

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***PROYECTO DE NUEVA DEPURADORA  
DE TIPO HUMEDAL DE FLUJO  
SUBSUPERFICIAL, EN EL CONCEJO DE  
DOMAIKIA, MUNICIPIO DE ZUYA  
(ALAVA)***

***DOCUMENTO 1- MEMORIA***

**Alumno:** Mendiola Aguirre, Simon

**Directora:** de Blas Martin, Maite

**Curso:** 2018 -2019

**Fecha:** Julio 2019

## Laburpena

Proiektu honen bitartez Arabako Zuia herrian, Domaikiako kontseiluan hain zuzen, eraikiko den hondakin uren araztegiaren proiektua deskribatzen da. Proiektu honen lehenengo helburua orain dagoen ur saneamendu sistemaren deskribapena egitea da, aurrerago hainbat aukera aztertuz konponbiderik egokiena lortzeko.

Proiektuan zehar jarraitu diren urratsak azaltzen dira memorian. Dokumentu honetan egungo egoeraren azterketa, proiektuaren xedea eta hainbat azterketa osagarri agertzen dira. Aztertutako konponbideak hurrengo biak dira: Bitorianora ur zikinak eramatea edota Domaikian bertan araztegi berri bat eraikitzea. Hainbat baldintza (ekonomikoak, logistikoak, ingurugirokoak...) aztertu ondoren bigarren konponbidea hautatu da.

Konponbide honetan gaur egun dagoen arazte sistemaren hobekuntza aztertzen da. Horretarako, tratamendu primarioarako arketa berri baten eraikuntza aztertzen da eta batez ere hezegune artifizial baten sorrera. Hezegune horretan uren tratamendu biologikoa egingo litzateke, hortik ura iada araztuta ateraz Txikaran errekararte. Aukeratutako konponbide hau bideragarria dela erakusteko, emarien azterketa gehigarri bat egiten da.

Memorian azalduko datu eta urratsak justifikatu ahal izateko beharrezkoak diren beste lau dokumentu hauek aurki daitezke:

- Planoen dokumentua: dokumentu honetan proiektua ulertu ahal izateko beharrezkoak diren planoak aurki daitezke.
- Aurrekontuaren dokumentua: dokumentu honetan proiektuaren kostua agertzen da, bai atal bakoitzaren kostu banatua.
- Baldintzen Agirian: dokumentu honetan proiektua gauzatzeko bete behar diren lege, kalitate norma, protokolo... agertzen dira.
- Seguritasun eta Osasun Azterketa: dokumentu honetan proiektua gauzatzen den bitartean langile orok bete behar dituen seguritasun arauak agertzen dira.

Hitza gakoak: hondakin uren araztegia, biztanle baliokidea, oxigeno eskakizun biologikoa, azal azpiko hezegune eta oxigeno eskakizun kimikoa

## Resumen

Mediante este proyecto, se describe la construcción de una nueva Estación Depuradora de Aguas Residuales E.D.A.R. de tipo humedal de flujo subsuperficial en el municipio alavés de Zuya, en el concejo de Domaikia más concretamente. El primer objetivo de este proyecto es la descripción del sistema actual de saneamiento de aguas residuales, para más adelante estudiar diferentes mejoras posibles y elegir la más conveniente.

En la memoria se especifican los pasos seguidos en el proyecto. En este documento, entre otras cosas, aparecen el estudio de la situación actual, el objeto del proyecto y múltiples estudios complementarios. Las soluciones estudiadas son las dos siguientes: La conducción del agua residual hasta el concejo de Vitoriano y la construcción de una nueva depuradora en Domaikia. Después de analizar múltiples factores (económicos, logísticos, medio ambientales...) se decide que esta última solución es la más adecuada.

En esta solución se plantea una mejora de la situación de saneamiento actual. Para ello, se propone la construcción de una arqueta nueva, en la que realizar el tratamiento primario, y sobre todo la construcción de un humedal artificial. En este humedal se realizaría el tratamiento biológico de las aguas, para de ahí el agua ya limpia ser vertida en el arroyo Txikaran. Para demostrar que esta alternativa es viable, se hace un estudio complementario de los caudales.

Para justificar todos los pasos seguidos en la memoria, el proyecto cuenta de estos otros 4 documentos:

- Documento de Planos: en este documento se incluyen los planos necesarios para una correcta interpretación del proyecto.
- Documento de Presupuestos: en este documento aparece el coste general del proyecto, así como el gasto detallado de todas las partidas
- Documento del Pliego de Condiciones: en este documento aparecen las leyes, mínimos de calidad, protocolos... que hay que aplicar a la hora de llevar a cabo el proyecto.
- Documento de Seguridad y Salud: en este documento aparecen las condiciones de seguridad e higiene que deben cumplir todos los trabajadores del proyecto.

Palabras clave: estación depuradora de aguas residuales, habitante equivalente, demanda biológica de oxígeno, humedal de tipo subsuperficial y demanda química de oxígeno

## Summary

The aim of this project is to describe the construction of a new wastewater treatment plant, which works through an artificial wetland at the Basque village of Zuya, at Domaikia more concretely. The first objective of the project is to describe the current system of wastewater depuration, to later study different possible improvements and choose the most convenient one.

The steps followed in the project are specified in this report. In this document, among other issues, the study of the current situation, the object of the project and multiple complementary studies are gathered. The studied solutions are the following two: the conduction of the residual water until the council of Vitoriano and the construction of a new wastewater treatment plant in Domaikia. After analysing multiple factors (economic, logistical, environmental...) it was decided that the latter solution is the most appropriate.

In this solution, an improvement of the current wastewater treatment system is proposed. For this purpose, the construction of a new manhole is proposed, in which it can be made the primary treatment, and specially the construction of an artificial wetland. In this wetland the biological treatment of the wastewater would be carried out. From there the already clean water will be poured into the Txikaran stream. To demonstrate the viability of this alternative is viable, a complementary study of the flows was made.

To justify all the steps taken in the memory, the project also included this other four documents:

- Plans document: this document includes the plans necessary for a correct interpretation of the project.
- Budget document: this document shows the general cost of the project, as well as the detailed expense of all the items.
- Document of the Terms of Reference: this document shows the laws, minimum quality, protocols... that must be applied.
- Health and Safety Document: this document shows the safety and hygiene conditions that all project workers must comply with.

Key words: waste water purification plant, equivalent habitant, biological demand of oxygen, subsuperficial wetland and chemical demand of oxygen

# Índice

<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>10</b>
1.1. LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. ....	10
1.2. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES A TRAVES DE LA HISTORIA. ....	10
1.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES. ....	11
1.3.1. Aguas residuales urbanas: .....	11
1.3.2. Aguas residuales domesticas: .....	12
1.3.3. Aguas residuales industriales:.....	13
1.4. PROCESOS DEL TRATAMIENTO.....	14
1.4.1. Pretratamiento.....	14
1.4.2. Tratamiento primario.....	14
1.4.3. Tratamiento secundario.....	15
1.4.4. Tratamiento terciario.....	15
1.5. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA C.A.V. ....	16
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>21</b>
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>22</b>
3.1. POBLACIÓN ACTUAL .....	22
3.2. CARTOGRAFÍA.....	26
3.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	27
3.3.1. Objetivo del análisis .....	27
3.3.2. Metodología.....	27
3.3.3. Encuadre geológico general.....	28
3.3.4. Geología estructural.....	31
3.3.5. Geomorfología .....	32
3.3.6. Sismología .....	32
3.4. OTRAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES .....	34
3.4.1. URA. ....	34
3.4.2. Iberdrola.....	35
3.4.3. Euskaltel.....	35
3.4.4. Gas natural.....	36
3.4.5. Junta Administrativa de Domaikia. ....	36
3.4.6. Actuaciones necesarias .....	36
3.5. REPORTAJE FOTOGRAFICO.....	38
3.6. MEDIO AMBIENTE .....	45
3.6.1. Legislación a seguir.....	45
3.6.2. Protección de aguas superficiales .....	46
<b>4. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO ACTUAL</b> .....	<b>47</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL .....	47
4.2. DIAGNÓSTICO DE SISTEMA ACTUAL.....	48
<b>5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO</b> .....	<b>49</b>
5.1. ALTERNATIVA "A": EDAR EN DOMAIKIA .....	49
5.1.1. Descripción de la alternativa.....	49
5.1.2. Movimientos de tierras.....	49
5.1.3. Recogida de aguas residuales .....	50
5.1.4. Estación de bombeo .....	50
5.1.5. Impulsión .....	51
5.1.6. Estación depuradora .....	51
5.1.7. Esquema de la alternativa "A" .....	54

5.1.8. Valoración de las expropiaciones .....	55
5.1.9. Valoración económica .....	56
5.1.10. Ventajas.....	57
5.1.11. Desventajas .....	58
5.2. ALTERNATIVA "B": CONDUCCIÓN HASTA EDAR EN BITORIANO .....	59
5.2.1. Descripción de la alternativa .....	59
5.2.2. Movimientos de tierras .....	59
5.2.3. Recogida de aguas residuales .....	60
5.2.4. Conducción hasta Vitoriano .....	60
5.2.5. Tratamiento.....	62
5.2.6. Esquema de la alternativa "B" .....	64
5.2.7. Valoración de las expropiaciones .....	65
5.2.8. Valoración económica .....	67
5.2.9. Ventajas.....	68
5.2.10. Desventajas .....	68
<b>6. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA .....</b>	<b>69</b>
6.1. DIMENSIONADO DE LA E.D.A.R. DE DOMAIKIA .....	69
6.1.2. Bases para el dimensionado del tratamiento secundario .....	69
6.1.3. Objetivos de calidad .....	70
6.1.4. Características del humedal proyectado .....	71
<b>7. ESTUDIO DE CAUDALES .....</b>	<b>72</b>
7.1. FORMULA DE CALCULO .....	72
<b>8. NORMATIVA .....</b>	<b>75</b>
<b>9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....</b>	<b>76</b>
<b>10. PLAN DE OBRA .....</b>	<b>77</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>78</b>

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Riego con aguas residuales en las Llanuras de Gennevilliers, Francia .....	10
Ilustración 2. Balsa de fangos activos.....	15
Ilustración 3. Localización de los E.D.A.R.s antes nombrados .....	20
Ilustración 4. Logo del Servicio vasco de infraestructuras espaciales.....	26
Ilustración 5. Localización de Domaikia .....	28
Ilustración 6. Cartografía Geológica E:1/25.000, 112-I-Zuya (EVE, 1992) .....	29
Ilustración 7. Leyenda, Hoja 112-I-Zuia (EVE, 1992) .....	30
Ilustración 8. Leyenda símbolos de mapa .....	31
Ilustración 9. Mapa de peligrosidad sísmica .....	33
Ilustración 10. Red de saneamiento de Domaikia.....	34
Ilustración 11. Red eléctrica de Domaikia .....	35
Ilustración 12. Red de Euskaltel de Domaikia .....	35
Ilustración 13. Vista de la parcela desde el río.....	38
Ilustración 14. Vista de la parcela .....	38
Ilustración 15. Vista de la parcela desde una esquina .....	39
Ilustración 16. Vista del cauce del río desde una esquina de la parcela .....	39
Ilustración 17. Vista de la carretera desde el río.....	40
Ilustración 18. Cauce del río a su paso por la parcela .....	40
Ilustración 19. Vista de la parcela desde una esquina .....	41
Ilustración 20. Vista del cauce del río desde el otro lado de la parcela .....	41
Ilustración 21. Vista de la carretera A – 4413 desde la parcela .....	42
Ilustración 22. Vista de la carretera A - 4413 .....	42
Ilustración 23. Vista de las parcelas contiguas.....	43
Ilustración 24. Vista de la parcela entera desde la carretera.....	43
Ilustración 25. Vertido de la actual fosa séptica en el río .....	44
Ilustración 26. Mapa con la clasificación del suelo de Domaikia .....	46
Ilustración 27. Red de saneamiento de Domaikia.....	47
Ilustración 28. Ubicación de la fosa séptica de Domaikia .....	48
Ilustración 29. Robot para las inspecciones de la red de saneamiento .....	50
Ilustración 30 Humedal de flujo Subsuperficial en construcción .....	52
Ilustración 31. Ejemplo de humedal de flujo subsuperficial ya construido .....	53
Ilustración 32. Esquema de la alternativa “A” .....	54
Ilustración 33. Parcelario de Domaikia.....	55
Ilustración 34. Ejemplo de integración paisajística de una tecnología no convencional, en Atapuerca (Burgos) .....	57
Ilustración 35. Humedal de Macrófitos en Flotación (HMF) en Gordoncillo .....	58
Ilustración 36. E.D.A.R. de Vitoriano .....	60
Ilustración 37. Red actual Jugo.....	61
Ilustración 38. Esquema de la alternativa “B” .....	64
Ilustración 39. Parcelario de Jugo .....	65
Ilustración 40. Parcelario de Vitoriano.....	66
Ilustración 41. Plan de obra. ....	77

## Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros habituales del agua residual domestica.....	12
Tabla 2. Numero de E.D.A.R.s por provincia .....	16
Tabla 3 Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Crispijana .....	16
Tabla 4 Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Galindo.....	17
Tabla 5 Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Loiola.....	18
Tabla 6. Resto de E.D.A.R.s de Euskadi .....	19
Tabla 7. Concejos que forman el municipio de Zuia y sus poblaciones .....	22
Tabla 8 Evolución de las poblaciones en Domaikia y Jugo.....	24
Tabla 9 Estimación de las poblaciones y acometidas en Domaikia y Jugo.....	25
Tabla 10. Ocupación aproximada de la alternativa "A" .....	56
Tabla 11. Presupuesto aproximado de la alternativa "A" .....	56
Tabla 12. Distintos tipos de tratamientos de la E.D.A.R. Vitoriano.....	62
Tabla 13. Distintos rendimientos de la E.D.A.R. de Vitoriano .....	63
Tabla 14. Clasificación de las parcelas la alternativa "B" .....	66
Tabla 15. Presupuesto aproximado de la alternativa "B" .....	67
Tabla 16. Datos del vertido recogidos en Domaikia el 04/07/2003.....	69
Tabla 17. Datos de partida para la E.D.A.R. ....	69
Tabla 18. Valores del agua bruta a tratar.....	70
Tabla 19. Objetivos de calidad del efluente .....	70
Tabla 20. Valores de la intensidad de precipitación y coeficientes de escorrentía del rio Bayas.....	73
Tabla 21. Previsión de caudal pluvial en Domaikia en T = 25.....	73
Tabla 22. Previsión de caudal residual en Domaikia en T = 15 .....	74
Tabla 23. Previsión de caudal final en Domaikia en T = 25 .....	74



## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

La depuración de aguas residuales son una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que se realizan con el fin de eliminar los contaminantes del agua a tratar. Una vez depurada, el agua es devuelta al medio ambiente. Las aguas a tratar pueden ser de origen doméstico, origen industrial o de escorrentía pluvial.

Este proceso es muy importante ya que de esta manera se evita la propagación de organismos patógenos, el aporte excesivo de nutrientes, la disminución de contenido de oxígeno en las aguas o la aparición de fangos flotantes entre otros males.

### 1.2. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES A TRAVES DE LA HISTORIA.

A pesar de que se tienen registros de intentos de potabilización de agua para consumo humano desde entorno el 3000 A.C., la depuración de las aguas residuales no comenzó a practicarse a gran escala hasta finales del siglo XIX. La primera gran urbe en tratar de limpiar sus aguas residuales fue París, instalando un gran humedal artificial en la llanura de Gennevilliers, así la propia tierra funcionaría de filtro para el agua y podría ser utilizada posteriormente como agua para el riego.

Al mismo tiempo fueron apareciendo otros métodos conocidos como artificiales para la limpieza del agua en los que se utilizaban método físico – químicos. Con el tiempo empezaron a aparecer avances en microbiología y en 1914 los ingenieros Edward Arden y William T.Lockett descubrieron los fangos activos, uno de los sistemas de tratamiento biológico para la depuración de la contaminación orgánica de aguas residuales que todavía usamos en las actuales depuradoras.

