación del protocolo visual (provi-uy) en el monitoreo de arroyos de Montevideo. Centro Universitario Regional del Este.

USEPA 1999a, EPA 832-F99-008. Combined Sewer Overflow Technology Fact Sheet Floatables Control Deflectores. United States Environmental Protection Agency.

USEPA 1999b, EPA 832-F-99-040 Combined Sewer Overflow Technology Fact Sheet, Screens. United States Environmental Protection Agency.

USEPA. 2000. Low Impact Development (LID) A Literature Review

USEPA 2004 Stormwater Best Management Practice Design Guide

USEPA 2017 United States Environmental Protection Agency
<https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure> Disponible a octubre 2017.

Viviani A. y Nebril M. Enero 2017. Estructura orgánica de la Intendencia de Montevideo. Gestión Humana y Recursos Materiales

Walker T. y Wong T. 1999 Effectiveness of street sweeping for stormwater pollution control Cooperative research centre for catchment hydrology.

Walker T.A. y Wong T.H.F Effectiveness of Street Sweeping for Stormwater Pollution Control 2013 City and County of Denver. Department of Public Works Wastewater Management Division Engineering Division.

Water online <https://www.wateronline.com/> disponible a octubre 2017

White J. 2007. Sustainable Water Management: Achieving A Culture of Change. Rainwater and Urban Design.

Williams E., Curnow R., Streker P. 1997. Understanding Littering Behaviour in Australia. ISBN 0646326678. Beverage Industry Environment Council.

Wong T., Brown R. 2008 Transitioning to Water Sensitive Cities: Ensuring Resilience through a new Hydro-Social Contract. 11 th International Conference on Urban Drainage.

World Health Organization 2004 Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud hechos y cifras - actualización de noviembre de 2004.

Wright K., Valencia A. Lorah W. 1999 Ancient Machu Picchu drainage engineering. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 125. No. 6, November/December, 1999.