

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO HIDRÁULICO PARA LA
AMPLIACIÓN DE UN TANQUE DE
TORMENTAS EN GORORDO**

Autora: Erkiaga, Plaza, Amaia
Director: Bayo, Arriaga, Pedro

Curso: 2018 - 2019

Fecha: Bilbao, julio de 2019

ÍNDICE

1. Resumen Trilingüe	3
2. Lista de Tablas	6
3. Lista de Ilustraciones	8
4. Lista de Acrónimos	11
5. Introducción.....	13
6. Contexto	16
7. Objetivo	21
8. Población	24
9. Caudales de proyecto	29
10. Volumen del tanque	50
11. Solución propuesta.....	56
12. Descripción de las Tareas	62
13. Presupuesto	65
14. Conclusiones.....	69
15. Bibliografía	72
Anexo I: Pliego de condiciones	75
Anexo II: Planos planta generales	86

1. Resumen Trilingüe

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo dotar de mayor capacidad a la red de saneamiento del Butrón y así evitar la problemática legal y medioambiental que están generando los vertidos de aguas residuales sin tratar en el medio receptor. Con el fin de retener dichas aguas, se aborda el cálculo del volumen de almacenamiento del tanque de tormentas de Gorordo. El tanque se dimensiona en función, por una parte, del caudal de las aguas residuales y pluviales que se recoge en la red de saneamiento existente y, por otra parte, de la capacidad de tratamiento de la estación depuradora de aguas residuales de Mungia. La obtención de los datos se ha realizado mediante el cálculo de la dotación de agua por habitante para el caudal residual, el Método Racional para el caudal pluvial y el Hidrograma en SCS para el cálculo del volumen. A partir del resultado obtenido, se concluye la necesidad de implantación de un tanque de tormentas de $8550 m^3$ de capacidad, anexo a la estación de bombeo de Gorordo, que servirá como ampliación del depósito actual y con el que se evitarán todos los vertidos al río Butrón y, por consiguiente, la mejora del saneamiento de la cuenca.

Palabras clave: Tanque de tormentas, volumen, almacenamiento, saneamiento, vertido.

LABURPENA

Proiektu honen helburua Butroiko saneamendu-sarearen ahalmena handitzea da eta honen bidez, tratamendu gabeko hondakin-uren isurketak sortzen dituzten lege eta ingurumen arazoak saihestu. Arestian aipatutako ur horiek atxikitzeke, Gorordoko ekaitz-tankeak izango duen edukiera kalkulatu da. Deposito-ontzia dimentsionatzeko kontuan hartzen dira, alde batetik, sarean jasotzen den hondakin-ur eta euri-ur emariaren kalkulua eta, bestetik, Mungiako hondakin-ur araztegiaren tratamendu ahalmena. Datu horiek lortu dira biztanle bakoitzeko ur zuzkiduraren kalkularen bidez hondakin-ur emarirako, Metodo Arrazionalaren bidez euri-ur emarirako eta SCS Hidrogramaren bidez bolumena kalkulatzeko. Lortutako emaitzaren arabera, $8550 m^3$ -ko edukiera izango duen ekaitz-tanke baten beharra dagoela ondorioztatzen da, Gorordoko ponpaketa-estazioaren ondoan, gaur egun dagoen deposituaren handipen gisa lan egingo duena eta Butroi ibaira doazen isurketa guztiak saihestuko dituen, arroaren saneamenduaren hobekuntza ekarri.

Hitz gakoak: Ekaitz-tanke, bolumena, edukiera, saneamendu, isurketa.

ABSTRACT

The aim of this project is to provide larger capacity to the sanitary drainage system and, consequently, avoid the legal and environmental issues that are causing the spill of untreated sewage water to the river. In order to retain that water, the calculation of the volume of storage that has to be supplied to Gorordo's stormwater detention tank is tackled. The tank is sized based, on one hand, on the flow of sewage water and rainwater that is collected from the sanitation network, and, on the other hand, on the treatment capacity of the Wastewater Treatment Plant of Mungia. The information has been obtained by the calculation of water supply per habitant for the sewage water flow, by the Rational Method for the rainwater flow and by the SCS Hydrograph for the volume calculation. According to the obtained result, it is concluded the need of setting up a stormwater detention tank with a volume of $8550 m^3$, beside of the pumping station of Gorordo. This tank will work as an extension of the current one and it will prevent all discharges into the Butrón river. Therefore, the sanitation improvement of the basin will be achieved.

Key words: Stormwater detention tank, volume, storage, sanitation, discharge.

2. Lista de Tablas

Tabla 1: Población en la situación actual	25
Tabla 2: Población en la situación futura.....	25
Tabla 3: Municipio de Laukiz	27
Tabla 4: Municipio de Gatika	27
Tabla 5: Dotación comercial.....	31
Tabla 6: Caudal de aguas residuales en la situación actual	34
Tabla 7: Caudal de aguas residuales en la situación futura.....	34
Tabla 8: Datos de precipitación	37
Tabla 9: Caudal de aguas pluviales para un periodo de retorno de 10 años	45
Tabla 10: Colector Laukiz - Libarona [Situación actual]	46
Tabla 11: Colector Mentxakaetas - Castillo de Butrón [Situación actual].....	46
Tabla 12: Colector Igartua [Situación actual].....	47
Tabla 13: Caudales de entrada al tanque [Situación actual].....	47
Tabla 14: Colector Laukiz - Libarona [Situación futura].....	48
Tabla 15: Colector Mentxakaetas - Castillo de Butrón [Situación futura]	48
Tabla 16: Colector Igartua [Situación futura]	48
Tabla 17: Caudales de entrada al tanque [Situación futura]	49
Tabla 18: Hidrograma de la cuenca	53
Tabla 19: Hidrograma de entrada al tanque.....	54
Tabla 20: Caudales en el tanque de tormentas.....	55

3. Lista de Ilustraciones

Figura 1: Mapa de situación de Gorordo	17
Figura 2: Situación del tanque respecto a la EDAR de Mungia	18
Figura 3: Layout de la disposición del tanque de tormentas	23
Figura 4: Tabla de parámetros de la distribución de Gumbel en función del número de datos	38
Figura 5: Mapa de España del índice de torrencialidad	40
Figura 6: Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía	42
Figura 7: Valor inicial del umbral de escorrentía (mm)	42
Figura 8: Mapa de la península con las regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía	43
Figura 9: Tabla de valores del coeficiente corrector del umbral de escorrentía	44
Figura 10: Hidrograma triangular del SCS	52
Figura 11: Hidrograma adimensional medio tabulado del SCS	52
Figura 12: Hidrograma de la cuenca del Butrón	53
Figura 13: Hidrograma de entrada al tanque	54
Figura 14: Volumen a almacenar	55
Figura 15: Emplazamiento de la ampliación del tanque de tormentas	58
Figura 16: Croquis de la situación del tanque de tormentas	58
Figura 17: Coeficiente para el dimensionamiento de un aliviadero	60
Figura 18: Pantalla deflectora	60
Figura 19: Esquema de limpiadores basculantes en reposo y en acción	61
Figura 20: Diagrama de Gantt	64
Figura 21: Gráfico circular del porcentaje del tiempo empleado en las tareas del camino crítico	64
Figura 22: Croquis de la situación actual	71
Figura 23: Croquis de la red de saneamiento con el tanque de tormentas	71
Figura 24: Plano descriptivo general de los colectores del saneamiento del Medio Butrón	87
Figura 25: Plano detalle de los colectores en Laukiz este	88

Figura 26: Plano detalle de los colectores en Laukiz oeste y Zurbano	88
Figura 27: Plano detalle de los colectores en la unión al bombeo de Gorordo	89
Figura 28: Plano detalle de los colectores en Igartua	89
Figura 29: Plano detalle de los colectores en el castillo de Butrón	90
Figura 30: Plano detalle de los colectores en Mentxakaetas	90
Figura 31: Plano detalle del bombeo de Gorordo.....	91
Figura 32: Plano de la cuenca vertiente estimada de Laukiz este	91
Figura 33: Plano de la cuenca vertiente estimada de Laukiz oeste	92
Figura 34: Plano de la cuenca vertiente estimada de Basaldu y Mentxakaetas	92

4. Lista de Acrónimos

CAPV	Comunidad Autónoma del País Vasco
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EBAR	Estación de Bombeo de Aguas Residuales
SAPU	Suelo Apto Para Urbanizar
SURC	Suelo Urbano Residencial Consolidado
SNU	Suelo No Urbanizable
BOE	Boletín Oficial del Estado
IDF	Intensidad, Duración, Frecuencia
EUSTAT	Euskal Estatistika Erakundea / Instituto Vasco de Estadística
INE	Instituto Nacional de Estadística
SCS	Soil Conservation Service
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
km	Kilómetros
m	Metros
hab.	Habitantes
l	Litros
s	Segundos
mm	Milímetros
h	Hora
adim.	Adimensional

5. Introducción

La mezcla de las aguas residuales y las generadas por escorrentía pluvial, se recogen a través de una red de saneamiento unitaria para ser conducidas a una estación depuradora de aguas residuales, y allí ser tratadas. Cuando los caudales recogidos son superiores a la capacidad de depuración de la estación, el excedente de agua es vertido al medio receptor. Estos vertidos producen un alto grado de contaminación, ya que, aunque el agua residual se mezcle con una importante cantidad de agua de lluvia, mediante la escorrentía producida por las primeras aguas de limpieza de la tormenta, se arrastran también los contaminantes depositados. Para evitar o minimizar estos vertidos, se diseñaron los tanques de tormenta o depósitos de retención. Por lo tanto, los tanques de tormenta son infraestructuras hidráulico-sanitarias, enterradas o a cielo abierto, destinadas a la gestión y regulación de los flujos de la mezcla de aguas residuales en tiempo seco y aguas de escorrentía pluvial, que circulan por la red de saneamiento.

El presente proyecto pretende dar una solución al problema del saneamiento en la cuenca del Butrón, con la consiguiente mejora medioambiental del cauce. Para abarcar una zona de recogida de aguas más extensa, se realizó la ampliación de la red de saneamiento. A partir de dicha ampliación, se constató que en tiempo de lluvia se producían del orden de 44 alivios al año al río Butrón, cuando las directrices europeas instan a que se sitúe por debajo de 20 los alivios realizados. Este hecho dejó en evidencia que había sido superada tanto la capacidad de depuración de la EDAR de Mungia como la capacidad de retención del depósito de la estación de bombeo de Gorordo, quedando en manifiesto, la necesidad de dotar de mayor volumen de almacenamiento al sistema para reducir el número de vertidos al cauce.

A partir de esa premisa, este proyecto tiene como objeto el dimensionado de un tanque de tormentas que se situará, anexo al existente en la estación de bombeo de Gorordo. Para ello, se ha comenzado comprobando que efectivamente se había superado el volumen de almacenamiento del depósito actual y, una vez constatado ese hecho, se ha procedido a calcular el volumen necesario que debería tener el tanque de tormentas para que no se produzca ningún vertido.

El dimensionamiento depende del caudal de entrada y de salida de la instalación. El caudal de entrada será el respectivo a la suma del caudal residual y el pluvial recogidos mediante los colectores existentes de la red de saneamiento y sin embargo, el caudal de salida corresponderá a la capacidad de depuración de la EDAR.

El cálculo de las aguas residuales se ha realizado mediante la dotación doméstica y comercial correspondiente a cada habitante. Para eso se ha hecho un estudio con los datos de EUSTAT y el INE, para conocer los habitantes que están viviendo actualmente en los municipios donde esta integrada la red de saneamiento y comprobar si los caudales que se están recogiendo efectivamente superan la capacidad para la que fue diseñado el sistema.

Se han recogido, también, los datos de los habitantes que habrá en la situación futura, para observar si habrá un crecimiento o disminución de esta, y de ese modo la necesidad de ampliar la capacidad de la red o no.

El cálculo de las aguas pluviales, en cambio, se realiza mediante el método racional como establece la norma 5.2 - IC para el drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. A partir de este método se calcula el caudal punta que se va a recoger en tiempo de lluvia para un periodo de retorno de 10 años, para después confeccionar el hidrograma de la cuenca mediante el método SCS.

Una vez calculado el caudal de aguas residuales, haber generado el hidrograma de escorrentía de la cuenca y conociendo el caudal de tratamiento de la EDAR de Mungia, se procederá a calcular gráficamente el volumen que se deberá retener para que no ocurran episodios de alivio al río. Ese volumen se proyecta como la capacidad mínima del nuevo tanque de tormentas.

Con el capacidad del tanque y mediante el “Manual de recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta” elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se ha realizado un prediseño de esta instalación, definiendo los criterios de diseño que deberá seguir así como su implantación en la red de saneamiento.

6. Contexto

6.1. EMPLAZAMIENTO

Este proyecto se sitúa en la estación de bombeo del barrio de Gorordo en Gatika, a unos 4 km de Mungia. La estación forma parte de la red de saneamiento de la cuenca del Butrón. Esta cuenca se encuentra al norte de Bizkaia y tiene una superficie de unos $175,15 \text{ km}^2$. Discurre por el valle el río Butrón como cauce principal desde las laderas de los montes Bizkargi y Mendigana, hasta desembocar en el mar, en Plentzia, después de un recorrido de 30 km. [1]

El saneamiento de la cuenca del Butrón se centra en Mungia, que es el pueblo principal del valle y dónde se encuentra la EDAR que se encarga de tratar las aguas de los municipios de Gatika, Laukiz, Maruri y el propio Mungia. La estación de bombeo de Gorordo, forma parte de la última fase de la red de saneamiento de la cuenca, donde se recogen las aguas residuales y pluviales de los municipios de Laukiz, Castillo de Butrón y de los núcleos de Basaldu, Libarona y Zurbano en Gatika y Mentxakaetas en Laukiz, para después bombearlas a la estación depuradora de Mungia y allí ser tratadas.



Figura 1: Mapa de situación de Gorordo

El tanque de tormentas se proyecta en la margen derecha del río Butrón, aguas arriba de la EDAR de Mungia y adosado a la estación de bombeo de Gorordo.

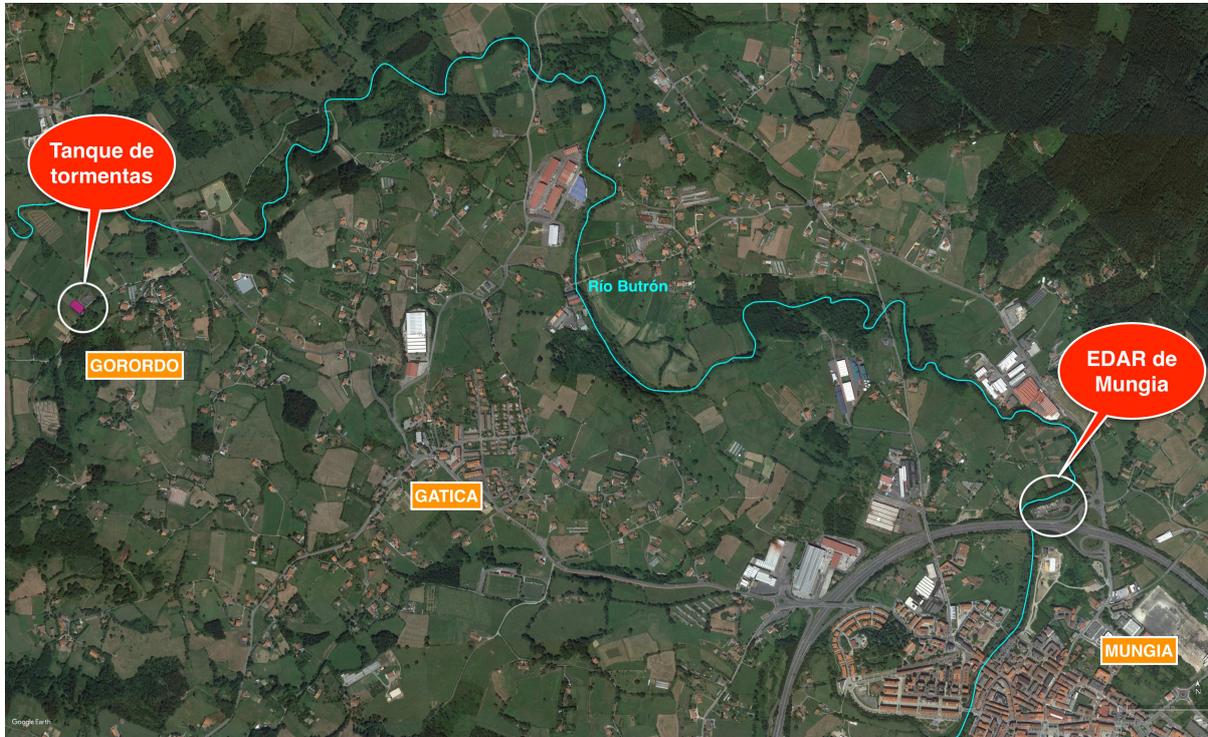


Figura 2: Situación del tanque respecto a la EDAR de Mungia

6.2. ANTECEDENTES

En la Comunidad Autónoma Vasca en los años 80 era notorio el mal estado en el que se encontraban los cursos de aguas superficiales y subterráneas, mayormente en las cuencas pertenecientes a la vertiente atlántica, debido a la elevada densidad de población e industria. Es por ello, que entre 1984 y 1985 la Diputación Foral de Bizkaia redactó el “Plan Director de Saneamiento de la cuenca del río Butrón” [2], donde se analizaba una solución al saneamiento de toda la cuenca.

Posteriormente en 1992, la Diputación Foral de Bizkaia redactó el “Proyecto de Saneamiento de la Cuenca Media y Baja del río Butrón”. En este documento, se definía a nivel constructivo la solución adoptada para el saneamiento general de la zona noroeste del municipio de Mungia, donde se encuentran, entre otros, Gatica, Laukiz y Maruri. En el proyecto se empezó a prever que los vertidos se concentrasen en un depósito en Gatica, junto al barrio de Gorordo, pero las obras de esta estación no comenzaron hasta el año 2014.

