



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

RETENCIÓN DE RESIDUOS A TRAVÉS DE BIOBARDAS EN CURSOS DE AGUA DE MONTEVIDEO

Gimena Bentos Pereira (*)

Servicio de Sustentabilidad Ambiental - Intendencia de Montevideo
Ingeniera Civil opción Hidráulica Ambiental (UdelaR), Magister en Ingeniería Ambiental (UdelaR). Trabaja en drenaje urbano e inundaciones de ribera desde el año 2006.



Fernando Traversa

Departamento de Desarrollo Ambiental - Intendencia de Montevideo

Mauricio Sandoval

Departamento de Desarrollo Ambiental - Intendencia de Montevideo

Rodrigo Fagundez

Servicio de Sustentabilidad Ambiental - Intendencia de Montevideo

TEMA: Tema 1 Drenaje Urbano - Tema 4 Gestión de Recursos Hídricos - Tema 3 Residuos sólidos

Dirección del autor principal (*): Quijote 2524 - Montevideo - Tel.:1950 - 3081 – e-mail:
gimena.bentospereira@imm.gub.uy

RESUMEN

En Montevideo los cursos de agua y el drenaje urbano son utilizados como sitio de disposición final de residuos sólidos, además de ser receptoras del arrastre de residuos por el lavado superficial de las cuencas durante las lluvias.

En el marco de las acciones implementadas en el proyecto Áreas Liberadas, la Intendencia de Montevideo junto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, comenzó a trabajar en la elaboración de biobardas; una infraestructura diseñada para retener desechos como plásticos, bolsas, ramas y otros flotantes.

Desde el año 2023 se han colocado biobardas en 17 puntos de Montevideo. Su funcionamiento ha sido dispar, reteniendo en total unas 10 toneladas de residuos. Entre los principales factores que han disminuido la efectividad del programa se encuentran el vandalismo (mayor causa de pérdida de equipos) y los eventos de lluvias extremas, ambos causantes de pérdida de equipos.

Palabras Clave: Cursos de agua, residuos, ambiente, inundaciones

GESTIÓN DE RESIDUOS EN CURSOS DE AGUA DE MONTEVIDEO

En Montevideo los cursos de agua y el drenaje urbano son utilizados como sitio de disposición final de residuos sólidos, además de ser receptoras del arrastre de residuos por el lavado superficial de las cuencas durante las lluvias. 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 de los ecosistemas asociados a los cursos de agua. Esta dinámica está presente en todo el departamento de Montevideo; en el área urbana, suburbana y aún rural, teniendo alto impacto ambiental y paisajístico en los sistemas



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país
naturales asociados a cursos de agua y en las inundaciones que afectan el territorio.

Los residuos llegan a la trama hídrica urbana a través del escurrimiento pluvial y el sistema informal de recolección y disposición. 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. La recolección formal coexiste con la recolección informal y cada una implica un sitio de disposición final diferente; mientras que el sistema formal dispone en el relleno sanitario de Felipe Cardoso, la disposición del sistema informal se realiza en predios privados y públicos distribuidos en todo Montevideo,

Según cuantificaciones antecedentes aproximadas los residuos aportes a los cursos de agua provienen principalmente del arrastre de escurrimiento pluvial y por el descarte de la actividad de clasificación informal. Se puede estimar que, al año 2017, entre 23.000 y 34.000 toneladas anuales son descartadas a cursos de agua desde la clasificación informal y el aporte por escurrimiento superficial aproximadamente 3.700 toneladas, sumando un total entre 26.700 y 37.700 toneladas anuales (Bentos Pereira 2017).

Esta cuantificación antecedente tiene en cuenta la actividad de la clasificación informal, pero no aquellos gestores de residuos formales que realizan una disposición final inadecuada y actividades económicas que disponen informalmente los residuos. No se tiene una cuantificación del aporte de estas actividades pero se entiende que es significativa.

Se destaca que la Intendencia de Montevideo realiza un monitoreo periódico de la calidad de agua de los cursos de agua, disponible a la población a través de los *Informes anuales de evaluación de calidad del agua de playas y costas*¹. Estos informes no incluyen el monitoreo de la presencia de residuos sólidos groseros en cursos de agua o costas.

