

Universidad de la República
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Escuela Universitaria Centro de Diseño

AGUAS GRISES

TRABAJO DE GRADO

Dispositivo para la recuperación y reutilización de aguas grises evitando su vertido en cunetas pluviales

Autor:
Edgardo Saracho Vaz

Tutora:
Rosita De Lisi

Montevideo
Uruguay
2023



Índice

Introducción	3
Cap.1 Saneamiento y tratamiento de aguas en la periferia urbana.....	5
Cap.2 Objetivos	9
Cap. 3 Metodología	11
Cap. 4 Diseño sostenible y sustentable para el cambio climático	16
Cap. 5 Aguas Grises	20
¿Qué son las aguas grises?	
Importancia y beneficios de su aprovechamiento	
Cap.6 Antecedentes	24
Cap. 7 Tecnologías y técnicas reutilización de aguas a nivel doméstico	27
Dispositivos de tratamiento intra-hogares	
Dispositivos de tratamiento a la intemperie	
Dispositivos de recuperación de aguas pluviales	
Aplicaciones de las aguas grises tratadas	
Análisis de los antecedentes	
Cap. 8 Relevamiento de personas usuarias y de la zona seleccionada ..	42
Delimitación y selección de la zona	
Perfil de las personas usuarias	
Relevamiento de desagües hacia las cunetas pluviales	



Cap. 9 Propuestas de diseño	49
Lista de requisitos	
Caminos proyectuales	
Dispositivos gráficos	
Dispositivos físicos	
Recomendaciones	
Valoración de las propuestas	
Conclusiones	77
Bibliografía	79
Anexos	



Introducción



En los barrios periféricos de Montevideo, ubicados entre la zona suburbana y rural, muchos hogares aún carecen de acceso a la conexión de saneamiento según el mapa de cobertura proporcionado por la Intendencia de Montevideo (IM). Las personas en esta situación se ven obligadas a prolongar el mantenimiento de fosas sépticas recurriendo a desagües directos de los pozos o a conexiones separativas improvisadas de aguas grises (AG). Estas últimas, son las originadas por el lavado de alimentos, utensilios, manos, duchas y tareas de limpieza general (según el Comité Ejecutivo de Gestión Ambiental Portuaria, 2022). Estos vertidos terminan siendo descargados en las cunetas pluviales, causando daños ambientales y riesgos para la salud pública.

La elección de la zona de Paso de la Arena como área de estudio, ubicada en el oeste de Montevideo, responde a motivaciones personales del autor como residente del barrio, quien encuentra en esta proximidad un vínculo directo con las oportunidades y realidades del territorio.

Es una forma de incidir en la realidad cotidiana que genera incomodidad, pero se normaliza como un aspecto más del entorno. En este caso particular, se pretende dejar de ser un espectador ante un problema de contaminación y desaprovechamiento de un recurso natural, visible en el paisaje urbano. A nivel doméstico, según el documento "Cuidemos el Agua" (Comité Ejecutivo de Gestión Ambiental Portuaria, 2022), se estima un consumo de entre 80 y 150 litros de agua potable por persona al día. No obstante, el mismo documento señala que solo 10 litros (como máximo) se destinan exclusivamente para beber y/o cocinar, mientras que el resto se utiliza para actividades como el aseo personal, limpieza y descarga sanitaria que si bien

son actividades necesarias, producen un problema de contaminación del recurso hídrico.

A su vez, es indudable que la crisis climática actual necesita acciones, desde pequeñas hasta grandes, para incidir sobre ella. En este sentido el diseño puede aportar ya sea en soluciones proyectuales o proponer metodologías de diseño que apuesten por una economía circular. Como expresa el diseñador Víctor Papanek (1977: 21) “el diseño se ha convertido en la herramienta más poderosa de que se sirve el hombre para configurar sus utensilios y su medio ambiente (y, por extensión, la sociedad y a sí mismo).”

El propósito principal de esta investigación consiste en explorar y recopilar datos acerca de una problemática poco analizada a nivel local: la situación ambiental en los barrios periféricos que carecen de acceso a sistemas de saneamiento. El objetivo central es generar un conjunto de acciones que puedan ser implementadas en zonas similares, tomando en cuenta que, aunque estos barrios presentan realidades diversas, comparten características comunes como el tipo de vivienda y la comunidad que los habita.

Además, se busca comprender y abordar la problemática vinculada con la reutilización y recuperación de las AG generadas a nivel doméstico, para evitar su vertido en las cunetas pluviales. El fin último es proponer una solución proyectual de rápida ejecución y fomentar la concienciación acerca de este problema, con el objetivo de promover un cambio de comportamiento positivo en la gestión del recurso hídrico.

Fotografía 1
Barrio Las torres, mayo 2020.
Elaboración propia.



El trabajo se divide en varios apartados importantes. En primer lugar, la problemática: saneamiento y tratamiento de aguas en la periferia urbana. Seguidamente se describen las metodologías y métodos utilizados en el desarrollo del proyecto. Luego, se presentan y definen los conceptos clave relacionados con el tema central, como las aguas grises y su contexto. Posteriormente, se realiza una selección y análisis de los antecedentes, prestando especial atención a las tecnologías de recuperación de aguas grises. A continuación, se aborda la construcción del perfil del usuario y su vínculo con el contexto específico. Por último, se exponen propuestas de diseño que tienen como objetivo abordar la problemática identificada.



»» Capítulo





Problemática:

Saneamiento y tratamiento de aguas en la periferia urbana



Contexto local y normativa

En el contexto de la zona suburbana de Montevideo, el saneamiento inadecuado es un problema común que afecta a muchas viviendas que utilizan pozos sépticos para verter sus aguas residuales. Según Hernán Méndez, Responsable del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, en respuesta a una consulta vía correo electrónico (2021, 1 de noviembre), el Plan Director de Saneamiento y Drenaje Urbano de Montevideo (PDSYDUM) concluyó que entre 140 y 180 mil personas aún carecen de acceso a la red de saneamiento en el frente de sus casas. Este número se incrementa a nivel país según el Plan Nacional de Saneamiento (2020) alrededor de 1 160 000 de personas habitan en área urbana y no están conectadas a sistemas colectivos.

La construcción de pozos sépticos adecuados, impermeables y realizados por personal capacitado es esencial para garantizar un sistema seguro y efectivo. Sin embargo, en los barrios periféricos se observa una realidad diferente, en la que muchos pozos han sido construidos de manera artesanal. De acuerdo con el Plan Nacional de Saneamiento (2020), la responsabilidad de gestionar estas instalaciones individuales recae en los usuarios, ya que no existe una presencia institucional que proporcione un marco adecuado (normativo, logístico y de control) para su operación segura. A pesar de que la Intendencia de Montevideo prohíbe el vertido de aguas residuales en la vía pública, la falta de fiscalización efectiva genera dudas sobre su eficacia.

Para la evacuación de los pozos sépticos, se requiere de un servicio de barométrica, el cual puede ser accedido a través de la Intendencia de Montevideo, presentando una solicitud en el centro comunal. Sin embargo, se solicita un recibo de sueldo del núcleo familiar o un documento del Banco de Previsión Social (BPS), lo que limita su accesibilidad para ciertas personas. Debido a esto, muchas personas optan por contratar servicios de empresas privadas de barométrica, las cuales extraen alrededor de cinco mil litros de aguas residuales por un costo de aproximadamente mil quinientos pesos (Barométrica del Sol, 2021).

A pesar de que existe un servicio público para la evacuación de los pozos sépticos, este no es utilizado con la frecuencia necesaria y representa un costo operativo elevado para los usuarios. Además, la cantidad de agua que se utiliza por persona actualmente supera la capacidad de los servicios de barométrica que se ofrecen para su evacuación (Méndez, 2021). Como resultado, estos sistemas, que en teoría son impermeables, presentan con frecuencia pérdidas superficiales y/o subterráneas, lo que provoca la descarga de su contenido en las cunetas o la infiltración en el terreno circundante.

Fotografía 2
Ejemplo de eutrofización.
Barrio Maracaná Norte, mayo de 2020.
Elaboración propia.



Una explicación más precisa es que algunas viviendas han optado por instalar desagües que conducen a las cunetas pluviales para aumentar la capacidad y el tiempo de almacenamiento de las aguas residuales. Estas aguas pueden provenir de conexiones directas, como el desagüe del baño o de la cocina, la ducha o la lavadora, y también de aliviaderos o sistemas de descarga de pozos sépticos para evitar su sobrecarga. En este sentido, el Plan Nacional de Aguas (2017) identifica una variante de esta práctica, que implica la descarga directa de aguas grises a la vía pública.

Sin embargo, de acuerdo con el Plan Nacional de Saneamiento (2020), la infiltración del efluente en el terreno no está permitida en zonas urbanas según el decreto 253/79 (Prevención de la contaminación de las aguas), ni tampoco el vertido de aguas residuales en la vía pública, incluso en el caso de aguas grises o tratadas.

Además, Hernán Méndez (2021) señala que en la Ordenanza de Instalaciones Sanitarias Internas (Decreto 32952 de la Junta Departamental de Montevideo), se establece la prohibición de verter aguas residuales de cualquier origen a la calzada y la obligatoriedad de conectarse al sistema de saneamiento. También, por Resolución N° 3642/2010, se establecen las competencias de los municipios, entre las que se encuentra el control y sanción de vertidos de saneamiento hacia la calzada.



Consecuencias

Las filtraciones mencionadas previamente, en conjunto con las aguas residuales descargadas en las cunetas, explican los caudales de agua de saneamiento que son vertidos hacia los cursos de agua. Este fenómeno ambiental tiene un impacto significativo en las cañadas y arroyos de Montevideo, en particular durante el periodo de estiaje, dado que su caudal es muy bajo en estas condiciones (Méndez, 2021). La contaminación de estos cuerpos de agua no solo afecta su biodiversidad, sino que también contribuye notablemente al aumento del caudal de agua durante las inundaciones.

A su vez, provoca suelos lodosos, malos olores y favorece la reproducción de mosquitos debido al estancamiento de agua, lo cual a su vez “puede presentar riesgos de transmisión de enfermedades debido a la posibilidad de que se transporten microorganismos patógenos” (Núñez *et al.*, 2014: 343). El artículo “Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la provincia de Buenos Aires, Argentina” detalla el riesgo sanitario de estas aguas al afirmar que:

*“la calidad del agua gris depende de las actividades de la población que la origina y de su origen. Este tipo de agua residual contiene jabón, detergentes, champú, aceites, grasas y diversas sustancias químicas, siendo la contaminación más significativa aportada por los detergentes. Este agua también puede contener bacterias, parásitos y virus provenientes del agua de la ducha, lavado y fregado” (Núñez *et al.*, 2014: 343).*

Las aguas jabonosas producen espumas que a veces no se disuelven y contienen nitratos, fosfatos y algunas enzimas, lo que puede generar un problema llamado eutrofización, produciendo una proliferación descontrolada de algas fitoplanctónicas y otros microorganismos que consumen gran cantidad de oxígeno del agua, lo que puede causar la muerte de la vida acuática (Guzmán-Puente *et al.*, 2019).

Esta situación provoca una degradación visual del entorno urbano. Desde el punto de vista ergonómico no solo tiene un impacto ambiental negativo, sino que también afecta la salud psicológica y emocional de las personas que viven en la zona. La presencia de aguas estancadas con malos olores

son estímulos negativos que pueden generar sentimientos de incomodidad y rechazo en las personas, lo que a su vez puede afectar su adaptación y su interacción con el ambiente y con la comunidad.

Oportunidades

En base a lo expuesto anteriormente, se presentan diversas oportunidades de acción. Aunque la conexión a la red de saneamiento y un sistema sanitario adecuado podrían resolver estas problemáticas, es importante reducir el consumo de agua y fomentar prácticas sostenibles antes de que la falta de agua se vuelva crítica. La situación actual podría ser una oportunidad para establecer un precedente local y promover proyectos integrales y sostenibles para abordar estas problemáticas.

Un avance normativo importante sería la actualización del decreto 253/79 (Prevención de la contaminación de las aguas), que data del año 1979 y no tiene en cuenta la realidad actual en la que la protección del agua también incluye el ahorro de este recurso. Esto permitiría generar sistemas de filtración en zonas urbanas y se podrían implementar incentivos desde el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, fomentando la implementación de sistemas separativos en viviendas para recuperar y reutilizar aguas grises.

Además, se podría explorar la creación de diferentes productos destinados a la clarificación de las aguas, lo que no solo representaría una oportunidad económica, sino que también implicaría un cambio importante en la protección de este recurso.

Para concluir, es fundamental abordar esta cuestión no solo desde un enfoque de saneamiento y salud pública, sino también considerando la calidad de vida de los habitantes. Es importante comprender que esta problemática trasciende el abastecimiento de agua y se trata de tomar medidas para reducir su desperdicio y fomentar su uso eficiente y sostenible, no solo para garantizar el bienestar de los habitantes de la zona, sino también para preservar el medio ambiente y conservar el agua.

»» Capítulo

2



Objetivos

A partir de la problemática y las hipótesis halladas, surgen las preguntas que dieron forma al proyecto:

¿Es posible diseñar un dispositivo que permita el aprovechamiento de las aguas grises y mejore el paisaje urbano de los barrios sin saneamiento?

¿Es posible a través del diseño generar un cambio de comportamiento positivo de las personas para con el ambiente?

Por lo que se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Fomentar la recuperación y reutilización de las aguas grises generadas a nivel doméstico, mediante el diseño de un dispositivo que permita evitar su vertido en cunetas pluviales en barrios periféricos de Montevideo sin acceso a saneamiento.



Objetivos específicos

- Diseñar un dispositivo para la recuperación y reutilización de aguas grises vertidas en cunetas barriales, contribuyendo con la reducción de aguas estancadas, los riesgos sanitarios y la contaminación de aguas subterráneas
- Incentivar el desarrollo sostenible de espacios verdes colectivos, mejorando a la vez el paisaje urbano de los barrios periféricos.
- Generar estrategias de diseño que provoquen un cambio de comportamiento favorable al ambiente.



»» Capítulo

3

Metodología proyectual

La metodología proyectual utilizada es la “de cascada” de Bürdek (1994). Consta de seis etapas de trabajo que se retroalimentan entre sí. Es una estructuración flexible e iterativa, pero ordenada, del proceso de trabajo para llegar a una solución creativa lo más eficaz posible.

A continuación se presentan las etapas, a su vez los diferentes métodos, enfoques y estrategias que se emplearon en cada una de ellas.

La primera etapa es el **planteamiento del problema** en donde se elige el objeto de estudio, el punto de partida del proceso. En este caso, de una manera intuitiva se partió con un enfoque desde *Diseño centrado en el ambiente*, definido por Monika Sznal (2020):

“Un método de desarrollo de un producto o servicio que tiene como objetivo que estos productos o servicios sean ambientales, sociales y económicamente sostenibles al enfocarse en las necesidades, limitaciones y preferencias de audiencias humanas y no humanas. El proceso involucra conocimiento y técnicas del desarrollo de diseño donde se intersecta el diseño enfocado en el humano, usabilidad, ecología y sostenibilidad.”

El enfoque plantea no centrarse solamente en las personas, sino en los micro-sistemas ecológicos y socioculturales que forman parte de la problemática. Es decir, que el producto a desarrollar no puede afectar animales, plantas, insectos, prácticas culturales, medios de vida, en efecto debe mejorar el am-

biente para todo su conjunto. Es evidente, en el caso del proyecto, evitar que se contaminen aguas subterráneas o que reutilicen las AG es una necesidad del ambiente en su conjunto.

La siguiente etapa es el **análisis de las condiciones**, compuesta por la investigación de los antecedentes, análisis del contexto, los recursos disponibles, las prácticas socioculturales y por supuesto las personas que formarán parte de la solución propuesta.

En primer lugar para la investigación y los análisis de los antecedentes se realizó un búsqueda bibliográfica, artículos académicos, *podcast*, páginas web relacionados con la temática y el repositorio de trabajos de la UDELAR.

En segundo lugar se realizó un relevamiento fotográfico en la zona tomada como foco de investigación y ejemplo. Las fotos fueron tomadas en la vía pública. Las mismas sirvieron para generar un mapeo comparativo entre los datos obtenidos en encuestas y entrevistas. A su vez reforzar la observación y caracterización del contexto y su comportamiento. Sirvió también para un relevamiento técnico, de capacidades técnicas, de recursos, entre otras.

En tercer lugar se realizó una documentación etnográfica, a través de entrevistas y encuestas a personas cercanas al objeto de estudio. Esto fue con la finalidad de comparar los discursos con las acciones de las personas. Las preguntas intentan ayudar a generar la construcción de un usuario potencial, también validar hipótesis generadas a lo largo del proyecto, estrategias para el diseño de cambio de comportamiento y posibles campañas gráficas.

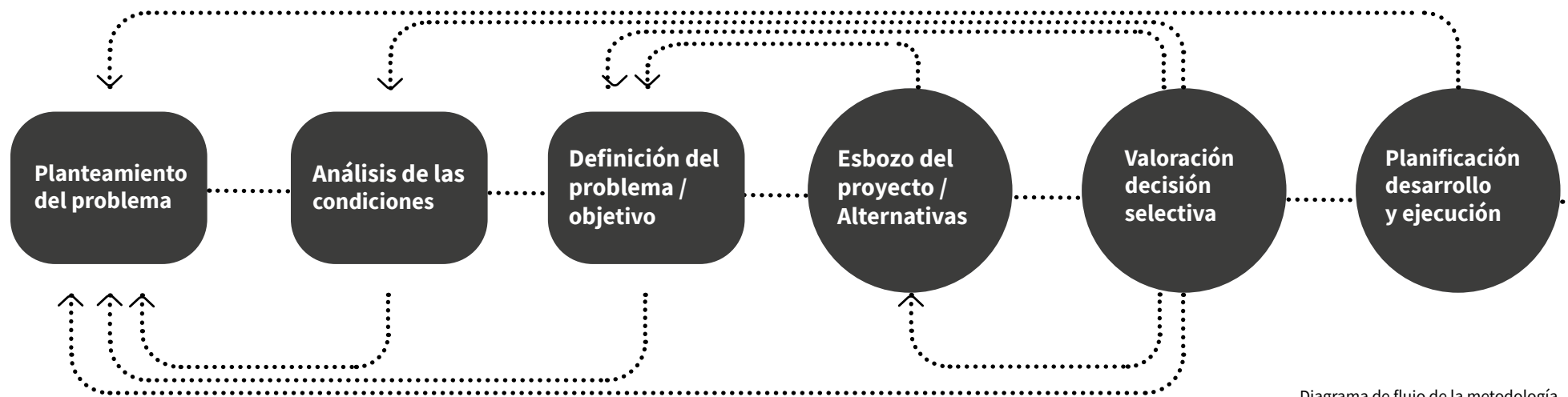


Diagrama de flujo de la metodología.
Elaboración propia.

Las entrevistas fueron focalizadas en personas del barrio Maracaná Norte, una de las zonas delimitadas para hacer el mapeo. Se les preguntó a diez personas de manera coloquial sobre la problemática en cuestión y sobre posibles causas.

Se realizó una encuesta abierta, en la que participaron unas noventa personas. Dirigida a todos los pobladores de Montevideo, pero se hizo una especial difusión en la zona del Municipio A (Belvedere, Casabó, La Teja, Nuevo París, Pajas Blancas, Paso de la Arena, Villa del Cerro). Dado que en muchos barrios todavía están fuera de la zona de cobertura de saneamiento, según el mapa consultado en la web a la fecha de la realización de este informe (IMM, 2022). El motivo fue para poder comparar discursos, visualizar diferencias de opiniones y acciones sobre la temática según las zonas. A su vez, para no alarmar a las personas ya que en una de las entrevistas se expresó el miedo a las denuncias ante la IMM.

Para el diseño de la encuesta se utilizaron recomendaciones del libro “Diseño gráfico para la gente” (Frascara, 1997) cómo utilizar un lenguaje adecuado, entendible y accesible, mejorar la experiencia de la persona encuestada dejando las preguntas demográficas para el final, mezclando temáticas pero con un grado de fluidez.

Por último se realizó un pedido de información en la IMM, en un centro comunal, en el departamento de Salubridad Pública y en la unidad de efluentes industriales. Esto fue muy importante para el conocimiento de la normativa y la situación demográfica del barrio antes mencionado.

Luego del análisis de la situación, en esta etapa se bajó a tierra la información obtenida y se plantearon los **objetivos** para el diseño de soluciones creativas.

Antes que nada, para el desarrollo de una estrategia de diseño y desarrollo de una lista de requisitos específicos para la problemática, se utilizó una metodología llamada *diseño para el cambio de comportamiento*.

En el podcast de Marynes Rojas (2019), presenta este método de diseño basado en el *Modelo Transteórico* Prochaska y DiClemente (1984), que fue en principio utilizado para ayudar a las personas a abandonar conductas perjudiciales para la salud como fumar. A continuación se presentan los estados y barreras del comportamiento según el *Modelo Transteórico*:



Seis estados del cambio:

1. Precontemplación - Negación del problema.
2. Contemplación - La persona sabe que tiene un problema, pero no sabe cómo enfrentarlo, le supone demasiado esfuerzo.
3. Preparación - Existe intención de cambiar en un corto plazo, empieza hacer pequeños cambios como forma de preparación.
4. Acción - La persona toma acciones concretas con objetivos claros.
5. Mantenimiento - Mantiene su estado evitando el comportamiento.
6. Recaída - La persona se deja llevar por tentaciones que llevan a volver al estado anterior.

Barreras a este cambio:

1. Fricción - La persona evita gastar energía tomando el camino de menor resistencia.
2. Corto versus largo plazo - La persona toma decisiones que la benefician a corto plazo, sin importar que la perjudiquen a largo plazo.
3. No pensar en los beneficios en el momento adecuado - La persona conoce los beneficios, pero no los tiene en cuenta el momento adecuado.
4. No lo ve como una buena idea - No se ajusta a sus creencias y valores, no confía en las investigaciones y los datos científicos.

Lo que hace esta metodología es entender las etapas psicológicas y conductuales de las personas, para luego buscar estrategias de diseño para incidir sobre las diferentes barreras que se puedan presentar.

Entendidos los estados y barreras del cambio, la autora plantea cinco estrategias, que más adelante se aplicará en un cuadro de elaboración propia aplicada al proyecto.



Estrategias:

1. Incentivos - Motivación a través de remuneración, sistema de puntos, tarjetas de fidelidad, entre otros beneficios.
2. Demostración social - Las personas hacen cambios por comparación, adoptan comportamientos compartidos socialmente deseables. En este punto hay que adaptarse al contexto y creencias de un colectivo.
3. Opción por defecto - La toma de decisiones genera fricción, por eso se busca no complicar al usuario y se le presentan elecciones fáciles. Se presentan pocas opciones, pero concretas y entendibles.
4. Concreción - Comunicación estratégica adecuada para el público al que se quiere llegar. Se recurre al *storytelling*, compartir experiencias de usuarios y campañas por el medio que se crea más adecuado para las personas a las que se quiere llegar.
5. Asequible - En muchos casos, las personas toman decisiones a corto plazo y no piensan en el futuro, sobre todo las que tienen bajos recursos. Es por esto que se busca opciones adecuadas al poder adquisitivo y contexto social de las personas.

Una vez analizados los datos y establecida la estrategia, se esbozó el proyecto y se **diseñaron alternativas** de posibles soluciones a la problemática.

Seguidamente, en la etapa de **valoración decisión selectiva** se generó un cuadro comparativo según los requisitos planteados y se diseñó un plan de valoración para los usuarios potenciales.



Por último, la fase de **planificación, desarrollo y ejecución** no se contempla formalmente en el marco del proyecto, ya que su alcance es esencialmente teórico. No obstante, se ha llevado a cabo la formulación de propuestas concretas para la materialización del proyecto a futuro:

1. El proyecto en su totalidad constituye la base de una prueba piloto con potencial replicación en diferentes vecindarios con similares características.
2. El dispositivo Pompe, cuya construcción recae en las personas usuarias, podría materializarse mediante colaboraciones con establecimientos locales, estimulando así la participación comunitaria. Se plantea la posibilidad de solicitar financiamiento a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) para desarrollar un dispositivo capaz de difundir información pertinente a las partes interesadas.
3. La otra propuesta de diseño, Dique, podría ser presentada en los presupuestos participativos de la Intendencia de Montevideo, específicamente en el fondo Maggiolo. Este enfoque piloto podría operar como una plataforma para introducir nuevas normativas relacionadas con el uso del agua. Además, requeriría un compromiso activo por parte de la comunidad, tanto en el mantenimiento del dispositivo como en la mejora del vecindario en general.