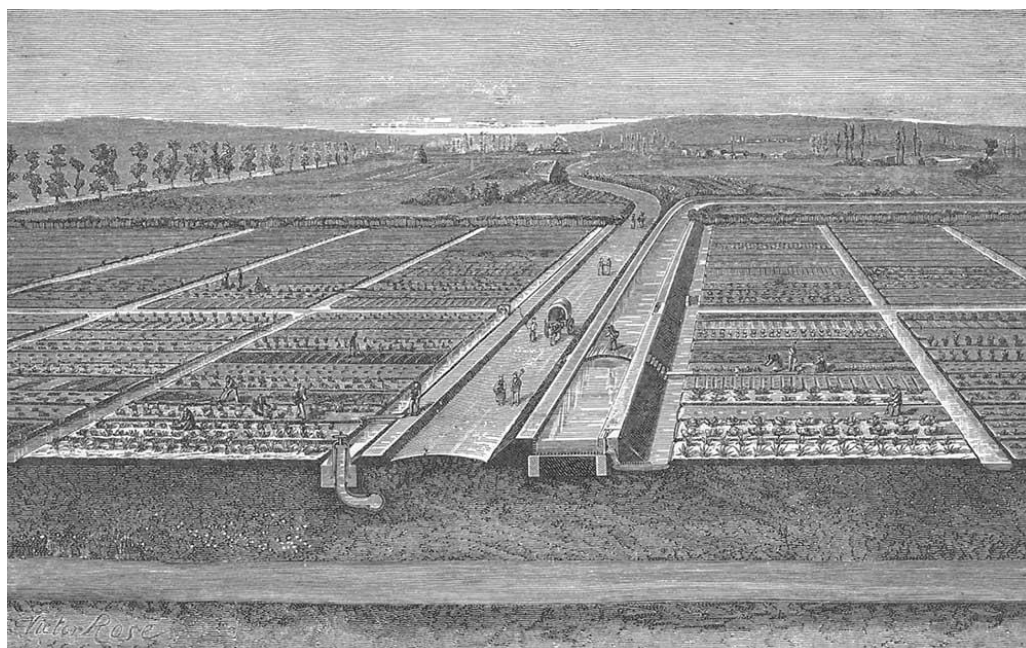


Ilustración 1. Riego con aguas residuales en las llanuras de Gennevilliers, Francia

### 1.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.

Tomando como partida el Real Decreto Ley 11/95 de 28 de diciembre, se establecen estos 3 tipos de aguas residuales:

#### 1.3.1. Aguas residuales urbanas:

Las aguas residuales domésticas, o la mezcla de estas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pública. La cantidad de aguas residuales que se genera en una aglomeración urbana está en proporción directa con el consumo de agua de abastecimiento (entre el 60% y el 85% del agua de abastecimiento consumida se transforma en aguas residuales) y este consumo viene relacionado con el grado de desarrollo económico y social, puesto que un mayor desarrollo trae consigo un mayor y más diverso uso del agua en las actividades humanas.

Los principales factores de creación de aguas residuales urbanas son los siguientes:

- Agua de abastecimiento.
- La pluviometría (en casos de red unitaria).
- Las pérdidas.
- Las ganancias por intrusiones de otras aguas en la red de colectores.

Debido sobre todo a la importancia que tiene el agua de abastecimiento en la creación de aguas residuales, el caudal de esta agua es muy variable. Esta variación diaria es el fiel reflejo de la actividad de la población del lugar. Durante la noche y en las primeras horas del día los consumos son mínimos y por lo tanto los caudales de agua residual doméstica también. La primera punta de caudal se alcanza cuando llega a la E.D.A.R. el agua correspondiente de la media mañana. La segunda punta de caudal es entre las 19 y las 21 horas, tal y como se observa en el siguiente gráfico.

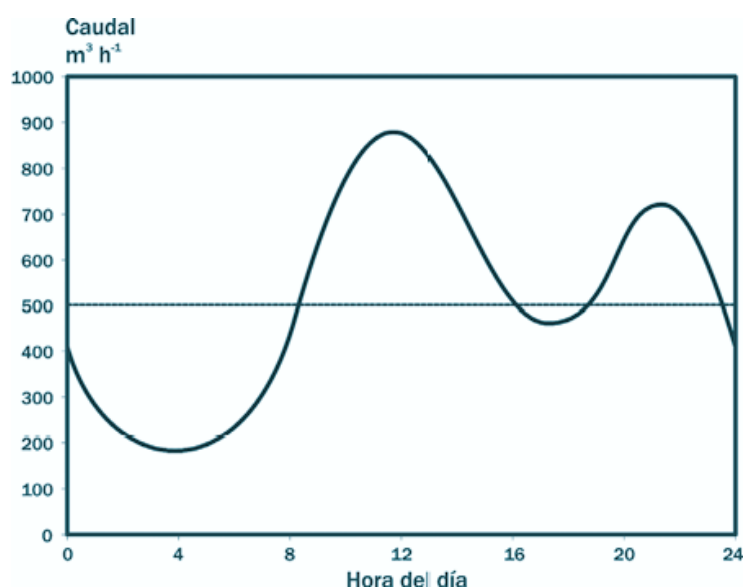


Gráfico 1. Gráfica con los caudales urbanos diarios

Las variaciones de los caudales de las aguas residuales afectan en gran medida al diseño hidráulico de las instalaciones de tratamiento, como a las redes de alcantarillado.

### 1.3.2. Aguas residuales domésticas:

Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas. Los principales contaminantes que suelen aparecer en las aguas residuales domésticas son:

- Objetos gruesos: trozos de madera, trapos, plásticos... arrojados a la red.
- Grasa y aceites: sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie.
- Sólidos en suspensión: partículas de pequeño tamaño y de procedencia muy variada.
- Nutrientes: principalmente nitrógeno y fósforo, su presencia se debe a la utilización de detergentes y fertilizantes
- Agentes patógenos: organismos (bacterias, protozoos, virus...) presentes que pueden producir o transmitir enfermedades.
- Sustancias con requerimiento de oxígeno: compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, consumiendo oxígeno.

Los valores habituales son los siguientes:

**Tabla 1. Parámetros habituales del agua residual domestica**

Parámetro	Rango habitual
Sólidos en suspensión (mg/L)	150 – 300
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	200 – 300
DQO (mg/L)	300 – 600
Nitrógeno (mg N/L)	50 – 75
Fosforo (mg P/L)	15 – 20
Grasas (mg/L)	50 - 100
Coliformes totales (UFC/100ml)	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>67</sup>

### 1.3.3. Aguas residuales industriales:

Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial. La incidencia de estas aguas dependerá del grado de industrialización de la aglomeración urbana y de la cantidad y características de los vertidos que las industrias realicen. Es probable que debido al tipo de residuo que se genere en la industria, estas aguas tengan que recibir un tratamiento previo en la misma planta industrial antes de ser vertida a la red general o que siempre haya que tratarla de manera separada.

Este tipo de vertido puede ser muy variado dependiendo del tipo de industria que sea su remitente. Las principales industrias contaminantes de agua son las siguientes:

- Industria alimentaria: aguas con concentraciones elevadas de sólidos suspendidos y con cargas orgánicas elevadas.
- Cosmética y farmacia: la depuración de estas aguas es muy compleja debido a la gran variedad de productos utilizados y sus tasas de biodegradabilidad.
- Agrícolas y ganaderas: el principal problema que crean estas aguas es el alto contenido de sólidos suspendidos y las elevadas cargas de nutrientes.
- Reciclados y limpiados: aguas con gran cantidad de sólidos y muchas veces de carácter alcalino o bien ácido.
- Siderúrgicas: la industria siderúrgica utiliza el agua en prácticamente todos sus procesos, empezando por la extracción en la mina como para el posterior lavado.
- Química y textil: los procesos de depuración de este tipo de aguas se resumen más bien en la reutilización y el ahorro, para así tener que depurar el mínimo agua posible.

## 1.4. PROCESOS DEL TRATAMIENTO.

Estos son los principales tratamientos que recibe el agua a la hora de ser depurada:

### 1.4.1. Pretratamiento

El objetivo principal de esta fase es la de proteger los equipos y procesos que vienen más adelante. Para ello se suelen realizar principalmente estas operaciones:

- **Desbaste:** esta operación consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja, de esta forma el residuo se queda en las rejillas, por ello, es muy importante la limpieza de las rejillas. Esta limpieza se puede realizar de manera tanto manual como automática. De esta manera se disminuye la cantidad de material voluminoso arrastrado por el agua.
- **Tamizado:** El tamizado consiste en una filtración sobre soporte delgado, y sus objetivos son los mismos que se pretenden con el desbaste. Hay una gran cantidad de tamices en el mercado.
- **Desarenado:** el objetivo de esta operación es eliminar todas aquellas partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales.
- **Control de caudal:** con esto se trata de controlar el caudal que llega en momentos máximos. Este problema suele crearse principalmente en zonas con red de saneamiento unitaria cuando cae una fuerte tormenta.
- **Desaceitado – desengrasado:** el objetivo principal de esta fase es la de eliminar grasas, espumas o aceites más ligeras que el agua y que podrían crear algún tipo de problemas en los tratamientos posteriores.

### 1.4.2. Tratamiento primario

También conocido como tratamiento mecánico, el objetivo de este proceso es eliminar los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. Los principales procesos físico químicos que suelen utilizar son los siguientes:

- **Sedimentación:** también llamado decantación es un proceso de separación por gravedad que hace que una partícula más densa que el agua descienda depositándose en el fondo del sedimentador. Las partículas depositadas en el fondo (denominadas fangos) se arrastran mediante rasquetas para ser recogidas y tratadas de manera separada.
- **Flotación:** este proceso, al igual que en la decantación, se produce por efecto de la gravedad. En este caso el material a separar del agua tiene menor densidad que el agua y sube hasta la superficie, donde son arrastradas y sacadas del sistema. En este tratamiento se puede introducir agua en el tanque para que funcione como agente de flotación.

- **Coagulación floculación:** en muchos casos parte de la materia en suspensión está formada por partículas de muy pequeño tamaño. Estas suspensiones coloidales suelen ser muy estables, en muchas ocasiones debido a interacciones eléctricas entre partículas, teniendo así una sedimentación extremadamente lenta. Una forma de mejorar la eficacia de sistemas de eliminación de materia en suspensión es la adición de ciertos reactivos químicos que, en primer lugar, desestabilicen la materia (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las partículas.

#### 1.4.3. Tratamiento secundario

Esta fase de la depuración se basa principalmente en diferentes procesos de naturaleza biológica protagonizado por microorganismos. El objetivo es la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto coloidal como disuelta, así como la eliminación de los nutrientes presentes. Este proceso puede ser aerobio o anaeróbico.



Ilustración 2. Balsa de fangos activos

#### 1.4.4. Tratamiento terciario

Se llama tratamiento terciario a todos los tratamientos físico-químicos destinados a afinar algunas características del agua efluente de la depuradora. Hay varios tipos de tratamientos, pero los más habituales a la hora de eliminar la presencia de virus y gérmenes del agua son la cloración, los rayos UV y el ozono.

## 1.5. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA C.A.V.

Para este estudio solo se han tenido en cuenta las E.D.A.R.s diseñadas para una población equivalente de más de 2000 personas, estando repartidas de este modo:

**Tabla 2. Numero de E.D.A.R.s por provincia**

Provincia	Cantidad de E.D.A.R.s
Araba	9
Bizkaia	18
Gipuzkoa	17

Las principales E.D.A.R.s son las 3 que se encargan de la limpieza de las 3 capitales, estos son sus principales datos:

- Crispijana:

**Tabla 3. Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Crispijana**

Características químicas y biológicas del agua residual tratada en Crispijana	Valores
DBO5 (mg/l)	8
DQO (mg/l)	40
Materia en Suspensión (mg/l)	10
Nitrógeno (mg/l)	15
Fosforo (mg/l)	2.8
Carbonato – TAC (mg/l)	150
Sulfato (mg/l)	20
Mercurio (µg/l)	<3
Cianuro (µg/l)	<1.2
Cinc (µg/l)	<25
Cobre (µg/l)	<25
Plomo (µg/l)	<50

<b>Selenio (µg/l)</b>	<25
<b>Arsénico (µg/l)</b>	<10

- Galindo:

**Tabla 4. Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Galindo**

<b>Características químicas y biológicas del agua residual tratada en Galindo</b>	<b>Valores</b>
<b>DBO5 (mg/l)</b>	4.29
<b>DQO (mg/l)</b>	44.47
<b>Materia en Suspensión (mg/l)</b>	9.2
<b>Nitrógeno NH3 (mg/l)</b>	0.66
<b>Fosforo PO4 (mg/l)</b>	1.73
<b>Nitrógeno NO2 (mg/l)</b>	0.17
<b>Nitrógeno NO3 (mg/l)</b>	8.49
<b>Sulfato (mg/l)</b>	20
<b>Mercurio (µg/l)</b>	4.87
<b>Cianuro (µg/l)</b>	<1.2
<b>Cinc (µg/l)</b>	<25
<b>Cobre (µg/l)</b>	<50
<b>Plomo (µg/l)</b>	<100
<b>Selenio (µg/l)</b>	<50
<b>Arsénico (µg/l)</b>	<50
<b>Estaño (µg/l)</b>	<50
<b>Cadmio y Compuestos de Cadmio (mg/l)</b>	0.01



- Loiola:

Tabla 5. Valores químicos y biológicos de la E.D.A.R. de Loiola

Características químicas y biológicas del agua residual tratada en Loiola	Valores
DBO5 (mg/l)	34
DQO (mg/l)	148
Materia en Suspensión (mg/l)	43
Nitrógeno NTK (mg/l)	22.5
Fosforo (mg/l)	1.7
Aceites y grasa (mg/l)	5
Fluoruros (mg/l)	0.5
Sulfato (mg/l)	244
Mercurio (mg/l)	<0.01
Boro (mg/l)	0.4
Cinc (mg/l)	0.18
Cobre (mg/l)	<0.1
Plomo (mg/l)	<0.1
Selenio (mg/l)	<0.01
Arsénico (mg/l)	<0.01
Cadmio y Compuestos de Cadmio (mg/l)	<0.01
Plata (mg/l)	<0.1

El resto de las E.D.A.R.s son las siguientes:

**Tabla 6. Resto de E.D.A.R.s de Euskadi**

<b>IZENA</b>	<b>Caudal de entrada (habitante equivalente)</b>	<b>Población</b>
Lekeitio	20854	32000
Arriandi	85895	124300
Galindo	1211499	1500000
Loiola	553000	628000
Crispiana	366681	48000
Hondarribi	116581	121250
Bergara	63500	92500
Aduna	76800	92247
Elgoibar	80250	90027
Ondarroa	19514	76960
Legorreta	63000	70159
Zarautz	38500	65095
Bermeo	41000	63674
Gueñes	31359	57143
Zumarraga	34000	45333
Gorliz	31399	44000
Azpeitia	38000	41117
Bergara	30120	40000
Basaurbe	27167	32400
Markijana	15074	29160
Amorebieta	23075	28119
Gernika	25218	26000
Zumaia	17000	22583
Elciego	9750	22240
Mungia	19312	21884
Labastida	11334	15360
Mutriku	6962	14000
Deba	7000	12300
Muskiz	12000	12000
Bedia	11500	11500
Oion	3700	10673
Markina	6789	10500
Elorrio	8447	10500
Bakio	8645	10000
Iruña de Oca	6800	6940

<b>Orduña</b>	5058	6400
<b>Getaria</b>	4400	6360
<b>Zuia</b>	3465	4500
<b>Agurain</b>	4450	4450
<b>Legutio</b>	2400	4000
<b>Larrabetzu</b>	2000	3226
<b>Alegría Dulantzi</b>	2500	2500
<b>Ea</b>	2228	2400
<b>La arboleda</b>	2000	2000



Ilustración 3. Localización de las E.D.A.R.s antes nombrados

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es establecer las posibles soluciones a las irregularidades en el sistema de saneamiento que se han observado recientemente en la población de Domaikia.

La causa de estas irregularidades recae en la existencia de una fosa séptica para el tratamiento de las aguas residuales en esta población, cuyo vertido se efectúa al arroyo Txikaran, tributario del río Ugalde, que no dispone de la preceptiva autorización de vertido.

Con el fin de solucionar el problema de saneamiento de aguas residuales en el entorno que nos ocupa, la Junta Administrativa de Domaikia opta por realizar un estudio de mejora de la red primaria de saneamiento de la zona.

Así, los objetivos específicos del plan son los siguientes:

- Dotar a la población de Domaikia de un servicio adecuado de saneamiento para su red primaria de aguas residuales.
- Planificar el tratamiento de las aguas para adecuar el vertido a la normativa referente a al vertido de aguas residuales a cauce público, por la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Planificar las infraestructuras necesarias para el correcto funcionamiento de la red.

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. POBLACIÓN ACTUAL

Para determinar las bases para el dimensionamiento del proyecto, se han analizado las Normas Urbanísticas Municipales, pudiéndose realizar una previsión de desarrollo para cada población atendiendo a los sectores previstos de crecimiento en dichas Normas Urbanísticas. El Plan Vigente en el Municipio de Zuia, es el Texto Refundido de abril de 2008 de las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Zuia.