En 1993, la Diputación Foral de Bizkaia puso en servicio la EDAR de Mungia, con el objetivo de tratar los vertidos procedentes de la cuenca del Butrón. Un año más tarde, en 1994, se redacta el “Proyecto de Red de Saneamiento de Gorliz”, en el que se observa la necesidad de construir una EDAR en Gorliz con el fin de que recoja las aguas del río Butrón y minimice los efectos negativos para la fauna y flora que se manifiestan en las playas y marismas de la costa de Barrika, Plentzia y Gorliz donde desemboca el río.

Entre 2002 y 2003 el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia elaboró los estudios para completar la red de saneamiento de la cuenca del río Butrón. Entre ellos se encuentran, el “Estudio de Saneamiento del bombeo de la urbanización El Abanico de Plentzia”, un “Estudio Informativo de Saneamiento de la Cuenca Media-Baja del río Butrón” y el “Estudio Informativo de Saneamiento de la Cuenca Media-Alta del río Butrón”.

En 2012 se formaliza el contrato del “Proyecto de saneamiento del Medio Butrón. Fase 1: Tramo EDAR de Mungia-Billela Oeste” que está en servicio desde enero de 2015. [3] Esta fase corresponde a la red de colectores situados entre la EDAR de Mungia y la arqueta de rotura de carga de la estación de bombeo de Billela Oeste, en esta red se recogen los vertidos de los colectores municipales ya existentes en los barrios de Billela y Atxuri de Mungia y de una de las principales redes de Gatika, que acometen a un colector principal que discurre junto al río Butrón. En esta fase se construye también la estación de bombeo de Billela Este, que recibe los vertidos procedentes de Garai-Sertutxa de Gatika y de las zonas industriales de Mungia.

Debido por una parte al incremento de población cuyos vertidos serán tratados en la EDAR de Mungia y por otra parte para conseguir reducir los vertidos ocasionados en época de lluvias, en 2005 se redactó el “Proyecto de ampliación de la red de saneamiento de Mungia. Fase 2: Tramo Billela Oeste-Bombeo de Gorordo” [4]. En este proyecto se recoge la construcción de dos nuevos interceptores de margen y su conexión mediante una estación de bombeo en Gorordo para enlazar así con la primera fase y con la EDAR de Mungia. A esta estación de bombeo se la dota de un tanque de tormentas de $180 m^3$ de capacidad. Además en esta fase también se construirá la estación de bombeo de Ugarte, así como se prevé una ampliación de la EDAR de Mungia. Sin embargo, esta EDAR carece de espacio físico para una nueva ampliación, siendo previsible que su capacidad resulte insuficiente antes de que se alcance el horizonte de saturación. En 2013 comienzan las obras que concluyen en febrero de 2016.

La tercera fase del saneamiento se realiza en 2014 mediante el “Proyecto de saneamiento del Medio Butrón. Fase 3: Bombeo de Gorordo-Butrón-Laukiz” [5]. Esta fase aborda la zona más occidental de la cuenca del Medio Butrón, donde se recogen los vertidos de los colectores municipales existentes en los municipios de Laukiz, del Castillo de Butrón, y de los núcleos de Basaldu, Libarona y Zurbano en Gatika para después transportarlos hasta la EBAR de Gorordo y enlazar así con las fases anteriores. En 2016 finalizó la construcción de todas las fases del proyecto y con ello las aguas residuales de la cuenca del Butrón son tratadas en la EDAR de Mungia.

En la actualidad, a medida que se ha ido ampliando la red, se ha constatado que se producen del orden de 44 alivios al año del saneamiento de la cuenca al río Butrón, cuando las directrices europeas, instan a que se sitúen por debajo de 20 los alivios realizados. Debido a este hecho, queda en manifiesto la necesidad de un mayor tanque de retención en la fase final del saneamiento, que dote de mayor capacidad de almacenamiento al sistema y así reducir el número de vertidos sin tratar al cauce.

7. Objetivo

El objeto del proyecto “Diseño hidráulico para la ampliación de un tanque de tormentas en Gorordo” es el cálculo hidráulico del caudal de las aguas residuales y pluviales que circulan por los colectores existentes y definidos a nivel constructivo en el “Proyecto de saneamiento del Medio Butrón. Fase 3: Bombeo de Gorordo-Butrón-Laukiz.” en el ámbito de los municipios de Laukiz y Gatika, para el correcto dimensionado del volumen de un tanque de tormentas en la estación de bombeo de Gorordo.

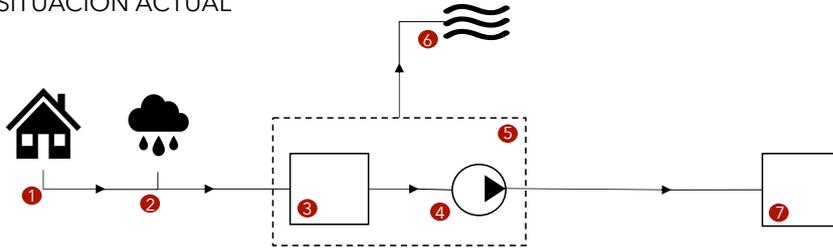
En vista de la intención de los últimos años de mejorar el saneamiento de la cuenca del Butrón y a partir del hecho de que según el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia, en la actualidad se estén produciendo del orden de 44 alivios al año al río Butrón, cuando según la Directiva Europea 91/271/CEE estos vertidos tienen que situarse por debajo de los 20, deja en manifiesto la posibilidad y la necesidad de dar una solución de mejora a un problema medioambiental en esta cuenca.

Desde el año 1993 que está la EDAR de Mungia en servicio, se ha ido expandiendo la red de recogida de aguas, y es por ello, que la capacidad de depuración de esta estación ha sido superada, siendo complicada su ampliación debido a la falta de espacio en el terreno. Además, el depósito ya en funcionamiento en la EBAR de Gorordo con una capacidad de $180 m^3$, no proporciona el volumen suficiente para almacenar el exceso de agua en la red y esa es la causa por la que se producen tanta cantidad de vertidos.

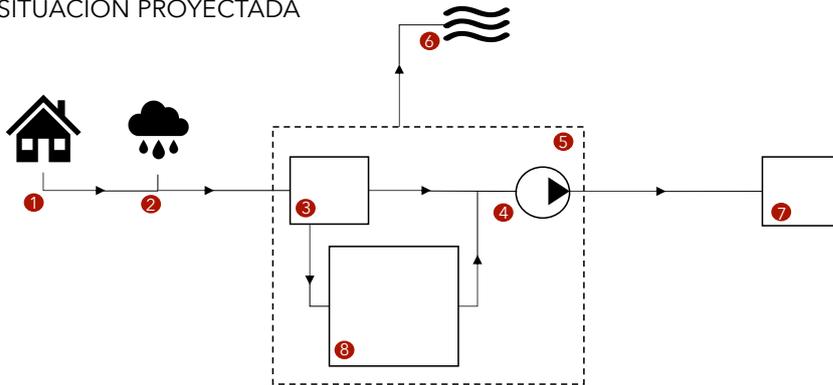
En conclusión, se ha optado por que la solución óptima en este caso sea un tanque de tormentas. Un tanque o depósito de tormenta esta destinado a regular los flujos de la mezcla de aguas residuales en tiempo seco y aguas de escorrentía pluvial, para evitar, o reducir, inundaciones y minimizar los vertidos de un sistema de saneamiento. La regulación de los caudales hacia la EDAR permitirá que ésta sufra menos sobrecargas hidráulicas y los flujos de contaminantes tengan menos oscilaciones, permitiendo así que trabaje de forma más eficiente.

El presente proyecto aborda el cálculo del volumen del nuevo tanque de tormentas, que retendrá el agua proveniente de los municipios de Laukiz, Castillo de Butrón y de los núcleos de Basaldu, Libarona y Zurbano en Gatika y de Mentxakaetas en Laukiz, hasta que la estación depuradora pueda aceptar nuevos caudales de tratamiento y así evitar los vertidos al río Butrón.

→ SITUACIÓN ACTUAL



→ SITUACIÓN PROYECTADA



- 1 Recogida de aguas residuales
- 2 Recogida de aguas pluviales
- 3 Depósito de entrada
- 4 Bombeo
- 5 EBAR de Gorordo
- 6 Río Butrón
- 7 EDAR de Mungia
- 8 Tanque de tormentas

Figura 3: Layout de la disposición del tanque de tormentas

8. Población

8.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se pretende hacer un estudio de la situación actual en la que se encuentra la cuenca del Butrón y de la previsión futura, en cuanto a la población se refiere. El caudal de aguas residuales dependerá del número de habitantes que haya viviendo en cada municipio. Es por ello, que estos datos son necesarios para encontrar la mejor solución y dimensionado del tanque de tormentas.

8.2 POBLACIÓN EN CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS

Los datos de la población actual de cada uno de los municipios integrados en la red de saneamiento, se extraen de la información demográfica más reciente recogida en el EUSTAT [6], correspondiente en todos los casos al año 2018, y también de los datos publicados en el INE [7] para el año 2018.

Por otra parte, el número de viviendas existentes y futuras en cada término municipal procede del documento de Udalplan 2018 publicado por el Gobierno Vasco y adjuntado en el Anexo I. [8]

Para generar la siguiente tabla referente a la situación actual, se tomarán los datos de población y número de viviendas actuales. Así, al dividir la población de cada municipio entre el número de viviendas, se obtiene la relación habitante/vivienda, que se va a emplear a continuación en este estudio.

UNIDAD URBANÍSTICA	VIVIENDAS	HABITANTES	HABITANTES/VIVIENDA
LAUKIZ	281	1162	4,1
GATIKA	595	1661	2,8

Tabla 1: Población en la situación actual

Para estimar la población futura, se aplicará la relación habitante/vivienda de cada municipio al número de viviendas futuras previstas en cada una de las unidades de planeamiento.

UNIDAD URBANÍSTICA	VIVIENDAS	HABITANTES	HABITANTES/VIVIENDA
LAUKIZ	344	1410	4,1
GATIKA	668	1870	2,8

Tabla 2: Población en la situación futura

Teniendo en cuenta la asignación que se le da al suelo en sus distintas clasificaciones de los aprovechamientos urbanísticos concretos, determinados en uso e intensidad del mismo, el suelo se puede diferenciar en estas distintas clases: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo no urbanizable. Esta clasificación será de gran ayuda para conocer cómo circulará la escorrentía generada por el agua pluvial en la superficie del terreno, ya que el grado de infiltración no será el mismo en terrenos urbanizados como en rurales.

Se clasifican como suelo urbano los terrenos aptos para el uso residencial, industrial, terciario, comercial y de oficinas. Según el BOE [9]: “Procederá la clasificación como suelo urbano de los terrenos ya transformados, que estén integrados o sean integrables en la trama urbana existente y asumida por el propio plan general.” El suelo urbano, además, puede ser consolidado cuando estén urbanizados o tengan la condición de solares y no consolidado cuando la urbanización no contenga las dotaciones, servicios e infraestructuras precisos exigidos por la ordenación urbanística o sea necesaria una renovación, mejora o rehabilitación.

Procederá la clasificación como suelo urbanizable de los terrenos que no estando integrados en trama urbana ni siendo aún integrables en ella, se consideren idóneos para servir de soporte, previa su transformación urbanística, a usos urbanísticos.

La clasificación como suelo no urbanizable se efectuará debido a la inadecuación de los terrenos para el desarrollo urbano. Esto está sujeto a las características que hagan necesario o conveniente el mantenimiento de su carácter rural para garantizar el respeto a la estrategia local de sostenibilidad del modelo de desarrollo urbanístico.

A continuación se presentan las tablas generadas para cada uno de los municipios integrados en la red de saneamiento del Medio Butrón, en los cuales se recogen las aguas que desembocan en la estación de bombeo de Gorordo. Se desglosan los datos del número de viviendas atendiendo a los distintos ámbitos de recogida de saneamiento existentes, recogidos en el Udalplan 2018 y proyectados en los planos del Anexo II. Para determinar la población actual y futura, se hace uso de la relación habitante/vivienda calculada anteriormente.

UNIDAD URBANÍSTICA	TIPO DE SUELO	VIVIENDAS ACTUALES	POBLACIÓN ACTUAL	VIVIENDAS FUTURAS	POBLACIÓN FUTURA
ÁMBITO ZURBANO					
ZURBANO	No urbanizable	7	20	11	31
SNU	No urbanizable	260	728	260	728
TOTAL		267	748	271	759
ÁMBITO BASALDU					
BASALDU	No urbanizable	7	20	14	39
TOTAL		7	20	14	39
ÁMBITO LIBARONA					
LIBARONA	No urbanizable	5	14	9	25
TOTAL		5	14	9	25
ÁMBITO CASTILLO DE BUTRÓN					
DOBARAN	No urbanizable	33	93	69	192
TOTAL		33	93	69	192
ÁMBITO IGARTUA					
IGARTUA	Urbano	39	110	70	197
TOTAL		39	110	70	197
TOTAL ZONAS INTEGRADAS EN LAS REDES DE SANEAMIENTO		351	985	433	1212

Tabla 3: Municipio de Laukiz

UNIDAD URBANÍSTICA	TIPO DE SUELO	VIVIENDAS ACTUALES	POBLACIÓN ACTUAL	VIVIENDAS FUTURAS	POBLACIÓN FUTURA
ÁMBITO UNBE-MENDI - NÚCLEO					
UNBE-MENDI	Urbano	128	525	128	525
ELIZALDE	Urbano	107	439	107	439
S.A.P.U.	Urbanizable	4	16	64	262
TOTAL		239	980	299	1226
ÁMBITO NÚCLEO - ETXEZURI					
ETXEZURI	No urbanizable	20	82	23	94
TOTAL		20	82	23	94
ÁMBITO MENTXAKA					
MENTXAKA AUZOA	No urbanizable	22	90	22	90
TOTAL		22	90	22	90
TOTAL ZONAS INTEGRADAS EN LAS REDES DE SANEAMIENTO		281	1152	344	1410

Tabla 4: Municipio de Gatika

En el municipio de Laukiz aumentará la población un 23% en la situación futura respecto a la actual. Por la otra parte, en el municipio de Gatika, también habrá un aumento de población para el futuro, del 22% en este caso. Estos datos pronostican un incremento de habitantes en la cuenca, lo que significa que el caudal de las aguas residuales que tendrá que recoger la red de saneamiento, también aumentará. Por consiguiente, la situación de la instalación de saneamiento, en vista de no mejorar, requiere de un aumento de capacidad inmediato y con previsión futura.

9. Caudales de proyecto

9.1. INTRODUCCIÓN

Para el correcto dimensionamiento del tanque, es necesaria la definición de los caudales de entrada y salida del mismo. El caudal total de entrada se considera el correspondiente a la suma del caudal de aguas residuales y pluviales y, el caudal de salida dependerá de la capacidad de tratamiento de la EDAR de Mungia. En este apartado se realizan los cálculos de los caudales de diseño que llegarán al tanque de tormentas. El caudal de aguas residuales se obtiene a partir de la dotación media de agua por habitante y, en cambio, el cálculo del caudal de aguas pluviales, seguirá el Método Racional que establece la Instrucción de Carreteras del 2016.

Una vez calculados los caudales de diseño, se generan las tablas donde se estudia el volumen de agua que discurrirá por cada uno de los colectores existentes hasta su desembocadura en la estación de bombeo de Gorordo.

9.2. CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

Para establecer el modelo de demanda actual, se requiere seguir el proceso de recopilación de la información disponible y su posterior análisis.

En cuanto a la recopilación de la información, se hará uso de los datos de la población integrada en la red de saneamiento, expuestos anteriormente, para el año 2018. Respecto a los datos de consumo de agua urbana, la fuente consultada ha sido “Ura. Agencia Vasca del Agua” que con asistencia técnica de IKAUR, realizó en el año 2004 un estudio de la caracterización y cuantificación del volumen de agua demandado para diferentes usos dentro de la Comunidad Autónoma del País Vasco. [10]

Para la determinación de los caudales residuales que pueden circular por los colectores proyectados, es necesario conocer la dotación media. La dotación consiste en una asignación de caudal unitario en relación con el uso que se le vaya a dar, es decir, el volumen diario de agua a suministrar para atender cada necesidad. Se expresa en diferentes unidades, según las características del uso; las más habituales son: litros por habitante y día para las demandas urbanas, metros cúbicos por hectárea y año en las demandas de regadío...

Para el cálculo del caudal residual que va a desembocar en el tanque de tormentas de Gorordo, se han seguido las fórmulas descritas por el ayuntamiento de Siero. [11]

9.2.1. DOTACIÓN DOMÉSTICA

La dotación doméstica media actual se fija en la CAPV en 130 litros/habitante/día, obtenido este valor como un valor medio aproximado de los datos recogidos en zonas en donde existe un correcto control de la medición de los contadores domésticos. Teniendo en cuenta que en la actualidad el porcentaje medio de vertidos incontrolados en la red, en la CAPV, está próximo al 40%, se estima en las previsiones de futuro un incremento del 10% en la dotación doméstica futura que ascenderá a 143 litros/habitante/día, proporcional a la mejora que representa la reducción de incontrolados que conlleva una mejora en la cuenta del agua utilizada.

9.2.2. DOTACIÓN COMERCIAL

La dotación comercial se ha calculado de acuerdo con la tabla expuesta a continuación. Esta tabla viene recogida en el estudio realizado por Ura y se establece en función del número de habitantes por entidad de población:

POBLACIÓN (hab.)	DOTACIÓN (l/hab./día)
Capital de Territorio Histórico	40-45
> 50 000	30-35
20 000 - 50 000	20-30
5 000 - 20 000	15-20
1 000 - 5 000	10-15
< 1 000	0-5

Tabla 5: Dotación comercial

Los territorios en los que se ubica el proyecto cuentan con una población de entre 1000 y 5000 habitantes, por lo tanto de acuerdo con la Tabla 5, se supone una dotación comercial de $D_c=15$ litros/habitante/día. Se selecciona la dotación mayor, ya que se prevé un aumento de caudal debido a la actividad industrial que quedará reflejado de esta forma, debido a que será un valor muy reducido.

