

Universidad Pública de Navarra

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

Evaluación de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona

.....

presentado por

Ander Gómez Larrambe

.....

(e)k aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN**

Junio, 2016 / 2016, Ekaina

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Jose Javier López Rodríguez y a Maite Martínez Aldaya, director y codirectora de este trabajo, por su ayuda y dedicación a lo largo de la elaboración del mismo.

También a Álvaro Miranda Simavilla, Director de Innovación y Proyectos Estratégicos de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, por su disponibilidad a la hora de facilitar datos y aportar propuestas y consejos.

A mis padres, a Marta y a toda mi familia por todo su apoyo y ánimos.

RESUMEN

El conocimiento de la huella hídrica de una organización permite evaluar la magnitud, identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones eficientes sobre potenciales impactos ambientales relacionados con la gestión del agua.

Este trabajo estima la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Evalúa el peso que tiene en ella cada uno de los productos y servicios ofrecidos, para conocer el volumen total de agua consumido y los factores más influyentes sobre el resultado.

El análisis se basa en la Norma ISO 14046 y aplica las directrices definidas por *The Water Footprint Assessment Manual* en lo que se refiere a la realización del inventario y al proceso de cálculo.

El estudio cuantifica la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua para el año 2014 en 5.790.817 m³ y desvela que más de un 60% de esta cantidad corresponde al Agua No Registrada en abastecimiento. Trabajos posteriores deberían desagregar de este valor el volumen de pérdidas reales e invertir en sistemas de detección de fugas para reducir la Huella.

Se aprecia, asimismo, la conveniencia de realizar estudios específicos de los caudales de alivios y sus parámetros de calidad, que junto a otros de la EDAR de Arazuri, permitirá evaluar la Huella Hídrica Gris y diseñar actuaciones que minimicen el impacto sobre el río Arga.

PALABRAS CLAVE: Huella Hídrica, Ciclo Integral Agua, Mancomunidad Comarca Pamplona, ISO 14046

ABSTRACT

The Business Water Footprint represents a tool which allows an organization to assess and identify opportunities for the improvement, as well as to make efficient decisions concerning water-management related environmental impacts.

This paper estimates the Water Footprint of the Integral Water Cycle of the *Mancomunidad de la Comarca de Pamplona*. It evaluates the relative weight of each product and service provided in order to find the overall water consumption and the most influential factors on the outcome.

The analysis is based on the ISO 14046 standard following the guidelines given by *The Water Footprint Assessment Manual* regarding the inventory and the calculation process.

The study shows that the overall water footprint of the Integral Water Cycle was 5,790,817 m³ in the year 2014. It reveals that more than 60% of this amount corresponds to Non-Registered Water. Further work should be focused on the disaggregating the volume of real losses of water from this value and invest in leak-detection-systems, which would reduce the footprint.

Specific studies are needed to measure flow rates and quality of wastewater in sewage network spillways. Along with other studies of effluents from the Arazuri Wastewater Treatment Plant, the grey water footprint could be measured and actions designed in order to minimize the impact on the Arga river.

KEYWORDS: Water Footprint, Integral Water Cycle, Mancomunidad Comarca Pamplona, ISO 14046

INDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 1 |
| 1.1. CONCEPTO DE HUELLA HÍDRICA | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 5 |
| 2.1. SITUACIÓN INICIAL | 5 |
| 2.1.1. MANCOMUNIDAD DE LA COMARCA DE PAMPLONA | 5 |
| 2.1.2. CICLO INTEGRAL DEL AGUA | 6 |
| 2.1.3. ESQUEMA DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA | 11 |
| 2.2. HUELLA HÍDRICA DE UNA ORGANIZACIÓN | 12 |
| 2.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO | 13 |
| 2.4. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL Y VERDE DE CADA UNIDAD | 13 |
| 2.4.1. FUENTES DE SUMINISTRO | 14 |
| 2.4.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | 16 |
| 2.4.3. TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | 17 |
| 2.4.4. RED DE ABASTECIMIENTO | 18 |
| 2.4.5. RED DE SANEAMIENTO | 19 |
| 2.4.6. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES | 19 |
| 2.5. MÉTODO DE LA HUELLA HÍDRICA GRIS | 20 |
| 3. RESULTADOS | 22 |
| 3.1. HUELLA HÍDRICA AZUL Y VERDE DE CADA UNIDAD | 22 |
| 3.1.1. FUENTES DE SUMINISTRO | 22 |
| 3.1.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | 24 |
| 3.1.3. TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | 26 |
| 3.1.4. RED DE ABASTECIMIENTO | 31 |
| 3.1.5. RED DE SANEAMIENTO | 36 |
| 3.1.6. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES | 37 |
| 3.2. HUELLA HÍDRICA GRIS | 41 |
| 3.2.1. CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO ARGA | 42 |
| 3.2.2. EVALUACIÓN SEGÚN EL ORIGEN DE LOS VERTIDOS | 42 |
| 3.2.3. CONCLUSIONES, POSIBLES ACTUACIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO PARA LA HUELLA HÍDRICA GRIS | 44 |
| 3.3. HUELLA HÍDRICA TOTAL DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA | 45 |
| 3.4. OTROS RESULTADOS | 48 |
| 3.4.1. HUELLA HÍDRICA DEL USO FINAL | 48 |
| 3.4.2. HUELLA HÍDRICA DE CADA PRODUCTO SEGÚN SU VALOR ECONÓMICO | 49 |
| 4. CONCLUSIONES | 51 |
| 5. BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| 6. ANEXOS | 57 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. Características de los embalses de Eugi e Itoiz. | 22 |
| TABLA 2. Resumen de la Huella Hídrica de la evaporación en Fuentes de Suministro | 24 |
| TABLA 3. Consumo energético de las Centrales Hidroeléctricas | 25 |
| TABLA 4. Resumen de la Huella Hídrica de las Centrales Hidroeléctricas | 25 |
| TABLA 5. Consumo de materias primas en los procesos de depuración de las ETAP | 28 |
| TABLA 6. Consumo energético de las ETAP | 29 |
| TABLA 7. Resumen de los resultados para la ETAP Egillor | 30 |
| TABLA 8. Resumen de los resultados para la ETAP Urtasun | 31 |
| TABLA 9. Resumen de los resultados para la ETAP Tiebas | 31 |
| TABLA 10. Componentes del Agua No Registrada | 32 |
| TABLA 11. Consumo energético destinado al funcionamiento y mantenimiento de la Red de Abastecimiento, en kWh | 35 |
| TABLA 12. Consumo energético destinado al funcionamiento y mantenimiento de la Red de Abastecimiento, en litros | 35 |
| TABLA 13. Resumen de los resultados para la Red de Abastecimiento | 36 |
| TABLA 14. Consumo energético destinado a la Red de Saneamiento | 36 |
| TABLA 15. Resumen de los resultados para la Red de Saneamiento | 37 |
| TABLA 16. Huella Hídrica Azul, Verde y Gris de diversos cultivos | 39 |
| TABLA 17. Consumo energético destinado a la Depuración de Aguas Residuales | 40 |
| TABLA 18. Resumen de los resultados obtenidos para la Depuración de Aguas Residuales | 41 |
| TABLA 19. Calidad de los efluentes de la EDAR de Arazuri para los años 2000, 2008 y 2009 y límites autorizados según la Directiva 91/271/CEE | 43 |
| TABLA 20. Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua clasificada por componentes y por categorías | 45 |
| TABLA 21. Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua por cada unidad | 46 |
| TABLA 22. Datos de los productos vendidos por el Ciclo Integral del Agua | 50 |
| TABLA 23. Huella Hídrica por kWh de energía para diferentes fuentes de suministro (Hardy y Garrido, 2010) | 66 |
| TABLA 24. Huella Hídrica por kWh de energía para diferentes fuentes de suministro (Mekonnen et al., 2015) | 66 |
| TABLA 25. Parque de Generación Eléctrica de Navarra en 2014 | 68 |
| TABLA 26. Cálculo de la Huella Hídrica de un kWh producido en Navarra en 2014 | 69 |
| TABLA 27. Huella Hídrica de la energía empleada en las Centrales Hidroeléctricas | 70 |
| TABLA 28. Huella Hídrica de la energía empleada en las ETAP | 71 |
| TABLA 29. Huella Hídrica de la energía empleada en la Red de Abastecimiento | 71 |
| TABLA 30. Huella Hídrica de la energía empleada en la Red de Saneamiento | 72 |
| TABLA 31. Huella Hídrica de la energía empleada en Depuración de Aguas Residuales | 72 |
| TABLA 32. Huella Hídrica de cada materia prima consumida en las ETAP | 73 |
| TABLA 33. Consumo de agua en el Análisis del Ciclo de Vida de los polímeros | 73 |
| TABLA 34. Pluviometría y producción y depuración de agua diaria a lo largo del año 2014 | 76 |
| TABLA 35. Períodos del año 2014 de más de dos semanas de duración con precipitaciones nulas o mínimas | 85 |
| TABLA 36. Volúmenes de agua suministrada según el uso final | 87 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: Municipios integrados en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona | 5 |
| FIGURA 2: Esquema general del Ciclo Integral del Agua | 11 |
| FIGURA 3: Clasificación de la Huella Hídrica de una organización según Hoekstra et al. 2011 | 12 |
| FIGURA 4: Reparto de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua por categorías. | 47 |
| FIGURA 5: Reparto de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua por unidades | 47 |
| FIGURA 6: Agua Registrada según su destino | 48 |
| FIGURA 7: Agua Registrada clasificada según su retorno | 48 |
| FIGURA 8: Esquema de funcionamiento de la EDAR Arazuri | 59 |
| FIGURA 9: Esquema de funcionamiento de la ETAP Egillor | 60 |
| FIGURA 10: Esquema de funcionamiento de la ETAP Urtasun | 61 |
| FIGURA 11: Esquema de funcionamiento de la ETAP Tiebas | 62 |
| FIGURA 12: Evolución de diferentes parámetros de calidad del agua en el río Arga. Datos tomados en Ororbia, 2 km aguas abajo del punto de vertido de efluentes de la EDAR Arazuri | 75 |
| FIGURA 13: Diferencia entre los volúmenes tratados por la EDAR de Arazuri y los producidos en las ETAP diariamente durante el año 2014 | 86 |

