LEGAZPI KLIMA 2030

LEGAZPIKO UDALA

Julio 2018

ENDARA INGENIEROS ASOCIADOS S.L.

krb lan

Realizado por las empresas

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. OBJETIVOS 3

1.2. CONTENIDO DEL PROYECTO 4

2. POTENCIANDO E IMITANDO LA NATURALEZA 5

3. SUDS, SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE 7

3.1. TIPOLOGIA DE SUDS 7

3.2. FICHAS DESCRIPTIVAS 8

4. DIAGNÓSTICO 13

4.1. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO 13

4.1.1. Marco geológico 13

4.1.2. Litología 13

4.1.3. Tectónica 14

4.1.4. Geomorfología 14

4.1.5. Hidrogeología 15

4.2. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA 15

4.3. ZONAS IMPERMEABILIZADAS DEL CASCO URBANO. 17

4.4. ASPECTOS LIMITANTES PARA LA APLICACICIÓN DE SUDS 20

4.4.1. Zonas potencialmente contaminadas. 20

4.4.2. Formaciones geológicas no adecuadas. 21

4.4.3. Pendientes. 22

4.4.4. Zonas inundables para T 500 años. 23

4.5. ZONAS A REFORMAR 24

4.6. RED DE SANEAMIENTO 24

4.6.1. Fecales 24

4.6.2. Pluviales 25

4.7. PUNTOS NEGROS DE SEGURIDAD RELACIONADOS CON DRENAJES 28

5. PRIORIZACIÓN 29

5.1. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR INFILTRACIÓN 31
5.2. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR FILTRACIÓN 32
5.3. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR RETENCIÓN Y LAMINACIÓN 33
5.4. ZONA PARA POTENCIAR ACTUACIONES PREVENTIVAS 34
5.5. MAPA DE SINTESIS 35

6. FACTORES PARA DIMENSIONAMIENTO 36

6.1. CÁLCULOS HIDROGEOLÓGICOS 36
6.1.1. Ensayos de permeabilidad 36
6.2. LLUVIA DE DISEÑO 39
6.2.1. Meteorología de Legazpi 39
6.2.2. Cálculo de intensidades para precipitaciones de T 0,1 , 1 y 10 años 43
6.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS 47

7. LISTA DE VERIFICACIONES PARA IMPLANTAR SUDS 48

8. PROPUESTA DE INTERVENCIONES TIPO 49

8.1. CUBIERTA VERDE EN HAURRESKOLA DE LAUBIDE/ ARANTZAZU 50
8.2. SUD DE INFILTRACIÓN EN MUSIKA ESKOLA 53
8.3. CANAL DE DRENAJE E INFILTRACIÓN EN REFUGIO DE LAKIOLA 56
8.4. OTRAS PROPUESTAS ESTUDIADAS 59
8.4.1. Depósito en piscinas municipales 60
8.4.2. Sumidero de infiltración en haurreskola de Latxartegi 61
8.4.3. Implementación de parking en arroyo Urtatza 62

9. IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS AMBIENTALES 64

ANEXOS

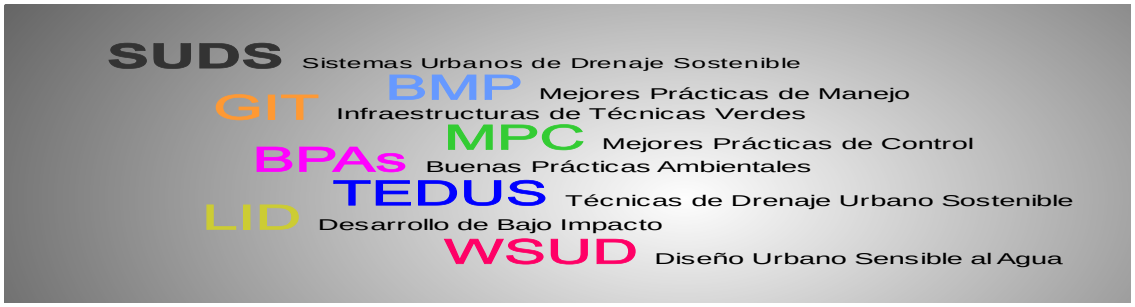
Anexo I Datos precipitación clasificados de Legazpi 2008-2017.

Anexo II Mapa sintético

1. INTRODUCCIÓN

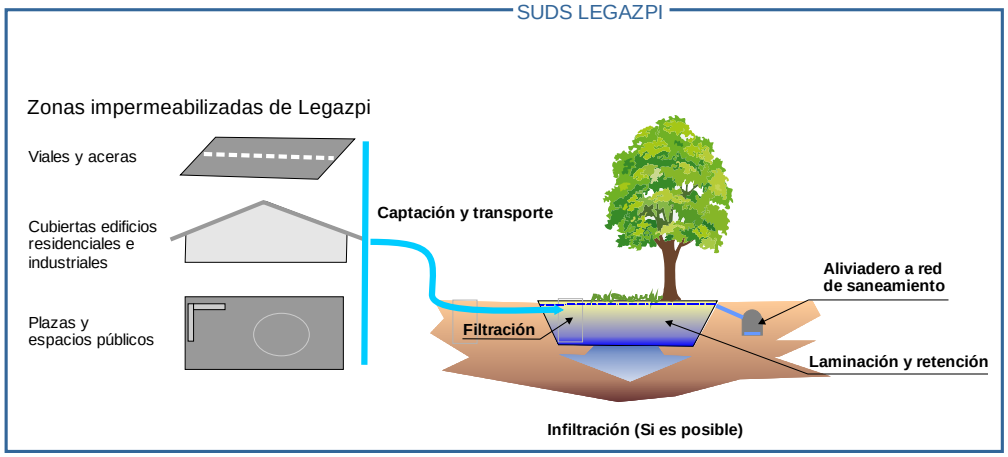
Este proyecto habla de imitar a la naturaleza, volver a recuperar todos los procesos naturales que se producen en el ciclo del agua, los cuales han desaparecido en las ciudades altamente impermeabilizadas.

Son muchos los nombres que intentan definir las técnicas que agrupan los elementos de la red de captación de aguas pluviales que tienen como objetivos captar, filtrar-depurar, retener, transportar, almacenar y/o infiltrar las aguas en el terreno para recuperar el ciclo del agua.



Los **S**istemas **U**rbanos de **D**renaje **S**ostenible, SUDs, son una alternativa para mejorar la vida urbana porque existe una necesidad de contrarrestar el efecto de concentración de aguas provocado por la impermeabilización de nuestras ciudades.

Las superficies impermeabilizadas que cubren parte del casco urbano de Legazpi condicionan la forma y velocidad con que se evacúan las aguas pluviales a la red de saneamiento. En la siguiente figura se muestra el esquema sintético indicando lo que persiguen los SUDs.



La conciencia medioambiental y la escasez de recursos son las causas que provocan el cambio en el modelo de diseño y gestión de las aguas pluviales. El aumento y concentración de la población genera un aumento de la contaminación del medio natural y fuertes modificaciones en el ciclo natural del agua.

Desde hace unos pocos años la forma de vivir de los seres humanos ha repercutido de forma notable al estado de nuestro planeta. Por ese motivo nació el enfoque de Sostenibilidad, aspecto que también subyace y pone en valor las técnicas de los SUDS.

La **Sostenibilidad** es toda acción destinada a satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de tal forma que el capital natural se mantenga y se enriquezca su capacidad de regeneración, reproducción y ecovolución, y son estas las directrices que deben marcar la forma en que desarrollamos nuestros proyectos

Emerge desde todos los estamentos locales, autonómicos, nacionales e internacionales, la necesidad de aunar esfuerzos para racionalizar el desarrollo urbano.

Planificaciones y desarrollos urbanísticos nos han llevado a: Inundaciones, encharcamientos, desbordamientos, deslizamientos, vertidos contaminantes, falta de seguridad, pérdida del valor del agua, perdida de la capacidad de infiltración del suelo, pérdida de la permeabilidad o capacidad para permitir que un fluido atraviese el medio sin alterar su estructura y perdida de la filtración natural o depuración.

Los núcleos rurales son pequeñas islas impermeables rodeadas de zonas permeables, en cambio en las ciudades las zonas verdes son las pequeñas islas permeables rodeadas de grandes zonas impermeables. Si conseguimos dar continuidad a las zonas verdes, revertimos el proceso pasando de pequeñas zonas verdes permeables aisladas a redes verdes conectadas.

Las ventajas del empleo de SUDs son:

- Reducción de las escorrentías y caudales punta en las redes de pluviales.
- Mejorar la calidad de las aguas que llegan a nuestros ríos, reduciendo su carga contaminante.
- Retardamiento o laminación de escorrentías reduciendo inundaciones.
- Integración del agua en el paisaje incrementando el valor del entorno paisajístico.
- Mejora de la calidad y temperatura del aire por las ventajas de las coberturas vegetales.
- Aprovechamiento del agua para otros usos.
- Ahorro de costes.

1.1. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este proyecto serían:

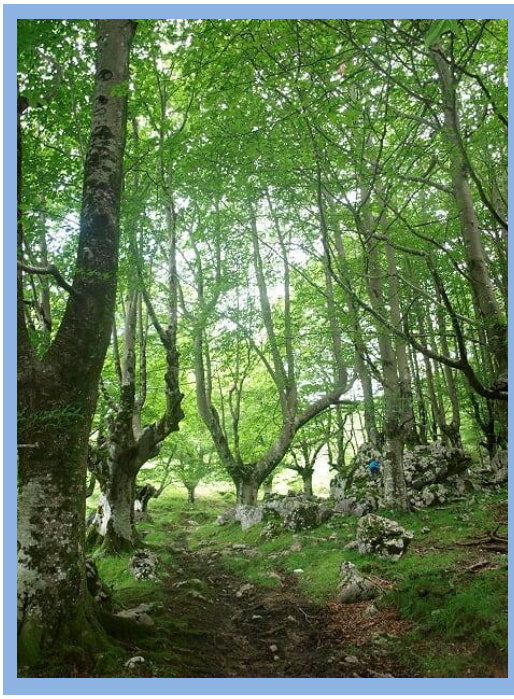
1. Definir acciones para una adaptación planificada inducida por el cambio climático y la necesidad de mejorar la calidad de vida urbana.
2. Dar a conocer técnicas alternativas para la gestión del agua en origen, dando un peso específico a los temas de sensibilización y participación social como herramienta fundamental para una mejora de la calidad de vida urbana.
3. Realizar un diagnóstico de la situación del municipio de Legazpi.
4. Analizar las áreas de mejora de las diversas zonas del municipio priorizando actuaciones.
5. Realizar propuestas de actuación como inicio a un cambio en la gestión del agua en origen.
6. Facilitar información de nuevas técnicas para favorecer su implantación.

1.2. CONTENIDO DEL PROYECTO

En el gráfico siguiente se presenta el contenido del proyecto

2. POTENCIANDO E IMITANDO LA NATURALEZA

Los **árboles urbanos** son los SUDs naturales más eficientes y polivalentes que existen en la tierra. Aunque el desarrollo científico lo intenta, no ha conseguido obtener sistemas comparables a nuestros árboles.



Dejamos en un segundo plano las facetas más interesantes de los árboles como verdaderos SUDs.

Los árboles en su sistema radicular conforman grandes depósitos de retención de agua para ir empleándola cuando no hay precipitaciones. Así arboles de frondosas, como las hayas, llegan a retener hasta 2000 litros de agua por árbol en el suelo. Si pensamos en un bosque podemos ver el gigantesco poder laminador que estos ejercen ante las precipitaciones.

El concepto de ecosistema es un sistema holístico donde interactuan seres vivos y medio ambiente. En una ciudad, existe una relación entre humanos y árboles, presentando distintos niveles y tipos de interacciones.

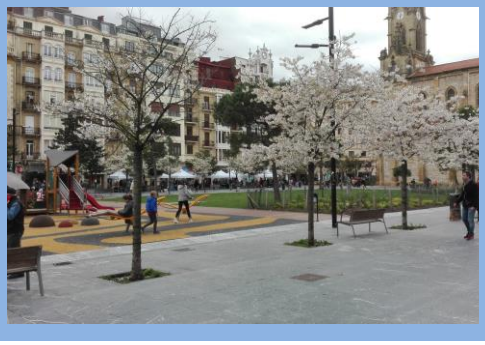
Los árboles urbanos no deberían ser evaluados exclusivamente por el valor paisajístico que representan o por su carácter ornamental.

Sintetizando las funciones que se conocen hasta la fecha de los árboles en el ecosistema urbano serían:

- **Interceptación de precipitaciones**: La copa de los árboles capta y retiene en su follaje un porcentaje muy importante de lluvia, reduciendo los tiempos de concentración de las precipitaciones.
- **Retención de agua**: Los árboles en sus rizomas acumulan importantes reservas de agua para consumirlas en periodos secos, funcionando como verdaderos depósitos de acumulación.

- **Amortiguación térmica**: Los árboles y espacios verdes en las ciudades disminuyen significativamente la temperatura. En áreas rurales las temperaturas pueden variar en un rango de 2 y 4 ºC con respecto a las ciudades más cercanas, este efecto se conoce como "Isla de Calor" . Este efecto se produce tanto por la sombra de sus copas como por su capacidad de evapotranspiración. Un árbol puede transpirar 450 litros de agua por día.
- **Disminución de la contaminación atmosférica**: Los árboles reducen considerablemente la contaminación atmosférica por gases como el NO2, SO2, CO, etc. También son capaces de retener el material particulado y metales pesados producidos por la combustión de fuentes móviles o fijas.
- **Reducción de la contaminación sonora**: Los árboles producen una reducción muy significativa de los niveles de ruido en las ciudades. Un cinturón de 30 metros de árboles altos, puede contribuir a reducir los niveles de ruido en un 50%.
- **Producción de oxígeno**: Los árboles consumen CO2 y producen grandes cantidades de Oxígeno a través de la fotosíntesis.
- **Valor paisajístico**: Los árboles enfatizan vistas u ocultan aquellas que son desagradables. Reducen la luz intensa y la reflexión. Dirigen el tránsito peatonal y complementan o realzan la arquitectura.
- **Valor natural**: Los árboles proporcionan elementos naturales y hábitats para la vida silvestre en los alrededores urbanos, lo cual aumenta la calidad de vida de los habitantes. También son protectores de suelos, disminuyendo el riesgo de erosión y los problemas asociados.
- **Generan sustancias gaseosas que aglutinan humedad**: Los árboles emiten sustancias con capacidad para concentrar humedad y formar gotas de agua, precursores de la lluvia.
- **Retención de suelos**: Tanto árboles como vegetación son los elementos más activos en la retención de suelos. Son elementos de bioingeniería que funcionan como anclajes del terreno aumentando la cohesión y el ángulo interno de rozamiento.
- **Y también**: Son un combustible con una huella de carbono nula, son material de construcción, son generadores de infinidad de extractos y resinas de uso industrial, farmacéutico, fitosanitario…., son fuente de alimentos...

Nuestras calles muestran diseños muy funcionales y de bajo mantenimiento pero dejan en un segundo plano la calidad de la vida.



Tal vez la solución radica en el equilibrio entre funcionalidad y naturalidad

3. SUDS, SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

Los SUDs son elementos diseñados para infiltrar, retener y/o filtrar el agua de lluvia. Estos elementos normalmente combinan las tres funciones según las posibilidades de la zona de aplicación. Por este motivo, aunque siempre se habla de técnicas específicas, las posibilidades reales son muchas más que las que se presentan en el apartado de tipología y clasificación.

3.1. TIPOLOGIA DE SUDS

Los SUDS pueden clasificarse en tres grandes grupos según el objetivo para el que se diseñan:

- **Sistemas de infiltración (técnicas de control en origen)**

  Depósitos y estanques de infiltración

  Lechos, zanjas y pozos de infiltración

  Tuberías perforadas, cajas de drenaje

  Pavimentos porosos (Asfaltos y hormigones porosos,…)

Cubiertas verdes

- **Sistemas de filtración o depuración**

  Depósitos filtrantes

  Filtros de arena y/o turba

  Biofiltro y filtro verde

  Franja filtrante

  Dren francés

- **Sistemas de detención y/o retardo**

  Estanque seco de detención

  Estanque húmedo

  Humedales artificiales

  Tanques de tormenta

  Depósitos de aprovechamiento

  Cubiertas azules

3.2. FICHAS DESCRIPTIVAS

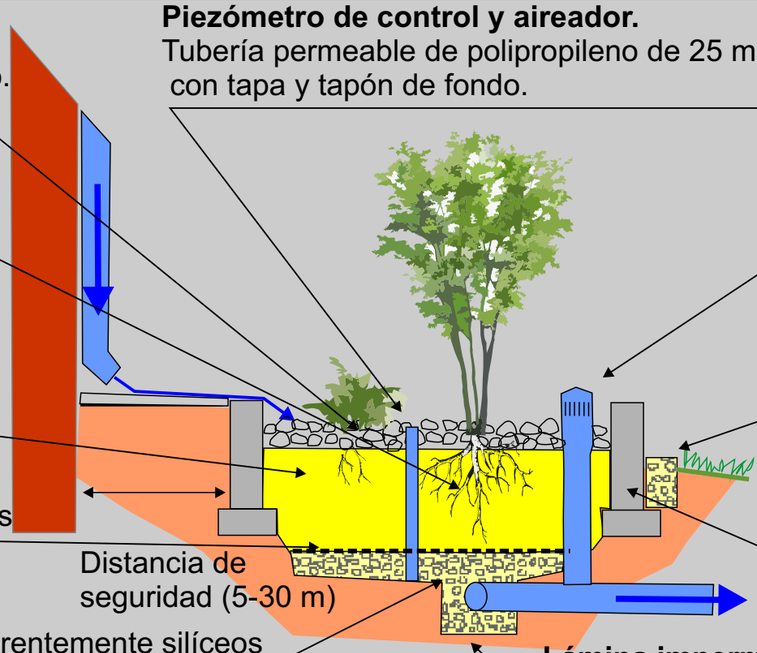
En este apartado se presentan las fichas de las técnicas de SUDs que pueden tener más interés para el municipio de Legazpi.

FICHA TÉCNICA

Jardines de agua, depósitos de retención, laminación y/o infiltración

Los jardines de agua son elementos del drenaje urbano que no captan agua , la reciben de cubiertas aceras y viales impermeables. Estos elementos tienen la función de retener, almacenar y/ o infiltrar las aguas de lluvia,(si el terreno tiene permeabilidad y cumplen todos los requisitos para no afectar a otras infraestructuras.

ESQUEMA DE DISEÑO



Mulch de piedra, filtro de 10 cm de arena-gravilla de sacrificio.
Arena gruesa silícea 2-4 mm sobre geotextil TS 30 150 g/m^2

Sustrato árbol permeable, Arena 0,2-2 mm + tierra vegetal
(Materia orgánica 2-4% y arcilla 2- 4%)

Suelo estructural permeable para cargas ligeras
80 % Cantos angulares de machacadora, silíceos 20-38 mm
20% Suelo franco (45 % arena, 40% limos, 15% arcilla
con 2-4 de humus o materia orgánica).

Geotextil TS 30 polyfelt o equivalente
Geotextil permeable de polipropileno de 150 g/m^2 para drenajes

Dren de fondo
100 % Cantos angulares de machacadora, preferentemente silíceos
20-100 mm

Piezómetro de control y aireador.
Tubería permeable de polipropileno de 25 mm de Ø
con tapa y tapón de fondo.

Aliviadero con rejilla
Conexión a red de pluviales

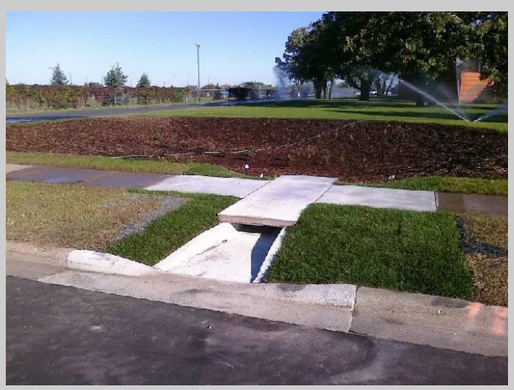
Dren francés
100 % Cantos angulares de machacadora,
preferentemente silíceos 20-38 mm
con tubería porosa

Muro de sostenimiento si hay elementos sensibles.
Si hay espacio la opción
más sostenible sería talud en tierras a 1H/1V

Distancia de
seguridad (5-30 m)

Lámina impermeable EPDM 120 o equivalente
Esta opción se debe aplicar cuando no se pude permitir la infiltración.

GALERÍA DE IMÁGENES



Imágenes de CiRIA C768 (2017) y C753 (2015)

FICHA TÉCNICA

Sistemas de biorretención

Los sistemas de biorretención son elementos del drenaje urbano que no captan agua, la reciben de cubiertas y se instalan a cota del terreno . Estos elementos tienen la función de retener, laminar y filtrar las aguas de lluvia. Estos son aplicables en zonas donde no se pueden instalar cubiertas verdes o donde se cuenta con espacio en aceras o espacios publico-privados. Pueden integrar pequeños jardines verticales o pequeños huertos urbanos. Estos elementos se pueden diseñar para almacenar agua, que mediante una llave de fondo (desagüe) puede servir para regar en periodos secos. Para este cometido la salida se instala más alta para poder tener capacidad de almacenamiento.

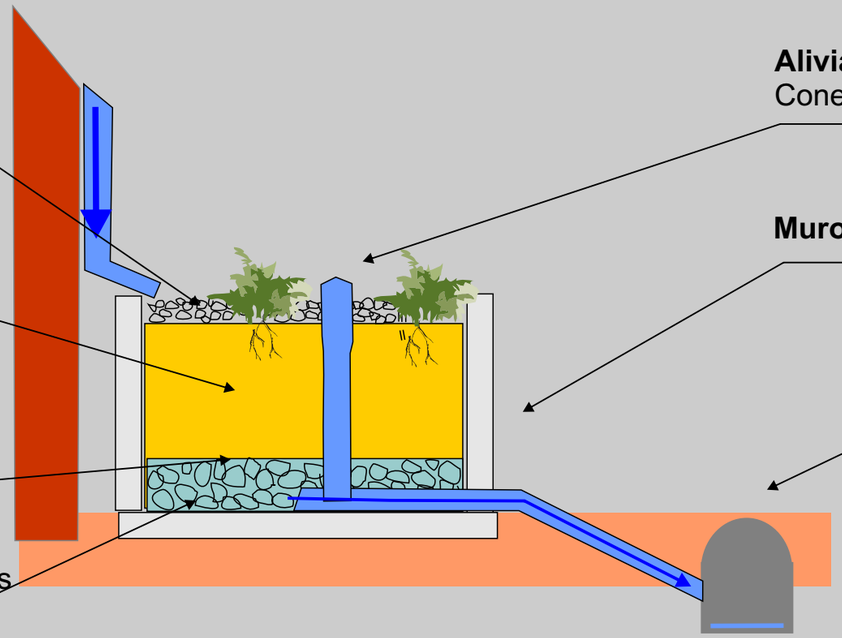
ESQUEMA DE DISEÑO

Mulch de piedra, filtro de 10 cm de arena-gravilla de sacrificio.
Arena gruesa silícea 2-4 mm sobre geotextil TS 30 150 g/m^2

Suelo estructural permeable
80 % Cantos angulares de machacadora, silíceos 20-38 mm
20% Suelo franco (45 % arena, 40% limos, 15% arcilla
con 2-4 de humus o materia orgánica).

Geotextil TS 30 polyfelt o equivalente
Geotextil permeable de polipropileno de 150 g/m^2 para drenajes

Dren de fondo
100 % Cantos angulares de machacadora, preferentemente silíceos
20-100 mm



Aliviadero con rejilla
Conexión a red de pluviales

Muro de sostenimiento impermeable

Aliviadero a red de saneamiento

GALERÍA DE IMÁGENES

Imágenes de CiRIA C768 (2017) y C753 (2015)

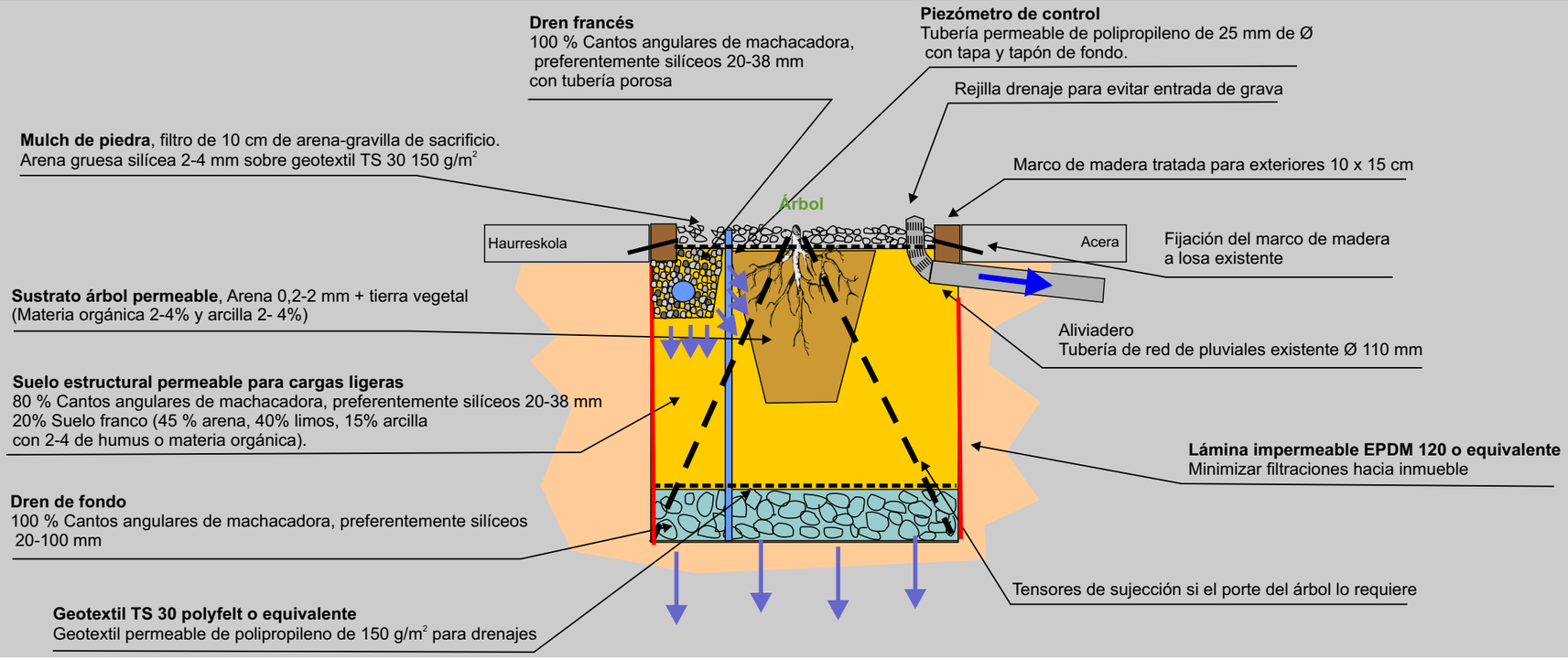
Estos sistemas pueden realizarse con GRGs forrados de madera, pudiendo customizarse para una adecuada integración que mejore zonas deterioradas estéticamente.
Los GRGs deben cortarse eliminando la parte superior. Si se requieren mayores superficies pueden enlazarse o comprar depósitos abiertos o emplear una lámina impermaeabilizante como EPDM en una estructura.

FICHA TÉCNICA

Sumideros en alcorques

Los sumideros en alcorques son elementos del drenaje urbano que no captan agua, la reciben de cubiertas y viales. Estos elementos tienen la función de retener, filtrar e infiltrar si las condiciones del terreno son las adecuadas. Estos sistemas tienen un importante componente depurativo de las aguas polucionadas por la contaminación producida en nuestras urbes.
A la filtración mecánica que ejercen los paquetes de gravas y arenas, debemos sumar el poder depurativo biológico de las microrrizas (simbiosis de hongos y raíces) .