ABORDAJES NECESARIOS PARA LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CURSOS DE AGUA

La minimización de residuos sólidos en la trama hídrica urbana es parte de abordajes sustentables de la gestión de los cursos de agua, siendo la reducción de residuos sólidos groseros presentes en estos sistemas naturales una de las principales acciones para su rehabilitación. Es por esto que las dificultades en implementar soluciones a este problema se pueden considerar similares a las de implementar gestiones sustentables de las aguas urbanas. Para avanzar a paradigmas más sustentables se hace necesario vencer resistencias, no solamente tecnológicas y económicas sino principalmente institucionales y sociales.

Las prácticas eficientes de aguas urbanas requieren del trabajo desde diferentes disciplinas; planificación, hidrología urbana, arquitectura de paisaje. Los trabajos interdisciplinarios son muchas veces difíciles de realizar en instituciones (Lee y Yigitcanlar 2010). En un estudio realizado en el año 2007 se trató de identificar las tipologías de las barreras institucionales para la gestión sustentable de las aguas urbanas. El impedimento más identificado fue la falta de un marco de coordinación institucional, asociado a una pobre colaboración y organización inter institucional (Brown y Farrelly 2007).

En el marco de la tesis *Residuos sólidos en la trama hídrica urbana* se analizaron los impedimentos para la aplicación de medidas integrales en Montevideo. Se identificó en ese momento que la dificultad en el abordaje del tema estaba 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 existía, en ese momento, la percepción desde los grupos de trabajo de saneamiento y limpieza, que el problema era “del otro”, por lo que el tema no era priorizado por División Limpieza o División Saneamiento. 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 (Bentos Pereira, 2017).

¹ disponibles en el siguiente link [Informes anuales de evaluación de calidad del agua de playas y costas | Intendencia de Montevideo.](#)

15 al 17 de octubre 2024

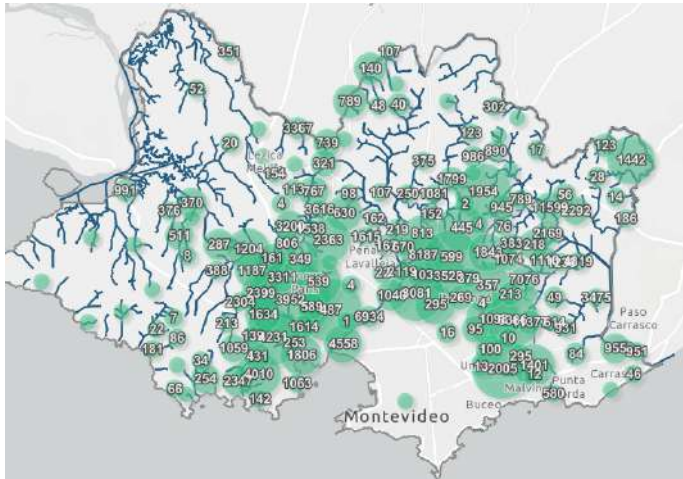
Cámara Mercantil de productos del país

Es necesario que se generen herramientas para una gestión transversal que ejercite miradas integrales y holísticas. Esta gestión transversal debe superar la fragmentación existente entre diferentes sectores, logrando una acción integrada y arreglos institucionales más flexibles.

PROGRAMA ÁREAS LIBERADAS

En el marco de Montevideo Más Verde se crea en el año 2022 el programa Áreas Liberadas, cuyo objetivo es la disminución de los residuos sólidos a los cuerpos de agua a través de una acción integrada en territorio, asociando este tema a la ocurrencia de inundaciones. Este Programa desarrolló una metodología de intervención que no solamente atiende al retiro de los residuos sino también la reducción de la dinámica de su generación rehabilitando ecosistemas, re-naturalizando cursos de agua y recuperando espacios contaminados por residuos.