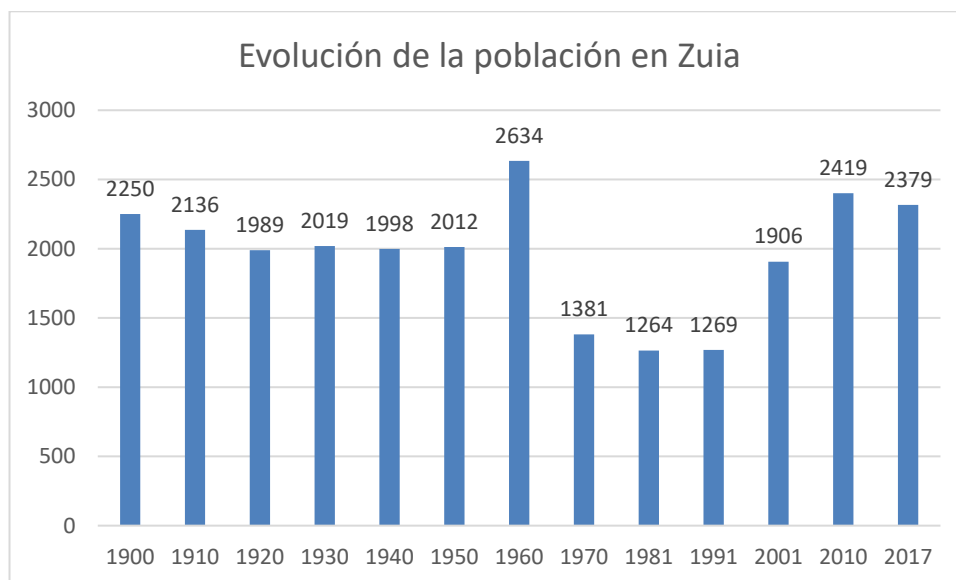
A la hora de analizar la población de Domaikia se ha analizado no solo la población del concejo de Domaikia, sino que se ha analizado el municipio completo. En esta tabla se pueden ver los 11 concejos y 2 pueblos, que no forman concejos, que forman Zuia y sus respectivas poblaciones.

Tabla 7. Concejos que forman el municipio de Zuia y sus poblaciones

Pueblo / Concejo	Población
Ametzaga Zuia	264
Aperregi	43
Domaikia	65
Gilierna	53
Jugo	38
Lukiano	45
Markina	73
Murgia	1117
Sarria	261
Vitoriano	286

<b>Zarate</b>	35
<b>Altube</b>	22
<b>Ziorraga</b>	14

A diferencia de otros municipios del Territorio Alavés, Zuia no incrementa su población en los meses de verano, por lo que la población estacional es similar e incluso menor que la población durante el resto del año. La población actual se ha obtenido partiendo del censo realizado por el EUSTAT (Instituto Vasco de Estadística) en el 2015. En esta grafica se puede ver la evolución de la población.



**Grafico 2. Evolución de la población de Zuia**

Respecto a la evolución de la población, la tendencia es a incrementarse ligeramente en el núcleo urbano de Domaikia, siendo este incremento del 13.33 % en el periodo (2011-2015), y a reducirse en la población de Vitoriano, con una reducción del 1.85 % en el periodo (2011-2015), mientras que la localidad de Jugo no varía en este período.

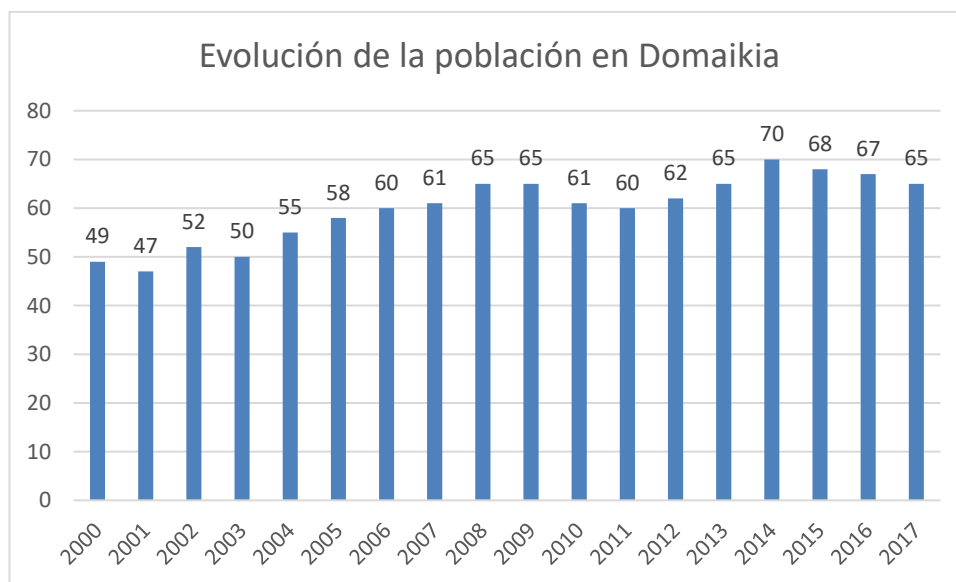


Grafico 3. Evolución de la población en Domaikia

Tabla 8 Evolución de las poblaciones en Domaikia y Jugo

	2011	2015	Evolución poblacional
<b>Domaikia</b>	60	68	13.33%
<b>Jugo</b>	42	42	0%

Para determinar la población en los años horizonte T=15 años y T=30 años, se estima un crecimiento de un 2,09%, teniendo en cuenta el promedio de la evolución poblacional en los últimos 30 años.

**Tabla 9 Estimación de las poblaciones y acometidas en Domaikia y Jugo.**

	Censo		Pob. actual		Pob. T = 15 años		Pob. T =30 años	
	Censo 2011	Censo 2015	Nº habit. MAX	Nº acom.	Pob. T=15	Acometidas	Pob. T=30	Acometidas
						(T=15)		(T=30)
<b>Domaikia</b>	60	68	68	28	90	37	112	46
<b>Jugo</b>	42	42	42	21	56	28	70	35



### 3.2. CARTOGRAFÍA

Las fuentes cartográficas empleadas han sido:

- Cartografía de Infraestructuras de Datos Espaciales de Araba/Álava.
- Cartografía de Infraestructuras de Datos Espaciales de Euskadi.
- URA Agencia del Agua Vasca: Servicio WMS de aguas superficiales, cartografía de inundabilidad, deslindes DPMT, redes de seguimiento de aguas superficiales y subterráneas, redes de seguimiento de aguas subterráneas, registro de zonas protegidas y zonas afectadas por el mejillón cebra.



Ilustración 4. Logo del Servicio vasco de infraestructuras espaciales.

### 3.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

#### 3.3.1. Objetivo del análisis

El objetivo de este análisis es apoyar o aportar información geológica – geotécnica de cara a proyectar las soluciones planteadas para el presente proyecto constructivo. Este documento ha partido de una descripción del proyecto, y posteriormente, se presenta la metodología seguida para la elaboración de este informe, basada en un estudio de la información previa disponible. Finalmente, se definen las características generales, como son ubicación y las unidades geológico – geotécnicas aflorantes el trazado.

#### 3.3.2. Metodología

Con la realización de este proyecto se pretende desarrollar las infraestructuras necesarias para ejecutar la nueva depuración de agua proyectada. Para definir geológica y geotécnicamente esta zona se ha partido del estudio en gabinete de las siguientes fuentes de información:

- Mapas geológicos:
  - Mapa geológico de España: 1/50.000. Hoja 112 (22-07) – Vitoria. Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
  - Mapa geológico del País Vasco. E: 1/25.000. Hoja 112 – III, Foronda. Ente Vasco de la Energía (EVE)
- Mapa Hidrogeológico del País Vasco. E 1/100.000
- Mapas topográficos y fotografías extraídas desde la página oficial de la Diputación Foral de Álava. ([http://carto.alava.net/cartografia/fotos\\_aereas.htm?Idioma=0](http://carto.alava.net/cartografia/fotos_aereas.htm?Idioma=0) )
  - Ortofotos
  - Diferentes series topográficas.

Con esta base documental se ha escrito el modelo geológico- geotécnico en el que se encaja el proyecto planteado.

### 3.3.3. Encuadre geológico general

El proyecto se encuentra dentro de la Cuenca Vasco Cantábrica, que es la prolongación occidental de Pirineos. Tanto la cuenca como las cordilleras mencionadas se vieron afectadas durante la orogenia alpina y se encuentran en el límite septentrional de la Placa Ibérica.

La cuenca se encuentra dividida en varios dominios separados por varias estructuras de escala regional, que condicionaron la sedimentación durante el Mesozoico. Esos grandes dominios estructurales dentro de la Cuenca, de norte a sur, son los siguientes: Arco vasco, Bloque Alavés y Bloque Santanderino. Dentro de la Cuenca Vasco Cantábrica, la zona estudiada se encuentra en el Bloque Alavés, más concretamente en la denominada Unidad de Gorbea (Sector Murguía-Vitoria), donde aparecen materiales Cretácicos principalmente.

Este sector presenta directrices estructurales principalmente NW-SE, se encuentra limitado al NE por la Falla de Villaro y por el Sinclinal de Miranda Treviño-Urbasa al S. Este sector presenta directrices estructurales principalmente NW-SE, se encuentra limitado al NE por la falla de Villaro, y por el cabalgamiento de la Sierra de Cantabria al S.

A continuación, se muestra una imagen aérea de la zona objeto de estudio, así como un extracto de la cartografía geológica E: 1/25000 Hoja 112-I-Zuya, realizada por el Ente Vasco de la Energía (EVE):

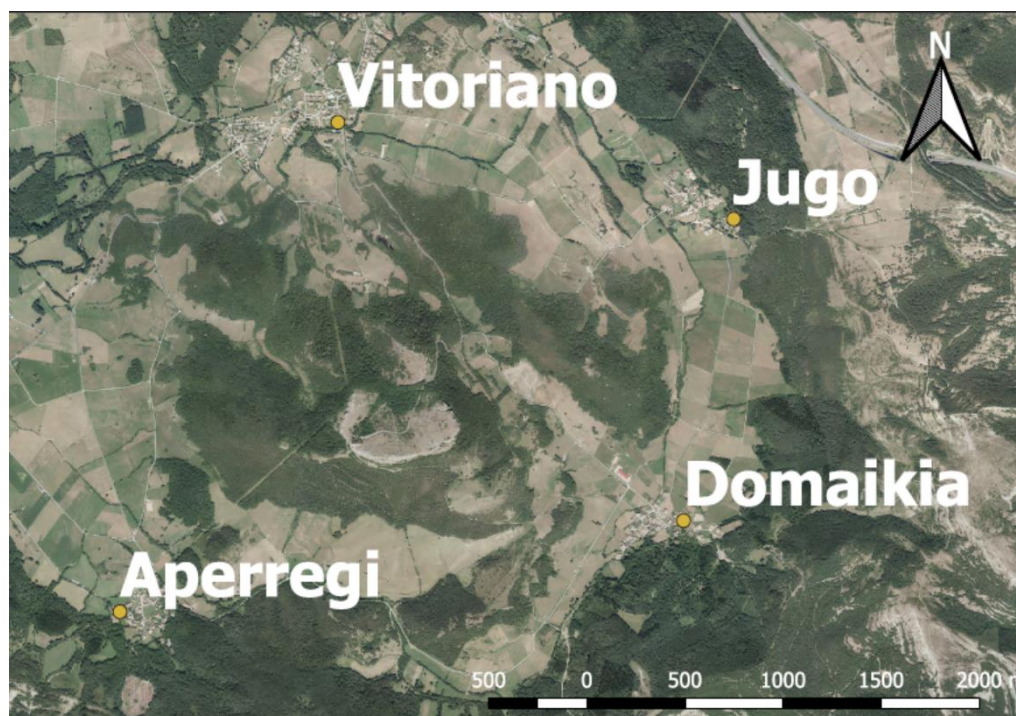


Ilustración 5. Localización de Domaikia

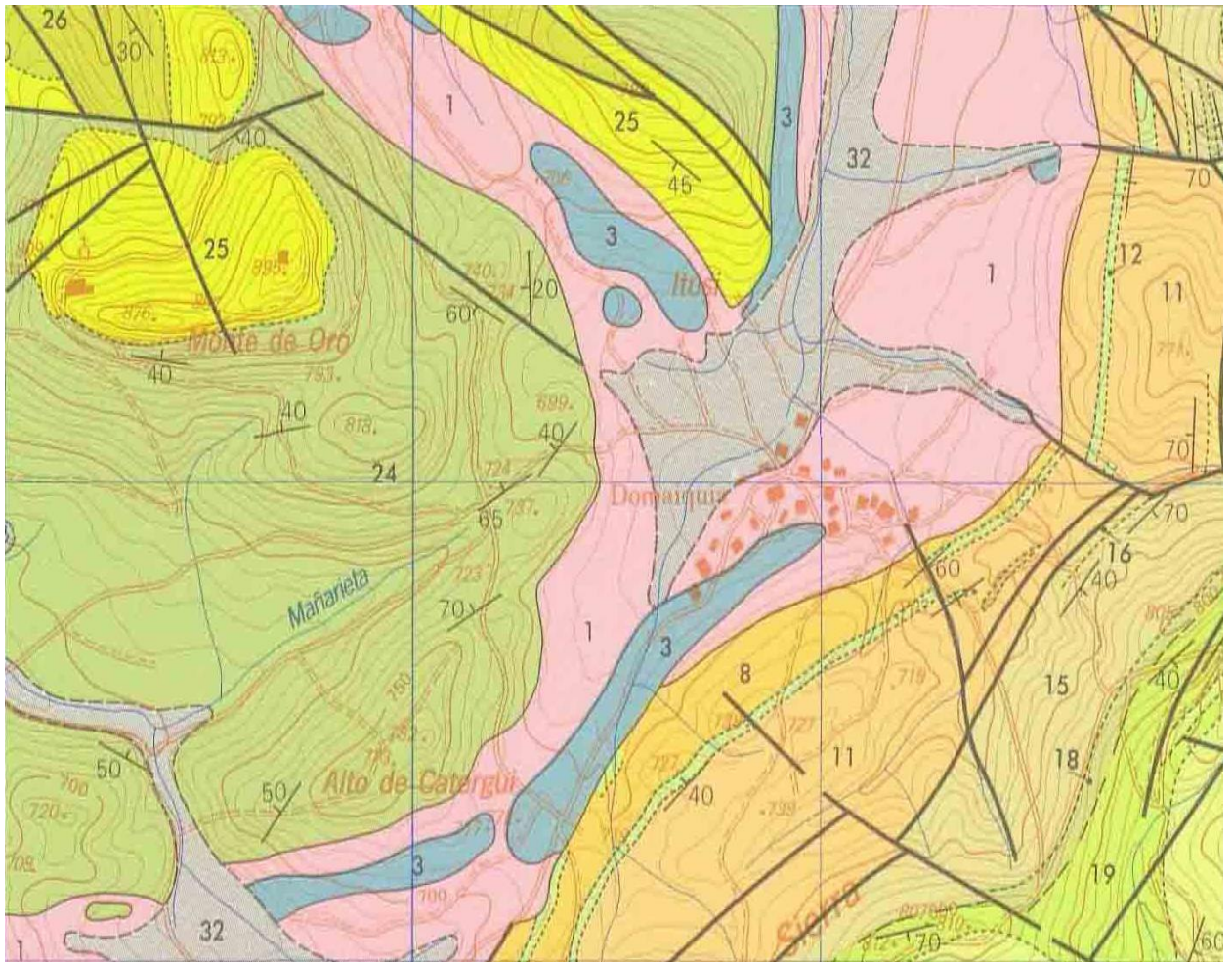


Ilustración 6. Cartografía Geológica E:1/25.000, 112-I-Zuya (EVE, 1992)