»» Capítulo

4



Marco teórico:

Diseño sostenible y sustentable para el cambio climático

El **cambio climático** que actualmente vivimos ha servido como disparador para pensar, evaluar y cuestionar la forma en la que nos enfrentamos al mundo. El uso que hacemos de él, así como la manera en la que disponemos y transformamos la materia de un mundo finito. Siendo la misma, una de las motivaciones principales en el desarrollo de este trabajo. Se entiende por cambio climático, de la siguiente manera:

El Cambio Climático es la mayor amenaza para la salud mundial del siglo XXI. La salud es y será afectada por los cambios de clima a través de impactos directos (olas de calor, sequías, tormentas fuertes y aumento del nivel del mar) e impactos indirectos (enfermedades de las vías respiratorias y las transmitidas por vectores, inseguridad alimentaria y del agua, desnutrición y desplazamientos forzados). (Organización panamericana de la salud, 2022)

Teniendo en cuenta esta definición es que debe ser de interés prioritario trabajar para estimular prácticas que favorezcan el descenso de la contaminación y la restauración ambiental. Es decir, fomentando el sentido de comunidad de las personas, hablar de ética ambiental y derechos ambientales tanto como derechos a la salud, el consumo responsable y las actividades sostenibles, entre otras medidas para mitigar el daño que ya ha sido causado.

Es por esta razón, que es necesaria la creación de modelos que entiendan al humano como parte del ecosistema y no como un ser superior a él. Por ejemplo el *diseño circular*, la *biomímesis*, el *diseño sustentable* y el *ecodiseño* que contemplan al ambiente como un pilar fundamental a la hora de desarrollar



un producto. De esta forma el campo del diseño puede generar cambios en problemáticas ambientales puntuales significativas en el para la mejora de la situación mayor.

«La utilización deliberada e intencionada de los procesos de la naturaleza y de la sociedad para la consecución de metas particulares.» (American College Dictionary, 1961). El contenido telésico de un diseño debe reflejar la época y las condiciones que le han dado lugar, y debe ajustarse al orden humano socioeconómico general en el cual va a actuar.

Primero, se entiende como **problemática ambiental** el resultado de prácticas nocivas por parte del ser humano para con el entorno natural que afectan de manera notoria la calidad de la tierra, el agua, el desarrollo de especies animales y vegetales, así como la propia salud de las personas. Estos se ven como “*peligros abstractos*” (Fuentes, 2012), muchas personas no ven las consecuencias de sus acciones, hasta que no produce un daño directo y concreto.

Como señala la Organización mundial de la salud (OMS, 2016) “*Si los países no adoptan medidas para que los ambientes en los que se vive y se trabaja sean sanos, millones de personas seguirán enfermando y muriendo prematuramente*” hasta ahora es la forma más notoria en la que se manifiesta dicha problemática.

Fotografía 3
Barrio Maracaná Norte, mayo de 2020.
Elaboración propia.



A Propósito de esto el aporte de la disciplina , se da a través de la **responsabilidad social y ética** de los y las profesionales del diseño, como una forma de visibilizar y contribuir con la sociedad. Como expresa Frascara (1997) la responsabilidad social *“es la contribución positiva hacia las personas, o por lo menos no generando acciones negativas sobre las mismas”*. En tanto la responsabilidad ética, la define como el *“apoyo hacia los valores humanos básicos”*.

Este último punto es esencial en los temas presentados, pero suele ser un poco más complejo. En el artículo *“La ética del diseño sustentable”* (Zito, 2014), se habla de cómo el profesional se enfrenta a decisiones difíciles guiadas tanto por las demandas del mercado, como las de sus empleadores y las de sus intereses particulares. Lo que propone es articular, conocer a los actores y proponer soluciones con el menor de los impactos. Apelar a la creatividad y al diseño para encontrar la manera de adecuar los procesos y los productos a las circunstancias del presente.

Otro concepto importante es el **desarrollo sustentable**, como *“proceso por el cual se preservan, conservan y protegen sólo los Recursos Naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta otras necesidades”*(Zito, 2014). Concepto que lleva a pensar en soluciones que vayan más allá de la satisfacción de las necesidades presentes, sino que también en las futuras.

Por ejemplo, en el caso de este proyecto, que busca la preservación y consumo responsable del agua, ya que *“El modo de vida «occidental» (que suele ser el modelo al que todos aspiran) no sólo induce un mayor consumo, sino que derrocha el agua. No la valora como el elemento esencial e irremplazable que es”*(Ricard, 2007). En Uruguay nos enseñan desde la escuela que es un recurso abundante y en la consciencia colectiva se utiliza como tal. Es por esto que también se aplica el **consumo sustentable**, consumir lo necesario para tener una calidad de vida apropiada y ser más exigentes con los productos que compramos, evitando poner en riesgo los recursos naturales.

También es relevante al proyecto el concepto el **hábitat espontáneo**, que es la manera que tienen las personas de dar soluciones rápidas de manera creativa y casera a necesidades domésticas. Nace de la falta de recursos y medios para poder contar con técnicos profesionales.

La intervención sobre el hábitat sigue teniendo importantes manifestaciones espontáneas, no profesionalizadas, que pasan a ser mayoritarias en el caso del entorno interior de la vivienda privada. (...) Y esa intervención del sujeto sobre el entorno para transformarlo en su hábitat no es en absoluto libre: está codificada. El hábitat es el producto de esa modificaciones que la comunidad introduce en el entorno para permitir que en se entablen las relaciones entre sí y con el medio. (Chávez, 2005, p.42)

Fotografía 4
Recolección de basura.
Uso gratuito bajo la Licencia Unsplash, 2021

El vertido de aguas grises (AG) en cunetas pluviales es un ejemplo de este fenómeno, ya que el contexto social, educativo, político y económico llevan a las personas a esa resolución. Resuelve a corto plazo una necesidad por la falta de saneamiento, pero es perjudicial a largo plazo: se contaminan las aguas subterráneas. No hay un estudio de las consecuencias y se normaliza en la urbanidad de los barrios.

Es por este motivo que el **desarrollo sostenible** es otro concepto orientador. Visto equívocamente como sinónimo del concepto anterior, es *“una visión más abarcativa del desarrollo humano, comprende también necesidades sociales, políticas y culturales, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras. Según esta definición, Sostenible significa un balance entre todas esas necesidades.”* (Zito, 2014). Es importante entender que las propuestas y soluciones que se propongan tienen que ser acompañadas de un estudio de las políticas públicas existentes y los recursos económicos disponibles, para que sean realistas y factibles las soluciones propuestas.

Por último, específicamente durante la investigación de este proyecto se encontró que hay zonas en las que la gente convive con lodos, malos olores y agua estancadas en las cunetas pluviales. Es una situación que se acepta, pero que afecta a los factores ambientales y psicológicos de los pobladores actuales y futuros si no se toman acciones políticas y culturales. Es por esto que se necesitan propuestas que fomenten la **urbanización sostenible**, es decir un entorno diseñado para satisfacer las necesidades del habitar y que no afecte el ambiente. Es decir un paisaje urbano que estimule la convivencia, que sea agradable y que dignifique el entorno para las personas que lo utilizan, contemplando las generaciones futuras.



»» Capítulo

5



Objeto de estudio:

Aguas Grises



En Uruguay, las aguas grises (AG) se definen como aquellas que provienen del lavado de alimentos, utensilios de cocina, manos, duchas y el lavado de superficies en general. Según la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), aproximadamente el 60% del agua que se consume a nivel doméstico termina siendo AG.

La composición es variada, y puede variar según el contexto y las costumbres, pero en general se compone de la siguiente manera:

Este líquido residual contiene jabón, detergentes, shampoo, aceites, grasas y diversas sustancias químicas. La contaminación más significativa proviene de los detergentes. En este tipo de agua también puede encontrarse bacterias, parásitos y virus aportados por el agua de ducha, lavaderos y fregaderos. Si bien el agua gris contiene menor contaminación fecal que los líquidos del alcantarillado, ambos fluidos residuales representan un riesgo para la salud humana tanto por la presencia de compuestos químicos como de microorganismos patógenos (Lucke, 2003).

Habitualmente se confunden con las aguas residuales (AR), también llamadas aguas negras (AN) se definen como “aquellas provenientes directamente de las letrinas y sanitarios” (CEGAP). En comparación a las AG, estas necesitan de un tratamiento especializado, ya que no son aptas para su tratamiento doméstico.

Es importante destacar que a diferencia de las aguas residuales, las aguas grises no necesitan un tratamiento especializado, ya que pueden ser tratadas de forma doméstica para su reutilización. Esto se debe a que las AG son menos contaminantes y no contienen cantidades significativas de excrementos humanos. De esta forma, se pueden aprovechar los beneficios de su reutilización, como la disminución del consumo de agua potable y la reducción de la huella de carbono.

No obstante, existen casos específicos en los que el agua que se produce en cocinas o baños no es considerada AG, sino aguas residuales. Estos casos pueden ocurrir cuando se utilizan productos químicos dañinos para el ambiente o cuando se lavan pañales reutilizables que contienen materia fecal. En esos casos, el agua dejaría de ser simplemente jabonosa y se convierte en un líquido que necesita ser descargado en un sistema colector de aguas residuales.

La reutilización de AG tiene un gran potencial para ahorrar recursos y reducir la demanda de agua potable. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua potable representa solo el 3% del total de agua disponible en el planeta, por lo que es importante utilizarla de manera eficiente y responsable (OMS, 2021). Además, la reutilización de AG puede reducir la contaminación de los cuerpos de agua naturales y el impacto ambiental de la eliminación de aguas residuales.



En el momento en que se llevó a cabo este proyecto, Uruguay estaba atravesando una sequía en todo su territorio, lo que llevó a la empresa estatal responsable del servicio de agua potable a prohibir el uso de agua para actividades no prioritarias, como el lavado de automóviles, el riego de césped y veredas, entre otros. Esta situación podría haberse mitigado de manera más efectiva si se hubieran implementado políticas públicas apuntadas a la protección del agua, como por ejemplo la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en edificios públicos y privados.

Según el documento “Cuidemos el agua” de la URSEA, las Naciones Unidas establecen que la cantidad mínima diaria de agua necesaria para la subsistencia de una persona es de 60 litros. Sin embargo, en Uruguay, se excede esta cantidad, como se muestra en la tabla proporcionada por URSEA, donde se registra un consumo promedio de 80 a 150 litros de agua por persona al día. Este exceso en el consumo de agua resulta en un desperdicio de un recurso valioso que tiene el potencial de ser reutilizado.

En función de su producción doméstica, las AG pueden ser aprovechadas de diversas maneras. Entre ellas, se destaca su utilización en el riego de plantas y jardines, para lo cual es necesario emplear sistemas de filtrado y tratamiento que permitan eliminar los residuos y agentes contaminantes presentes en el agua.

Asimismo, otra opción viable para el aprovechamiento de las aguas grises es su utilización en la descarga de inodoros, lo que representa una alternativa efectiva para ahorrar agua potable y reducir los costos asociados al consumo de este recurso.

Además, también es posible utilizar las AG en la limpieza de diversas superficies, tales como pisos, patios y mobiliario exterior, lo cual contribuye a disminuir el consumo de agua potable y a optimizar su uso en el hogar.

Tabla 1. Litros de agua consumidos que podrían reutilizarse casi por completo. Fuente URSEA.

Actividades	Litros aproximados por vez
Lavado de manos	2 a 18
Lavado de dientes	2 a 12
Ducha	80 a 120
Lavarropas por ciclo	60 a 90
Lavavajillas	18 a 30
Lavado de platos a mano	15 a 30
Lavado de auto	400

Fotografía 5
Lavado de manos.
Uso gratuito bajo la Licencia Unsplash, 2021



Por otra parte, la reutilización de AG puede reducir la carga sobre los sistemas de saneamiento y cámaras sépticas, lo que puede reducir el costo de tratamiento de aguas residuales.

También puede mejorar la calidad del agua al reducir la carga de nutrientes y contaminantes en las aguas subterráneas naturales. Por lo que puede contribuir a la conservación de los recursos hídricos y a la reducción de la contaminación ambiental.

La reutilización del AG es una solución sostenible y eficiente en hogares uruguayos. Es crucial promover sistemas de tratamiento y reutilización, alentando un uso responsable del agua. Igualmente, se requiere de la cooperación y compromiso de los ciudadanos, entidades gubernamentales y empresas para alcanzar una gestión adecuada del agua.



»» Capítulo

6



Antecedentes



Este capítulo, se centra en explorar diferentes soluciones creativas para la reutilización de aguas grises en Uruguay, Latinoamérica y países extraregionales, a partir del análisis de varios artículos académicos. Se divide en varias secciones, cada una de las cuales se enfoca en un conjunto particular de soluciones y tecnologías. Así como sus ventajas e inconvenientes en diferentes contextos.

Antecedentes locales

En relación a los antecedentes locales, es importante destacar el trabajo del Núcleo de Aguas Urbanas, que se ha convertido en un referente en estudios sobre las consecuencias ambientales del uso de agua y el trabajo interdisciplinario con diversos profesionales. Este núcleo aborda diversas problemáticas relacionadas con los caudales de agua, y un ejemplo de ello es su trabajo con los vecinos de Casavalle, en el monitoreo de los caudales de agua y propuestas proyectuales para mejorar la calidad de vida de los mismos. Asimismo, el Núcleo cuenta con un repositorio de investigación relacionado con el saneamiento y la conservación del agua.

Por otro lado, en la Universidad de la República (UDELAR), se ha llevado a cabo un trabajo titulado “Mecanismos de ahorro de agua potable en edificios” (Figueroa *et al.*, 2014), que se relaciona directamente con la temática de la reutilización de agua. En este estudio, se presenta un capítulo que realiza una selección acotada de mecanismos de reutilización y recomendaciones.

Además, la División de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo (IM) ha desarrollado un trabajo sobre “jardines de lluvia” (IM, 2016), que aborda la temática de manera cercana. Este sistema de drenaje sustentable urbano tiene como objetivo optimizar el saneamiento y aprovechar el agua de lluvia, a la vez que crea espacios verdes.

Antecedentes regionales

En cuanto a nivel regional, existen varios trabajos que buscan maneras económicas y sostenibles de reutilización del agua doméstica. Un ejemplo, es el caso de *Ekoducha* y *Ekomuro* (Alba, 2016) que utilizan botellas de plástico para construcción de dispositivos de almacenamiento y filtración de la misma. Estos trabajos se desarrollan en poblaciones latinoamericanas en donde escasea el agua y se reservan hasta las aguas de lluvia.

El manual técnico titulado “Filtros caseros de aguas grises” (2011), dirigido a personas que habitan en zonas rurales. Este manual muestra la construcción de un filtro de tierra utilizando materiales naturales que se pueden encontrar en ese tipo de áreas. Se destaca que este producto ha sido diseñado específicamente para ese contexto, y cuenta con ilustraciones simples pero efectivas que facilitan la comprensión del proceso de construcción.



Otro antecedente interesante es el de una mujer Argentina, Palmira, que ha desarrollado un sistema para filtrar AG y utilizarlas para riego con el objetivo de mejorar la situación sanitaria y fomentar un sentido de comunidad en su barrio.

“Para ello, se asesoró con ingenieros del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y de Aguas del Norte y construyó dos prototipos de filtros que cumplen funciones diferentes. El primer filtro de un solo paso limpia el agua en un 40%, lo que permite regar árboles y plantas florales. El segundo filtro de tres pasos, con una planta acuífera que ozoniza el agua, permite regar especies aromáticas y hortalizas que luego pueden ser consumidas” (Ponce Mora, 2019).

Según cuenta en la entrevista, Palmira ha destacado que los filtros son muy sencillos de construir.

“El primer filtro consiste en un grifo insertado en un balde con el filtro de algodón, grava, arena y grava. Por otro lado, el filtro de tres o cuatro pasos está compuesto por tres o cuatro tachos respectivamente. El primer tacho decanta el agua jabonosa o grasosa, el segundo tiene el filtro de algodón, grava, arena y grava, el tercer tacho contiene una planta acuífera [sumergida en] agua, y el cuarto tacho una planta acuífera con grava. De esta manera, el agua sale cristalina y no solo se limpia, sino que también se purifica” (Ponce Mora, 2019).



Antecedentes extraregionales

En lo que concierne a países externos a la región, existen varias tesis doctorales y documentos que tratan sobre la gestión de las aguas grises tanto en ámbito doméstico, como para el sector industrial. Muchos de ellos cuentan con estimulación de la proyección de hogares sustentables. Un ejemplo de esto, es el caso de la Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas ofrece una “guía técnica para el reciclaje de aguas grises” para los usuarios interesados.

Al igual que experiencias en Portugal, en donde de “se diseñó y evaluó financieramente un sistema hidrosanitario con reutilización de aguas grises, en un edificio multifamiliar, considerando la aceptación de los usuarios y los sistemas de tratamiento del agua gris para cumplir con los estándares de calidad para reúso” (Meléndez-Pérez, 2018).

Dos de los documentos guía más importantes son el manual técnico proporcionado por greywateraction.org, dirigido a comunidades de habla hispana en California, y una guía técnica creada por la Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (AQUA ESPAÑA), que presenta especificaciones técnicas para la reutilización de aguas grises en edificios y casas.

Estos manuales resultaron de gran utilidad para comprender las diferencias en criterios, normativas y tecnologías aplicables en dos contextos distintos, al tiempo que permitieron identificar puntos en común, como los beneficios y la posible categorización de las soluciones según su complejidad.

»» Capítulo

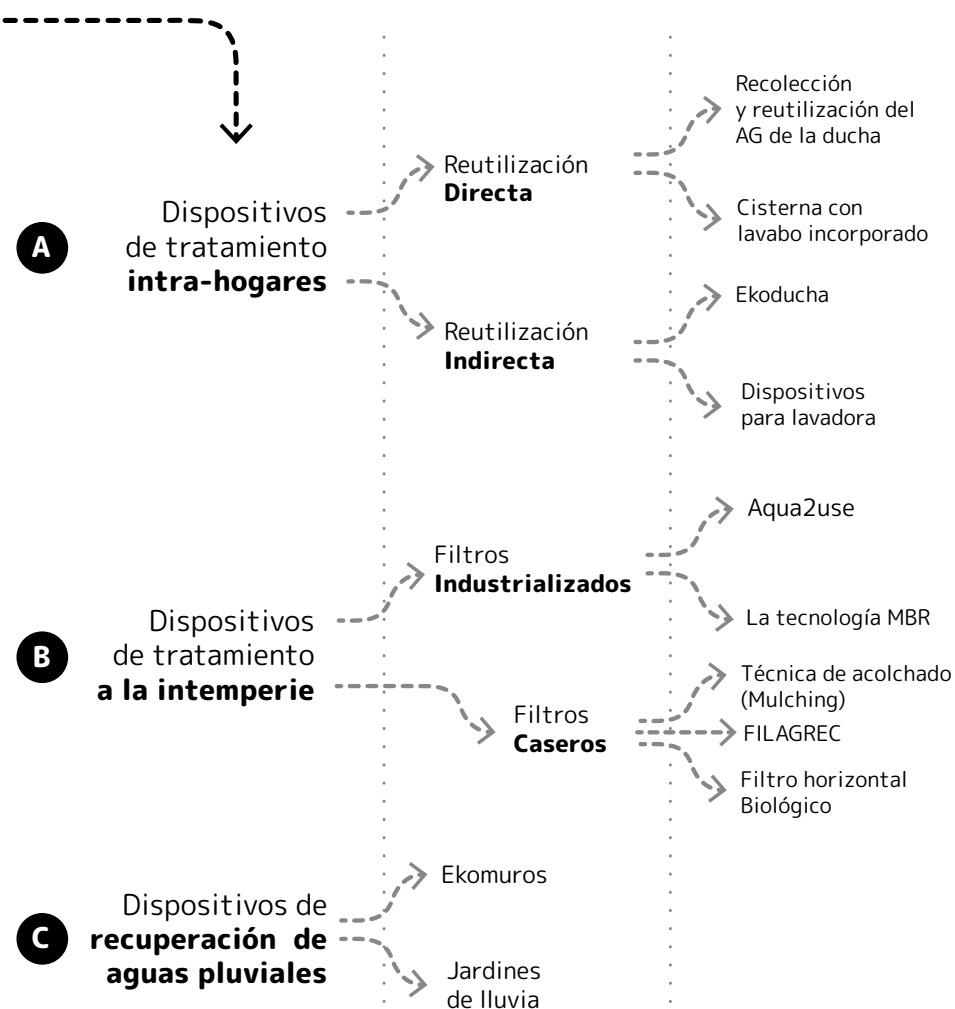


Tecnologías y técnicas reutilización de aguas a nivel doméstico

En la segunda parte del análisis de los antecedentes, se han seleccionado productos que guardan una relación directa con la investigación que se pretende llevar a cabo. Asimismo, se presenta un análisis de las tecnologías y técnicas más populares para la reutilización de AG, incluyendo los sistemas de tratamiento y almacenamiento de agua, los sistemas de riego y los sistemas de descarga de inodoros.

Cabe mencionar que la construcción de las categorías utilizadas en este análisis es de elaboración propia y se basa en la ubicación del decantador y su proximidad a la fuente de las AG. Las categorías son las siguientes: dispositivos de tratamiento intra-hogares, dispositivos de tratamiento al aire libre y dispositivos de recuperación de aguas pluviales. Finalmente, se realiza un análisis de las ventajas y desventajas de cada una de estas opciones para su implementación.

Es importante destacar que este análisis permitirá determinar cuál de estas opciones es la más adecuada para la reutilización de AG en el contexto específico de esta investigación, con el fin de lograr un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.



A. Dispositivos de tratamiento intra-hogares

Dispositivos ubicados dentro del recinto, cercanos a la fuente de las AG.

Reutilización directa

Dispositivos que utilizan AG sin tratamiento.

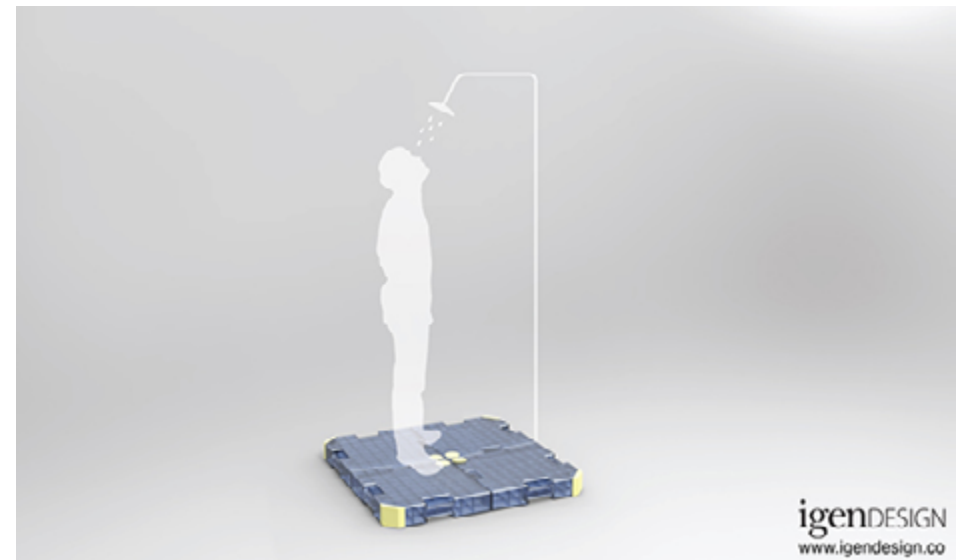
Sistema que permita la recolección y reutilización del agua que se utiliza durante una ducha

Gris es un producto diseñado por Alberto Vasquez para la recolección y reutilización de agua gris, que se produce en la ducha. Tiene una forma cóncava que permite recoger fácilmente el agua, y una superficie granulada que evita deslizamientos. *Gris* se compone de cuatro celdas entrelazadas, cada una con una capacidad de diez litros, para un total de cuarenta litros. Estas celdas pueden ser levantadas individualmente para permitir el uso selectivo del agua recolectada, lo que permite su uso para diferentes propósitos como la limpieza del hogar o el riego del jardín.

Aspectos positivos: La versatilidad y utilidad del producto se ven realizadas por la posibilidad de emplear el agua recolectada para diversas finalidades, como la limpieza del hogar, la descarga sanitaria o el riego del jardín. Esta característica mejora significativamente la funcionalidad del producto.

Aspectos negativos: Sin embargo, se identifican ciertos aspectos que requieren atención. En primer lugar, la falta de tratamiento de las aguas grises podría afectar la idoneidad del agua para la limpieza, constituyendo una limitación en su aplicación. Además, la falta de especificaciones sobre la durabilidad y resistencia del producto genera incertidumbre en cuanto a su vida útil y capacidad para soportar el uso continuo.