Se considera que los vertidos comerciales únicamente tienen lugar durante 12 horas, por lo que los caudales medios generados a tiempo parcial se calcularán mediante la dotación comercial resultante en las 12 horas: $D_{c12} = 30$ l/hab./día

9.2.3. CAUDALES MEDIOS DIARIOS

La expresión para calcular los caudales medios diarios para aguas residuales domésticas es la siguiente:

$$Q_d = \frac{P \times D_d}{86400} \text{ [l/s]}$$

donde:

Q_d → Caudal medio diario de aguas residuales domésticas. (l/s)

P → Población acumulada en cada colector de la red de saneamiento. (hab.)

D_d → Dotación doméstica media.

Para la situación actual: $Q_d = \frac{P \times 130}{86400} \text{ [l/s]}$

Para la situación futura: $Q_d = \frac{P \times 143}{86400} \text{ [l/s]}$

9.2.4. CAUDALES MEDIOS A TIEMPO PARCIAL

Ya que es en el plazo de 12 horas cuándo se registran la mayor parte de vertidos comerciales y de las zonas industriales, serán estos caudales medios de doce horas los que se empleen para el cálculo hidráulico.

Para obtener el caudal medio a tiempo parcial de aguas residuales urbanas (Q_{mu12}), habrá que calcular el caudal que se generará a partir de la actividad comercial, y a continuación añadirse al caudal medio diario de aguas domésticas obtenido anteriormente:

$$Q_{c12} = \frac{P \times D_{c12}}{86400} \text{ [l/s]} \rightarrow Q_{c12} = \frac{P \times 30}{86400} \text{ [l/s]}$$

Para la situación actual: $Q_{mu12} = Q_d + Q_{c12} = \frac{P}{86400} \times (160) \text{ [l/s]}$

Para la situación futura: $Q_{mu12} = Q_d + Q_{c12} = \frac{P}{86400} \times (173) \text{ [l/s]}$

9.2.5. CAUDAL DE INFILTRACIÓN

Son aquellas aguas que proceden del subsuelo y penetran en la red a través de las juntas y tuberías defectuosas, conexiones y paredes de pozos de registro. Dado que no es previsible que existan altos valores de infiltración en ninguno de los puntos objeto de este estudio, se tomará como caudal de infiltración el mismo valor que el del caudal medio actual de aguas residuales.

$$Q_F = Q_d \text{ [l/s]}$$

9.2.6. CAUDALES DE DISEÑO

- Caudal medio

El caudal medio de aguas residuales será el obtenido a tiempo parcial para aguas residuales urbanas:

$$(Q_R)_m = Q_{mu12} \text{ [l/s]}$$

En todas las redes unitarias interceptadas se considerará que la capacidad hidráulica del colector será mayor que el caudal teórico deducido por tener dimensiones suficientes para evacuarlo.

- Caudal mínimo

Se adopta como caudal mínimo el 50 % del caudal medio, sin considerar el caudal de infiltración:

$$Q_{min} = 0,5 \times (Q_R)_m \text{ [l/s]}$$

- Caudal punta

El caudal punta de los vertidos domésticos se obtiene a partir del caudal medio de la siguiente manera:

$$\text{Si, } (Q_R)_m > 2 \text{ l/s} \rightarrow (Q_R)_P = (Q_R)_m + 2,6 \times ((Q_R)_m)^{0,7} \text{ [l/s]}$$

$$\text{Si, } (Q_R)_m < 2 \text{ l/s} \rightarrow (Q_R)_P = 5,5 \times ((Q_R)_m)^{0,2} \text{ [l/s]}$$

Las tablas mostradas a continuación recogen los resultados obtenidos en el proceso para la determinación de los caudales de aguas residuales en cada uno de los colectores existentes, para la situación actual y futura. Los colectores están definidos en los planos del Anexo II.

COLECTOR	POBLACIÓN (hab.)	Q_d [l/s]	Q_{c12} [l/s]	$(Q_R)_m$ [l/s]	Q_{min} [l/s]	Q_F [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]	$(Q_R)_P$ [m ³ /s]
LAUKIZ ESTE	20	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	2,89	0,003
LAUKIZ OESTE	111	0,17	0,04	0,21	0,10	0,17	4,03	0,004
ZURBANO	267	0,40	0,09	0,49	0,25	0,40	4,77	0,005
BASALDU 3	7	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	2,19	0,002
BASALDU - MENTXAKAETAS	22	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	2,89	0,003
MENTXAKAETAS	7	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	2,19	0,002
LAUKIZ - LIBARONA	5	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	2,19	0,002
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	93	0,14	0,03	0,17	0,09	0,14	3,86	0,004
IGARTUA	110	0,17	0,04	0,20	0,10	0,17	3,97	0,004

Tabla 6: Caudal de aguas residuales en la situación actual

COLECTOR	POBLACIÓN (hab.)	Q_d [l/s]	Q_{c12} [l/s]	$(Q_R)_m$ [l/s]	Q_{min} [l/s]	Q_F [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]	$(Q_R)_P$ [m ³ /s]
LAUKIZ ESTE	82	0,14	0,03	0,16	0,08	0,14	3,81	0,004
LAUKIZ OESTE	455	0,75	0,16	0,91	0,46	0,75	5,40	0,005
ZURBANO	748	1,24	0,26	1,50	0,75	1,24	5,96	0,006
BASALDU 3	20	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	2,89	0,003
BASALDU - MENTXAKAETAS	90	0,15	0,03	0,18	0,09	0,15	3,90	0,004
MENTXAKAETAS	20	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	2,89	0,003
LAUKIZ - LIBARONA	14	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	2,73	0,003
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	192	0,32	0,07	0,38	0,19	0,32	4,53	0,005
IGARTUA	197	0,33	0,07	0,39	0,20	0,33	4,56	0,005

Tabla 7: Caudal de aguas residuales en la situación futura

Como se ha mencionado, se considera que la capacidad hidráulica de los colectores será mayor que el caudal punta teórico obtenido, por tener dimensiones suficientes para evacuarlo.

Mediante los resultados, tal y como se preveía, se observa el aumento de caudal residual en la situación futura respecto a la actual. Es por ello, que asumida la falta de capacidad de la red por retener el caudal recogido en la actualidad, se procederá a proyectar el dimensionamiento del tanque con los caudales punta obtenidos en la Tabla 7. De esa manera, el caudal punta de aguas residuales que llegará al tanque de tormentas de Gorordo será igual a la suma de los caudales recogidos en cada uno de los colectores y por lo tanto de $(Q_R)_P = 36,67 \text{ l/s} = 0,03667 \text{ m}^3/\text{s}$.

9.3. CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES

Los aportes de aguas pluviales no controlados previstos en este proyecto proceden de varios colectores secundarios de distintas cuencas y estarán controlados por las estaciones de bombeo del sistema general de saneamiento del Medio Butrón.

El presente apartado tiene por objeto el análisis de las cuencas que vierten a los colectores existentes y proyectados, con el fin de determinar el caudal máximo de lluvias que circulará por ellos. Las cuencas vertientes serán: Basaldu, Mentxakaetas, Laukiz oeste y Laukiz este. Los planos donde se delimitan estas cuencas se encuentran en el Anexo II.

Todas las cuencas cuentan con un área inferior a 50 km^2 , por lo que para calcular el caudal máximo anual Q_T , se emplea la fórmula del Método Racional, tal y como establece la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras de 2016 [12]. Este método supone la generación de escorrentía en una cuenca, a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo y sobre toda la superficie. Sigue la siguiente fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \times C \times A \times K_t}{3,6} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

donde:

$I(T, t_c)$ → Intensidad de precipitación, correspondiente a un periodo de retorno T y tiempo de concentración en la cuenca t_c . (mm/h)

C → Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca. (adimensional)

A → Área de la cuenca. (km^2)

K_t → Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. (adimensional)

9.3.1. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Para el cálculo de la intensidad de precipitación se emplea la siguiente fórmula correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t, que será igual al tiempo de concentración de la cuenca t_c . Se empleará un periodo de retorno de 10 años para todos los cálculos.

$$I(T, t_c) = I_d \times F_{int} \text{ [mm/h]}$$

donde,

I_d → Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente a un periodo de retorno. (mm/h)

F_{int} → Factor de intensidad. (adimensional)

9.3.1.1. Intensidad media diaria de precipitación corregida

Para calcular I_d se utiliza la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \times K_A}{24} \text{ [mm/h]}$$

donde,

P_d → Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno. (mm)

K_A → Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. (adimensional)

Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno de 10 años, P_d , se adopta el mayor valor de un estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias medidas en la estación de aforo de Mungia C057, por tener el pluviómetro más cercano al área de estudio. Los datos mensuales han sido extraídos de la página de Euskalmet [13] y recopilados en el Anexo I. A partir de esos datos, se ha generado la siguiente tabla donde se muestran las precipitaciones máximas diarias anuales:

FECHA (año)	PRECIPITACIÓN MAX. DIARIA (mm)
2001	46,8
2002	84,8
2003	42,9
2004	51,9
2005	65,5
2006	58,6
2007	50,1
2008	96,3
2009	48,5
2010	119,9
2011	89,5
2012	29,6
2013	47,6
2014	54,6
2015	57,5
2016	67,7
2017	39,4
2018	52,7
Sumatorio	1103,9

Tabla 8: Datos de precipitación

Esta serie de precipitaciones máximas registradas se deben ajustar mediante los valores μ y σ de la distribución de Gumbel para calcular P_d .

n	y_n	σ_n		n	y_n	σ_n
10	0.4952	0.9496		60	0.5521	1.1747
15	0.5128	1.0206		65	0.5535	1.1803
20	0.5236	1.0628		70	0.5548	1.1854
25	0.5309	1.0914		75	0.5559	1.1898
30	0.5362	1.1124		80	0.5569	1.1938
35	0.5403	1.1285		85	0.5578	1.1974
40	0.5436	1.1413		90	0.5586	1.2007
45	0.5463	1.1518		95	0.5593	1.2037
50	0.5485	1.1607		100	0.5600	1.2065
55	0.5504	1.1682				

Figura 4: Tabla de parámetros de la distribución de Gumbel en función del número de datos

Los parámetros dependen del número de datos adjuntados en la tabla de precipitación [Tabla 8]. Aquí $n = 18$, por lo que interpolando se obtiene $\mu = 0,5193$ y $\sigma = 1,0459$.

Sabiendo que la probabilidad de que el valor buscado sea superado, es la inversa al periodo de retorno, para el periodo de retorno de 10 años seleccionando, se calcula que existe un 0,1 de probabilidad de que la precipitación diaria P_d sea superada.

$$\frac{1}{\text{Periodo de retorno}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Es decir, $F(x) = 1 - 0,1 = 0,9$ de probabilidad de que sea superior.

Una vez conocida esta probabilidad, se calcula el valor u :

$$u = X - (\mu \times \alpha)$$

donde,

$$X = \frac{\Sigma \text{Precipitaciones max. diarias}}{n \text{ de datos}} = \frac{1103,9}{18} = 61,33 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{S_x}{\sigma} = \frac{22,76}{1,0459} = 21,76$$

S_x es la desviación típica de la muestra que se calcula de la siguiente manera:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 22,76$$

Por lo tanto, $u = X - (\mu \times \alpha) = 61,33 - (0,5193 \times 21,76) = 50,03$

A continuación se calcula la precipitación diaria mediante la siguiente fórmula:

$$P_d = -\ln[-\ln[F(x)]] \times \alpha + u = -\ln[-\ln[0,9]] \times 21,76 + 50,03 = 99,27 \text{ mm}$$

Así se obtiene $P_d = 99,27 \text{ mm}$

Por otro lado, el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , depende de la extensión de la cuenca estudiada. Como en este proyecto, en cualquier caso el área será menor a 1 km^2 , el factor $K_A = 1$.

Finalmente, se obtiene una intensidad media diaria corregida de $I_d = 4,14 \text{ mm/h}$.

$$I_d = \frac{P_d \times K_A}{24} = \frac{99,27 \times 1}{24} = 4,14 \text{ mm/h}$$

9.3.1.2. Factor de intensidad

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y se tomará el mayor valor de los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max. [F_a, F_b] \text{ [adimensional]}$$

donde,

$F_a \rightarrow$ Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad. (adimensional)

$F_b \rightarrow$ Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. (adimensional)

Al no disponer de curvas IDF del pluviógrafo de la zona, se supone que F_{int} será igual a F_a . Por lo tanto, se procede a calcular el factor obtenido a partir del índice de torrencialidad:

$$F_{int} = F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287 \times t_c^{0,1}} \quad [\text{adimensional}]$$

donde,

$\frac{I_1}{I_d}$ → Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Se determina su valor en función de la situación geográfica a partir del mapa de la Figura 5. (adimensional)

t_c → Duración del aguacero. (horas)

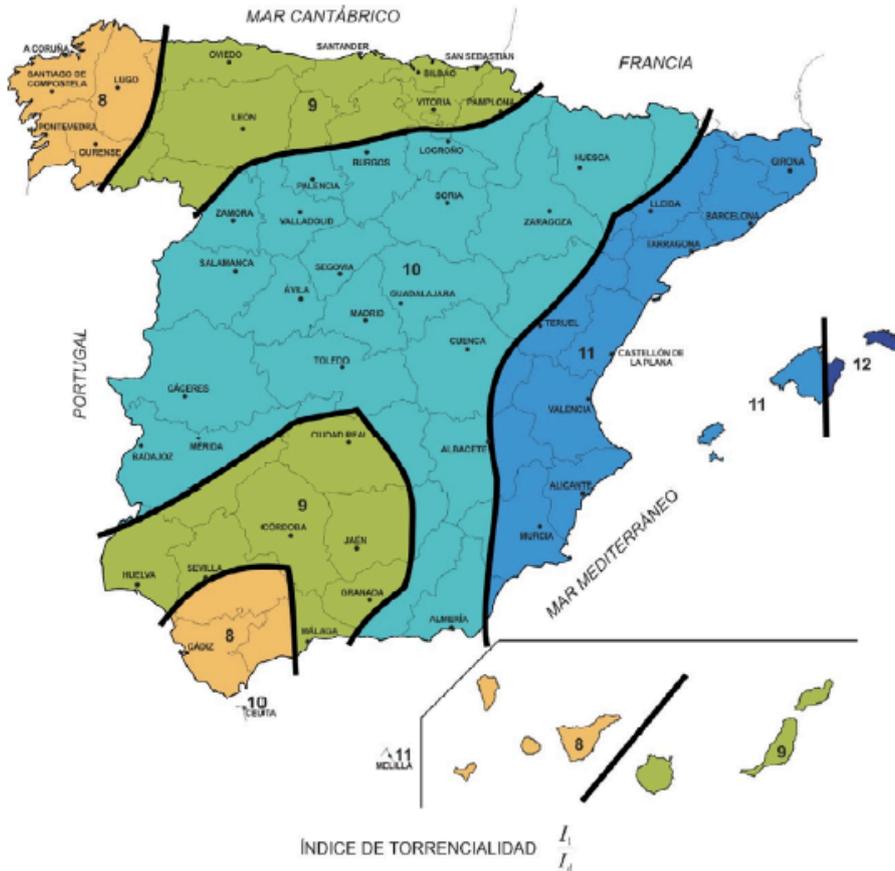


Figura 5: Mapa de España del índice de torrencialidad

Según el mapa, como el proyecto se ubica en Mungia, el índice de torrencialidad $\frac{I_1}{I_d} = 9$.

El tiempo de concentración es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe, es decir, el tiempo que tarda la gota que cae en el punto más lejano del recorrido de la cuenca, en llegar al punto de desagüe. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$t_c = 0,3 \times \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76} \quad [\text{h}]$$

donde,

L → Longitud del recorrido del flujo. (km)

J → Pendiente media. (adimensional)

El río Butrón que cuenta con un recorrido de 30 km, nace entre las laderas de los montes Bizkargi (563 m) y Mendigana (268 m), por lo que se adoptará como cota máxima de este cauce 500 m y al desembocar en el mar, en Plentzia, la cota mínima se situará en 0 m. Por lo tanto, se supone una pendiente media para la cuenca de $J = 0,017$ m/m. Por otra parte, la longitud necesaria para el cálculo del tiempo de concentración, varía en función de la cuenca y el colector al que desagüe. Es por ello que se dejará t_c en función de L hasta el final:

$$t_c = 0,3 \times \left(\frac{L}{0,017^{0,25}} \right)^{0,76} \quad [\text{h}]$$

Así el valor del factor de intensidad seguirá la siguiente fórmula, quedando en función del tiempo de concentración:

$$F_{int} = F_a = (9)^{3,5287 - 2,5287 \times t_c^{0,1}} \quad [\text{adimensional}]$$

9.3.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía, C , define la parte de la precipitación de intensidad $I(T, t_c)$ que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Este coeficiente se obtiene de diferente manera según $P_d \times K_A$ sea mayor o menor al umbral de escorrentía P_0 . El umbral de escorrentía representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se genere escorrentía y se determina de la siguiente manera:

$$P_0 = P_0^i \times \beta \quad [\text{mm}]$$

donde,

P_0^i → Valor inicial del umbral de escorrentía. (mm)

β → Coeficiente corrector del umbral de escorrentía. (adimensional)

9.3.2.1. Valor inicial del umbral de escorrentía

Se determina según el grupo y uso del suelo, mediante las siguientes tablas:

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Figura 6: Grupos hidrológicos de suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4

Figura 7: Valor inicial del umbral de escorrentía P_0^i (mm)

A partir de la tabla de la Figura 6, se supone la existencia de un drenaje bueno a moderado en toda la cuenca estudiada, por lo que el grupo hidrológico del suelo será el B. La Figura 7 es un extracto sacado de una tabla más completa del Método Racional. Observando dicha tabla, y con la intención de obtener un único valor común para todas las cuencas, se asume un uso de suelo que sea tejido urbano discontinuo, urbanizaciones y granjas agrícolas. Así se obtiene un valor de $P_0^i = 14$ mm.