El Programa Áreas Liberadas atiende dinámicas sociales, factores normativos, brinda herramientas para la gestión de los descartes de las actividades productivas o de clasificación informal. Se realizan intervenciones transversales predio a predio, de forma transversal y en conjunto con actores de diferentes Divisiones de la Intendencia de Montevideo; Desarrollo Social, Salud, Salubridad, Convivencia Departamental, Monitoreo Territorial, Desarrollo Ambiental, División Limpieza, Gerencia de Gestión Ambiental, Montevideo Rural. Esto implica que desde el inicio del proceso, la presencia en el territorio y por lo tanto el abordaje de la situación se realiza transversalmente.



A lo largo de los últimos dos años se han retirado aproximadamente 170.000 toneladas de residuos, en aproximadamente 850 puntos. Los puntos y material retirado se registra de forma mensual en el Observatorio de Datos Ambientales².

HERRAMIENTAS PARA EL RETIRO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CURSOS DE AGUA DE MONTEVIDEO

Montevideo realiza el retiro de residuos en cursos de agua a través de la limpieza del material retenido en puentes y alcantarillas y del retiro de material retenido en la vegetación de los márgenes. Este tipo de retiro es específico para el material retenido, dejando pasar material flotante hacia aguas

abajo. En el marco del cuidado de los sistemas naturales (playas, humedales, lagunas) de Montevideo, que la concepción ambiental de la ciudadanía demanda, actualmente se comenzaron a buscar otras estrategias de retiro y retención, que complementarían la disminución en fuente realizada por el propio programa áreas Liberadas.

Surgen entonces la posibilidad de instalación de biobardas como una de las estrategias mejor evaluadas. Las biobardas son barreras flotantes transversales a los cursos de agua que retienen los residuos sólidos flotantes que son arrastrados por el flujo. Son una infraestructura especialmente diseñada para retener desechos como plásticos, bolsas, ramas y otros flotantes. Son una alternativa de barrera flotante (trampa) elaborada para detener los residuos de mayor tamaño arrastrados desde diferentes puntos de las cuencas a los cursos de agua. Se confeccionan de forma artesanal con botellas de plástico, cuerdas y malla de polietileno.

La elaboración de estos elementos es muy sencilla, por lo que se pueden realizar con jóvenes, niños, vecinos y vecinas, habilitando la participación de la comunidad. Las botellas plásticas se disponen en forma circular, dejando en el centro de manera alternativa, una botella llena de agua o de arena cerrada, para estabilizar la red.

Son un sistema innovador generado en el año 2016 en Guatemala y que ha tenido gran resultado. En el

² [Inicio | Datos abiertos ambientales \(montevideo.gub.uy\)](https://datos.abiertos.ambientales.montevideo.gub.uy)



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

año 2018, el Foro Económico Mundial, reconoció a las biobardas como una de las cinco mejores innovaciones en temas ambientales en el mundo. Se estima que la eficiencia de retención de residuos sólidos flotantes de las biobardas es entre 60 y 80%.

En el año 2022 a través del Programa Intendencia de Montevideo - Universidad de la República "Ing. Oscar J. Maggiolo" el Departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería presenta el Proyecto "Gestión de residuos sólidos en la trama hídrica de Montevideo, orientada a su reducción". Este proyecto prueba por primera vez este tipo de equipamiento en cuencas del Departamento de Montevideo, además de proponer recomendaciones para la minimización de la llegada y permanencia de residuos sólidos en cuerpos de agua y analizar la aplicabilidad a la realidad de Montevideo de diferentes modelos predictivos de la carga aporte de residuos a la trama hídrica urbana.

Se destaca la importancia del desarrollo del piloto por parte de la UdelaR, impulsando el avance de la investigación aplicada, el conocimiento y la tecnología de alto impacto y bajo costo. Al experimentar con nuevas ideas y enfoques en un entorno controlado, se pudo encontrar una solución creativa y eficaz para un problema complejo. Este proyecto permitió probar y refinar conceptos antes de su implementación a mayor escala, aumentando la probabilidad de éxito y reduciendo riesgos.