ESQUEMA DE DISEÑO



GALERÍA DE IMÁGENES

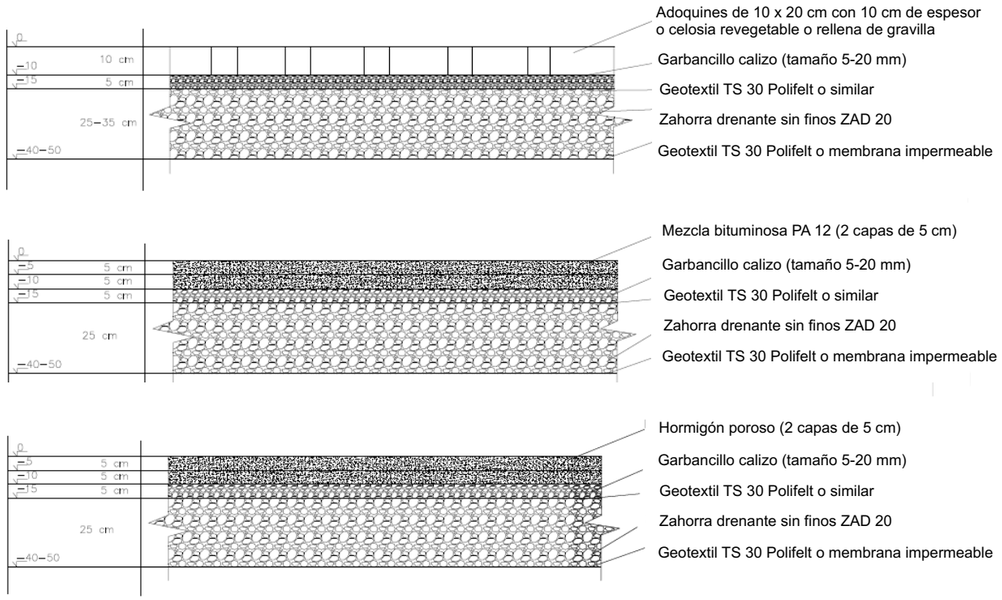
Imágenes de CiRIA C768 (2017) y C753 (2015)

FICHA TÉCNICA

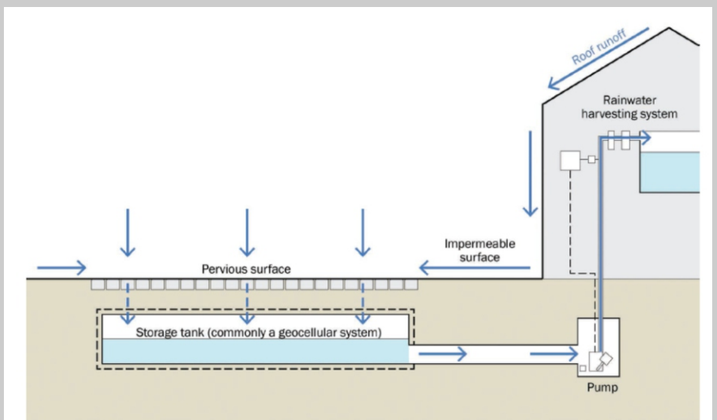
Pavimentos permeables

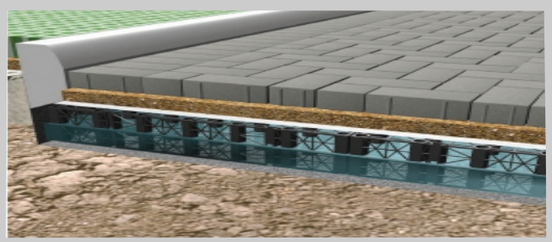
Los pavimentos permeables son elementos del drenaje urbano que captan agua. Estos elementos tienen la función de retener y filtrar e infiltrar si las condiciones del terreno son las adecuadas. Estos sistemas se pueden emplear en zonas peatonales, calzadas poco transitadas o zonas de estacionamiento.
Bajo estos pavimentos se pueden acoger grandes depósitos de almacenamiento de agua .

ESQUEMA DE DISEÑO



GALERÍA DE IMÁGENES





Imágenes de CiRIA C768 (2017) y C753 (2015)

4. DIAGNÓSTICO

En los siguientes apartados se describen los aspectos más relevantes para identificar las zonas donde se pueden proponer SUDs específicos en el municipio de Legazpi.

4.1. ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO

4.1.1. Marco geológico

La geología del municipio de Legazpi se detalla en la hoja 88-IV Beasain del Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000 editado por el E.V.E en 1992.

El municipio de Legazpi se sitúa dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en la parte meridional del dominio conocido como Arco Vasco, en el flanco común de dos importantes estructuras, una gran estructura Anticlinal Fallado de Zumarraga al Norte y el Sinclinal de Legazpi al Sur. Ambas estructuras mantienen la dirección NNW-SSE (directriz cantábrica). El Sinclinal corresponde a la prolongación más oriental del Sinclinorio Vizcaíno.

Las litologías que afloran en la zona están comprendidas entre el Albiense y el Cenomaniese (de edades entre el Cretácico Inferior y el Cretácico Superior), dentro del Complejo Supraurgoniano, correspondientes a la Formación Balmaseda.

Localmente sobre ellas se desarrollan materiales cuaternarios.

4.1.2. Litología

Los materiales más representados son limolitas micáceas, gris azuladas a negras, con intercalaciones de areniscas. Suelen presentar aspecto hojoso y pizarroso, con juntas de estratificación de separación centimétrica. En algunos tramos las limolitas adquieren un carácter margoso debido a la presencia de carbonato cálcico, adquiriendo tonalidades grisáceas, y presentando, frecuentemente, una típica disyunción en bolos concéntricos o en superficies concoides.

Las areniscas constituyen una litología constante en la serie, aunque su proporción es muy variable. Generalmente son de grano fino-medio, muy micáceas y con tonalidades pardo-amarillentas. Aparecen niveles o bancos alternantes cuya potencia más frecuente es de 10-30 cm. No obstante también pueden presentan mayor entidad y aparecen como areniscas silíceas

estratificadas, en paquetes de una cierta continuidad lateral, o bien, como alternancia de areniscas en bancos delgados y lutitas, en niveles poco potentes y discontinuos.

Sobre los materiales cretácicos se han desarrollado localmente materiales de edad cuaternaria, de diferentes características en función de su origen.

Los más importantes serían los suelos aluviales, asociados a depósitos de origen aluvial del río Urola y sus afluentes. Se trata de suelos arcillo-limosos, algo areniscosos, generalmente blandos a muy blandos. En la base suelen aparecer gravas y bolos poligénicos con tamaños variables de 2 a 90 cm, de hasta 2,00 m de espesor. En total pueden superar los 5 m de espesor y suelen tener asociados aguas subsuperficiales.

Los suelos coluviales también están representados en la zona de estudio. Este tipo de suelos se desarrollan como consecuencia de la acumulación de materiales provenientes de la meteorización del macizo rocoso y transportados por gravedad. Están constituidos por materiales arcillosos de consistencia blanda en los que se engloban bolos angulosos, y gravas heterométricas.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta la existencia de rellenos, de características diferentes en función de su origen. En general su naturaleza es heterogénea y está relacionada con urbanización y construcción de infraestructuras y edificaciones. Pero también algunos rellenos están relacionados con el depósito de residuos asociados a actividades industriales.

4.1.3. Tectónica

El carácter tectónico predominante lo constituye la estratificación. Presenta una dirección ENE-WSW con buzamientos variables (entre 20 y 45 grados) tanto al Norte como al Sur.

Existen algunas fallas de dirección subparalela a la estratificación.

4.1.4. Geomorfología

La zona de estudio se sitúa principalmente sobre dos áreas diferenciadas. La zona occidental está caracterizada por tratarse de una ladera con pendientes medias altas jalonada de diversas vaguadas, en general destinada a explotación forestal y agrícola. En la zona oriental, de inferior

cota, la topografía es subhorizontal, en una zona de ambiente de llanura aluvial, destinada principalmente a pequeñas huertas.

Existen diversas inestabilidades por lo que constituye una zona de Riesgo Geológico. Las inestabilidades son de varios tipos:

- En la zona superior de ladera (NW) se producen deslizamientos de bloques y materiales rocosos.
- En la zona de pie de talud-zona subhorizontal, acumulaciones de suelos en forma de coluvial.
- En diversas zonas también se dan fenómenos menores de tipo repliegues, pequeñascicatrices o pequeños deslizamientos.

4.1.5. Hidrogeología

El sustrato rocoso presenta en su conjunto una permeabilidad baja a muy baja, dado el claro predominio de los niveles lutíticos frente a los areniscosos. Puntualmente la permeabilidad puede ser mayor en tramos muy fracturados (permeabilidad por fisuración) y dar lugar a pequeños acuíferos aislados.

El agua de lluvia tiende a circular a modo de escorrentía superficial, infiltrándose una parte en las capas superiores de suelo y/o roca muy alterada, circulando posteriormente como láminas de agua en el contacto entre el suelo y el sustrato rocoso relativamente sano. Cuando alcanzan una zona fracturada se originan pequeños acuíferos que dan lugar a surgencias de forma de manantiales o surgencias difusas, aunque con escaso caudal (caudal inferior a 1 l/sg) no llegan a agotarse.

Asimismo existirá un nivel freático asociado a los materiales granulares de los depósitos aluviales alimentado o en conexión directa con las aguas del río Urola. Por lo tanto este nivel será variable en cota relacionado con la pluviometría.

4.2. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA.

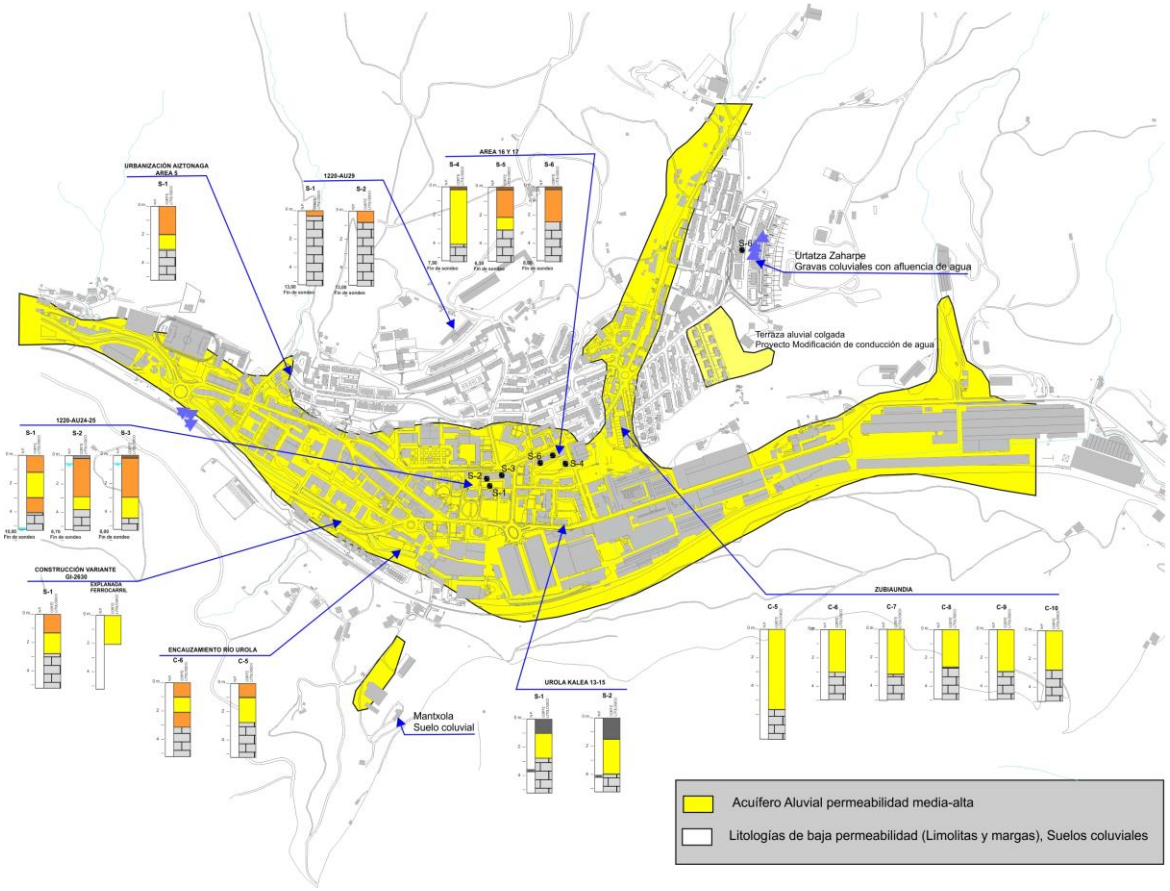
Se ha considerado importante validar la información bibliográfica mediante la revisión de estudios del medio físico vinculados a estudios geotécnicos relacionados con obras civiles desarrolladas históricamente en el municipio de Legazpi.

En la tabla siguiente se presentan los documentos que han servido para recopilar la información geológica. Esta información ha sido facilitada por los servicios técnicos del Ayuntamiento de Legazpi, consultando la documentación existente en el archivo municipal.

Proyecto	Promotor	Consultoria	Fecha
Informe geotécnico: Cimentación y movimiento de tierras de un aparcamiento subterráneo en Egizabal, Legazpia	Ayuntamiento de Legazpia	Ikerlur Geología y Geotecnia, S.L.	Junio 1989
Informe geológico-geotécnico. Proyecto de modificación de la conducción de Barrendiola. Tramo Legazpia.	Ingenieros Sestra, S.A.L.	Ikerlur Geología y Geotecnia, S.L.	Diciembre 1989
Proyecto Encauzamiento del Río Urola. Legazpia	Herrigintza, S.A.	Ikerlur Geología y Geotecnia, S.L.	Junio – 1991
Proyecto de construcción de la Variante de Legazpi de la carretera GI-2630	Diputación Foral de Gipuzkoa. Dirección General de Carreteras	Ikerlur Geología y Geotecnia, S.L.	Sept - 1997
Proyecto de Urbanización del A.O.U.9 Juanastegi (N.N.S.S. Legazpi)	Guralde, S.L.	Urkai Ingenieros, S.L.	Abril 2000
Estudio Geotécnico: Proyecto de ejecución para la construcción de 10 viviendas adosadas en la U.E.U. 20.2 de Legazpi	Construcciones Elorga, S.L.	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Marzo 2001
Estudio geotécnico: Areas 16 y 17 “Santikutz y Etxealai” - Legazpia	Elortxo , S.A.	Geiker, Estudios geotécnicos	Mayo 2001
Estudio Geológico Geotécncico para el Proyecto de Urbanización Area-5 Aiztonaga en Legazpi	Promotora Latxartegui, S.A.	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Diciembre 2001
Proyecto de urbanización del Area 5 - Aiztonaga	Latxartegui, S.A.	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Enero 2002
Informe geotécnico: Movimiento de tierras y cimentación de 6 viviendas unifamiliares adosadas en el Sector U.E.U.-8. Legazpia	Construcciones Mendiola	Ikerlur Geología y Geotecnia, S.L.	Septiembre 2006
Estudio geotécnico: Urola kalea 13, 15 Area “Etxe Alai”. Legazpi	Promociones Elortxo, S.A.	Geiker, Estudios geotécnicos	Abril 2008
Construcción de viviendas en A.U.40 “Urtatza-Zaharpe” en Legazpi (Gipuzkoa)	Promociones Elortxo, S.A.	Geiker, Estudios geotécnicos	Abril 2008
Polígonos Elbarrena y Lekuona-Azkuenea de Legazpi	Urola Garaiko Industrialdea	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Julio – 2008
Solución geotécnica para la estabilización provisional de un talud y apoyo para el mecanismo articulado de una pasarela en la construcción de un ascensor en Legazpia	Otegi Gaztañaga, S.L.	Payer Ingeniería, S.L.	Agosto 2010
Urbanización y Construcción de Viviendas en el A.U.24-25 del T.M. de	Legazpiberri, S.L.	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Abril-2012

Legazpi			
Urbanización y Construcción de Viviendas en el A.U.29 del T.M. de Legazpi	Legazpiberri, S.L.	Geología y Geotecnia Larrea, S.L.	Abril-2012
Deslizamientos junto a edificio bifamiliar bioclimático en el barrio de Mantxola. Legazpia - Gipuzkoa	Legazpiko Udala	Aymat Geotecnia / Estudios Geotécnicos Aymat, S.L.U.	Abril 2013

Tras analizar la información de los estudios comentados se ha procedido a representar las columnas de sondeos y observaciones de interés que pueden ayudar a entender mejor el funcionamiento hidrogeológico, hidráulico y caracterización del medio.

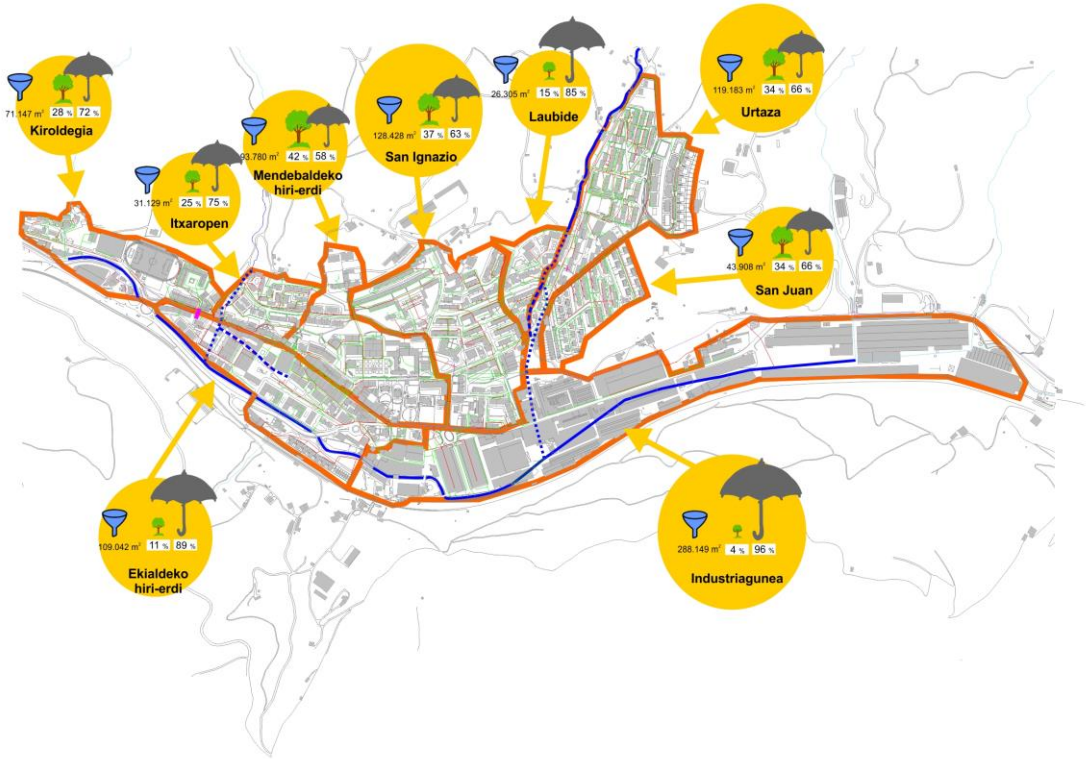


4.3. ZONAS IMPERMEABILIZADAS DEL CASCO URBANO.

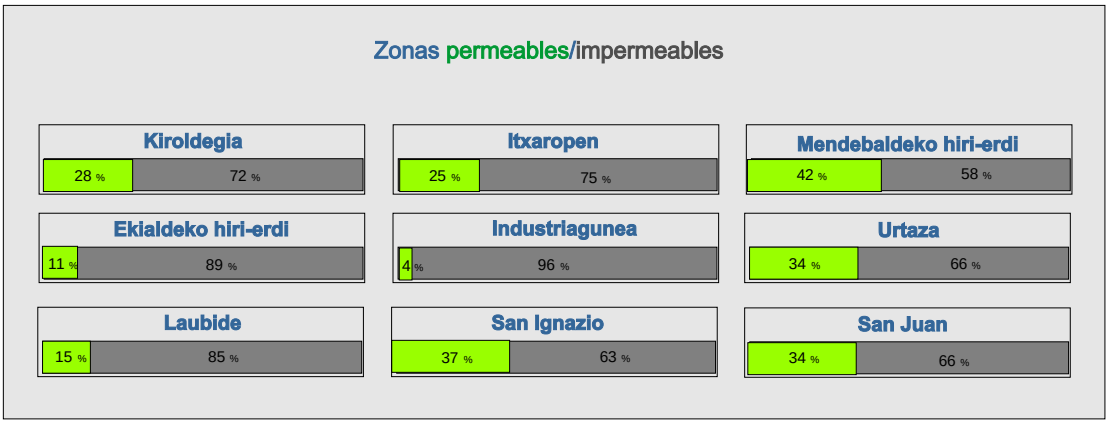
Se ha realizado una aproximación de las zonas impermeables y zonas verdes o permeables de las diferentes áreas funcionales del casco urbano de Legazpi.

Para realizar el cálculo de las zonas impermeabilizadas se ha empleado la imagen ortofoto del canal 3 o falso color del año 2017, donde se muestran los rayos infrarrojos reflejados, correspondientes con las superficies con cobertura vegetal

En la siguiente cartografía se presentan los datos obtenidos para cada zona del casco urbano marcando el límite de cada zona. Esta demarcación se ha realizado en base a la red de saneamiento por lo que no siempre coincide con los límites de los barrios.



En la siguiente gráfica se presenta la relación existente entre zonas permeables y zonas impermeables.



De la planimetría realizada se obtienen las siguientes superficies en m^2 para cada área funcional del municipio.

Zona	Superficie total (m^2)	Superficie no impermeable (m^2)	Superficie impermeable (m^2)
Kiroldegia	71.147	19.914	51.233
Ekialdeko hiri erdi	109.042	11.849	97.193
Itxaropen	31.129	7.798	23.331
Mendebaldeko hiri erdi	93.780	39.257	54.523
San Ignazio	128.428	47.423	81.005
San Juan	43.908	15.133	28.775
Urtatza	119.183	41.300	77.882
Laubide	26.305	3.985	22.320
Industrialdea	288.149	11.126	277.023

De estos datos se observan las diferencias entre barrios más residenciales y zonas de viviendas más colectivas de desarrollo vertical, así como la escasa superficie permeable que muestra la zona industrial.

Hay un parámetro de superficie de sombreamiento óptimo para minimizar el impacto del Efecto Isla de Calor en entornos urbanizados, que se sitúa en un 50%.(Guía para el desarrollo sostenible

de los proyectos de urbanización, Gobierno Vasco, 2015) Si bien ninguna zona llega a este umbral, los barrios más perimetrales tienen índices adecuados, no así la zona centro y el área industrial.

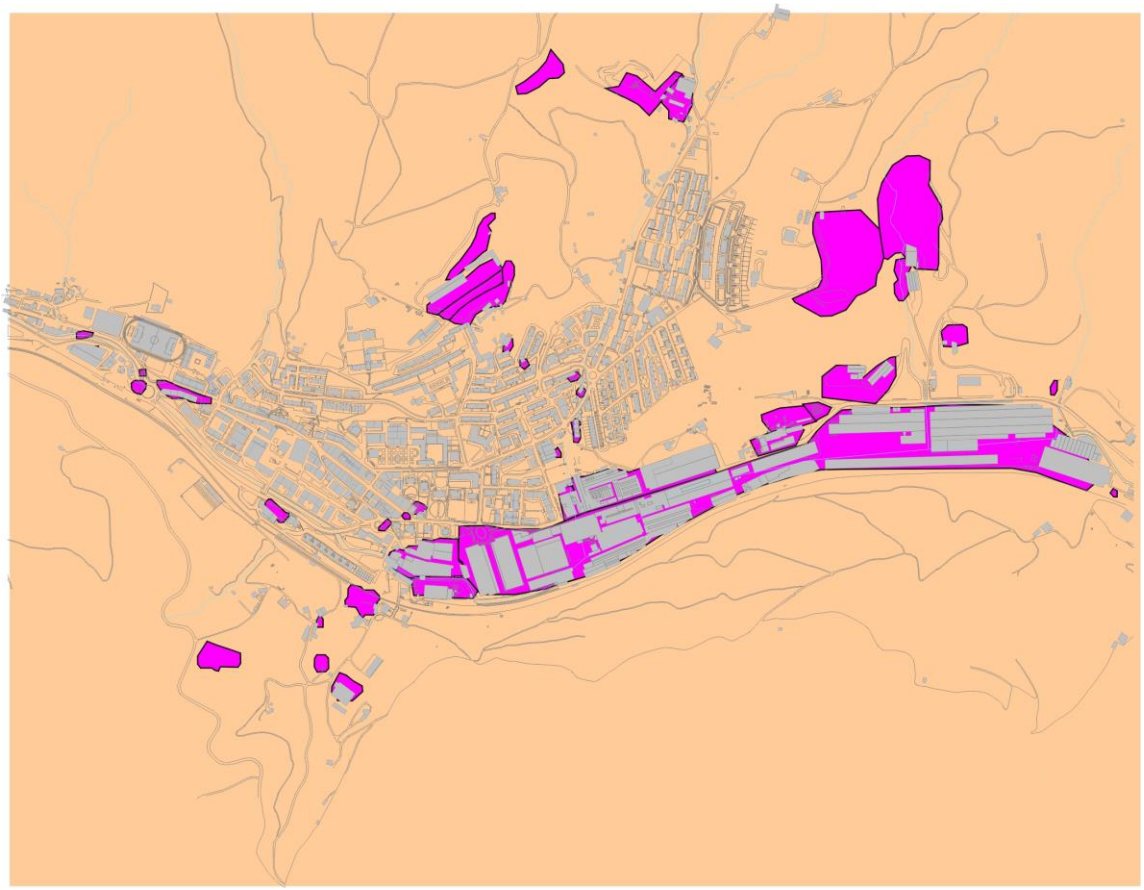
4.4. ASPECTOS LIMITANTES PARA LA APLICACICIÓN DE SUDS

En este apartado se identifican los aspectos que pueden limitar la implantación de los diferentes tipos de SUDs

4.4.1. Zonas potencialmente contaminadas.

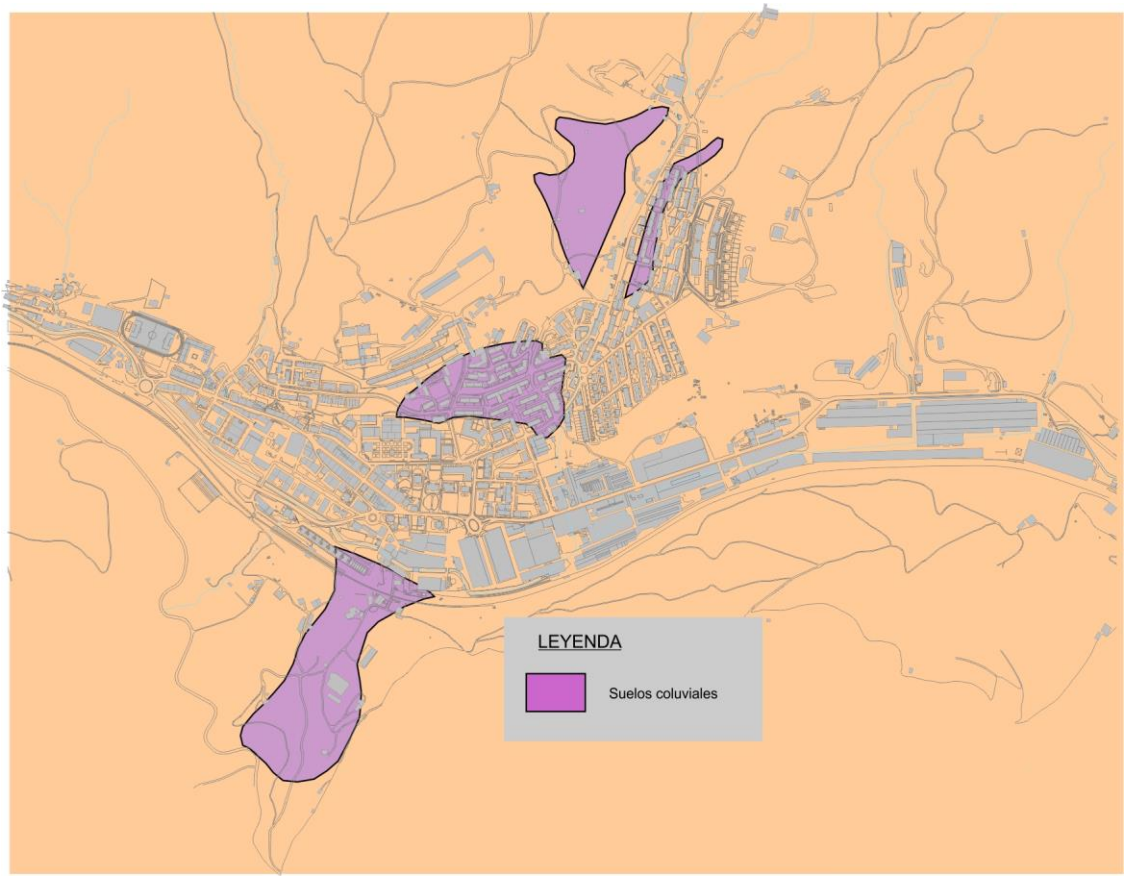
En el siguiente plano se presentan las envolventes de suelos potencialmente contaminantes definidas por el Dpto. de Medio Ambiente de Gobierno Vasco.