9.3.2.2. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

La formulación del Método Racional requiere una calibración que se introduce a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Para drenajes transversales de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones... se aplica el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del periodo de retorno de 10 años:

$$\beta^{PM} = \beta_m \times F_T \text{ [adimensional]}$$

donde,

- β_m → Valor medio del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. (adimensional)
- F_T → Factor función del periodo de retorno T. (adimensional)



Figura 8: Mapa de la península con las regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82

Figura 9: Tabla de valores del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

En el mapa de la Figura 8, se sitúa la cuenca del Butrón en la región 13. Por lo tanto, en la tabla de la Figura 9, para un periodo de retorno de 10 años, se obtiene un $\beta_m = 0,6$ e interpolando un $F_T = 0,96$. Se obtiene así el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía y por consiguiente el umbral de escorrentía:

$$\beta^{PM} = 0,6 \times 0,96 = 0,576$$

$$P_0 = P_0^i \times \beta^{PM} = 14 \times 0,576 = 8,06 \text{ mm}$$

Finalmente se compara el valor obtenido para el umbral de escorrentía con el resultado de $P_d \times K_A = 99,27 \times 1 = 99,27 \text{ mm} > P_0 = 8,06 \text{ mm}$

Por lo tanto, al obtener un resultado mayor, el coeficiente de escorrentía se calculará de la siguiente manera:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \times K_A}{P_0} - 1\right) \times \left(\frac{P_d \times K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \times K_A}{P_0} + 11\right)^2} = \frac{\left(\frac{99,27 \times 1}{8,06} - 1\right) \times \left(\frac{99,27 \times 1}{8,06} + 23\right)}{\left(\frac{99,27 \times 1}{8,06} + 11\right)^2} = 0,74$$

9.3.3. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación y se obtiene mediante esta expresión, en función del tiempo de concentración (horas):

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14} \text{ [adimensional]}$$

9.3.4. ÁREA DE LA CUENCA

Se considera área de la cuenca a la superficie medida en proyección horizontal que drena al punto de desagüe. Debido a los diferentes colectores pluviales dispuestos en la cuenca del Butrón, se diferencian 5 cuencas vertientes con áreas distintas y longitudes distintas, y por lo tanto, caudales de recogida distintos. Las áreas utilizadas para el cálculo, al igual que las longitudes, se han obtenido mediante la herramienta de medida en el visor de GeoEuskadi y se han adjuntado en los planos del Anexo II.

La tabla que se incluye a continuación, recoge el proceso seguido en los apartados anteriores, para la determinación de los caudales de aguas pluviales en cada una de las cuencas vertientes.

CUENCA	ÁREA [km^2]	L [km]	t_c [h]	F_{int} [adim.]	$I(T, t_c)$ [mm/h]	K_t [adim.]	Q_P [m^3/s]	Q_P [l/s]
BASALDU 3	0,002124	0,1	0,11	27,05	114,69	1	0,05	50,08
MENTXAKAETAS	0,002021	0,2	0,19	21,06	89,30	1	0,04	37,10
BASALDU - MENTXAKAETAS	0,005292	0,3	0,26	18,13	76,86	1,01	0,08	84,45
LAUKIZ OESTE	0,011619	1,4	0,84	9,91	42,01	1,05	0,11	105,34
LAUKIZ ESTE	0,003624	0,8	0,55	12,42	52,68	1,03	0,04	40,42

Tabla 9: Caudal de aguas pluviales para un periodo de retorno de 10 años

El caudal de aguas pluviales que tendrá que retener el tanque de tormentas, por lo tanto, será la suma del caudal recogido en cada cuenca, que será: $Q_P = 317,39 \text{ l/s} \simeq 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$.

9.4. TABLAS DE CAUDALES DE ENTRADA AL TANQUE

Se adoptan como caudales de proyecto el caudal mínimo, el caudal máximo en tiempo seco, que será el mismo que el caudal residual punta ya que no intervendrán las aguas pluviales, y el caudal máximo en tiempo de lluvia, que será la suma del caudal residual punta y el caudal pluvial.

Se han recogido todos los datos obtenidos anteriormente y se han generado las tablas que se muestran a continuación para la situación actual y para la futura, en función del colector principal por el que transcurren las aguas. Tal como se ve en el plano de la Figura 24 de los colectores adjuntado en el Anexo II, estos colectores principales son el de Laukiz-Libarona, Mentxakaetas - Castillo de Butrón (en su tramo final llamado Castillo de Butrón-Libarona) y el de Igartua. La suma de los caudales provenientes de esos tres colectores será el caudal de entrada al tanque de tormentas.

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR. Q_F [l/s]	CAUDAL PLUVIAL Q_P [l/s]	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]			Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
LAUKIZ ESTE	LAUKIZ ESTE	0,02	2,89	0,03	40,42	0,02	2,89	43,31
LAUKIZ OESTE	LAUKIZ OESTE	0,10	4,03	0,17	105,34	0,10	4,03	109,37
ZURBANO	No se recogen las aguas	0,25	4,77	0,40	0,00	0,25	4,77	4,77
LAUKIZ - LIBARONA	No se recogen las aguas	0,00	2,19	0,01	0,00	0,00	2,19	2,19

Tabla 10: Colector Laukiz - Libarona [Situación actual]

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR. Q_F [l/s]	CAUDAL PLUVIAL Q_P [l/s]	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]			Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
BASALDU 3	BASALDU 3	0,01	2,19	0,01	50,08	0,01	2,19	52,27
BASALDU - MENTXAKAETAS	BASALDU - MENTXAKAETAS	0,02	2,89	0,03	84,45	0,02	2,89	87,34
MENTXAKAETAS	MENTXAKAETAS	0,01	2,19	0,01	37,10	0,01	2,19	39,29
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	No se recogen las aguas	0,09	3,86	0,14	0,00	0,09	3,86	3,86

Tabla 11: Colector Mentxakaetas - Castillo de Butrón [Situación actual]

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR.	CAUDAL PLUVIAL	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]	Q_F [l/s]	Q_P [l/s]	Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
IGARTUA	No se recogen las aguas	0,10	3,97	0,17	0,00	0,10	3,97	3,97

Tabla 12: Colector Igartua [Situación actual]

COLECTOR	CAUDALES DE PROYECTO		
	Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
IGARTUA	0,10	3,97	3,97
LAUKIZ - LIBARONA	0,37	13,88	159,64
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	0,13	11,13	182,76

Tabla 13: Caudales de entrada al tanque [Situación actual]

Se observa que en la actualidad, para la condición más desfavorable, que a la entrada del tanque llega un caudal de 346,37 l/s. El depósito existente cuenta con una capacidad de $180 m^3$, por lo que se llenará por completo en 8 minutos aproximadamente. Según la norma British Standard y los criterios de diseño de colectores de la Confederación Hidrográfica del Norte [14], este tiempo es insuficiente dado que como mínimo es necesario que el volumen del tanque de tormentas sea capaz de retener la contaminación producida por las aguas de los primeros 20 minutos de tormenta, ya que se considera que hasta ese momento las aguas que lleguen habrán arrastrado todos los sedimentos que encuentran en su camino y serán las denominadas aguas sucias de la tormenta. A partir de los 20 minutos, las aguas que lleguen serán más limpias y por lo tanto, más factible su vertido al río.

Una vez analizado el estado de la red de saneamiento y quedando en evidencia la incapacidad de esta por captar el caudal entrante, se estudia a continuación, la situación venidera para la red con el objetivo de dimensionar el sistema de almacenamiento con previsión de futuro.

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR. Q_F [l/s]	CAUDAL PLUVIAL Q_P [l/s]	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]			Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
LAUKIZ ESTE	LAUKIZ ESTE	0,08	3,81	0,14	40,42	0,08	3,81	44,23
LAUKIZ OESTE	LAUKIZ OESTE	0,46	5,40	0,75	105,34	0,46	5,40	110,74
ZURBANO	No se recogen las aguas	0,75	5,96	1,24	0,00	0,75	5,96	5,96
LAUKIZ - LIBARONA	No se recogen las aguas	0,01	2,73	0,02	0,00	0,01	2,73	2,73

Tabla 14: Colector Laukiz - Libarona [Situación futura]

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR. Q_F [l/s]	CAUDAL PLUVIAL Q_P [l/s]	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]			Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
BASALDU 3	BASALDU 3	0,02	2,89	0,03	50,08	0,02	2,89	52,97
BASALDU - MENTXAKAETAS	BASALDU - MENTXAKAETAS	0,09	3,90	0,15	84,45	0,09	3,90	88,35
MENTXAKAETAS	MENTXAKAETAS	0,02	2,89	0,03	37,10	0,02	2,89	39,99
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	No se recogen las aguas	0,19	4,53	0,32	0,00	0,19	4,53	4,53

Tabla 15: Colector Mentxakaetas - Castillo de Butrón [Situación futura]

COLECTOR	CUENCA VERTIENTE	CAUDALES RESIDUALES		CAUDAL INFILTR. Q_F [l/s]	CAUDAL PLUVIAL Q_P [l/s]	CAUDALES DE PROYECTO		
		Q_{min} [l/s]	$(Q_R)_P$ [l/s]			Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
IGARTUA	No se recogen las aguas	0,20	4,56	0,33	0,00	0,20	4,56	4,56

Tabla 16: Colector Igartua [Situación futura]

COLECTOR	CAUDALES DE PROYECTO		
	Q_{min} [l/s]	Q_{max} (tiempo seco) [l/s]	Q_{max} (tiempo lluvias) [l/s]
IGARTUA	0,20	4,56	4,56
LAUKIZ - LIBARONA	17,90	17,90	163,66
MENTXAKAETAS - CASTILLO DE BUTRÓN	0,32	14,21	185,84

Tabla 17: Caudales de entrada al tanque [Situación futura]

La Tabla 17 refleja la previsión de los caudales de llegada al tanque de tormentas y serán éstos los caudales utilizados para el cálculo del volumen necesario que tendrá que retener el depósito. Como ya se ha explicado, el caudal de aguas residuales será la suma del caudal en tiempo seco y será igual a 36,67 l/s. Por otra parte, el caudal que se recogerá en época de lluvias será de 354,06 l/s.

10. Volumen del tanque

10.1. INTRODUCCIÓN

El volumen del tanque de tormentas estará influenciado por el caudal de entrada y el de salida del depósito. Por lo tanto, habrá que dimensionar la instalación de manera eficiente, de forma que para el caudal de entrada más desfavorable y sin realizar ningún vertido al río, el tanque cumpla la necesidad de almacenaje, conforme a la capacidad de la EDAR para admitir el agua a tratar. La sobredimensión de la instalación conduciría a un encarecimiento de la obra innecesario.

El caudal de entrada será el calculado anteriormente para la llegada al tanque de aguas pluviales y residuales, por cada uno de los colectores. De esta manera, el caudal de aguas residuales, se toma como constante a lo largo del tiempo y para el caudal de aguas pluviales se ha calculado a continuación el hidrograma en SCS mediante el caudal pluvial ya obtenido. Por la otra parte, el caudal de salida, dependerá de la capacidad de tratamiento de aguas que tenga la EDAR de Mungia. Ésta, según Cadagua, será de $9480 \text{ m}^3/\text{día}$. [15]

10.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Para el cálculo del volumen que necesitará alcanzar el tanque, se ha seguido el método del hidrograma en SCS [16]. En este método, conociendo el tiempo punta (t_p), el caudal punta (Q_p) y el tiempo base (t_b), se esquematiza un hidrograma con forma de triángulo, a partir del cual, y con el hidrograma adimensional en SCS, se obtiene el hidrograma resultante para la cuenca. Estos valores se consiguen a partir de estas expresiones:

$$t_p = 0,5 \times D + 0,6 \times t_c \text{ [h]} \quad ; \quad t_b = 2,67 \times t_p \text{ [h]}$$

donde,

D → Duración de la precipitación neta [h]. Se tomará 1 hora.

t_c → Tiempo de concentración [h]. Calculada anteriormente para cada cuenca vertiente y para la que se tomará el valor más desfavorable. Este valor será 0,84 horas.

Por lo tanto, el tiempo punta será: $t_p = 1,004 \text{ h}$ y el tiempo base: $t_b = 2,681 \text{ h}$

El caudal punta de las aguas pluviales será la suma de todos los caudales pluviales calculados por el método racional para un periodo de retorno de 10 años, que van a recoger los colectores existentes: $Q_p = 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con los datos obtenidos, se construye el hidrograma triangular de SCS. Las coordenadas de la punta del hidrograma serán el tiempo punta y caudal punta, y la abscisa del punto final corresponderá al tiempo base. El gráfico resultante será el siguiente:

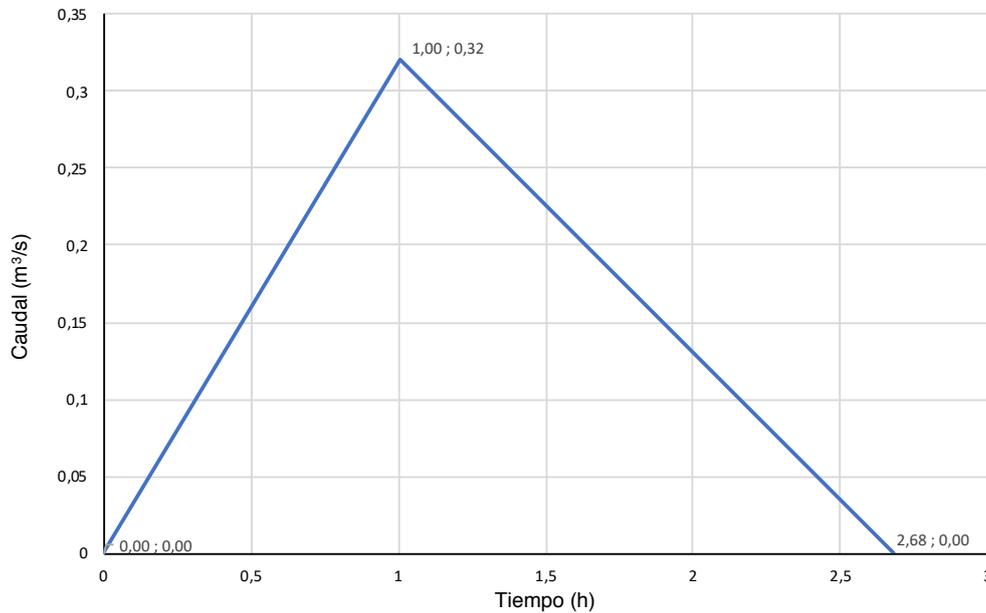


Figura 10: Hidrograma triangular del SCS

Una vez construido el hidrograma en forma de triángulo, conviene darle una forma más realista. Esto se consigue con el hidrograma adimensional.

Mediante el hidrograma adimensional medio tabulado del SCS que se muestra en la Figura 11 y con el tiempo punta y el caudal punta ya calculados, se dibuja el hidrograma resultante en toda la extensión de la cuenca.

t / t_p	Q / Q_p	t / t_p	Q / Q_p
0,0	0	1,4	0,75
0,1	0,015	1,5	0,65
0,2	0,075	1,6	0,57
0,3	0,16	1,8	0,43
0,4	0,28	2,0	0,32
0,5	0,43	2,2	0,24
0,6	0,60	2,4	0,18
0,7	0,77	2,6	0,13
0,8	0,89	2,8	0,098
0,9	0,97	3,0	0,075
1,0	1,00	3,5	0,036
1,1	0,98	4,0	0,018
1,2	0,92	4,5	0,009
1,3	0,84	5,0	0,004

Figura 11: Hidrograma adimensional medio tabulado del SCS

Se ha generado la Tabla 18 para aplicar los datos tabulados a los datos de la cuenca y así confeccionar una gráfica que represente el hidrograma de la cuenca.

$$\text{Tiempo} = t/t_p \times t_p \text{ [h]} ; \text{Caudal pluvial} = q/q_p \times Q_p \text{ [m}^3\text{/s]}$$

t/t_p	q/q_p	Tiempo [h]	Caudal pluvial [m ³ /s]
0	0,000	0,000	0,000
0,2	0,075	0,201	0,024
0,4	0,280	0,402	0,090
0,6	0,600	0,602	0,192
0,8	0,890	0,803	0,285
1	1,000	1,004	0,320
1,2	0,920	1,205	0,294
1,4	0,750	1,406	0,240
1,6	0,570	1,606	0,182
1,8	0,430	1,807	0,138
2	0,320	2,008	0,102
2,2	0,240	2,209	0,077
2,4	0,180	2,410	0,058
2,6	0,130	2,610	0,042
2,8	0,098	2,811	0,031
3	0,075	3,012	0,024
3,5	0,036	3,514	0,012
4	0,018	4,016	0,006
4,5	0,009	4,518	0,003
5	0,004	5,020	0,001

Tabla 18: Hidrograma de la cuenca

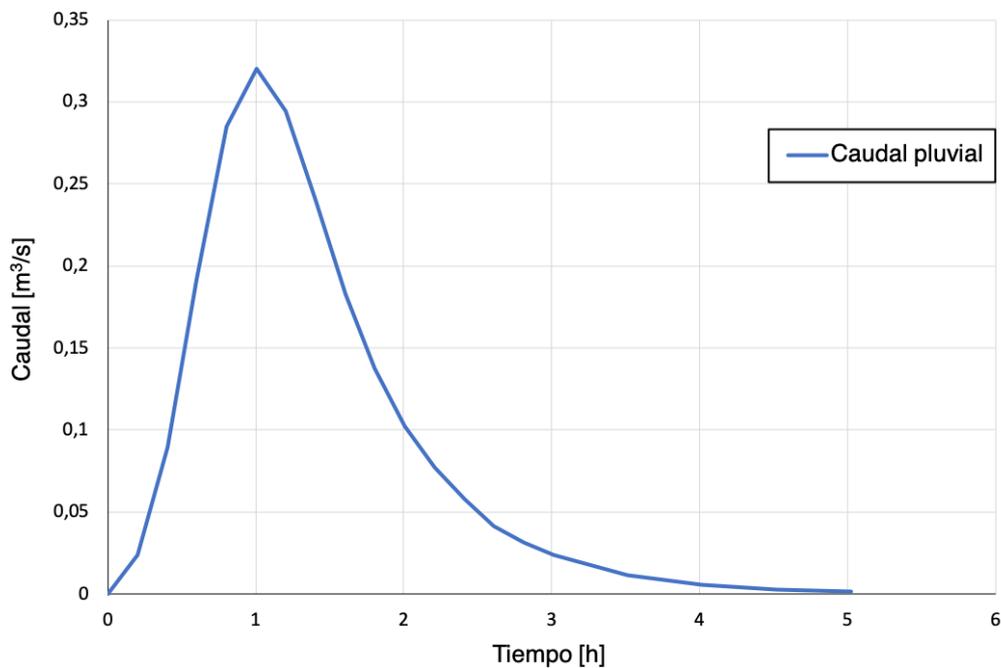


Figura 12: Hidrograma de la cuenca del Butrón

Una vez conocido el hidrograma que crean las aguas pluviales para un periodo de retorno de 10 años, se procede a obtener de manera gráfica el volumen necesario a acumular para que no haya ningún vertido. El caudal de aguas residuales se toma como constante a lo largo del tiempo, para calcularlo se ha sumado el caudal en tiempo seco que llegará al tanque por los distintos colectores, obteniendo así un caudal residual de 36,67 l/s= 0,03667 m³/s. Por lo tanto, el caudal de entrada al depósito será la suma del residual y el pluvial y el de salida corresponderá a la capacidad de la EDAR de Mungia, que también se tomará como constante: $Q_{EDAR} = 0,10972 \text{ m}^3/\text{s}$. Estos datos se recogen en una tabla para poder generar el hidrograma correspondiente al flujo de aguas que habrá es el depósito.