DEFINICIONES

- **Agua Azul:** agua dulce superficial y subsuperficial (lagos, ríos y acuíferos).
- **Agua No Registrada:** diferencia entre el volumen distribuido a un sistema y el registrado en los contadores de los clientes.
- **Agua Verde:** precipitación se almacena en el suelo o en la superficie de las plantas y, por tanto, no produce escorrentía o recarga de acuíferos.
- **Agua Virtual:** volumen de agua necesario para generar un determinado producto.
- **Eutrofización:** aumento excesivo de nutrientes en el agua (nitrógeno y fósforo especialmente) que favorecen la proliferación de vegetación. El proceso de descomposición de dicha vegetación reduce la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua.
- **Flujo elemental de agua:** agua que entra o sale de un determinado sistema, siendo extraída del medio ambiente o libreada al mismo.
- **Huella Ecológica:** indicador que mide la superficie de tierra necesaria para la producción y absorción de residuos de un producto.
- **Huella Hídrica:** medida volumétrica de consumo y polución de aguas, que depende de la vulnerabilidad del sistema local y del número de consumidores que le dan uso. Indicador espaciotemporal que da información explícita sobre la apropiación de agua para uso humano.
- **Huella Hídrica Azul:** indicador del uso consuntivo de agua dulce superficial y subsuperficial.
- **Huella Hídrica Gris:** indicador de la contaminación de agua dulce asociada al proceso. Volumen de agua dulce que será requerido para asimilar la carga contaminante hasta alcanzar los niveles señalados por los estándares de calidad ambiental.
- **Huella Hídrica Verde:** volumen de agua verde (precipitación) consumida durante el proceso de producción.
- **Red separativa:** red de saneamiento en la que aguas pluviales y residuales son evacuadas por conductos diferentes.
- **Red unitaria:** red de saneamiento con una única conducción para aguas pluviales y residuales.
- **Uso consuntivo del agua:** aquel que implique evaporación de agua, incorporación de agua al producto, que el agua no regrese a la misma zona de captación o que lo haga en un período diferente al de su extracción, especialmente si se ha tomado en un momento de mayor escasez.

ABREVIATURAS

- ACV: Análisis del Ciclo de Vida.
- ANR: Agua No Registrada.
- CH: Central Hidroeléctrica.
- CHE: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- DBO₅: Demanda Biológica de Oxígeno.
- DQO: Demanda Química de Oxígeno.
- EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales.
- ETAP: Estación de Tratamiento de Agua Potable.
- HH: Huella Hídrica.
- MCP: Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. CONCEPTO DE HUELLA HÍDRICA

Acuñado por Hoekstra en el año 2002 (Hoekstra, 2003), el concepto de Huella Hídrica fue ideado, al igual que otros indicadores como la Huella Ecológica (Wackernagel y Rees, 1996) o la Huella de Carbono, como una herramienta para mostrar a las personas el impacto que los bienes consumidos suponen sobre los recursos naturales, en este caso el agua dulce.

El precursor de la Huella Hídrica es el Agua Virtual, introducida una década antes por Tony Allan (Allan, 1993; 1994). Este concepto se refiere al volumen de agua necesario para generar un determinado producto. El Agua Virtual también se denomina como Agua Embebida o Agua Exógena, denominaciones que implican dos diferentes enfoques para entenderlo. El primero de ellos se refiere al volumen de agua realmente empleado en la producción de un determinado producto. El segundo viene definido desde la perspectiva del consumidor e indica el volumen de agua que se hubiera requerido para la producción del bien en el lugar donde éste es necesitado.

El concepto de Agua Virtual puede dar pues una idea del impacto medioambiental que supone el consumo de un determinado producto. El indicador de la Huella Hídrica nació a partir de esa idea, con la intención de evaluar qué bienes suponen un mayor impacto y dónde pueden lograrse mayores ahorros. Dicho de otro modo, su origen está en el cálculo del Agua Virtual acumulada de todos los bienes y servicios consumidos por un individuo o por el conjunto de los habitantes de una región (Hoekstra, 2003).

La norma ISO 14046:2014 (AENOR, 2015) define Huella de Agua como la “métrica o métricas con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua”. Esta norma da directrices para la evaluación de la Huella de Agua de productos, procesos y organizaciones basándose en el Análisis de su Ciclo de Vida (ACV). Un ACV implica un análisis “de la cuna a la tumba” en el que se tienen en cuenta todos los impactos ambientales potenciales de la vida de un producto, incluyendo la adquisición de materias primas, producción, tratamiento final, reciclado y disposición final (AENOR, 2006).

“*The Water Footprint Assessment Manual*” (Hoekstra et al., 2011) define la Huella Hídrica como una medida volumétrica de consumo y polución de aguas, que depende de la vulnerabilidad del sistema local y del número de consumidores que le dan uso. Es pues un indicador espaciotemporal que da información explícita sobre la apropiación de agua para uso humano.

Este concepto ofrece una perspectiva más amplia que otros enfoques sobre cómo un consumidor o un productor hacen uso de los recursos de agua dulce. En comparación con el volumen de agua extraída que se ha empleado tradicionalmente como indicador, la Huella Hídrica excluye el uso de Agua Azul siempre que retorne a su zona de captación pero incluye el uso de Agua Azul, Verde y Gris, además de considerar usos directos e indirectos.

Se han mencionado los conceptos de agua Azul, Verde y Gris. Hoekstra et al. (2011) define tres componentes de la Huella Hídrica:

- Huella Hídrica Azul: indicador del uso consuntivo de Agua Azul (agua dulce superficial o subterránea). Se considera que el uso dado al agua es consuntivo cuando implica uno de los siguientes supuestos:
 - Evaporación de agua. Es generalmente el más significativo (Hoekstra et al., 2011).
 - Agua que se incorpora al producto.
 - Agua que no retorna a la misma zona de captación
 - Agua que retorna a su zona de captación pero lo hace en un período diferente (especialmente si se extrae en un período de escasez y se devuelve en uno de abundancia).
- Huella Hídrica Verde: indica el uso de Agua Verde, agua proveniente de precipitaciones que se almacena en el suelo o sobre la vegetación en lugar de correr o recargar acuíferos.
- Huella Hídrica Gris: es un indicador de la contaminación de agua dulce asociada al proceso. Viene definida como el volumen de agua dulce que será requerido para asimilar la carga contaminante hasta alcanzar los niveles señalados por los estándares de calidad, teniendo en cuenta las concentraciones naturalmente presentes en el cauce. Fue introducido por (Hoekstra y Chapagain, 2008) como el factor de dilución dependiente del contaminante y revisado un año después para añadir los factores de la concentración máxima ambiental aceptable y la natural (Hoekstra et al., 2009).