En principio y a falta de estudios que desclasifiquen algún suelo inventariado, se desaconseja o por lo menos debe tenerse en cuenta para implantar SUDs específicos, como pueden ser los sistemas de infiltración que puede generar la movilización de contaminantes.



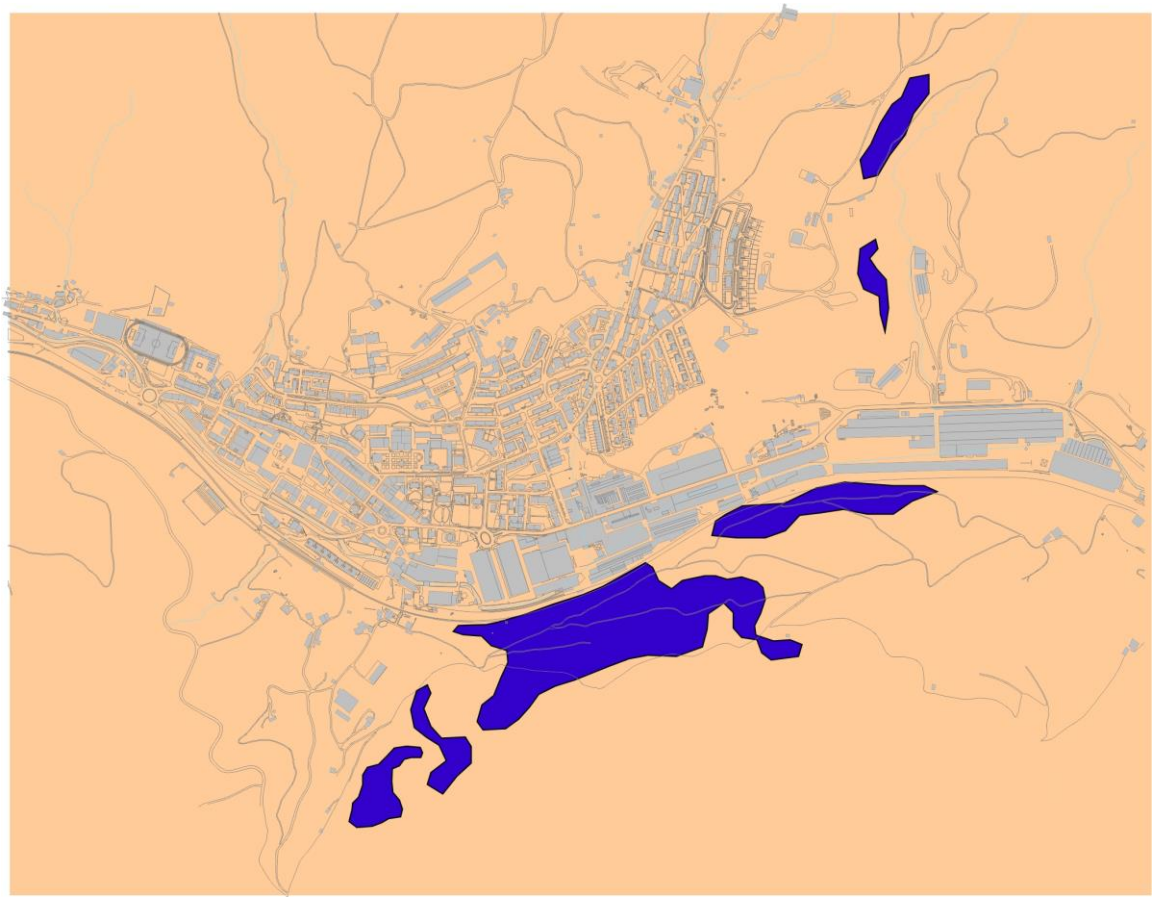
4.4.2. Formaciones geológicas no adecuadas.

Dentro de las litologías no adecuadas en Legazpi encontramos los suelos coluviales. Estos suelos tienen gran facilidad para movilizarse dado que no tienen estructura interna ya que se han formado por materiales deslizados. Cualquier sistema que pueda provocar la entrada de aguas en estos suelos podría desencadenar inestabilidades como puedan ser deslizamientos, colapsos o reptaciones.



4.4.3. Pendientes.

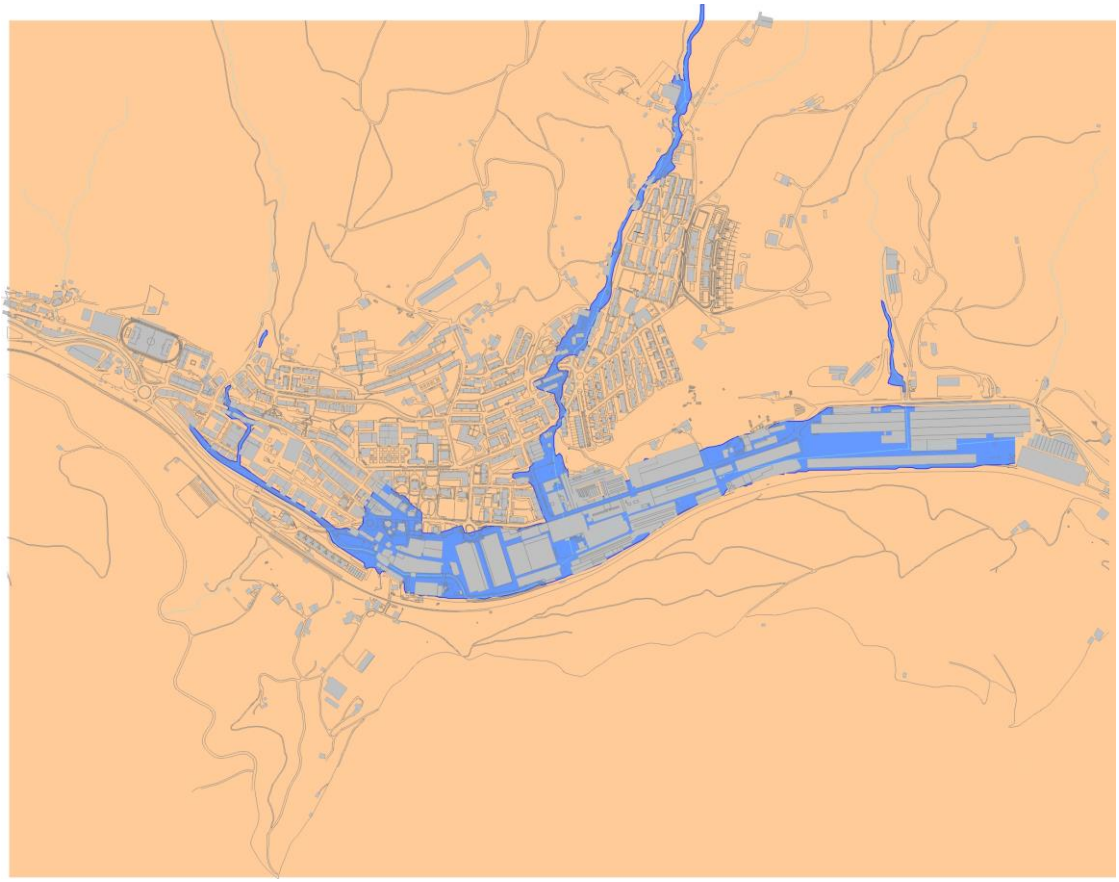
Las fuertes pendientes no son adecuadas para la infiltración de aguas ya que aumenta el poder erosivo de estas aguas. Así mismo la dificultad constructiva hace que estas zonas estén ocupadas exclusivamente por vegetación. Las pendientes que se indican a continuación son pendientes fuertes (>45º). Se indican estas pendientes fuertes porque llevan asociadas patologías.



4.4.4. Zonas inundables para T 500 años.

Se han empleado los límites de inundación para tiempos de retorno de 500 años publicados la Agencia Vasca del Agua, URA, Gobierno Vasco.

Se incluye esta envolvente como limitante para la aplicación de SUDs de infiltración ya que los acuíferos aluviales van asociados a la red de drenaje superficial por lo que si se produce un ascenso extraordinario de la lámina de agua de un curso fluvial puede implicar el ascenso del nivel piezométrico o freático del acuífero aluvial. Este hecho provocaría la entrada en carga del propio SUD, siendo totalmente ineficaz para lo que fue diseñado.



4.5. ZONAS A REFORMAR

Actualmente Legazpi no cuenta con un plan marco que señale directrices para la reforma de áreas urbanas, motivo por el cual no se presenta detalle de zonas a modificar.

No obstante, la antiguedad de algunas de las urbanizaciones de Legazpi puede indicar necesidades de remodelación a medio plazo como pueda ser el barrio de San Inazio.

De todas formas se considera necesario no perder de vista el enfoque de sostenibilidad para abordar cualquier trabajo de remodelación y de inclusión de SUDs en el entorno urbano. Es decir, cuando se tenga la necesidad de remodelar áreas, sería el momento para implementar SUDs.

4.6. RED DE SANEAMIENTO

Una parte fundamental en esta fase es el estudio del sistema actual de evacuación de aguas fecales y pluviales por lo que han mantenido reuniones con conocedores de las infraestructuras para la transferencia de información y del propio conocimiento del municipio.

El conocimiento del sistema de evacuación actual resulta vital por varios motivos:

- Estas instalaciones convencionales se emplean como aliviaderos de los SUDs para episodios de lluvias extraordinarias y excedentes.
- Conocer los tramos unitarios donde aguas limpias se contaminan con aguas negras y grises de las redes de fecales, es una necesidad para planificar y priorizar las nuevas actuaciones de implementación de redes separativas.

Para elaborar este apartado se han mantenido reuniones con los servicios técnicos del Ayuntamiento de Legazpi y con técnicos del Consorcio de Aguas de Gipuzkoa, también indicar que se han realizado visitas de campo para situar las observaciones aportadas.

4.6.1. Fecales

Descripción general

El interceptor nace en la ETAP de Barrendiola y conduce las aguas residuales hasta la EDAR de Zumarraga.

La conducción tiene dos bombeos. El primero se ubica a la altura de Bikuña Jauregia, y salva la regata Aiztonaga. El segundo se encuentra a la altura de Lanaren Hiriddea, salvando la regata

Urtatza. El primer bombeo tiene un aliviadero y el segundo un tanque de tormentas, para retener y verter al río el caudal cuando las bombas están al límite de su capacidad. Ninguno de los dos ha vertido al río en los últimos años.

Los técnicos del consorcio desconocen la existencia de tanques de tormentas en desuso. Los que haya, son de propiedad privada.

Diagnóstico

Los aportes de pluviales más significativos vienen de Bikuña, San Inazio y Laubide.

En Brinkola: se ha localizado una arqueta que aporta un caudal limpio importante al interceptor.

En Urtatza: hay una arqueta de fecales, situada entre los bloques 60 y 61, que recoge mucha agua de lluvia. Parece que una parte importante del aporte provenga de las cubiertas.

En Itxaropen: bajo el instituto, hay un aporte considerable de pluviales a la red de fecales.

Brinkola y diseminado: como es habitual en zonas rurales, el saneamiento se depura individualmente en fosas sépticas.

Según datos de un estudio realizado por el consorcio de aguas, Legazpi incorpora menos cantidad de aguas pluviales al saneamiento que sus vecinas Urretxu o Zumarraga.

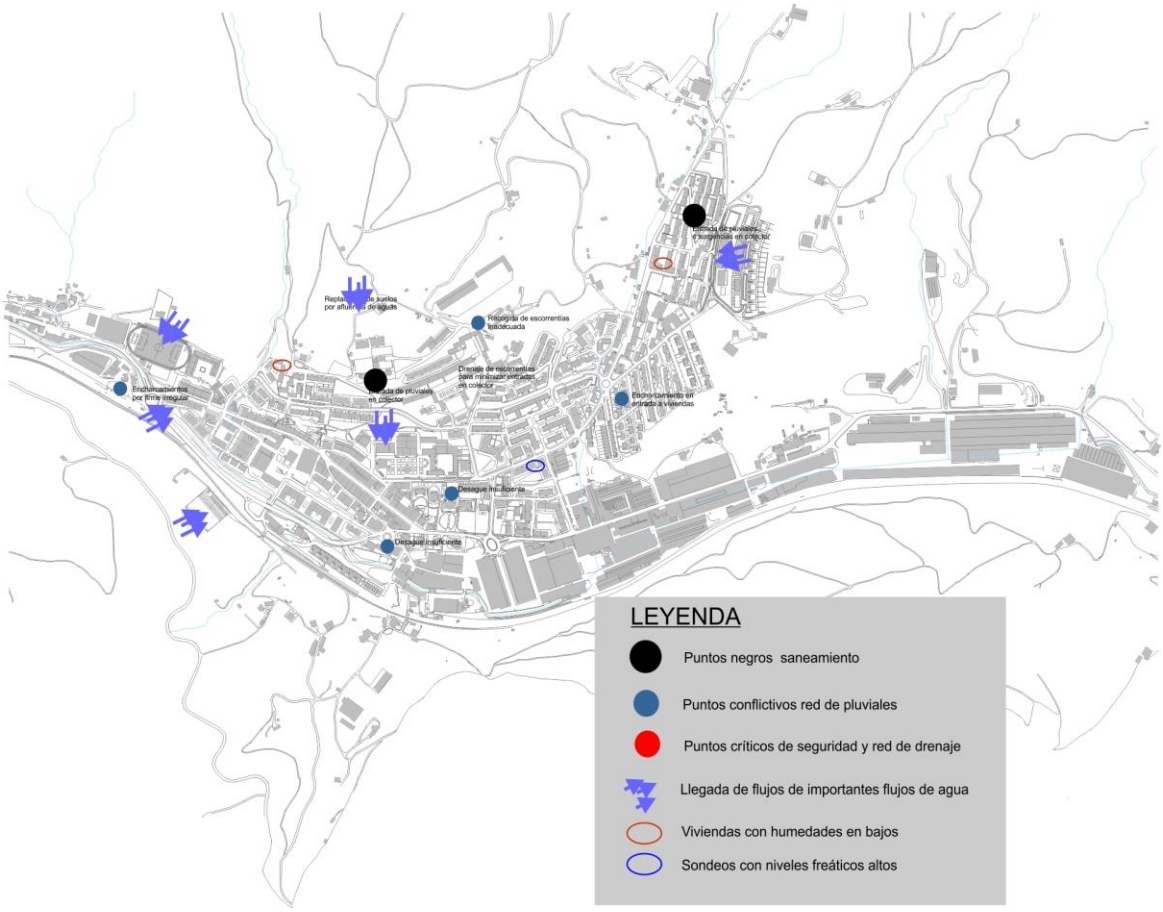
4.6.2. Pluviales

Estas son las principales incidencias relacionadas con la precipitación de lluvia:

- Al campo de fútbol baja mucha escorrentía del monte.
- Latxartegi (zona haurreskola): baja mucha agua del monte.
- Aparcamiento junto a la rotonda polideportivo: drenaje deficiente. El firme es irregular, y suelen formarse charcos.
- Cementerio: baja mucha agua del monte.
- Barrio Itxaropen, zona regata Aiztonaga. Humedades en edificios.
- En los terrenos situados junto a Goenaga Baserria (pasado el instituto), se han detectado unos corrimientos del terreno, provocados por la presencia de agua.

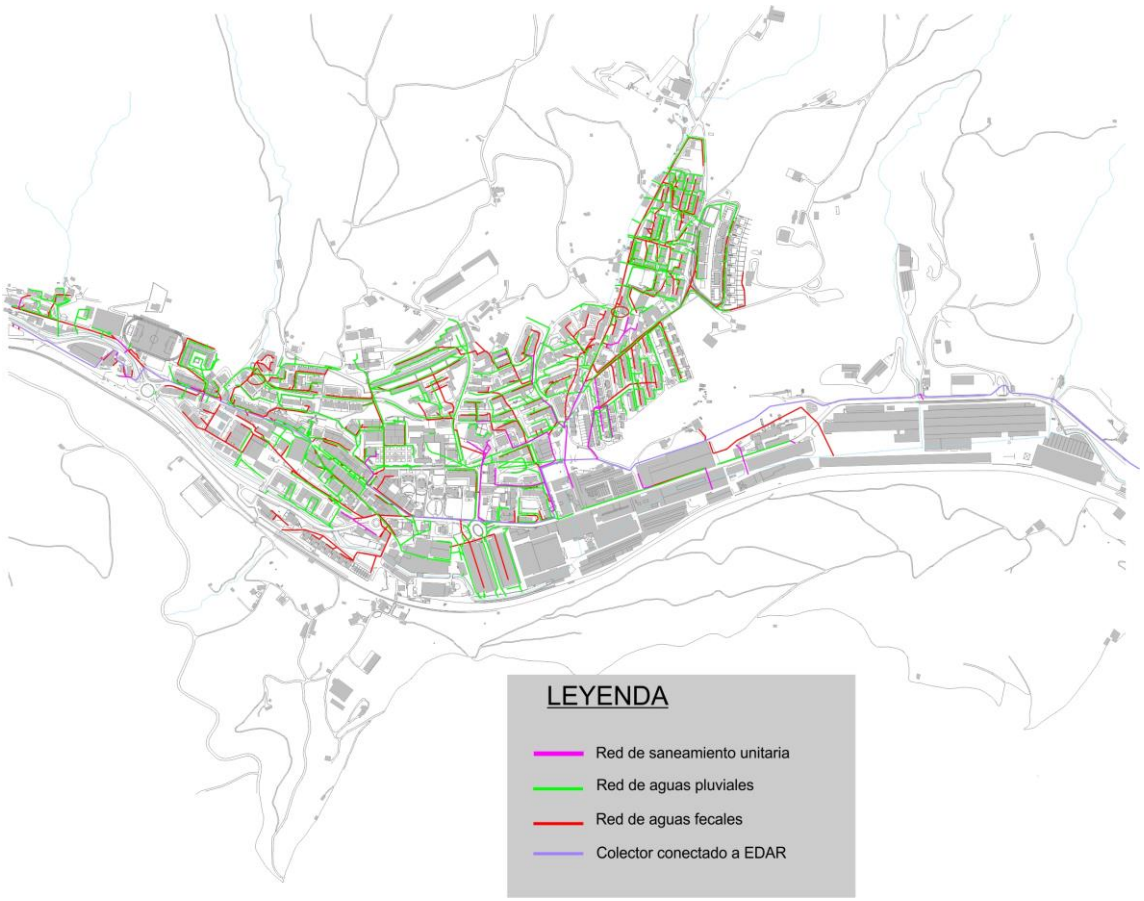
- La entrada a la Musika Eskola (antigua) junto a la rotonda de Saturnino Telleria, se encuentra en un punto bajo. La rejilla no desagua en caso de precipitaciones intensas.
- En el barrio San Martin, detrás del pasadizo, el agua que baja del monte no está bien recogida.
- Polígono industrial (nuevo): ha habido episodios en los que los colectores no han sido capaces de desaguar el agua de lluvia. Tras su limpieza, no se ha vuelto a repetir el problema.
- En los bajos de varios edificios de los barrios Urtatza, San Inazio, San Martín, San José y Arantzazu, aparecen humedades.
- San Juan: urbanización de bloques entre nº30 y 40: hay varios portales están a una cota más baja que la calle. Cuando llueve se encharca.
- En Elbarrena Auzoa, se producen acumulaciones los días de fuertes lluvias. En la chicane de la GI-2630, a la altura de Fundiciones JB, también se forma un charco.
- Musika Eskola: se producen encharcamientos, debido a la deficiencia de la red de drenaje. El punto crítico está junto a la caseta situada en la parte alta de la parcela (linda con Santikutz kalea). La impermeabilización del pavimento en torno a la caseta, no permite que se filtren las aguas que vierte la cubierta y la red de drenaje existente es insuficiente.

En el siguiente plano se identifican las observaciones mencionadas anteriormente.



A pesar de los continuos esfuerzos por implementar líneas separativas y evitar la llegada de aguas unitarias al colector conectado a la EDAR todavía quedan un número significativo de estas. Se ha puesto especial énfasis en evitar la contaminación de aguas limpias pluviales al unirlas a la red de fecales ya que por una parte se incumple el CTE 2006 y por otra, contaminar aguas para tener que depurarlas en la EDAR.

En el siguiente plano se indican exclusivamente las redes de saneamiento para observar la existencia de redes unitarias. Resaltar que el plano en algunas zonas no describe correctamente la distribución de redes, ya que no está actualizado.



4.7. PUNTOS NEGROS DE SEGURIDAD RELACIONADOS CON DRENAJES

La verificación de la existencia de puntos negros de seguridad en viales del municipio se ha realizado en dos fases:

- Visitas de campo al municipio y visita virtual desde Google Street de los caminos del municipio.
- Consultas a la policía municipal, al foro de participación ciudadana y a los servicios técnicos municipales.

Tras las inspecciones y consultas no se han localizado emplazamientos que pudieran requerir una intervención prioritaria. Se ha realizado esta búsqueda ya que las cajas de drenaje usadas en los SUDs se emplean habitualmente para cubrir la cavidad de la cuneta, restaurando la rasante a cota de calzada y permitiendo una adecuada circulación y limpieza del drenaje.

5. PRIORIZACIÓN

Con los datos obtenidos en la primera fase de Diagnóstico se ha realizado una zonificación y una primera valoración priorizada de las zonas del municipio susceptibles de mejora mediante la implantación de procesos de laminación y depuración.

En esta fase se ha realizado un esfuerzo en recibir aportaciones de la ciudadanía de Legazpi mediante las reuniones en el foro de participación ciudadana, foro que cuenta con una dilatada andadura en este municipio de Legazpi.

Los proyectos que tienen un carácter dinámico necesitan de listas preliminares para poder avanzar y acercarse a las necesidades y oportunidades que se producen en un ayuntamiento. La siguiente tabla muestra el primer borrador de propuestas para implantar SUDs en Legazpi.

Proyecto	Descripción	Elemento SUD que potencia				
		Filtración Depuración	Laminación Retardo	Infiltración Recarga	Retención Revalorización	Transporte Estabilización
Parking San Ignazio	Se ubica en una zona potencial de remodelación urbana. Pavimento permeable depurativo.	■	■			
Parking Laubide Zona huertas y zona deteriorada frente a supermercado junto al arroyo	Son dos zonas de parking sin pavimentar donde las lixiviaciones llegan al arroyo Urtaza. Pavimento permeable depurativo.	■	■	■		
Parking zona industrial	Parking descubierto y parking bajo cubierta Los potenciales lixiviados alcanzarían el río Urola en pocos metros. Arqueta de filtración.	■	■	■		
Parking Bikuña Kalea	Los potenciales lixiviados alcanzarían el río Urola en pocos metros. Pavimento permeable depurativo.	■	■	■		
Parking estación tren	Los potenciales lixiviados alcanzarían el río Urola en pocos metros. Arqueta de filtración.	■	■	■		
Cubierta verde en Aurreskola de Laubide	Potencial remodelación por presencia goteras. Zona de gran impacto visual y de alto valor para sensibilización.	■	■			
Cubierta verde en nueva cubierta de protección área de juegos infantiles en Laubide	Remodelación para implementar cubierta protectora. Zona de alto valor para sensibilización.	■	■			
Drenaje en refugio de montaña de Lakiola	Implementación de dren de infiltración en campa. Zona de alto valor para sensibilización.			■		■
Sumideros en nuevos alcorques en zonas de alta impermeabilización y baja densidad de zona verde	Implementación de pozos drenantes de infiltración en calles urbanizadas con alta superficie impermeabilizada y baja densidad de zonas de sombreo arbóreo.	■	■	■		
Adaptación de nuevo jardín vertical para realizar funciones de pozo de infiltración en Lantxartegi kalea	Implementación de pozo de infiltración en nuevo proyecto de jardín vertical.	■	■	■		
Depósito de retención en piscina del polideportivo	Implementación de depósito de acumulación de aguas tratadas y usadas como elemento reductor del volumen de la piscina actual. Valorización de aguas para riego de campo de futbol y barredoras.		■		■	
Desvío de escorrentías en el instituto Olazabal	Reducción de paguas pluviales en red de saneamiento unitaria. Implementación de elementos de laminación en bajantes. Zona de alto valor para sensibilización.		■			■
Punto de entrada de pluviales a red unitario en barrio Urtaza	Instalación de elementos para evitar la llegada de aguas pluviales de cubiertas a la red unitaria.		■	■		■
Punto de entrada de pluviales a red unitario en barrio Brinkola	Instalación de elementos para evitar la llegada de escorrentías de cubiertas a la red unitaria.			■		■
Tanques de tormenta en zona industrial	Estudio de situación de tanques de tormenta en zona industrial. Estudio de sinergias.		■		■	
Puntos negros en red de pluviales	Pendiente de identificar.					
Puntos negros en seguridad de cunetas con riesgo de caída	Pendiente de identificar.					
Implementación de sistemas de depuración en núcleos rurales desconectados de la red de saneamiento	Pendiente de identificar.	■				

Tras un periodo de reflexión y consulta se ha obtenido una primera lista de propuestas que tienen un valor para el municipio y pueden cubrir las necesidades más prioritarias:

- **Parking: San Ignazio/ San Martin y Laubide/Goierri**. Se considera recomendable depurar las aguas pluviales con hidrocarburos que recogen estos parking con el fin de minimizar la llagada de contaminantes al río Urola

- **Aparcamientos en hilera**. De igual manera y dada la alta concentración de coches en las calles se necesita plantear actuaciones enfocadas a la reducción de contaminantes en las aguas superficiales.

- **Cubierta verde en haurreskola Laubide/Arantzazu**. Se considera interesante estudiar la viabilidad de implantar un SUD de laminación y filtración, como es una cubierta verde. En este lugar se dan cita la altísima visibilidad de dicha cubierta y la importancia de sensibilizar a todos los grupos poblacionales dando un valor añadido el poder educativo de la actuación en la educación de los niños.