t [h]	Caudal pluvial [m ³ /s]	Caudal residual [m ³ /s]
0,0	0,037	0,037
0,2	0,061	0,037
0,4	0,126	0,037
0,6	0,229	0,037
0,8	0,321	0,037
1,0	0,357	0,037
1,2	0,331	0,037
1,4	0,277	0,037
1,6	0,219	0,037
1,8	0,174	0,037
2,0	0,139	0,037
2,2	0,113	0,037
2,4	0,094	0,037
2,6	0,078	0,037
2,8	0,068	0,037
3,0	0,061	0,037
3,5	0,048	0,037
4,0	0,042	0,037
4,5	0,040	0,037
5,0	0,038	0,037

Tabla 19: Hidrograma de entrada al tanque

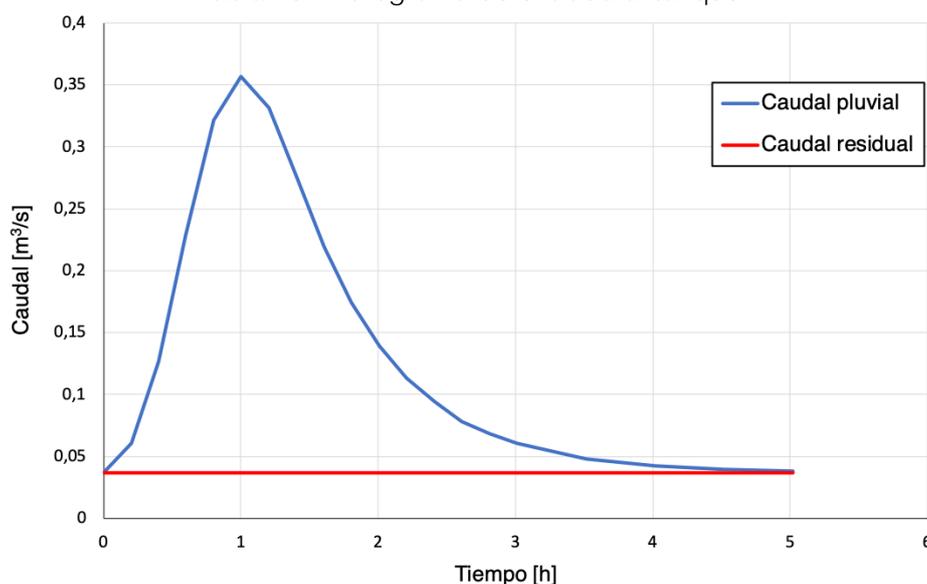


Figura 13: Hidrograma de entrada al tanque

t [h]	Caudal de entrada [m^3/s]	Caudal de salida [m^3/s]
0,0	0,037	0,110
0,2	0,061	0,110
0,4	0,126	0,110
0,6	0,229	0,110
0,8	0,321	0,110
1,0	0,357	0,110
1,2	0,331	0,110
1,4	0,277	0,110
1,6	0,219	0,110
1,8	0,174	0,110
2,0	0,139	0,110
2,2	0,113	0,110
2,4	0,094	0,110
2,6	0,078	0,110
2,8	0,068	0,110
3,0	0,061	0,110
3,5	0,048	0,110
4,0	0,042	0,110
4,5	0,040	0,110
5,0	0,038	0,110

Tabla 20: Caudales en el tanque de tormentas

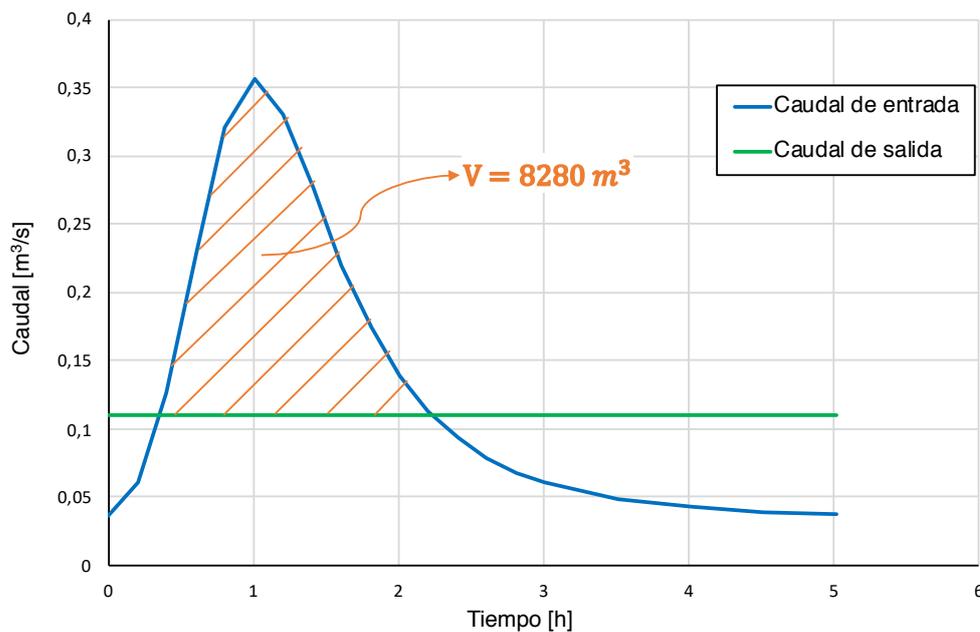


Figura 14: Volumen a almacenar

Cómo se puede observar en la Figura 14, en el caso más desfavorable, en época de lluvias, para que no se produzca ningún vertido y todo el caudal entrante pueda bombearse a la estación depuradora de Mungia, el volumen a acumular será de $8280 m^3$. Se comprueba así que el depósito existente que cuenta con $180 m^3$, no satisface las necesidades actuales de la red de saneamiento y será insuficiente también para la situación futura en la que se prevé un aumento del 23% de la población. Por lo tanto, queda en manifiesto la necesidad de un sistema de almacenaje con capacidad de al menos $8280 m^3$.

11. Solución propuesta

11.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se pretende confeccionar las dimensiones que tendrá el tanque de tormentas, así como su situación, la definición de los criterios de diseño que deberá seguir y su implantación en la red de saneamiento existente. Para este cometido, se han seguido las recomendaciones y especificaciones técnicas recogidas en el “Manual de recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta” elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en 2014. [17]

11.2. PREDISEÑO DEL TANQUE DE TORMENTAS

El almacenamiento se realizará mediante un depósito de retención fuera de línea u off-line. Al tratarse de un tanque anexo a un depósito ya existente, la retención se llevará a cabo desviando el caudal desde el depósito, que trabaja en línea con la red, al tanque de tormentas cuando se supera su capacidad de almacenaje. El agua desviada se almacena hasta que se recupera la capacidad del tratamiento aguas abajo y entonces será bombeada hacia la EDAR.

Otra opción hubiese sido la demolición de parte de la instalación existente para la construcción del nuevo tanque de tormentas en línea con la red de saneamiento. Pero este tipo de depósitos son más apropiados para el almacenamiento de pequeños volúmenes, no más de 1000 m^3 , por lo que se volverá a encontrar la necesidad de ampliarlo con un depósito fuera de línea para alcanzar el volumen mínimo necesario. Además, aunque son estructuras más baratas, el hecho de tener que derribar parte de la estación de bombeo y reconstruir un tanque más grande, supone un incremento en el presupuesto. Es por eso que para la regulación de un volumen de 8280 m^3 se ha optado por el depósito off-line.

Para cumplir con el volumen calculado de 8280 m^3 se diseña un depósito enterrado de forma rectangular en planta con 50 metros de longitud y anchura de 25,5 metros dividida en 3 cuerpos idénticos de 9,5 metros de ancho cada uno, con una altura libre interior media de 6 metros. La altura útil del depósito es variable debido a que el fondo se realiza con pendientes longitudinales para facilitar la evacuación y limpieza del mismo. Este dimensionamiento del tanque aportará una capacidad de almacenaje de 8550 m^3 , volumen suficiente para captar todo el agua del saneamiento y conducirla a la EDAR evitando así, los vertidos al río.

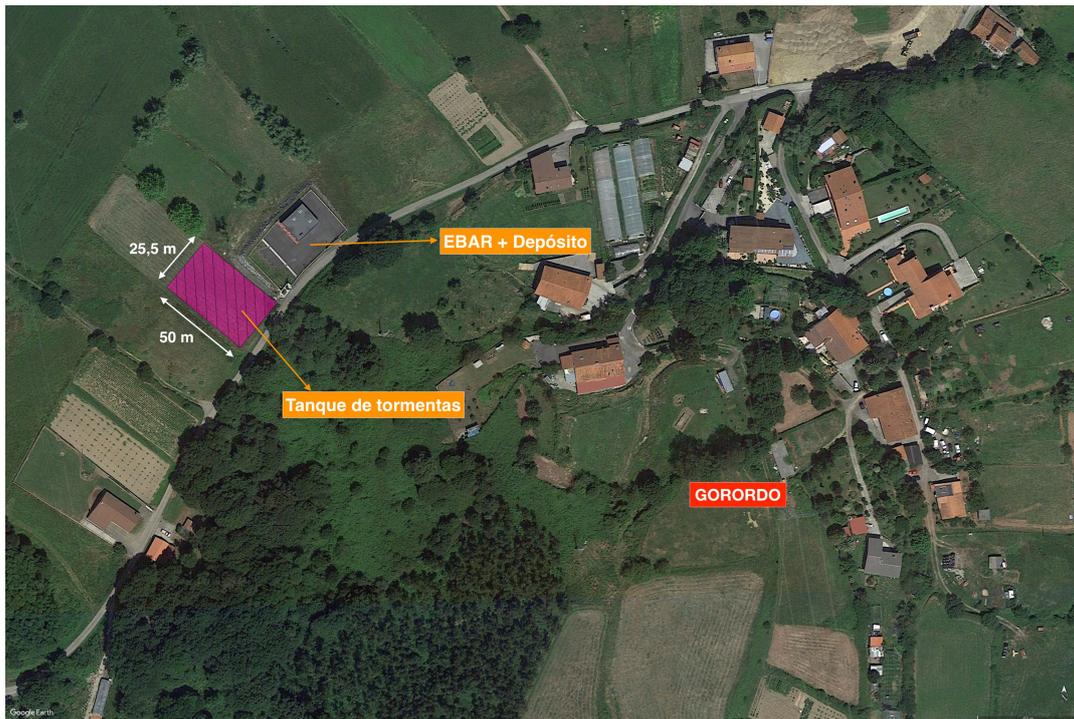


Figura 15: Emplazamiento de la ampliación del tanque de tormentas

Una vez conocido el volumen que tendrá el tanque de tormentas, se procede al prediseño del nuevo depósito a partir de los elementos más importantes que lo conforman:

11.2.1. OBRA DE ENTRADA

Este es un depósito de retención combinada dado que la instalación existente funcionará en línea con la red de saneamiento y cuando este primer compartimento rebose, el agua se conducirá a la primera cámara del nuevo tanque de tormentas. A la obra de entrada llegan dos colectores, el de Igartua y el de Libarona-Laukiz. Ambos vierten las aguas al depósito existente que funcionará como depósito de llegada y a través de unas compuertas de compartimentación, preferiblemente antirretorno, que se sitúan en la base de los muros separadores, se conecta con el tanque de tormentas.

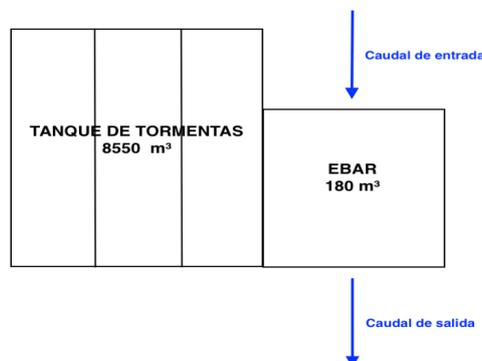


Figura 16: Croquis de la situación del tanque de tormentas

11.2.2. CÁMARA DE RETENCIÓN

Es el recinto destinado al almacenamiento de las aguas derivadas de la red de saneamiento. Estará formado por tres cuerpos idénticos de 50 metros de longitud y 9,5 metros de ancho. Entre ellos se conectan mediante compuertas de compartimentación. Estas compuertas serán murales con funcionamiento motorizado, de desplazamiento vertical, cierre descendente y estarán situadas en la base de los muros separadores.

La altura media capaz de alcanzar el agua es de 6 metros. Esta altura es variable debido al 2% de pendiente longitudinal con la que cuentan los carriles de la solera para poder facilitar la evacuación y limpieza del tanque. Estos carriles longitudinales desembocan en un carril transversal que une las tres cámaras y es el encargado de llevar las aguas al sistema de bombeo.

11.2.3. OBRA DE SALIDA

El vaciado se realiza por un sistema de bombeo ya implantado en la instalación que envía el agua a la EDAR de Mungia. El sistema está formado por 4 bombas idénticas y sumergibles, una de ellas de reserva.

11.2.4. ALIVIADEROS

El aliviadero tiene como función conducir hasta el medio receptor aquellas aguas que superan la capacidad de almacenamiento del tanque y que por tanto no son derivadas al sistema de saneamiento. Estos puntos de vertido producen una contaminación ya que, aunque el agua residual se mezcle con una importante cantidad de agua de lluvia, la contaminación que arrastra el agua pluvial por escorrentía y la suspensión de sedimentos de la red de saneamiento, implica que estos desbordamientos tengan un importante grado de contaminación.

Los aliviaderos estarán formados por una estructura de hormigón armado con un labio fijo que cuando se rebosa, vierte el excedente a un colector que conduce las aguas al río Butrón. En el caso de los aliviaderos de los tanques de tormenta, donde la velocidad de aproximación del fluido puede considerarse nula, la longitud necesaria del aliviadero puede calcularse por la siguiente formulación:

$$Q = C_w \times L \times h^{3/2} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

donde,

- Q → Caudal de alivio [m^3/s]
- C_w → Coeficiente para el dimensionamiento del aliviadero [adimensional]. (Figura 17)
- L → Anchura del muro del alivio [m]
- h → Altura de la lámina de alivio [m]
- H → Altura del vertedero [m]

Relación geométrica	Altura de agua sobre el aliviadero							
	h=0,05	h=0,10	h=0,20	h=0,40	h=0,60	h=0,80	h=1,00	h=1,50
H/h								
0,5	2,361	2,285	2,272	2,266	2,263	2,262	2,262	2,261
1,0	2,082	2,051	2,037	2,030	2,027	2,026	2,025	2,024
2,0	1,964	1,933	1,919	1,912	1,909	1,908	1,907	1,906
10,0	1,870	1,839	1,824	1,817	1,815	1,814	1,813	1,812
Infinito	1,846	1,815	1,801	1,793	1,791	1,790	1,789	1,788

Figura 17: Coeficiente C_w para el dimensionamiento de un aliviadero

Suponiendo un caudal de alivio aproximado de $0,02 m^3/s$ y una altura de lámina de alivio de 0,05 metros, se introducen todos los datos en la fórmula y se obtiene que la longitud del labio del aliviadero tiene que ser de 1 metro.

Los aliviaderos estarán equipados con pantallas deflectoras de manera que minimice el vertido de sólidos flotantes al medio receptor. Las pantallas deflectoras antiflotantes consisten en colocar en el muro del aliviadero una pantalla semisumergida que crea una especie de sifón a la salida lo que evita el vertido al cauce de estos sólidos. Puede verse la configuración en la Figura 18.

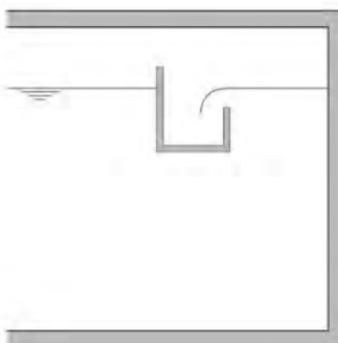


Figura 18: Pantalla deflectora

Además, al final de esta línea de alivio se dispone de una clapeta antirretorno para impedir en una situación de avenida, la entrada del agua del río en la instalación.

11.2.5. SISTEMA DE LIMPIEZA

Uno de los elementos funcionales más importantes de un tanque de tormentas es el sistema de limpieza utilizado. Terminado un episodio de lluvia, el agua acumulada en el depósito se vacía en función de la capacidad de evacuación del sistema de bombeo y de la absorción de la depuradora. Una vez vacío, en el interior del depósito quedan los residuos arrastrados por la escorrentía y decantados durante su estancia en el mismo. El tanque habrá que limpiarlo lo antes posible para extraer estos residuos, dado que pueden causar olores y bacterias. Además, cuanto antes se eliminen dichos residuos, menos costosa resultará la operación, dado que éstos tienden a apelmazarse al cabo de las horas.