Fotografía 6. Dispositivo Gris. Fuente Behance



Otra limitación evidente es la capacidad total de cuarenta litros, la cual puede resultar insuficiente para ciertos usuarios o hogares, disminuyendo así su utilidad en contextos con mayores demandas de agua. El proceso de levantar individualmente cada celda podría ser percibido como incómodo o pesado para algunas personas, especialmente cuando las celdas están llenas de agua.

Adicionalmente, la falta de mención del precio del producto impide evaluar su rentabilidad y accesibilidad para los potenciales usuarios.

Cisterna con lavabo incorporado

Este sistema representa una solución que combina una cisterna con un lavabo incorporado para aprovechar el AG generada por el lavado de manos. La activación de la descarga de la cisterna genera una succión que simultáneamente llena el depósito con agua limpia y el lavabo con AG, evitando así el desperdicio de este recurso valioso y contribuyendo a la reducción del consumo de agua potable. En situaciones de exceso de agua, el sistema cuenta con un mecanismo que libera el excedente hacia el inodoro.

Este sistema se distingue por su simplicidad y eficacia en el ahorro de agua, y la facilidad de reutilización lo hace particularmente atractivo. Su diseño compacto lo convierte en una opción ideal para espacios reducidos, y su disponibilidad en el mercado local facilita su accesibilidad.

No obstante, es esencial abordar posibles problemas sanitarios asociados con el estancamiento del agua en la cisterna y la mezcla de agua limpia con agua ya contaminada por residuos biológicos o bacterias. Estos desafíos podrían comprometer la calidad del agua utilizada y, por ende, la salud pública. Se recomienda implementar medidas de mantenimiento y limpieza regulares para mitigar estos riesgos y garantizar la seguridad hídrica del sistema.



Figura 2
Representación gráfica de cisterna con lavabo.
Fuente: elecodesunchales.com.ar

Reutilización Indirecta

Dispositivos que utilizan AG con tratamiento de clarificación.

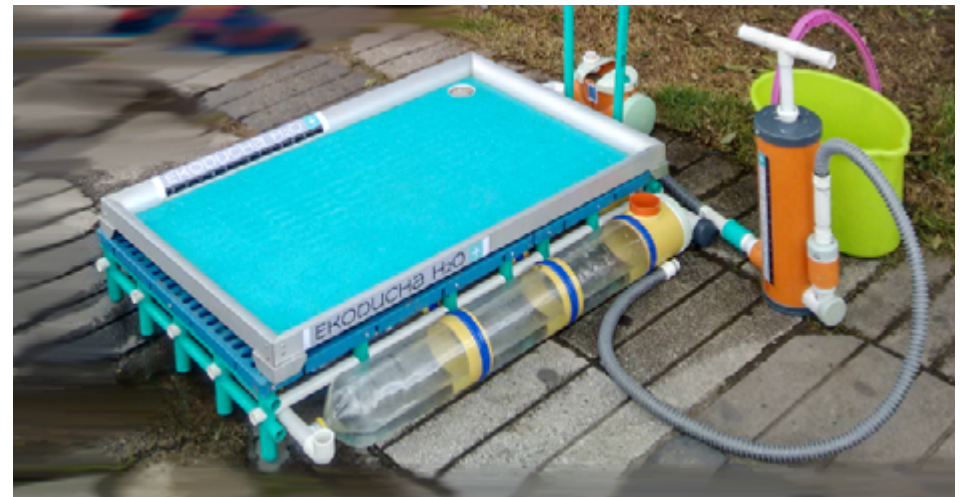
Ekoducha

La *Ekoducha*, creada por el arquitecto colombiano Ricardo Alba, es un dispositivo de recolección, almacenamiento y tratamiento de AG para la ducha. Captura el agua cercana a la fuente, la filtra y la hace apta para usos domésticos como: la limpieza de pisos, descarga de inodoros o el riego de plantas. El tanque tiene forma de botellas y se clora para evitar malos olores. Se puede extraer el agua manualmente o con una bomba eléctrica conectada a la corriente o a un panel solar. En caso de exceder la capacidad de almacenamiento, que son 40 litros, las AG son redirigidas al sistema de desagüe de la ducha.

Aspectos positivos: la reducción en el consumo de agua. El aprovechamiento al máximo del recurso. El producto es de un diseño simple y asequible, construido con una base de botellas descartables.

Lo negativo de este caso es la instancia de mantenimiento. En los ejemplos mostrados la utilización del producto implica algunos momentos de esfuerzo físico y carga mental. Hay que tener el tiempo y constancia de utilizarlos. Se podría estudiar algunas posibles mejoras, mecanizadas pero puede elevar el costo y complejidad de producción, haría que el acceso sea más limitado, y no más accesible como el ejemplo de *Ekoducha*.

Fotografía 7 - Dispositivo en situación de uso *Ekoducha H2O*. Fuente: ekogrouph2o.com



Dispositivos para lavadora

Los dispositivos de tratamiento de aguas provenientes de lavadoras son equipos conectados al desagüe de la lavadora y constan de depósitos, decantadores y filtros. El filtro básico se compone de capas de grava pequeña en la base, seguida de arena gruesa y, por último, arena fina. En casos más complejos, se añaden capas de guata o carbón activado. Estos dispositivos varían en su nivel de complejidad tecnológica. La lavadora es una de las principales fuentes de aguas jabonosas aprovechables en el hogar. Durante el enjuague, el agua se clarifica, volviéndola más adecuada para la reutilización. Estos sistemas suelen ubicarse en exteriores y se recomienda su asociación con otros métodos de reutilización, como el mulching, que se detalla más adelante.

Un punto positivo radica en la calidad del agua que producen, siendo menos contaminada que la generada en otros puntos de la casa, especialmente si se usan productos biodegradables.

No obstante, es fundamental considerar que la cantidad de agua producida puede superar la capacidad de almacenamiento disponible, requiriendo una planificación cuidadosa en su uso. Los excedentes deben ser canalizados de vuelta hacia sistemas sanitarios equipados con bombas de agua para una gestión adecuada. Este aspecto demanda una atención constante para garantizar su beneficio óptimo.



Fotografía 8

Método de barril y manguera para la lavadora.

Fuente de ambas fotos: greywater

B. Dispositivos de tratamiento a la intemperie

El tratamiento se da por fuera del recinto, por lo general cercano a los desagües. Es la forma más popular y utilizada. Existen muchos casos realizados de forma casera, pero igualmente siguen un mismo proceso, lo que varía son las escalas y los materiales utilizados, así como las consideraciones en los productos de limpieza utilizados.

Filtros Caseros

Filtros creados de forma artesanal siguiendo sistemas de código abierto.

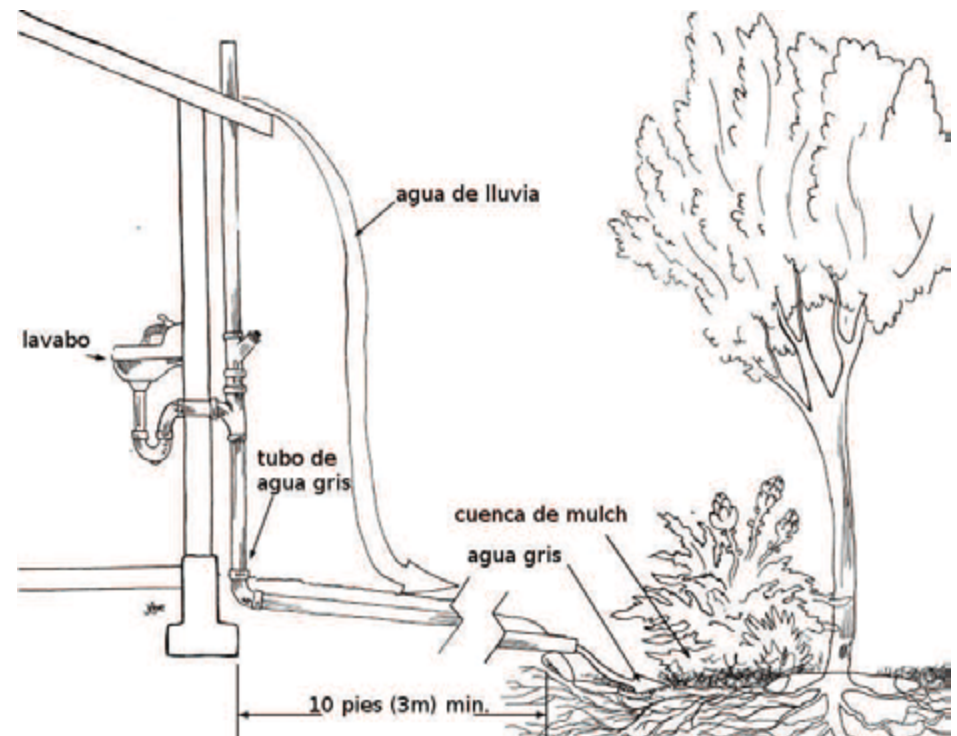
Técnica de acolchado (Mulching)

La técnica de acolchado, también conocida como mulching, consiste en la creación de una capa protectora sobre el suelo mediante la colocación de materiales orgánicos como virutas de madera, hojas secas, paja u otros residuos de plantas en la base de árboles o arbustos. Su propósito principal es absorber y filtrar las aguas grises antes de que alcancen las raíces de los árboles, evitando así estancamientos. Esta técnica puede integrarse de manera efectiva con dispositivos previamente mencionados, especialmente aquellos que requieran sistemas de drenaje para gestionar excesos en sus almacenamientos.

Esta técnica tiene múltiples beneficios, entre ellos la reducción de la evaporación del agua, el control de la erosión del suelo, la regulación de la temperatura del suelo y la supresión de malezas. Además, el acolchado puede ser utilizado como un medio para canalizar las aAG, permitiendo que se filtren lentamente hacia el suelo y se utilicen de manera más eficiente por las plantas.

El sistema presenta aspectos positivos, entre los que se destaca su baja complejidad y el uso de elementos naturales para controlar el tratamiento de AG.

Fotografía 9. Cuenca de mulch. Fuente: greywater , Crédito - Brad Lancaster.



No obstante, es importante tener un control específico sobre los productos utilizados, dado que se infiltran directamente en el terreno. Aunque este punto puede ser considerado una ventaja, implica un compromiso especial por parte de los usuarios. Además, si se manejan grandes volúmenes de agua, pueden surgir inconvenientes como la generación de lodos, la aparición de malos olores, y el estancamiento del agua.

Filtro horizontal Biológico

Se trata de una construcción hecha comúnmente de cemento y ladrillos, que funciona mediante un sistema horizontal de flujo por gravedad. El filtro cuenta con tres compartimentos: un sedimentador, que separa posibles residuos sólidos; el digestor, que contiene arena, grava y plantas que filtran el agua; y por último, un material más fino que continúa la filtración, así como plantas acuáticas flotantes filtradoras. Este filtro actúa también como almacenador.

Humedales artificiales: Se trata de un sistema de grandes extensiones diseñado para recibir las aguas grises en un espacio controlado, sin filtraciones a la tierra, y con la presencia de plantas acuáticas colocadas junto con gravilla.

Filtro de fitorremediación: Este tipo de filtro está diseñado para evitar el estancamiento del flujo de agua y la producción de lodos. A diferencia del modelo anterior, cuenta con una bomba y un estanque, lo que permite conservar el flujo de agua y asegurar su adecuada circulación.

Es una tecnología ambiental que utiliza plantas para reducir o remediar la contaminación en suelos, aguas y aire. Esta técnica puede ser aplicada en diferentes contextos, desde la recuperación de suelos contaminados en zonas industriales hasta la depuración de aguas residuales en sistemas urbanos. Se basa en la capacidad de ciertas plantas para absorber y metabolizar contaminantes químicos presentes en el medio ambiente. Por esta razón, es necesario seleccionar cuidadosamente las especies vegetales que se utilizarán en el proceso, ya que cada tipo de planta tiene la capacidad de absorber ciertos contaminantes específicos.

Aspectos positivos: son sistemas sencillos y de complejidad media de construcción. Utilizan plantas acuáticas que pueden ser plantas nativas.

Aspectos negativos: requieren mantenimiento anual. Al igual que necesitan un vasto espacio.

Representación gráfica de piletas de filtración. Fuente: buenosaires.gob.ar

Filtro de aguas horizontal. Fuente: pinterest.



Filtro de Agua Gris Reciclada (FILAGREC)

El FILAGREC es un dispositivo desarrollado en México con el objetivo de proporcionar soluciones a personas que viven en zonas rurales con problemas de acceso al agua y promover la conciencia sobre su uso. Se presenta como una alternativa de bajo costo y fue diseñado por Guzmán-Puente *et al.* (2019). Según los autores, la arena retiene una gran cantidad de aniones generados durante el lavado, así como microorganismos. La grava, por su parte, funciona como una fase de depuración que acelera el proceso de corriente del agua y reduce el tiempo de residencia (Guzmán-Puente *et al.*, 2019).

En cuanto a los aspectos positivos, se puede destacar que los materiales utilizados en el dispositivo son accesibles y económicos para las personas a las que está destinado. Por ejemplo, se puede observar en la imagen que el dispositivo está compuesto por capas de arena y tezontle, una piedra volcánica roja común en la zona.

Por otro lado, uno de los aspectos negativos a considerar es la falta de información sobre el mantenimiento del sistema. Es importante conocer cómo se debe realizar el mantenimiento y las acciones necesarias para asegurar su correcto funcionamiento a largo plazo.

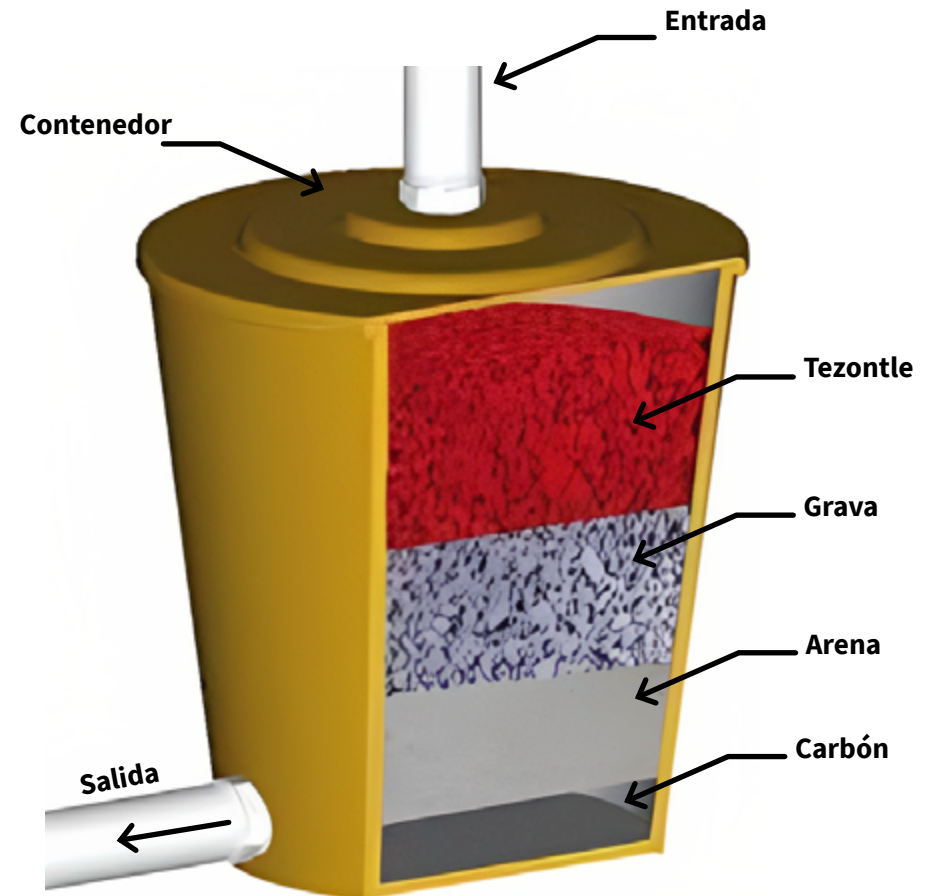


Figura 4
Representación gráfica del corte interior del filtro, secciones de materia filtrante. Fuente: María Alicia de los Ángeles Guzmán, 2007.

Filtros Industrializados

Productos para el filtrado de AG producidos en serie de forma estandarizada.

Aqua2use

Es un sistema que clarifica y permite reutilizar AG. Es descrito como una solución práctica y ecológica para aprovechar el agua residual de la casa. Este sistema recoge el agua que descende por el desagüe de los lavabos y la lavadora. El agua es filtrada a través de múltiples filtros, que pueden ser limpiados y reutilizados, y una vez procesada, puede ser utilizada con seguridad para riego exterior. El sistema se conecta a una salida de 220 volts y está completamente automatizado con *Smart Controller*. La bomba incorporada está diseñada específicamente para el manejo de AG, lo que permite una fácil conexión al sistema de riego. El sistema es de bajo mantenimiento, sólo necesita ser limpiado cada dos meses.

Este producto se caracteriza por su fácil instalación, incorporando una bomba de agua y filtros reutilizables. Además, su material está hecho de Matala, el cual es respetuoso con el medio ambiente al estar fabricado con material EVA no tóxico.

Sin embargo, se puede destacar como aspecto negativo el período de mantenimiento, ya que resulta demasiado corto y puede desalentar a los usuarios a continuar utilizándolo. Además, se requiere un sistema de almacenamiento que acompañe la instalación del producto para mejorar su funcionalidad.



Fotografía 11
Dispositivo Clarificador de aguas grises. Fuente:
aqua2use.com

La tecnología MBR

La tecnología MBR, siglas en inglés de “Membrane Bioreactor” o “Biorreactor de Membrana”, es un método avanzado para el tratamiento de aguas residuales textiles. Este proceso utiliza un sistema de filtración de membranas para separar la biomasa del agua depurada, en lugar de depender de la decantación como otros métodos de tratamiento.

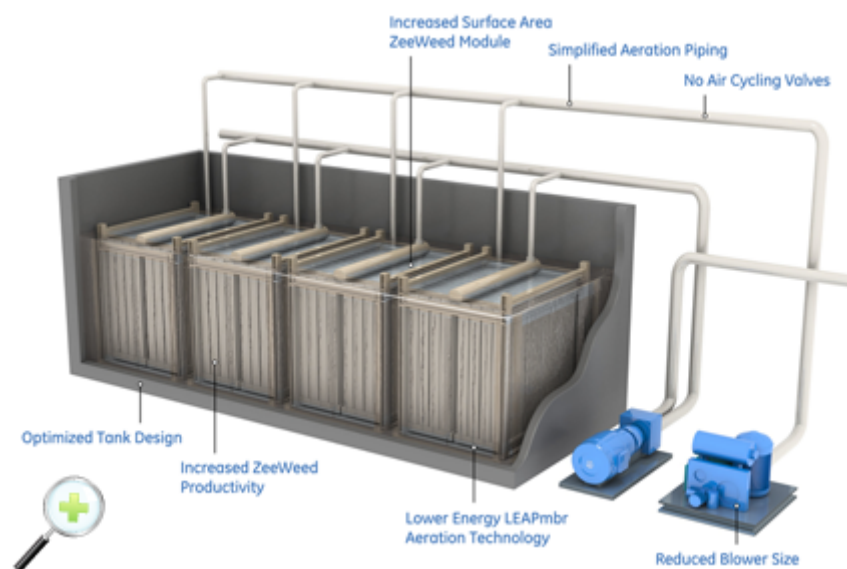
La técnica de biomasa suspendida involucra la utilización de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica presente en las aguas residuales, para así purificarlas. En la tecnología MBR, estos microorganismos están en suspensión en el agua y son separados de la misma mediante la filtración a través de una membrana semipermeable. Este proceso asegura una alta calidad de agua tratada, ya que los poros de la membrana son lo suficientemente pequeños para retener bacterias y otros contaminantes, incluso virus.

Adecuada para el tratamiento de aguas residuales textiles, ya que estas aguas suelen contener una alta carga orgánica, colorantes y otros compuestos tóxicos. La tecnología MBR ofrece una solución eficiente y rentable para la depuración de este tipo de aguas residuales, con una alta eficacia en la eliminación de contaminantes y una capacidad de producción de agua depurada de alta calidad.



Fotografía 12
Tecnología MBR para el tratamiento de las aguas residuales textiles. Fuente: oxymembrane.com

Figura 5
Representación gráfica del dispositivo biorreactor.
Fuente General Electric - ZeeWeed 500D



C. Dispositivos de recuperación de aguas pluviales

Dispositivos destinados a la reutilización, almacenamiento o disposición de las aguas de lluvia de una manera controlada.

Ekomuros

Ekomuros también diseñado por el arquitecto colombiano Ricardo Alba. Es un sistema que almacena y filtra aguas pluviales. Es un que funciona por flujo de gravedad. Le permite a las personas ahorrar en agua para usos que no impliquen el consumo y contar con agua en los periodos de sequía.

Fotografía 13. Dispositivo de Ekomuros en situación de uso. Fuente: ekogrouph2o.com



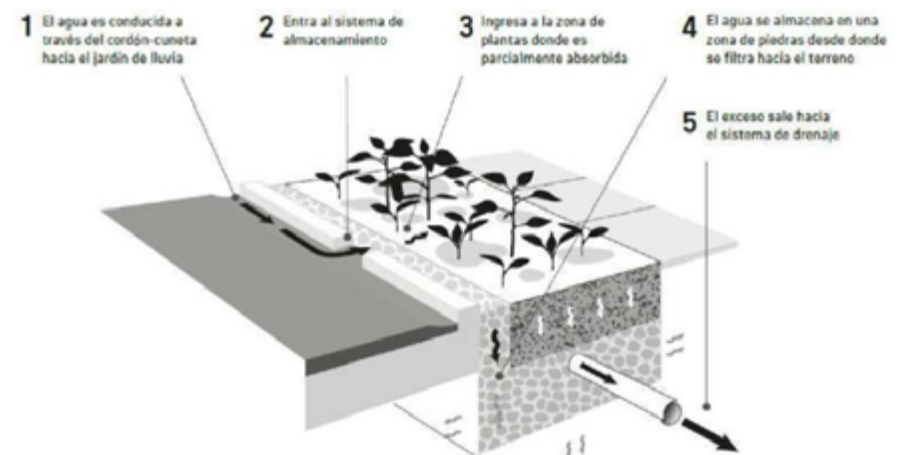
Jardines de lluvia

La implementación de jardines de lluvia tiene como objetivo principal aprovechar el agua pluvial y separarla del resto de las aguas para evitar que obstaculicen los sistemas de saneamiento. Estos jardines están diseñados con un sistema filtrante que combina plantas y piedras de canto rodado. Un ejemplo de esta técnica se puede encontrar en el proyecto “Medidas de resiliencia para Montevideo: inundaciones y saneamiento”.

Cabe destacar que los jardines de lluvia no solo tienen un impacto positivo en la gestión de aguas pluviales, sino que también contribuyen a reducir la carga contaminante del escurrimiento pluvial que ingresa al sistema de drenaje, disminuyendo la frecuencia y volumen de alivios desde el sistema de saneamiento a las playas de Montevideo. Además, se trata de una infraestructura flexible, liviana, de bajo costo y adaptable a la infraestructura existente.

En complemento, la implementación de veredas verdes también es una medida efectiva para desconectar áreas impermeables y aumentar las áreas urbanas permeables, lo que ayuda a reducir el volumen de agua que ingresa al sistema de drenaje (Bentos et al, 2018).

Figura 6. Esquema de funcionamiento de un jardín de lluvia. Fuente: Bentos et al, 2018.





Análisis de los antecedentes

Al realizar un análisis de los antecedentes existentes, se observa que existen soluciones aplicables a la reutilización de AG. No obstante, se identifica un campo aún sin explorar en la creación de productos especializados para esta práctica, lo que representa una oportunidad para mejorar y adaptar los productos existentes al contexto social y económico de las personas usuarias.

Es esencial considerar la cantidad de agua que se produce a nivel doméstico para seleccionar el sistema adecuado para implementar en un hogar. Entre los puntos críticos que requieren una atención especial se encuentran el agua de la lavadora y la ducha.

En este sentido, el almacenamiento se convierte en la principal problemática debido a la cantidad de agua producida, por lo que se requiere un flujo continuo. Las aplicaciones más comunes de las aguas grises tratadas son el riego y la descarga de sanitarios. Asimismo, para proteger los cursos de aguas subterráneas, se debe minimizar la cantidad de agua filtrada en la tierra, incluso después de haber sido clarificada.

Es posible utilizar las aguas grises tratadas para el riego de plantas, siempre y cuando no se utilicen para el consumo de sus raíces y las hojas comestibles no estén cerca de la tierra.