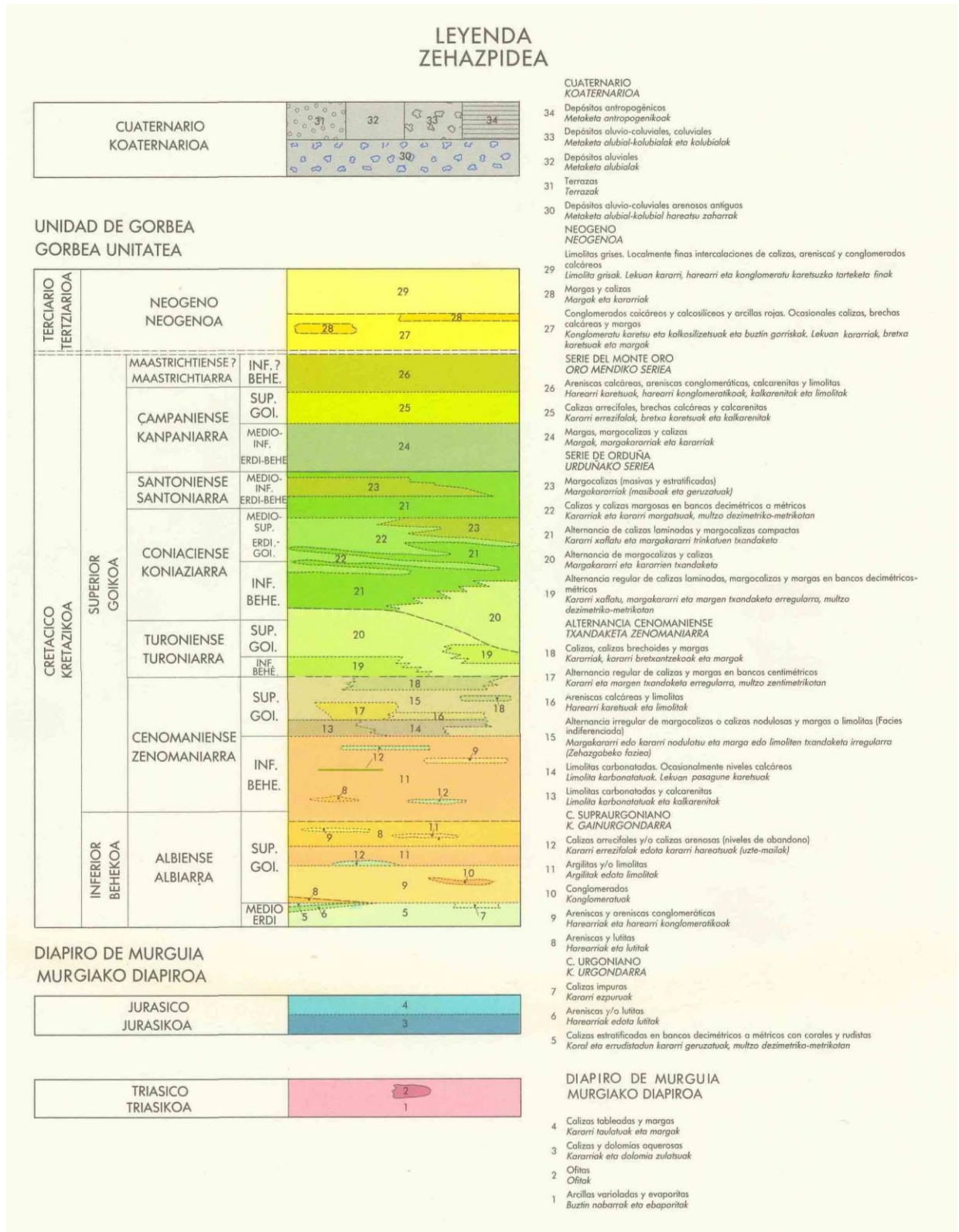


Ilustración 7. Leyenda, Hoja 112-I-Zuia (EVE, 1992)

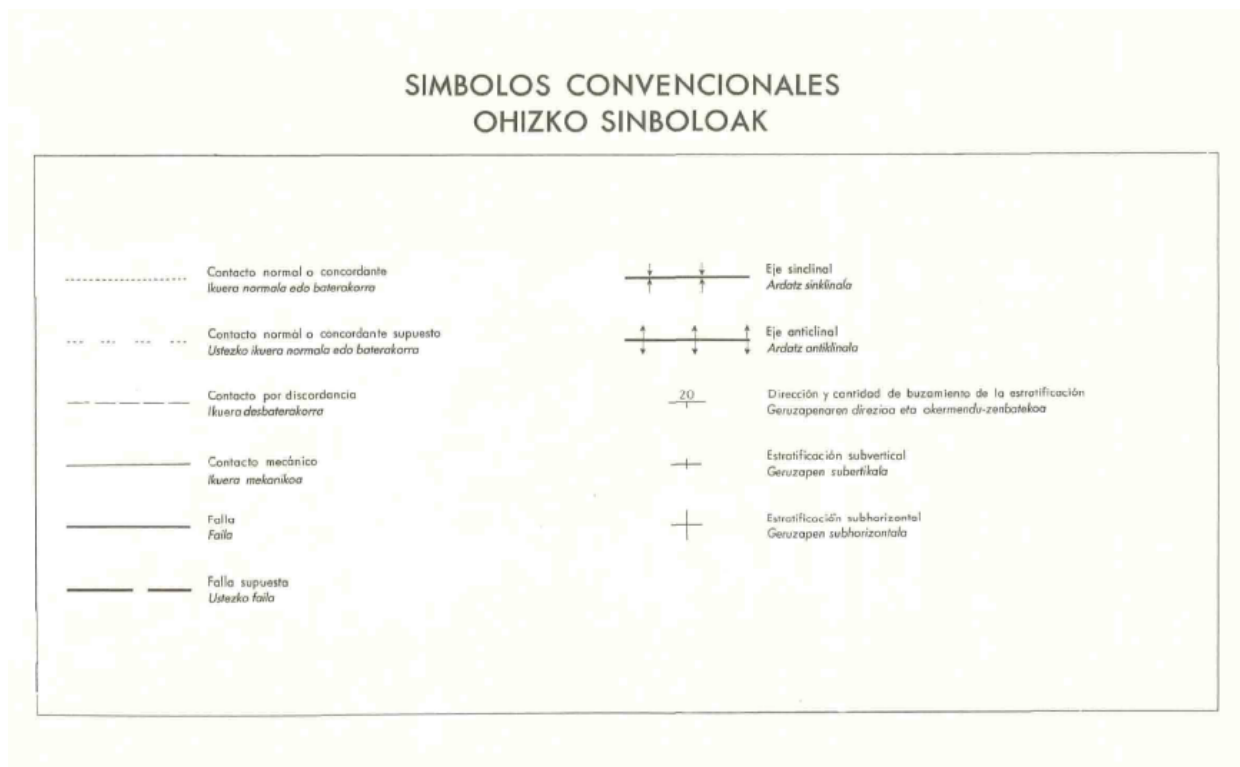


Ilustración 8. Leyenda símbolos de mapa

### 3.3.4. Geología estructural

La zona de estudio se corresponde con un área suavemente estructurada con buzamientos generales hacia el sur, prácticamente coincidente con la prolongación del flanco sur, poco tectonizado del Anticlinorio de Bilbao. Aunque se corresponde con un área de escasos accidentes, destacan el cierre del Anticlinal de Zuazo, sinclinal de Huetu Astegieta y el Anticlinal de Apodaka, que conforman la macroestructura conocida como el sinclinorio de Vitoria, el cual define una gran estructura plegada laxa de amplio radio.

En general, se trata de pliegues muy suaves, cuyos ejes marcan una dirección N 100ºE-N130ºE buzantes hacia el sureste que se encuentran afectados por un sistema de fallas y fracturas de la misma dirección. A su vez, se reconoce otro sistema de fallas secundario de dirección N20ºE- N40ºE. El origen de todas estas estructuras parece estar más bien ligado a procesos de tipo halocinetico que a procesos compresivos, esto es, se trata de una tectónica sinsedimentaria y no de una tectónica compresiva.

### 3.3.5. Geomorfología

La zona de estudio queda englobada en el Dominio Hidrogeológico de la Plataforma Alavesa y más concretamente en la Unidad Hidrogeológica de Subijana. La recarga al sistema se produce por infiltración de la lluvia útil sobre los afloramientos permeables.

Los depósitos cuaternarios aluvio-coluviales presentan una permeabilidad variable en función de la granulometría, esto es, los niveles con una granulometría más grosera presentaran mayor permeabilidad que los niveles con tamaños de grano fino, tipo limo y arcilla

### 3.3.6. Sismología

Desde el punto de vista sismológico, se trata de una zona de muy poca actividad sísmica, presentando los siguientes valores de aceleración sísmica básica  $a_b$  y de coeficiente de contribución K.

$$a_b / g < 0,04$$

$$K=1$$

Estos valores se han obtenido de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02), del Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, BOE 11 de Octubre de 2.002, núm. 244/2002.

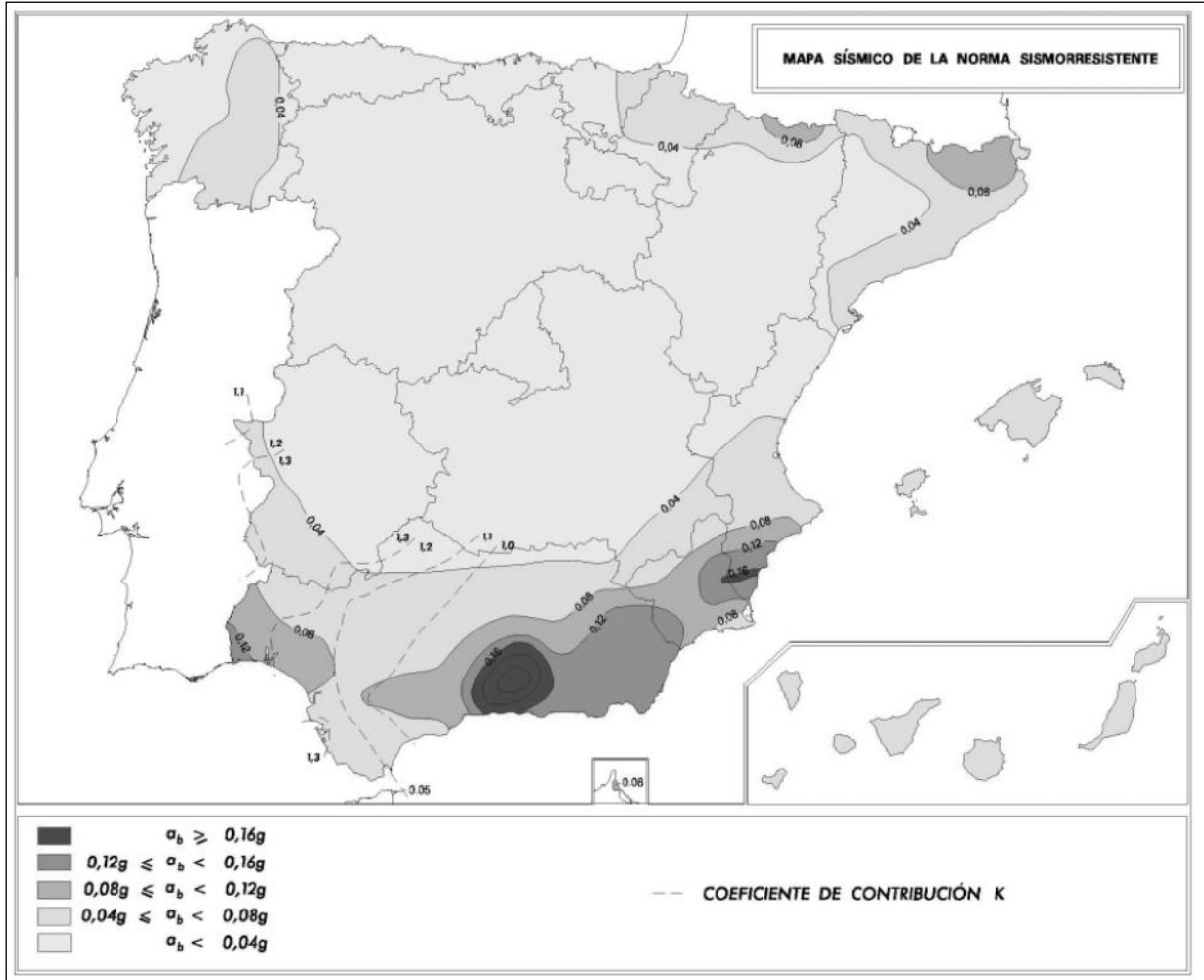


Ilustración 9. Mapa de peligrosidad sísmica

Dado que el área donde se localiza la zona de estudio presenta un valor de aceleración sísmica inferior a 0,04, no será necesario tomar en consideración medidas contra efectos sísmicos en las estructuras de edificación en las que se aplique la citada norma.



### 3.4. OTRAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

Se ha realizado peticiones de información sobre servicios existentes e infraestructuras afectadas a las siguientes compañías y Administraciones:

#### 3.4.1. URA.

Este trámite se realizó ya que esta Agencia Vasca del Agua es la responsable del abastecimiento de agua potable al municipio de Zuia. Este abastecimiento se realiza en su mayoría recogiendo aguas del cabecero del rio Bayas. Las profundidades varían desde los 0,5m hasta los  $\leq 1,10$ m. Se cruzará por debajo. Aquí se ve un mapa con su recorrido dentro de la Junta Administrativa. Siendo las rayas azules la red y los cuadrados rodas las arquetas.

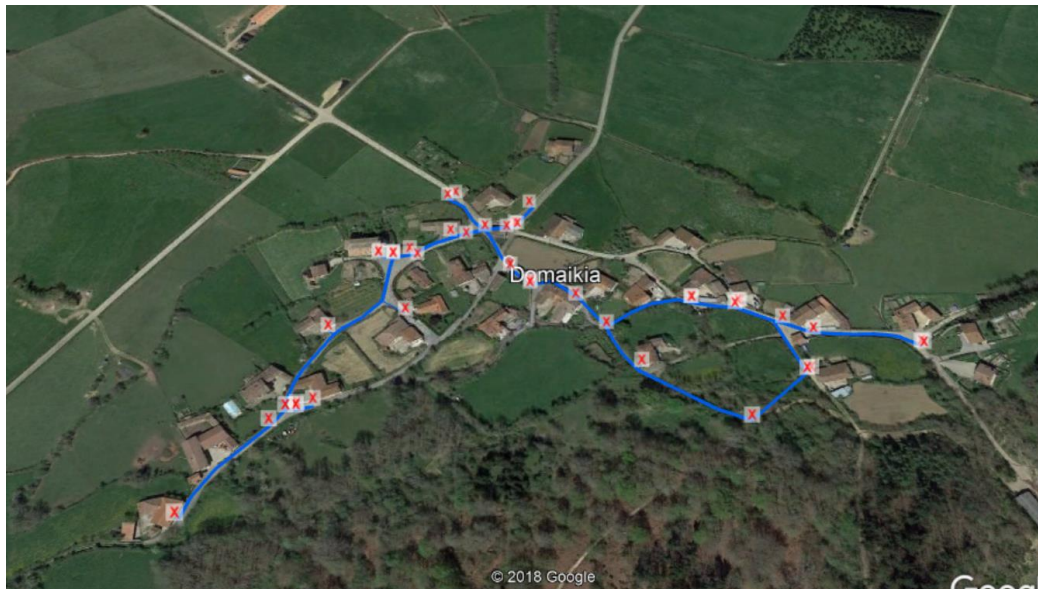


Ilustración 10. Red de saneamiento de Domaikia

### 3.4.2. Iberdrola.

Iberdrola es la encargada del suministro de energía eléctrica a Domaikia. En un principio no debería de causar ningún tipo de problema para el transcurso de la obra, ya que la red eléctrica se distribuye mediante un cableado que va por el aire a una altura considerable. El principal cuidado deberá ser no dañar los pilotes de sujeción del cableado. Aquí se ve un mapa con el recorrido.



Ilustración 11. Red eléctrica de Domaikia

### 3.4.3. Euskaltel.

Al igual que pasa con la distribución eléctrica, la red de Euskaltel discurre por la superficie apoyándose en distintos postes. Las precauciones a tomar serán las mismas que en ese caso. Aquí se ve un mapa con el recorrido.

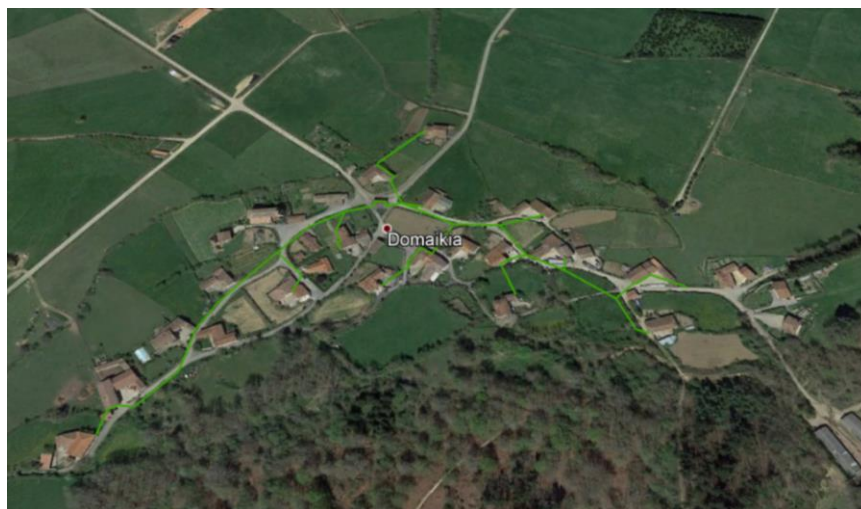


Ilustración 12. Red de Euskaltel de Domaikia

#### **3.4.4. Gas natural.**

La Junta Administrativa no cuenta con red de gas, por lo cual no será ningún problema.

#### **3.4.5. Junta Administrativa de Domaikia.**

Se consultó a la Junta Administrativa por si había alguna infraestructura existente más, siendo negativa su respuesta.