A partir de lo mencionado anteriormente y en función de las dimensiones que se han supuesto para el tanque, se ha elegido la utilización de sistemas de limpieza automáticos a base de volcadores o basculantes. Estos sistemas son mecanismos consistentes en unos tanques excéntricos colocados en la cabecera de cada carril. En situación normal los limpiadores están en posición de equilibrio y a medida que se van llenando de agua se produce un desplazamiento del centro de gravedad hasta producir el vuelco del mismo y el lavado del carril correspondiente (Figura 19 [18]). Los volcadores se colocarán a una altura de unos 5 metros ya que su efectividad se basa en la transformación de la energía potencial en cinética. La limpieza se genera a partir de la creación de una ola que barre longitudinalmente el depósito. Es importante disponer de una cuna de hormigón entre la solera y la pared sobre la que voltea el limpiador ya que favorece la correcta formación de la ola.



Figura 19: Esquema de limpiadores basculantes en reposo y en acción

11.2.6. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y TRATAMIENTO DE OLORES

La mejor manera de evitar tanto problemas de olores como de humedad, que puedan acarrear la proliferación de bacterias y virus y provoquen corrosión y oxidación en elementos metálicos, es mediante la reducción del tiempo de permanencia de las aguas en el tanque. Esto, no siempre es posible, por lo que será necesaria la limpieza periódica con la extracción de los sedimentos acumulados y la disposición de una buena ventilación natural o forzada. En este caso, se opta por un extractor de aire y filtro de carbón activo, debido a que para controlar la humedad el procedimiento más recomendable es la ventilación mecánica y la adsorción mediante filtro de carbón es la técnica más usada para atrapar olores.

12. Descripción de las Tareas

12.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se registra el tiempo empleado en cada tarea para la realización del dimensionado del tanque de tormentas. La planificación se ha representado de dos maneras: Mediante un diagrama de Gantt y un gráfico circular.

12.2. GESTIÓN DEL TIEMPO

El proyecto comenzó el 6 de marzo. En esa fecha se inició la búsqueda de información, definiendo el problema que había en la cuenca del Butrón e investigando medidas para cumplir con los objetivos marcados. Una vez obtenida la documentación necesaria para abordar el propósito fijado y, después de haber adquirido los conocimientos sobre la implantación y dimensionado de los tanques de tormenta, se inicia el proceso del desarrollo del proyecto.

Para la obtención del resultado final, se ha necesitado la recopilación de datos respectivos a la cuenca, como las precipitaciones máximas diarias recogidas en diferentes años, la dotación de agua por habitante, la situación de los colectores del saneamiento existentes... A partir de estos datos, se ha procedido a la elaboración de los planos, a la realización de los cálculos necesarios mediante los métodos fijados, y a la generación de tablas y gráficas.

Una vez obtenido el volumen de almacenamiento final necesario, se han tomado las decisiones pertinentes para el prediseño de la instalación y se ha redactado el presente proyecto. El trabajo finaliza el 16 de junio, transcurridos 103 días desde el inicio. Adoptando una media de 3 horas diarias a la realización del mismo, se han invertido un total de 309 horas al proyecto.

En la Figura 20 se muestra la planificación y el desarrollo de las tareas del trabajo, mediante un diagrama de Gantt. Queda identificada cada tarea mediante el nombre, la duración de la misma, la fecha de inicio, la fecha fin y la condición de precedencia.

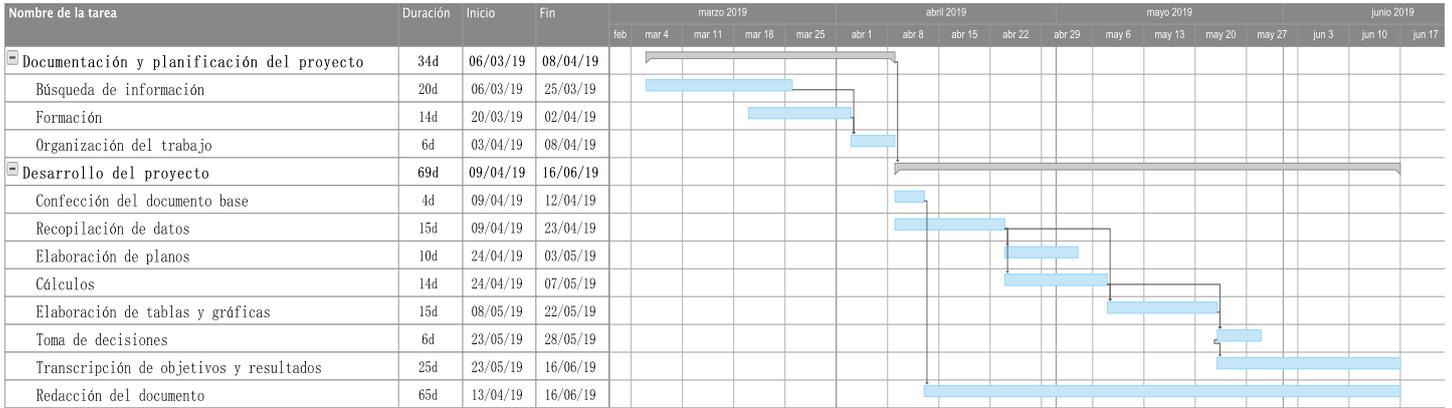


Figura 20: Diagrama de Gantt

Las tareas más importantes, que conforman el camino crítico, se han representado mediante el siguiente gráfico circular, identificando en él, el porcentaje de tiempo invertido en cada cometido:

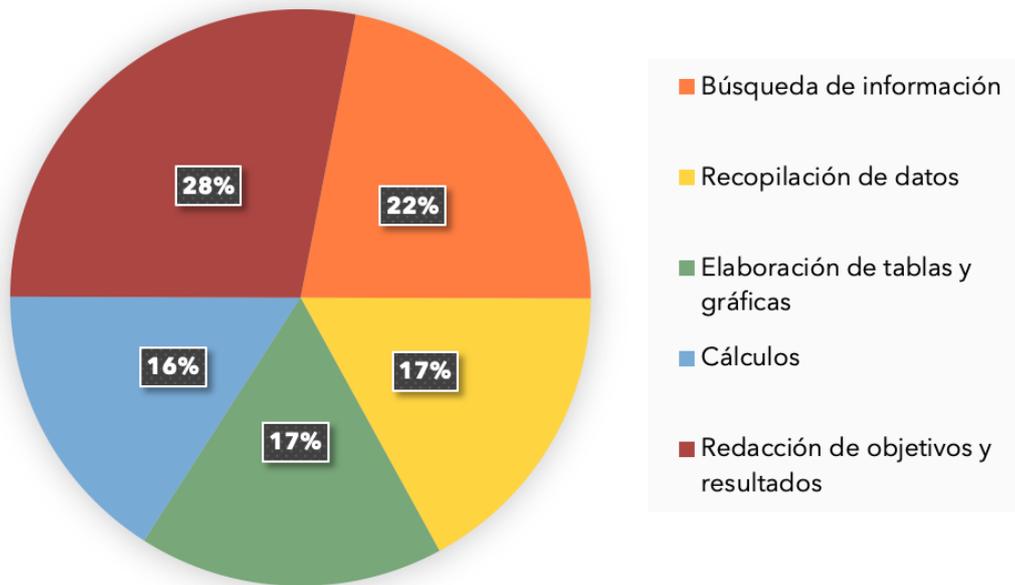


Figura 21: Gráfico circular del porcentaje del tiempo empleado en las tareas del camino crítico

13. Presupuesto

13.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado, se generan dos presupuestos. El primero, es una estimación de la inversión necesaria para la construcción del tanque de tormentas mediante el método económico de coste/capacidad. El segundo, es el presupuesto de la realización del presente proyecto.

13.2. MÉTODO COSTE/CAPACIDAD

El método coste/capacidad es uno de los métodos económicos de evaluación de proyectos utilizados para determinar el orden de magnitud de una obra y, así, estimar la inversión que habría que realizar para la construcción de la misma. [19]

Este método se basa en comparar la relación del proyecto que se quiere realizar y la de uno conocido. Esta relación se basa en las economías a escala y sigue esta fórmula:

$$\left(\frac{C_A}{C_B}\right) = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^n$$

donde,

- C_A → El coste de la instalación conocida. (€)
- C_B → El coste de la instalación del proyecto. (€)
- T_A → Capacidad de la instalación conocida. (m^3)
- T_B → Capacidad de la instalación del proyecto. (m^3)
- n → Índice de la instalación del proyecto. (adimensional)

Para la obtención del coste del proyecto, se ha hecho uso de los datos de coste y capacidad conocidos del tanque de tormentas de Durangaldea, ubicado en la EDAR de Arriandi, Iurreta. [20] Se ha optado por este depósito, por ser de características similares al proyectado y por estar emplazado en el mismo territorio histórico, en Bizkaia.

El tanque de tormentas de Arriandi, realizado en 2015, supuso una inversión superior a los 6,3 millones de euros y cuenta con un depósito subterráneo con capacidad de $25000 m^3$. Considerando una revisión de precios anual del 7%, se actualiza el coste del 2015 al 2019, para reflejar el cambio de valor en esos 4 años:

$$C'_A = 6300000 \times (1,07)^4 = 8258014,86 \text{ €}$$

Por lo tanto, para un depósito de agua medido en m^3 , el índice de coste/capacidad habitual se considera de 0,71. Introduciendo todos los datos en la fórmula, se obtiene un coste estimado para el tanque de tormentas de Gorordo de **3 855 087,11€**. **TRES MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHENTA Y SIETE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.**

13.3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El coste de este proyecto viene asociado al tiempo, conocimientos y medios empleados para la obtención de las dimensiones del tanque de tormentas que proporcionen una solución viable al saneamiento de la cuenca del Butrón

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Ingeniero civil	309 horas	12 €/hora	3708 €
Director de proyecto	20 horas	16 €/hora	320 €
TOTAL			4028 €

MATERIAL EMPLEADO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
Licencia Microsoft Office 2019	1 unidad	149 €/unidad	149 €
TOTAL			149 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			4177 €

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO DISEÑO HIDRÁULICO PARA LA AMPLIACIÓN DE UN TANQUE DE TORMENTAS DE GORORDO ES DE **CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y SIETE (4177 €)**.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4177 €	
13 % GASTOS GENERALES	543,01 €	
6 % BENEFICIO	250,62 €	
	SUMA	4970,63
21 % I.V.A.	1043,83 €	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	6014,46 €	

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DISEÑO HIDRÁULICO PARA LA AMPLIACIÓN DE UN TANQUE DE TORMENTAS DE GORORDO ES DE **SEIS MIL CATORCE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS (6014,46 €)**.

14. Conclusiones

14.1. INTRODUCCIÓN

La problemática del impacto de las descargas de los sistemas de saneamiento en los medios receptores obtiene en los tanques de tormenta una óptima solución en coste, impacto urbano y beneficios medioambientales, tal y como ha sido probado con éxito en numerosas ciudades europeas y mundiales.

Al igual que en los demás casos, la mejora que se producirá en el saneamiento de la cuenca del Butrón debido a la implicación de la ampliación de volumen del tanque de tormentas en Gorordo, será evidente. Mediante los resultados obtenidos en el proyecto, resulta posible el cumplimiento de los objetivos que se habían fijado al inicio del dimensionamiento y que eran el motivo por el que se ha procedido a su realización. El tanque, satisface los objetivos que pretendían la mejora legal y medioambiental de la cuenca, evitando los vertidos al medio receptor. Además, debido a la utilización de esta infraestructura, se consigue minimizar el impacto urbano generado.

14.2. BENEFICIOS TÉCNICOS

Es una solución que ocasiona pocas afecciones a servicios existentes de tráfico y molestias generales a los ciudadanos, dado que las obras se realizan en un lugar localizado, sin la necesidad de tener que modificar ninguno de los colectores de la red. Por otra parte, al tratarse de un depósito enterrado, el impacto que producirá en el entorno será casi imperceptible. El tanque quedará totalmente integrado en Gorordo, siendo posible la construcción de zonas ajardinadas o viviendas encima de éste.

14.3. BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

En la actualidad, se están produciendo del orden de 44 alivios al año del saneamiento de la cuenca al río Butrón, cuando la Directiva Europea 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, insta a que se sitúen por debajo de 20 el número de alivios realizados. Además, en el Plan Hidrológico de la parte Española de la demarcación hidrográfica del cantábrico oriental en la revisión del 2015-2021 [Anexo I], se menciona que la masa de agua Butroe-B está sometida a una presión significativa por vertidos urbanos e industriales y el estado ecológico ha pasado de malo en el escenario de referencia de 2008, a deficiente en el de 2013.

En el croquis de la Figura 22 se puede observar la situación actual en la que se encuentra el bombeo de Gorordo. En estos momentos, el excedente de agua residual que supera la capacidad de tratamiento de la EDAR de Mungia y, por lo tanto, es vertido al río Butrón, asciende a $8,8 \text{ m}^3/\text{año}$.



Figura 22: Croquis de la situación actual

El mal estado de las aguas del río Butrón está directamente relacionado con los vertidos procedentes de la EBAR. Estos vertidos corresponden a la mezcla de contaminantes provenientes de las aguas residuales urbanas, como de los recogidos por la escorrentía pluvial. El tanque de tormentas se ha proyectado con el objetivo de minimizar o evitar la evacuación de contaminantes al medio receptor y así contribuir en la mejora medioambiental de la cuenca.

Mediante la instalación de 8550 m^3 de capacidad de retención adicional, la red de saneamiento será capaz de almacenar temporalmente el volumen total de agua residual y pluvial recogido por los colectores, y conducirlo a la EDAR de Mungia para su depuración, sin sufrir ningún episodio de alivio. De ese modo, el caudal de contaminantes vertidos al río será de $0 \text{ m}^3/\text{año}$ y así se favorecerá a la recuperación medioambiental de la cuenca. En la Figura 23 se puede observar el beneficio que producirá el tanque en el estado ecológico del río Butrón.

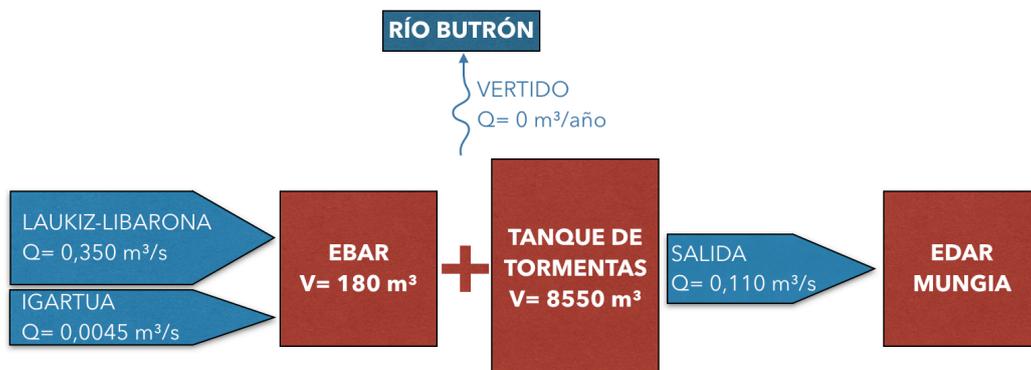


Figura 23: Croquis de la red de saneamiento con el tanque de tormentas

15. Bibliografía

- [1] Diputación Foral de Bizkaia. (2019). Cuenca del Butrón. Recuperado el 7 de abril de 2019, de http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=2630&Idioma=CA
- [2] Viceconsejería de Medio Ambiente (1990). Los ríos de la Comunidad Autónoma del País Vasco: Objetivos de calidad y planes integrales de saneamiento. Recuperado el 19 de marzo de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/273439.pdf>
- [3] Europapress (2014). Consorcio de Aguas de Bizkaia invierte 11 millones de euros en el saneamiento del medio Butrón. Recuperado el 27 de marzo de 2019, de https://www.eldiario.es/norte/euskadi/Consorcio-Aguas-Bizkaia-saneamiento-Butron_0_239026133.html
- [4] Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2005). DECRETO 233/2005. Recuperado el 27 de marzo de 2019, de <https://www.irekia.euskadi.eus/es/orders/200504625?track=1>
- [5] Europapress (2017). El saneamiento del río Butrón concluirá en el primer trimestre. Recuperado el 7 de abril de 2019, de <https://www.europapress.es/euskadi/noticia-saneamiento-rio-butron-concluira-primer-trimestre-invertirse-mas-20-millones-ultima-fase-20170106102549.html>
- [6] EUSTAT (2018). Población de la C.A. de Euskadi por ámbitos territoriales, según lugar de nacimiento. 01/01/2018. Recuperado 25 de abril de 2019, de http://es.eustat.eus/elementosele0011400Poblacion_de_la_CA_de_Euskadi_por_ambitos_territoriales_segun_lugar_de_nacimiento/tbl0011425_c.html
- [7] Foro - Ciudad (2018). Evolución de la población desde 2000 hasta 2018 según los datos publicados por el INE. Recuperado el 25 de abril de 2019, de <https://www.foro-ciudad.com/vizcaya/igartua/habitantes.html>
- [8] Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno vasco (2018). Udalplan 2018. Recuperado el 25 de abril de 2019, de <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-udalplan/es/aa33aWAR/interfacesJSP/index.jsp>
- [9] BOE (2006). Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo. Recuperado el 1 de mayo de 2019, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-17400>
- [10] IKAUR, Arquitectos e Ingenieros (2004). Caracterización y cuantificación de las demandas de agua en la CAPV y estudio de prospectivas. Recuperado el 18 de mayo de 2019, de http://www.uragintzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/demandas_agua/es_demandas/adjuntos/Demandas%20de%20Agua%20CAPV%20Sintesis.pdf

[11] Ayuntamiento de Siero (2017). Determinación de caudales. Recuperado el 18 de mayo de 2019, de <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/f70c4129-f686-4e73-8a93-664e9c834a3b/DOC20160628153827Anexo+calculo+sanemiento-935.pdf?MOD=AJPERES>

[12] BOE (2016). Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Recuperado el 23 de mayo de 2019, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-2405>

[13] Euskalmet (2019). Climatología mensual. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de <http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/meteorologia/datos/mapaestac.apl?e=5>

[14] Departamento de seguridad del Gobierno Vasco (2015). Plan especial de emergencias ante el riesgo de inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Recuperado el 8 de junio del 2019, de http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/planes_inundaciones/es_doc/adjuntos/PEE%20inundaciones-es.pdf

[15] Cadagua (2009). EDAR de Mungia. Recuperado el 29 de mayo de 2019, de <https://cadagua.es/actividades-y-servicios/ingenieria-y-construccion/edar/ic-munguia-ampliacion/>

[16] Francisco Javier Sánchez San Román (2017). Hidrología Superficial (III): Relación Precipitación - Escorrentía. Recuperado el 4 de junio de 2019, de http://hidrologia.usal.es/temas/Hid_Sup_3.pdf

[17] MAGRAMA (2014). Manual Nacional de Recomendaciones para el Diseño de Tanques de Tormenta.