- **Drenaje campa refugio Lakiola**. El emplazamiento seleccionado tiene un valor muy apreciado por los vecinos de Legazpi y se considera que podría tener una importante connotación de sensibilización y de difusión de los SUDs.

- **Sumideros en nuevos alcorques en zonas de alta impermeabilización y baja densidad de zona verde**. Como ya se ha comentado anteriormente, son varias las zonas que presentan grandes áreas impermeabilizadas, motivo que sumado a la escasez de espacio dan importancia a esta técnica para laminar las precipitaciones.

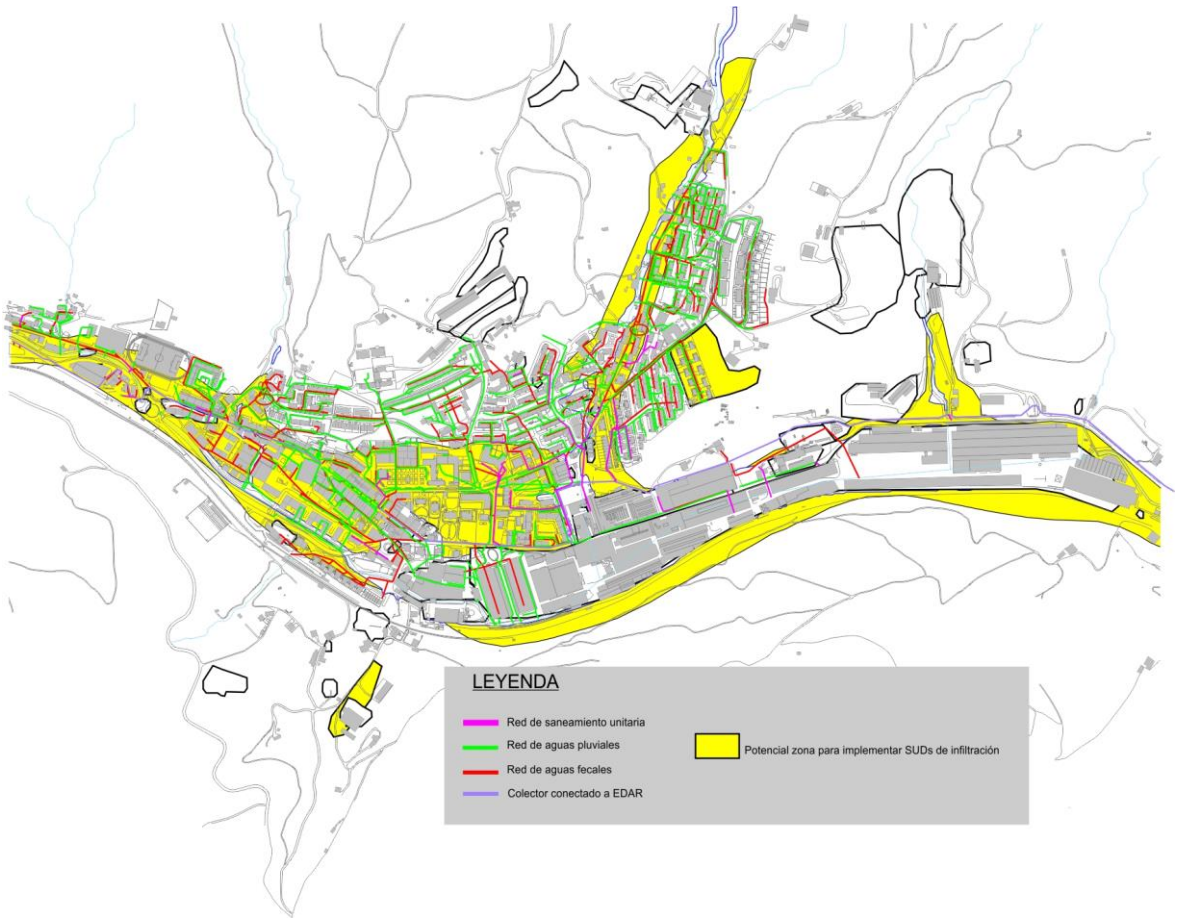
- **Puntos negros en red de pluviales**. Como se ha indicado se considera prioritario no contaminar aguas pluviales en las redes unitarias. Por este motivo, resulta necesario discernir el origen de aportes de pluviales en estas líneas realizando una separación hacia jardines de agua en áreas de infiltración.

- **Implementación de sistemas de depuración en núcleos rurales desconectados de la red de saneamiento**. En este sentido la zona rural de Legazpi, si bien, no tiene problemas de impermeabilización, sí se ha evidenciado la inexistencia de sistemas depurativos, por este hecho se considera importante potenciar la implementación de SUDs de filtración.

- **Campañas de sensibilización**. Finalmente se considera necesario reforzar e incrementar los esfuerzos en divulgar la problemática asociada con el ciclo del agua en la zona urbana con el fin de educarnos en una actitud proactiva para minimizar potenciales impactos generados por el cambio climático.

5.1. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR INFILTRACIÓN

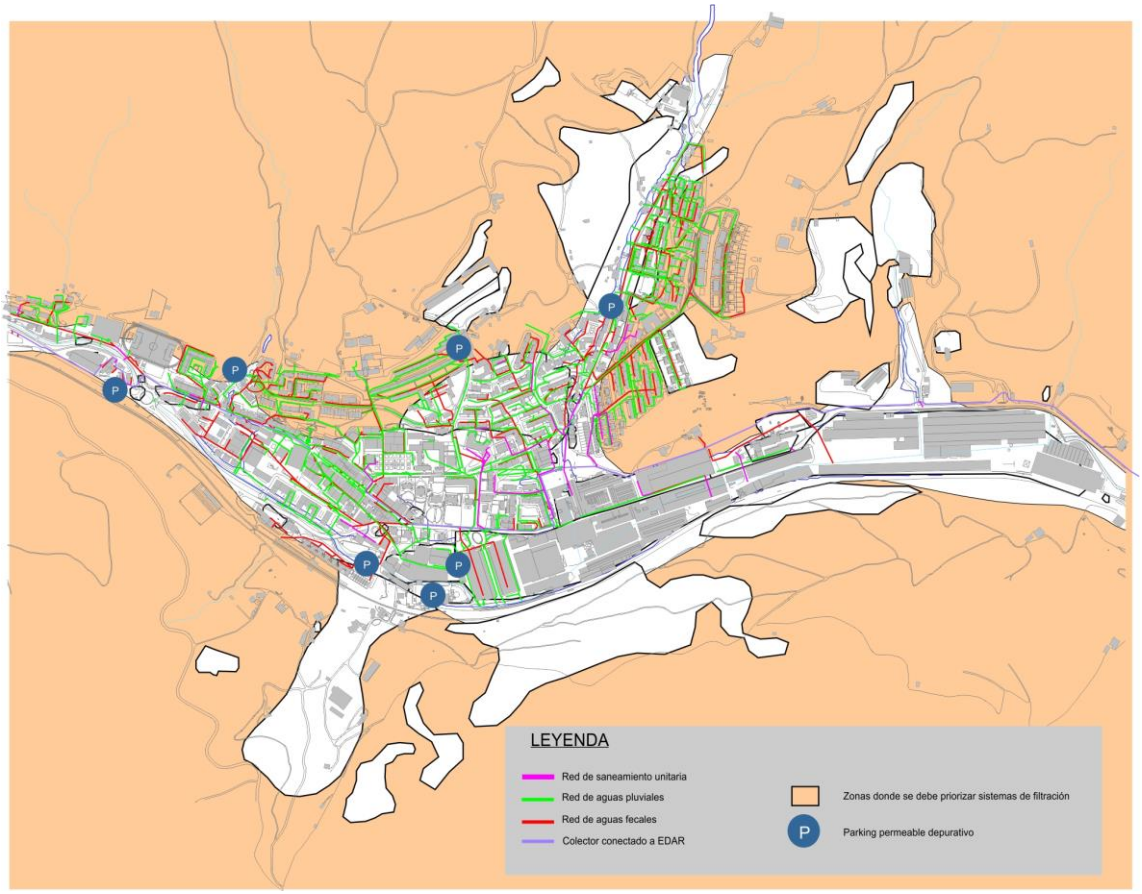
Teniendo en cuenta la presencia de una importante llanura aluvial con un alto potencial para acoger aguas se ha definido la zona más favorable para acoger SUDs de infiltración. En esta envolvente se han eliminado los suelos potencialmente contaminados y las áreas de inundación para tiempos de retorno de 500 años. Estas limitaciones se consideran necesarias para evitar potenciales dispersiones de contaminantes por lavado piezométrico o para evitar la entrada en carga de los propios SUDs por presencia de niveles piezométricos o freáticos altos.



5.2. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR FILTRACIÓN

Se han definido las áreas potenciales para realizar filtraciones de depuración priorizando los suelos rurales, áreas de parkings y parkings lineales.

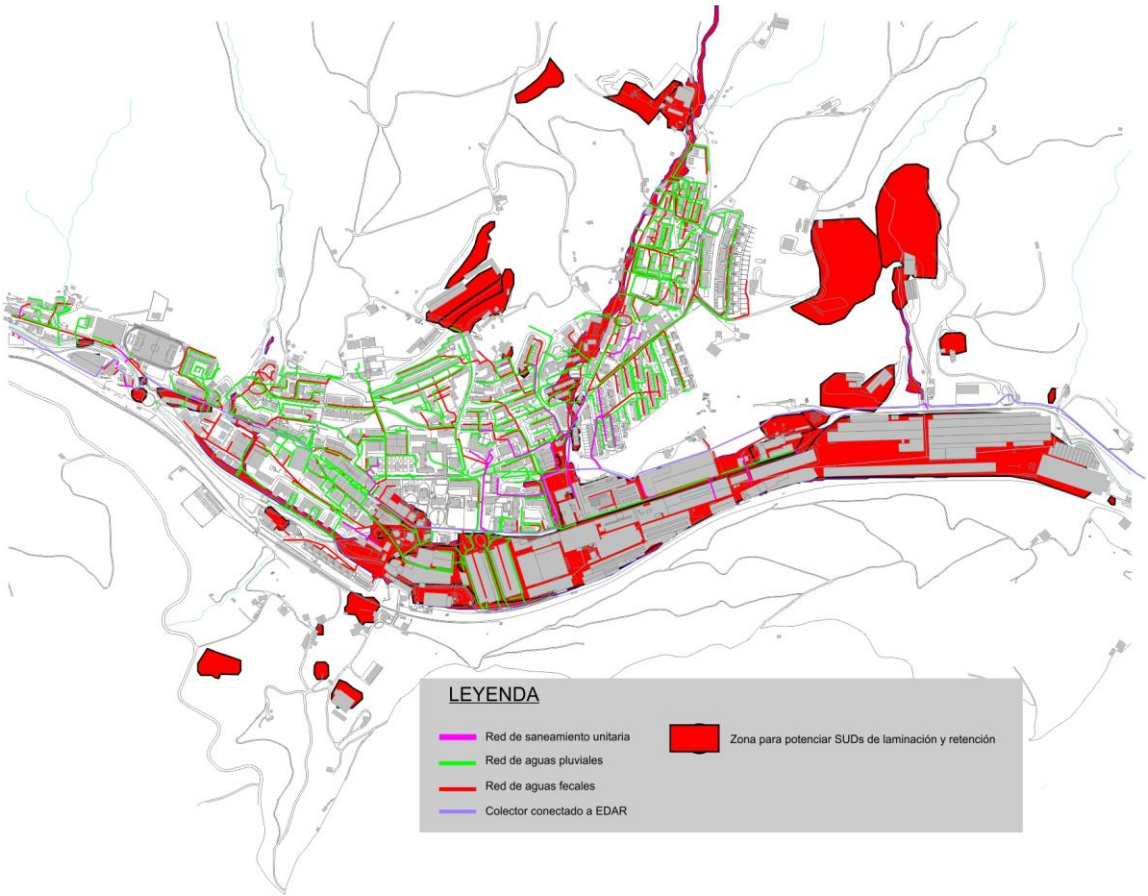
Se considera que en los suelos rurales no resulta prioritario potenciar efectos de laminación, ni retención ya que cuentan con grandes zonas permeables. No obstante, sí se pueden dar casos específicos donde se requiera infiltrar agua para reducir sección de tuberías o eliminar alguna conducción.



5.3. ZONAS POTENCIALMENTE FAVORABLES PARA REALIZAR RETENCIÓN Y LAMINACIÓN

Se ha considerado que los suelos potencialmente contaminados y áreas de inundación para T 500 años pueden albergar SUDs de retención o almacenamiento, y/o laminación.

Estos SUDs no implican impactos en el subsuelo por lo que se consideran adecuados en estas zonas.



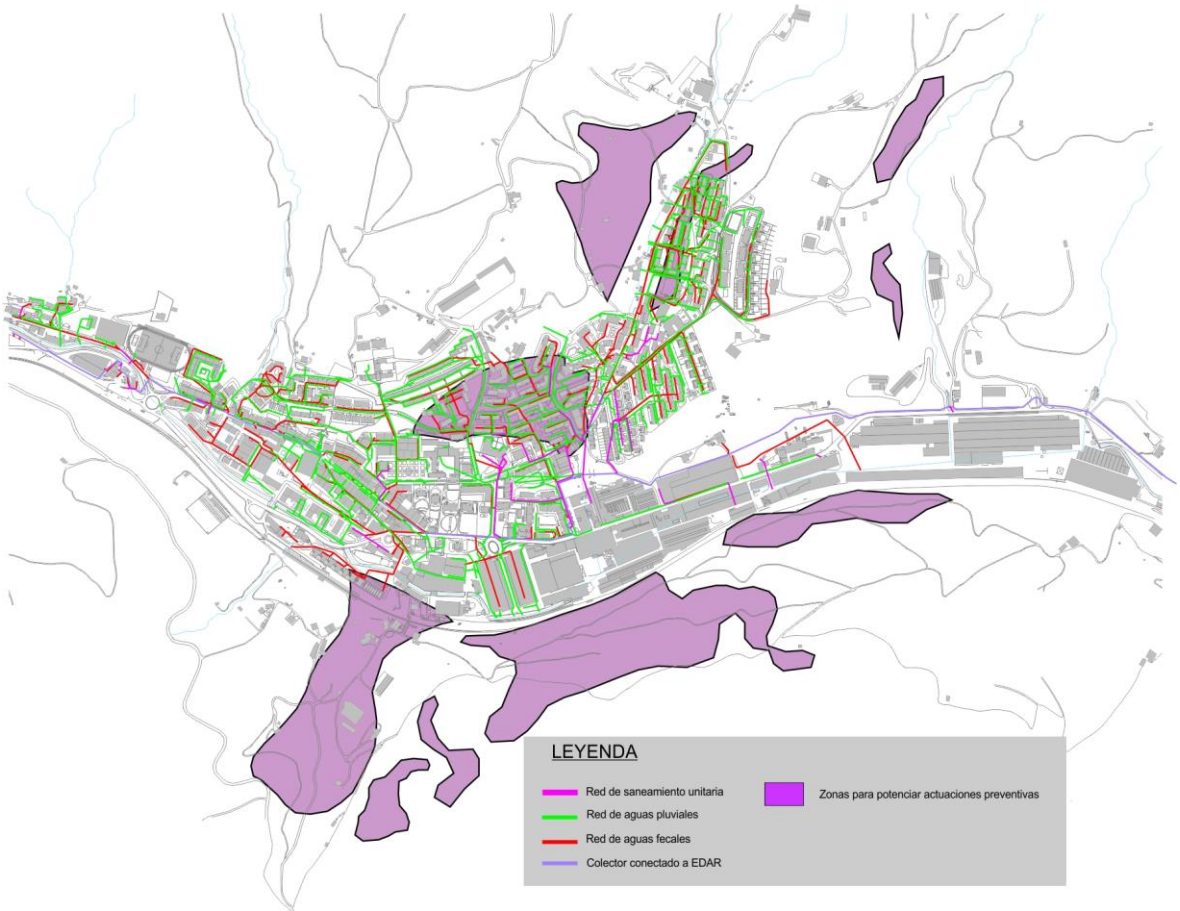
5.4. ZONA PARA POTENCIAR ACTUACIONES PREVENTIVAS

Se han considerado las siguientes zonas para potenciar actuaciones preventivas, es decir actuaciones que permiten transportar agua, desecar y estabilizar suelos:

- Áreas de fuerte pendiente y áreas con litologías desfavorables (Coluviales)

En este sentido, es en estas zonas donde sería interesante reforzar con nuevas plantaciones para fijar suelos y desecar zonas, incrementar sangraderas en pistas y reconducir las aguas a zonas más adecuadas.

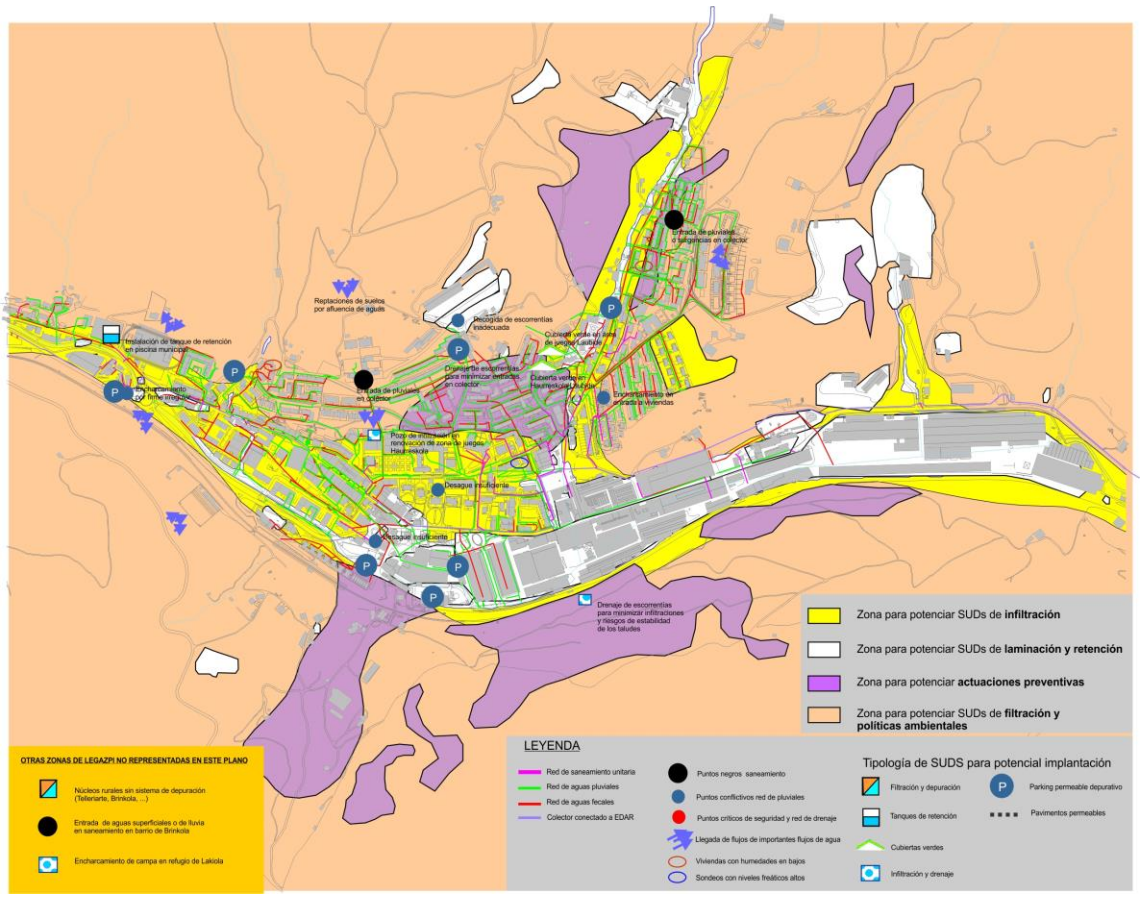
Así mismo, estas zonas son lugares propicios para realizar sostenimientos de bioingeniería, permeables y con vegetación para fijar y extraer flujos hipodérmicos.



5.5. MAPA DE SINTESIS

El mapa de síntesis reúne todas las zonas favorables para la implantación de cada tipo de SUD específico.

En este mapa se incluyen todas las observaciones que se han obtenido de estudios geotécnicos, consultas a los Servicios Técnicos Municipales, técnicos del Consorcio de Aguas de Gipuzkoa, vecinos…



6. FACTORES PARA DIMENSIONAMIENTO

6.1. CÁLCULOS HIDROGEOLÓGICOS

La característica del terreno principal para poder evaluar la cantidad de caudal que es posible infiltrar es la permeabilidad o capacidad que tiene un material para ser atravesado sin modificar su estructura siendo una magnitud de velocidad, habitualmente medido en metros por segundo. En este sentido, indicar que tenemos dos formas de obtener la permeabilidad de una litología, acudiendo a los fondos bibliográficos del mapa hidrogeológico del País Vasco, o de una forma más precisa realizando ensayos de permeabilidad in situ en aquellas zonas queremos implantar SUDS de infiltración.

En la siguiente tabla se presentan las permeabilidades que se adjudican a los diferentes materiales que podemos localizar en Legazpi.

Coeficiente de infiltración respecto a la lluvia útil a considerar en función de la permeabilidad del terreno. La permeabilidad corresponde a la asignada en el Mapa Hidrogeológico del País Vasco a las diferentes formaciones.

Litologías Legazpi (1)	Permeabilidad del terreno (1)		Coeficiente infiltración % de la lluvia útil (2)	Escorrentía % de la lluvia útil (2)	Escorrentía (% lluvia útil) según pendiente (P) (2)			
	Categoría	K (m/s)			P > 30%	10%<P<30%	5%<P<10%	P < 5%
Alternancia de margas y areniscas	Muy baja	$< 10^{-7}$	0 – 5	95 - 100	98 – 100	97 – 98	96 – 97	95 – 96
	Baja	10^{-5}-10^{-7}	5 – 20	80 – 95	91 – 95	87 – 91	84 – 87	80 – 84
Suelos iluviales (contacto suelo roca)	Media	10^{-4}-10^{-5}	20 – 60	40 – 80	70 – 80	60 – 70	50 – 60	40 – 50
Suelos aluviales y coluviales	Alta	10^{-3}-10^{-4}	60 – 80	20 – 40	35 – 40	30 – 35	25 – 30	20 – 25
	Muy alta	$> 10^{-3}$	80 – 100	0 – 20	15 – 20	10 – 15	5 – 10	0 - 5

(1) Mapa Hidrogeológico del País Vasco

(2) Documento Guía para la realización de Balances Hídricos en Vertederos

6.1.1. Ensayos de permeabilidad

Para obtener datos reales de permeabilidad del terreno existen diferentes técnicas normalizadas como son empleo de permeámetros, ensayos de laboratorio, ensayos de bombeo y ensayos de carga variable o constante.

En nuestro caso se han realizado dos ensayos tipo Lefranc de carga variable en dos perforaciones de potenciales zonas de aplicación de SUDs.

Las dos zonas estudiadas son la campa anexa al refugio de montaña de Lakiola y el patio de la Haurreskola de Latxartegi, en los dos casos se han realizado para verificar la viabilidad de instalar SUDs de infiltración.

Estos se han llevado a cabo mediante la realización de una perforación en el tramo suelo-roca. En Lakiola se ha realizado de forma manual con una sonda holandesa tipo Edelman y en la haurreskola con ayuda de un martillo perforador Hilti.

Ensayos de permeabilidad Tipo Lefranc realizados en refugio de Lakiola (imágenes de la izquierda) y haurreskola de Laubide (imagen de la derecha).

PROYECTO: SUDS LEGAZPI	EMPRESA QUE REALIZA EL SONDEO: NABLAN	FECHA Y HORA DE INICIO:	ENSAYO REALIZADO EN Lakiola EL SONDEO Nº: SM-1
CLAVE:	EMPRESA QUE REALIZA EL ENSAYO: REG	FECHA Y HORA DE FIN: 14.03.18	
	SUPERVISOR:	CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Nubes-lluvia	
LOCALIDAD (Provincia): LEGAZPI (Gipuzkoa)	GEÓLOGO: REG	OBSERVACIONES: En zona encharcada de Lakiola	
LOCALIZACIÓN DEL SONDEO: LAKIOLA	SONDISTA: REG		
COORDENADAS (X,Y,Z):	AYUDANTE - SONDISTA:		

COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO — PERFORACIÓN / AGUA EN SONDEO / DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)

DATOS DEL SONDEO

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	0,07
Profundidad del nivel freático (m): F	1,00
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	0,00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO

Superior (m): L	0,00	Longitud ensayada (m): h	1,00
Inferior (m): P	1,00		

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.): t	40,0	Tiempo (s):	2400
Profundidad inicial (m): Hi			1,00
Profundidad final (m): Hf			0,29
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):			0,07

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	1,00
1	1	3,0	3,0	0,97
2	1	5,0	2,0	0,95
3	1	6,5	1,5	0,94
4	1	8,0	1,5	0,92
5	1	9,5	1,5	0,91
7	2	12,0	2,5	0,88
10	3	15,0	3,0	0,85
20	10	21,0	6,0	0,79
30	10	25,0	4,0	0,75
40	10	29,0	4,0	0,71

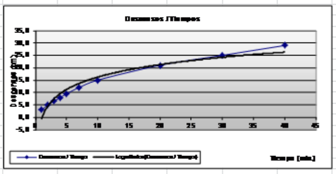
RESULTADOS

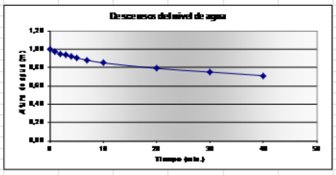
PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	2,1614E-04

Jiménez Salas (1981)

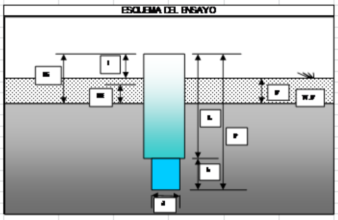
para h/d > 4

$$K = \frac{(d)^2 \cdot Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot Ln\frac{Hi}{Hf}$$





ESQUEMA DEL ENSAYO



Firma:

Geólogo redactor.

PROYECTO: SUDS LEGAZPI	EMPRESA QUE REALIZA EL SONDEO: NABLAN	FECHA Y HORA DE INICIO:	ENSAYO REALIZADO EN Laubide EL SONDEO Nº: SM-1
CLAVE:	EMPRESA QUE REALIZA EL ENSAYO: REG	FECHA Y HORA DE FIN: 26.06.18	
	SUPERVISOR:	CONDICIONES METEOROLÓGICAS: Soleado	
LOCALIDAD (Provincia): LEGAZPI (Gipuzkoa)	GEÓLOGO: REG	OBSERVACIONES: En zona arbolada de Laubide	
LOCALIZACIÓN DEL SONDEO: Haurreskola Laubide	SONDISTA: REG		
COORDENADAS (X,Y,Z):	AYUDANTE - SONDISTA:		

COLUMNA LITOLÓGICA DEL SONDEO — PERFORACIÓN / AGUA EN SONDEO / DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD LEFRANC A CARGA VARIABLE (con; h/d >4)

DATOS DEL SONDEO

Diámetro interior de la entubación o del sondeo (mm): d	0,05
Profundidad del nivel freático (m): F	0,80
Altura de agua sobre el terreno cuando se inicia la recuperación (m): I	0,00

PROFUNDIDAD DEL TRAMO ENSAYADO

Superior (m): L	0,00	Longitud ensayada (m): h	0,80
Inferior (m): P	0,80		

DATOS DEL ENSAYO

Tiempo (min.): t	40,0	Tiempo (s):	2400
Profundidad inicial (m): Hi			0,80
Profundidad final (m): Hf			0,41
Diámetro interior de la entubación o del sondeo (m):			0,5

Tiempo (min.)	Intervalo de tiempo (min.)	Descenso acumulado del nivel (cm)	Descenso del nivel (cm)	Altura del nivel (m):
0	0	0,0	0,0	0,80
1	1	27,0	27,0	0,53
2	1	35,0	8,0	0,45
3	1	36,0	1,0	0,44
4	1	36,5	0,5	0,44
5	1	37,0	0,0	0,43
7	2	37,0	0,0	0,43
10	3	38,0	1,0	0,42
20	10	38,5	0,5	0,42
30	10	40,0	1,5	0,40
40	10	40,5	0,5	0,40

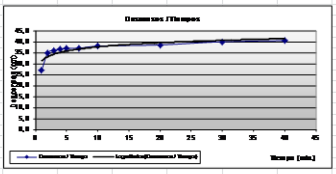
RESULTADOS

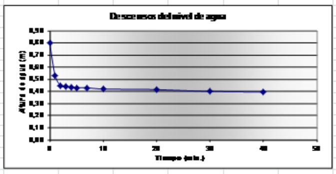
PERMEABILIDAD LEFRANC	K (m/s) =	5,1549E-05

Jiménez Salas (1981)

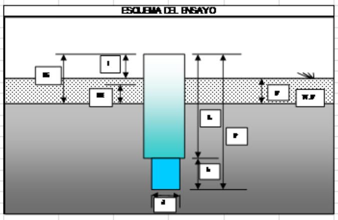
para h/d > 4

$$K = \frac{(d)^2 \cdot Ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot Ln\frac{Hi}{Hf}$$





ESQUEMA DEL ENSAYO



Firma:

Geólogo redactor.