#### **3.4.6. Actuaciones necesarias**

Se tendrán en cuenta las normas específicas de cada compañía en lo referente a las distancias mínimas a cada servicio, estableciéndose por norma general una separación mínima en altura de 0,20m. En cuanto a la situación planimétrica, al igual que en el caso anterior, se seguirán las pautas marcadas en cada servicio afectado, colocándose los elementos que se establecen por cada empresa como elementos separadores. Cuando las canalizaciones discurran paralelamente se guardarán las distancias mínimas según cada caso y se repondrá inmediatamente cualquier desperfecto que pueda ocasionarse.

Por último, el modo de actuación en cuanto a los servicios existentes será el siguiente:

- Previamente a la ejecución de las obras, el contratista contactará con las distintas compañías suministradoras de servicios y se procederá a la localización exacta de los servicios que pudieran resultar afectados, así como su profundidad aproximada, definiendo las empresas titulares de las redes, las medidas de protección y forma de ejecución de los trabajos en los cruces y desvíos que resulten necesarios.
- Los servicios afectados de la zona pueden corresponder a diversas empresas u organismos, lo cual deberá ser tenido en cuenta durante la identificación de los mismos.
- La afección o no a dichas redes dependerá de la localización exacta de las mismas, que deberá ser determinada por el contratista en coordinación con las empresas responsables de las mismas.
- Además, será obligación del contratista la adopción de las medidas de protección, reposición, mantenimiento y desvío, tanto provisional como definitivo, de los servicios y servidumbres afectadas por las obras, estando incluidos dichas operaciones en los correspondientes precios del proyecto.
- Todas estas gestiones se realizarán previamente al comienzo de las obras, de manera que la necesidad de realizar operaciones de desvío de redes no suponga paros y retrasos en la ejecución de las obras.
- Las excavaciones en las zonas de cruces se ejecutarán de forma manual, estando expresamente prohibida la utilización de medios mecánicos tales como retroexcavadoras.
- Además de los servicios que resultaran afectados por la ejecución de las obras, se repondrán los viales, acerados, mobiliario urbano y cerramientos, que deberán ser devueltos a su estado original o al que determinen los responsables municipales del Excmo. Ayuntamiento de Zuia una vez finalicen los tajos que afecten a los mismos.

- Aquellos elementos que se prevean sean afectados por las obras, como acerados, bordillos, señales, hitos de señalización u otros, se desmontarán temporalmente y se acopiarán para ser repuestos una vez acabe la afección a su estado original. En caso de rotura de alguno de estos elementos, se repondrán éstos con unos nuevos elementos de idénticas características o las que determinen los responsables municipales del Excmo. Ayuntamiento de Zuia.

### 3.5. REPORTAJE FOTOGRAFICO

Entre los meses de septiembre y diciembre de 2018 se hicieron varias visitas a Domaikia para ver cuál era el estado tanto de las instalaciones existentes como de la parcela en la que se iba a trabajar. Aprovechando esas visitas se realizaron las siguientes fotografías:



Ilustración 13. Vista de la parcela desde el río.



Ilustración 14. Vista de la parcela



**Ilustración 15. Vista de la parcela desde una esquina**



**Ilustración 16. Vista del cauce del rio desde una esquina de la parcela**



**Ilustración 17. Vista de la carretera desde el río**



**Ilustración 18. Cauce del río a su paso por la parcela**



**Ilustración 19. Vista de la parcela desde una esquina**



**Ilustración 20. Vista del cauce del río desde el otro lado de la parcela**





**Ilustración 21. Vista de la carretera A – 4413 desde la parcela**



**Ilustración 22. Vista de la carretera A - 4413**



**Ilustración 23. Vista de las parcelas contiguas**



**Ilustración 24. Vista de la parcela entera desde la carretera**



**Ilustración 25. Vertido de la actual fosa séptica en el río**

### **3.6. MEDIO AMBIENTE**

#### **3.6.1. Legislación a seguir**

Atendiendo a la legislación vigente de medio ambiente, Ley 3/1998, de Protección del Medio Ambiente del País Vasco, se puede comprobar que la actuación descrita en el proyecto no se incluye en ninguno de los anexos de dicha ley, por lo que no sería necesaria ninguna tramitación ambiental.

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición tiene por objeto establecer el régimen jurídico de producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Teniendo en cuenta dicho decreto y el Decreto 112/2012 del Gobierno Vasco para el ámbito de la CAV se ha procedido a realizar el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, cumpliendo los puntos especificados en los mismos.

### 3.6.2. Protección de aguas superficiales

Una vez analizada la situación de la zona de actuación, cabe destacar la especial protección que requiere el monte Iruratxi. También se debe tener en cuenta la zona de protección de aguas superficiales, de carácter no urbanizable, a lo largo del río Txikaran-Errotigan, de aproximadamente 15 metros de ancho a cada lado de la cuenca. Este dato condiciona la ubicación de la EDAR planteada.

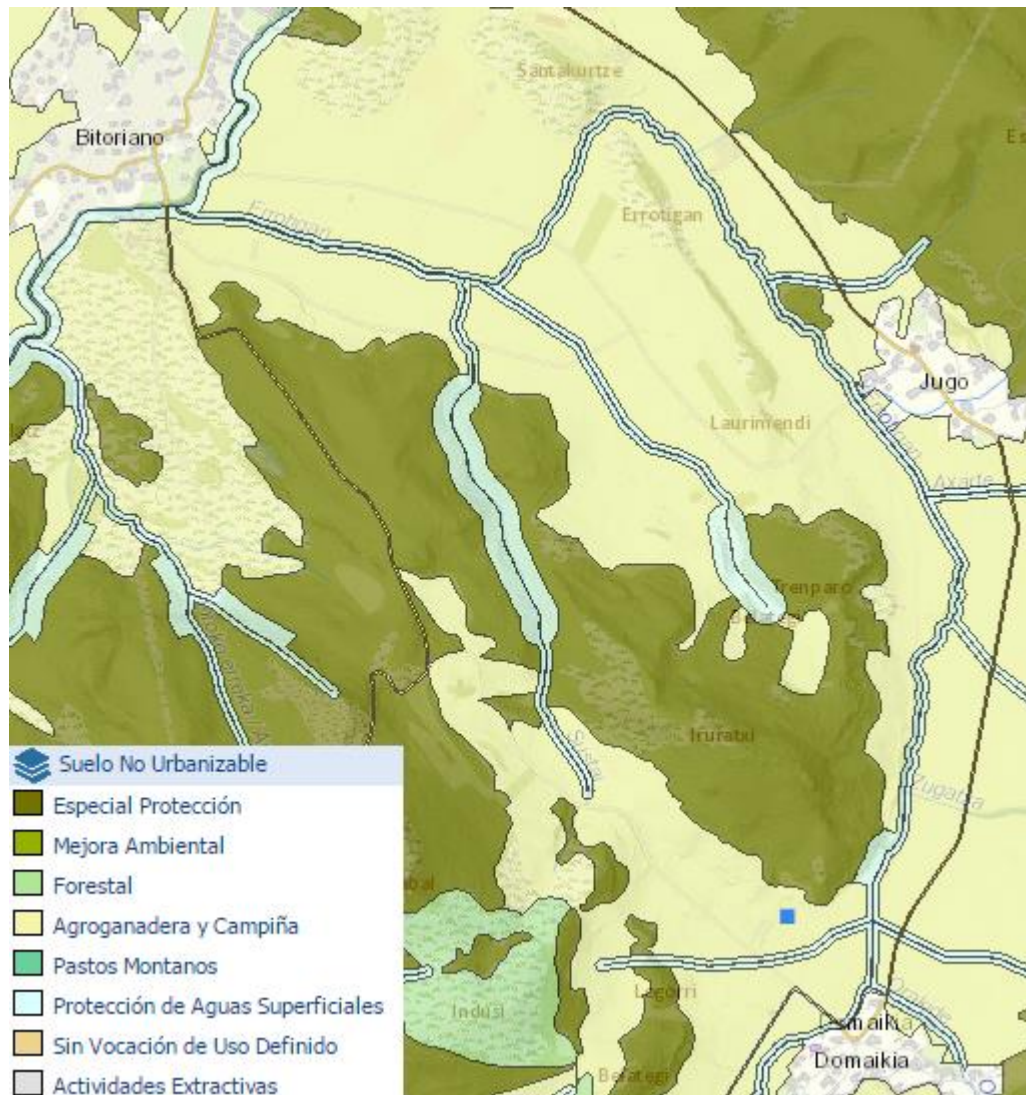


Ilustración 26. Mapa con la clasificación del suelo de Domaikia

## 4. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO ACTUAL

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

El sistema de saneamiento actual en la población de Domaikia fue proyectado en 1983 para la recogida y depuración parcial de las aguas residuales antes de su vertido al río Txikaran. Dicha localidad está constituida por una serie de viviendas de edificación dispersa, sin que exista un verdadero trazado de calles que permitiera configurar la red de saneamiento por las mismas. Además, el hecho de que sean edificaciones en su mayoría antiguas y la ya pronunciada falta de calles, hacen que la red de saneamiento existente sea unitaria.

La red de saneamiento existente está conformada por tuberías de PVC, con unos diámetros comprendidos entre 250 y 400 mm, según datos recogidos de IDE-Álava. Dada la configuración y distribución de viviendas del pueblo, la red de saneamiento actual está constituida de la siguiente forma.

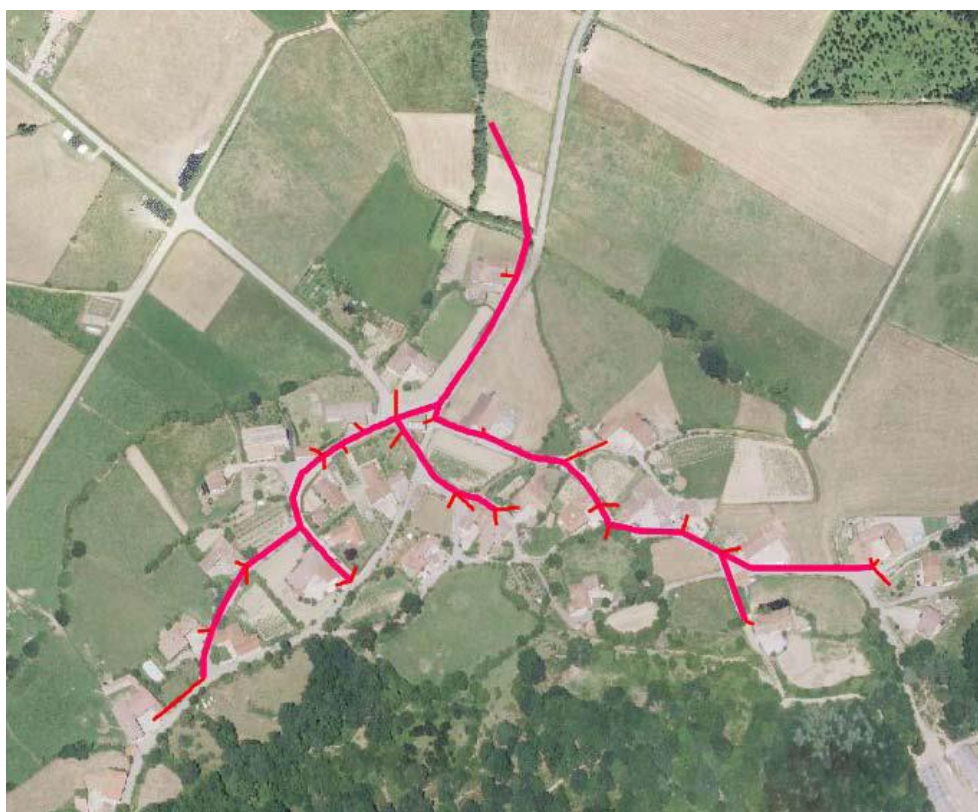


Ilustración 27. Red de saneamiento de Domaikia

## 4.2. DIAGNÓSTICO DE SISTEMA ACTUAL

La red de saneamiento para el tratamiento de las aguas residuales en Domaikia, desemboca en una fosa séptica y vierte al arroyo Txikaran, tributario del río Ugalde. No se dispone de autorización para este vertido, el cual provoca unos impactos en el medio tales como coloración anormal del agua, olores y fangos del lecho.

El arroyo Txikaran presenta las siguientes características:

- Grado de vulnerabilidad: 2-Vulnerabilidad baja (vertido)
- Capacidad de dilución del río: Alta

La depuradora presenta deficiencias en el mantenimiento, el cual tiene que ser mejorado. Asimismo, al ser unitaria la red de saneamiento, los días de en los que las precipitaciones son muy abundantes, el caudal de llegada a la EDAR es más grande de lo que la EDAR puede asimilar, obligando a aliviar el agua directamente al río sin haber recibido ningún tipo de tratamiento, pudiendo causar así problemas medio ambientales.

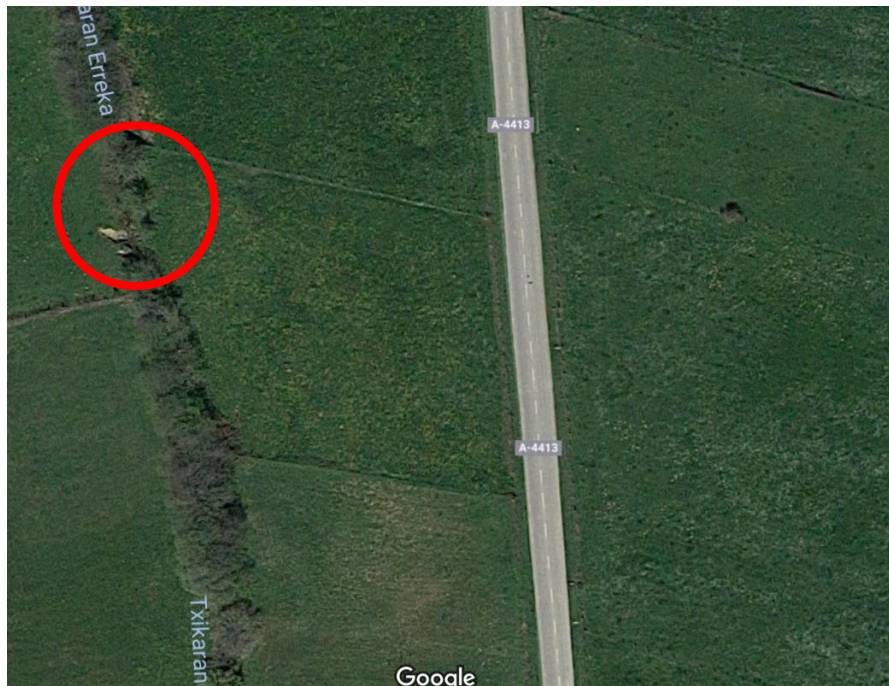


Ilustración 28. Ubicación de la fosa séptica de Domaikia

## 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO

Con la intención de solucionar la problemática creada por la depuración de las aguas residuales de Domaikia, se han estudiado distintas posibilidades. Las 2 principales y las que ahora se estudian con más detalle son las siguientes:

- Alternativa "A": construcción de una nueva EDAR en Domaikia
- Alternativa "B": conducir las aguas residuales hasta la EDAR de Vitoriano

### 5.1. ALTERNATIVA "A": EDAR EN DOMAIKIA

#### 5.1.1. Descripción de la alternativa

En este apartado se desarrolla el estudio y las características básicas de la infraestructura para la ejecución de una nueva depuradora de tipo humedal del flujo subsuperficial (en la que el agua residual transcurre por la zona radicular de la vegetación). Los criterios y objetivos generales que han guiado el presente proyecto son los siguientes.

- Dimensionado de las infraestructuras.
- Minimización de las longitudes de conducción
- Trazado preferente por parcelas de dominio público como caminos y terrenos municipales, intentando evitar en lo posible las afecciones a privados.

Tal y como se comenta anteriormente el objeto de esta alternativa es la ejecución de una nueva depuradora. El proyecto también contempla la conexión desde el último punto de la red de saneamiento con la depuradora mediante un bombeo y una conducción de impulsión.

#### 5.1.2. Movimientos de tierras

Se ejecutarán zanjas de una profundidad media de 1,5m y anchura de 0,7m. Así mismo se realizará la excavación necesaria para el pozo receptor final de los colectores de fecales y para las balsas de la depuradora de tipo humedal de flujo subsuperficial. Todo el material que se extraiga y no pueda ser reciclado será conducido al vertedero.



### 5.1.3. Recogida de aguas residuales

Para la recogida de las aguas fecales se utilizará la red existente para ello. Para asegurar el buen estado de la red actual se realizarán inspecciones con cámara de toda la red utilizando para ello un robot diseñado para ello.



**Ilustración 29. Robot para las inspecciones de la red de saneamiento**

### 5.1.4. Estación de bombeo

La estación de bombeo cumple la función de impulsar los caudales recogidos por la red de fecales al área donde se colocará la depuradora, mediante una bomba de 3,5l/s (y otras idénticas con funcionamiento alternativo y de emergencia). El grupo de bombeo esta por tanto formada por una zona húmeda soterrada donde se encuentran las cámaras de aspiración, y una zona seca, sobre el terreno se situarán el armario eléctrico, donde se aloja el cuadro eléctrico.