Según Hoekstra et al. (2011) el cómputo de la Huella Hídrica puede hacerse a diversos niveles en función del objeto de estudio. En su manual distinguen los siguientes:

- Huella Hídrica de la Etapa de un Proceso: es la base a partir de la cual se calculan el resto de niveles.
- Huella Hídrica de un Producto: volumen total de agua dulce empleada directa o indirectamente en la producción del producto.
- Huella Hídrica de un Consumidor o Grupo de Consumidores: volumen total de agua dulce consumida y contaminada para la producción de los bienes y servicios que usa el consumidor o el grupo de consumidores.
- Huella Hídrica de un Área Geográficamente Delimitada: consumo y contaminación total de agua dulce dentro de las fronteras del área.

- Huella Hídrica Nacional, de una Cuenca, de Municipios, Provincias u otras Unidades Administrativas: combinación entre la Huella Hídrica de los consumidores y la Huella Hídrica de un Área Geográficamente Delimitada.
- Huella Hídrica de una Organización: volumen total de agua dulce utilizada directa o indirectamente para la producción y el funcionamiento de un negocio u organización. Es igual a la suma de las Huellas Hídricas de los productos que el negocio genera. Dado que este caso será directamente aplicable al presente trabajo, en el apartado 2.2. puede verse una descripción más detallada al respecto.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La norma ISO:14046:2014 (AENOR, 2015) señala diversas ventajas que puede aportar una evaluación de la Huella de Agua como una mejor evaluación de la magnitud de impactos ambientales potenciales o la identificación de oportunidades de reducir esos impactos asociados con productos, procesos y organizaciones en varias etapas de su ciclo de vida. Así se facilita la gestión estratégica del riesgo relacionado con el agua y la eficiencia y optimización en la gestión del agua para productos, procesos y organizaciones.

Permite, en general, dar informes que proporcionen información coherente y fiable para la toma de decisiones sobre los potenciales impactos ambientales relacionados con el agua en industria y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

Para una organización como la MCP en particular, según Hoekstra et al. (2011), la visión que da la Huella Hídrica aporta varios beneficios frente los balances de entrada y salida que tradicionalmente se han realizado:

- Se incluye la Huella Hídrica de la cadena de suministro que el enfoque tradicional, centrado en las operaciones, no tenía en cuenta. Esto da una mejor visión de la magnitud y el origen del consumo de agua, ya que a menudo la Huella Hídrica de la cadena de suministro será superior incluso a la operacional. El conocer de dónde proviene la mayor parte de su Huella Hídrica permite a la organización centrar sus esfuerzos e inversiones en reducirla de forma más eficiente.
- Se centra en el uso consuntivo del agua, más que en las extracciones. Dado que los flujos de retorno pueden ser reutilizados o devueltos a la misma zona de captación, este enfoque se ajusta en mayor medida a la realidad.
- Puede ser una valiosa herramienta para futuros análisis de riesgos de la organización, pues un análisis espaciotemporal dará datos de dónde y cuándo se utiliza el agua que podrá utilizarse para identificar posibles impactos medioambientales, sociales y económicos.

- En cuanto a la Huella Hídrica Gris, permite conocer mejor la carga contaminante que se vierte a los cauces y ayuda a tomar medidas más efectivas para reducirla. Tradicionalmente se ha tendido a cumplir los estándares de emisión, que son dados en términos de concentración. La Huella Hídrica Gris es un indicador que no depende de la concentración de contaminantes sino de la carga total de los mismos y de las normas de calidad ambiental.

En resumidas cuentas, al trabajar con la Huella Hídrica una organización obtiene nuevas perspectivas y mayor información que le permitirá desarrollar una estrategia corporativa más eficaz.

1.3. OBJETIVOS

El fin del presente trabajo es la estimación del inventario de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua (parte de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona) para el año 2014 con el objeto de conocer cuáles son los flujos elementales de entrada y salida de agua en cuanto a cantidad y calidad. Para ello se hará un estudio de las instalaciones y los servicios y productos generados por el Ciclo Integral del Agua.

En el proceso de cálculo se identificarán los puntos que requieren un estudio más exhaustivo para profundizar en la evaluación de la Huella Hídrica (Agua No Registrada para la Huella Hídrica Azul o alivios y efluentes para la Huella Hídrica Gris). Se discutirán las implicaciones y se propondrán futuras líneas de trabajo al respecto.

El valor obtenido para la Huella Hídrica se interpretará para identificar los procesos o flujos elementales con contribuciones más significativas para el cálculo de la misma.

Asimismo, se estimará la Huella Hídrica del Uso Final del agua para así discutir medidas como la potencial reutilización de las aguas grises.

Se evaluará el peso que cada producto o servicio tiene sobre la Huella Hídrica Total relacionado con la facturación que supone cada uno. El resultado obtenido mostrará la Huella Hídrica en m³ por unidad de cada producto vendido.

Partiendo del dato anterior, se estudiará la Huella Hídrica que supone el consumo de agua por los clientes del ámbito de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Se pretende conocer qué volumen de agua se invierte en el proceso de potabilización, abastecimiento y depuración de cada litro consumido.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. SITUACIÓN INICIAL

2.1.1. MANCOMUNIDAD DE LA COMARCA DE PAMPLONA

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, según relata en su página web (MCP, 2016e), es una entidad local integrada por 50 municipios del entorno de Pamplona, titular de los servicios del Ciclo Integral del Agua (abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas residuales), recogida y tratamiento de los residuos, transporte urbano comarcal, servicio de taxi y parque fluvial de la Comarca.

Fue creada en 1982 bajo el nombre de Mancomunidad de Aguas de la Comarca de Pamplona, con el objeto de gestionar el Ciclo Integral del Agua. 41 fueron los municipios y concejos que voluntariamente se incorporaron en este inicio.

En el año 1986, adquirió su actual denominación en vista del mayor abanico de servicios que gestionaría en el futuro. Así, en 1987 asumió la gestión de los residuos de la comarca, en 1999 la del transporte urbano comarcal (para un ámbito de 17 municipios), en 2006 la del servicio de taxi y la gestión del pantano de Itoiz, del Canal de Navarra y de la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Tiebas. Por último, en el año 2007, la Mancomunidad asumió la gestión del Parque Fluvial de la Comarca de Pamplona.

Actualmente da servicio a 50 municipios (Figura 1) con una población total de 360.216 habitantes en 2014 (MCP, 2015).



Figura 1: municipios integrados en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (MCP, 2016e)

2.1.2. CICLO INTEGRAL DEL AGUA

El Ciclo Integral del Agua abarca tanto el abastecimiento de agua potable (captación de agua, potabilización y distribución para su consumo) como la recogida y saneamiento de las aguas residuales y su posterior depuración antes de ser devueltas al cauce natural. Incluye además otros servicios y productos relacionados con el agua y su tratamiento como pueden ser la generación de energía en centrales hidroeléctricas y a partir de biogás o la valorización de residuos mediante compostaje.

A continuación se ofrece un listado de las unidades que integran el Ciclo Integral del Agua, detallando sus características principales. Salvo que se especifique lo contrario, todos los datos empleados en esta sección se han obtenido de las memorias que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona presenta anualmente (MCP, 2015) y de la información que aporta sobre el ciclo integral del agua en su página web (MCP, 2016e).

Tras el listado, en la Figura 2 del apartado 2.1.3., se presentará un esquema del Ciclo Integral del Agua que permitirá una mejor comprensión de las unidades del mismo y de las entradas y salidas de agua y otros productos que cada una tiene. Además, los esquemas de los procesos de la EDAR de Arazuri y de las ETAP pueden consultarse en el Anexo I.

En el Anexo II se muestra el consumo energético de cada una de las unidades, partiendo de los datos obtenidos del estudio de la Huella de Carbono que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona llevó a cabo en el año 2014 (MCP/SCPSA, 2014).

Fuentes de suministro:

La Mancomunidad obtiene el agua principalmente del Manantial de Arteta y de los Embalses de Eugi e Itoiz y, en menor medida, del Manantial de Subiza. Las características de cada uno son las siguientes:

- Manantial de Arteta, situado en cabecera del río Udabe. Lleva siendo explotado desde el año 1895. Con un área de captación de 100 km², ofrece un caudal medio de 3.500 l/s.
- El Embalse de Eugi, en cabecera del río Arga, fue construido en 1971. Su capacidad útil es de 20,26 hm³ y su superficie de 123 ha. Anualmente regula 124 hm³ (Eugi, 2016).
- El Embalse de Itoiz aporta parte de su suministro al Ciclo Integral del Agua pero no es propiedad de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Es el más reciente de todos, del año 2006. En la actualidad su capacidad a nivel máximo es de 418 hm³ y su superficie de 1100 ha. Regula a lo largo del año un total de 630 hm³ (Brinquis Crespo, 2012).
- Manantial de Subiza: ofrece un aporte menor, de 2 l/s de media.