Los datos obtenidos en los dos casos han sido favorables obteniéndose permeabilidades medias altas, 5,15 x 10^{-5} m/s en Latxartegi y 2,16 x 10^{-4} m/s en Lakiola. Los materiales ensayados son suelo residual o regolito sobre formación impermeable (Lakiola) y suelo aluvial ubicado en zona distal o borde de acuífero (haurreskola).

6.2. LLUVIA DE DISEÑO

6.2.1. Meteorología de Legazpi

El municipio de Legazpi se sitúa, al igual que la totalidad del territorio guipuzcoano, en la zona denominada como Vertiente Atlántica, que comprende también la totalidad de la provincia de Bizkaia, y de Euskadi Continental y el norte de la de Álava/Araba.

Esta zona presenta un tipo de clima mesotérmico moderado en cuanto a las temperaturas, y muy lluvioso. Así, la principal característica que define al clima de Legazpi es, al igual que sucede en el resto de la vertiente cantábrica, la práctica ausencia de meses secos a lo largo de todo el año, quedando éstos reducidos al mes de agosto, y ello dentro de unas ciertas reservas.

Desde el punto de vista de la dinámica atmosférica se produce un predominio de las situaciones frontales, con lo que los días con precipitaciones suponen más del 65 por 100 del total, frente a un 13 por 100 de días despejados. Se trata de un clima con abundantes precipitaciones, bien repartidas a lo largo del año (más de 190 días con precipitación por término medio), registrándose índices anuales del orden de los 1.500 mm.

Por otro lado, la abundante nubosidad consecuente al predominio de las situaciones frontales hace que Gipuzkoa se halle dentro de una región donde más de la tercera parte de los días del año se producen situaciones borrascosas y, por tanto, se da en ella un considerable descenso en el valor de la irradiación. Este factor determina la existencia de temperaturas moderadas a lo largo de todo el año.

A esto habría que añadir el efecto que produce la proximidad del mar, que se traduce en una suavización de los rigores del invierno o de los excesos del verano. No obstante, en los valles, donde se sitúa Legazpi, las oscilaciones térmicas son más acusadas que en la costa. Típicas de los valles guipuzcoanos son las inversiones térmicas, que en numerosas ocasiones dan lugar a la formación de nieblas, con heladas matutinas en invierno.

En resumidas cuentas, la consecuencia principal es la ausencia de meses con temperaturas medias inferiores a los + 5 ° C, umbral que se alcanza en los meses más fríos, en los que la temperatura sensible es más elocuente, en función de la humedad ambiente, que la real. Lo normal son temperaturas mensuales medias del orden de los 8 a 10° C durante los inviernos suaves, que son mayoría. Al tiempo, los veranos son frescos, con temperaturas medias entre los 18 y los 20° C. Se trata, por tanto, de un clima templado y húmedo.

En conjunto las precipitaciones medias se pueden evaluar en 1.500 mm., no rebasando las diarias los 40-50 mm., por término medio, si bien no se descartan días con precipitaciones especialmente significativas por su intensidad y duración ya sea en días de tormenta, o, bien, en relación con situaciones de "gota fría". Las nevadas, escasas, se reducen a un máximo de seis u ocho días en las zonas más altas, y sobre todo en los meses de enero y febrero, en tanto que el granizo presenta una mayor frecuencia: unos diez días, y preferentemente de octubre a abril, no descartándose en los meses de verano. Las tormentas presentan un máximo en agosto se hallan repartidas fundamentalmente entre la primavera y el verano, hasta un total de unos 23 días. El rocío presenta una frecuencia de 38 días, en tanto que la escarcha se da unos ocho días, entre noviembre y marzo. Las nieblas, de origen variado, manifiestan unos 55 a 75 días por término medio. Por último, los días despejados se reducen a un 13 por 100 del total.

Estos datos de tipo estadístico evidencian lo anteriormente dicho.

Salvo en muy raras ocasiones y en años especialmente pobres en precipitaciones, no se alcanzan los 30 mm. mensuales, umbral que se toma como referencia para distinguir los meses secos de los que no lo son, de forma generalista.

Las temperaturas

Como resultado de las situaciones derivadas de la circulación general atmosférica, así como de la influencia moderadora que ejerce el mar y de las condiciones propias de relieve, altitud, latitud, etc., Gipuzkoa aparece caracterizada por la existencia de temperaturas moderadas incluso cuando se dan situaciones extremas que se acusan sensiblemente en regiones del interior. Gipuzkoa conoce oscilaciones térmicas anuales bien perceptibles como corresponde a su situación geográfica. No obstante, dichas oscilaciones se ven notablemente atenuadas por los condicionantes físicos del medio.

Las temperaturas medias oscilan entre 8 y 10° C en invierno, rara vez cercanas al umbral de los 5° C. Las temperaturas medias en verano oscilan entre los 18 y los 20° C, moderadas por la

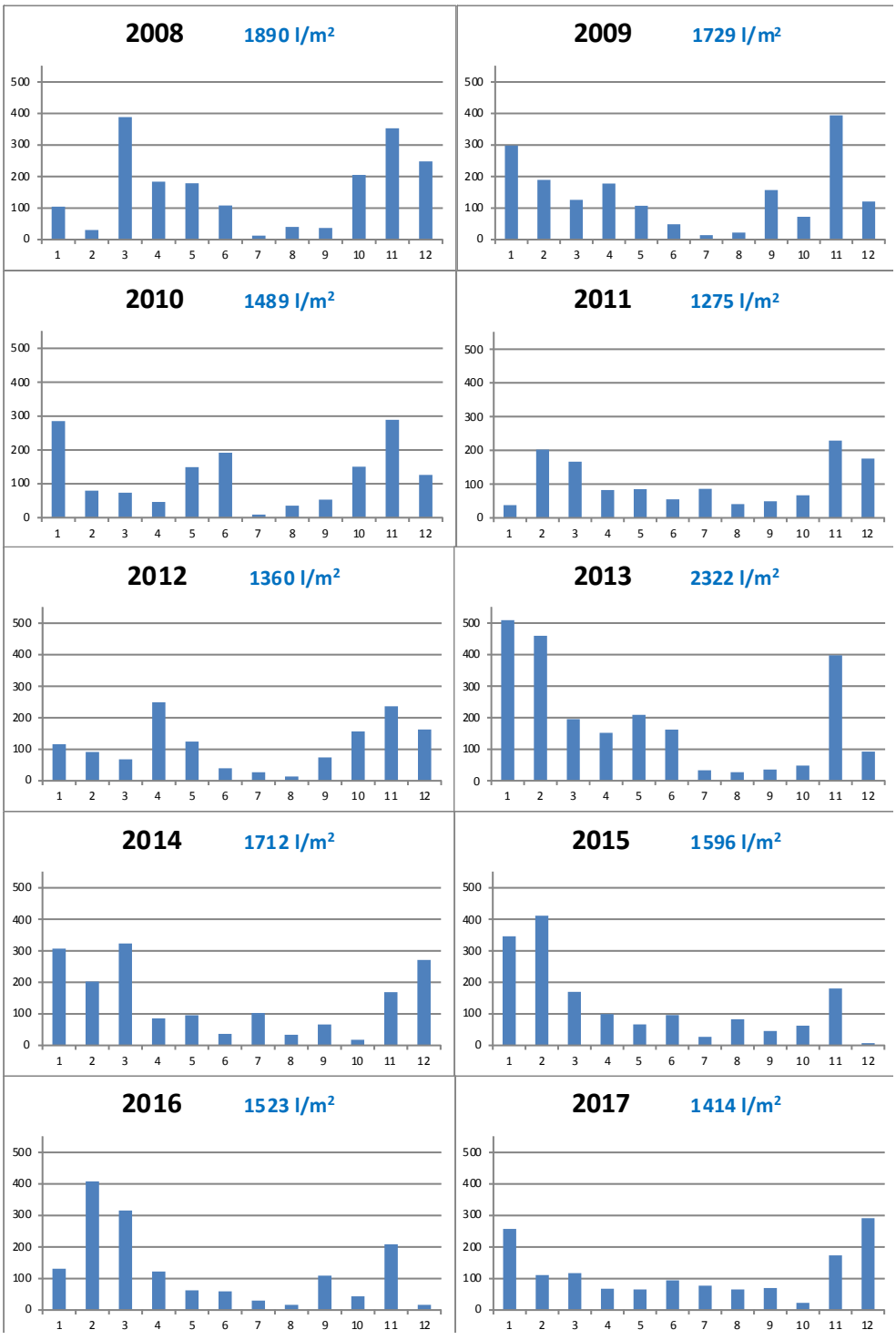
influencia de los factores ya citados, que de forma esporádica y pasajera, por efecto de invasiones de aire tropical o sahariano, se disparan hasta alcanzar máximas del orden de los 37-39° C.

Las presiones y los vientos

Como resultado de las diversas situaciones derivadas de la circulación general atmosférica y de las propias introducidas por la Península, se registran presiones atmosféricas máximas durante el invierno, presentándose un máximo secundario durante el verano. Las presiones mínimas, expresión de situaciones borrascosas, se registran fundamentalmente en primavera, con un mínimo secundario en otoño. Las situaciones de baja presión son las más numerosas a lo largo del año.

En lo que respecta a los vientos, se da un predominio neto de los de NO, N y S; las demás componentes tienen un valor ya secundario y no superan un 10 por 100 en el mejor de los casos. Los vientos del N y NO son dominantes durante el semestre estival, de abril a septiembre; el semestre invernal, de octubre a marzo, conoce la dominancia de los vientos del S, a los que siguen en importancia los de componente N y NO.

En la siguiente serie de gráficas se representan las precipitaciones acumuladas mensualmente caídas a lo largo de los últimos 10 años en Legazpi.


2008 1890 l/m²
2009 1729 l/m²
2010 1489 l/m²
2011 1275 l/m²
2012 1360 l/m²
2013 2322 l/m²
2014 1712 l/m²
2015 1596 l/m²
2016 1523 l/m²
2017 1414 l/m²
0 100 200 300 400 500
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

En el **Anexo I** se presentan los cuadros de precipitaciones recogidos en la estación de meteorología ubicada en el casco urbano de Legazpi para los últimos 10 años, 2008-2017. Estos datos aparecen clasificados según la cantidad de precipitación caída.

En la siguiente tabla se presenta la síntesis de los datos de precipitación caída los últimos 10 años en Legazpi. En esta tabla se observa como el sumatorio de las lluvias muy bajas, bajas y medias corresponden a más del 75% de la lluvia total caída. Este hecho es el que lleva a diseñar Suds para tiempos de retorno pequeños, T 0,1 años, teniendo una eficacia muy alta con capacidad para absorber un porcentaje muy elevado de la precipitación y sólo una pequeña parte de las precipitaciones altas o punta sean derivadas a la red de pluviales.

Porcentaje anual para cada ratio de lluvia

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Muy baja	< 5l/m^2	9,78	8,38	12,15	13,76	15,32	7,13	12,02	9,18	13,38	10,86
Baja	5<I< 15 l/m^2	20,49	23,17	29,67	26,97	31,66	20,67	28,87	21,11	26,30	33,51
Media	15<I<45 l/m^2	52,85	46,37	37,65	29,58	43,75	51,76	45,18	45,61	35,02	47,08
Alta	> 45 l/m^2	16,08	22,08	20,53	29,30	8,53	18,50	13,93	23,15	25,30	8,54

6.2.2. Cálculo de intensidades para precipitaciones de T 0,1 , 1 y 10 años

Se ha calculado la intensidad máxima horaria para los periodos de retorno de 10, 1 y 0,1 años. Para ello se ha utilizado el método racional, válido para cuencas pequeñas.

Precipitación máxima de 24 h

El valor máximo de la precipitación en 24 h para un periodo de retorno determinado viene dado por la siguiente expresión:

$$P_d = P_{24h} \times K_1$$

P_{24h} : Precipitación máxima en 24 h para el periodo de retorno considerado.

K_1 : Coeficiente de reducción por área (Para cuencas mayores de 25 Km^2)

P_{24h}: para el periodo de retorno de 10 años se obtiene a partir del mapa de isomáximas de precipitación en 24 h para el Territorio Histórico de Guipúzcoa. Para los periodos de retorno de

1 y 0,1 se ha calculado a partir de una regresión logarítmica de los datos registrados en el pluviómetro de Legazpi.

El coeficiente de reducción por área de la cuenca se determina a partir de los ábacos del Estudio de Precipitaciones intensas en las cuencas del T.H. de Guipúzcoa, de Febrero de 1999.

Para un área inferior a 25 km^2 K1 es igual a 1.

Cálculo de P24h

Según el mapa de isomáximas de precipitación en 24 h para el Territorio Histórico de Guipúzcoa:

Para T=10 $\Rightarrow$ P_{24h} = 140 mm

El cálculo de la P24h para los periodos de retorno de 1 y 0,1 años se ha realizado a partir de los datos registrados durante los últimos 10 años (2008-2017) en Legazpi.

La intensidad para el periodo de retorno de **1 año**, se ha obtenido a partir de una regresión logarítmica de los valores obtenidos de las curvas de isomáximas de 5, 10, 100 y 500 años de periodo de retorno.

Para T=1 $\Rightarrow$ P_{24h} = 67,4 mm (la correlación es 0,9994)

Para el periodo de retorno de **0,1 años**, se hecho una distribución de Gauss a partir de la precipitación diaria de los 10 años. La media y la desviación estándar son:

μ = 4,49139726 mm

s = 9,95130256

Entrando en la campana de Gauss con estos datos y un periodo de retorno de 0,1 años, se obtiene un valor:

Para T=0,1 ⇒ P_{24h} = 24 mm

Si comprobamos el dato obtenido para T=1 años con la campana de Gauss se obtiene un valor parecido al calculado a partir de la regresión. Haciendo la media de la precipitación máxima en 24 h cada mes de los 10 años, es decir, el valor diario máximo registrado cada mes. La media y la desviación estándar son:

μ = 32,0816667 mm

s = 23,7740978

Entrando en la campana de Gauss con estos datos y un periodo de retorno de un año, se obtiene un valor:

Para T=1 ⇒ P_{24h} = 65 mm

Valor muy próximo al obtenido en la regresión (67,4 mm).

En cuanto al valor obtenido para T=10 a partir del mapa de isomáximas, es muy similar al valor máximo registrado por el pluviómetro en los últimos 10 años (130 mm).

Cálculo del tiempo de concentración

El tiempo de concentración se toma igual a 10 minutos, valor usual para zonas urbanizadas.

Cálculo de la intensidad

Tenemos que la precipitación neta para una duración t es:

$$I = \frac{P24h \ x\ k1\ x\ k2}{\frac{t}{60}}$$

K_2 : Coeficiente de reducción por duración de la lluvia (se obtiene de las curvas I-D-F del Estudio de Precipitaciones máximas en T.H. de Gipuzkoa.

t : Duración de la precipitación (Se toma una duración de lluvia igual al tiempo de concentración).

Para una duración de 10 minutos y zona interior monte:

$$K_2 = 0.14$$

$$I_{t=10} = \frac{140\ x\ 1\ x\ 0.14}{10} \times 60 = \mathbf{117,6}\ mm/h$$

$$I_{t=1} = \frac{67.4\ x\ 1\ x\ 0.14}{10} \times 60 = \mathbf{56,6}\ mm/h$$

$$I_{t=0,1} = \frac{23.6\ x\ 1\ x\ 0.14}{10} \times 60 = \mathbf{19,8}\ mm/h$$

6.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Para obtener el caudal de infiltración emplearemos la ecuación de Darcy simplificando el término de gradiente hidráulico ya que los SUDS habitualmente se sitúan en superficie.

$$\mathbf{Q_i = A \cdot k}$$

Siendo:

Q_i es el caudal de infiltración (m^3/s)

A es el área del SUD (m_2)

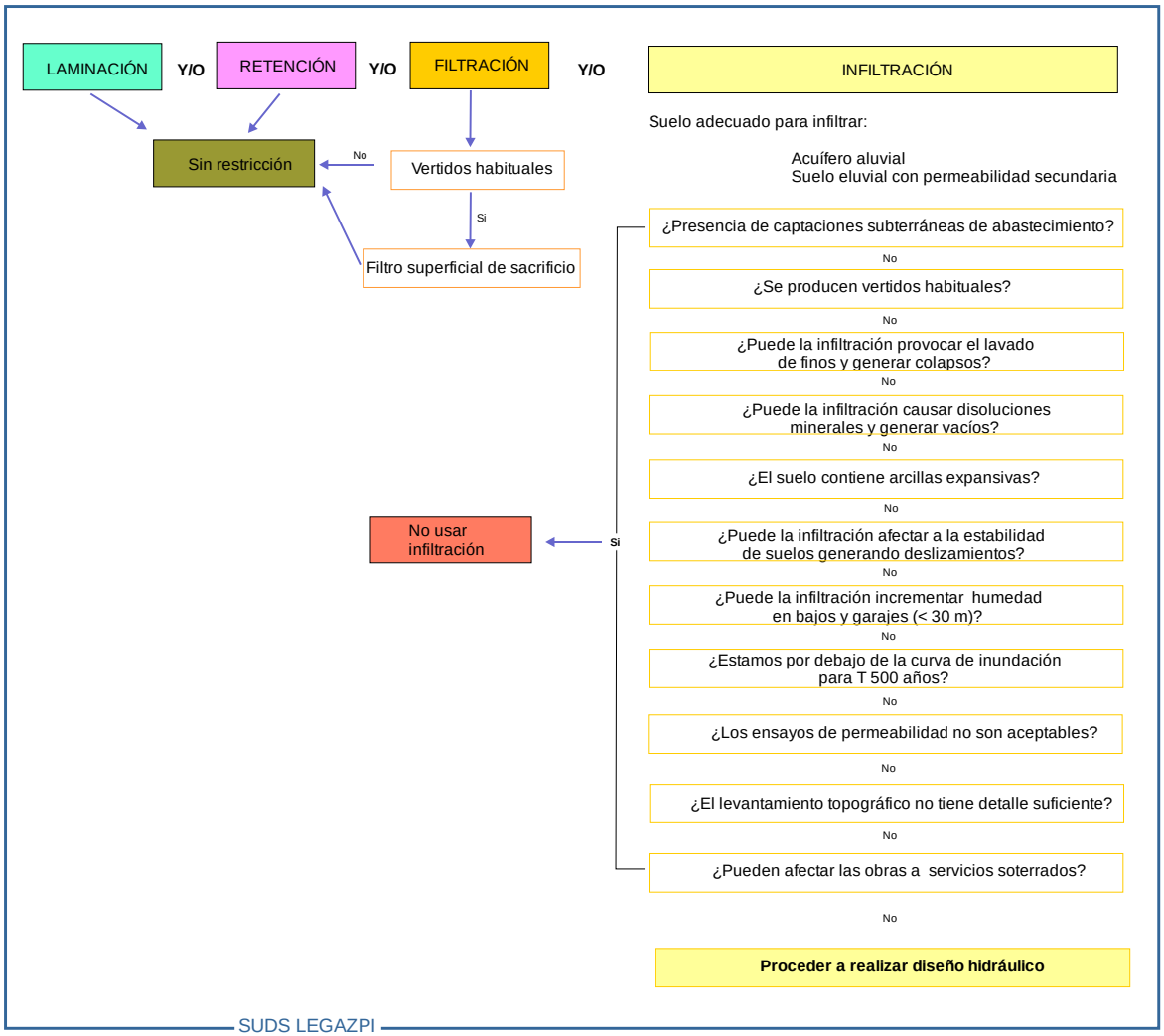
k es el coeficiente de permeabilidad (m/s)

Para obtener el volumen de retención o de almacenamiento de agua de un SUD deberemos conocer el coeficiente de porosidad del material que empleemos, por ejemplo una geocelda o caja de drenaje comercial de polipropileno tiene una porosidad entre 92-95 % según modelo y fabricante, y si nuestra opción son gravas limpias naturales angulares esta porosidad se reduce al 40 % o 15 % para un suelo estructural (80 % grava y 20 % suelo franco).

$$\mathbf{V_{almacenamiento} = Superficie\ Sud\ x\ Espesor\ x\ Porosidad\ \%}$$

7. LISTA DE VERIFICACIONES PARA IMPLANTAR SUDS

En el cuadro que se presenta a continuación se indica la información con la que tenemos que contar para poder plantear Suds de laminación, retención, filtración o infiltración.



8. PROPUESTA DE INTERVENCIONES TIPO

En esta tercera fase del estudio se desarrollarían actuaciones que puedan ser extensibles, como modelo a seguir, en futuras remodelaciones dentro del municipio.

En este sentido se definen 3 actuaciones a nivel de anteproyecto (planos de detalle y valoración económica) en aquellas zonas que el ayuntamiento de Legazpi ha considerado prioritaritarias:

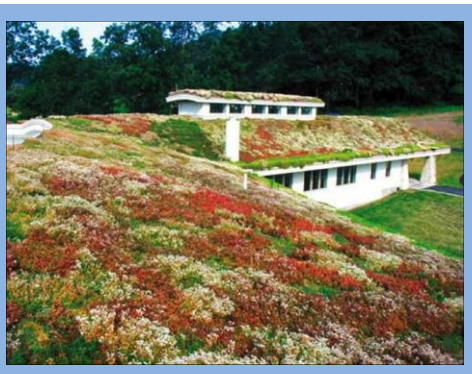
- Cubierta verde en Haurreskola de Laubide/Arantzazu.
- SUD de infiltración en Musika Eskola.
- Canal de drenaje e infiltración en refugio de Lakiola

Así mismo, se incluyen todas las aportaciones realizadas por el equipo redactor en el transcurso del proyecto. Se incluye esta información por si es de interés a medio plazo y se pudieran salvar las limitaciones existentes actualmente para su ejecución:

8.1. CUBIERTA VERDE EN HAURRESKOLA DE LAUBIDE/ ARANTZAZU

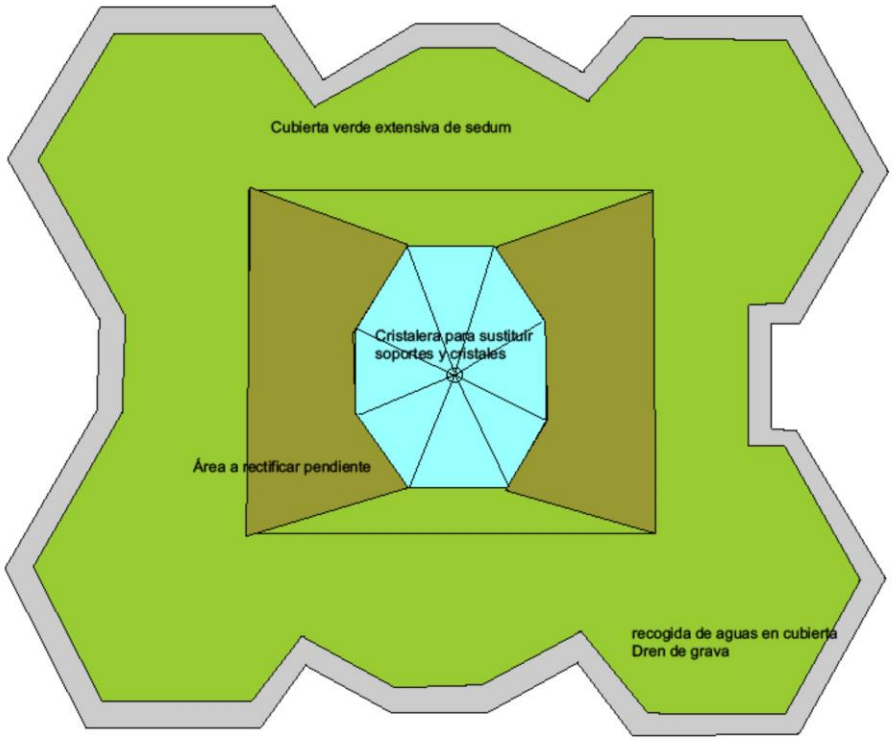
Se presenta esta propuesta debido a que la actual cubierta de la haurreskola tiene un alto potencial para acoger una cubierta verde que lamine las precipitaciones, pero que a su vez sirva para mejorar el estado y climatización de las aulas.

Se considera un lugar de alto interés, ya que su cubierta tiene un impacto paisajístico importante al tratarse de un edificio de una sola planta al que circunda un paso elevado.

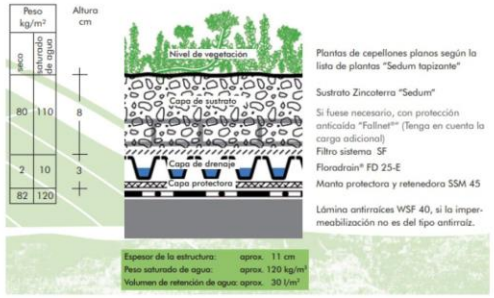


Imágenes de cubiertas verdes revegetadas con *Sedum* de bajo mantenimiento (imágenes de la derecha) y haurreskola de Laubide (imagen superior izquierda).