Todo lo soterrado se ejecutará mediante prefabricados, proyectándose su excavación a cielo abierto. La cámara de bombeo se encuentra comunicada con arqueta de toma de muestras que tiene un aliviadero, las canalizaciones en el interior de los bombeos se realizan en acero inoxidable AISI-316, hasta la brida de conexión en la salida de impulsión, momento a partir del cual la tubería será de Polietileno DN 90mm.

En la cámara de aspiración, se encuentran dos bombas, cuyo funcionamiento se realizará de forma alterna. Las sondas de nivel del pozo de bombeo presentan dos niveles de arranque y parada, que dispararan una de las bombas. Igualmente se dispone de una sonda de nivel por ultrasonidos para la medición en continuo de dicho nivel.

Para el control automático de la estación de bombeo se dispondrá de una toma programable o PLC encargado del control automático de la misma. El sistema se instalará en un cuadro de control, independiente del cuadro de potencia, protegido mediante magneto térmicos y diferenciales. La alimentación al mismo se realizará a través de una fuente de alimentación de 5A y 24V.

### 5.1.5. Impulsión

La impulsión se diseña con una tubería de PVC 400 mm de unos 97 m de longitud. Esta red contara con elementos de ventosa en el punto alto. Así mismo se realizarán macizos de anclajes en los cambios de dirección.

### 5.1.6. Estación depuradora

La depuración propuesta para la población de Domaikia es una depuradora con tratamiento de tipo humedal de flujo superficial, más concretamente de flujo horizontal. En la fosa previa al bombeo se realiza un tratamiento previo de desengrasado y desarenado.

#### 5.1.6.1. Pretratamiento y tratamiento primario

Costa de un depósito, en el cual, se producen las acciones de: desarenado, desengrasado y la decantación-digestión que permite la separación de la porción pesada de los sólidos en suspensión acompañantes al agua residual, así como la digestión parcial de los mismos.

Se adopta colocar una fosa compuesta por un depósito de 7,20 x 2,40 m de base y 2,88 m. de altura, proporcionando una capacidad útil total de 35 m<sup>3</sup> dividido en tres cuerpos.

La primera etapa correspondiente al proceso de desengrasado se corresponde con la primera mitad del primer bloque, quedando el desarenador y decantación en la segunda mitad de los siguientes bloques.

En el primer cuerpo se instala una deflectora construida en aluminio antioxidante que ayudará a las labores de desengrasado, para retención de flotantes y separación de la zona de decantación, favoreciendo la misma. En los dos siguientes bloques se logra un tiempo de retención de entre 15 y 18 horas para un adecuado proceso de desarenado.

#### 5.1.6.2. Tratamiento secundario

La materia orgánica presente en forma de materia en suspensión sedimentable en las aguas residuales a tratar, ira decantando paulatinamente en los humedales y experimentara procesos de degradación biológica. Igualmente, parte de la materia orgánica presente en forma particulada quedará retenida por filtración, al pasar las aguas por el entramado sustrato-raíces-tallos. Sobre la materia orgánica disuelta, al igual que sobre la particulada, actúan los micro-organismos presentes en el humedal, principalmente bacterias, que utilizaran esta materia orgánica a modo de sustrato. En el caso de los humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal, la presencia de oxígeno es mucho menor, debido a que el medio se encuentra saturado por agua, que desplaza a los gases atmosféricos de los poros, dando lugar a un sustrato anóxico.

En este tipo de sistemas el agua circula horizontalmente a través del medio granular y los rizomas y raíces de las plantas. La profundidad del agua es de entre 0.65m y 0.8m. Se caracterizan por funcionar permanentemente inundados (el agua se encuentra 0,1 m por debajo de la superficie) y con cargas de alrededor de  $6 \text{ g DBO/m}^2 \cdot \text{día}$ . Se proyecta la ejecución de un humedal de unas dimensiones de 30 m de largo y 16 m de ancho.

El humedal está compuesto por los siguientes elementos:

- Estructuras de entrada del afluente: el efluente de la fosa séptica, se conduce a una arqueta de rotura de carga. Desde esta arqueta se lleva al canal de reparto, el cual abarca todo el ancho del humedal. Mediante canal de reparto y labio de acero inoxidable completamente nivelado para un vertido homogéneo en toda la longitud del canal. También se cuenta con relleno de 2 m de longitud en todo el ancho del humedal con grava gruesa, que intensificara el reparto por todo el humedal.
- Impermeabilización del fondo y laterales, con lamina sintética recubierta con geotextiles para su protección.



**Ilustración 30. Humedal de flujo Subsuperficial en construcción**

- Medio granular o sustrato necesario para la vegetación. El medio granular será con gravas medias. El medio granular será limpio (exento de finos), homogéneo, duro, durable y capaz de mantener su forma a largo plazo. Además, debe permitir un buen desarrollo de las plantas y de la biopelícula. Una característica muy importante del medio granular es su conductividad hidráulica, ya que de esta propiedad depende la cantidad de flujo de agua que circula a través de él. Hay que tener en cuenta que la conductividad hidráulica disminuirá con el paso del tiempo.

- Vegetación emergente típica de zonas humedad. Se proyecta utilizar especies macrófitas emergentes típicas de las zonas húmedas como el carrizo (Phragmites) y los juncos (Scirpus), con densidades de plantación de 3 ejemplares por metro cuadrado. Estas especies precisan de espesores de sustrato mayores de 60cm.
- Estructuras de salida regulables para controlar el nivel del agua. La recogida del agua efluente se realiza con una tubería perforada asentada sobre el fondo del humedal. Esta tubería conecta con otra en forma de “L” invertida y cuya altura es regulable. Dicha estructura permite modificar el nivel de agua y a su vez drenar el humedal durante operaciones de mantenimiento. Antes de la red de vertido se colocan una arqueta de tomas de muestras, en la salida del humedal.



**Ilustración 31. Ejemplo de humedal de flujo subsuperficial ya construido**

### 5.1.7. Esquema de la alternativa "A"

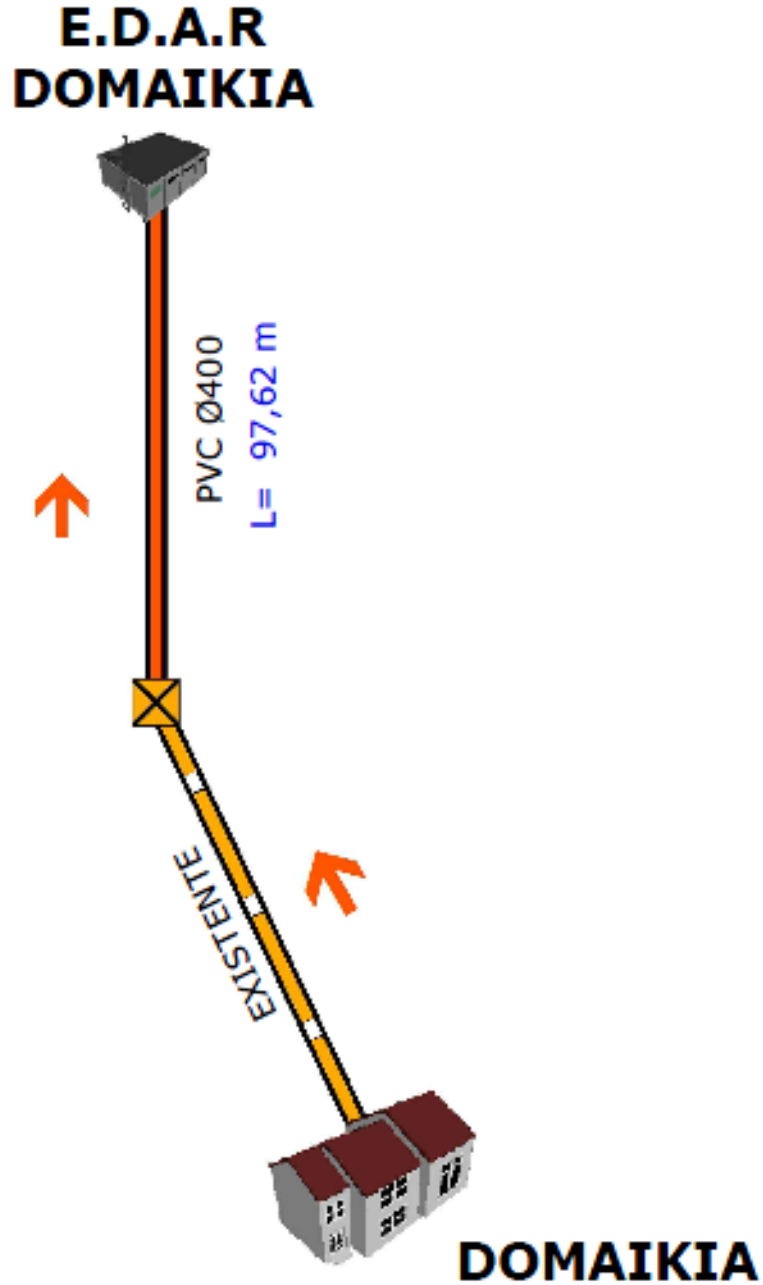


Ilustración 32. Esquema de la alternativa "A"

### 5.1.8. Valoración de las expropiaciones

Se ha realizado una valoración de alcance económico del proceso expropiatorio de la superficie necesaria para ejecutar la infraestructura de saneamiento para cada alternativa.

#### 5.1.8.1 Criterios de cálculo de superficie a expropiar

Existen tres tipos de ocupaciones en el desarrollo de un pal director de esta tipología:

- Ocupación temporal
- Servidumbre de paso
- Ocupación definitiva

Para los trazados planteados se ha fijado una franja de 5 metros (2,5 m a cada lado del eje) de ocupación temporal. La servidumbre de paso se ha fijado en 3 metros (1,5 metros a cada lado del eje). La ocupación definitiva viene dada por el espacio que ocupan las arquetas, así como la E.D.A.R.

La base de parcelario para cada población afectada, se ha obtenido del Catastro de Álava.

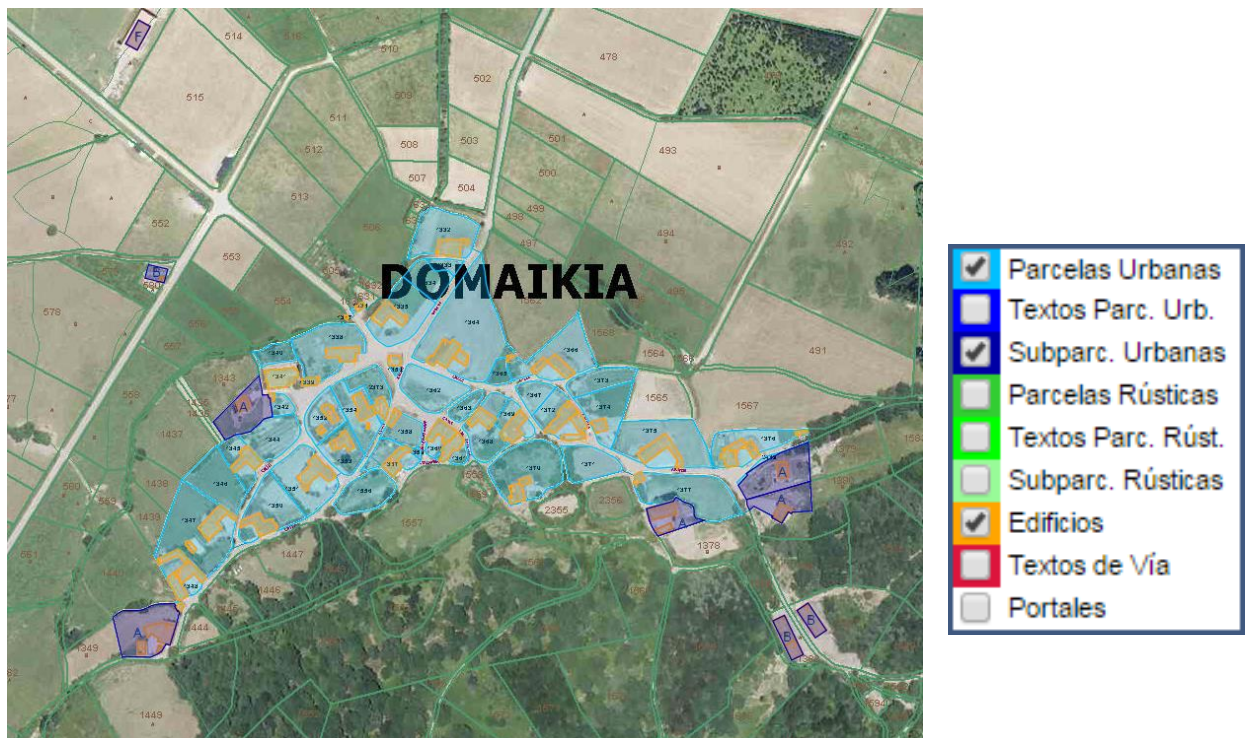


Ilustración 33. Parcelario de Domaikia.

### 5.1.8.2. Superficies obtenidas

**Tabla 10. Ocupación aproximada de la alternativa "A"**

Usos	Ocupación temporal (m <sup>2</sup> )	Servicio (m <sup>2</sup> )	Expropiación (m <sup>2</sup> )
Parcelas rusticas	488,1	292,86	4128

### 5.1.9. Valoración económica

Para la realización del presupuesto para la Alternativa "A", se ha tenido en cuenta el coste de las instalaciones, así como la cuantía de las expropiaciones. Asimismo, el criterio general que se ha seguido para cuantificar el coste de las expropiaciones es el siguiente:

- 5 metros de franja de ocupación temporal.
- 3 metros para la franja de servidumbre.
- La superficie de la EDAR será de 480 m<sup>2</sup>, aunque se considera la superficie expropiación de toda la parcela ocupada.

A continuación, se presenta el coste previsto de las instalaciones:

**Tabla 11. Presupuesto aproximado de la alternativa "A"**

Actividad	Coste
Fosa tratamiento primario	27.896,28 €
Depuradora	59.976,81 €
Tuberías	5.947,99 €
Expropiaciones	8.995,18 €
Medidas correctoras ambientales	22.100,00 €
Seguridad y salud	2.498,33 €
<b>TOTAL</b>	<b>127.414,59 €</b>

### 5.1.10. Ventajas

Las principales ventajas son las siguientes:

- Al construir un sistema de depuración basado en la limpieza mediante un humedal, el sistema se integra perfectamente en el ecosistema. De esta manera se puede incluso proporcionar un valor añadido de carácter educativo, turístico o recreativo.



**Ilustración 34. Ejemplo de integración paisajística de una tecnología no convencional, en Atapuerca (Burgos)**

- Los humedales pueden utilizarse como punto de partida a la hora de iniciar a repoblar una zona de fauna y flora.
- El único mantenimiento necesario para el correcto funcionamiento del humedal es que las plantas se sieguen en torno a 2 veces al año. El coste aproximado para una población de 1000h-e oscilan entre los 15-20€/h-e/año.
- Son sistemas robustos, capaces de resistir variaciones de carga y caudal. No obstante, es importante no superar la capacidad de diseño.
- Al utilizar la red de saneamiento anterior, se evitan los costes propios de construir una nueva red, además de acortar ampliamente los plazos de construcción



#### 5.1.11. Desventajas

Las principales desventajas son las siguientes:

- Este sistema solo es recomendable para poblaciones menores de 2000 h-e. Con poblaciones mayores no suele utilizarse debido a su gran superficie requerida. Se calcula que son necesarios entre los 3 y 5 m<sup>2</sup> por habitante.
- Hay que tener mucho cuidado con el control de plagas para que no arruinen el humedal instalado.
- La temperatura está íntimamente ligada con la velocidad de los procesos naturales de autodepuración. En periodos fríos puede reducirse el rendimiento.
- Hay que tener cuidado con los periodos vegetativos de las plantas del humedal.



**Ilustración 35. Humedal de Macrófitos en Flotación (HMF) en Gordoncillo**

## 5.2. ALTERNATIVA "B": CONDUCCIÓN HASTA EDAR EN BITORIANO

### 5.2.1. Descripción de la alternativa

En este apartado se desarrolla el estudio y las características básicas de la infraestructura para la ejecución de una nueva conducción de agua fecal hasta la red de saneamiento de Vitoriano. Los criterios y objetivos generales que han guiado el presente proyecto son los siguientes.

- Dimensionado de las infraestructuras.
- Minimización de las longitudes de conducción
- Trazado preferente por parcelas de dominio público como caminos y terrenos municipales, intentando evitar en lo posible las afecciones a privados.