Centrales Hidroeléctricas:

A la salida del Manantial de Arteta y del Embalse de Eugi la Mancomunidad cuenta con tres centrales hidroeléctricas que, en 2014, generaron conjuntamente 22,39 GWh.

- La Central de Egillor, situada a los pies de la ETAP de Egillor, aprovecha las aguas sobrantes del Manantial de Arteta. Turbinando una media de 466 l/s. Esta central se comparte con Iberdrola por lo que no toda esa energía generada corresponde a la Mancomunidad. Según el estudio de la Huella de Carbono llevado a cabo por la Mancomunidad en 2014 (MCP/SCPSA, 2014) la energía generada por la misma fue de **14,18 GWh**.
- La central de Eugi se encuentra a pie de la presa del embalse que le da nombre. Durante el año 2014 generó **6,08 GWh** turbinando 2.139 l/s de media.
- Central de Urtasun: también turбина aguas procedentes del Embalse de Eugi, pero en este caso se sitúa a la entrada de la ETAP de Urtasun. Su producción en 2014 ascendió a **0,88 GWh**, procedente del turbinado de una media de 507 l/s.

Tratamiento de agua potable:

Para que el agua suministrada a los clientes cumpla los estándares de calidad requeridos, el Ciclo Integral del Agua cuenta con Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) en cada una de las fuentes de suministro principales. Además cuenta con un sistema de desinfección para tratar las Aguas del Manantial de Subiza.

- ETAP Egillor: construida en 1992, trata las aguas procedentes del Manantial de Arteta. Con un caudal medio de 440 l/s, durante el año 2014 produjo **13.870.492 m³** de agua potable y generó 130.440 kg de lodos.
 - Consumo de materias primas:
 - Polielectrolito: 1.175 kg
 - Cloro: 20.487 kg
 - Policloruro de aluminio: 237.624 kg
 - Almidón: 5.260 kg

- ETAP Tiebas: se construyó entre los años 2004 y 2005 y da tratamiento a las aguas aportadas por el Embalse de Itoiz. En 2014 produjo **1.994.401 m³** de agua potable tratando una media de 63 l/s (en un proceso no continuo, durante los días trabajados la media fue de 243 l/s). La cantidad de lodos generados fue de 45.640 kg.
 - Consumo de materias primas:
 - Polielectrolito: 650 kg
 - Cloro: 3.752 kg
 - Policloruro de aluminio: 68.191 kg
 - Almidón: 420kg
- ETAP Urtasun: trata las aguas procedentes del Embalse de Eugi desde el año 1976. La producción de agua en la campaña del 2014 fue de **13.620.074 m³** tratando un promedio de 432 l/s de agua. Generó 475.300 kg de lodos en el año 2014.
 - Consumo de materias primas:
 - Polielectrolito: 1.825 kg
 - Sosa cáustica: 149.154 kg
 - Cloro: 31.248 kg
 - Policloruro de aluminio: 282.261 kg
 - Almidón: 5.860 kg
- ETAP Subiza: en el año 2014 produjo **56.730 m³** de agua potable a partir de la extraída del manantial del mismo nombre. El impacto sobre la Huella Hídrica que esta ETAP pudiera aportar se despreciará en vistas del pequeño volumen que trata si se compara con las otras.

La producción total de agua potable en 2014 fue de **29.541.698 m³** y en el proceso se generaron 651.380 kg de lodos que, tras el tratamiento, pudieron desecharse de forma segura en el vertedero de Góngora.

En el Anexo I puede observarse un esquema de cada una de las ETAP en el que se muestran en detalle sus líneas de tratamiento y procesos, además de las materias primas consumidas.

Red de abastecimiento:

Para abastecer de agua a hogares, comercios e industria, el Ciclo Integral del Agua cuenta con una red de 1.473 km de longitud, con 42.685 acometidas. El suministro puede ser regulado gracias a 139 depósitos con una capacidad conjunta de 264.014 m³. La red cuenta con 54 puntos de bombeo y 624 caudalímetros.

La Huella Hídrica de la Red de Abastecimiento se discute en el apartado 3.1.4. correspondiente al Agua No Registrada.

Red de saneamiento:

Esta red de 1.658 km de longitud y 68.270 acometidas es la encargada de transportar los retornos de aguas residuales desde las viviendas, comercios e industrias hasta las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Recogerá además aguas pluviales en las zonas donde la red no sea separativa.

Depuración de aguas residuales:

Previo a su vertido al cauce natural, las aguas residuales han de ser depuradas para eliminar contaminantes y alcanzar los estándares establecidos.

La mayor parte de las aguas residuales generadas son tratadas en la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Arazuri. A lo largo de 2014 esta EDAR dio cobertura a 354.761 habitantes. La población equivalente, incluyendo actividades industriales, fue de 552.763 habitantes.

De los municipios que no son atendidos por la EDAR de Arazuri, Etxauri e Ibero cuentan con pequeñas depuradoras con filtros percoladores que dan servicio a 790 habitantes y el resto de localidades dispone de fosas sépticas con filtro biológico para tratar las aguas generadas por unos 5.000 habitantes.

Atendiendo a la población a la que cada estación depuradora da servicio, puede verse que la EDAR de Arazuri trata las aguas residuales de cerca del 98,4% de los habitantes del ámbito del Ciclo Integral del Agua. Por este motivo, a efectos de este trabajo el cálculo de la Huella Hídrica se centrará en esta estación.

La EDAR de Arazuri trató en el año 2014 un volumen de **36.779.856 m³** de aguas residuales siguiendo un proceso que consta de dos fases de tratamiento:

- Un tratamiento primario, desde 1990, que consta de un pretratamiento para eliminar residuos gruesos, un desarenador y desengrasador y seis decantadores primarios.
- Un tratamiento biológico secundario puesto en marcha en 1999, con 4 balsas de aireación y 6 unidades de decantación secundaria.

Este proceso arrojó en 2014 unos rendimientos del 96,9% en la eliminación de Sólidos en Suspensión, del 94,3% para la DQO, 96,7% para DBO5, 74,8% para el nitrógeno total y 77,8% para el fósforo total.

Al margen de la línea de tratamiento de aguas, la EDAR de Arazuri cuenta con varias líneas adicionales en las que se valorizan los residuos obteniendo energía eléctrica, lodos para su aplicación en campo y compostaje. El primer paso de estas líneas es el tratamiento de los fangos obtenidos en la línea de agua.

Tras el paso de esos fangos por cinco digestores anaerobios se extrae el biogás que posteriormente se emplea para la generación de energía eléctrica y calorífica en los motores de cogeneración. De este modo en 2014 se produjo 18.725.764 kWh de energía alcanzando por primera vez el 100,3% de autosuficiencia energética y permitiendo inyectar el excedente de energía a la red eléctrica.

Los lodos obtenidos tras deshidratar los mencionados fangos tienen dos posibles usos. El 80% de los lodos se aplican directamente en cultivos agrícolas extensivos. Los restantes se mezclan con restos verdes para ser sometidos a un proceso de compostaje. En la campaña de 2014 pudieron aplicarse a campo 25.485 toneladas de lodos y producirse 6.054 m³ de compost.

En el Anexo I puede observarse, entre otros, el esquema de los procesos que intervienen en las diferentes líneas de tratamiento de la EDAR de Arazuri.

A continuación, en la Figura 2, puede observarse el esquema del Ciclo Integral del Agua con las unidades que lo componen así como las entradas y salidas de agua y otros productos de cada una de ellas.