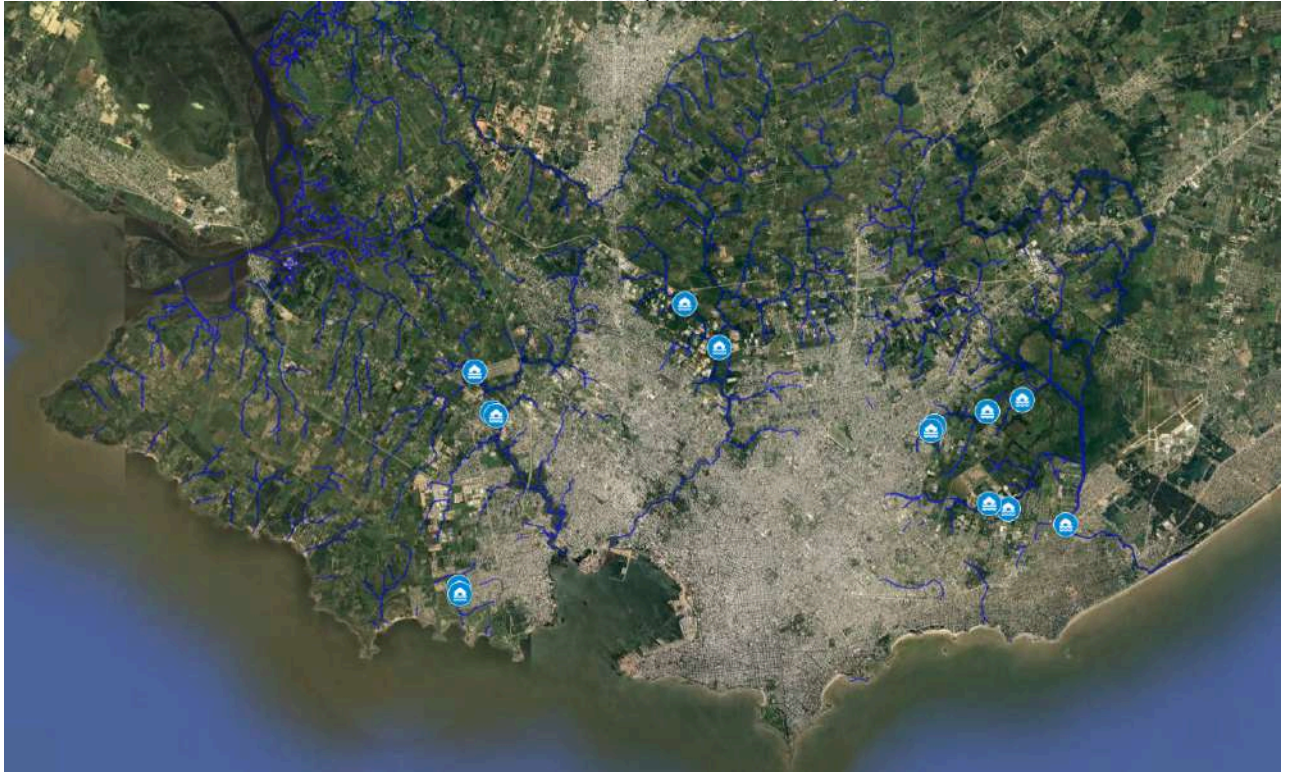
A partir de la experiencia realizada por el Departamento de Ingeniería Ambiental la Intendencia de Montevideo decide tomar las recomendaciones del Proyecto "Gestión de residuos sólidos en la trama hídrica de Montevideo, orientada a su reducción" e instalar una serie de biobardas en las principales cuencas del Departamento.

RESULTADOS

Se han colocado biobardas en 17 puntos de Montevideo ubicados en cursos de agua de la periferia y está prevista continuar la colocación en algunos puntos más.

15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país



Ubicación de biobarreras

La elaboración de estos elementos se realiza en la comunidad como parte de una propuesta de sensibilización ambiental. Se realizan talleres de construcción de biobarreras junto a vecinos y vecinas de la comunidad donde va a ser colocada, así como organizaciones sociales. Se enfatiza que la infraestructura se realiza con residuos y es realizada por los vecinos para el cuidado de su entorno. Se realizó una web con el procedimiento detallado de la elaboración [¿Cómo armar una biobarrera? | Intendencia de Montevideo.](#), se destaca esto último ya que al inicio de esta línea de trabajo no se disponía de metodologías de armado.