A partir de las tecnologías presentadas anteriormente, sumado al trabajo “*Mecanismos de ahorro de agua potable en edificios*” (Figueroa et al., 2014), se puede observar que la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas grises cumplen con las siguientes etapas:

La **etapa de captación**, que corresponde al punto de entrada de las aguas grises, es decir, su fuente de producción. Por lo general, se incluyen trampas de grasas y sólidos cercanas a la fuente.

La **etapa de canalización**, que consiste en un sistema separativo de recorridos para el transporte del agua a través de cañerías hasta llegar al depósito de sedimentación.

El **filtro de recolección y sedimentos**, que utiliza un tanque de almacenamiento con un filtro de sedimentos para eliminar los sólidos en suspensión en el agua, tales como cabellos, pelusas y otros desechos sólidos. Aquí se recolecta el agua y se alimenta a un depósito en el que se encuentran grasas y sólidos que hayan podido escaparse en la primera fase.

La **etapa de procesamiento y filtrado**, en la cual el agua pasa por un digestor que realiza procesos de tratamiento para eliminar gran parte de las impurezas. Se puede utilizar tratamientos físico-biológicos para clarificar el agua. Incluye un filtro grueso para retener partículas grandes, un filtro de carbón activado para eliminar el cloro y otros contaminantes, y un filtro de arena para remover los sedimentos y partículas más pequeñas. En algunos casos se utiliza también: filtro de carbón activado, que es capaz de eliminar los compuestos químicos y el olor del agua; y filtros de membrana, que utiliza una membrana semipermeable para eliminar bacterias, virus y otros microorganismos.



La **bomba de agua**, que se utiliza para hacer circular el agua a través del sistema de filtración.

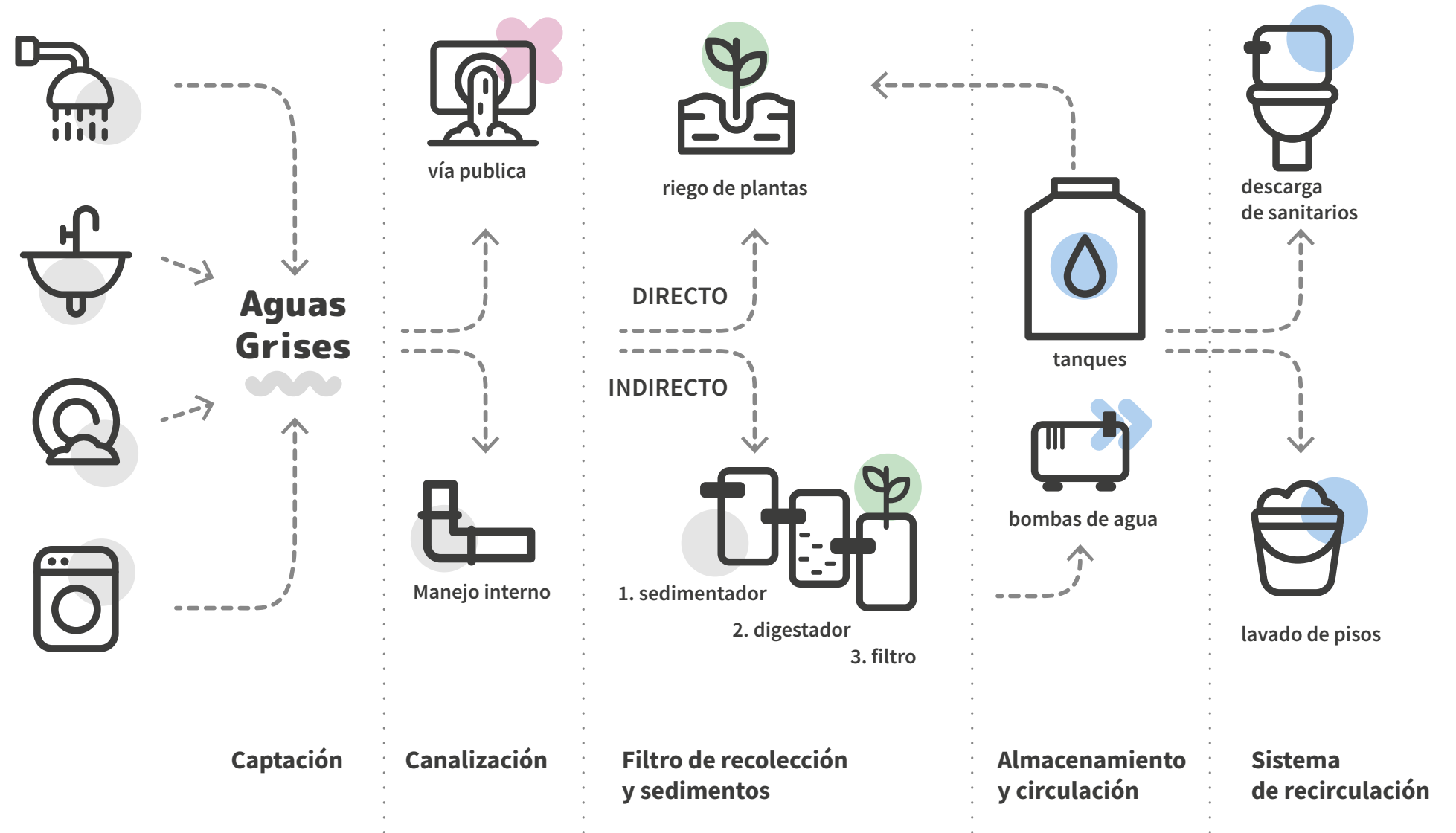
El **tanque de almacenamiento**, donde se almacena el agua filtrada hasta que se necesita.

El **sistema de recirculación**, que en un espacio reducido, se podría considerar como una opción de reutilización del agua en la descarga de inodoros o en la limpieza.

El **mantenimiento**, que no solo se centra en los filtros, sino en todo el sistema en general. Consiste en una inspección general de las cañerías y una revisión del sistema al menos una vez al año para verificar su correcto funcionamiento y si aún se eliminan las partículas.

También se debe **monitorear** la calidad del agua para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. El Núcleo Aguas Urbanas (2018) ha propuesto diversas herramientas para llevar a cabo el monitoreo de la calidad del agua, y se pueden clasificar en tres categorías: monitoreo de variables físico-químicas, monitoreo biológico y monitoreo visual, dependiendo de los objetivos y directrices del programa de monitoreo.

Figura 7. Esquema general de los sistemas de producción y filtrado de aguas grises. Elaboración propia.



»» Capítulo

8



Relevamiento de personas usuarias y de la zona seleccionada

Delimitación selección del lugar

Se seleccionó la zona de Paso de la Arena, en particular los barrios Maracaná Norte y Las Torres, han sido seleccionados por su cercanía al autor. Estos barrios comenzaron como asentamientos en los años noventa y actualmente están regularizados y categorizados como barrios, compuestos por viviendas, locales comerciales y galpones. La zona cuenta con algunas fábricas importantes, como la planta del diario El País. Sin embargo, existen algunas problemáticas como el vertido de aguas residuales y grises en las cunetas, basurales en las calles, quema de basura en las calles, abandono de vehículos y electrodomésticos en zonas descampadas.

En el futuro cercano, está prevista la conexión al saneamiento en esta zona, dentro del Plan de Saneamiento VI financiado por el BID (Hernán Méndez, 2021), algo que mejoraría la calidad de vida de los pobladores. Según la estimación de la pobreza por el método del ingreso en 2022, el municipio A, que concentra los barrios de Belvedere, Casabó, La Teja, Nuevo París, Pajas Blancas, Paso de la Arena y Villa del Cerro, presenta una incidencia alta de pobreza los hogares.



Figura 8. Mapa de la zona de Paso de la Arena. Fuente: Google Maps, junio de 2020.





Fotografía 14
Barrio Maracanã Norte, abril de 2023.
Elaboración propia.

Fotografía 15
Vecinos del barrio Maracaná norte, marzo de 2022.
Elaboración propia.

Perfil de las personas que son potenciales usuarias

En este apartado se desarrolla un perfil de usuario basado en herramientas de recolección de datos y análisis ergonómicos presentadas en el libro "Ergonomía para el diseño" (Flores, 2001). La información se adquirió a través de observación, entrevistas y encuestas, con el propósito de definir el perfil ergonómico de la población destinataria de la solución propuesta.

A partir de la observación detallada en la zona, se puede inferir que los habitantes construyen sus propias viviendas de acuerdo con las necesidades habitacionales del momento. Esta práctica se caracteriza por la adición progresiva de habitaciones, muros y galpones, evidencia una respuesta dinámica y adaptable a las necesidades cambiantes de los residentes en términos de espacio y funcionalidad habitacional.

La imagen (fotografía 15) refleja cómo las personas se involucran activamente en la construcción de sus propios espacios, no solo como un método de ahorro en mano de obra, sino también como resultado de su experiencia y conocimiento en albañilería. Las dimensiones de estas viviendas suelen rondar los 400 metros cuadrados aproximadamente, en los cuales se distribuyen una o más casas con patios delanteros y traseros que pueden incluir galpones o parrilleros.

Además, se presentan los datos obtenidos de una encuesta abierta dirigida a todos los residentes de Montevideo, con especial énfasis en los barrios del municipio A. La mayoría de los encuestados vive en casa y hay un alto porcentaje de mujeres, lo que resulta relevante para el diseño de soluciones.

La encuesta se diseñó para recopilar datos que pudieran corroborar las hipótesis generadas a partir de entrevistas focalizadas y, al mismo tiempo, contribuir a la construcción de perfiles de usuario para orientar aún más el



diseño del producto. La encuesta contó con la participación de 93 personas de diferentes edades, siendo los mayores de 30 años los que más participaron (Ver Anexos).

La mayoría de los encuestados son empleados bajo relación de dependencia, seguidos por un considerable número de jubilados. En cuanto a la educación, se observa una diversidad de niveles, siendo el bachillerato incompleto el máximo alcanzado por la mayoría. El perfil socioeconómico predominante es de bajos recursos. Además, los hogares encuestados suelen estar compuestos por entre dos y cuatro personas, mostrando una estructura familiar de tamaño mediano.

Según la encuesta, la mayoría de las personas está interesada en los problemas ambientales del barrio y se interesa por informarse, así como en el cuidado de plantas y huertas, lo que implica que puede haber apertura hacia propuestas que puedan ayudar a mejorar la situación.

Se observó que muchas personas no conocen el término “aguas grises”, lo que puede ser una oportunidad para concienciar a la gente sobre este tema. Además, un 67,7% de los encuestados desconoce el digesto departamental, que es el compilado de normas del órgano departamental. Esto se puso de manifiesto durante una búsqueda de información sobre el vertido de aguas en cunetas barriales, cuando se consultó al centro comunal 18 y se respondió que la información se encontraba en el digesto, pero como se puede ver, no es ampliamente conocido.

En lo que respecta al uso del agua, las respuestas fueron variadas y sólo el 35% expresó una gran preocupación por el consumo. Esto es algo que por un lado es preocupante, pero por otro quiere decir que es necesario tomar acciones educativas y gubernamentales para generar un cambio de comportamiento positivo.

Relevamiento de desagües hacia las cunetas pluviales

Se realizó un mapeo tomando un recorte de la zona del barrio Maracaná Norte como ejemplo. Se puede ver como la gran mayoría de las casas cuentan con salientes a las calles. Se consultó con algunas de las personas de las viviendas seleccionadas y negaron tener robadores, algo que solo se podría confirmar con un monitoreo físico químico, ya que visualmente las aguas se ven jabonosas.

Se les preguntó a algunos vecinos que tipo de aguas vertían algunos se negaron a responder, algunos preguntaron si era para hacer una denuncia y otros admitían que solo era el agua de las lavadoras, algo que se ve en la encuesta realizada.

Del relevamiento fotográfico proporcionó información técnica de cómo se dispone del vertido del agua gris. Algunos de los datos obtenidos son la distancia casa – cuneta pluvial, el tamaño de los caños utilizados, la altura de la caída del agua, entre otros. Los mismos sirvieron para determinar dos caminos para explorar propuestas de diseño.

Figura 9. Mapeo barrio Maracaná Norte, mayo de 2021. Elaboración propia. Fuente del mapa: Google Maps, mayo de 2021.

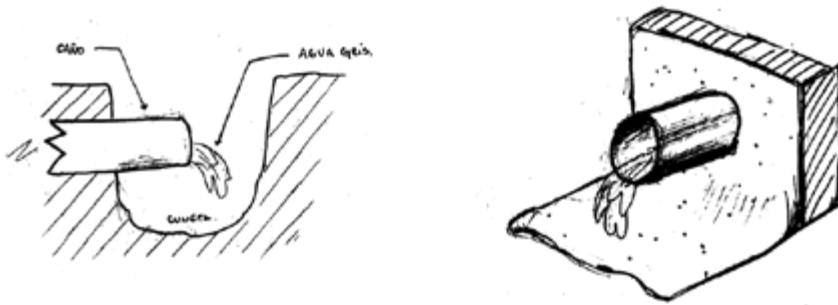


A continuación, se presenta la tipología de desagües presentes en las viviendas de la zona, los cuales se materializan a través de caños con diámetros que oscilan entre los 40 mm y 110 mm. Algunos de estos desagües desembocan directamente en las cunetas, mientras que otros se conectan a través de una zanja.

A. Caños salientes en la cuneta

Estos están directamente en el canal, tienen una saliente de hasta qué varía entre los diez a cuarenta centímetros aproximadamente y están a una altura entre los quince a treinta centímetros de altura, esto depende de la elevación de la casa con respecto al nivel de la calle.

Figura 10. Esquema Caños salientes en la cuneta. Elaboración propia.



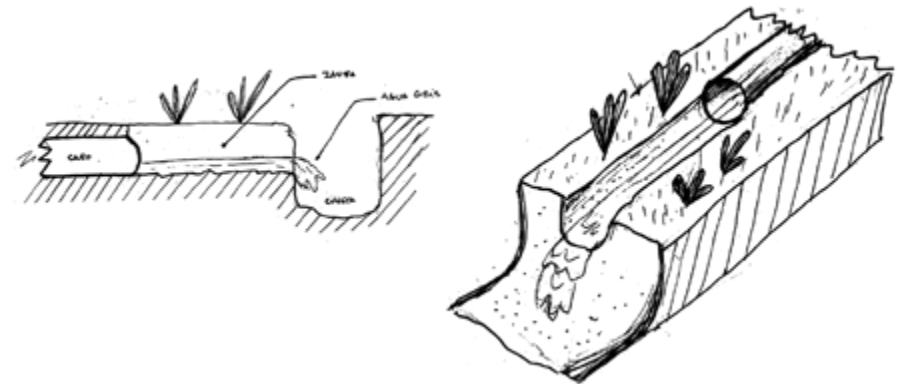
Fotografía 16. Caños salientes en la cuneta. Barrio Maracaná Norte, mayo de 2020. Elaboración propia.



B. Zanjas que llegan a la cuneta

Los caños no llegan a la cuneta, sino que se conectan con esta a través de una zanja. En estos casos, los domicilios están a nivel de la calle y cuentan con veredas prominentes.

Esquema desagües Zanjas que llegan a la cuneta. Elaboración propia.



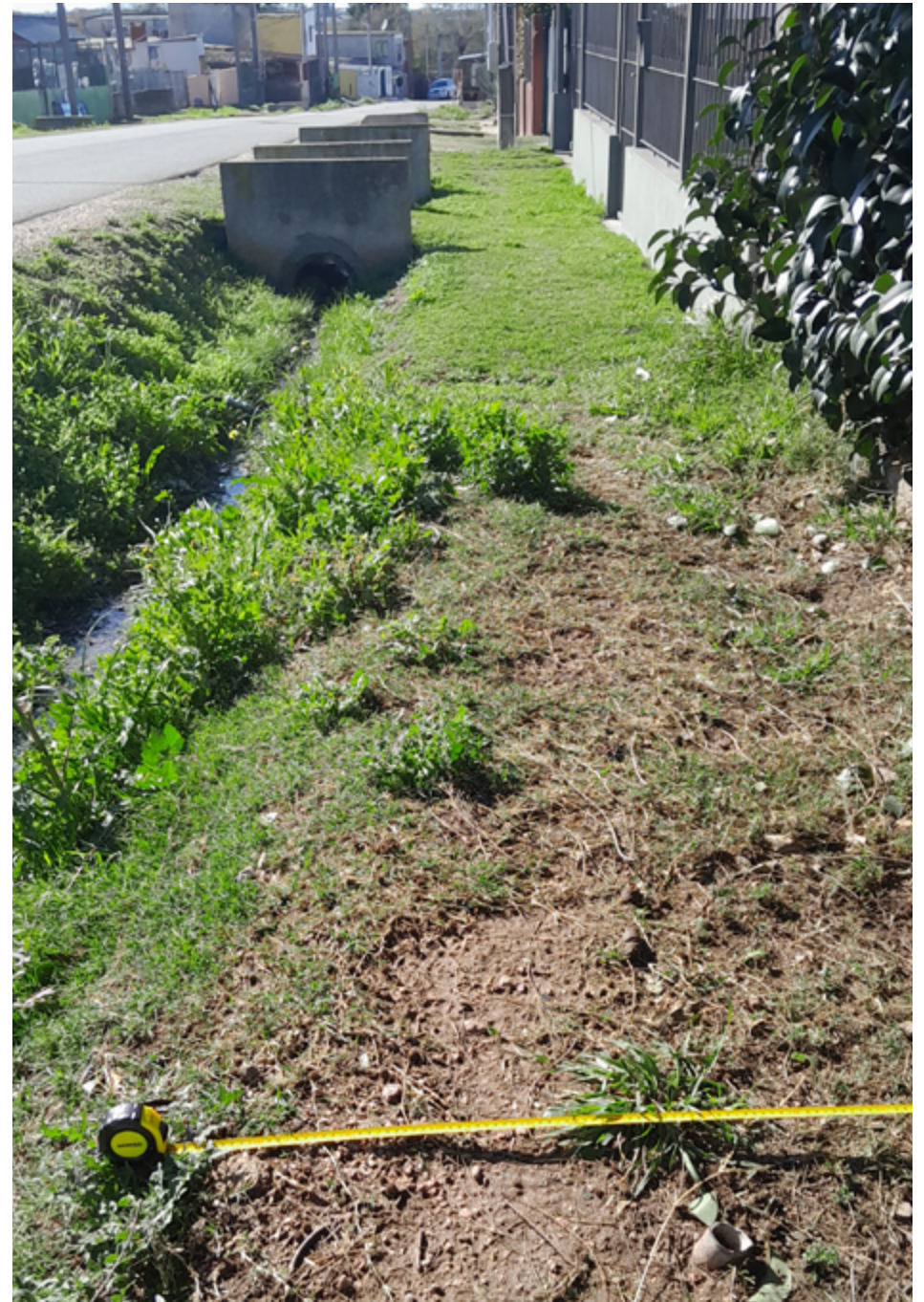
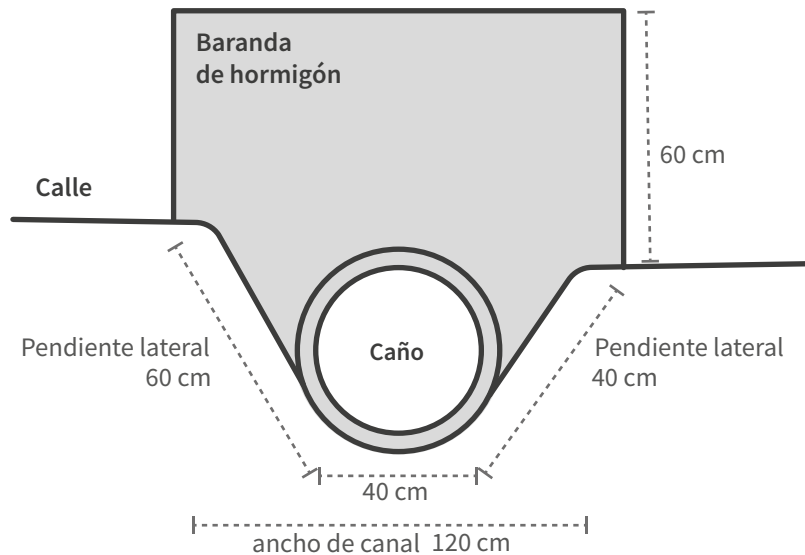
Fotografía 17. Zanjas que llegan a la cuneta. Barrio Maracaná Norte, mayo de 2020. Elaboración propia.



Dimensiones

En esta zona residencial, las dimensiones de las construcciones muestran una amplia variación debido a la irregularidad de las edificaciones. Las casas presentan diferentes anchos, y los espacios entre los inicios de los terrenos y las cunetas pluviales también varían. Por ejemplo, las distancias entre las casas y las cunetas pluviales fluctúan entre 70 y 150 centímetros. La única constante es el ancho estándar de la canaleta, fijado en 40 centímetros según los caños proporcionados por la intendencia. En casos de canales no rectos con pendiente, la pendiente se mantiene uniforme a lo largo de 40 centímetros. La Figura siguiente ilustra esta información.

Figura 12. Esquema ejemplificando dimensiones de canales pluviales.



»» Capítulo





Propuestas de diseño



Se busca diseñar un dispositivo que permita la recuperación y reutilización de aguas grises a nivel doméstico en zonas de Montevideo donde las casas no cuentan con saneamiento, lo que ocasiona el vertido de grandes cantidades de agua tanto a la vía pública como hacia las fosas sépticas. El propósito de este dispositivo es evitar el vertido y aprovechar esas aguas de segundo uso, así como ahorrar agua potable y garantizar que ésta sea exclusiva para el consumo humano.





Lista de requisitos



Luego de recabada la información se prosigue con la lista de requisitos. Está determinada, tanto por lo por los datos obtenidos, como de requisitos intrínsecos a diferentes metodologías proyectuales. Los mismos se dividen en indispensables, deseables y optativos.

- *Reutilización de las aguas grises*: que incentive el interés por el conocimiento y aprovechamiento del recurso.
- *Involucramiento de la mayor cantidad de usuarios*, tanto causantes del problema como los afectados por el mismo.
- *Perspectiva de género*. Que no tenga ningún indicio de estereotipos de género en su morfología o en sus requerimientos de manipulación.
- *Producido a mediano y corto plazo*: Que su implementación sea a corto plazo, contando con los tiempos de implementación.

1. Requisitos para el cambio de comportamiento

Estos requisitos son estrategias para combatir las fricciones que no permiten un cambio de comportamiento en las personas, como describe Maryenes Rojas (2020). En consecuencia, se proponen las siguientes acciones:

- *Solución Asequible*. Que signifique la menor inversión de tiempo, esfuerzo y dinero posible, para que pueda ser realizado.
- *Generar Incentivos*, que motiven la participación de las personas usuarias. Ya sea con un sistema de puntos o algún “premio” por su dedicación.
- *Opción por defecto*. Que el usuario no tenga otra opción que cambiar su comportamiento.
- *Comunicación efectiva*. Que haya estrategias de comunicación que generen una complicidad con el usuario, crear historias que las personas puedan entender y verse reflejadas.
- *Demostración social*. Ligado al punto anterior, que se pueda involucrar a referentes sociales de ese territorio validen el comportamiento deseado.

Tabla 2. Estrategia de diseño para el cambio de comportamiento. Elaboración propia.