2.1.3. ESQUEMA DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

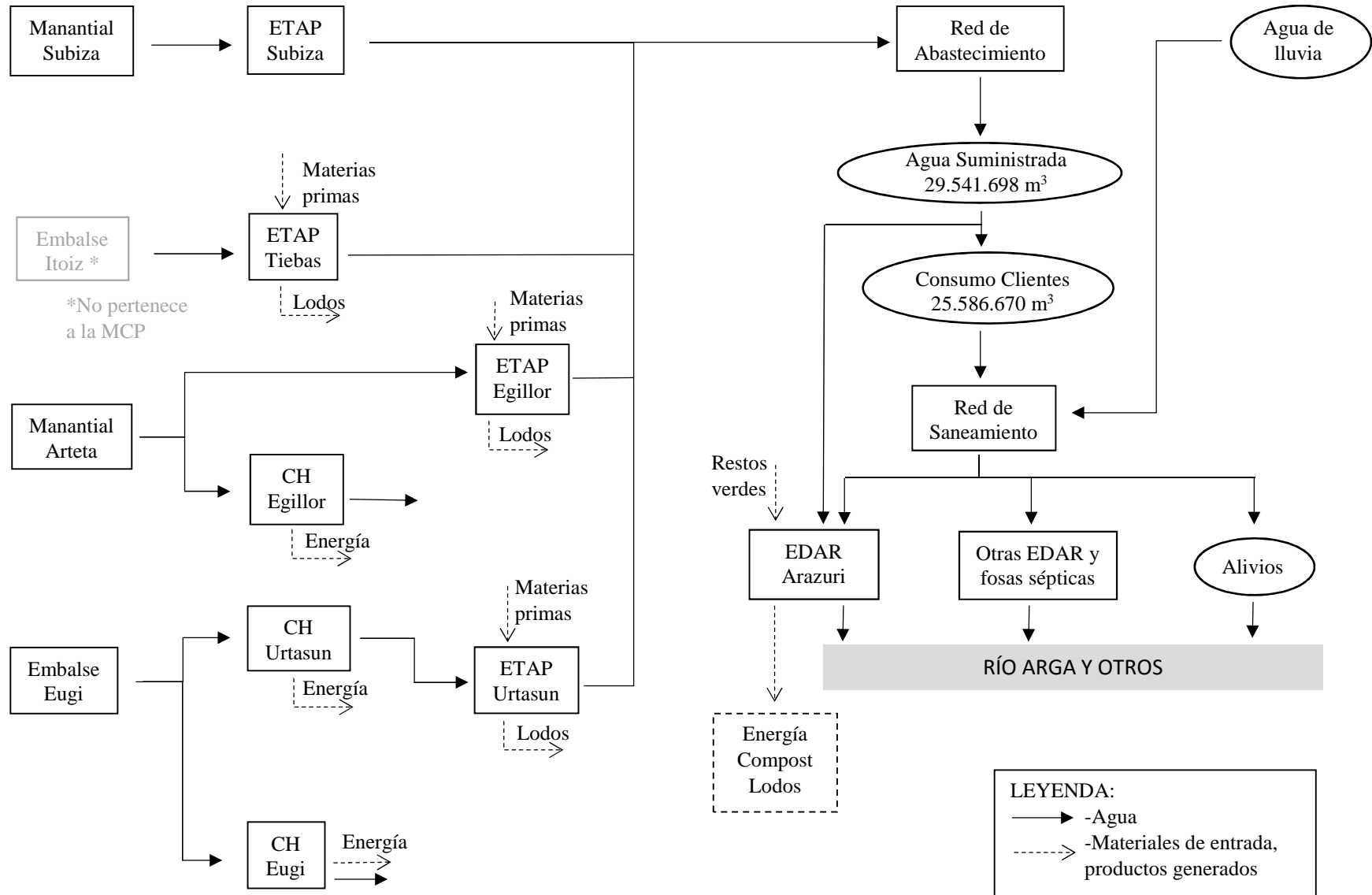


Figura 2: esquema del Ciclo Integral del Agua

2.2. HUELLA HÍDRICA DE UNA ORGANIZACIÓN

El cálculo de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua de la MCP se ha realizado siguiendo las directrices dadas por el trabajo desarrollada por Hoekstra et al. (2011) en el apartado del cálculo de la Huella Hídrica de una organización.

La Huella Hídrica de una organización se define como el volumen total de agua usada directa o indirectamente para su producción y funcionamiento.

Según el manual, la **Huella Hídrica directa u operacional** representa el consumo o la contaminación de agua debido a las operaciones propias de la organización. La organización tiene control directo sobre esta parte, pero a menudo su importancia relativa es pequeña en comparación con la de la Huella Hídrica indirecta (Hoekstra et al., 2011).

La **Huella Hídrica indirecta, o de la cadena de suministro**, incluye el volumen de agua dulce consumido o contaminado para la producción de todos los productos o servicios que consume la organización.

A su vez, ambos componentes se pueden separar en dos grupos.

El primero, al que se denominará **Huella Hídrica asociada a la elaboración del producto**, se corresponde con el agua directamente imputable a la producción de bienes o servicios de la organización.

Por otro lado, el segundo componente contabiliza la Huella de los bienes y servicios consumidos en la gestión y funcionamiento generales de la organización. Este componente será la **Huella Hídrica de las actividades generales**.

En la Figura 3 puede verse la clasificación descrita.

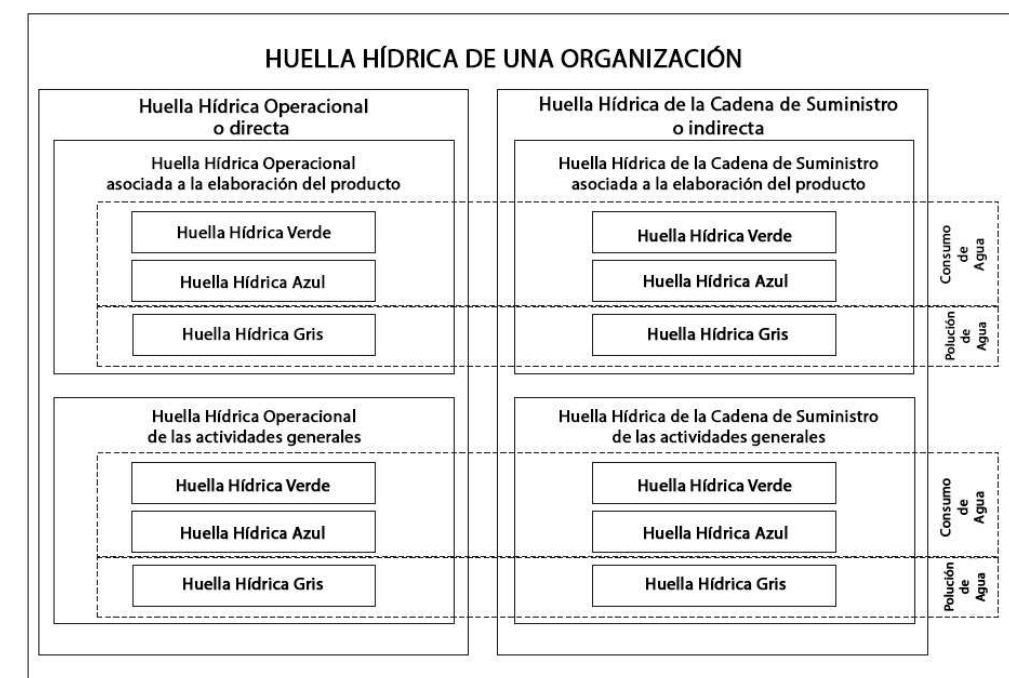


Figura 2: clasificación de la Huella Hídrica de una organización según Hoekstra et al. (2011)

2.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Siguiendo el procedimiento señalado en “*The Water Footprint Assessment Manual*” (Hoekstra et al., 2011), el primer paso para el cómputo de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua ha sido delimitar los límites de la misma. Se ha dividido en unidades cuyas entradas y salidas se conocen bien y que operan en una única localización.

En el apartado 2.1.2. de este trabajo puede verse una descripción detallada de cada una de las unidades tratadas. Asimismo, en el apartado 2.1.3. se presentan estas unidades de forma esquemática para facilitar su comprensión, además de mostrar los esquemas de trabajo de las ETAP y la EDAR de Arazuri en el que pueden verse las subunidades que contienen.

Una vez delimitadas y definidas las unidades el procedimiento seguido ha sido el siguiente:

- Cómputo de la Huella Hídrica azul y verde de cada unidad (excluida la Gris debida a los vertidos al río Arga).
- Discusión sobre la Huella Hídrica Gris. En este caso se ha trabajado de forma conjunta para todo el Ciclo Integral del Agua, al margen de distinciones de unidades, partiendo de los datos de la EDAR Arazuri. Se ha identificado carencias de datos y propuesto futuras líneas de trabajo al respecto.
- Cálculo la Huella Hídrica total del Ciclo Integral del Agua agregando los valores anteriores. En el apartado de resultados correspondiente a la Huella Hídrica total (apartado 3.3.) se han interpretado los resultados y se han distinguido las contribuciones más significativas.
- Estimación de la Huella Hídrica del Uso Final.
- Evaluación y reparto de la Huella Hídrica para cada producto en función de la facturación.