Contrucción en instalación de biobarreras con la población y organizaciones sociales

Estos equipos son de muy bajo costo y la durabilidad de los mismos se considera del orden de seis meses a un año. Se encuentran al sol, parcialmente sumergidos y la variabilidad de alturas de profundidad de agua genera que los amarres, además de ser fuertes, deben ser flexibles para adaptarse a la variabilidad de profundidad que presentan los cauces. Esta durabilidad implica tener una



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país
planificación de recambio anual.



Biobarda instalada en Bajo Valencia

Se prioriza la colocación de biobardas de forma previa a sistemas naturales de importancia, tal como los humedales del Arroyo Carrasco o la biobarda ubicada aguas arriba del tajamar en Bajo Valencia y de forma previa a la descarga de los cursos de agua en playas, tal como la biobarda ubicada en el Arroyo Carrasco a la altura de Camino Carrasco.

Desde finales de septiembre, fecha en que se colocó la primer biobarda, se han colocado equipos en 17 puntos, pero en muchos de ellos la biobarda ya no se encuentra funcionando. Actualmente persisten equipos en 8 puntos.

La reducción de los puntos con biobardas instaladas está fuertemente relacionada con el vandalismo, que ha significado la rotura de 6 biobardas. Ha sido usual el robo de la cuerda que sostiene la biobarda y en algunos casos el robo de la malla plástica que la rodea.

La segunda causa de pérdida o rotura de biobardas son los eventos extremos de inundación, que ha significado la rotura de 2 biobardas, en las lluvias ocurridas en el primer semestre de este año se perdieron algunos equipos. En suma a lo anterior se decidió retirar una biobarda ubicada en un punto que no cumplía su objetivo.

De los puntos que se encuentran actualmente con biobardas funcionando existen dos puntos en que su eficiencia no se considera adecuada, los restantes 6 puntos presentan una buena captación de residuos. Desde octubre de 2023 se han retirado aproximadamente 10 toneladas de residuos de estos puntos. Se destaca la biobarda ubicada en Bajo Valencia que ha retenido la mayor parte de los residuos totales obtenidos.

La eficiencia de las biobardas debe medirse en relación a su capacidad de retención, pero también como elemento de trabajo sobre la temática ambiental con las vecinas y los vecinos de Montevideo. Se han realizado diversas instancias de construcción colectiva de biobardas con escuelas, voluntarios ambientales, empresas y vecinos en general.

CONCLUSIONES

Para darle continuidad a este proyecto se entiende se deben abordar algunas dimensiones, que se describen a continuación.

Se debe aumentar el control sobre las biobardas para posibilitar el retiro de los residuos retenidos de forma frecuente e inmediatamente posterior a la ocurrencia de lluvias, de esta manera se evita que el material retenido no se pierda con la siguiente lluvia.



15 al 17 de octubre 2024

Cámara Mercantil de productos del país

Se deben analizar con detenimiento los factores que determinan la eficiencia en retención. Se destaca en particular la profundidad de agua y la variabilidad de la misma. Se considera que estos equipos se deben colocar en cuerpos de agua con profundidades mínimas de 0.60m aproximadamente.

No se deben colocar estos equipos en zonas con oleaje.

Se destaca la capacidad de las biobardas de ser un elemento de trabajo sobre la temática ambiental, posibilitando un abordaje comunitario y práctico. Es importante la colocación de las biobardas habiendo generado un proceso de trabajo con la población que permita sostener la infraestructura y asumir la responsabilidad de informar sobre su estado de colmatación o rotura.

A pesar de estar construidas mayoritariamente con residuos estos equipos son frecuentemente vandalizados, usualmente esto está asociado al robo de la cuerda que sostiene la biobarda.

BIBLIOGRAFÍA

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

Lee S., Yigitcanlar T. 2010. Sustainable urban stormwater management: water sensitive urban design perceptions, drivers and barriers. Engineering Science Reference, United States of America.

Brown R.R., Farrelly M.A 2007. Barriers to Advancing Sustainable Urban Water Management: a typology

Bentos Pereira g. 2017. Tesis para optar al título en Magíster en Ingeniería Ambiental, Residuos sólidos en la trama hídrica urbana.