Objetivo General	Fricciones	Corto vs Largo plazo	No pensar en beneficios en el momento adecuado	No se ve como una buena Idea
Incentivar la recuperación y reutilización de las aguas grises generadas a nivel doméstico	Problemas ambientales vistos percibidos como "abstractos". Poca información sobre el tema	El proyecto se centra un barrio de gente que vive el día a día y no elige hacer inversiones en temas que no sean de primera necesidad	Inversión que no trae un beneficio directo, las aguas subterráneas como un problema abstracto. Contaminar las aguas, puede traer escasez en un futuro	Se puede percibir como una función que debería cumplir la IM. Miedo a posibles denuncias. Miedo a que se cobre por la regularización del servicio
Estrategias	↓	↓	↓	↓
Incentivos	Regalar materiales didácticos explicativos	Ofrecer producto terminado	Recordar que pueden mejorar el aspecto de las cunetas, evitar malos olores	Convencer que con estas acciones se evitan multas
Demostración social	Convencer a los vecinos más participativos en los temas barriales, juntas vecinales, comisiones del barrio.	Hacer que los vecinos sean parte del proceso de diseño	Talleres en centro comunales	Trabajar con la IM, asegurando la tranquilidad de las personas
Concreción	Plantillas de construcción Fácil mantenimiento. Tutoriales, manuales técnicos	Jornada de construcción y mantenimientos	Video con prueba piloto, que muestre la efectividad del producto	Hacer una jornada con varios grupos de vecinos, evento participativo
Opción por defecto	Producto sin variantes	Objeto que de larga duración que implique poca interacción	Valor agregado del producto, ejemplo viene con plantas incorporadas	Ofrecido como solución por la Intendencia o el centro comunal
Asequible	Bajo costo de producción	Poco mantenimiento	Evitar multas, recordar el artículo del digesto municipal	Diseño amigable y atractivo, asociado con productos o materiales que se encuentran en el entorno



2. Requisitos productivos

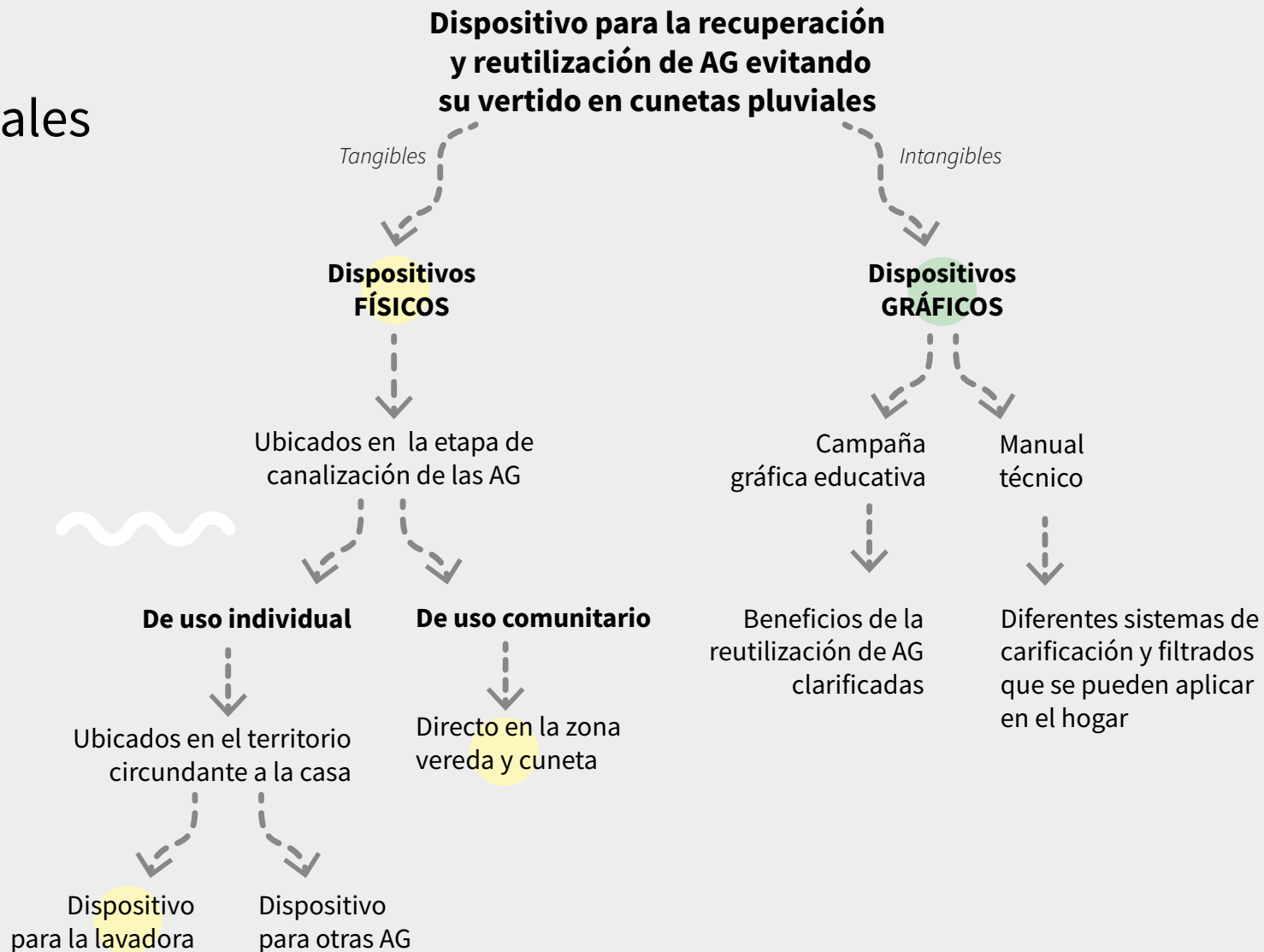
Requisitos que involucren el desarrollo de un dispositivo tangible.

- *Producto como estado de la materia.* Que sea un producto duradero, pero si éste dejase de funcionar, deberá mutar. Es decir, deberá cumplir otra funcionalidad o volver a ser materia prima de un nuevo proceso. Estos detalles deben ser pensados durante el proceso de diseño y deben ser comunicados al usuario final.
- *Seis erres.* Reparable, reutilizable, reciclable, resistente, renovable y re-diseñable. Tiene que tener la mayor cantidad de estos atributos para ser validado.
- *Cero desperdicios.* Que su producción genere la menor cantidad de desperdicios, o que los mismos funcionen como insumos de otra producción.
- *Durabilidad.* Que sea de un material resistente y duradero que pueda soportar las condiciones de uso y mantenimiento.

En este punto se toma como modelo el *Diseño Guiado por el Material* (Bak-Andersen, 2018), que tiene como criterio primario de selección que “*el producto sea compatible con una economía circular*” (Bak-Andersen, 2018). Es por esto que se debe hacer una investigación práctica de las características de los materiales identificados para trabajar, así como someter la selección a los siguientes criterios:

- *Composición y comprobación de la circularidad.* Que su composición química no sea tóxica y que tenga potencialidad para un proceso circular (reciclable, desmontable y/o biodegradable).
- *Fuentes.* Que la forma en la que se produce o extrae corresponde con los valores éticos, sociales y ambientales propuestos en esta metodología. Pensar si su explotación provoca un impacto negativo en la salud de las personas y/o en el ambiente. Al igual que determinar si la disponibilidad es suficiente para no ocasionar un desabastecimiento inmediato.
- *Composición.* Que su composición química no sea tóxica y que tenga potencialidad para un proceso circular.
- *Investigación histórica y antropológica.* Que se establezca una conexión cultural que despierte un valor emocional, al analizar las técnicas productivas, formas de manipulación y procesos utilizados con los materiales seleccionados. Esta estrategia permite dar continuidad a investigaciones previas y, en algunos casos, contribuye a una re-valoración significativa de dichos materiales.
- *Valor.* Que el valor social del producto supere al valor material para que sea recibido de manera positiva por las personas usuarias.

Caminos proyectuales





Caminos proyectuales



Los enfoques seleccionados para el desarrollo requieren avanzar de manera simultánea. Es esencial adoptar un enfoque paralelo que abarque tanto la educación sobre el tema como la aplicación estratégica de la comunicación visual como una herramienta vehicular.

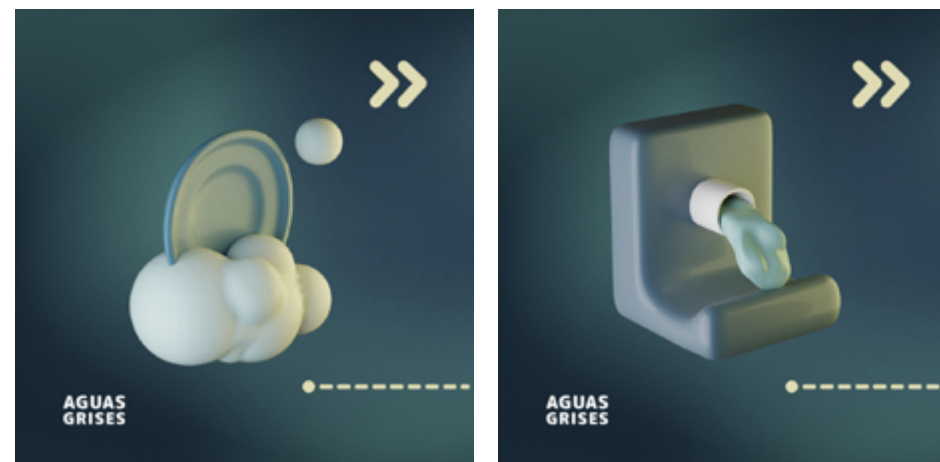
Dentro de los dispositivos físicos que se planean desarrollar, se ha optado por priorizar dos caminos diferentes. En primer lugar, se enfocará en un dispositivo con potencial para generar un impacto político y comunitario, ya que se ubica en el espacio público. Este dispositivo podría propiciar la regulación y actualización de legislaciones relacionadas con el agua, permitiendo así la creación de reservas colectivas para tiempos de sequía.

Por otro lado, también se optó por un dispositivo de uso individual, que trata con las aguas menos problemáticas y más limpias de las estudiadas, las aguas de la lavadora. Esta elección se justifica en que las aguas de otras

fuentes, como las provenientes de las piletas de la cocina o del baño, presentan particularidades que requieren estudios específicos y no son fácilmente generalizables. Por ejemplo, para abordar el tratamiento de las aguas del baño, sería necesario calcular el número de personas que habitan el hogar, la frecuencia de baños, así como examinar la infraestructura sanitaria y posibles inversiones necesarias para los usuarios. Del mismo modo, en el caso de las aguas de la pileta de la cocina, se requeriría conocer las costumbres de los habitantes y realizar un análisis de la calidad del agua para determinar el sistema de filtrado más eficaz. Algunos autores incluso consideran estas aguas como aguas negras debido a su contenido de grasa, aceites, restos de comida, vinagres y otros productos, lo que podría dificultar su reutilización de manera segura y adecuada.



Figura 13
Campaña gráfica Aguas Grises.
Elaboración propia.



A. Dispositivos Gráficos

Son dispositivos intangibles que buscan la divulgación de conocimiento y soluciones proyectuales a través de la comunicación visual.

1. Manual Técnico

Se propone elaborar un manual técnico e informativo que brinde a las personas una visión general sobre las diferentes soluciones disponibles para la reutilización de aguas grises, ya sea mediante la construcción casera de dispositivos o la adquisición de soluciones comerciales disponibles en el mercado local. Este manual puede ser descargado a través de un enlace en las redes sociales.

Se ha observado que los manuales existentes sobre la reutilización de aguas grises están diseñados para personas que viven en zonas con poco acceso al agua potable o donde el precio de la misma es elevado debido a la escasez de recursos en la región. En nuestro país, culturalmente, el agua es vista como un recurso abundante y accesible. Por lo tanto, es necesario promover la creación de dispositivos y estrategias que permitan reutilizar el agua y reducir su consumo, especialmente en contextos urbanos.

Es importante que el manual se adapte a los códigos culturales, al lenguaje y al contexto específico del barrio, de manera que resulte fácil de entender y aplicar por parte de los habitantes. De esta manera, se contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas y a fomentar la sostenibilidad en el uso del agua en la comunidad.

2. Campaña Gráfica Educativa

Se propone el diseño de una campaña gráfica dirigida a fomentar el aprovechamiento de las aguas grises, con el objetivo de dar a conocer sus beneficios económicos, ecológicos y sociales. La campaña será adaptada a diferentes públicos, tomando en cuenta sus códigos de lenguaje y culturales.

La campaña será publicada en redes sociales, con el fin de difundir información relevante sobre las AG de manera amigable y en tendencia, para concientizar a las personas. Las piezas gráficas incluirán aspectos importantes como qué son las AG, cómo afectan al ambiente, formas y sistemas de reutilización, normativas, entre otros.

Se presentan como ejemplo unas imágenes diseñadas para la red social Instagram, utilizando elementos visuales en 3D con figuras simples y amigables, que forman parte del desarrollo gráfico del proyecto.

B. Dispositivos Físicos

Se propone realizar un rediseño de las tecnologías existentes para adaptarlas al contexto sociocultural presentado en el proyecto. Las propuestas proyectuales surgen de la combinación de la estrategia de diseño para el cambio de comportamiento y la lista de requisitos establecidos. La calidad del agua puede ser evaluada a través de los parámetros establecidos por el núcleo interdisciplinario encargado de monitorear la calidad del agua, dependiendo del objetivo o uso previsto.

En algunos casos, cuando el agua necesita ser almacenada por un tiempo prolongado o infiltrarse en el terreno, estos productos pueden ofrecer una oportunidad para revisar el decreto 253/79 que establece que solo se puede infiltrar en terrenos rurales.

Los principales beneficiarios son el medio ambiente y, por ende, las personas y el barrio, y se pueden obtener beneficios económicos y energéticos a través de la reutilización de las aguas grises.



1. Dispositivo directo en la cuneta

Se propone el diseño de un dispositivo filtrante biológico para ser colocado en las cunetas pluviales, con el objetivo de clarificar y filtrar el agua, evitando malos olores y la formación de lodos, así como también mejorar la apariencia de las calles y fomentar los jardines urbanos.

Se observa en un relevamiento fotográfico que las personas intervienen de manera diferente en las cunetas, algunos colocando matorrales de plantas para disimular los vertidos, mientras que otros construyen pequeñas barreras de concreto. Este dispositivo se diseñaría con técnicas constructivas asociadas a lo que se observa en el relevamiento, de baja complejidad y armado simple.

Para su implementación se deben dar las siguientes condiciones: en primer lugar el dispositivo está destinado únicamente a vertidos de AG, ya que los vertidos de “robadores” que son aguas negras implican un alto riesgo sanitario y necesitan otros tratamientos; en segundo lugar contar con un espacio entre la vivienda y la zanja pluvial para la colocación del dispositivo; por último que las personas puedan contar con el tiempo y compromiso de realizar el mantenimiento correspondiente.

El dispositivo requiere instalarse en espacios públicos, lo que implica la necesidad de obtener el permiso correspondiente de la Intendencia Municipal para su ubicación. Su estructura modular está diseñada para facilitar un flujo de producción sencillo, con bajos costos de manufactura y mantenimiento accesible. La estética del diseño se enfoca en ser amigable y atractiva, utilizando productos o materiales del entorno para crear una conexión visual y contextual con el entorno local. Además, se busca establecer una conexión con la comunidad para generar mayor aceptación y garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.



Fotografía 19
Barrio Maracanã Norte, mayo de 2020.
Elaboración propia.



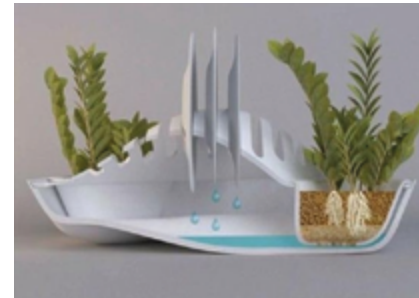
Hyperlane Linear Sky Park | Diseñado por ASPECT Studios



Mohammad rahmati | Diseñado por Sara Hakimpour



The Conceptual 'Mass' Public Bench | Diseño por João Teixeira



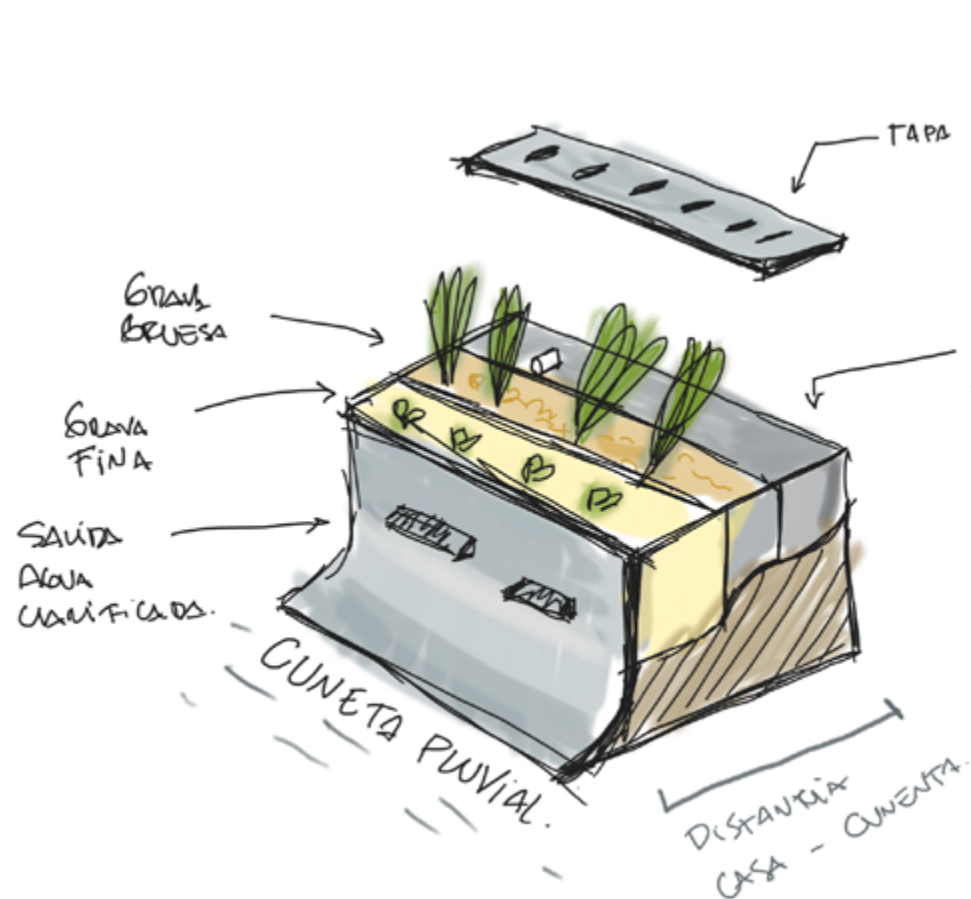
Fluidity Dish Rack Planter | Diseñado por DesignLibero



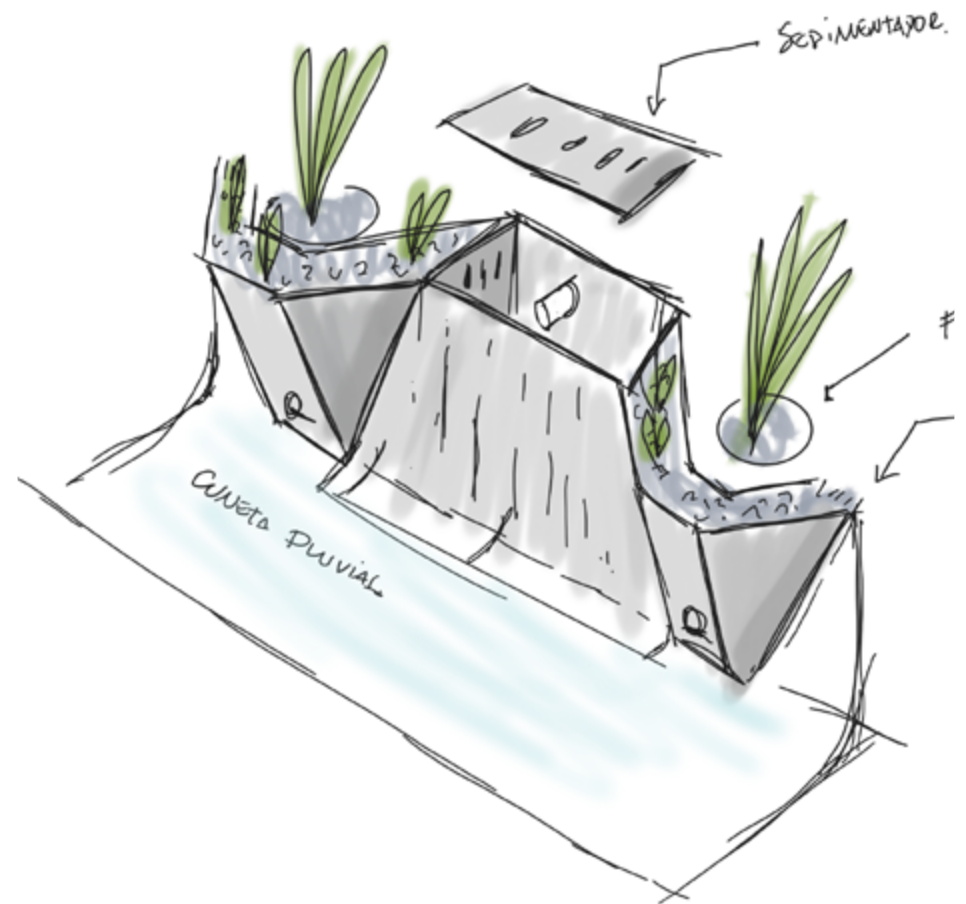
**Modular
Comunidad
Jardín urbano**

Moodboard 1
Dispositivos directo en la cuneta.

Creación de alternativas



1. El dispositivo se encuentra posicionado en el espacio entre la cuneta y la cuneta pluvial. No obstante, esta opción presenta limitaciones en términos de almacenamiento de agua clarificada y enfrenta desafíos en la estandarización del sistema, lo que a su vez puede resultar en problemas durante la fase constructiva.



2. En este caso, se incorporan consideraciones estéticas al diseño del producto, buscando dotarlo de una geometría facetada que lo distinga de las soluciones convencionales de forma rectilínea. Sin embargo, esta particularidad estética introduce una complejidad que no contribuye directamente a su funcionalidad. Adicionalmente, al igual que en el caso anterior, no se aborda el aspecto del almacenamiento del agua clarificada.

Dique

La denominación de este producto evoca las estructuras diseñadas para retener el agua y evitar su paso total, similar a la funcionalidad de esta propuesta que es clarificar las AG y almacenar una parte evitando su vertido en cunetas pluviales. La propuesta es un rediseño de un filtro horizontal biológico de flujo por gravedad, con la particularidad de su ubicación en el espacio público en lugar de dentro de un recinto convencional. Está situado en el área entre el sistema de drenaje pluvial y el inicio del terreno circundante.

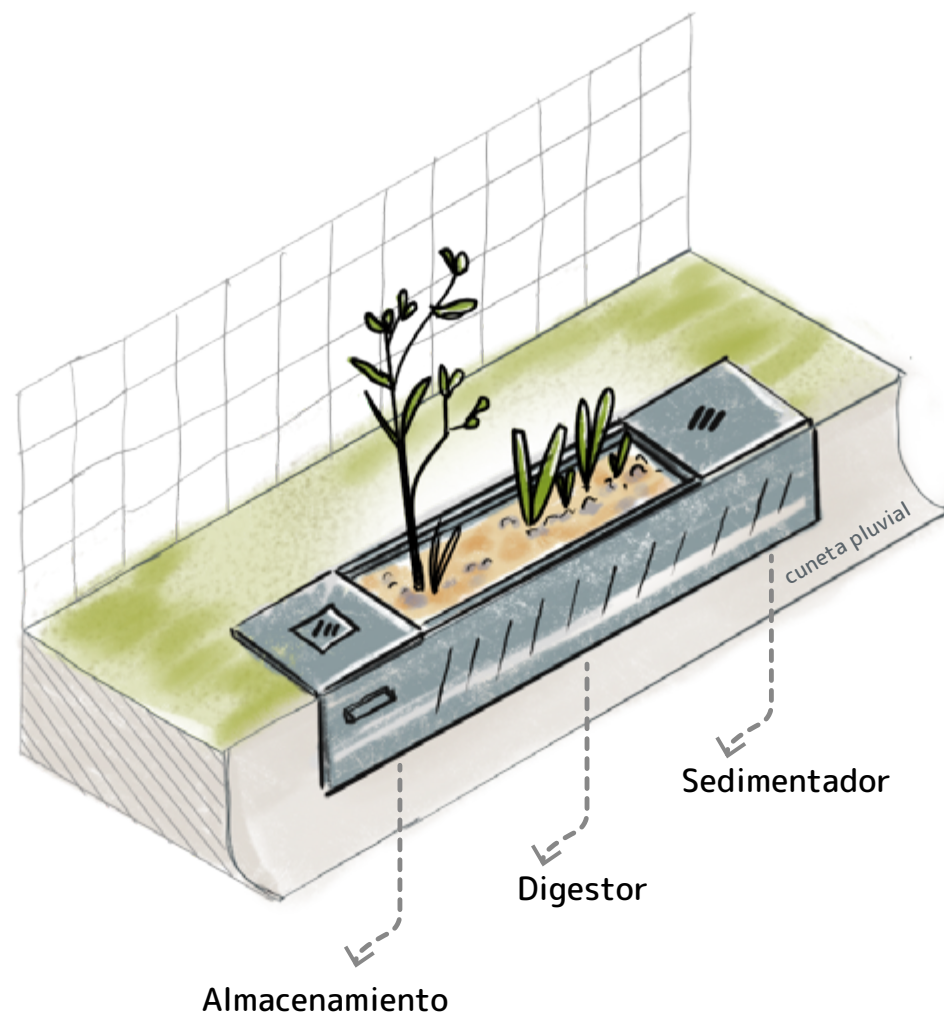
La implementación de esta solución se acompañaría con la realización de talleres comunitarios y la distribución de documentos explicativos que servirían como guía para su construcción.