[18] Hidrometalica (2019). Limpiador autobasculante para tanques de tormentas. Recuperado el 9 de junio de 2019, de <https://hidrometalica.com/limpiador-basculante/>

[19] Etxeberria, P. y Taboada, I. (2018). Proyectos de ingeniería. Apuntes.

[20] Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (2015). El consorcio de aguas pone en servicio el primer tanque de tormentas de Durangaldea ubicado en la EDAR de Arriandi (Iurreta). Recuperado el 16 de junio de 2019, de https://www.consorciodeaguas.eus/Web/OficinaPrensa/noticias_detalle.aspx?id=308&pg=0

Anexo I: Pliego de condiciones

• Udalplan 2018

UDALA MUNICIPIO LAUKIZ	Aztertutako planeamendu dokumentua Documento de planeamiento analizado AASS b) NN.SS. b)	Behin-betiko onarpena Aprobación definitiva 2003
Udal. azalera: 810 Ha Sup. T.º Mpal:	Biztanleria (2017 errolda): 1.155 Población (padrón 2017):	Eremu funtzionala (LAG): Mungia Área funcional (D.O.T.): Mungia
		Eskualdea (Eustat): Plentzia-Mungia Comarca (Eustat): Plentzia-Mungia

EGOITZARAKO LURZORUA / SUELO RESIDENCIAL

SAILKAPENA CLASIFICACIÓN	Azalera (Ha) Superficie (Ha)	Dauden etxebizitzak N.º actual viviendas *	Gauzatzeko etxebizitzak N.º viviendas por ejecutar		Etxebizitzak guztira N.º total viviendas	Dentsitatea (Etxe/Ha) Densidad (Viv./Ha)	Gauzatzeko dagoen eraiki-garritasuna (m ²) Edificabilidad por ejecutar (m ² t)
			Libreak Libres	BPE / VPP BOE/VPO ET/VT			

HIRI LURZORU FINKATUA
SUELO URBANO CONSOLIDADO

ELIZALDE	14,67	107	0	0	0	107	7,29	0
UNBE-MENDI	36,09	128	0	0	0	128	3,55	0
GUZTIRA / TOTAL	50,76	235	0	0	0	235	4,63	0

LURZORU URBANIZAGARRIA
SUELO URBANIZABLE

S.A.P.U.	11,09	4	60	0	60	64	5,77	15.000
GUZTIRA / TOTAL	11,09	4	60	0	60	64	5,77	15.000

UDALERRIKO GUZTIA / TOTAL MUNICIPIO	61,85	239	60	0	60	299	4,83	15.000
--	--------------	------------	-----------	----------	-----------	------------	-------------	---------------

LURZORU URBANIZAEZINA LANDA GUNEA
SUELO NO URBANIZABLE NUCLEOS RURALES

ETXEZURI	6,49	20	3	0	3	23	3,54	750
MENTXAKA AUZOA	7,93	22	0	0	0	22	2,77	0
GUZTIRA / TOTAL	14,42	42	3	0	3	45	3,12	750

LURZORU URBANIZAEZINA
SUELO NO URBANIZABLE

RESTO SNU**		200				200		
GUZTIRA / TOTAL		200				200		

2017an emandako etxebizitzaren lizentzia kopurua (etxebizitzaren kopuruaren arabera) / N.º total de licencias concedidas en 2017 (en n.º de viviendas): 0

* Daudenak + eraikitzen ari direnak + lizentzia dutenak / Existentes + en ejecución + con licencia.

** Baloetsiak / Estimadas.

SISTEMA OROKORRAK / SISTEMAS GENERALES

Ekipamenduak (Ha) Equipamientos (Ha)	Gune libreak (Ha) Espacios libres (Ha)	Garraio eta komunikabideen azpiegiturak (Ha) Infraestructuras de transportes y comunicaciones (Ha)					Oinarrizko azpiegiturak (Ha) Infraestructuras básicas (Ha)	Ibai ibilguak (Ha) Cauces Fluviales (Ha)	Guztira (Ha) Total (Ha)
		Bide-sarea Viario	Trenbidea Ferrocarril	AHT TAV	Aireportuak Aeropuertos	Portuak Puertos			
61,79	0,00	13,15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	76,39	

LURZORU URBANIZAEZINA / SUELO NO URBANIZABLE

Babes berezia (Ha) Especial protección (Ha)	Ingurugiroaren hobekuntza (Ha) Mejora ambiental (Ha)	Basoa (Ha) Forestal (Ha)	Nekazaritza eta abelzaintzako eta landazabala (Ha) Agrogranadera y campiña (Ha)	Mendiko larreak (Ha) Pastos montanos (Ha)	Lurrazaleko uren babesa (Ha) Protección de aguas superficiales (Ha)	Erabilera zehaztu gabe (Ha) Sin vocación de uso definido (Ha)	Erauzketa jarduerak (Ha) Actividades extractivas (Ha)	Landa-guneak (Ha) Núcleos rurales (Ha)	Guztira (Ha) Total (Ha)
0,00	0,00	216,72	413,81	0,00	26,81	0,00	0,00	14,42	671,76

LURZORU URBANIZAEZINA / SUELO NO URBANIZABLE

Babes berezia (Ha)	Ingurugiroaren hobekuntza (Ha)	Basoa (Ha)	Nekazaritza eta abelzaintzakoa eta landazabala (Ha)	Mendiko larreak (Ha)	Lurrazaleko uren babesa (Ha)	Erabilera zehaztu gabe (Ha)	Erauzketa jarduerak (Ha)	Landa-guneak (Ha)	Guztira (Ha)
Especial protección (Ha)	Mejora ambiental (Ha)	Forestal (Ha)	Agroganadera y campiña (Ha)	Pastos montanos (Ha)	Protección de aguas superficiales (Ha)	Sin vocación de uso definido (Ha)	Actividades extractivas (Ha)	Núcleos rurales (Ha)	Total (Ha)
0,00	0,00	216,72	413,81	0,00	26,81	0,00	0,00	14,42	671,76

UDALA MUNICIPIO GATIKA	Aztertutako planeamendu dokumentua Documento de planeamiento analizado AASS b) NN.SS. b)	Behin-betiko onarpena Aprobación definitiva 2004
--	--	--

Udal. azalera: 1.727 Ha Biztanleria (2017 errolda): 1.674 Eremu funtzionala (LAG): Mungia Eskualdea (Eustat): Plentzia-Mungia
 Sup. T.º Mpal.: Sup. T.º Mpal.: Población (padrón 2017): Área funcional (D.O.T.): Mungia Comarca (Eustat): Plentzia-Mungia

EGOITZARAKO LURZORUA / SUELO RESIDENCIAL

SAILKAPENA CLASIFICACIÓN	Azalera (Ha) Superficie (Ha)	Dauden etxebizitzak N.º actual viviendas *	Gauzatzeke etxebizitzak N.º viviendas por ejecutar			Etxebizitzak guztira N.º total viviendas	Dentsitatea (Etxe/Ha) Densidad (Viv./Ha)	Gauzatzeke dagoen eraiki - garritasuna (m ² s) Edificabilidad por ejecutar (m ² t)
			Libreak Libres	BPE / VPP BOE/VPO	Guztiak ET/VT			

HIRI LURZORU FINKATUA SUELO URBANO CONSOLIDADO

CONSOLIDADO	0,89	106	0	0	0	106	119,10	0
SERTUTXA	3,88	78	0	0	0	78	20,10	0
UA-03	0,15	4	0	0	0	4	26,52	0
UA-04	0,39	8	0	0	0	8	20,40	0
UA-05	0,31	4	0	0	0	4	12,90	0
UA-10	0,42	34	0	0	0	34	80,61	0
UA-11	0,24	20	0	0	0	20	82,61	0
GUZTIRA / TOTAL	6,29	254	0	0	0	254	40,40	0

FINKATU GABEKO HIRI LURZORUA SUELO URBANO NO CONSOLIDADO

UA-01	0,18	0	4	0	4	4	22,31	600
UA-02	0,32	0	8	0	8	8	25,00	1.200
UA-06	0,23	0	4	0	4	4	17,39	1.000
UA-12	0,14	0	10	0	10	10	70,06	1.060
GUZTIRA / TOTAL	0,87	0	26	0	26	26	29,82	3.860

UDALERRIKO GUZTIA / TOTAL MUNICIPIO	7,16	254	26	0	26	280	39,11	3.860
--	-------------	------------	-----------	----------	-----------	------------	--------------	--------------

LURZORU URBANIZAEZINA LANDA GUNEA SUELO NO URBANIZABLE NUCLEOS RURALES

NÚCLEO RÚSTICO BASALDU	3,73	7	7	0	7	14	3,75	1.750
NÚCLEO RÚSTICO GARAI	8,33	20	9	0	9	29	3,48	2.250
NÚCLEO RÚSTICO GORORDO	3,62	9	3	0	3	12	3,31	750
NÚCLEO RÚSTICO GORORDO-LANDALUZE	5,92	15	8	0	8	23	3,89	2.000
NÚCLEO RÚSTICO GORORDO-SANTUNE	3,19	7	6	0	6	13	4,08	1.500
NÚCLEO RÚSTICO LIBARONA	3,50	5	4	0	4	9	2,57	1.000
NÚCLEO RÚSTICO UGARTE	6,35	11	6	0	6	17	2,68	1.500
NÚCLEO RÚSTICO ZURBANO	2,98	7	4	0	4	11	3,69	1.000
RESTO SNU**		260	0	0	0	260		0
GUZTIRA / TOTAL	37,62	341	47	0	47	388	3,40	11.750

2017an emandako etxebizitzaren lizentzia kopurua (etxebizitzaren kopuruaren arabera) / Nº total de licencias concedidas en 2017 (en n.º de viviendas): 0

* Daudenak + eraikitzen ari direnak + lizentzia dutenak / Existentes + en ejecución + con licencia.

** Balioetsiak / Estimadas.

JARDUERA EKONOMIKOETARAKO LURZORUA / SUELO ACTIVIDADES ECONÓMICAS

SAILKAPENA CLASIFICACIÓN	Azalera (Ha) Superficie (Ha)	Hartutako azalera (Ha) Superficie ocupada (Ha)	Azalera hutsa (Ha) Superficie vacante (Ha)	Gauzatzeke dagoen eraiki - garritasuna (m ² s) Edificabilidad por ejecutar (m ² t)
-----------------------------	---------------------------------	---	---	---

HIRI LURZORU FINKATUA SUELO URBANO CONSOLIDADO

ÁREA I-1	1,13	1,13	0,00	0
----------	------	------	------	---

JARDUERA EKONOMIKOETARAKO LURZORUA / SUELO ACTIVIDADES ECONÓMICAS

SAILKAPENA CLASIFICACIÓN	Azalera (Ha) Superficie (Ha)	Hartutako azalera (Ha) Superficie ocupada (Ha)	Azalera hutsa (Ha) Superficie vacante (Ha)	Gauzatzeke dagoen eraiki-garritasuna (m ² s) Edificabilidad por ejecutar (m ² t)
-----------------------------	---------------------------------	---	---	---

HIRI LURZORU FINKATUA SUELO URBANO CONSOLIDADO

GUZTIRA / TOTAL	1,13	1,13	0,00	0
-----------------	------	------	------	---

FINKATU GABEKO HIRI LURZORUA SUELO URBANO NO CONSOLIDADO

POLÍGONO ERROTALDE	7,69	5,38	2,31	10.395
GUZTIRA / TOTAL	7,69	5,38	2,31	10.395

UDALERRIKO GUZTIRA / TOTAL MUNICIPIO	8,82	6,51	2,31	10.395
--------------------------------------	------	------	------	--------

2017an emandako lizentzia kopurua guztira (Ha) / Total de licencias concedidas en 2017 (Ha): 0,00

SISTEMA OROKORRAK / SISTEMAS GENERALES

Ekipamenduak (Ha) Equipamientos (Ha)	Gune libreak (Ha) Espacios libres (Ha)	Garraio eta komunikabideen azpiegiturak (Ha) Infraestructuras de transportes y comunicaciones (Ha)					Oinarrizko azpiegiturak (Ha) Infraestructuras básicas (Ha)	Ibai ibilguak (Ha) Cauces Fluviales (Ha)	Guztira (Ha) Total (Ha)
		Bide-sarea Viario	Trenbidea Ferrocarril	AHT TAV	Aireportuak Aeropuertos	Portuak Puertos			
8,15	1,72	10,93	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	12,43	40,73

LURZORU URBANIZAEZINA / SUELO NO URBANIZABLE

Babes berezia (Ha) Especial protección (Ha)	Ingurugiroaren hobekuntza (Ha) Mejora ambiental (Ha)	Basoa (Ha) Forestal (Ha)	Nekazaritza eta abelzaintzako eta landazabala (Ha) Agroganadera y campiña (Ha)	Mendiko larreak (Ha) Pastos montanos (Ha)	Lurrazaleko uren babesa (Ha) Protección de aguas superficiales (Ha)	Erabilera zehaztu gabe (Ha) Sin vocación de uso definido (Ha)	Erauzketa jarduerak (Ha) Actividades extractivas (Ha)	Landa-guneak (Ha) Núcleos rurales (Ha)	Guztira (Ha) Total (Ha)
115,23	0,00	28,37	1.363,06	0,00	120,81	5,20	0,00	37,62	1.670,29

OHARRAK

EHLABren txostena duten eta Foru Aldundiaren edo Udalaren erabakiaren zain dauden dokumentuak:

- Hiri Antolamenduko Plan Orokorra

Foru Aldundiak edo Udalak erabak baztertu edo onartu ez dituen dokumentuak (erabakia argitaratu zen eguneko lurralde lurralde historikoko aldizkariaren datarekin batera):

- Modificación de las NNSs referida a la ampliación del Suelo Urbano Residencial creando la Unidad de Actuación residencial UA-10 (11/11/2003)
- Arau Subsidiarioen aldaketa industriarako urbanizatzeke egokia den lurzorua handitzeke dagokionez (10/06/2004)

OBSERVACIONES

Documentos informados por la COTPV y que están a la espera de resolución por Diputación o Ayuntamiento:

- Plan General de Ordenación Urbana

Documentos suspendidos totalmente o denegados por Diputación o Ayuntamiento (junto con la fecha de publicación del Boletín del Territorio Histórico):

- Modificación de las NNSs referida a la ampliación del Suelo Urbano Residencial creando la Unidad de Actuación residencial UA-10 (11/11/2003)
- Modificación de las NNSs referente a la ampliación del Suelo Apto para Urbanizar Industrial (10/06/2004)

- Euskalmet (Estación de aforo: Mungia C057)

FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)	FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)
ene-01	46,8	jun-03	10,3
feb-01	26,7	jul-03	18,7
mar-01	26,9	ago-03	6,8
abr-01	53,1	sept-03	29,5
may-01	25,9	oct-03	25,4
jun-01	22,8	nov-03	36,9
jul-01	34,7	dic-03	42,9
ago-01	2	ene-04	51,9
sept-01	23,4	feb-04	34,9
oct-01	31,8	mar-04	23,3
nov-01	43,7	abr-04	16
dic-01	17,7	may-04	31,9
ene-02	11,3	jun-04	11,1
feb-02	25,9	jul-04	20,7
mar-02	6,6	ago-04	20,5
abr-02	23	sept-04	8,6
may-02	34	oct-04	46
jun-02	15	nov-04	42
jul-02	17,6	dic-04	35,1
ago-02	84,8	ene-05	17,9
sept-02	6,4	feb-05	23,2
oct-02	45,4	mar-05	21,3
nov-02	20,7	abr-05	37,8
dic-02	38,8	may-05	41
ene-03	31,1	jun-05	9,9
feb-03	33,2	jul-05	11,6
mar-03	31,1	ago-05	37,4
abr-03	35,1	sept-05	33,8
may-03	46	oct-05	25

FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)	FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)
nov-05	65,5	abr-08	40,5
dic-05	31,3	may-08	42,7
ene-06	27,8	jun-08	96,3
feb-06	26,8	jul-08	7,7
mar-06	31,6	ago-08	10,3
abr-06	15,7	sept-08	45,7
may-06	12,1	oct-08	39,8
jun-06	21,8	nov-08	45,9
jul-06	15,9	dic-08	35
ago-06	8	ene-09	48,5
sept-06	48	feb-09	27,4
oct-06	35,2	mar-09	31,5
nov-06	58,6	abr-09	32,3
dic-06	29,3	may-09	19,2
ene-07	35,9	jun-09	2,9
feb-07	36	jul-09	19,5
mar-07	27,3	ago-09	16,6
abr-07	29,7	sept-09	-
may-07	10,4	oct-09	16,6
jun-07	20,9	nov-09	41
jul-07	5,3	dic-09	19,5
ago-07	50,1	ene-10	45,9
sept-07	18,5	feb-10	7,2
oct-07	19,1	mar-10	11,6
nov-07	16,8	abr-10	13,2
dic-07	21,7	may-10	24,7
ene-08	18	jun-10	119,9
feb-08	13,2	jul-10	9,6
mar-08	34,3	ago-10	21

FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)	FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)
sept-10	16,2	feb-13	42
oct-10	36,1	mar-13	17,3
nov-10	31,2	abr-13	16,9
dic-10	34	may-13	21,3
ene-11	5	jun-13	33,4
feb-11	28,2	jul-13	23,5
mar-11	61,5	ago-13	25,9
abr-11	7	sept-13	14,9
may-11	16,3	oct-13	22,3
jun-11	13,5	nov-13	47,6
jul-11	11,6	dic-13	20,7
ago-11	8	ene-14	31,1
sept-11	17,9	feb-14	20,1
oct-11	11	mar-14	46,1
nov-11	89,5	abr-14	19,5
dic-11	36,5	may-14	20,2
ene-12	28,1	jun-14	3,7
feb-12	11,7	jul-14	10,6
mar-12	4,6	ago-14	11
abr-12	29,6	sept-14	9,2
may-12	21,4	oct-14	7,2
jun-12	7,6	nov-14	54,6
jul-12	6,7	dic-14	21,4
ago-12	9,2	ene-15	57,5
sept-12	19,1	feb-15	34,7
oct-12	21,1	mar-15	24,4
nov-12	12,8	abr-15	13,5
dic-12	24,2	may-15	24,8
ene-13	43,8	jun-15	6,4

FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)	FECHA	PRECIPITACIÓN MAX. 24 H (l/m^2)
jul-15	10,3	dic-17	29,7
ago-15	18,2	ene-18	52,7
sept-15	15	feb-18	35,8
oct-15	12,1	mar-18	22,2
nov-15	39,1	abr-18	15,3
dic-15	2,3	may-18	13,9
ene-16	12,1	jun-18	38,4
feb-16	53,4	jul-18	22,9
mar-16	13,8	ago-18	9,6
abr-16	11,6	sept-18	4,5
may-16	22,8	oct-18	37,8
jun-16	19	nov-18	29
jul-16	10	dic-18	15,4
ago-16	2,1	ene-19	33
sept-16	40,7	feb-19	11,4
oct-16	15,6	mar-19	13,8
nov-16	67,7	abr-19	13,1
dic-16	10,2		
ene-17	25,5		
feb-17	20,5		
mar-17	39,4		
abr-17	14,4		
may-17	18,8		
jun-17	11,4		
jul-17	15,9		
ago-17	11,9		
sept-17	39,1		
oct-17	6,1		
nov-17	34,2		

• Plan hidrológico del Cantábrico Oriental

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRAFICA DEL CANTÁBRICO ORIENTAL REVISIÓN 2015-2021

Macroinvertebrados					Indicadores biológicos					Fauna ictiológica				
Organismos fitobentónicos					Organismos fitobentónicos					Fauna ictiológica				
9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13
U	U	U	Mo	Mo	U	U	U	MB	MB	U	U	U	Mo	Mo

Estado biológico					Indicadores físico-químicos									
					Condiciones Generales					Sust. específicas				
9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13
U	U	U	Mo	Mo	U	U	U	MB	MB	U	U	U	MB	MB

Tabla 89 Valoración de los indicadores de estado para el periodo 2009-2013 y valoración del potencial biológico y ecológico. Butroe-A

El PdM 2015-2021 contempla una actuación de saneamiento para el horizonte 2021 (Tabla 90).