Cubierta verde en Haurreskola de Laubide



Escala 1:100



PRESUPUESTO ANTEPROYECTO LAUBIDE

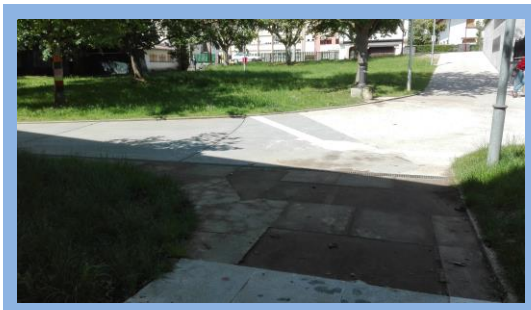
UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL
CUBIERTA VERDE SEDUM (€/m^2) Instalación de lámina impermeabe lámina antiraiz, geocelda de 4 cm y aporte de sustrato plantado con Sedum. Incluyendo canaleta de drenaje en cubierta de 50cm rellena de grava y sumideros entroncados en bajantes actuales.	550,00	130,00	71.500,00
CRISTALERÍA LUCERNARIO (Ud) Sustitución de cristales lucernario por cristales con aislamiento térmico y protección solar.	1,00	12.000,00	12.000,00
ESTRUCTURA DE APOYO DE CRISTALES (Ud) Adaptación de estructura para soporte de lucernario adaptado a nueva configuración de pendiente de cubierta	1,00	10.000,00	10.000,00
RECTIFICADO DE PENDIENTE (m^3) Relleno aligerado de porespan o equivalente	10,00	200,00	2.000,00
AISLAMIENTO TÉRMICO EN FORJADO (m^3) Consistente en Inyección de celulosa tratado aligerado en hueco de forjado de cubierta	50,00	200,00	10.000,00
VARIOS (nivelaciones, control de calidad SS Gestión residuos)	1,00	13.615,00	13.615,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			**119.115,00**
19% de Gastos Generales + Beneficio Industrial			22.631,85
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA			141.746,85
PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA, 10%PEM			11.911,50
DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRA, 3 %PEM			6.789,56
COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD			2.000,00
21% de I.V.A.			34.114,06
PRESUPUESTO TOTAL			196.561,97

8.2. SUD DE INFILTRACIÓN EN MUSIKA ESKOLA

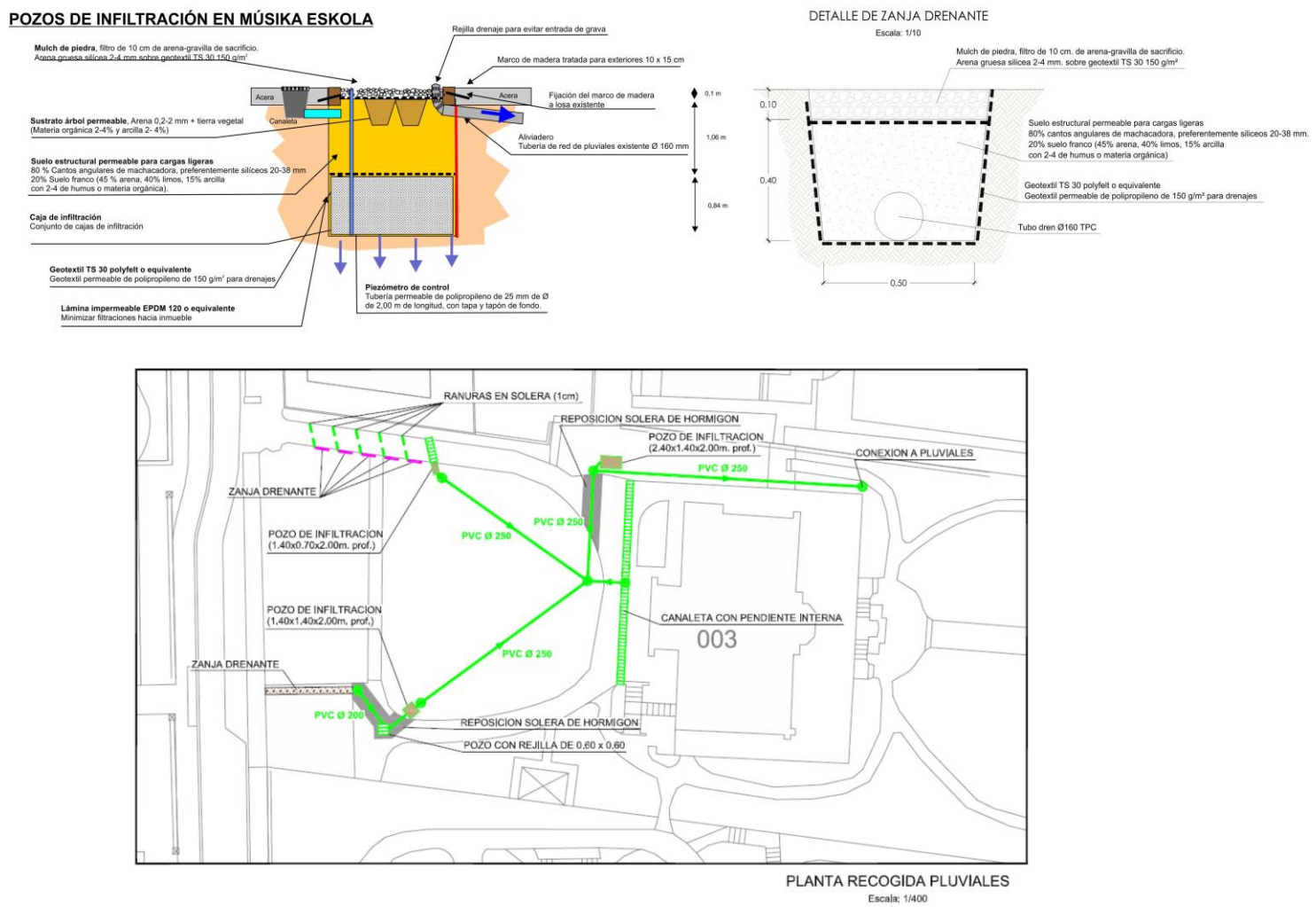
Esta propuesta de intervención viene motivada por los encharcamientos que se producen en el área anexa al edificio de Musika Eskola, tanto frente al almacén auxiliar como en el edificio principal.

El origen de los citados encharcamientos está en la baja pendiente de la red de recogida de pluviales y en parte también a su dimensionamiento no apropiado para aguaceros de entidad.

En este emplazamiento se plantea actuar con un amejoramiento de las recogidas de aguas, instalaciones de pozos de infiltración y direccionamiento de excedentes a un jardín de agua con alivio a la red de alcantarillado.



Imágenes de las zonas propuestas para realizar sistemas de recogida e infiltración de lluvia en Conservatorio y Doinua Musika Eskola.


POZOS DE INFILTRACIÓN EN MÚSIKA ESKOLA
Rejilla drenaje para evitar entrada de grava
Marco de madera tratada para exteriores 10 x 15 cm
Mulch de piedra, filtro de 10 cm de arena-gravilla de sacrificio.
Arena gruesa silícea 2-4 mm sobre geotextil TS 30 150 g/m²
Acera
Canaleta
Fijación del marco de madera a losa existente
Aliviadero
Tubería de red de pluviales existente Ø 160 mm
Sustrato árbol permeable, Arena 0,2-2 mm + tierra vegetal (Materia orgánica 2-4% y arcilla 2- 4%)
Suelo estructural permeable para cargas ligeras
80 % Cantos angulares de machacadora, preferentemente silíceos 20-38 mm
20% Suelo franco (45 % arena, 40% limos, 15% arcilla con 2-4 de humus o materia orgánica).
Caja de infiltración
Conjunto de cajas de infiltración
Geotextil TS 30 polyfelt o equivalente
Geotextil permeable de polipropileno de 150 g/m² para drenajes
Lámina impermeable EPDM 120 o equivalente
Minimizar filtraciones hacia inmueble
Piezómetro de control
Tubería permeable de polipropileno de 25 mm de Ø de 2,00 m de longitud, con tapa y tapón de fondo.
0,1 m
1,06 m
0,84 m
DETALLE DE ZANJA DRENANTE
Escala: 1/10
Mulch de piedra, filtro de 10 cm. de arena-gravilla de sacrificio.
Arena gruesa silícea 2-4 mm. sobre geotextil TS 30 150 g/m²
0.10
0.40
0.50
Suelo estructural permeable para cargas ligeras
80% cantos angulares de machacadora, preferentemente silíceos 20-38 mm.
20% suelo franco (45% arena, 40% limos, 15% arcilla con 2-4 de humus o materia orgánica)
Geotextil TS 30 polyfelt o equivalente
Geotextil permeable de polipropileno de 150 g/m² para drenajes
Tubo dren Ø160 TPC
RANURAS EN SOLERA (1cm)
REPOSICION SOLERA DE HORMIGON
POZO DE INFILTRACION (2.40x1.40x2.00m. prof.)
CONEXION A PLUVIALES
PVC Ø 250
ZANJA DRENANTE
POZO DE INFILTRACION (1.40x0.70x2.00m. prof.)
PVC Ø 250
PVC Ø 250
POZO DE INFILTRACION (1,40x1,40x2,00m. prof.)
CANALETA CON PENDIENTE INTERNA
003
PVC Ø 250
ZANJA DRENANTE
PVC Ø 200
REPOSICION SOLERA DE HORMIGON
POZO CON REJILLA DE 0,60 x 0,60
PLANTA RECOGIDA PLUVIALES
Escala: 1/400

PRESUPUESTO ANTEPROYECTO MUSIKA ESKOLA

UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL
EXCAVACIÓN (€/m^3) Excavación de todo tipo de terrenos, excepto roca no ripable, dejando el terreno nivelado y con caídas según planos. Incluyendo la carga y transporte a vertedero autorizado. Espesor de excavación 2 metros.	14,00	35,00	490,00
INSTALACIÓN DE PAQUETE DE INFILTRACIÓN (€/m^3) Compuesto de bloque de infiltración de Pead (1200 x 600 x 420) hasta conformación del tamaño proyectado y un espesor de 1m de grava silicea de drenaje 20/38, envuelto en geotextil permeable, en zanja de 2 m de profundidad y 0,70 m a 1,4 m de ancho. Cobertura de filtro de sacrificio e instalación de lámina impermeable.	19,60	185,00	3.626,00
CANALETA DE SANEAMIENTO EN (€/ML) Suministro y colocación de canaleta prefabricada de 200 mm de ancho con profundidad variable.	24,00	115,00	2.760,00
TUBERÍA DE SANEAMIENTO (€/ML) Instalación de tubo de PVC de 250 mm, en zanja en zona verde. Incluida excavación asiento de hormigón, cama de arena, relleno con material de cantera.	90,00	46,00	4.140,00
POZO DE REGISTRO (€/UD) Pozo de registro de 80 x 80 x 80 de hormigón armado, incluso excavación y registro de fundición.	8,00	415,00	3.320,00
REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS (€/M2) Reposición de pavimentos con hormigón previa demolición.	38,00	35,00	1.330,00
RESTAURACIÓN ALBAÑILERÍA (Ud) Consistente en reposición de arquetas, canaletas,entronques, fresado de surcos, colocación de marcos...).	1,00	1.100,00	1.100,00
INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA(€/m^2) Plantación de arbustos de bajo mantenimiento	12,60	45,00	567,00
VARIOS (nivelaciones, control de calidad SS Gestión residuos)	1,00	1.733,30	1.733,30
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			**19.066,30**
19% de Gastos Generales + Beneficio Industrial			3.622,60
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA			22.688,90
PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA			7.500,00
(incluida coordinación de SS)			
21% de I.V.A.			6.339,67
PRESUPUESTO TOTAL			36.528,57

8.3. CANAL DE DRENAJE E INFILTRACIÓN EN REFUGIO DE LAKIOLA

La propuesta de esta intervención surge debido al problema de encharcamiento de la explanada adyacente al refugio de Lakiola, un área de esparcimiento muy frecuentada por los vecinos.

El origen del encharcamiento está en la presencia de surgencias de agua y por la llegada de escorrentías provocadas por la instalación de tuberías de gas, con la consiguiente compactación de las arcillas próximas a esta infraestructura.

En este sentido se presenta como propuesta la instalación de un dren de infiltración a subsuelo permeable y drenaje de excedentes a laguna de anfibios.

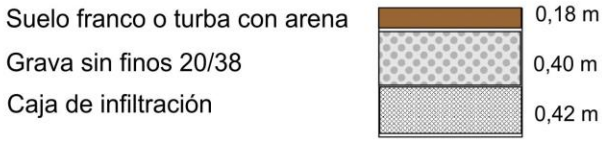
Se considera un proyecto interesante para dar a conocer los SUDs, así como con potencial para realizar una campaña de sensibilización sobre los efectos de nuestras acciones en el ciclo del agua.

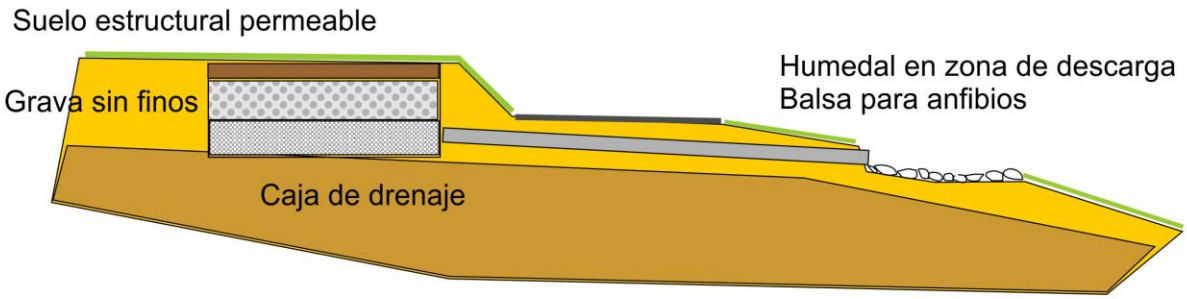
Imágenes del área de esparcimiento de Lakiola y de la zona de echarcameinto.

Sumideros de infiltración y drenaje en campa de Lakiola

Fase 1
Excavación de zanja de im de profundidad y 0,70 m de ancho de 104 m de longitud. Cubrición de hueco con geotextil y relleno con caja de infiltración de PEAD, grava silicea 20/38 mm y terminación con turba y arena . Siembra manual.

Fase 2
Instalación de tubería de drenaje y zona de descarga en 20 m2 de balsa encachada en piedra.





PRESUPUESTO ANTEPROYECTO LAKIOLA

UNIDAD	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL
DESPEJE Y DESBROCE DE TERRENO (€/m^3) Eliminación de cualquier material que se localice en la zona de trabajo y que entorpezca el desarrollo de los trabajos. Incluyendo la carga y transporte a vertedero autorizado.	10,40	6,89	71,66
EXCAVACIÓN (€/m^3) (Excavación de todo tipo de terrenos, excepto roca no ripable, dejando el terreno nivelado y con caídas según planos. Incluyendo la carga y transporte a vertedero autorizado. Espesor de excavación 1 metro	63,00	28,00	1.764,00
INSTALACIÓN DE PAQUETE DE INFILTRACIÓN (€/m^3) Compuesto de bloque de infiltración de Pead (1200 x 600 x 420) y un espesor de 40 cm de grava silicea de drenaje 20/38, envuelto en geotextil permeable, en 104 ml de zanja de 1m de profundidad y 0,70 m de ancho.	63,00	125,00	7.875,00
INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA(€/m^2) Relleno de los 15 cm superficiales con suelo estructural permeable (Arena y suelo franco 80/20) y siembra manual de herbaceas	63,00	12,00	756,00
TUBERÍA DE DRENAJE (consistente en excavación e instalación de 15 m l de tuberia de 250 de Ø entroncada en bloque de infiltración, incluyendo relleno de arena y material apto.	15,00	45,00	675,00
BALSA PARA ANFIBIOS (consistente en excavación, encachado de piedra en charca y plantación de juncos locales.	1,00	800,00	800,00
VARIOS (nivelaciones, control de calidad SS Gestión residuos)	1,00	2.380,00	2.380,00
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL			**14.321,66**
19% de Gastos Generales + Beneficio Industrial			2.721,11
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA			17.042,77
PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA			3.500,00
(incluida coordinación de SS)			
21% de I.V.A.			4.313,98
PRESUPUESTO TOTAL			24.856,75

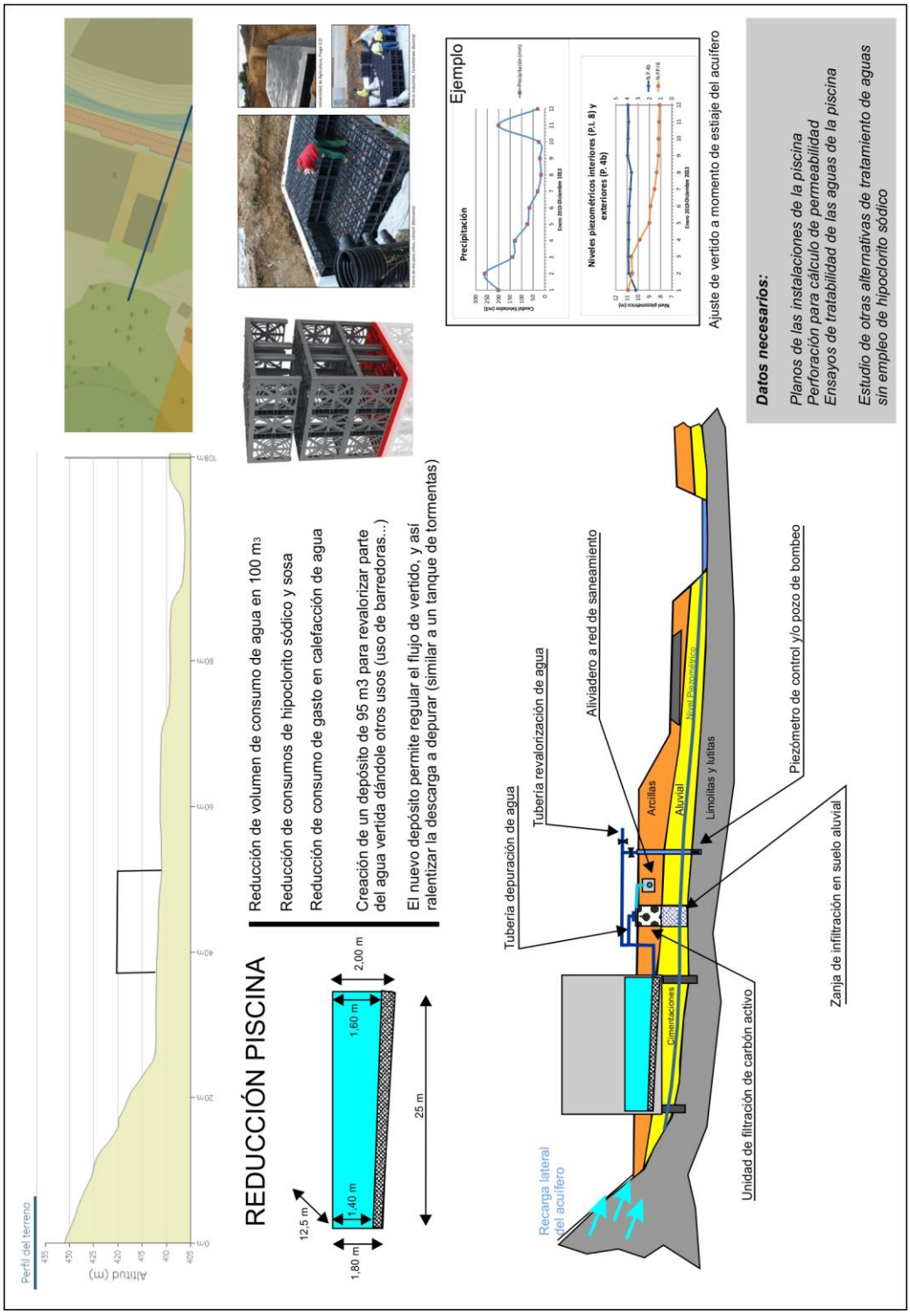
8.4. OTRAS PROPUESTAS ESTUDIADAS

En este apartado se incluyen tres propuestas que han surgido mientras se redactaba el estudio.

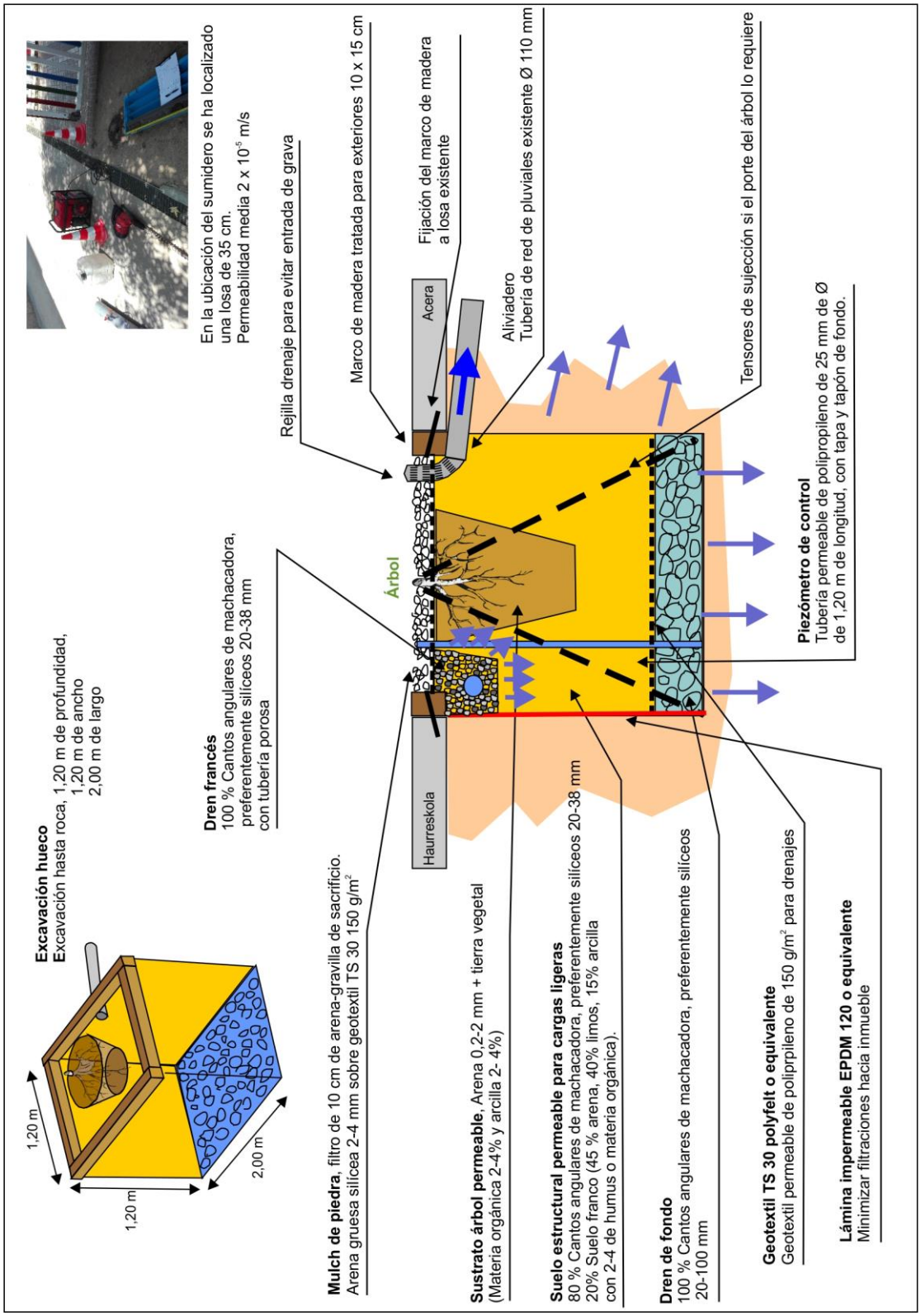
Las propuestas estudiadas han sido:

- Depósito en piscinas municipales. Esta propuesta no se ejecuta ya que no garantiza que un fallo en la depuración sea detectado inmediatamente y detener el vertido.
- Implementación de parking en arroyo Urtatza. No se ha ejecutado por no contar con la titularidad de la parcela.
- Sumidero de infiltración en haurreskola Latxartegi. Ejecutado.

8.4.1. Depósito en piscinas municipales

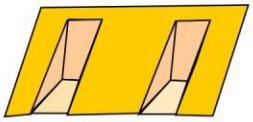


8.4.2. Sumidero de infiltración en haurreskola de Latxartegi

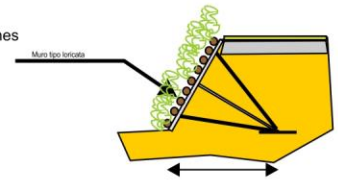


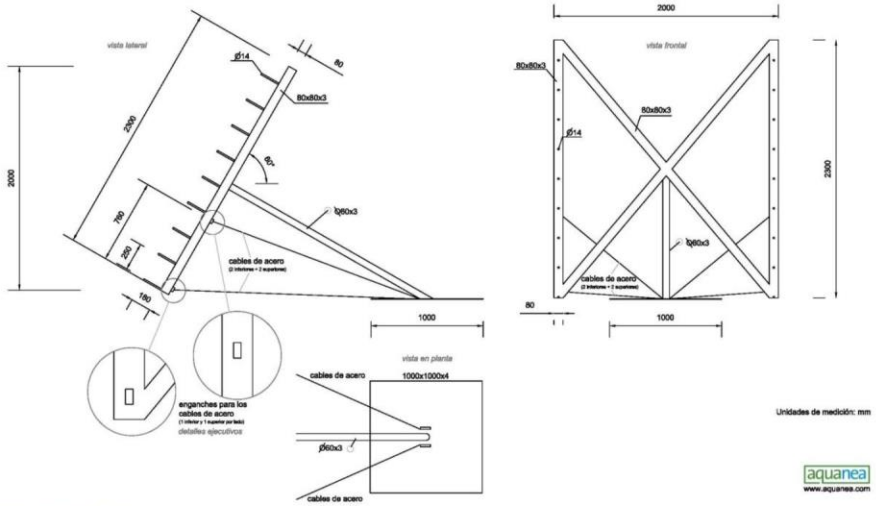
8.4.3. Implementación de parking en arroyo Urtatza

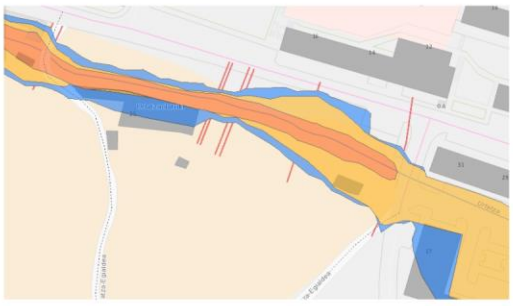
Muro permeable tipo loricata

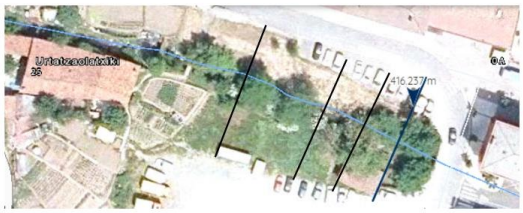


La excavación del talud se limita al hueco para introducir la placa, equivale a una excavación por bataches. Dada la presencia estacional de agua en el talud se introducirían drenes para mejorar la circulación del agua en aras de mejorar estabilidad.
La aplicación de vegetación supone introducir pequeñas bombas de achique para secar el talud y estabilizarlo.

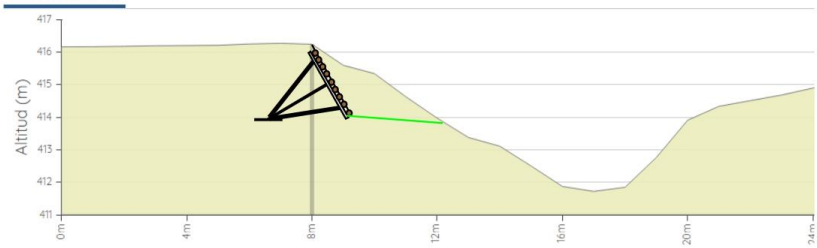






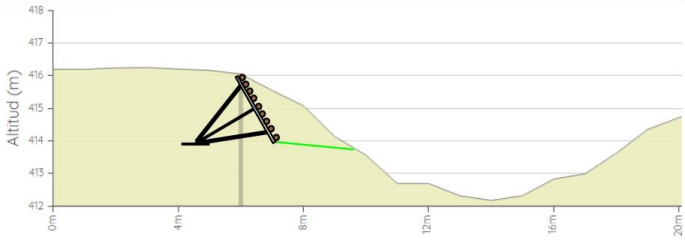


Perfil del terreno



Longitud total: 33m

Perfil del terreno

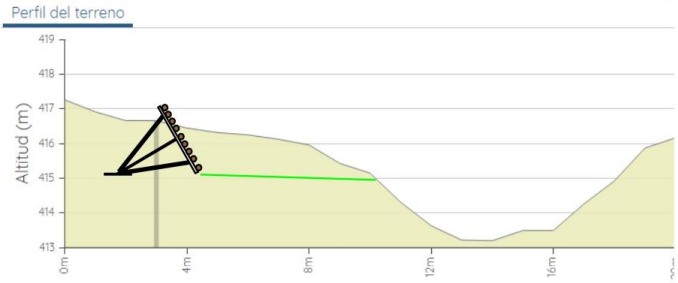


Longitud total: 33m

Perfil del terreno

Longitud total: 33m

Perfil del terreno



Longitud total: 36

9. IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS AMBIENTALES

En esta fase final del estudio se proponen actuaciones no ejecutivas, es decir, se proponen actuaciones que permitan implementar acciones que promuevan la laminación y depuración del agua.