El filtro se compone de tres compartimentos distintos: un sedimentador para la separación de posibles desechos sólidos, un digestor que tiene una combinación de arena, grava y plantas para la purificación del agua, y finalmente, un estrato de material más fino que completa el proceso de filtración, además de la presencia de plantas con capacidad de filtrado. Este sistema también cumple la función de almacenamiento.

Dado su emplazamiento en el espacio público, además de poseer características duraderas propias del material como el cemento, se presenta como una solución más resistente frente a potenciales actos de vandalismo y uso indebido por parte de terceros. Se debe contemplar restablecer la vegetación filtrante en casos de daño, así como considerar el impacto de condiciones ambientales adversas que podrían acelerar su deterioro.

Una de las ventajas clave de esta ubicación pública radica en la posibilidad de utilizar el agua de manera colectiva para diversas actividades como riego, limpieza de aceras y calzadas, e incluso extinción de incendios.

Este sistema promueve una mentalidad de colaboración y participación colectiva, alentando la construcción y mantenimiento en conjunto con los residentes locales y las autoridades municipales.



En última instancia, esta iniciativa no solo involucra activamente a la intendencia municipal, sino que también sirve como incentivo para promover nuevas regulaciones que regulen y optimicen el uso responsable del recurso hídrico.

Variantes

El proyecto se centra en un espacio de marcada irregularidad, tal como se constató en el análisis previo del terreno. Ante esta condición, se plantea una solución de diseño altamente modular, concebida para ser adaptable y modificable en función de las necesidades de los usuarios y las características específicas del entorno en cuestión.

A través de representaciones gráficas, se exploran diversas posibilidades de adaptación, teniendo en cuenta una amplia gama de contextos, como las dimensiones del espacio, el volumen de agua involucrado, la preservación de la pendiente característica del canal y la viabilidad de conectar múltiples viviendas a un solo dispositivo. Estas propuestas surgen del análisis visual realizado sobre el terreno.

Cuatro categorías de variantes se han identificado para su consideración:

A. Dispositivo considerando la pendiente: Esta opción se ajusta a la topografía preexistente del canal pluvial, logrando una integración armónica con la inclinación natural del entorno.

B. Dispositivo con flexibilidad dimensional: Cada compartimento del dispositivo puede adaptarse a las dimensiones del espacio disponible. Esta característica versátil permite la ampliación o reducción proporcional según las condiciones particulares.

C. Dispositivo con modularidad expansiva: El diseño modular permite la incorporación de módulos digestores y de almacenamiento en ambas direcciones. Esta característica no sólo habilita la ampliación mediante la adición de módulos, sino que también contempla la extensión a través de tuberías de PVC u otros dispositivos vecinos.

D. Dispositivo transversal: En esta variante, el digestor atraviesa la amplitud del canal pluvial, es una solución más estética ya que aumenta el espacio para mayor variedad de plantas.

Cada una de estas alternativas ha sido elaborada en respuesta a las observaciones visuales durante el relevamiento, presentando un potencial considerable para su adaptación en una implementación efectiva y contextualmente pertinente en el entorno caracterizado por su configuración irregular.

Especificaciones

El dispositivo posee una complejidad intermedia, exigiendo planificación y conocimientos básicos de construcción. El método de construcción predominante es el hormigón armado, con encofrados de tablas de madera, y un espesor sugerido de 3 centímetros.

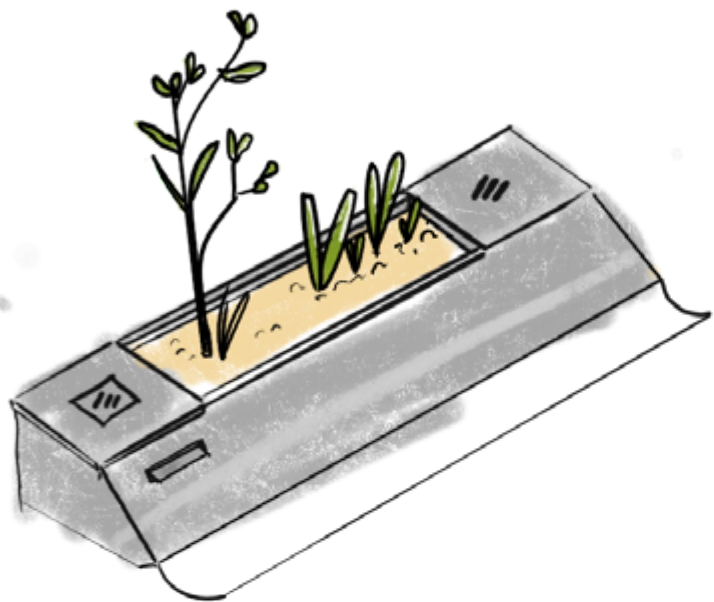
Los materiales comunes en la zona comprenden hormigón, arena, piedras, tablas de encofrado, estructuras metálicas (mallas o varillas) y tuberías de PVC de 50 mm. Las dimensiones propuestas derivan de mediciones y observaciones locales.

Es importante tener en cuenta que la inclusión de tanques adicionales y bombas de agua (tanto manuales como eléctricas) debe ser evaluada cuidadosamente según las necesidades y posibilidades de cada usuario, a fin de garantizar un adecuado funcionamiento y eficiencia del dispositivo de clarificación de AG.

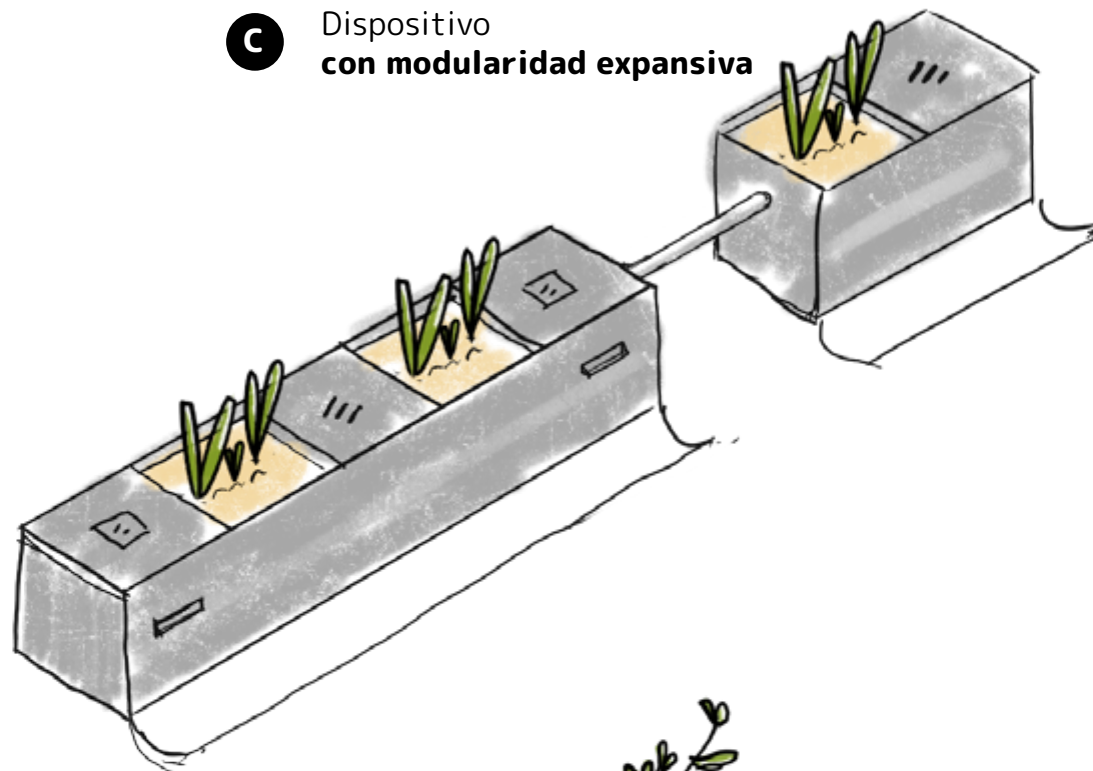
Para prevenir intrusos no deseados, como personas o animales, se integran tapas y se recomienda usar tejidos en las bocas de los tubos de PVC.



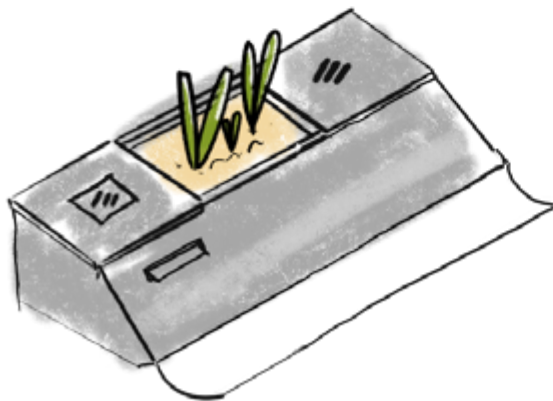
A Dispositivo considerando la pendiente



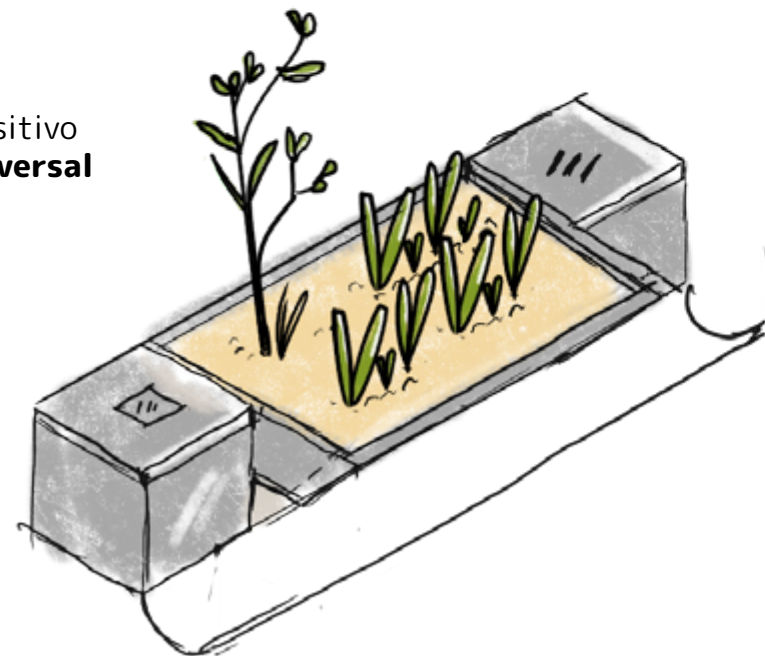
C Dispositivo con modularidad expansiva



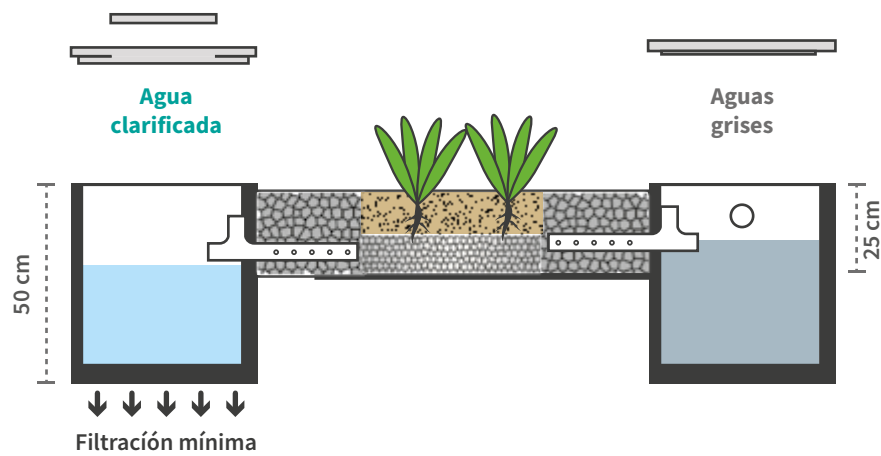
B Dispositivo con flexibilidad dimensional



D Dispositivo transversal



Flujo del AG en el dispositivo



Materiales



Grava

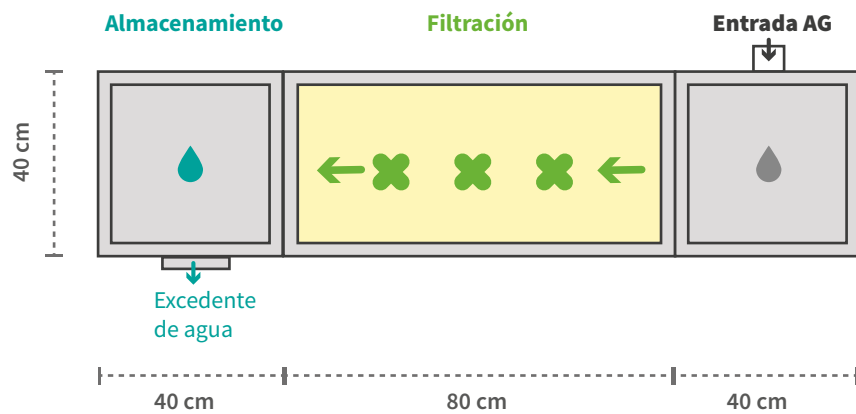


Arena



Pedregullo o piedras gruesas

Flujo del AG horizontal en el dispositivo

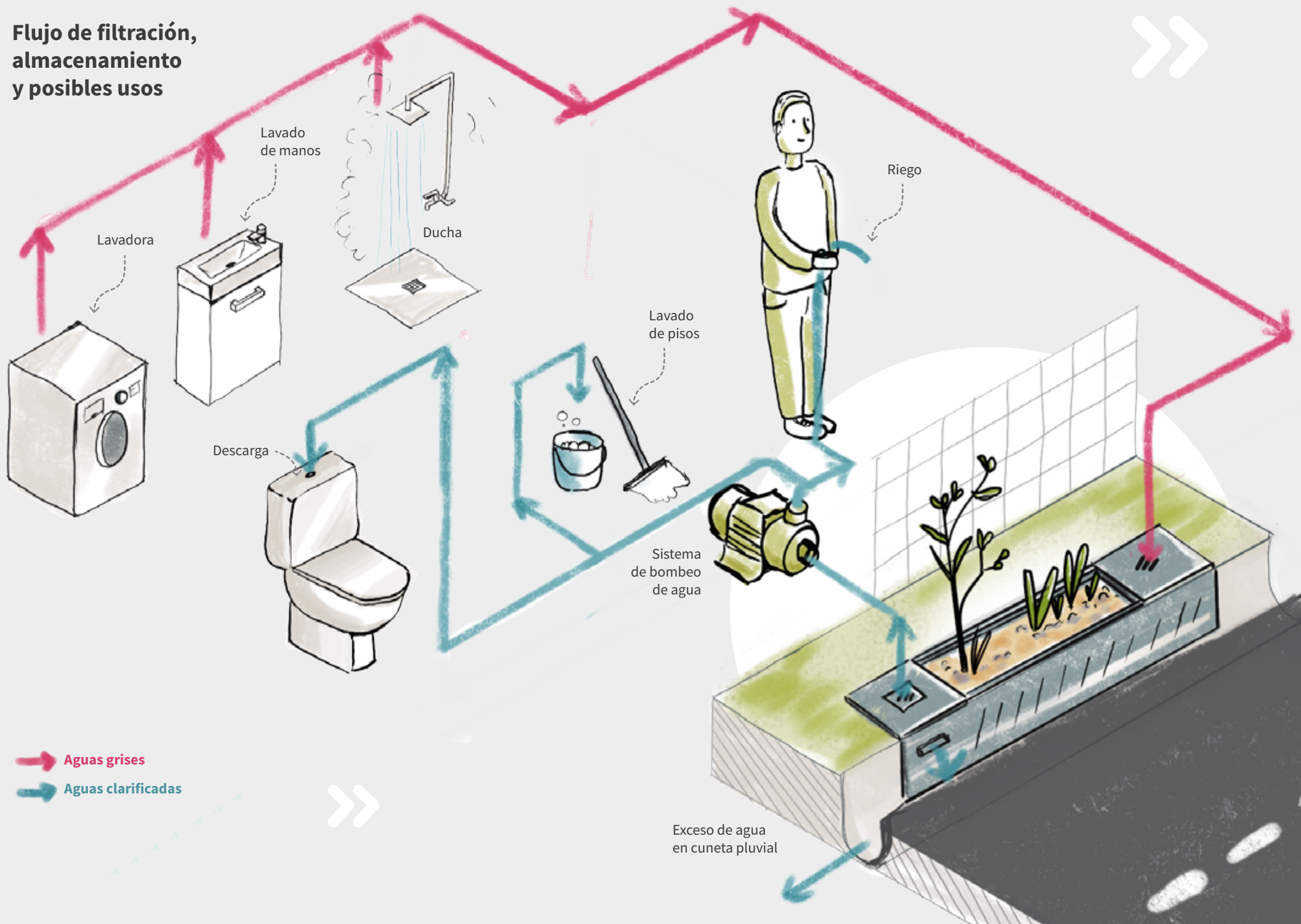


Aguas grises

Aguas clarificadas

Plantas que oxigenan el agua

Flujo de filtración, almacenamiento y posibles usos



2. Dispositivo para la lavadora

Se plantea la creación de un dispositivo filtrante biológico destinado a las conexiones de desagüe de lavadoras, con el propósito de clarificar y filtrar las AG. Este dispositivo se compone de capas filtrantes de grava, arena y guata, incorporando además plantas acuáticas que absorben nutrientes y oxigenan el agua.

Este permite la reutilización del agua para riego por goteo, descargas sanitarias y limpieza de superficies. Se ha identificado, a través de la encuesta realizada, que las aguas provenientes de las lavadoras son las más comúnmente vertidas en vías públicas o absorbidas por el terreno, siendo además de las más limpias entre las aguas residuales.

El diseño compacto y modular del dispositivo permite una fácil adaptación a espacios reducidos, siendo fabricado con materiales resistentes al agua y la corrosión para garantizar su durabilidad.

Las condiciones requeridas para la implementación de este dispositivo incluyen la existencia de un espacio adyacente a la lavadora para su colocación, y las casas tomadas como referencia en la teoría poseen tales espacios. Además, se precisa contar con desagües separativos, evitando conexiones directas a fosas sépticas. También es importante disponer de sistemas de bombeo, ya sean físicos o eléctricos, para el almacenamiento y distribución del agua filtrada, como se detalla más adelante. Por último, es fundamental que las personas usuarias estén comprometidas con el tiempo y esfuerzo necesarios para llevar a cabo el mantenimiento correspondiente del dispositivo.

Este dispositivo no solo es aplicable a los barrios seleccionados, sino que puede ser utilizado por cualquier persona que posea una lavadora y disponga de las condiciones antes mencionadas.



Fotografía 20 y 21
Barrio Maracan  Norte, mayo de 2023.
Elaboración propia.

Fotografía 22
Barrio Maracan  Norte, noviembre de 2020.
Elaboración propia.



Supragarden | Diseñado por Plant Steps



POMPIDOU | fuente Pinterest

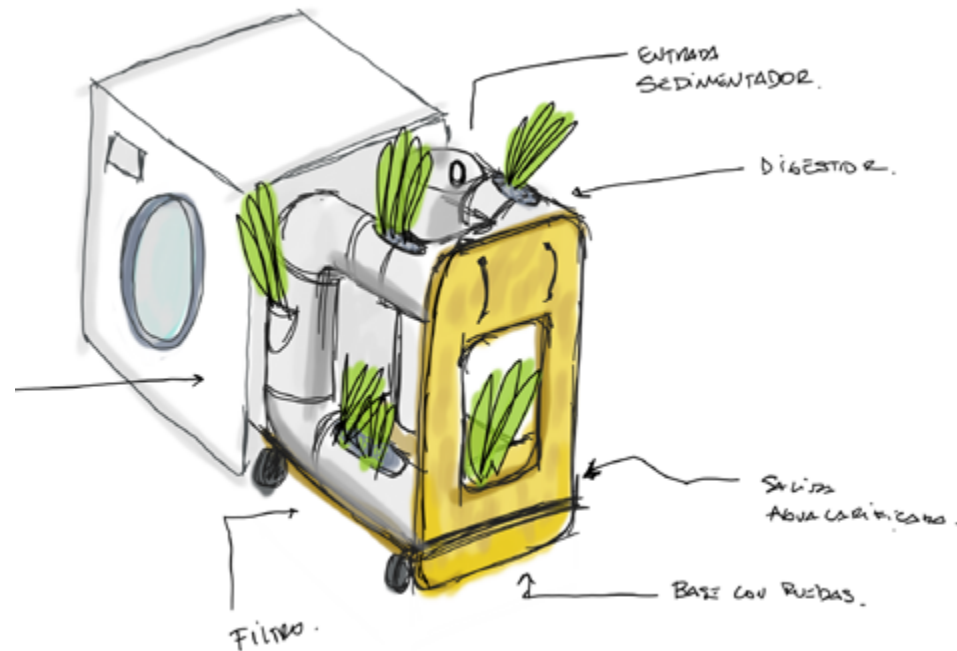


Plantas | fuente Pinterest

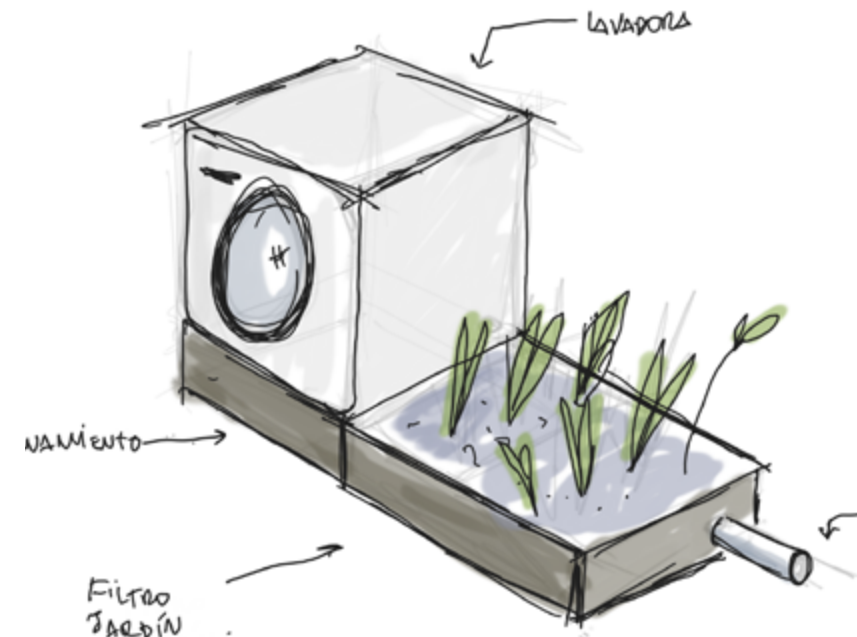


TetraPOT | Sheng-Hung Lee y Wan Kee Lee

Creación de alternativas



1. Se configura como una estructura rectangular compuesta por el ensamble de tubos de PVC, desempeñando la función de un canal conductor para el flujo de agua, el cual atraviesa una secuencia de filtros. Se presenta una propuesta de diseño de cierta complejidad en términos de producción, ya que involucra elementos de madera personalizados que acompañan las formas curvas generadas por los codos de los tubos. Además, se contempla la inclusión de ruedas para facilitar la movilidad, aunque esta característica no resulta esencial.