Medida	Horizonte
Conexión de Arrieta a la EDAR Mungia (Colectores del Alto Butrón Fase III)	2021

Tabla 90 Medidas incluidas en el PdM 2015-2021. Butroe-A

Se espera que la eficacia de esta medida sea alta y permita alcanzar el buen estado ecológico en la masa de agua, si bien deberán ser objeto de seguimiento.

Las condiciones físico-químicas del agua mejorarán de forma rápida tras la aplicación de las medidas. Sin embargo, la recuperación de los indicadores biológicos necesitará más tiempo y dependerá de diversos factores, como son las características naturales de la masa, el grado de las afecciones, los aportes biogénicos de los afluentes, etc. (algunos ejemplos sobre esta cuestión se muestran en el apartado “7.4.1 Estado ecológico” de la Memoria del presente Plan Hidrológico). Teniendo en cuenta la evolución de los indicadores biológicos, se prevé que los objetivos medioambientales se alcancen en el horizonte 2021.

3.2.23 Butroe-B (ES111R048020)

Plazo OMA:

Plazo primer ciclo	Plazo segundo ciclo	
	Ecológico	Químico
2015	2021	2015

Tabla 91 Objetivos medioambientales. Butroe-B

Causa:

Inviabilidad técnica (artículo 4.4.a) i) de la DMA).

Justificación:

La masa de agua Butroe-B está sometida a una presión significativa por vertidos urbanos e industriales. Las actuaciones para el saneamiento y la depuración de estos vertidos no han sido acometidas en su totalidad debido a la complejidad inherente de las propias actuaciones a desarrollar y a las restricciones presupuestarias derivadas del actual contexto económico, que obligan a combinar las prioridades y los recursos disponibles en el ámbito de la demarcación.

El estado ecológico de Butroe-B ha pasado de malo en el escenario de referencia 2008, a deficiente en el de 2013 (Tabla 92). El indicador de macroinvertebrados es el responsable del incumplimiento del estado ecológico. Los organismos fitobentónicos y los indicadores físico-químicos alcanzan el buen estado. Por otra parte, la fauna ictiológica presenta un estado moderado (Tabla 93).

PLAN HIDROLÓGICO
 DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRAFICA DEL CANTÁBRICO ORIENTAL
 REVISIÓN 2015-2021

Cabe indicar que en 2012 se puso en funcionamiento la estación de control BUT270, que sustituye como estación representativa a la estación BUT226 (que controla la EDAR de Mungia).

Naturaleza	Situación referencia 2008			Situación referencia 2013			Estado/Potencial Ecológico (EE)					Estado Químico (EQ)					Estado Total (E)				
	EE	EQ	E	EE	EQ	E	09	10	11	12	13	09	10	11	12	13	09	10	11	12	13
Natural	M	NA	PB	D	B	PB	U	U	U	D	D	U	U	U	B	B	U	U	U	PB	PB

Tabla 92 Evaluación del estado. Butroe-B

Nombre masa	Naturaleza	Indicadores biológicos														
		Macroinvertebrados					Organismos fitobentónicos					Fauna ictiológica				
		9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13
Butroe-B	Natural	U	U	U	D	D	U	U	U	B	B	U	U	U	Mo	Mo

Estado biológico					Indicadores físico-químicos														
9	10	11	12	13	Condiciones Generales						Sust. específicas								
					9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13
U	U	U	D	D	U	U	U	B	B	U	U	U	U	U	MB	MB			

Tabla 93 Valoración de los indicadores de estado para el periodo 2009-2013 y valoración del potencial biológico y ecológico. Butroe-B

El PdM 2015-2021 contempla, para esta masa de agua, una actuación de saneamiento y depuración de gran envergadura. Asimismo es preciso considerar la actuación de saneamiento que se acometerá aguas arriba de la misma. Ambas están previstas para el horizonte 2021 (Tabla 94).

Medida	Horizonte
Construcción de la EDAR Medio Butrón y colectores	2021
Conexión de Arrieta a la EDAR Munguia (Colectores del Alto Butrón Fase III)*	2021

Tabla 94 Medidas incluidas en el PdM 2015-2021. Butroe-B

*Medida ubicada aguas arriba de la masa de agua objeto de análisis

Se espera que la eficacia de estas medidas sea alta y permitan alcanzar el buen estado ecológico en la masa de agua, si bien deberán ser objeto de seguimiento.

Las condiciones físico-químicas del agua mejorarán de forma rápida tras la aplicación de las medidas. Sin embargo, la recuperación de los indicadores biológicos necesitará más tiempo y dependerá de diversos factores, como son las características naturales de la masa, el grado de las afecciones, los aportes biogénicos de los afluentes, etc. (algunos ejemplos sobre esta cuestión se muestran en el apartado "7.4.1 Estado ecológico" de la Memoria del presente Plan Hidrológico). Teniendo en cuenta la evolución de los indicadores biológicos, se prevé que los objetivos medioambientales se alcancen en el horizonte 2021.

3.2.24 Saturrarán-A (ES111R044020)

Plazo OMA:

Plazo primer ciclo	Plazo segundo ciclo	
	Ecológico	Químico
2015	2021	2015

Tabla 95 Objetivos medioambientales. Saturrarán-A

Causa:

Inviabilidad técnica (artículo 4.4.a) i) de la DMA).

Anexo II: Planos planta generales



Figura 24: Plano descriptivo general de los colectores del saneamiento del Medio Butrón



Figura 25: Plano detalle de los colectores en Laukiz este



Figura 26: Plano detalle de los colectores en Laukiz oeste y Zurbano



Figura 27: Plano detalle de los colectores en la unión al bombeo de Gorordo



Figura 28: Plano detalle de los colectores en Igartua



Figura 29: Plano detalle de los colectores en el castillo de Butrón

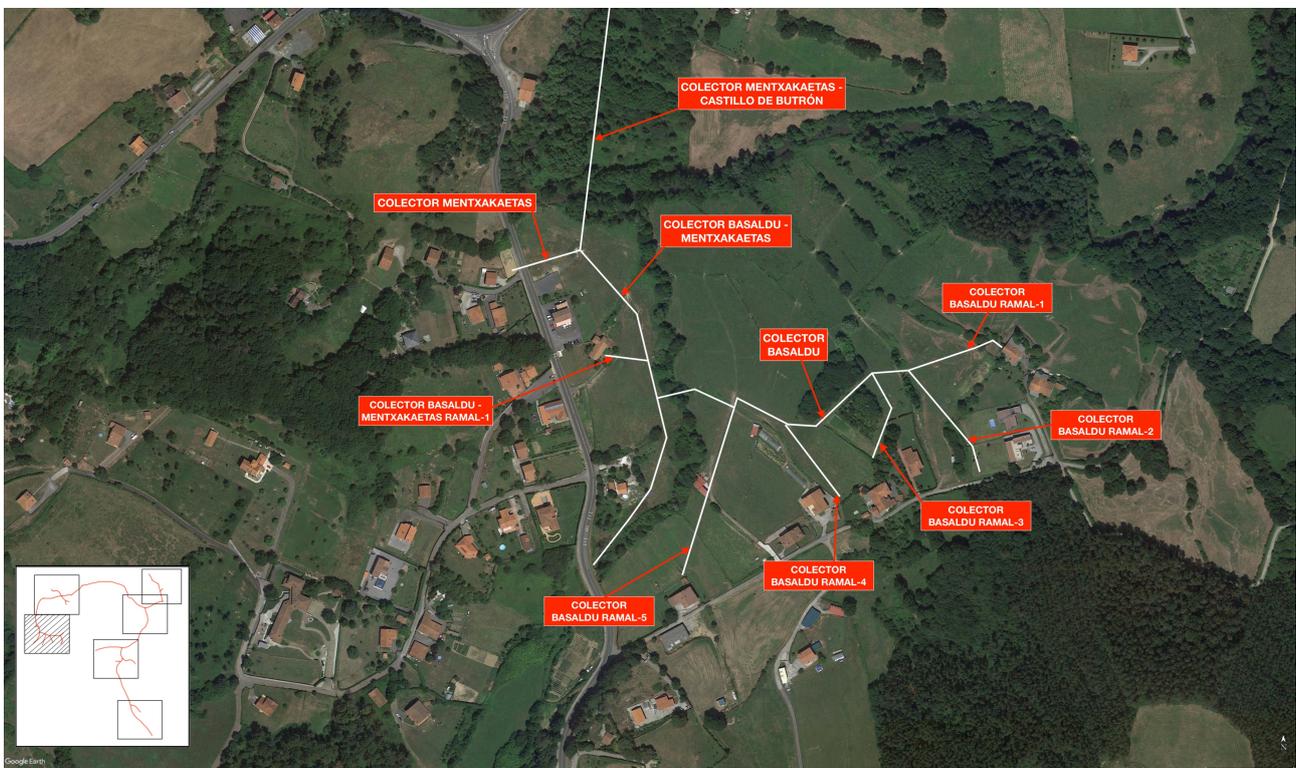


Figura 30: Plano detalle de los colectores en Mentxakaetas



Figura 31: Plano detalle del bombeo de Gorordo



Figura 32: Plano de la cuenca vertiente estimada de Laukiz este

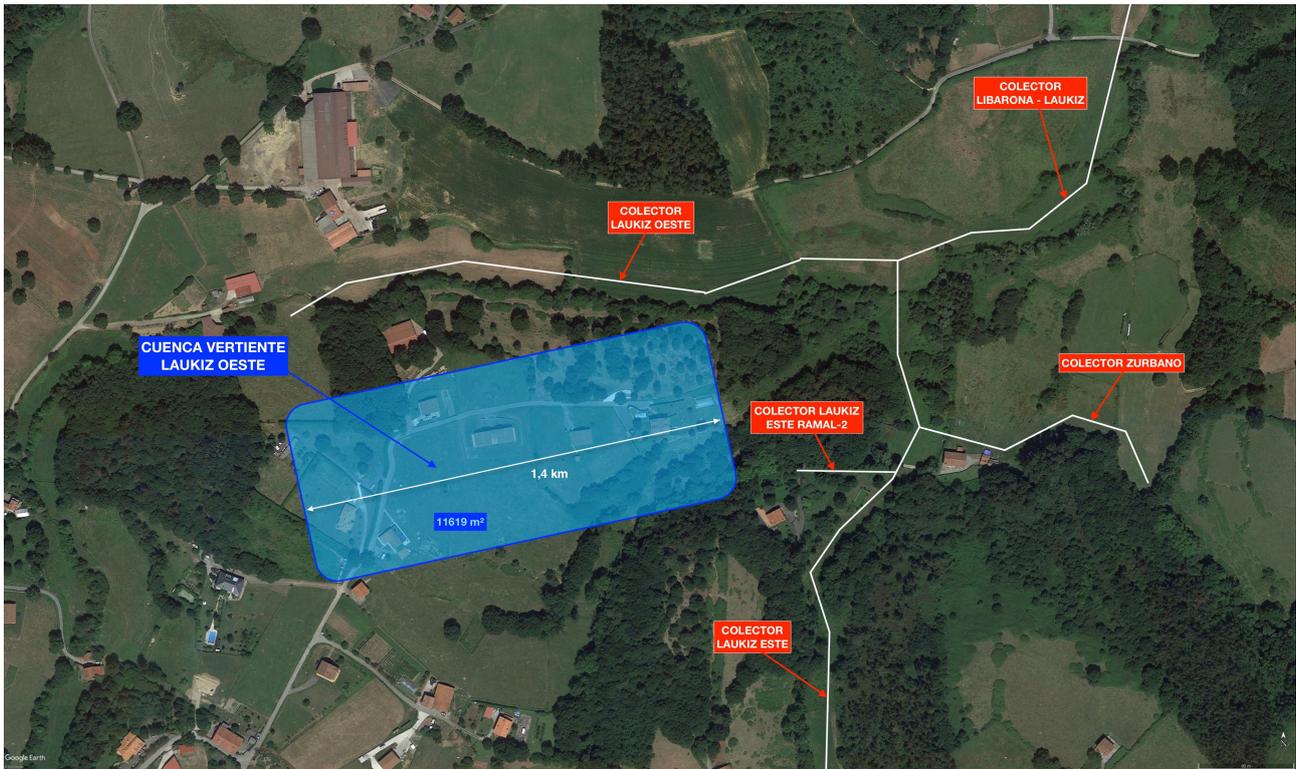


Figura 33: Plano de la cuenca vertiente estimada de Laukiz oeste

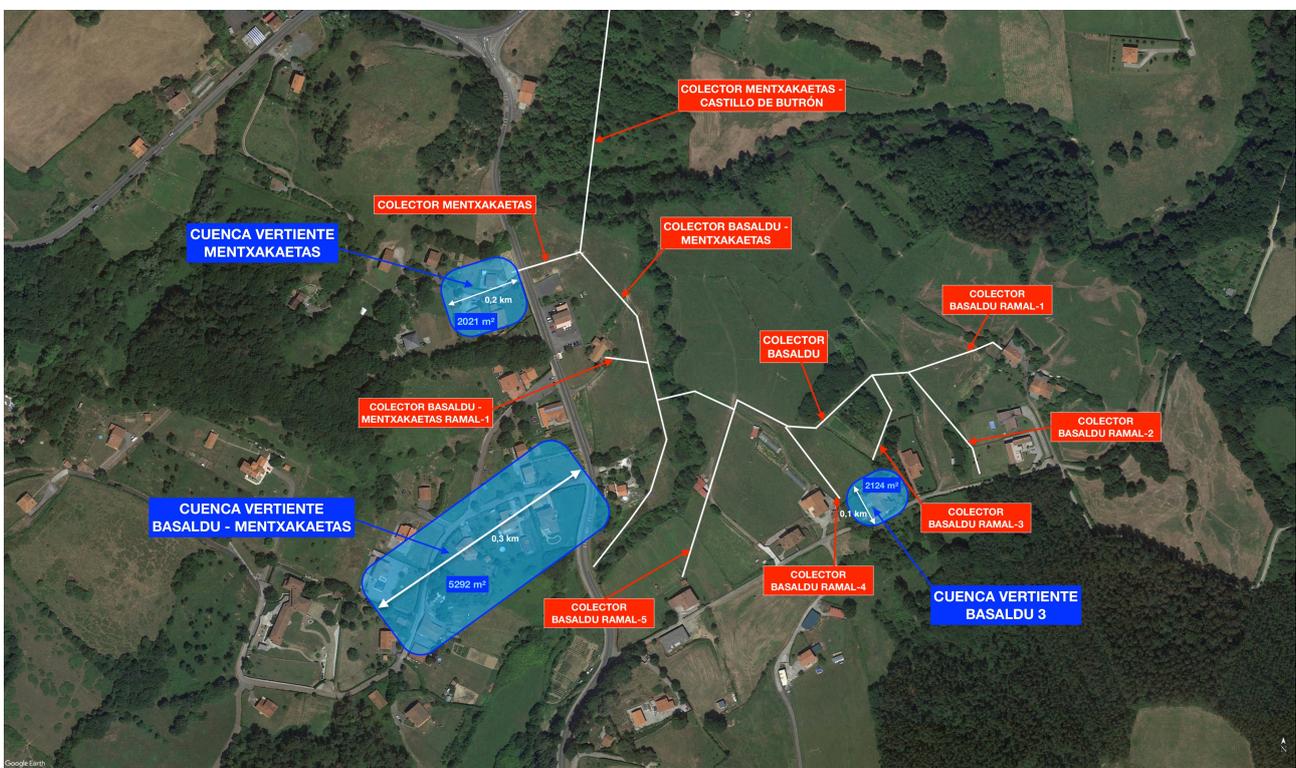


Figura 34: Plano de la cuenca vertiente estimada de Basaldu y Mentxakaetas