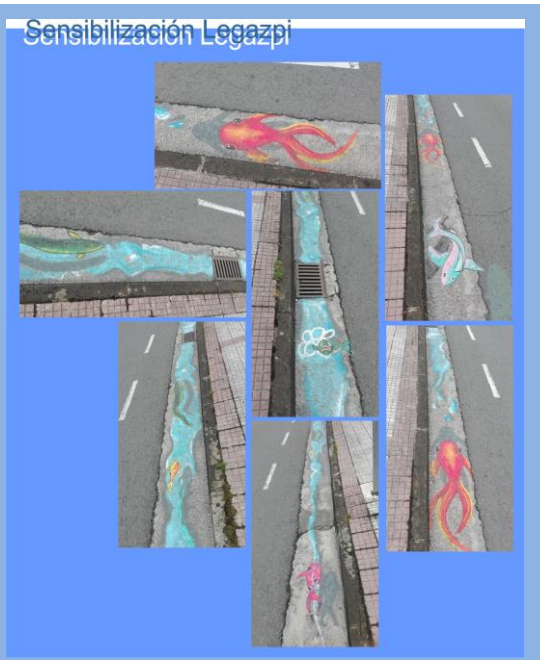
Estas actuaciones se suelen llamar no estructurales ya que no implican obra, implican concienciación y participación.

El desarrollo de políticas ambientales es un elemento complementario y coadyuvante con la realización de SUDs. Entre estas posibles iniciativas estarían:

Campañas de sensibilización y educación ambiental. En el transcurso de este proyecto se han realizado dos charlas de divulgación y se ha visto una buena acogida tanto en el foro ciudadano como en miembros técnicos y políticos del ayuntamiento.

La receptividad ha sido tan positiva que se ha generado la primera campaña de concienciación basada en dibujos de visibilización en sumideros de Legazpi, construcción del primer sumidero de infiltración en Latxartegi Eskola y la redacción del primer proyecto de cubierta verde en un área de juegos infantiles en Laubide.

Acta gráfica de foro de participación ciudadana de Legazpi.



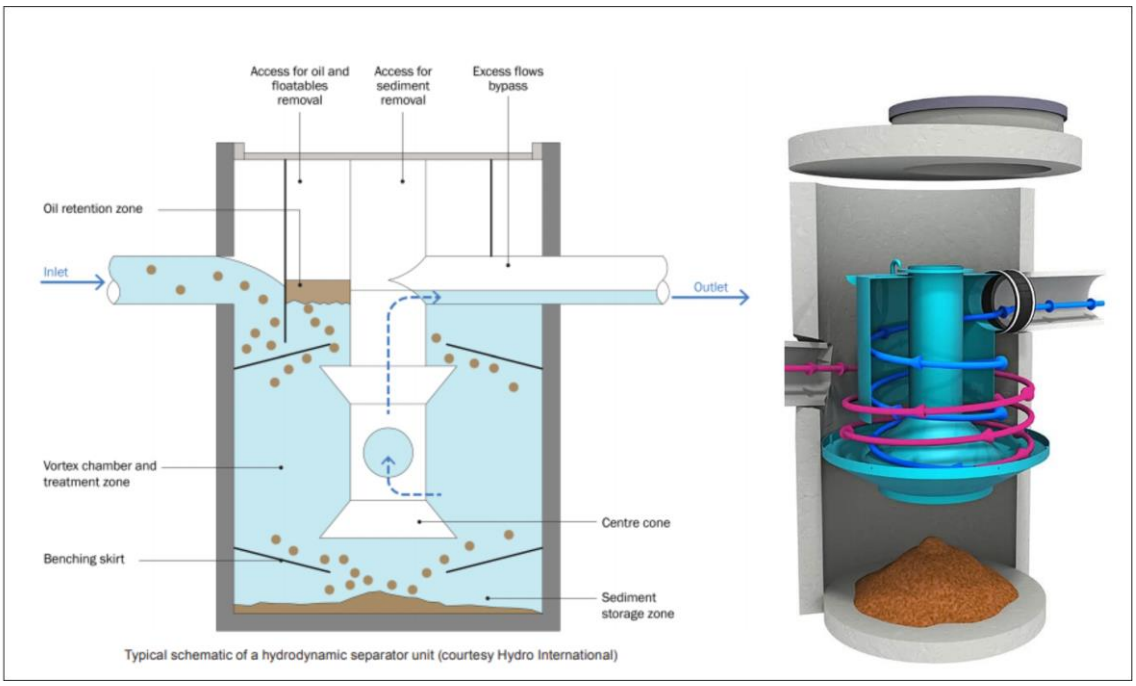
Campaña de visibilización del ciclo del agua en Legazpi

Diferentes métodos de campañas de sensibilización

Potenciación de SUDs de laminación y retención para poner en valor el agua. En este sentido la creación de bonificaciones, como por ejemplo en la licencia de obra, para impulsar elementos como cubiertas verdes y azules u otros SUDs, podría ayudar a compensar el beneficio que obtenemos todos de este tipo de obras

Limpieza y mantenimiento. Recordar a todas las personas el papel que juegan todas las infraestructuras relacionadas con el agua para la conservación del planeta. El adecuado

mantenimiento de arquetas desengrasadoras y desarenadoras y políticas de limpieza en los vertidos que se realizan habitualmente en sumideros de la red de pluviales, forman parte integrante en un adecuado ciclo del agua. En este sentido cobra especial interés visibilizar los sumideros que vierten directamente al río Urola o afluentes para concienciarnos de los impactos que podemos generar. Resulta de interés sustituir los sumideros convencionales por arquetas desengrasadoras y desarenadoras como son las arquetas de vortex hidrodinámico. Estas soluciones pueden resolver los impactos generados por aparcamientos en hilera.



Typical schematic of a hydrodynamic separator unit (courtesy Hydro International)

Reducción de contaminantes (Sales, herbicidas, fungicidas, finos en obras…). En la sociedad en que vivimos se ha creado una necesidad de que todo esté operativo permanente y esto nos induce al empleo de ingentes cantidades de compuestos perjudiciales para la salud de nuestra red fluvial. En este sentido se debiera establecer una selección de productos con bajo impacto y plantear un uso responsable.

Protocolos de actuación en caso de vertidos. Establecer un protocolo de actuación municipal en caso de vertido en las redes de saneamiento y dotar de medios de actuación a la brigada municipal (barreras absorbentes oleófilas hidrófugas para sumideros, barreras de contención…).

Información y potenciación de sistemas de depuración eficientes en viviendas. Se considera importante potenciar la depuración de las aguas residuales en las viviendas que no están conectadas al colector de saneamiento. En este sentido se adjunta la siguiente tabla sintética de técnicas de depuración editada por el Centro Centa de Sevilla donde se pueden comparar las características y grados de depuración alcanzados por cada tipología de tratamiento.

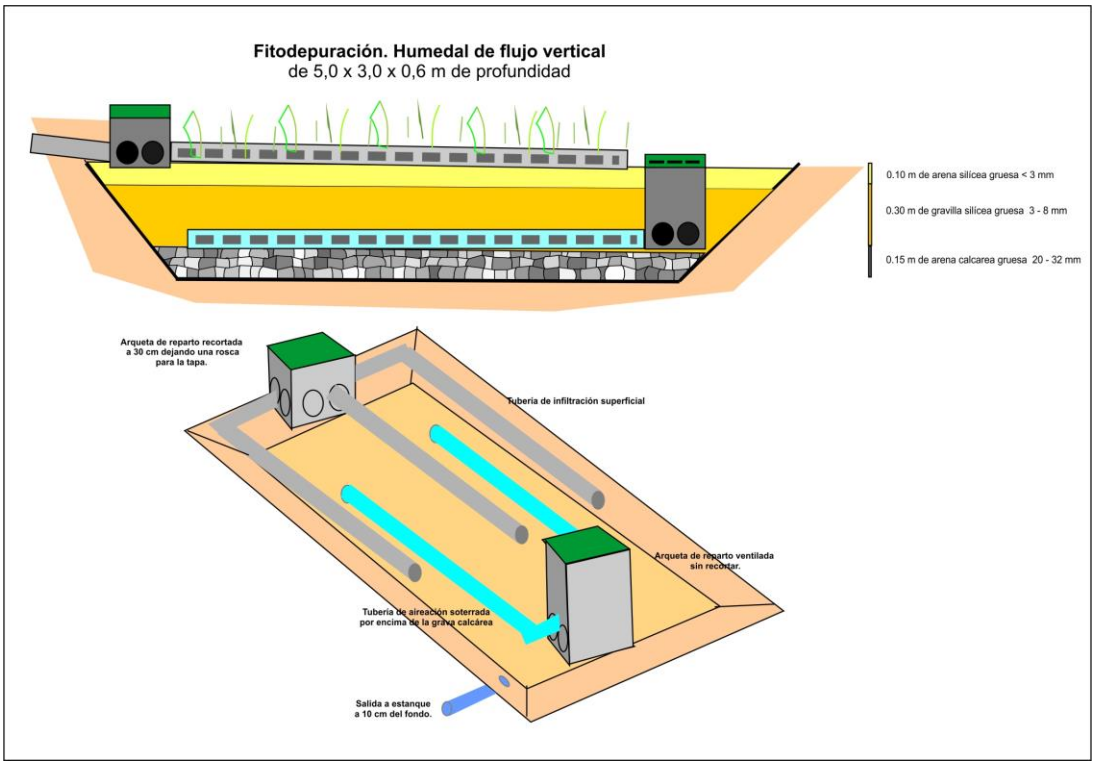
En este sentido se remarca la tecnología que se adapta mejor para los objetivos de tratamiento de pequeños núcleos por su elevada eficiencia, integración, coste y mantenimiento.

Tecnología	Nivel de tratamiento	SS (%)	DBO_5 (%)	DQO (%)	$N\text{-}NH_4^+$ (%)	N_T (%)	P_T (%)
FS o TI	Primario	50-60	20-30	20-30	-----	-----	-----
DP	Primario	60-65	30-35	-----	-----	-----	-----
LA	Secundario (a excepción de los SS) [1]	40-80	75-85	70-80	30-70	40-80	30-60
HFSH	Secundario	90-95	85-90	80-90	20-25	20-30	20-30
HFSV	Secundario con nitrificación	90-95	90-95	80-90	60-70	60-70	20-30
FT_m	Secundario con nitrificación	85-95	90-95	80-90	85-95	15-20	70-80
FIA	Secundario con nitrificación	90-95	90-95	80-90	70-80	40-50	15-30
FIAr	Secundario con nitrificación	90-95	90-95	80-90	70-80	40-50	15-30
IP	Secundario con nitrificación	90-95	90-95	80-90	70-80	40-50	15-30
CBR	Secundario o Secundario con nitrificación [2]	85-95	85-95	80-90	60-80	20-35	10-35
LB	Secundario o Secundario con nitrificación [2]	85-95	85-95	80-90	60-80	20-35	10-35
AP	Secundario con nitrificación o Secundario con eliminación de N_T [2]	85-95	85-95	80-90	90-95	80-85	20-30
SBR	Secundario con nitrificación o Secundario con eliminación de N_T [2]	> 90	> 90	80-90	90-95	80-85	55-65
MBBR	Secundario o Secundario con nitrificación o Secundario con eliminación de N_T [2]	85-95	85-95	80-90	90-95	70-80	20-30

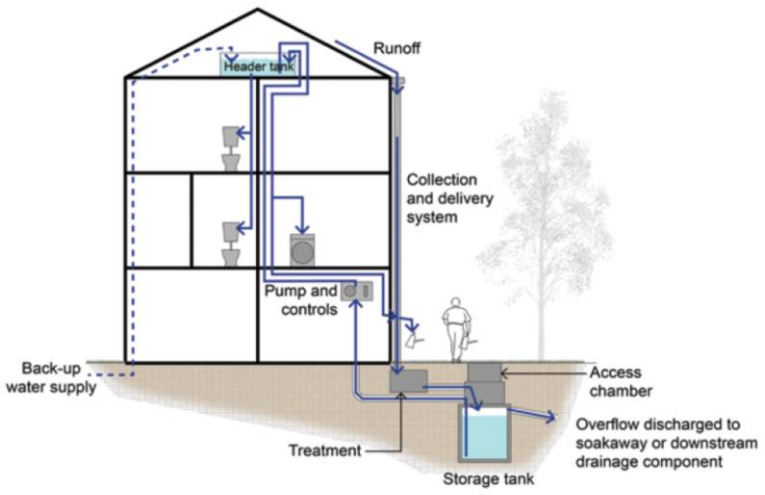
HFSV Humedal artificial de flujo superficial vertical

FS Fosa séptica, TI Tanque Inhoff, LA Lagunaje, HFSH Humedal de flujo horizontal, FT Filtro de turb
FIA Filtro intermitente de arena, CBR Contactor biológico rotativo, LB Lechos Bacterianos, AP Aireción Prolongada
SBR Reactores secuenciales en modo Batch, MBBR Sistema de biomasa fija sobre lecho movil

Requerimiento de superficie	Tecnologías
Muy Bajo (< 1 m^2/ habitante equivalente)	AP, LB, CBR, MBBR, SBR
Bajo (1 - 3 m^2/ habitante equivalente)	FIA_r
Medio (3 - 5 m^2/ habitante equivalente)	FIA, FT_m ,HFSV
Alto (5 - 7 m^2/ habitante equivalente)	IP
Muy Alto (> 7 m^2/ habitante equivalente)	LA , HFSH



Potenciación de depósitos de aprovechamiento de agua de lluvia. Potenciar la instalación de depósitos de retención y aprovechamiento de agua de lluvia con lleva en si mismo una doble repercusión, por una parte actúan como elementos de retención y regulación ante lluvias de importancia, y por otra, se reducen los consumos de agua. Estos sistemas ponen en valor el agua de lluvia y en épocas de estiaje pueden ser un aliado que contribuya a ser más resiliente en momentos de escasez.



Typical parts of a pumped rainwater harvesting system

Políticas de protección de acuíferos y suelos;

- Minimizar la cantidad de superficies impermeables dentro de cada cuenca, reduciendo al mínimo la creación, extensión y ampliación de estacionamientos, carreteras y pistas asociados al desarrollo.
- Aplicar las normas para proteger los árboles y otra vegetación autóctona con importantes cualidades de evapotranspiración y reservorios de agua.
- Implementar políticas para proteger los suelos nativos, que eviten la erosión de la tierra vegetal y la compactación de los suelos, complementadas con la aplicación de normas técnicas para evitar la pérdida o la degradación de los suelos y para lograr su recuperación y conservación.
- Cambiar la tendencia de reducir la llanura de inundación en los cursos de agua creando nuevas zonas de amortiguamiento.

Políticas de cuenca

- Limitar la tala total de bosques, haciéndose énfasis en la conservación y manejo sostenible de los bosques y de su repercusión en la dinámica de la cuenca del río Urola. Hacer silvicultura sostenible en los montes públicos.
- Potenciar la realización de más sangraderas en pistas forestales con el fin de evitar la concentración de las escorrentías y aplicar la vegetación (técnicas de bioingeniería) como elementos de ralentización o calmado de la velocidad del agua.
- Facilitar información en los encuentros de participación pública o ciudadana, para la toma consciente de las decisiones sobre el conjunto de políticas sobre la cuenca.
- Potenciar planes y programas eficaces de manejo de la cuenca con sus correspondientes reglamentos ambientales y de zonificación.
- Evaluar periódicamente los efectos ambientales por subcuencas, para garantizar que los efectos acumulativos de todas las actividades económicas de la unidad física, sean sostenibles.

Anexo I

DATOS PRECIPITACIÓN CLASIFICADOS DE LEGAZPI 2008-2017

2008 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	0	7,2	0	13,8	0	10,5	0	0,2	0	0	13,6	33,5		
2	0,2	2,8	0	0,3	0	2,7	0,3	0	0,3	12,5	48,4	6,9		
3	1,4	8,7	16,9	0	0	4,1	0	0	2	13,9	1,3	32,2		
4	3,4	2,9	18,1	0	3,6	0,8	0	0	0,3	0,3	0,7	15,7		
5	2	0	17	0	0	2,4	0	2,4	0	0	44,5	6,8		
6	0	0	0	1,7	0	0	0,6	7,9	0	0	0,2	7,5		
7	0,1	0	1,2	2,7	0,8	3,9	0,8	0,8	0	17,6	3,7	0,4		
8	7,4	0	3,4	0,2	6,5	6,9	0	0,8	0	7,9	0	22		
9	0	0	10,5	1,8	20,7	14,3	0	0	11,1	0,2	0	17,3		
10	0	0	8,8	27,8	11,1	1	0	0	0	0	1,2	27,3		
11	44,8	0	0	9,4	0,2	1,3	0	0	4,5	0	10,9	6,3		
12	1	0	0	3	0	0,6	0,8	3	12,5	0	29,9	0,7		
13	0	0	0	24,3	19,4	3,6	6,1	0,2	5,8	0	0,5	16,6		
14	0,7	0	0	3,4	1,8	0	1,3	15,2	0,2	1,1	5,4	9,6		
15	24,1	0	0,9	0	2,8	0	0	1,1	0	0	0,8	10,6		
16	1,5	0	0	27	2	4	0,1	0,5	0	8,3	3,1	3,2		
17	7	0	2,2	2,3	0,2	25,3	0	0	0	0,2	2,6	15		
18	0	0	16,8	5,9	0,5	0,8	0	0,6	0	0	37,2	2,6		
19	0	0	0,8	6,8	0,7	0	0,2	0,4	0	0	0,9	1,5		
20	0	0,7	0	19	0,3	0	1,8	0	0	0	1,9	0		
21	0	0	45,4	9,8	1	17,6	0	4,7	0	22,3	17,2	0,2		
22	1,3	0	31,7	5,5	5,1	0	0	1,8	0	2	25,5	0		
23	0	0	47,4	1,9	17,2	3,8	0	0,2	0	0	39,5	0		
24	0,2	0	54,8	0	3,7	0	0	0,6	0	0	52,2	0		
25	0	0	6,4	0	4,3	0	0,1	0	0	0	4,5	0,9		
26	0	0,6	25,3	0	0,9	4,3	0	0	0	0	0	9,1		
27	0	7,2	43	0	0,3	0	0	0	0	26,8	0	0,3		
28	0	0	1,7	3,9	3,3	0	0	0	0	33,6	0	0		
29	0	0,2	0	9,1	0,1	0,2	0	0	0,2	32,4	0	1,6		
30	7,7		12,2	4,3	16,2	0	0	0	0	9,5	7,2	0,2		
31	1,8		23,9		55,8		0,8	0		16,5	0	0	Sumatorio	
TOTAL MENSI	104,6	30,3	388,4	183,9	178,5	108,1	12,9	40,4	36,9	205,1	352,9	248	1890	
MEDIAS	6,54	3,79	18,50	8,36	7,14	5,69	1,17	2,53	4,10	12,82	14,70	9,92		
< 5l/m2	13,6	7,2	10,2	25,5	26,5	33,5	6,8	17,3	7,5	3,8	21,4	11,6	184,9	9,78 % Muy baja
5<l< 15 l/m2	22,1	23,1	37,9	60,3	22,7	31,7	6,1	7,9	29,4	52,1	37,1	56,8	387,2	20,49 % Baja
15<l<45 l/m2	68,9	0	192,7	98,1	73,5	42,9	0	15,2	0	149,2	193,8	164,6	998,9	52,85 % Media
> 45 l/m2	0	0	147,6	0	55,8	0	0	0	0	0	100,6	0	304	16,08 % Alta

2009 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1	0,3	0,2	8,7		8			7,5			23,8	10,4			
2		3,1	4,4				1,6		0,4		0,2	4,5			
3			0,3		0,4		0,9		1		6,5	18,1			
4		8	42,9	0,9	0,2	2,8	0,8				16,8	2,3			
5	8,5	6	17,3			2,4	0,8	0,8			75,8				
6		18,2	17,2	6,5		12	0,6	0,3			38,7	3,2			
7	27,4	32,5	7,3	9,3	0,5	0,7		0,3		0,8	35,5	0,2			
8		16,6	5,3		3	0,3		3		14,1	83,8				
9		12	0,3	14,3	31	1,7		1,3		0,8	29,5				
10		40,1		42,9		1,1		0,2		5,9	23,1				
11		52		11,5	0,3	0,3				3	0,2				
12		0,3		1,1						0,8		0,2			
13	26,8				16,6	1,6	1,4					0,7			
14		0,2	0,2	16,2	10,4	16					0,6	12,5			
15				0,2	0,6	0,4			12,8		0,5	0,2			
16				7,5		1,8		0,2	1,4						
17						0,3	4,7	0,3	41,5		1,8				
18	0,1			6		0,5		0,1	81,1						
19	15,8			9,6		0,3			3,2						
20	5,4			0,4				1,7	9,3	6,7		14,4			
21	6,6				0,2				6,7	20,3					
22	4,3	0,2					1,3			5,5		11,1			
23	41,5	0,2								9,9		16,3			
24	15,7		1,3	3,7	27,8	0,5		1,9		0,7		5,5			
25	10,2			10,8	8,5	0,2		3,3		3,8		3,6			
26	89,1			11,6			1,8			0,2	4,8	2,6			
27	33,4		5,3	5,6							0,3	0,6			
28	7,2		6,9	9,4		4,9		1,7			5,2	4,9			
29	3,7		8,1	0,1		0,6	0,3				4,8	1,2			
30			0,3	10,2							42,3	4			
31	2,5										0	4,2	Sumatorio		
TOTAL MENSI	298,5	189,6	125,8	177,8	107,5	48,4	14,2	22,6	157,4	72,5	394,2	120,7	1729,2		
MEDIAS	17,56	13,54	8,39	8,89	8,27	2,55	1,42	1,61	17,49	5,58	20,75	5,75			
< 5l/m2	10,9	4,2	6,8	6,4	5,2	20,4	14,2	15,1	6	10,1	13,2	32,4	144,9	8,38	% Muy baja
5<l< 15 l/m2	37,9	26	41,6	112,3	26,9	12	0	7,5	28,8	42,1	11,7	53,9	400,7	23,17	% Baja
15<l<45 l/m2	160,6	107,4	77,4	59,1	75,4	16	0	0	41,5	20,3	209,7	34,4	801,8	46,37	% Media
> 45 l/m2	89,1	52	0	0	0	0	0	0	81,1	0	159,6	0	381,8	22,08	% Alta

2010 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	1,3	0,2		4	1,5		1,2	1,5			28,1	10,7		
2	9,8		1,9	1,4	11,7		0,6	5,5			0,5	6,5		
3	3,6		3,2		37,3		0,8	1		21		5,6		
4	0,2	3,4	0,9	1,2	38,6			9,1		0,4		0,8		
5	3,3	8	0,8	0,6	4,8	0,4	0,4					2,4		
6	0,2	8,9		2,5	1,3	1,8			9,2		8,5	1,4		
7	2,4			6,7	1,8		0,2		3,4		15,1	2,8		
8	26	9,3	10		4,9	4,8	0,8		1		15,5	5,6		
9	26	8,2	9,5		2,2	5,8				10	53,2			
10		1,7	1,8			11,6				26	19,1			
11			0,5			9,2		0,7		0,8	0,2			
12	7,3	13,1			1,2	7,5	0,4	3,8		0,4				
13	4				3,9	3,5	0,2	6,8				1,6		
14	45,4				14,5	10,3	0,2	3,2			10,7	0,5		
15	0,1				17,5	25,2		1,8	0,5		19			
16	6,5	1			0,7	88,4			6,5		1,3			
17	0,1	3,4				0,4	0,2		0,9	3,6	4,6	12,7		
18		13,2				2			0,6	4,2	0,3			
19	3,7	7,9	0,6			20,3					1,3			
20	0,4	0,2	1			0,6				1	10,1	1,9		
21		0,6		6,6			1				56,3	5,4		
22	5,4	0,2		8,9			1,2				10,5	22,8		
23	5,5						0,2	1,6	4,7	1,5	1,6	26,7		
24	15,2		4,2		4,8			0,1	11,7	20,5	1,5	18,5		
25		0,6	1,6		0,1				13,2	0,5	26,9	0,3		
26			7,1		0,8				0,6		2,7			
27	0,1		9,9		0,8			0,3			0,8			
28	12,7		15,5		0,4						0,8			
29	36,2		0,9	5,9			1,7		0,9	11				
30	62,5			8,7	0,2					5,7	0,4			
31	7,2		4,3				0,1			43,7			Sumatorio	
TOTAL MENSI	285,1	79,9	73,7	46,5	149	191,8	9,2	35,4	53,2	150,3	289	126,2	1489,3	
MEDIAS	11,88	4,99	4,34	4,65	7,45	12,79	0,61	2,95	4,43	10,02	12,04	7,42		
< 5l/m2	19,4	11,3	21,7	9,7	29,4	13,5	9,2	14	12,6	12,4	16	11,7	180,9	12,15 % Muy baja
5<l< 15 l/m2	54,4	68,6	36,5	36,8	26,2	44,4	0	21,4	40,6	26,7	39,8	46,5	441,9	29,67 % Baja
15<l<45 l/m2	103,4	0	15,5	0	93,4	45,5	0	0	0	111,2	123,7	68	560,7	37,65 % Media
> 45 l/m2	107,9	0	0	0	0	88,4	0	0	0	0	109,5	0	305,8	20,53 % Alta

2011 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1		0,9	12,8		6,4			1,3	3,2		0,2	13,4		
2	2,7	0,8	2,6	0,4	1,6		0,6		1,8			15,1		
3			3,8	10,8	4,6		0,2		15,4		1,6			
4	0,6								0,8		11,3			
5						4,6			0,6		93,8	0,1		
6					5,3	35,4		4,8		6	105,4	4,6		
7					8,7	4,4		0,7		10,4	10,3			
8	3							0,7		2,6	0,3			
9	1,8			1,3		2	0,6							
10	6,1			10,1		1,9								
11	9,1			2,3	10,5		17			0,3				
12	3,2			0,5		0,2	11,4					4,6		
13		8,4							1,7		0,2			
14		3,2	1,3		8				0,2		4,4	0,2		
15		4,4	63,4		0,9	0,4	0,2		1,7					
16	0,3	1,2	28,7			0,2	8,4		1,2			19,2		
17		0,2	13,5			0,2	0,7	1,5	17,3			53		
18		6,2				0,2	12,5	12	3,8	0,8		17,7		
19	2,4	0,2					6,5		0,2	16,5		3		
20		8,2		0,2			2,1	0,1				2,8		
21		57,9			0,5	0,6	0,7	9	0,2			14,7		
22		43,2				0,2	1,4	0,2			1,2	0,2		
23		2,8		7,2			8,6	1,8	0,7			5		
24		0,2		42,7	0,2		6,8	0,3	0,3	1,2				
25		2,7		1,4	0,4		4,6	4,2						
26		11,3	2,8		1,7		2,4							
27		38,1	19,5			1,7	0,9			18,8				
28	3	12,2	7,2			2,5						13,1		
29	2		9,5	1	0,4	0,2						7,8		
30	3,5		1,3	4,5	32,5							0,2		
31					3,4			4		10,2		1	Sumatorio	
TOTAL MENSI	37,7	202,1	166,4	82,4	85,1	54,7	85,6	40,6	49,1	66,8	228,7	175,7	1274,9	
MEDIAS	3,14	11,23	13,87	6,87	5,67	3,65	4,76	3,12	3,27	7,42	22,87	9,76		
< 5l/m2	22,5	16,6	11,8	11,6	13,7	19,3	14,4	19,6	16,4	4,9	7,9	16,7	175,4	13,76 % Muy baja
5<l< 15 l/m2	15,2	46,3	43	28,1	38,9	0	54,2	21	0	26,6	21,6	49	343,9	26,97 % Baja
15<l<45 l/m2	0	81,3	48,2	42,7	32,5	35,4	17	0	32,7	35,3	0	52	377,1	29,58 % Media
> 45 l/m2	0	57,9	63,4	0	0	0	0	0	0	0	199,2	53	373,5	29,30 % Alta