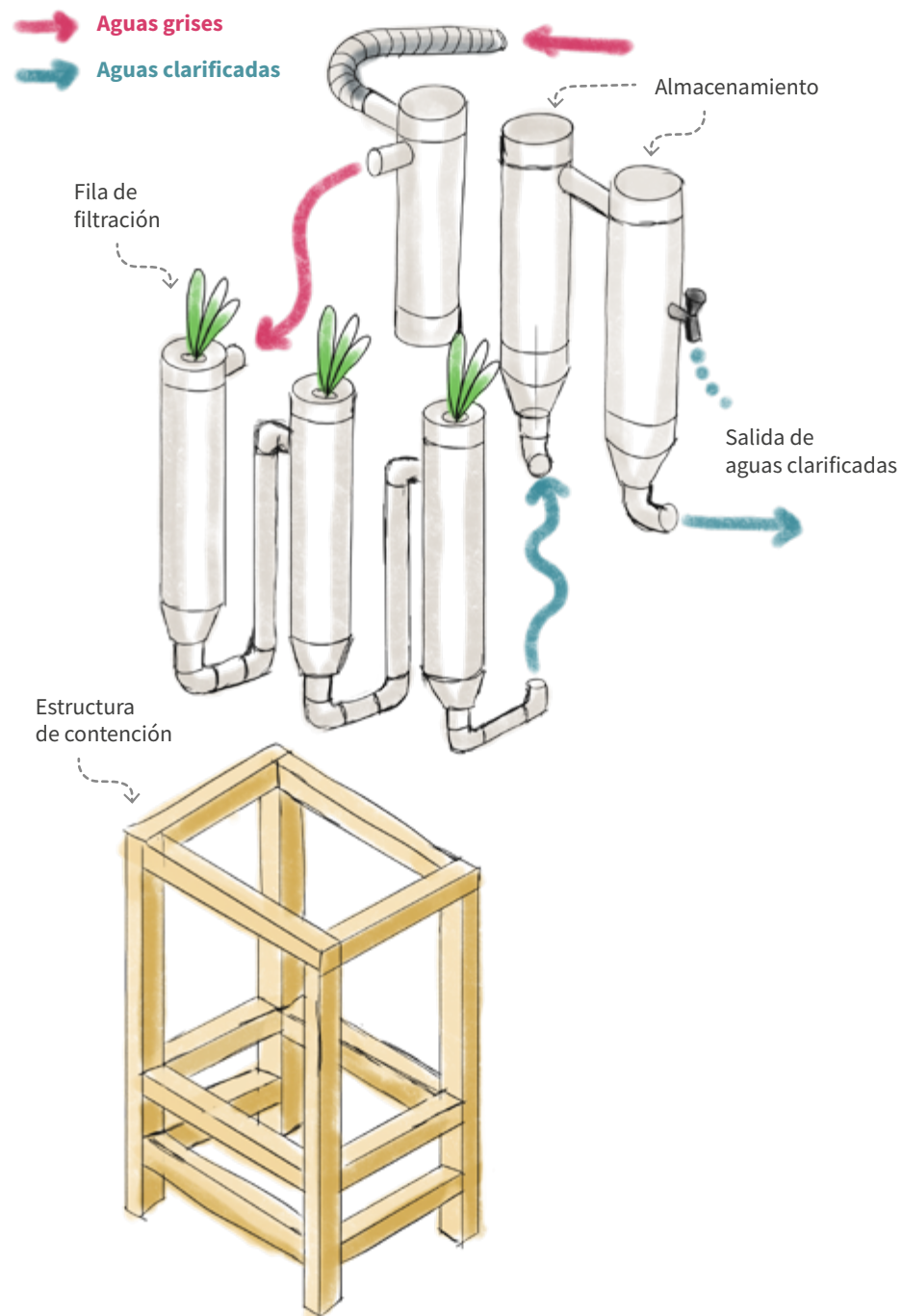
2. La base destinada a la lavadora adopta una configuración horizontal y está equipada con un sistema de filtración biológica que involucra plantas. Sus dimensiones se han concebido para ser el doble de amplias que las de la base de la lavadora. No obstante, se identifica un desafío en la posible dificultad para estandarizar este dispositivo, dado que se debe considerar la variabilidad en el peso de distintas lavadoras, así como evaluar el espacio disponible para su colocación.

Pompe

Dispositivo de clarificación de AG mediante un sistema de filtrado vertical que emplea materiales captadores para la filtración de partículas y nutrientes. Estos materiales se encuentran contenidos en una malla tubular, similar a un tejido mosquetero. Además, el dispositivo consta de una estructura compuesta por dos tubos de almacenamiento con una capacidad calculada teóricamente de 4,3 litros de agua cada uno, ambos equipados con salidas para distribución.

El diagrama de uso muestra que es posible añadir tanques de almacenamiento adicionales después de la fase de canalización, aunque esta decisión estará sujeta a las condiciones y al caudal de agua producido. También, se menciona la opción de incorporar bombas de agua como accesorios útiles, aunque su adquisición dependerá del presupuesto de cada persona. En el esquema de la siguiente página se muestra un ejemplo de bomba de filtración de piscina, la cual puede contribuir a mejorar aún más la clarificación del agua.

El nombre del dispositivo se fundamenta en una vinculación formal con la arquitectura del Museo *Pompidou* en París, caracterizado por su estructura tubular vertical, tal como se ilustra en una imagen presente en el *moodboard*.

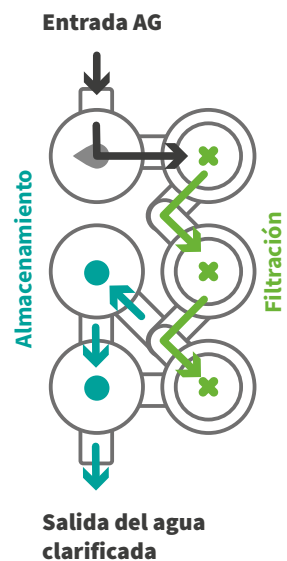


Es importante tener en cuenta que la inclusión de tanques adicionales y bombas de agua (tanto manuales como eléctricas) debe ser evaluada cuidadosamente según las necesidades y posibilidades de cada usuario, a fin de garantizar un adecuado funcionamiento y eficiencia del dispositivo de clarificación de AG.

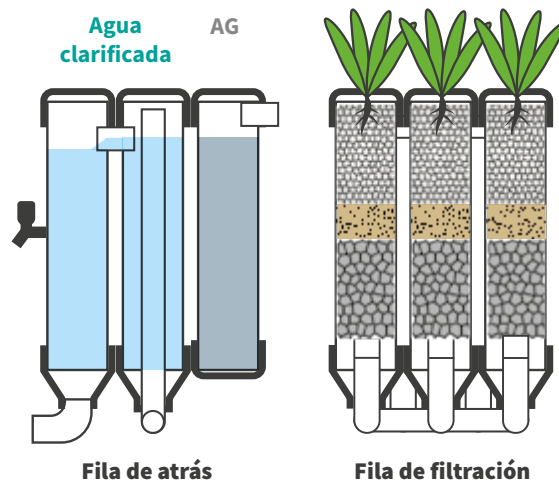
El dispositivo ha sido diseñado para que las personas usuarias puedan construirlo utilizando materiales fácilmente disponibles en el mercado local. Su estructura se compone principalmente de caños de PVC de 110 y 50 milímetros, además de otros accesorios específicos para estos tipos de tubos que permiten su unión y tapado. Para brindar soporte y contención, se incorpora un listón de madera de 1 pulgada en la estructura. En los anexos adjuntos se presenta una lista completa de los insumos necesarios, así como una estimación del costo aproximado de cada uno de ellos.

El dispositivo requiere un mantenimiento anual. La inclusión de una malla contenedora es una medida que mejora este proceso, ya que facilita la remoción de los materiales sólidos para su posterior limpieza.

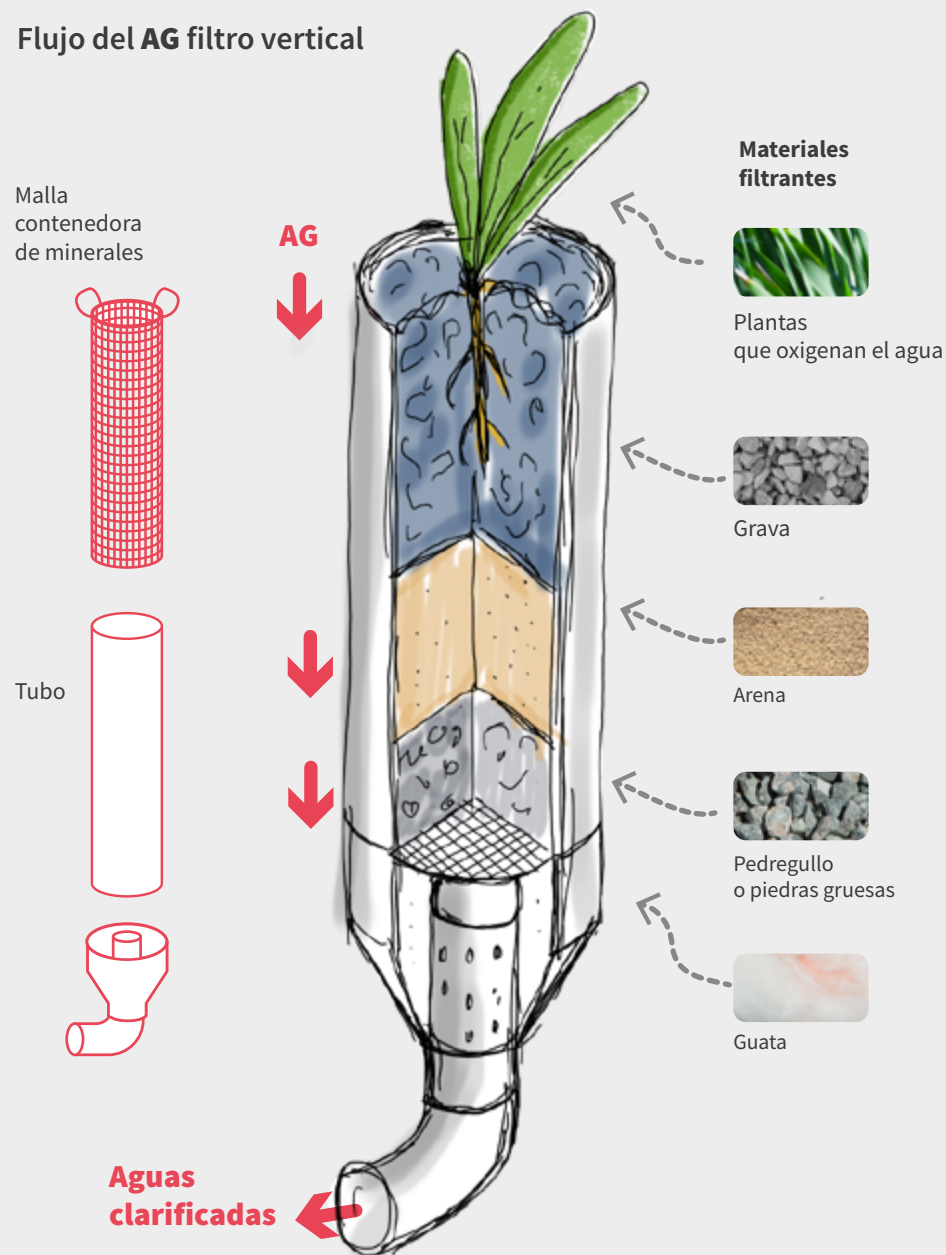
Flujo del AG horizontal en el dispositivo



Flujo del AG vertical en el dispositivo

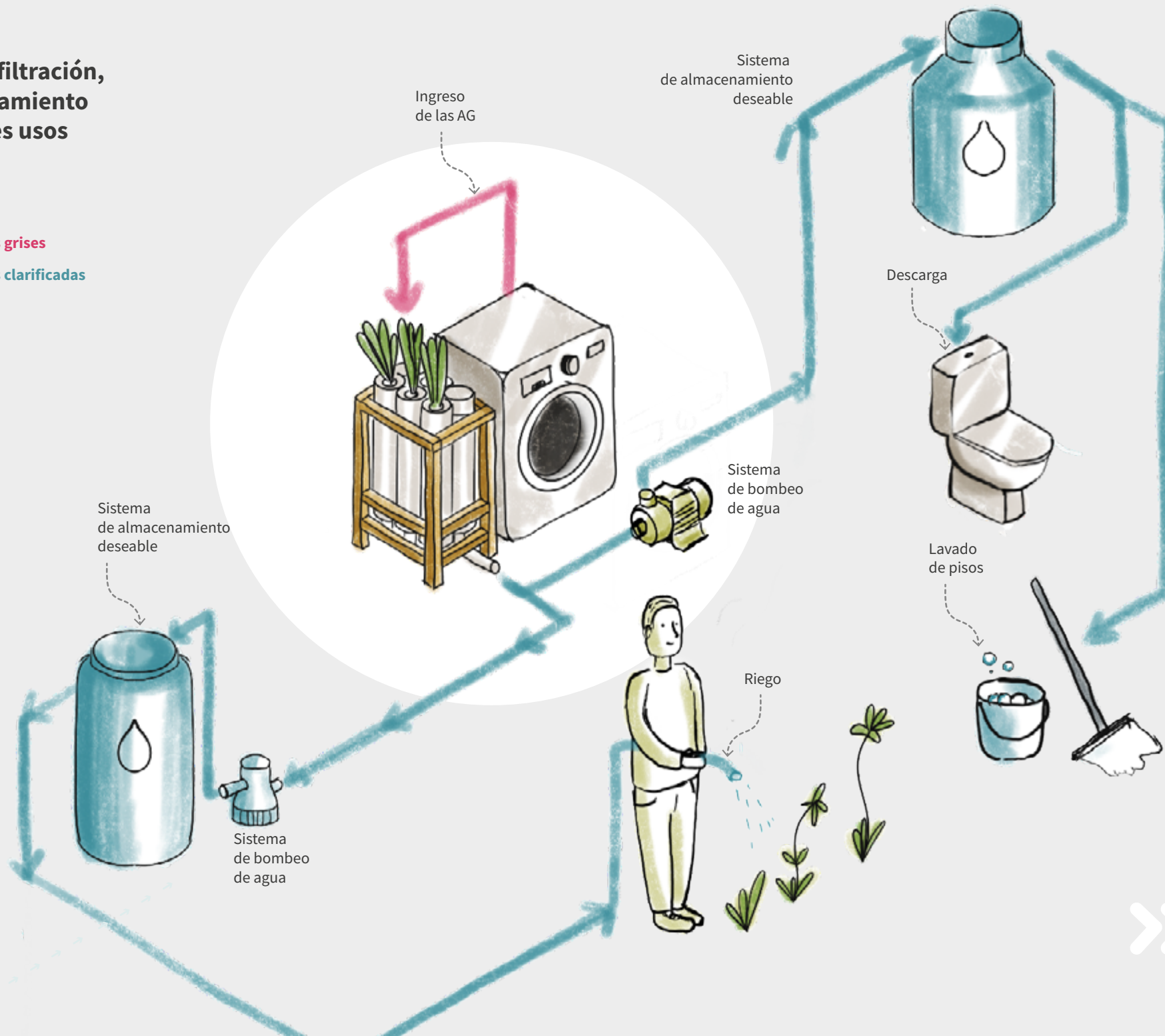


Flujo del AG filtro vertical



Flujo de filtración, almacenamiento y posibles usos

➔ Aguas grises
➔ Aguas clarificadas





Recomendaciones



En esta sección, se presentan recomendaciones destinadas a mejorar la eficacia de los productos mencionados. En primer lugar, se enfoca en los jabones, incluyendo aquellos que son biodegradables, con el objetivo de simplificar el proceso. Basado en el "Manual de diseño para el manejo de aguas grises para riego exterior" (Allen, 2015), se recomienda evitar ciertos componentes que dificultan la clarificación del agua mediante filtros de agua simples. Estos componentes incluyen:

- Compuestos de sal y sodio, ya que su acumulación en el suelo puede afectar la absorción de agua por las plantas y causar daños a largo plazo.
- Boro o bórax, ya que aunque es un componente común en detergentes ecológicos, en exceso puede volverse perjudicial para las plantas.
- Blanqueador a base de cloro, que puede dañar los microorganismos del suelo y tener un impacto negativo en las plantas.

En segundo lugar, se proporcionan recomendaciones relacionadas con la selección de plantas adecuadas para sistemas de filtrado biológico. Para identificar un conjunto de plantas apropiadas, se llevó a cabo una revisión de los antecedentes de sistemas y documentos regionales con características similares.

Plantas que crecen directamente en arena o grava:

- *Schoenoplectus californicus* (Junco): Planta emergente capaz de capturar sedimentos y nutrientes en zonas de agua dulce.
- *Myriophyllum aquaticum* (Cola de zorro): Planta acuática que contribuye a la oxigenación del agua y la absorción de nutrientes.
- *Phalaris arundinacea* (Pasto caña): Aunque no es acuática, es tolerante al agua y puede ayudar en la filtración de nutrientes y la prevención de erosión en las orillas.
- *Hydrocotyle bonariensis* (Tembladerilla): es una planta que se acostumbra ver en humedales, en la relevación de cunetas pluviales se observaron varias.



Valoración de las propuestas



Aunque las propuestas son teóricas, aquí se establecen aspectos clave para su evaluación por las personas usuarias en caso de una prueba piloto. Se enfoca en poner a prueba la efectividad de las propuestas y determinar si los requisitos iniciales son adecuados. A pesar de ser considerados en el diseño, es crucial validarlos empíricamente y realizar ajustes necesarios basados en los datos recopilados en conjunto con las personas usuarias. Las tablas proporcionadas facilitan esta evaluación colaborativa y la iteración para lograr los objetivos.

En el manual técnico, se destacan tanto la comunicación visual como la escrita. Es recomendable someterlo a revisión por personas con diversos niveles educativos y experiencias neuro-divergentes antes de su difusión al público general. Esta evaluación valida la eficacia del lenguaje visual y su adaptación a diferentes audiencias.

Primero se podría hacer un grupo focal y hacer preguntas sobre la comprensión del dispositivo:

- ¿Se entiende bien lo que dice el manual?
- ¿Los dibujos y fotografías se comprenden bien?
- ¿Crees que podría seguir los pasos del manual?
- ¿El manual te despierta interés sobre el tema?
- ¿Crees que podrías utilizar alguno de los productos del manual?
- ¿Cómo se podría mejorar?

Segundo, realizar una evaluación ergonómica correctiva que engloba factores anatomofisiológicos y socio-culturales es esencial para medir la eficacia de la información. Esto permitirá determinar si la información causa frustración, fatiga o sobrecarga mental en los usuarios.

¿Te parece que el tamaño de letra es legible?

¿Te parece cómoda la lectura?

¿Te pareció adecuada la cantidad de información?

En base a tu realidad económica, ¿crees que podrías aplicar uno de estos productos?

¿Crees que pueda haber alguna traducción cultural o hábito social que pueda interferir con la aplicación de alguno de los productos presentados?

En la propuesta que implica una campaña gráfica, también se emplea la misma validación por parte de los usuarios, similar a la del manual. La distinción radica en que la eficacia se puede cuantificar mediante la disminución del consumo de agua, atribuible a la implementación de alternativas de reutilización de agua gris. Además, se emplean análisis en redes sociales para evaluar la receptividad de la campaña. Se ha buscado la asesoría de expertos en marketing digital para evaluar el alcance de la estrategia.

Tabla 3. Valoración de los dispositivos gráficos. Elaboración propia.

	Requisitos	Manual Técnico	Campaña gráfica
Requisitos indispensables	Incentiva la reutilización de las aguas grises	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Involucramiento de la mayor cantidad de usuarios	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Perspectiva de género	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Producido a mediano y corto plazo	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Requisitos deseables	Solución Asequible	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Generar Incentivos, que motiven la partición de de las personas usuarias	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Opción por defecto	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Comunicación efectiva	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Demostración social	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muy de acuerdo



La evaluación se lleva a cabo en múltiples fases. Inicialmente, se analiza cómo se comparte la información para que los usuarios puedan construir el producto. Luego, en la fase de elaboración, se miden las dificultades y se evalúa la fluidez del proceso productivo, así como la idoneidad y accesibilidad de herramientas y materiales. Finalmente, se estudia la interfaz entre los aspectos objetivos, humanos y ambientales. En cada instancia, se somete el prototipo a pruebas con grupos focales y se documenta visualmente.

En el factor anatomofisiológico, se registra la cantidad de movimientos, posturas y esfuerzo requeridos por el usuario durante la interacción con el producto. También se evalúa si se necesitan accesorios o herramientas adicionales y si las áreas de interacción están claramente señalizadas.

En el ámbito antropométrico, se verifica si las dimensiones del producto, ya sea las propuestas o las sugeridas, se adecuan a las necesidades antropométricas de los usuarios. Se considera la optimización de las medidas para lograr una interacción eficiente.

Los factores socioculturales y psicológicos involucran la revisión de la carga mental durante el uso y la identificación de posibles resistencias a la implementación. Dado que el dispositivo introduce nuevas lógicas culturales, se analiza si estas podrían interferir con el propósito original del producto.



	Requisitos	DIQUE	POMPE
Requisitos indispensables	Incentiva la reutilización de las aguas grises	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Involucramiento de la mayor cantidad de usuarios	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Perspectiva de género	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Producido a mediano y corto plazo	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Requisitos deseables	Solución Asequible	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Generar Incentivos, que motiven la partición de de las personas usuarias	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Opción por defecto	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Comunicación efectiva	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Demostración social	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Producto como estado de la materia	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Seis erres. Reparable, reutilizable, reciclable, resistente, renovable y re-diseñable.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Cero desperdicios	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Durabilidad	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Requisitos optativos	Proceso circular (reciclable, desmontable y/o biodegradable)	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	Tiene valor social	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Desacuerdo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muy de acuerdo

>> Conclusiones



Conclusiones



La conclusión de este proyecto es el resultado de una exhaustiva investigación, recopilación de información y generación de conocimiento sobre el tema de las AG, con el objetivo de contribuir al desarrollo de soluciones que promuevan su recuperación y reutilización. El proyecto surgió de la preocupación por la preservación de este recurso natural y de la percepción de la falta de iniciativas en esta área. La motivación detrás de abordar este tema particular se originó en el deseo de enfrentar un desafío profesional que aprovechara tanto mi formación como diseñador industrial y comunicador visual, con el propósito de promover el cuidado del agua.

Mi experiencia personal, habiendo crecido en un barrio periférico, me ha sensibilizado sobre la importancia de desarrollar soluciones que tengan en cuenta los desafíos económicos y sociales que enfrentan las comunidades en contextos similares. Considero factible lograr esto, dado los requisitos y bases estratégicas establecidas.

A lo largo de mi carrera, he adquirido bases metodológicas que me han sido de gran utilidad en este proceso complejo, a pesar de los desafíos ocasionados por la pandemia, que dificultaron la aplicación de algunas metodologías que requieren la interacción directa con otras personas. No obstante, logré llevar a cabo el proyecto utilizando las herramientas disponibles y ajustando el objetivo de trabajo de manera acertada, ya que considero que cada propuesta de diseño que plantee merece una dedicación que trasciende el tiempo típico de un trabajo de fin de carrera.

En el transcurso del proyecto, también descubrí aspectos interesantes sobre el tema y amplíé mi capacidad para desarrollar dispositivos, aunque en ocasiones la abrumadora cantidad de posibilidades y la interdisciplinariedad requerida para su implementación presentaron desafíos. La creación de estos dispositivos debe considerar tanto los aspectos políticos y comunitarios en el ámbito público como las particularidades y desafíos técnicos en el ámbito individual, con el objetivo de lograr un uso eficiente y sostenible del agua.

Además, se ha vuelto evidente la importancia de comprender las regulaciones y normativas relacionadas con este tema, y cómo a través de propuestas de diseño, se puede influir en la actualización de normativas obsoletas para adaptarlas al desarrollo de la sociedad, como se plantea en el capítulo "Saneamiento y tratamiento de aguas en la periferia urbana".

En resumen, estoy satisfecho con el material que se ha generado en este proyecto, y me siento motivado a continuar profundizando en la investigación y materialización de las ideas presentadas. En el futuro, planeo retomar cada una de las propuestas y llevarlas a cabo, contribuyendo de esta manera tanto como usuario comprometido como profesional en la generación de un impacto social significativo.

>> Bibliografía



Bibliografía

Libros

CHAVES, Norberto. “El diseño invisible. Siete lecciones sobre la intervención culta en el hábitat humano”. Buenos Aires: Paidós, 2005.

ESCOBAR, Arturo. “En el trasfondo de nuestra cultura: racionalismo, dualismo ontológico y relacionalidad”. En su: Autonomía y diseño, la realización de lo comunal. 2016. Colombia: Editorial Universidad del Cauca. pp. 97 – 125.

FLORES, Cecilia. “Ergonomía para el diseño”. México: Teoría y práctica, 2001.

INGOLD, Tim. “El diseño de ambientes para la vida”. En su: Ambientes para la vida. Conversaciones sobre humanidad, conocimiento y antropología. 2012. Montevideo: Trilce. pp. 19 – 34.

LÖBACH, Bernd. “Diseño industrial: Bases para la configuración de los productos industriales”. Barcelona: Editorial Gustavo Gilí, 1981.

LUCKE, F.K. . Análisis del riesgo microbiológico en el reciclaje de aguas grises. Memorias. 2º Simposio Internacional sobre Saneamiento Ecológico de la International Water Association. Lübeck Alemania – abril, 2003. Pp. 374-382.

PAPANEK, Víctor. “Diseñar para el mundo real, ecología humana y cambio social”. Barcelona: Pol·len editions, 1977.