Tal y como se comenta anteriormente el objeto de esta alternativa es la ejecución de una nueva conducción hasta la red de saneamiento de Vitoriano. El proyecto también contempla las mejoras necesarias tanto en la E.D.A.R. de Vitoriano como las mejoras necesarias en toda la red ya existente.

### 5.2.2. Movimientos de tierras

Se ejecutarán zanjas de una profundidad media de 1,5 m y anchura de 0,7 m. Así mismo se realizará la excavación necesaria para el pozo receptor final de los colectores de fecales. Todo el material que se extraiga y no pueda ser reciclado será conducido al vertedero.

### 5.2.3. Recogida de aguas residuales

Tanto en el municipio de Domaikia como en el de Jugo se utilizará la red ya existente para la recogida de las aguas fecales. Al igual que en la alternativa "A" se asegurará el buen estado de la red actual mediante el uso de robots especiales.

En el tramo final de que une actualmente la red de Vitoriano con su depuradora habrá que estudiar si es necesario elaborar alguna mejora con el fin de adecuar la red a los nuevos caudales que recibirá.



Ilustración 36. E.D.A.R. de Vitoriano

### 5.2.4. Conducción hasta Vitoriano

La conducción está dividida en 2 tuberías, ambas discurren por gravedad.

El primer tramo parte de la red de saneamiento de la localidad de Domaikia, desde el punto en el que se encuentran las fosas sépticas y discurre a lo largo de la traza del río Txikaran, hasta conectar con la red de saneamiento de la población de Jugo. Este primer tramo tiene proyectado un colector de polietileno de  $\varnothing 400$  mm, con una pendiente de 1,5% hasta el punto kilométrico 0+811,77 y continua con una pendiente de 1% hasta su entronque con la red de saneamiento de Jugo, en el P.K. 1+742,24.

El segundo tramo comenzaría en este punto de conexión de ambas redes, renombrado como P.K. 0+000,00 de este segundo tramo (P.K. 1+742,24 del primer tramo) y discurriría, al igual que la primera conducción, de forma paralela al cauce del río, hasta conectar con la red de saneamiento de Vitoriano, donde posteriormente van a parar a la E.D.A.R. ubicada al sur de dicha localidad.

El colector proyectado en este tramo tendrá un mayor diámetro,  $\varnothing = 500$  mm, debido al caudal acumulado en el tramo anterior Domaikia – Jugo, así como por el caudal acumulado a lo largo de este segundo tramo.

Para este segundo tramo de conducción, se ha proyectado una rasante con una pendiente mínima de 0,85% hasta el P.K. 0+771,13 de este segundo tramo, y continua con una pendiente de 1% hasta el entronque con la red de Vitoriano en el pozo de registro previsto, en el P.K. 2+449,88 desde la conexión con la red de saneamiento de Jugo.

Las pendientes elegidas son debidas a la cota del pozo de registro en el que se pretende finalizar la conducción proyectada, muy alta en comparación con la cota de llegada del nuevo colector que recoge las aguas desde Domaikia.

Es por ello, que se podría plantear la inclusión de un sifón o un bombeo para tratar la diferencia de cotas, así como se podría estudiar sustituir parte de la red actual de saneamiento de Vitoriano, con el objetivo de adecuarla al nuevo caudal que circulará por ella.



Ilustración 37. Red actual Jugo

### 5.2.5. Tratamiento

La depuración de las aguas residuales se realizaría en la E.D.A.R. de Zuia, situada al sur del barrio de Vitoriano. Esta E.D.A.R está diseñada para una población de entorno 4500 personas, por lo tanto, la variación de población que sufriría con la suma de Domaikia y Jugo sería prácticamente insignificante.

Estos son los tratamientos con los que cuenta esta E.D.A.R.

**Tabla 12. Distintos tipos de tratamientos de la E.D.A.R. Vitoriano**

Tipo de tratamiento	Si / No
Tratamiento primario	Si
Tratamiento secundario	Si
Otro tratamiento	Si
Eliminación de nitrógeno	Si
Eliminación de fósforo	Si
Desinfección ultravioleta	No
Cloración	No
Ozonización	No
Filtro de arena	No
Microfiltración	No
Otros tratamientos	No

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, que reportó en 2012 todas las E.D.A.R.s que tratan las aguas de aglomeraciones con más de 2000 habitantes equivalentes, estos son los rendimientos probados.

**Tabla 13. Distintos rendimientos de la E.D.A.R. de Vitoriano**

<b>Tratamiento</b>	<b>Eficacia</b>
Rendimiento en eliminación de DBO <sub>5</sub>	Aprobado
Rendimiento en eliminación de COD	Aprobado
Rendimiento en eliminación de SST	Aprobado
Rendimiento en eliminación de Nitrógeno	Irrelevante
Rendimiento en eliminación de Fósforo	Irrelevante

### 5.2.6. Esquema de la alternativa "B"

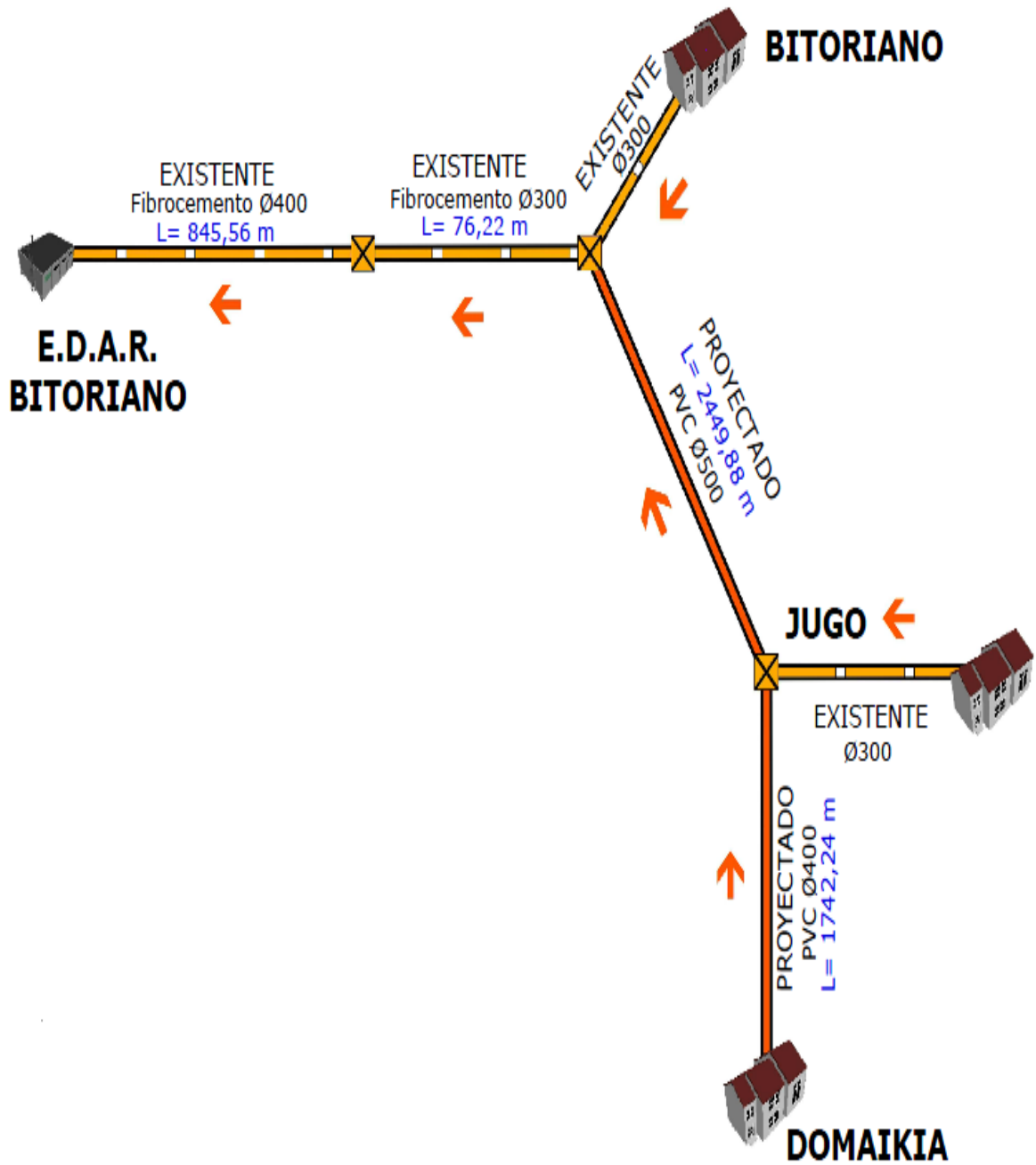


Ilustración 38. Esquema de la alternativa "B"

### 5.2.7. Valoración de las expropiaciones

Se ha realizado una valoración de alcance económico del proceso expropiatorio de la superficie necesaria para ejecutar la infraestructura de saneamiento para cada alternativo.

#### 5.1.8.1. Criterios de cálculo de superficie a expropiar

Existen tres tipos de ocupaciones en el desarrollo de un plan director de esta tipología:

- Ocupación temporal
- Servidumbre de paso
- Ocupación definitiva

Para los trazados planteados se ha fijado una franja de 5 metros (2,5m a cada lado del eje) de ocupación temporal. La servidumbre de paso se ha fijado en 3 metros (1,5 metros a cada lado del eje). La ocupación definitiva viene dada por el espacio que ocupan las arquetas, así como la E.D.A.R.

La base de parcelario para población afectada se ha obtenido del Catastro de Álava.

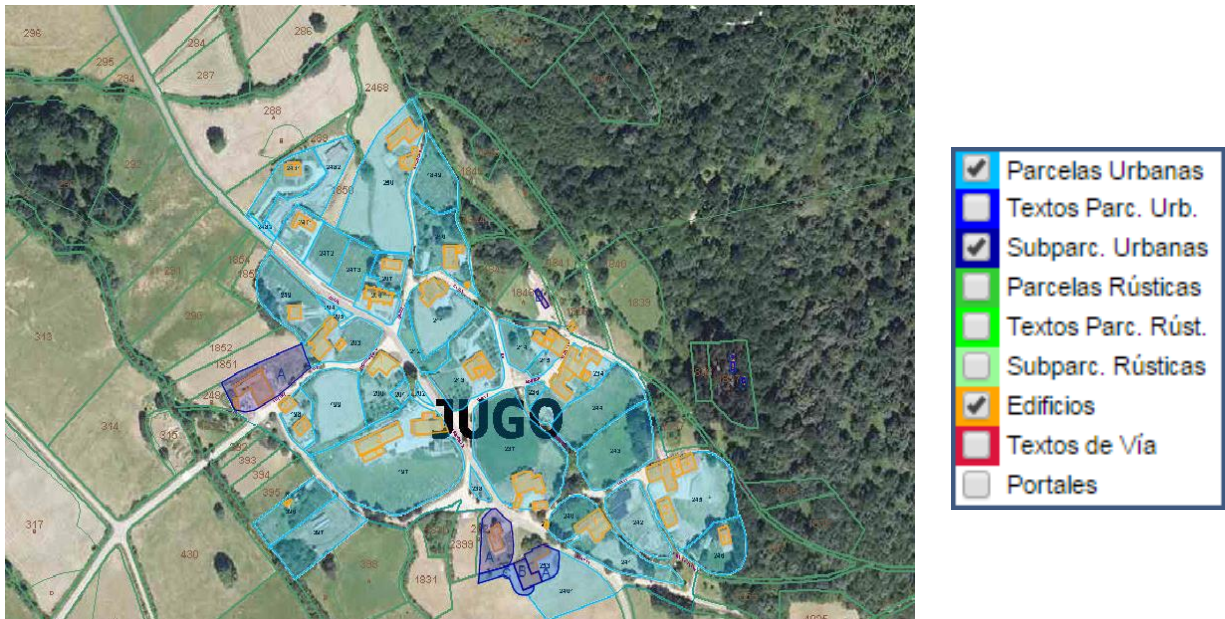


Ilustración 39. Parcelario de Jugo



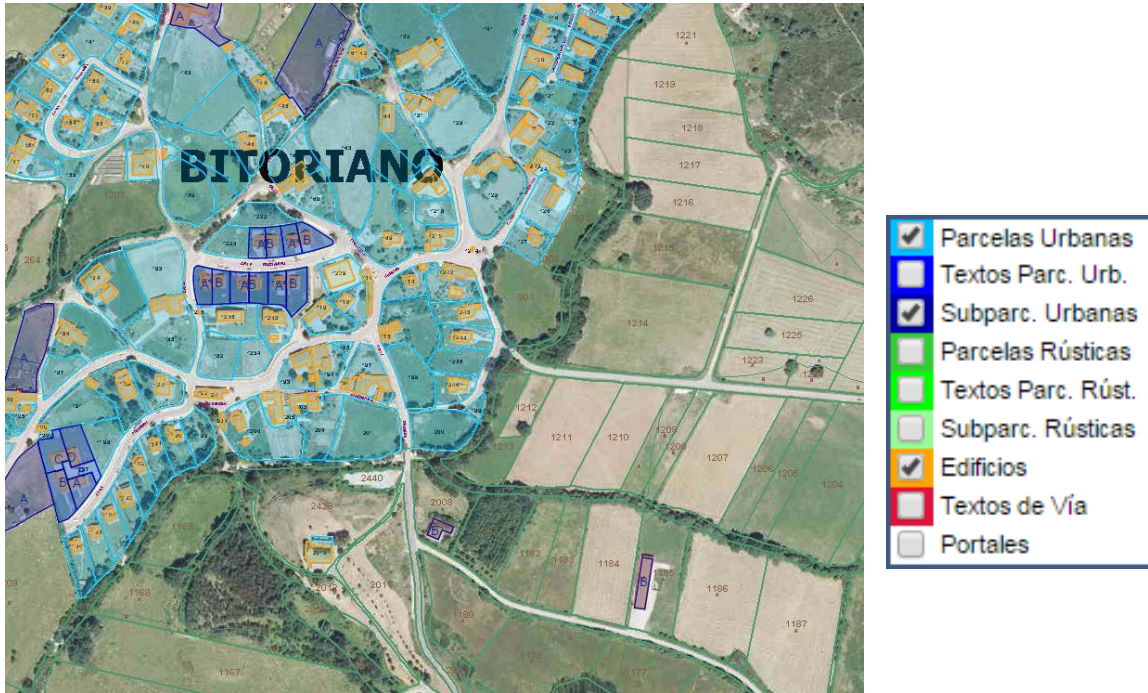


Ilustración 40. Parcelario de Vitoriano

5.1.8.2. Superficies obtenidas

Tabla 14. Clasificación de las parcelas la alternativa "B"

Usos	Ocupación temporal (m <sup>2</sup> )	Servicio (m <sup>2</sup> )	Expropiación (m <sup>2</sup> )
Parcelas rusticas	17.135,6	10.281,36	38
Parcelas urbanas	250	150	2
Corrientes y superficies de agua	200	120	0
Viales	135	81	5

### 5.2.8. Valoración económica

Para la realización del presupuesto de esta alternativa, se ha tenido en cuenta las afecciones a los cruces con arroyos, carreteras y caminos que atraviesan las redes, así como los desvíos y cortes de tráfico que será necesario hacer, además de la cuantía de las expropiaciones.

Asimismo, el criterio general que se ha seguido para cuantificar el coste de las expropiaciones es el siguiente:

- 5 metros de la franja de ocupación temporal.
- 3 metros para la franja de servidumbre
- Las arquetas tipo que albergaran los nudos de dimensiones 1m x 1m

A continuación, se presenta el coste previo de las instalaciones para la alternativa:

**Tabla 15. Presupuesto aproximado de la alternativa "B"**

<b>Actividad</b>	<b>Coste</b>
Red primaria	326.346,53 €
Expropiaciones	27.736 €
Medidas correctoras ambientales	22.100 €
Seguridad y salud	7.523,66 €
<b>TOTAL</b>	<b>383.706,59 €</b>

Además, se han tenido en cuenta medidas correctoras medioambientales y el acondicionamiento de parcelas una vez las obras hayan finalizado.

### 5.2.9. Ventajas

Las principales ventajas de esta alternativa son las siguientes:

- Con la elección de esta alternativa se solucionan los problemas tanto de Domaikia como de Jugo.
- Al abarcar tanto Domaikia como Jugo, se inspecciona con cámara ambas redes de saneamiento, pudiendo así encontrar fallos en cualquiera de las 2.
- La parte más costosa y complicada de construir que sería el E.D.A.R. ya está hecha así que se facilitaría mucho el trabajo.
- El método de limpieza de las aguas lleva más tiempo implantado, por lo cual los resultados esperados pueden ser más fiables.

### 5.2.10. Desventajas

- La principal desventaja de esta alternativa es su alto coste, ya que prácticamente es tres veces mayor que el de la alternativa "A".
- Al tener que hacer una conducción hasta Vitoriano habría que expropiar una gran cantidad de tierras, pudiendo crear así descontento en la vecindad.
- Al realizar una solución conjunta a los dos barrios, es imposible realizar una solución a medida para ninguno de los dos barrios.
- Al tener que realizar muchos metros de zanja, la probabilidad de que surjan problemas no previstos en el proyecto y por lo cual retrasos en la obra aumenta.