2012 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	4,8	2					0,6				11,2	0,3		
2	0,6	3,5							15,7		0,2	3		
3	1,9	16,8	1,7	3,5	11,4	0,3			1,3		2,8	16,9		
4	4,3	2,2	12,7	0,5			0,4	0,9			10,1	52,8		
5	19	2,9	3,8	4	7,2		0,8	9			2,2	14,6		
6	0,9	6,5	6,5	17,2	2,3					0,4	12,2	1,2		
7	0,6		4,7	2,7	12,3	0,5					0,5	21,7		
8	0,8	2,6	0,4	0,7	4,1						4,5	15,5		
9	0,1					3,3	2,2		0,4		7,3			
10				6,3		3,7	1		10	0,8	4,5	1,1		
11				5		14,2			2	18	13,9			
12				8,2	0,5	5,4	1		7,2	3,6				
13		16		13,1			1,8		0,7	2,2		3,3		
14		20,5		22,5						12,3		19,3		
15	0,4	13,5		42,3			0,2			3,7				
16	1,3	0,9	4,1	0,3						2,6		2,8		
17	0,2		2,5	4,9	0,2	0,4					4,1	0,4		
18	2	2,7	9,5	20,2	2,3	10,8			3,9	24,4	13,7	2		
19	8,1	1,4	5,9	25,4	12,6				0,2	23,3				
20	5,3		6,2	3,5	30,7		0,2			20,1	3,9			
21	6,2		10,1	5,3	38,7					9,6	0,2	0,4		
22	2,5				2,4					2		0,2		
23	3			15,1					2					
24	0,3			5,3					2,1	0,3	2	0,2		
25	0,2			4,5				0,5	12,3	2,1	18,5	1,1		
26	5,9			0,7			18,2		1,6	5,2	8,9			
27	5			9,2						26	37,6	0,2		
28	13			19,8		0,6	0,4				63,3			
29	15,8			4,7			0,4	0,9	13,7		14,8	1,7		
30				4,1		0,7		2,1	1,3					
31	14,1							0,2				4,1	Sumatorio	
TOTAL MENSI	116,3	91,5	68,1	249	124,7	39,9	27,2	13,6	74,4	156,6	236,4	162,8	1360,5	
MEDIAS	4,65	7,04	5,68	9,58	10,39	3,99	2,27	2,27	4,96	9,21	11,26	7,75		
< 5l/m2	23,9	18,2	17,2	34,1	11,8	9,5	9	4,6	15,5	17,7	24,9	22	208,4	15,32 % Muy baja
5<l< 15 l/m2	52,6	20	50,9	47,4	43,5	30,4	0	9	43,2	27,1	92,1	14,6	430,8	31,66 % Baja
15<l<45 l/m2	34,8	53,3	0	162,5	69,4	0	18,2	0	15,7	111,8	56,1	73,4	595,2	43,75 % Media
> 45 l/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63,3	52,8	116,1	8,53 % Alta

2013 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1		33,1		0,7	9,2	1,3				1,9	8,9				
2		26		5,2		0,9				0,4	2,2				
3	0,3	2,7		8,1			0,8	0,6		7,9	7,2				
4		9,9	0,4	19,6				0,1		4,3	52	0,9			
5		33,8	0,2	38,7				0,7	1,9	5,8	8,4				
6		49,1		1,9	0,2	4,1		0,2	1,7	0,8					
7		42,4	2,9	2,1		22,1		9,6	3	0,2					
8		37,7		4,8	3,7	44		4,8	1,8		5,8				
9	7,1	15,2		3,8	12,4	42,5			0,1		4,3				
10	0,8	13,9				0,2			3,8	1,4	25,4				
11		44,6	23,1	2,9						2,5	7,1				
12	25,4	64,2	13,2	0,5		0,7		0,7	0,3		15,1				
13	25,5	22,5	30				1,9				6,6	7,9			
14	79,6	3,2	19,5	0,7	15,1				5,3	2,2	34,7				
15	68,3				6,3				0,1	0,2	27,1				
16	50,5	2,3			4,1		1,5		7,2	1	6,4				
17	28		5,4		10,7	2,1			0,2		9,2				
18	23,3		0,5	2,4	44,3	28,2		0,3	2,8		25,1	8,2			
19	23,3		3,6	3,8	9,2	4,5		0,7	0,6		31,8	26,7			
20	23,3	0,3	0,2		2,2	6,5	0,6				44,9	4,2			
21	3,4				1,3	1					30,8				
22	17,2			0,3	13,5	0,3	18,3			0,9	17,7				
23	65,7	15	0,7		3	3,9	1,4	0,4			10,2	0,5			
24	17,6	15	1,2		2,9		1,2	0,4			5,1	12,5			
25	12,3	15	20,8	1,3	3		1	2,2		9,8	1,8	18,5			
26	8,9	14	11,8	15,4	0,2		0,4	6,2				3,6			
27	28,6		13,6	10,5	14,2			0,3				8,6			
28			3,7	2,5	15,3		5,9			1,2					
29			14,5	21,5	9,9				6,7	7,3		0,2			
30			12,1	5,4	13,2						10,2				
31			18		14,9					0,2		0,5	Sumatorio		
TOTAL MENSI	509,1	459,9	195,4	152,1	208,8	162,3	33	27,2	35,5	48	398	92,3	2321,6		
MEDIAS	26,80	23,00	9,77	7,24	9,49	10,82	3,30	1,94	2,54	2,82	16,58	7,69			
< 5l/m2	4,5	8,5	13,4	27,7	20,6	19	8,8	11,4	16,3	17,2	8,3	9,9	165,6	7,13	% Muy baja
5<l< 15 l/m2	28,3	37,8	70,6	29,2	113,5	6,5	5,9	15,8	19,2	30,8	85,1	37,2	479,9	20,67	% Baja
15<l<45 l/m2	212,2	255,3	111,4	95,2	74,7	136,8	18,3	0	0	0	252,6	45,2	1201,7	51,76	% Media
> 45 l/m2	264,1	113,3	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	429,4	18,50	% Alta

2014 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1		25,9	46,2		5,5	0,8	3,2	0,8				33,2	
2	0,7	0,9	17,5	0,2	2,6		1,5	4			1	0,7	
3	0,3	1,6	58,4	12,9	0,3	0,4	59	6,5	1,7		25,1	0,3	
4	9,5	6,9	28,5	1,1		1,5				4,1	42,3	0,2	
5	2,1		7,5	0,3						0,9	9,1	12,9	
6		8,4				0,4	10,5			0,3	3	43,2	
7		3,5		1,4			2,8		8,2		1,7	12,3	
8		3					3	0,7		1,4		43,3	
9		26,3				1,2	0,5				2,7	2	
10		29,4		4,5	3,3	0,7	0,8	0,3		4,5		7,4	
11		7,6			0,2		0,3	0,7	1,1	0,8		0,4	
12	4,3	0,2			0,6		0,4	12,8				10,5	
13	10,1				2		0,8	4,3	1,1	2,2		9,5	
14	10,8								6,2	0,4	4	9,8	
15	3,4							0,4		1,2			
16	2,6								4,5		34,9	18,7	
17									14,8		1,7	10,1	
18	7,1	4	0,3					0,2	2,9		0,2	1	
19	5,2	1,6		4	14,5		4						
20	21,7	8,7		13,8	7,8	16,8	1,8	0,2	0,8			0,1	
21	13,5	2,8	2,4	8,3	3,5				13,2	2,1		0,1	
22	41,7		8,5	0,4	3,3	2,4		2					
23	12,4		17,5	9,8	13,2	2					1,1		
24	43,8		19,7	6,3	3,7	3	7,8				0,9	1,9	
25	33,2	10	74,8	7,5	5,4		0,5				5,7	3,5	
26	8,9	10,2	41,9		1,2	1,9		0,4			1,6	3,1	
27	21,6	16,2		4,4	2,6				1,2			25,2	
28	2,4	35,1		3,5	5,7	5,5	4,2		0,3		9,1	21,5	
29	21,8			2,3	8		1,8	0,4	5,7		12,5		
30	27,3			5,4	6,1				4,8		12,5		
31	2,5				6,1								Sumatorio
TOTAL MENSI	306,9	202,3	323,2	86,1	95,6	36,6	102,9	33,7	66,5	17,9	169,1	270,9	1711,7	
MEDIAS	13,34	10,65	26,93	5,06	4,78	3,05	6,05	2,41	4,75	1,79	9,39	11,29		
< 5l/m2	18,3	17,6	2,7	22,1	23,3	14,3	25,6	14,4	18,4	17,9	17,9	13,3	205,8	12,02 % Muy baja
5<l< 15 l/m2	77,5	51,8	16	64	72,3	5,5	18,3	19,3	48,1	0	48,9	72,5	494,2	28,87 % Baja
15<l<45 l/m2	211,1	132,9	125,1	0	0	16,8	0	0	0	0	102,3	185,1	773,3	45,18 % Media
> 45 l/m2	0	0	179,4	0	0	0	59	0	0	0	0	0	238,4	13,93 % Alta

2015 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1		26,2	0,7	0,3	0,3	0,2	0,4	0,9	2,5	14,5					
2		12,5	6,2			1	0,2		12,1	2,2	3,6				
3	0,1	10,3	6			0,3	0,2	0,3	5		0,2				
4		5,7	13,4	1,8	1,3	0,2		1,3							
5		18,6	0,7	2,2					0,2	0,4					
6	0,2	3,3						0,1		11					
7	0,2							2,1		0,9					
8								0,7		0,5		2			
9						1,8			0,3			0,3			
10	0,3			0,3		19,4									
11	3			0,2		32,1				0,7					
12	0,2					6,7		3,2	0,2	7,3					
13		6	12,3			26,8		0,8	0,2	1					
14		23,5	29,1		10,3	3,1		0,5	0,4						
15	5,6	29,7	4,1	1,4	22,9	3,7		4,4	3,5			0,2			
16	17,8	22,5	0,3	19,8	4,3	0,4	5,3		3,2						
17	2	24,6	1,2	6,3			2,6		2,6	1,8					
18	6,5		5,5	16,5	0,3	0,1	0,3			0,4					
19	18,1		0,3	9,2	7,5	0,3				4,9					
20	1,1	6,3	7,1		13,3		2,7			1	1,4	0,2			
21	25,2	36,2	7,6		0,5		5,5		1,1	0,2	45,1				
22	26	19,5	5					45,7	8,9		28,3				
23	15,6	17	33,4		0,8		0,6		5,5		3,3				
24	2,4	33,9	7,9		2,5		3,2				32,2				
25		65,8	11,3	3,8	1,9		2,9				47,5				
26	11,7	35,1	10,2	19,8	0,8					9	7,8				
27	2,5	12,4	5,2	13,9			0,6			0,9	5				
28		2,3	0,4		0,2		0,3			4,8	6				
29	54									0,8					
30	111,5			3,9			1,4	7,2		0,3	0,1	1,1			
31	42,2		2,1				1,1	16,1				3,1	Sumatorio		
TOTAL MENSI	346,2	411,4	170	99,4	66,9	96,1	27,3	83,3	45,7	62,6	180,5	6,9	1596,3		
MEDIAS	16,49	20,57	7,73	7,10	4,78	6,86	1,82	6,41	3,26	3,30	15,04	1,15			
< 5l/m2	12	5,6	9,8	13,9	12,9	11,1	16,5	14,3	14,2	20,8	8,6	6,9	146,6	9,18	% Muy baja
5<l< 15 l/m2	23,8	53,2	92,7	29,4	31,1	6,7	10,8	7,2	26,5	41,8	13,8	0	337	21,11	% Baja
15<l<45 l/m2	144,9	286,8	62,5	56,1	22,9	78,3	0	16,1	0	0	60,5	0	728,1	45,61	% Media
> 45 l/m2	165,5	65,8	0	0	0	0	0	45,7	0	0	92,6	0	369,6	23,15	% Alta

2016 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1			2,1	3,1						5,5					
2	4,2	6,3	32,2				0,5								
3	14,9	10,7	6,9	3,3											
4	12,7	0,8	37,5	18		0,8	11,8	2,4		0,4	0,8				
5	4,5	0,7	48,9	6,2						0,4	28,9				
6	1	9,3	22,3	2,1							18,5				
7	9,2	3,3	14,1	25,6			2,7		4,1		15,5				
8	4,3		5,2	12,2	11,3		0,2	1,3	7,2		21,3				
9	4,1	34,6	54,6	2,4	0,3	0,4			15,3		2,6				
10	3,7	11,6	25,4	0,3	0,3						0,1				
11	0,2	5,6	2,2	1,9			2,9				3,7				
12	2,5	48,3		5,2	3,8	0,4	1,6			5,1	8,2				
13	4,7	12,3	1,8		6,4	0,7	0,3		4	22,2	8,9				
14	17,1	46,9	0,2	2,4	2,9	14,1			9,4		0,2				
15	23,3	12	0,3	3,7		15,9		4,9	29,4						
16	7,5	4,3	6	10,4		3,5		0,5	12,6	0,2		2,4			
17	2,2	7	1,3	2,2		15,6		0,4	14,5	5,1	0,1				
18	7	7		0,4		6			2,3		0,5				
19				1,8	2,7				3,9	0,2		4			
20			7,3	0,6			0,8	4,5	0,2		4	3,1			
21	0,6		0,5	0,4	9,7		0,7				3,7	4,6			
22	0,3	0,8			7,8		1,1				34,8	0,2			
23				1,4			2,8			1,5	56,7	1,8			
24		2,4		5,8	2,8	1,4	0,3			3,1		0,2			
25		7,5	0,3			0,4	0,3		0,3			0,2			
26		19,7	6,3		3,3		0,2		0,2						
27		130	1,8		0,3			0,3	5,7						
28	6	26,8	4,5		7,2			1,7			0,2				
29	0,2	0,4	0,3	0,8	0,7			0,5							
30				12	2,9		1,6								
31	1,1		33,6				2,2						Sumatorio		
TOTAL MENSI	131,3	408,3	315,6	122,2	62,4	59,2	30	16,5	109,1	43,7	208,7	16,5	1523,5		
MEDIAS	5,97	17,75	13,15	5,31	4,16	5,38	1,88	1,83	7,79	4,37	11,59	2,06			
< 5l/m2	33,6	12,7	15,3	26,8	20	7,6	18,2	16,5	15	5,8	15,9	16,5	203,9	13,38	% Muy baja
5<l< 15 l/m2	57,3	89,3	45,8	51,8	42,4	20,1	11,8	0	49,4	15,7	17,1	0	400,7	26,30	% Baja
15<l<45 l/m2	40,4	81,1	151	43,6	0	31,5	0	0	44,7	22,2	119	0	533,5	35,02	% Media
> 45 l/m2	0	225,2	103,5	0	0	0	0	0	0	0	56,7	0	385,4	25,30	% Alta

2017 PRECIPITACIONES MEDIDAS l/m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	0,2			21,2	0,4	3,9	1,4	0,2	1	2,2		11,2	
2		2,7		11,8	1,1	5,2			0,6	2,5		16	
3	0,2	7,6	8,9			9,8			0,6			16,5	
4		3	1,6	3,3		11		0,2			7	3,3	
5		14	3,6	1,2	2,3	0,8		1,6	1,5	0,3	30,9		
6		11,7	1,5		0,2	1,3		2,2	1,8	0,7	6,5		
7		32,3	4,5				0,8	0,4			13	0,2	
8		13,1				3,2	1,8	3,8	0,6		29,4	11,7	
9	18,3						26,7	1,8	26		7,5	9,6	
10	70,5				14,8		0,4	3	6,3		11,9	13,7	
11	6,5	3,4	24,1			0,2			6		8,5	10,3	
12	23,3	3,7	23,4		1,8						7,8		
13	29,2	3,5	5,5						0,4		2,5	12,2	
14	26,2					0,8	0,4		3			10	
15	50,3					0,4			7			27,5	
16	30,9							0,2	0,4			21,7	
17					17		0,6		4,4	1,5		3,6	
18					9,2		28		5,4	7,2		8,9	
19						0,2	1,2		0,2			0,2	
20							2,6						
21			3,7				0,2			1,3			
22	0,2		4,9							1,8			
23		2,7	0,3				2,8			0,2		1,5	
24		2				0,4	10,3	0,4			2		
25			27,8	14,9		5,4		0,5	1,5		17,5	5,7	
26	0,3		0,2	0,9	10,2	8,5		0,5	1,6		4	13,2	
27	1			0,8		7,5		9,7		0,4		35,9	
28		11,2			7,3	18,4		10,4		0,9	5,9	33,9	
29	0,2				1	3,9				3,9	19,1	8,6	
30			0,1	13,6		13,5		28,2	1,7	0,2			
31			7,1				0,2	2,3				16,2	Sumatorio
TOTAL MENSI	257,3	110,9	117,2	67,7	65,3	94,4	77,4	65,4	70	23,1	173,5	291,6	1413,8
MEDIAS	18,38	8,53	7,81	8,46	5,94	5,24	5,53	4,09	3,68	1,78	11,57	12,68	
< 5l/m2	2,1	21	20,4	6,2	6,8	15,1	12,4	17,1	19,3	15,9	8,5	8,8	153,6	10,86	% Muy baja
5<l< 15 l/m2	6,5	57,6	21,5	40,3	41,5	60,9	10,3	20,1	24,7	7,2	68,1	115,1	473,8	33,51	% Baja
15<l<45 l/m2	127,9	32,3	75,3	21,2	17	18,4	54,7	28,2	26	0	96,9	167,7	665,6	47,08	% Media
> 45 l/m2	120,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120,8	8,54	% Alta

Anexo II

MAPA SINTÉTICO

SUDS LEGAZPI

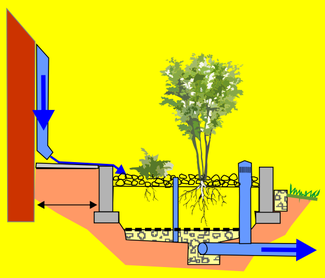
LEGAZPIKO UDALA

Gestión de las aguas en origen

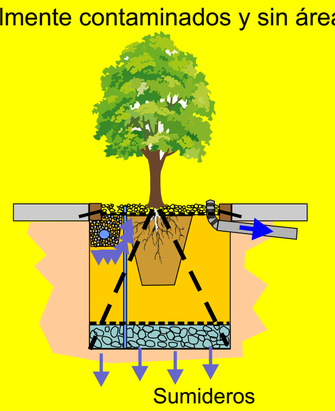
POTENCIACIÓN DE SUDS POR ZONAS

Zona para potenciar Suds de infiltración

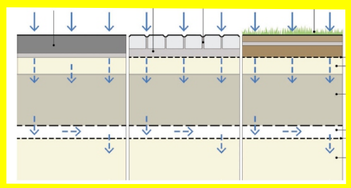
Acuífero aluvial sin suelos potencialmente contaminados y sin áreas de inundación para T 500 años



Jardines de lluvia



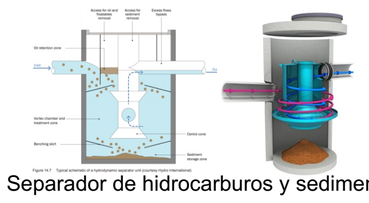
Sumideros



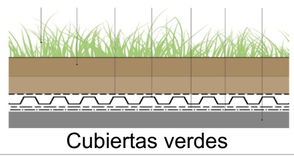
Pavimento poroso

Zona para potenciar Suds de laminación y retención

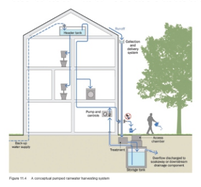
Suelos potencialmente contaminados y áreas de inundación para T 500 años

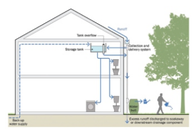


Separador de hidrocarburos y sedimentos

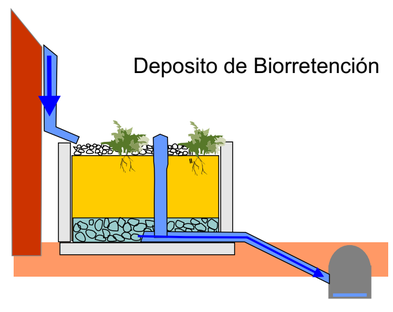


Cubiertas verdes

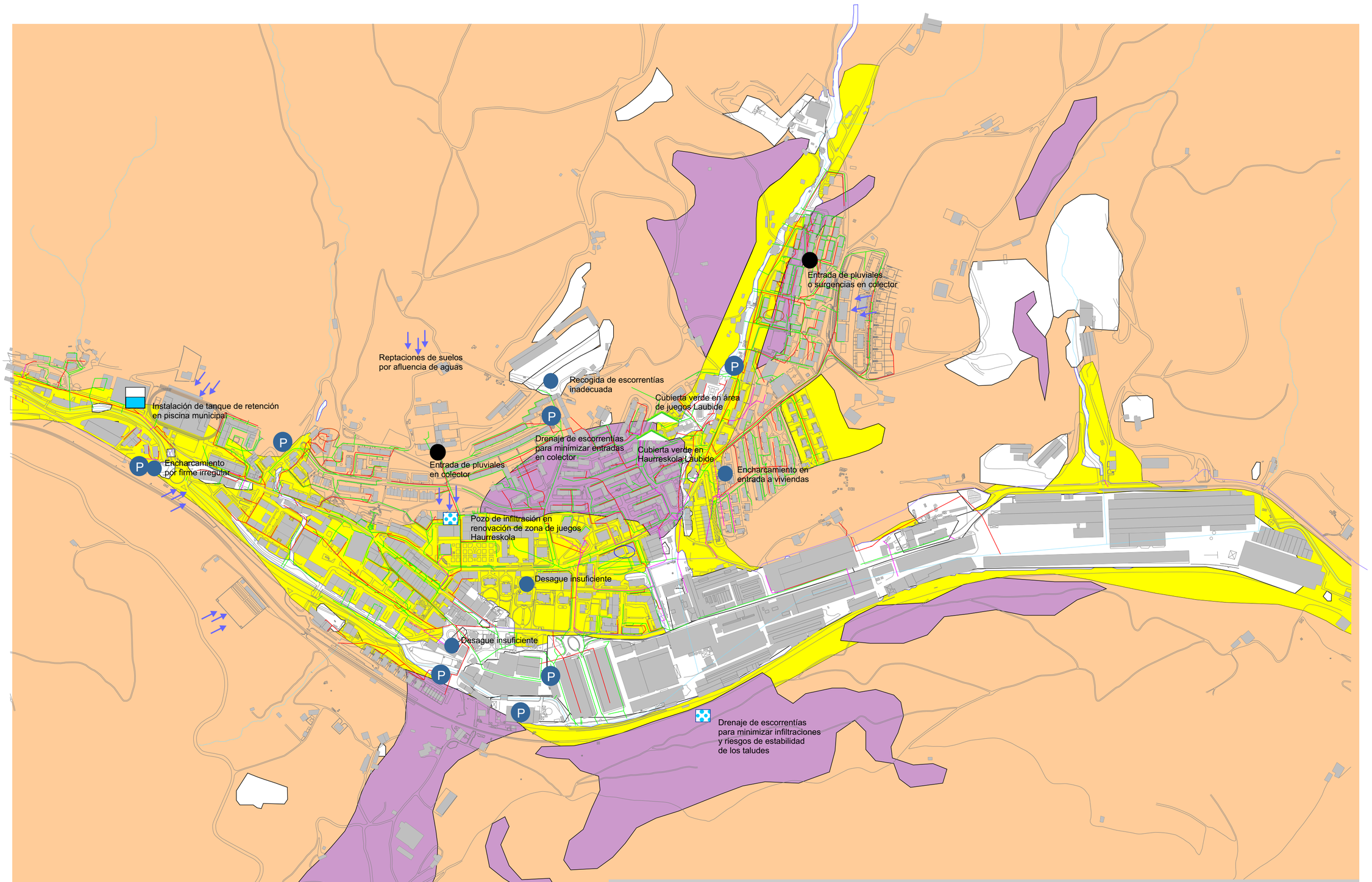




Sistemas de recuperación de agua



Deposito de Biorretención



OTRAS ZONAS DE LEGAZPI NO REPRESENTADAS EN ESTE PLANO

- Núcleos rurales sin sistema de depuración (Telleriarte, Brinkola, ...)
- Entrada de aguas superficiales o de lluvia en saneamiento en barrio de Brinkola
- Encharcamiento de campa en refugio de Lakiola

LEYENDA

- Red de saneamiento unitaria
- Red de aguas pluviales
- Red de aguas fecales
- Colector conectado a EDAR
- Puntos negros saneamiento
- Puntos conflictivos red de pluviales
- Puntos críticos de seguridad y red de drenaje
- Llegada de flujos de importantes flujos de agua
- Viviendas con humedades en bajos
- Sondeos con niveles freáticos altos

Tipología de SUDS para potencial implantación

- Filtración y depuración
- Parking permeable depurativo
- Tanques de retención
- Pavimentos permeables
- Cubiertas verdes
- Infiltración y drenaje

Kiroldegia	Itxaropen	Mendebaldeko hiri-erdi	San Ignazio	Laubide
28 % / 72 %	25 % / 75 %	42 % / 58 %	37 % / 63 %	15 % / 85 %

Ekialdeko hiri-erdi	Industriagunea	Urtaza	San Juan
11 % / 89 %	4 % / 96 %	34 % / 66 %	34 % / 66 %

Zonas permeables/impermeables

Zona para potenciar actuaciones preventivas

Áreas de fuerte pendiente y áreas con litologías desfavorables (Coluviales)

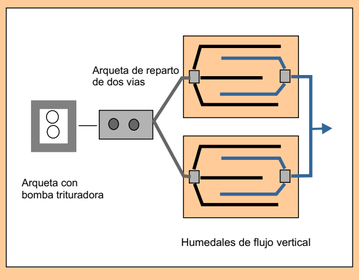
Refuerzo de plantaciones para fijar suelos y desecar zonas.

Incrementar sangraderas en pistas y reconducción de aguas a zonas más adecuadas.

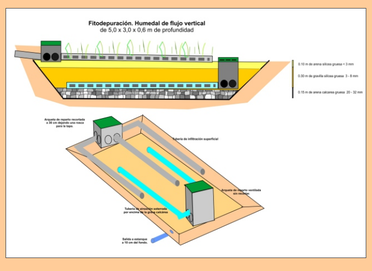
Realizar sostenimientos de bioingenieria, permeables y con vegetación para fijar y extraer flujos hipodérmicos.

Zona para potenciar Suds filtración y políticas ambientales

Suelos rurales donde se pueden implementar Suds de infiltración aprovechando los suelos residuales (suelos eluniales) permeables



Sistemas de depuración en humedal de flujo vertical reforzado con sistema de fitodepuración



OBJETIVOS

Imitar a la naturaleza

Minimizar riesgos
Optimizar recursos

Participación
Sensibilización