VENTURINI, Edgardo J. “Diseño para un mundo sustentable: Reflexiones teóricas y experiencias en diseño industrial.” Córdoba: Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, 2011.



Artículos académicos

ALLEN, Laura. (2015) "Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior". [publicación digital]. EEUU: Publicado por Greywater Action.

BADOSA, Jaume; SUBIRATS, Joan. “¿Qué diseño para qué sociedad?”. En: Temes de disseny. 2007, Nº 24. Barcelona: Elisava. pp. 35-41.

BAK-ANDERSEN, Mette. “Cuando la materia conduce a la forma: el diseño guiado por el material (MDD, Material Driven Design) y la sostenibilidad”. En: Temes de disseny. 2018, Nº 34. Barcelona: Elisava. pp. 10-31.

BENTOS PEREIRA, Gimena; LISBOA, Marcos; VIDAL, Liber. “Medidas de resiliencia para Montevideo: inundaciones y saneamiento”. En: II congreso de agua, ambiente y energía. Montevideo: División de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo, 2018.

CARVAJAL, R., & Macías, A. (2018). “Cosecha, reciclaje y manejo eficiente del recurso hídrico como estrategia de adaptación al cambio climático por parte de AESMEVI”. [Revista]. Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ed. Esp. 67-84

FIGUEROA, N., & Guaraglia, M. (2014). “Mecanismos de ahorro de agua potable en edificios”. [Tesis]. Facultad de arquitectura, diseño y urbanismo. Montevideo, 2014.

FUENTES, Juan Luis. “¿Delito ecológico como delito de peligro abstracto?”. En: Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología, 2012. España: Universidad de Granada, 2012.

GUZMÁN-PUENTE, María Alicia de los Ángeles, FLORES-BERRONES, José Raúl, GÓMEZ-MANJARREZ, Itzel y MEJÍA-FLORES, Susana. "Tecnologías socioambientales con energía limpia. Filtro de Agua Gris Reciclada (FILAGREC)". Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Centro Activo de las Mujeres. 2019.

HASLING, Karen Marie. "Perspectivas del papel de los materiales en la enseñanza de diseño de producto sostenible". En: Temes de disseny. 2018, N° 34. Barcelona: Elisava. pp. 102-113.

HERMIDA, Catalina; DOMINGUEZ, Manuel. "Economía circular como marco para el ecodiseño: modelo ECO-3". En: Informador técnico. 2014, Vol. 78, N° 1. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje. pp. 82-90.

HIDALGO, Ana Arahuetes. "Reutilización y sostenibilidad: el aprovechamiento de las aguas grises y las aguas pluviales". [Artículo]. Murcia: Universidad de Murcia, 2016.

NUÑEZ, Lidia; Claudia, MOLINARI; PAZ, Marta; Carina, TORNELLO; MANTOVANO, Julián; MORETTON, Juan. "Análisis de riesgo sanitario en aguas grises de la provincia de Buenos aires, Argentina". En: Revista internacional de contaminación ambiental. 2014, Vol. 30, N° 4. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

MALO, Genoveva. "Diseño sustentable, entre sustentos y desafíos: por los caminos de la resiliencia y entropía". En: DAYA. 2016, N°1. Ecuador: Universidad del Azuay (UDA). pp. 131 – 144.

Comisión Asesora de Agua y Saneamiento. (2020). "Plan Nacional de Saneamiento". [Publicación]. Uruguay: Presidencia.

LUCKE, T. (2003). "Agua gris: una alternativa viable para el riego de plantas". Revista Ecológica, (35), 44-47.

PUTRUELE, José E.; VENEZIANI, Marcia C. "Sustentabilidad, diseño y reciclaje". En: Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación. 2015, N° 48. Buenos Aires: Universidad de Palermo (UP). pp. 123 – 131.

YOCUM, Dayna. "Manual de diseño: humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración". [Artículo]. Santa Barbara: Bren School of Environmental Science and Management, University of California, 2013.

ZITO, Maximiliano. "La ética del diseño sustentable". En: Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación. 2014, N° 48. Buenos Aires: Universidad de Palermo (UP). pp. 95 – 105.

Sitios webs

Aguas urbanas núcleo interdisciplinario. "Conceptos sobre monitoreo de calidad de agua". [En línea]. <<https://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>>. [Consulta: 22 -4-2023].

AGUIRRE SIERRA, Arantxa. "MET-lands: una tecnología para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones". [En línea]. <<https://www.aguas-residuales.info/revista/blog/met-lands-una-tecnologia-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-pequenas-poblaciones>>. [Consulta: 8-8-2019].

Comité Ejecutivo de Gestión Ambiental Portuaria (CEGAP). (s.f.). "Guía de aguas grises y negras". [En línea]. <https://www.guiaecologica.com.ar/aguas_grises_n_gris.html>. [Consulta: 6-3-2023].

Instituto nacional de estadística (INE). "Estimación de la pobreza por el método del ingreso". [En línea]. <<https://www3.ine.gub.uy/boletin/Pobreza/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20pobreza%20por%20el%20m%C3%A9todo%20del%20ingreso%202022.html>>. [Consulta: 22 -4-2023].

DEVESA, Napo. "La revolución de las huertas urbanas. Comida gratis y saludable para todos". [En línea]. <<https://muhimu.es/medio-ambiente/la-revolucion-de-las-huertas-urbanas/>>. [Consulta: 2-9-2019].

MANNISE, Raul. "Cómo hacer un filtro purificador de agua casero". [En línea]. <<https://ecocosas.com/construccion/filtro-purificador-agua-casero/>>. [Consulta: 15-7-2019].

MUNICIPIO B. “Huertas urbanas”. [En línea]. <<http://municipiob.montevideo.gub.uy/huertas-urbanas>>. [Consulta: 2-9-2019].

LINDMEIER, Christian. “Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente”. [En línea]. <<https://www.who.int/es/news-room/detail/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>>. [Consulta: 15-7-2019].

PONCE MORA, Bernardita. “Una salteña creó un sistema económico para filtrar aguas grises y usarlas para regar plantas y árboles”. [En línea]. <<https://www.eltribuno.com/salta/nota/2019-2-26-1-11-0-creo-un-sistema-economico-para-filtrar-aguas-grises-y-usarlas-para-regar-plantas-y-arboles>>. [Consulta: 8-8-2019].

SZNEL, Monika. “The time for Environment-Centered Design has come”. [En línea]. <<https://uxdesign.cc/the-time-for-environment-centered-design-has-come-770123c8cc61>>. [Consulta: 15-12-2020].

TRIODOS BANK. “Qué es la “Economía rosquilla” y por qué la necesitamos”. [En línea]. <<https://www.triodos.es/es/articulos/2018/que-es-la-economia-rosquilla-y-por-que-la-necesitamos>>. [Consulta: 15-7-2019].

Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA). 2020. “Gestión del agua en Uruguay”. [En línea]. <<https://www.ursea.gub.uy/gestion-del-agua-en-uruguay/>>. [Consulta: 6-3-2023].

VASQUEZ, Alberto. “Gris – a water saving system for the real world” [En línea]. <<https://www.behance.net/gallery/8624307/Gris-a-water-saving-system-for-the-real-world>>. [Consulta: 8-8-2019].

Videos

----. “REUSE WATER - EKODUCHA H2O+ SYSTEM”. [En línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=fojrXIDVoEU>>. [Consulta: 20-5-2020].

ALBA TORRES, Ricardo Enrique. “Recolección de agua lluvia con botellas”. [En línea]. <https://www.youtube.com/watch?v=7z3As_0XEI0>. [Consulta: 20-5-2020].

ECOLOGY CENTER. “DIY Laundry-to-Landscape Graywater System”. [En línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=ytqB6iHnlg>>. [Consulta: 23-7-2020].

TV AGRO. “Purificación de Aguas Residuales para usos en la Agricultura”. [En línea]. <<https://www.youtube.com/watch?v=nVrgieHL-x0>>. [Consulta: 23-7-2020].

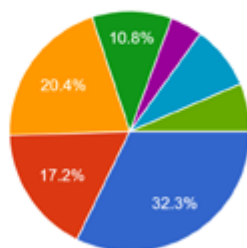
Otros

ROJAS, Marynes (Anfitrión). (2019-presente). “Diseño circular” [Podcast]. Spotify. <<https://open.spotify.com/episode/5YHEGB3aVLwe5ocAmGpUZ2>>.

Anexo A. Encuesta abierta sobre Aguas Grises y perfil de usuario

Barrio

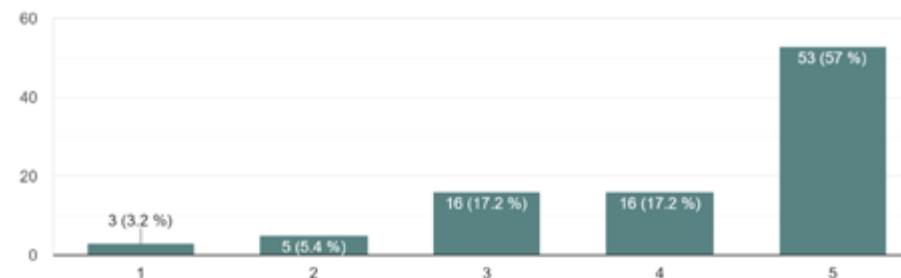
93 respuestas



- Municipio A (Belvedere, Casabó, La Teja, Nuevo París, Pajas Blancas, Pa...
- Municipio B (Barrio Sur, Centro, Ciudad Vieja, Cerdón, Palermo, Parque Rodó...
- Municipio C (Aires Puros, Brazo Orien...
- Municipio CH (La Blanqueada, Parqu...
- Municipio D (Cerrito de la Victoria, Ca...
- Municipio E (Buceo, Carrasco, Carras...
- Municipio F (Flor de Maroñas, Jardine...
- Municipio G (Colón, Conciliación, Lezli...

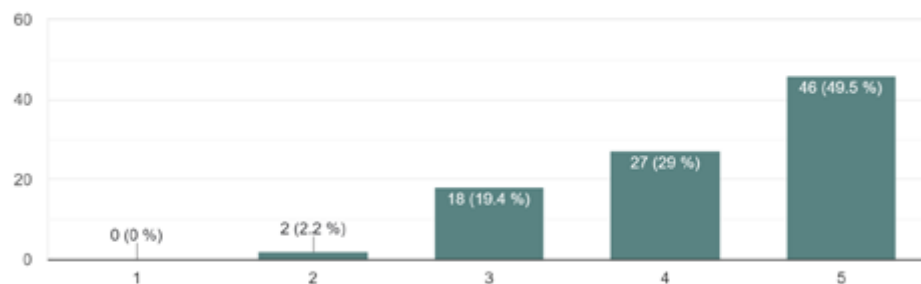
¿Te interesan las plantas o/y las huertas ?

93 respuestas



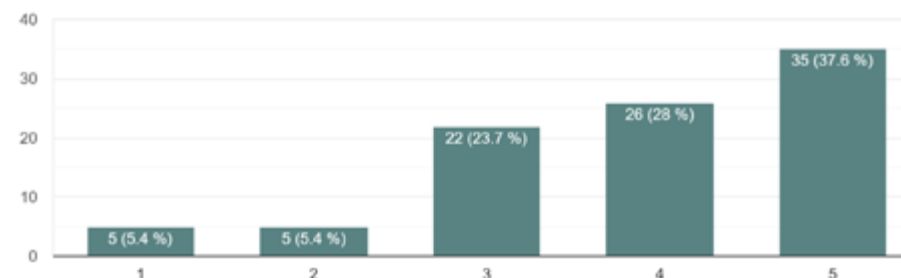
¿Te interesan los problemas ambientales de tu barrio?

93 respuestas



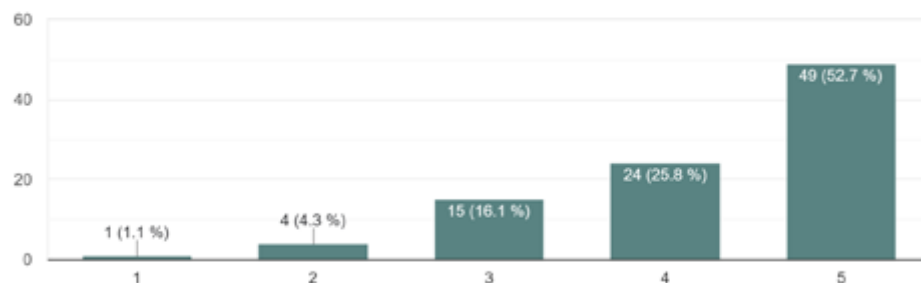
¿ Te preocupas por la cantidad de agua que utilizas en tu hogar?

93 respuestas



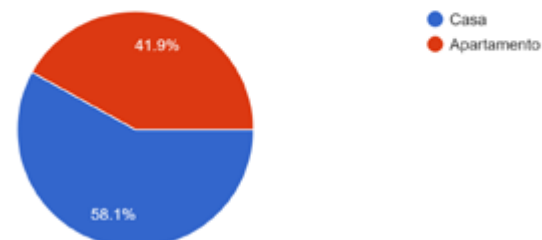
¿Te interesa informarte sobre problemas ambientales?

93 respuestas



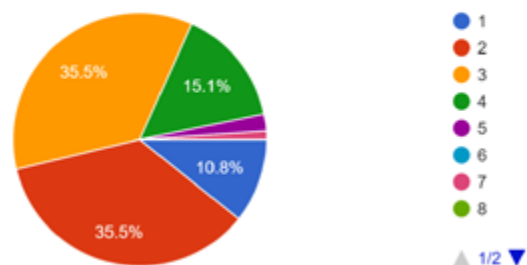
Tipo de vivienda

93 respuestas



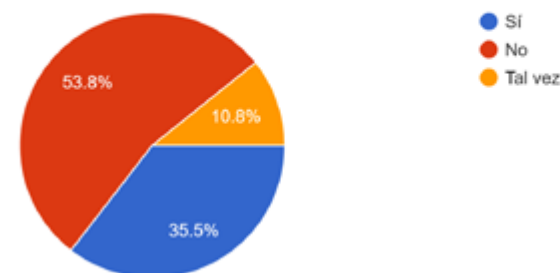
¿Cuántas personas integran tu hogar? (Incluyéndote)

93 respuestas



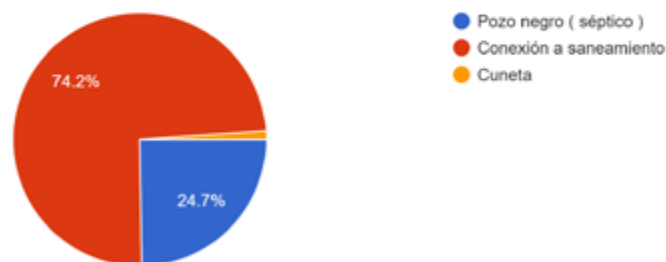
¿Sabes qué son las aguas grises?

93 respuestas



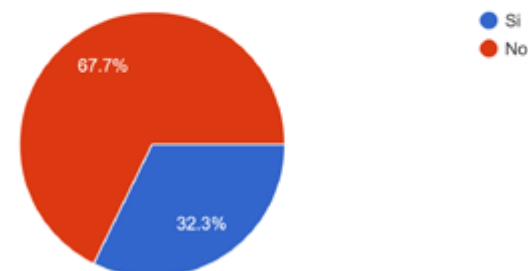
¿A dónde van las aguas residuales producidas en tu hogar?

93 respuestas



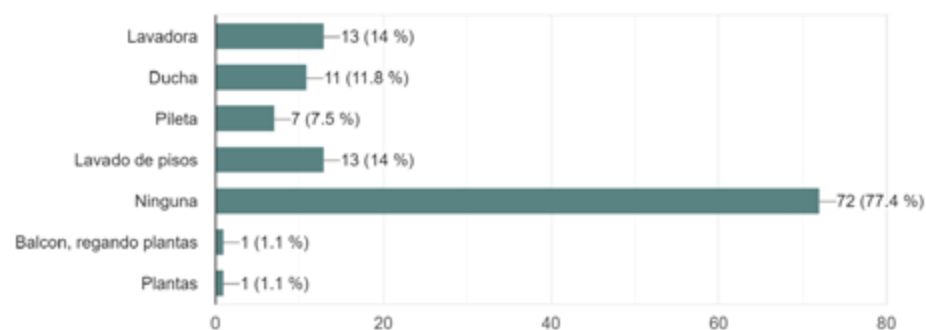
¿Sabes lo que es el Digesto Departamental?

93 respuestas



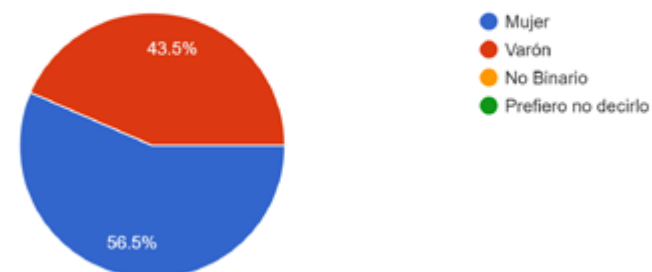
¿Tirás algún tipo de agua hacia la cuneta, calle, vereda y/o balcón?

93 respuestas



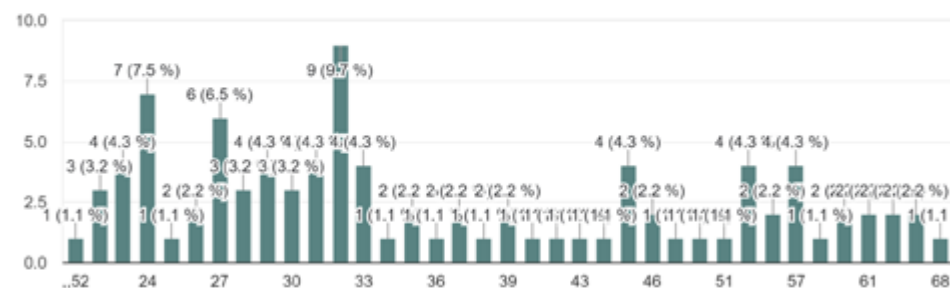
Género

92 respuestas



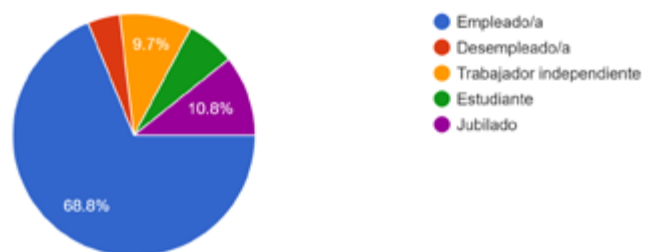
Edad

93 respuestas

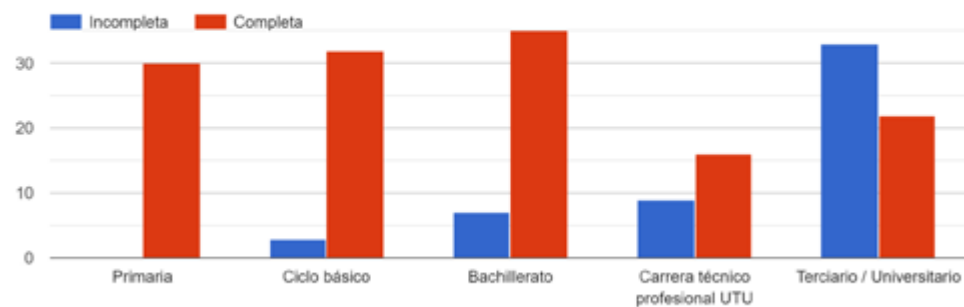


Ocupación

93 respuestas



Nivel Educativo (marcar máximo nivel alcanzado)



Anexo B. Consulta sobre información, normativas vigentes, acciones sobre el vertimiento de aguas residuales en cunetas pluviales

Consulta al Centro Comunal Zonal 18

Correo: ccz18@imm.gub.uy

20 de setiembre 2021

Respuesta:

"Buenos días, toda la información disponible se encuentra en el Digesto Departamental en la pagina web de la IM montevideo.gub.uy"

Salubridad pública

Correo: salubridad publica@imm.gub.uy

Lic. Hugo Rousserie

Director (I) Salubridad Pública

20 de setiembre 2021

Respuesta:

"En primera instancia, el vertido de aguas servidas sin tratamiento no está autorizado. Ciertamente es que muchas zonas de la ciudad al no tener saneamiento se desarrollan en la modalidad de fosas sépticas. La falta de mantenimiento de las fosas (pozos negros) motiva que desborden y muchos vecinos les instalan "robadores" que descargan a las cunetas y generan problemas ambientales y sanitarios."

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Correo: calidadycontrolambiental@imm.gub.uy

Hernán Méndez - Unidad de Efluentes Industriales

28 de Octubre 2021

Respuesta:

"Edgardo, por lo que entiendo usted enfocado en el estudio de los vertimientos a la cuneta de pluviales. El plan director de saneamiento y drenaje urbano de Montevideo (PDSYDUM) recientemente finalizado, estableció que aún existe una población de 140-180 mil personas que no cuentan con red de saneamiento en el frente de sus casas. El sistema con el que cuentan estos padrones es definido como estático (pozo negro, fosa séptica, pozo impermeable etc) y deben agotarse con servicio de barométrica. Quisiera decirle que lo que usted encuentra en las cuentas de pluviales son aguas grises únicamente, pero la realidad nos indica que son el producto de los robadores de pozos negros en su mayoría. Los servicios de barométrica que hoy contabilizamos no son los que deberían realizarse, dada la cantidad de agua que hoy se utiliza por persona. Por lo tanto la diferencia es la que explica los caudales de agua de saneamiento que son vertidos a las cunetas y que luego llegan a los cursos de agua. Este es un aspecto ambiental que impacta fuertemente en las cañadas y arroyos de Montevideo, dado que los mismos tienen muy bajo caudal en estiaje. También nos encontramos con zonas saneadas que por diversos motivos (uno se debe a que la sanitaria interna de las viviendas con pozo negro tienen pendiente hacia el fondo del predio), las viviendas se mantienen con robadores y aliviaderos hacia los pluviales. En cuanto a normativa se aplica la Ordenanza de instalaciones sanitarias internas (Decreto 32952 de la Junta Departamental de Montevideo), por la cual se establece la prohibición de verter aguas residuales (de cualquier origen) a la calzada, la obligatoriedad de conexiones al saneamiento y mucho más. por Resolución N° 3642/2010, se estableció las competencias de los Municipios, dentro de las cuales se encuentra el control y sanción de vertidos de saneamiento hacia la calzada. Por último, la zona de Paso de la Arena, (Jardines de las Torres, Maracaná norte y otros barrios) entre Luis Batlle Berres, Cno, Cibils, ruta 1 y arroyo Pantanoso, esta previsto y se encuentra en etapa de anteproyecto la construcción del saneamiento, dentro del plan de saneamiento VI financiado por el BID. Espero haber respondido a sus inquietudes y necesidades."

Anexo C. Costos de insumos dispositivo físico POMPE, consulta en mercado libre en mayo de 2023

Insumos		Cantidad	Precio / unidad en pesos	Total en pesos
Dispositivo: POMPE	Pegamento / Adhesivo Para Caños De Pvc - 100 Ml	1	90	90
	Caño Pvc 110 Aprobado 3.2mm Unit. 3 m	1	790	790
	Cupla Reducción Pvc 110 A 50 Mm	3	110	330
	Tapa Hembra Pvc 110 Mm	2	129	258
	Precintos Plásticos, Zuncho 4,8mm X 30 Cm 50 Unidades	1	159	159
	Tapa Hembra Pvc Con Rosca 110 Mm Pared Gruesa Nicoll	1	450	450
	Caño De Pvc Aprobado 50mm 3.2mm	1	450	450
	Pino Eliotti seco 1" x 1" x 3,30 m	2	55	110
	Tornillos tuercas	20	7	140
	Guata Blanca X Mt. Ancho 1.00mt	1	62	62
	Tejido Malla Mosquitero 1x5mts	1	235	235

Agradecimientos

Gracias a todas las personas que colaboraron activamente en la elaboración de este informe, incluyendo a aquellos que participaron en consultas y encuestas, contribuyendo así al enriquecimiento de este trabajo.

Quiero extender mi reconocimiento a la zona de Paso de la Arena, cuya participación fue fundamental para la recopilación de datos y experiencias relevantes.

Además, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi padre, José Saracho, y a mi madre, Ma. del Carmen Vaz, por su apoyo constante y aliento durante todo el proceso de desarrollo de mi carrera profesional.

Finalmente, agradezco a mi mejor amiga Dahiane Oviedo, cuya compañía y aportes han sido invaluableles en este trayecto académico y profesional.

Edgardo Saracho Vaz
aguasgrises.eucd@gmail.com