A continuación, y antes de pasar a mostrar los resultados, se dan aclaraciones y detalles sobre los procedimientos seguidos y métodos utilizados para el cómputo de la Huella Hídrica de las diferentes unidades y algunas consideraciones sobre la Huella Hídrica Gris.

2.4. PROCEDIMIENTOS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL Y VERDE DE CADA UNIDAD

El cálculo de la Huella Hídrica se ha realizado unidad por unidad según el orden seguido en el apartado 2.1.2.

Para cada unidad, y en función de las características de cada una y de los datos a los que se ha tenido acceso, se han considerado factores como el consumo de agua, la Huella Hídrica de ciertas materias primas o el consumo energético. No se ha tenido acceso a

datos de otros materiales consumidos para el funcionamiento general de las plantas por lo que no han podido incluirse en el cálculo.

Las diversas Huellas Hídricas obtenidas en cada unidad se han clasificado de acuerdo a lo visto en el apartado 2.2. en una de las siguientes categorías:

- Huella Hídrica operacional/directa asociada a la elaboración del producto.
- Huella Hídrica operacional/directa de las actividades generales.
- Huella Hídrica de la cadena de suministro/indirecta asociada a la elaboración del producto.
- Huella Hídrica de la cadena de suministro/indirecta de las actividades generales.

Basándose en el trabajo de Jefferies et al. (2012) no se ha tenido en consideración la Huella Hídrica de los materiales de construcción, mobiliario o maquinaria de cada unidad.

Uno de los supuestos reconocidos como uso consuntivo del agua por Hoekstra et al. (2011) es el agua que termina retornando a su zona de captación pero lo hace un período diferente. Sin embargo, menciona especialmente el agua que se extrae en un período de escasez de agua y se devuelve en uno de abundancia. A efectos de la realización de este trabajo, el mero hecho de almacenar agua en los embalses no se considera uso consuntivo dado que precisamente se almacena en períodos de abundancia y se libera en mayor medida durante el verano.

2.4.1. FUENTES DE SUMINISTRO

Este apartado se refiere al volumen de agua evaporado como consecuencia de su almacenamiento en los embalses.

El método de cálculo que se ha seguido para el cálculo del volumen evaporado es el propuesto por Mekonnen y Hoekstra (2011). Este método relaciona la superficie total del embalse con la tasa de evaporación obtenida mediante el método de Penman-Monteith mediante la siguiente ecuación:

$$VE = \left(10 * \sum_{t=1}^{365} E \right) * A$$

Donde:

- *VE*: Volumen Evaporado (m³)
- *E*: evaporación diaria (mm/día)
- *A*: superficie del embalse (ha)

A modo comparativo, se han tenido en consideración dos métodos adicionales, ambos propuestos por Hardy y Garrido (2010). El primero de ellos calcula el Volumen Evaporado partiendo del dato de Capacidad del Embalse, mientras que el segundo lo hace a partir de la Superficie del Embalse. Estas son las ecuaciones que presentan:

- Cálculo de la evaporación a partir de la capacidad del embalse:

$$VE = 0,047 * CE - 0,415$$

- *VE*: Volumen Evaporado (hm³)
- *CE*: Capacidad del Embalse (hm³)

- Cálculo de la evaporación a partir de la superficie del embalse:

$$VE = 0.01 * SE - 1.117$$

- *VE*: Volumen Evaporado (hm³)
- *SE*: Superficie del Embalse (ha)

Sin embargo estos dos últimos métodos se basan en estudios realizados en diversos embalses de la geografía española a partir de los cuales, y mediante regresión lineal, se han obtenido ecuaciones que relacionan los parámetros presentados. A diferencia del primer método presentado, no tienen en cuenta la tasa de evaporación de cada localización por lo que los resultados no son más que medias para España.

Por ello, y como ya se ha mencionado, se ha considerado que el método propuesto por Mekonnen y Hoekstra (2011) se adapta mejor a las características de cada región y será el método de referencia para este trabajo.

Para el cálculo de la evaporación se han tenido en cuenta únicamente los embalses de Eugi y de Itoiz. Según Hardy y Garrido (2010) las pérdidas de agua por evaporación se evitan en caso de emplear reservas subterráneas por lo que no se considerará evaporación en las aguas provenientes del Manantial de Arteta.

Mediante estos métodos se obtiene el volumen evaporado en cada embalse, sin embargo estos pueden tener usos más allá del abastecimiento del Ciclo Integral del Agua por lo que no todo ese volumen será imputable al mismo.

Se ha calculado qué porcentaje del volumen anual regulado en cada uno de los embalses (datos obtenidos de (Brinquis Crespo, 2012) y (Eugi, 2016)) se destina al Ciclo Integral del Agua y, aplicando ese porcentaje al Volumen Evaporado total, se ha obtenido la HH Azul de las fuentes de suministro.

El cálculo de los mencionados porcentajes se ha hecho por separado según el destino de la misma, ya sea su turbinado en Centrales Hidroeléctricas o su tratamiento en las ETAP. Estos porcentajes se han tomado de la memoria presentada por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona para 2014 (MCP, 2015).

En cuanto a la clasificación del tipo de Huella Hídrica se tiene que atender al régimen de propiedad de cada uno de los embalses:

- El embalse de Eugi es propiedad de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona por lo que el Volumen Evaporado se considerará Huella Hídrica Operacional/Directa, asociada a la elaboración del producto.
- El agua obtenida del embalse de Itoiz, sin embargo, es comprada. En este caso, por lo tanto, se habla de Huella Hídrica de la Cadena de Suministro/Indirecta, asociada también a la elaboración del producto.

Ambas formarán parte de la Huella Hídrica Azul.

2.4.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Dado que la Huella Hídrica debida a la evaporación en las fuentes de suministro ya se ha incluido en la unidad anterior, discriminando el porcentaje imputable a cada Central Hidroeléctrica y a cada ETAP, no se repetirá para evitar dobles conteos.

Energía consumida:

Se ha tenido en cuenta la Huella Hídrica del combustible y la energía eléctrica empleados para el funcionamiento de la planta. Para su cálculo se ha tenido en cuenta la cantidad de energía utilizada separándola según la fuente de la que proviene con los datos obtenidos del Estudio de la Huella de Carbono (MCP/SCPSA, 2014) tal y como se muestran en el Anexo II del presente trabajo. Cada una de estas cantidades se ha multiplicado por su respectiva Huella Hídrica.

Los datos medios de la Huella Hídrica de cada unidad de energía en función de su fuente se han tomado de los trabajos de Hardy y Garrido (2010) y Mekonnen et al. (2015), dando preferencia al trabajo de Hardy y Garrido por estar sus datos calculados para España frente a los datos a nivel global de Mekonnen.

En cuanto a la energía eléctrica de la red que se consume, se desconocen las fuentes concretas con las que se ha generado. Por ello se acudido al Balance Energético de Navarra del año 2014 (Gobierno de Navarra, 2015) y, como puede verse en el Anexo III, se ha calculado la Huella Hídrica de la energía eléctrica.

La Huella Hídrica de la energía consumida se considerará de la Cadena de Suministro o indirecta, de las actividades generales.

Siguiendo las pautas marcadas por Mekonnen et al. (2015), toda la Huella Hídrica correspondiente a la energía se considerará Huella Hídrica Azul, aunque una pequeña parte de la energía proveniente de biomasa, cuenta con cierta componente de Huella Hídrica Verde.

En el Anexo III puede verse cómo se ha estimado el porcentaje de la energía eléctrica que contará como Huella Hídrica Verde a partir de los datos de Gerbens-Leenes et al. (2009) cruzados con la lista de cultivos presentes en Navarra (Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2015).

2.4.3. TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Como se ha visto en el apartado 2.1.2. son tres las principales Estaciones de Tratamiento de Agua Potable en el Ciclo Integral del Agua. La Huella Hídrica de cada una de las tres estaciones se ha calculado de forma independiente.

Al igual que en el cálculo de la Huella Hídrica de las Centrales Hidroeléctricas, se ha tenido en cuenta que el volumen de agua evaporado ya está incluido en el apartado de las Fuentes de Suministro por lo que se evitará contarlo por partida doble.

Evaporación en las ETAP:

En este apartado se ha tenido en cuenta la evaporación de agua debido a su permanencia en decantadores, filtros de arena y otros elementos en los que el agua queda expuesta a la intemperie.