## 6. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

### 6.1. DIMENSIONADO DE LA E.D.A.R. DE DOMAIKIA

#### 6.1.2. Bases para el dimensionado del tratamiento secundario

Datos del vertido (datos tomados el 04/07/2003)

Tabla 16. Datos del vertido recogidos en Domaikia el 04/07/2003

<b>Caudal</b>	0,120	(l / s)	10368	l / día
<b>DBO<sub>5</sub></b>	210	mg O <sup>2</sup> / l	2177	gr / día
<b>DQO</b>	414	mg O <sup>2</sup> / l	4292	gr / día
<b>SS</b>	110	mg / l	1140	l / día

Se establecen las siguientes bases de partida para la propuesta de diseño de la E.D.A.R.:

Tabla 17. Datos de partida para la E.D.A.R.

	Unidades			
<b>Población equivalente total adoptada</b>	90	h.e.	Diario	
<b>Dotación</b>	250	l / h.e. / día	22500	l / día
<b>DBO<sub>5</sub></b>	60	g / h.e. / día	5400	g / día
<b>DQO</b>	120	g / h.e. / día	10800	g / día
<b>SS</b>	90	g / h.e. / día	8100	l / día

De los datos anteriores se establece que el agua bruta a tratar en la futura E.D.A.R. es la reflejada en la tabla siguiente:

**Tabla 18. Valores del agua bruta a tratar**

<b>Contaminación de entrada</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Carga diaria total DBO <sub>5</sub>	5,4	kg / día
Concentración entrada DBO <sub>5</sub>	240	mg / l
Carga diaria total SST	8,1	kg / día
Concentración entrada SST	360	mg / l

A partir de todos estos datos y teniendo en cuenta que, aunque no sea muy eficiente, Domaikia ya cuenta con una zona de tratamiento primario se procederá a dimensionar el tratamiento secundario. Los rendimientos del tratamiento primario existente son los siguientes:

- Rendimiento de eliminación de DBO<sub>5</sub>: 35%
- Rendimiento de eliminación SST: 60%

### 6.1.3. Objetivos de calidad

Los objetivos de calidad en el efluente que se establecen son los siguientes

**Tabla 19. Objetivos de calidad del efluente**

<b>Características del efluente</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Concentración DBO <sub>5</sub>	≤25	mg / l
Concentración SS	≤35	mg / l

#### 6.1.4. Características del humedal proyectado

Se ha proyectado un humedal con una celda, con una superficie total de 480m<sup>2</sup> en su base. Para optimizar el diseño del proceso a la forma y superficie de la parcela se ha proyectado una celda y se ha dejado sitio suficiente para añadir más superficie de balsas en caso necesario en un futuro. Estos son los principales datos del humedal:

- Una balsa de forma rectangular y 480m<sup>2</sup> de superficie y 0,5 metros de calado efectivo.
- El medio soporte se proyecta mediante una capa de gravas 20/40 de 0,65 metros, que será la mínima zona sumergida (entrada) que alcance el humedal. Sobre la misma se ha previsto otros 10 cm de gravas que permanezcan secas y cuyo objetivo principal es la protección térmica a bajas temperaturas.
- La entrada se realizará mediante canal de hormigón prefabricado con labio de vertido de chapa de acero inoxidable dentado, el cual deberá estar perfectamente nivelado para un vertido homogéneo en toda la anchura de la balsa. Tras este canal de reparto se dispone de una zona rellena de grava gruesa de 2 metros de largo en toda la anchura del canal para mejorar el reparto de entrada. La recogida del efluente se realiza, mediante una tubería de Ø100m.m. de PVC ranurada situada en el lecho de cada balsa, dispuesta también en una zona de drenaje de grava gruesa de 0,5 cm de largo que finaliza en una arqueta de 0,5 x 0,5 x 1,2 m.
- Para conseguir una correcta circulación del agua a través del medio soporte la balsa tendrá una pendiente longitudinal del 0,5%.
- Para poder regular la altura del agua en el humedal, el efluente de la balsa se conduce a una arqueta donde se situará una tubería flexible.
- La balsa del humedal esta impermeabilizada con una lámina impermeable de EPDM de 1m.m. de espesor, y a su vez, protegida por sendos geotextiles de 400 g/m<sup>2</sup>.
- La especie prevista es el carrizo (*Phragmites Australis*) y Juncos (*Scirpus Lacustris*). Son plantas anuales y altas con un rizoma perenne y extenso, y se plantaran mediante rizomas separados 0,6 metros entre ellos. En Europa son las plantas acuáticas emergentes más utilizadas porque no son una especie invasora (en Estados Unidos están prohibidas), tienen un bajo valor alimenticio y son muy resistentes, tanto al ataque de animales y parásitos, como a las inclemencias meteorológicas, soportando además valores de pH en el agua del orden de 2-2,5.
- Al ser plantas anuales será necesario proceder a un corte al año. Los residuos podrán dejarse sobre la misma celda para ayudar a proteger térmicamente a los rizomas durante el invierno.
- Vertido. Mediante conducción de 250 mm, se lleva el agua tratada que vierte directamente al río Txikaran.

## 7. ESTUDIO DE CAUDALES

Teniendo en cuenta que se trata de una red de saneamiento de poblaciones, se ha dimensionado para las redes máximas a futuro de 15 años. Para la determinación de las secciones de las tuberías de la red, se ha tenido en cuenta el caudal de aguas residuales y el caudal de aguas pluviales, de tejados y pequeñas zonas pavimentadas con un periodo de retorno  $T = 25$  años. El resto de aguas de escorrentía de la ladera deberá conducirse por canalización independiente a los arroyos que discurren por sus proximidades, con objeto de no recargar la red de saneamiento.

Teniendo en cuenta que se trata de una cuenca pequeña ( $<1 \text{ km}^2$ ), de la que no existen datos previos que puedan ser aportados por la administración hidráulica, se propone emplear el Método Racional propuesto por según la metodología de la Norma 5.2 IC de drenaje superficial para el cálculo de las aguas pluviales.

Para la estimación de caudales de escorrentía se han seguido los criterios indicados en la Instrucción 5.2 IC "Drenaje Superficial" del Ministerio de Fomento, que son aplicables a superficies aportantes con un tiempo de concentración inferior a 6 horas.

### 7.1. FORMULA DE CALCULO

El caudal de aguas pluviales de referencia  $Q$  se ha calculado por la fórmula del Método Racional (Témez).

$$Q_r = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$$

Donde:

- $Q_r$  = Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno  $T$ , en el punto de desagüe.
- $I(T, t_c)$  = Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado  $T$ , para una duración  $t$  igual al tiempo de concentración de la cuenca.
- $C$  = coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- $A$  = área de la cuenca a estudiar
- $K$  = coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

Mediante un análisis estadístico se han obtenido los valores de la intensidad de precipitación y coeficientes de escorrentía de la cuenca del Bayas que aparecen a continuación:

**Tabla 20. Valores de la intensidad de precipitación y coeficientes de escorrentía del rio Bayas**

<b>It (mm / h)</b>	60,83
<b>C1 (urbano)</b>	0,944
<b>C2 (pradera)</b>	0,366

Considerando el área total actual definida para el cálculo de caudal de aguas pluviales, se obtienen los resultados representados en la tabla:

**Tabla 21. Previsión de caudal pluvial en Domaikia en T = 25**

	Población actual		Área población		Caudal pluviales (l/s)
	Viviendas 2015	Población 2015	Área urbana (m <sup>2</sup> )	Área no urbana (m <sup>2</sup> )	Caudal (T = 25 años)
<b>Domaikia</b>	58	68	8450	5300	201,1
<b>Jugo</b>	47	42	5310	2859	122,8

En cuanto al caudal de aguas residuales, por tratarse Domaikia y Jugo de pequeños núcleos de población, en vez del caudal de abastecimiento, se toma el que produce la dotación doméstica, con un coeficiente de retorno. Para ello se estima la dotación diaria por habitante de 300 l/s.

$$Q_{mr} = \frac{D \cdot H \cdot Cr}{86400}$$

Donde:

- $Q_{mr}$  = Caudal medio de aguas residuales [l/s]
- D = Dotación de aguas domésticas [l / hab. Ida]
- H = Habitantes aguas arriba del tramo estudiado
- Cr = Coeficiente de retorno 0.8



El caudal punta de diseño  $Q_{pr}$  [l /s] se calculara usando el siguiente criterio:

$$Q_{pr} = 1.6 (Q_{mr} + \sqrt{Q_{mr}}) \leq 3 \cdot Q_{mr}$$

Donde:

- $Q_{pr}$  = Caudal punta de diseño
- $Q_{mr}$  = Caudal medio de aguas residuales [l/s]

Se obtiene así un caudal a desaguar por vivienda, que extrapolado al número de viviendas en un periodo T = 15 años, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 22. Previsión de caudal residual en Domaikia en T = 15**

	Viviendas actuales		Población T = 15 años		Caudal residuales (l /s)
	Viviendas 2015	Población 2015	Viviendas (Viv. T = 15)	Población (Pob. T = 15)	Caudal (T = 15)
<b>Domaikia</b>	58	68	77	90	1,27

Por lo tanto, sumando los caudales de aguas pluviales y aguas residuales nos queda la siguiente previsión:

**Tabla 23. Previsión de caudal final en Domaikia en T = 25**

	Caudal pluvial (l / s)	Caudal residual (l / s)	Caudal total (l/s)
<b>Domaikia</b>	201,10	1,27	202,37

## 8. NORMATIVA

La obra cumple las diferentes normativas sectoriales aplicables, además de la urbanística y la de policía de carreteras, la Ley de Promoción de la Accesibilidad 20/1997, del Gobierno Vasco y el Decreto 112/2011 de 26 de junio por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Norma de construcción sismorresistente (NCSE)
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11
- Reglamento de aparatos a presión (RAP)
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI)
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI)
- Clasificación de productos de construcción y elementos constructivos por sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego
- Reglamento general de policía de espectáculos y actividades recreativas (RGPEAR)
- Orden circular 5/2001 sobre riesgos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón (Dirección General de Carreteras)
- Normas UNE para el cumplimiento de la metodología de los ensayos a realizar sobre los diversos materiales
- Normas NLT de la dirección general de carreteras
- Pliego de prescripciones técnicas de particulares del proyecto de ejecución.

## 9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	RECONEXIÓN SISTEMA FECALES .....	3,181.06	2.08
2	TRATAMIENTO PRIMARIO-BOMBEO .....	73,965.81	48.33
3	DEPURADORA .....	51,411.79	33.59
4	REPOSICIONES .....	4,189.26	2.74
5	VALORACIÓN DE TERRENOS .....	9,148.20	5.98
6	SEGURIDAD Y SALUD .....	2,776.99	1.81
7	CONTROL DE CALIDAD .....	1,903.44	1.24
8	GESTION DE RESIDUOS .....	6,468.06	4.23
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>153,044.61</b>	
	13.00 % Gastos generales .....	19,895.80	
	6.00 % Beneficio industrial .....	9,182.68	
SUMA DE G.G. y B.I.		29,078.48	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>182,123.09</b>	
	21.00 % I.V.A. ....	38,245.85	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>220,368.94</b>	

Asciede el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## 10. PLAN DE OBRA

En el siguiente plan de obra se representan la evolución de los trabajos para finalizar la obra en 3 meses.

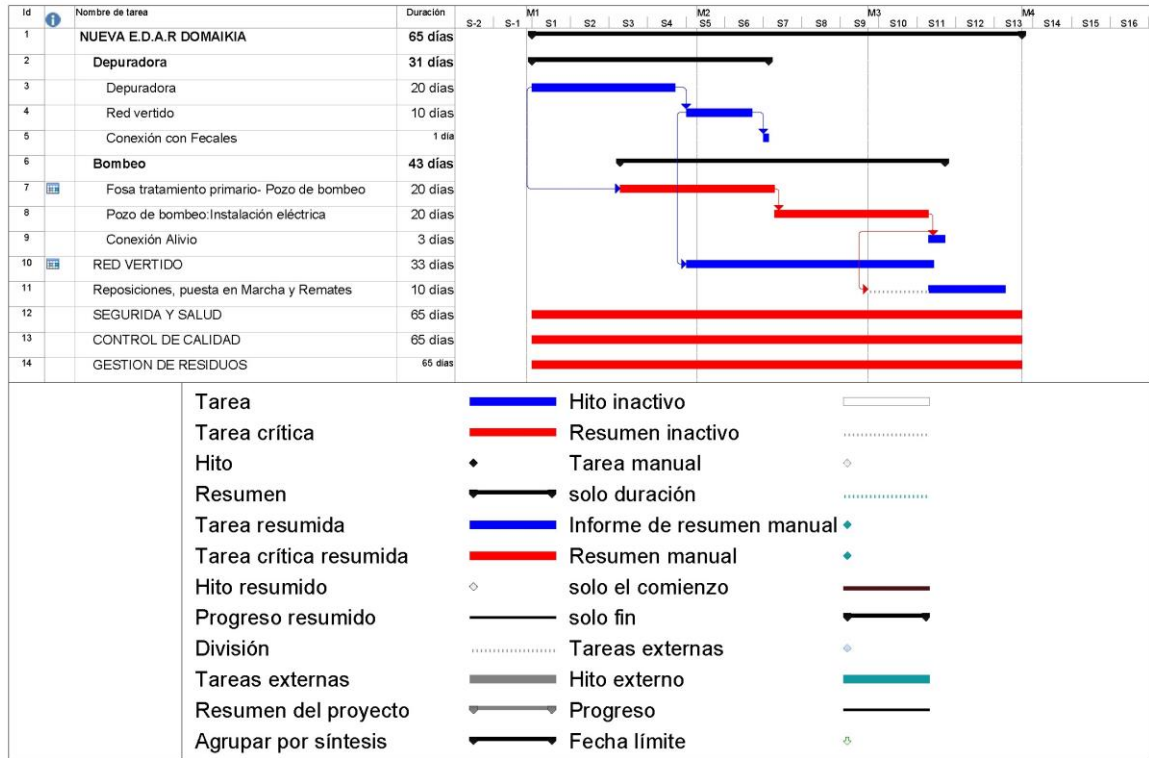


Ilustración 41. Plan de obra.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- GUIA PRACTICA para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones

Guía oficial del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente en la que se presentan distintas modalidades de depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones y se dan distintas recomendaciones.

- Manual de depuración de aguas residuales urbanas

Monográfico sobre la depuración de aguas residuales urbanas producido por Alianza Por el Agua y editado por Ideasmares.

- Poster resumen de la 3ª reunión del programa consolider tragua

Poster resumen de la reunión realizada los días 25 y 26 de junio de 2008 en la que aparecen datos de las E.D.A.R. mas importantes de Euskadi. La producción del poster corrió a cargo de la Universidad de Cantabria

- <https://www.iagua.es/>

Página web líder en información de todo lo que tiene que ver con el ciclo del agua.

- <https://condorchem.com/es/soluciones-y-tecnologias-tratamiento-aguas/>

Apartado que se refiere al tratamiento de aguas residuales industriales para conocer que opciones ofrece el mercado. La empresa cuenta con varias certificaciones ISO.

- <https://catastroalava.tracasa.es/navegar/?lang=es>

Página web del catastro de Álava, necesario para conocer el estado de las parcelas a ocupar.

- <https://catastroalava.tracasa.es/navegar/?lang=es>

Página web dependiente del gobierno vasco con múltiple información en cuanto a infraestructura de datos espaciales se refiere.

- Mapa Hidrogeológico del País Vasco.

Libro escrito por el Ente Vasco para la Energía en el que se da toda la información posible sobre la cartografía, hidrología y geología entre otros temas en Euskadi. Toda la información referente a la geología o geotecnia se ha basado en información contraída de aquí.

- <https://www.tecpa.es/humedales-artificiales-en-depuracion-de-agua-residual/>

Apartado dedicado exclusivamente a la depuración vía humedales de la consultoría TECPA

- <http://www.generadordeprecios.info/>

Web líder en lo que se refiere a la generación de precios para materiales de la construcción. Debido a la amplia database de productos que tiene, es muy útil a la hora de ver que distintas opciones da el mercado.

- Capítulo 6 del libro Fundación Global Nature.

Capitulo escrito por Jesús Fernández González que trata sobre la depuración de aguas mediante el uso de humedales.

- <http://sedaqua.com/>

Web de la empresa SEDAQUA S.A. empresa experta en construcción de E.D.A.R.s de tipo humedal.

- <http://www.zuia.eus/es>

Página web del ayuntamiento de Zuia para toda la información relacionada con censo, redes existentes, ordenanzas municipales...