Para el cálculo se han tenido en cuenta los datos de superficie de los citados elementos obtenidos de las publicaciones que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona ofrece en su página web (MCP 2016b; 2016d; 2016f).

Los cálculos del Volumen Evaporado de agua se han realizado mediante el método propuesto por Mekonnen y Hoekstra (2011) tal y como se ha explicado en el apartado 2.4.1.

Esta parte de la Huella Hídrica se considerará Operacional y asociada a la elaboración del producto.

Consumo directo de agua en las ETAP:

Las fuentes consultadas en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona han estimado un consumo de agua en las ETAP de, aproximadamente, un 2% del agua tratada.

Partiendo de los esquemas mostrados en el Anexo I, se concluye que este consumo de agua es mayoritariamente destinado al funcionamiento general de las plantas potabilizadoras pues no se indica ningún punto que en el que se pueda imputar directamente al producto ningún volumen importante de agua.

Por ello se ha considerado el total de este volumen como HH Azul operacional o directa, de las actividades generales.

Materias primas:

El valor de la Huella Hídrica proveniente del uso de materias primas para el tratamiento de agua depende de la cantidad de material empleado (MCP, 2015) y de la Huella Hídrica que supone un kg de cada material.

Los datos para cada material se han tomado de diversas fuentes. Para los polielectrolitos y el cloro se ha acudido a bases de datos de Análisis de Ciclo de Vida (Comisión Europea, 2016), el Análisis del Ciclo de Vida consultado para el policloruro de aluminio es el del trabajo de Kornelíusdóttir (2014) y la Huella Hídrica de la sosa cáustica y del almidón se ha obtenido de Wyness (2011) y Mekonnen y Hoekstra (2010) respectivamente.

Según la materia prima, esta Huella Hídrica podrá contener componente Azul, Verde y/o Gris, pero en todo caso será considerada Indirecta o de la Cadena de Suministro y asociada a la elaboración del producto.

Energía:

El proceso seguido para el cálculo de esta sección es idéntico al descrito en el apartado 2.4.2.

2.4.4. RED DE ABASTECIMIENTO

La Huella Hídrica de la Red de Abastecimiento incluirá las pérdidas que se den en el proceso de transporte de agua desde las ETAP hasta los clientes y la Huella Hídrica del combustible y energía consumidos en ese proceso.

Agua No Registrada:

El dato del que se dispone al respecto es el de Agua No Registrada que consiste en la diferencia entre el volumen distribuido a un sistema y el registrado en los contadores de los clientes (AEAS, 2014).

En este apartado se ha discutido en torno al concepto y se ha hablado de las Pérdidas Reales que puede implicar partiendo de datos estadísticos, además de señalar posibles líneas de investigación futuras.

En todo caso el posible volumen de Agua No Registrada se contabilizará como Huella Hídrica Azul directa u operacional de las actividades generales.

Energía:

El proceso seguido para el cálculo de esta sección es idéntico al descrito en el apartado 2.4.2.

2.4.5. RED DE SANEAMIENTO

Energía:

En el caso de la Red de Saneamiento el único factor que se ha considerado que influirá en el cómputo de la Huella Hídrica es el relacionado con la energía empleada y, al igual que en los casos anteriores, el proceso seguido es idéntico al descrito en el apartado 2.4.2.

2.4.6. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Para la evaluación de la Huella Hídrica asociada a la depuración de aguas residuales, y como se ha justificado en el apartado 2.1.2., la atención se ha centrado en la EDAR de Arazuri, que da servicio un 98,4% de la población atendida por el Ciclo Integral del Agua.

Por ello, los siguientes apartados se refieren únicamente a la EDAR de Arazuri, con excepción del apartado de la energía en el que sí se han incluido los consumos de las depuradoras menores y las fosas sépticas.

Evaporación en la EDAR Arazuri:

Al igual que ocurre en las ETAP, la EDAR cuenta con decantadores y balsas de aireación que retienen el agua en exteriores exponiéndola a evaporación.

El procedimiento de cálculo ha sido el mismo que en el caso de las ETAP, introduciendo la superficie de agua expuesta en la fórmula dada por Mekonnen y Hoekstra (2011).

Del mismo modo, la Huella Hídrica obtenida contabilizará como operacional/directa y asociada a la elaboración del producto.

Consumo directo de agua en la EDAR:

Este apartado también es similar al presentado en el caso de las ETAP. En este caso se ha contado con el dato de consumo aportado por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Atendiendo al esquema de funcionamiento de la EDAR Arazuri mostrado en el Anexo I, el único punto en que podrá considerarse que el consumo de agua es por incorporarse al producto y no por el funcionamiento general de la planta es en el proceso de compostaje, debido a los riegos del compost.

El total de esta parte de la Huella Hídrica se considerará pues Azul y Operacional. La parte dedicada al riego del compost se considerará asociada a la elaboración del producto y el resto al funcionamiento general de la planta.

Restos vegetales importados:

En el caso de la EDAR se importan restos vegetales para la elaboración de Compost Arazuri.

Sin embargo, estos restos son residuos generados en las zonas ajardinadas de la ciudad (parques municipales, jardines privados...) y no son generados dentro del ámbito del Ciclo Integral del Agua.

Por ello, no se considera que el uso de estos residuos para compostaje suponga un impacto añadido a la Huella Hídrica sino más bien la valorización de un producto de desecho así que no se ha incluido este valor en el cómputo global de la Huella Hídrica.

Se estimará la Huella Hídrica que supondría la generación de estos restos vegetales para su compostaje, pero únicamente con fines ilustrativos. Para ello se ha calculado una Huella Hídrica promedio para los restos vegetales basándose en datos bibliográficos para después multiplicar este valor por la cantidad utilizada.

Energía:

Se ha procedido al cálculo de la energía comprada al igual que en las unidades anteriores, siguiendo los pasos dados en el apartado 2.4.2.

La EDAR Arazuri, sin embargo, tiene la particularidad de contar con una línea de aprovechamiento de biogás que transforma en energía gracias a motores de cogeneración logrando un elevado grado de autosuficiencia energética. En el apartado de resultados se ha considerado y discutido este hecho y sus implicaciones.

2.5. MÉTODO DE LA HUELLA HÍDRICA GRIS

Tal y como se ha visto en este trabajo, la Huella Hídrica Gris se define como el volumen de agua requerida para asimilar la carga contaminante, teniendo en cuenta la concentración natural en el cauce, hasta niveles que cumplan los estándares de calidad ambiental establecidos. Es por tanto un indicador de la “severidad” de la contaminación del agua. (Hoekstra et al., 2011).

El método de cálculo aportado por Hoekstra et al. (2011) incluye la siguiente ecuación para fuentes de contaminación puntuales:

$$HH_{Gris} = \frac{Efl * C_{efl} - Abstr * C_{pre}}{c_{max} - c_{nat}}$$

Donde:

- E_{fl} : volumen del efluente vertido (volumen/tiempo)
- C_{efl} : concentración del contaminante en el efluente (masa/volumen)
- $Abstr$: volumen de agua que se abstrae (volumen/tiempo)
- C_{pre} : concentración previa en la masa de agua (masa/volumen)
- c_{max} : concentración máxima establecida por los estándares de calidad ambiental (masa/volumen)
- c_{nat} : concentración natural de fondo en el cauce (masa/volumen)

La Huella Hídrica Gris se estima para todos los contaminantes implicados. Según este método, la Huella Hídrica Gris será aquella determinada por el contaminante que resulte más crítico, el que tenga la mayor Huella Hídrica Gris.

Los puntos del Ciclo Integral del Agua que se han considerado como fuente de contaminación de cara a este trabajo se dividen en dos grupos: efluentes de las estaciones de depuración (en particular de la EDAR de Arazuri) y vertidos al río en forma de alivios de la red durante eventos de tormenta.

Las fuentes consultadas en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona no pudieron aportar datos sobre los mencionados alivios. Asimismo, los datos de concentración de contaminantes obtenidos en los efluentes de la EDAR Arazuri se centran en la legislación vigente para calidad de vertidos pero no son suficientemente específicos en cuanto a tipos de contaminantes y a volúmenes de los mismos como para realizar el análisis de la Huella Hídrica.

Por todo ello, no se ha tenido acceso a datos suficientes para llegar a un resultado concreto y fiable mediante este método así que el apartado de resultados discutirá, basándose en bibliografía consultada, trabajos previos y normativa en cuanto a emisiones de efluentes, las posibles fuentes de contaminación y sus efectos. Se identificarán asimismo las líneas generales de trabajo a seguir en el futuro para una mejor estimación de la Huella Hídrica Gris.

3. RESULTADOS

3.1. HUELLA HÍDRICA AZUL Y VERDE DE CADA UNIDAD

3.1.1. FUENTES DE SUMINISTRO

Según se ha visto en el apartado 2.1.2. las características de los embalses objeto de estudio son las que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1: características de los embalses de Eugi e Itoiz.

| EMBALSE | SUPERFICIE | CAPACIDAD | VOLUMEN ANUAL REGULADO | EVAPORACIÓN PENMAN-MONTEITH |
|---------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Eugi | 123 ha ⁽¹⁾ | 20,26 hm ³ ⁽¹⁾ | 124 hm ³ ⁽²⁾ | 950 mm/año ⁽⁴⁾ |
| Itoiz | 1100 ha ⁽¹⁾ | 418 hm ³ ⁽¹⁾ | 630 hm ³ ⁽³⁾ | 1000 mm/año ⁽⁴⁾ |

⁽¹⁾: Datos de la Memoria de 2014 (MCP, 2015)

⁽²⁾: (Eugi, 2016)

⁽³⁾: (Brinquis Crespo, 2012)

⁽⁴⁾: (Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001)

Aplicando la fórmula propuesta por Mekonnen y Hoekstra (2011) tal y como se ha descrito en el apartado 2.4.1. se obtienen los siguientes resultados para el año 2014:

- Volumen total Evaporado Eugi: 1.168.500 m³
- Volumen total Evaporado Itoiz: 11.000.000 m³

A título comparativo, se muestran los resultados obtenidos en ambos embalses aplicando los métodos propuestos por Hardy y Garrido (2010):

- Cálculo a partir de la capacidad del embalse:
 - Volumen total Evaporado Eugi: 537.220 m³
 - Volumen total Evaporado Itoiz: 19.231.000 m³
- Cálculo a partir de la superficie del embalse:
 - Volumen total Evaporado Eugi: 113.000 m³
 - Volumen total Evaporado Itoiz: 9.883.000 m³

Puede verse que los resultados obtenidos son muy dispares en función del método empleado. Como se ha indicado anteriormente el método de referencia para este trabajo será el de Mekonnen y Hoekstra (2011) pues al incluir en su análisis la tasa de evaporación se ajusta mejor a características de cada región, mientras que los otros dos son aproximaciones generales a todo el territorio español (Díaz Alcaide et al., 2015).

En el estudio llevado a cabo por (López Moreno, 2008) no obstante, se deduce que la variabilidad entre los resultados es frecuente y no únicamente determinada por las características climáticas de la zona. Las características físicas de cada embalse son también de gran importancia, por lo que los resultados de esta sección serán más bien orientativos.

Para hallar el volumen evaporado imputable a cada actividad se ha comparado el volumen total regulado de cada embalse con la cantidad de agua empleada para el Ciclo Integral del Agua, tratando por separado el volumen destinado a Centrales Hidroeléctricas y el destinado a las ETAP.

Evaporación imputable a las Centrales Hidroeléctricas

Las centrales de estudio son la de Eugi y la de Urtasun, ambas dedicadas a turbinar el agua proveniente del Embalse de Eugi.

Según la Memoria de 2014 (MCP, 2015), la Central Hidroeléctrica de Eugi turbinó aquel año una media de 2.139 l/s, equivalente a un volumen de 67.455.504 m³. Esto equivale a un 54,4% de los 124 hm³ que el embalse regula anualmente.

Aplicando ese porcentaje al Volumen Evaporado total calculado previamente (1.168.500 m²) se deduce que la Huella Hídrica Azul Operacional asociada a la elaboración del producto de la **Central Hidroeléctrica de Eugi** fue de **635.659 m³** en el año 2014.

Actuando del mismo modo para la Central Hidroeléctrica de Urtasun, con un caudal turbinado medio de 507 l/s equivalente a 15.988.752 m³, se obtiene que emplea un 12,9% del volumen regulado por el embalse.

El volumen evaporado imputable a la **Central Hidroeléctrica de Urtasun** en 2014 fue pues de **150.668 m³**, clasificados también como Huella Hídrica Azul Operacional asociada a la elaboración del producto. Como se verá a continuación, este volumen evaporado es compartido con la ETAP Urtasun.

Evaporación imputable a las ETAP

Al igual que en el caso de las Centrales Hidroeléctricas, solo interesa calcular la evaporación imputable a las ETAP que tratan agua proveniente de embalses abiertos por lo que la ETAP Egillor queda fuera del cómputo.

En primer lugar, es muy importante el hecho de que, como puede verse en el esquema correspondiente a esta ETAP presentado en el Anexo I, los 432 l/s que trata la ETAP Urtasun provienen de la Central Hidroeléctrica del mismo nombre, que está situada a la entrada de la estación de tratamiento de aguas.

Por ese motivo el funcionamiento de la ETAP Urtasun no supondrá una evaporación adicional al volumen calculado para la Central Hidroeléctrica de Urtasun. A efectos de este trabajo esa Huella Hídrica se dividirá a partes iguales entre ambas.

La ETAP Tiebas trató según la Memoria de 2014 (MCP, 2015) un caudal de 63 l/s equivalente a un volumen total de 1.986.768 m³. Comparados con los 630 hm³ que el embalse de Itoiz regula anualmente supone un 0,32%.

Un 0,32% del Volumen Evaporado total del embalse de Itoiz (11.000.000 m³) equivale a **34.690 m³** que será la Huella Hídrica Azul imputable a la **ETAP Tiebas**. En este caso, y al no pertenecer el embalse a la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, esta Huella Hídrica será clasificada como Indirecta o de la Cadena de Suministro, asociada a la elaboración del producto.

Resumen de resultados. Fuentes de Suministro:

En la Tabla 2 se incluyen y resumen los resultados obtenidos en cuanto a la evaporación en las Fuentes de Suministro.

Tabla 2: resumen de la Huella Hídrica de la evaporación en Fuentes de Suministro

| | | | OPERACIONAL | CADENA DE SUMINISTRO | TOTAL |
|---------------------------|---------|------|--|--|------------------------------|
| | | | Asociada a la elaboración del producto | Asociada a la elaboración del producto | |
| Centrales Hidroeléctricas | Eugi | HH | 635.659 m ³ | - | 710.993 m³ |
| | Urtasun | | 75.334 m ³ | - | |
| ETAP | Urtasun | Azul | 75.334 m ³ | - | 110.024 m³ |
| | Tiebas | | - | 34.690 m ³ | |

3.1.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Tal y como se ha justificado en el apartado 2.4.2., aquí se calcula únicamente la Huella Hídrica debida a la energía consumida.

Energía consumida:

En la Tabla 3 se detallan los consumos de combustible y energía de cada una de las Centrales Hidroeléctricas según se ha podido extraer del estudio de la Huella de Carbono de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona del 2014 (MCP/SCPSA, 2014).

Tabla 3: consumo energético de las Centrales Hidroeléctricas (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA | | |
|---------------------------|------------------|--------|-----------------------|
| | GASÓLEO A | | ENERGÍA ELÉCTRICA |
| CH Eugi | 5 l | 49 kWh | 41 kWh ⁽¹⁾ |
| CH Urtasun ⁽¹⁾ | 5 l | 49 kWh | 26.519 kWh |
| CH Egillor | 4 l | 39 kWh | 48.767 kWh |

El procedimiento seguido y los cálculos realizados para obtener el valor de la Huella Hídrica de la energía consumida pueden consultarse en el Anexo IV.

Como puede verse en el citado anexo, la Huella Hídrica Azul de la energía consumida por las Centrales Hidroeléctricas ascendió en 2014 a **439,68 m³** mientras que la Verde fue de **2,96 m³**. Los resultados pueden observarse a continuación, en la sección “Resumen de resultados. Centrales Hidroeléctricas”.

Como se ha indicado en el apartado 2.4.2., la proveniente del uso de combustibles y energía será considerada Huella Hídrica de la Cadena de suministro de las actividades generales.

Resumen de resultados. Centrales Hidroeléctricas:

En la Tabla 4 se resumen los resultados obtenidos en cuanto al uso de energía en las Centrales Hidroeléctricas.

Tabla 4: resumen de la Huella Hídrica de las Centrales Hidroeléctricas

| | | HH DE LA CADENA DE SUMINISTRO | TOTAL |
|------------|----------|-------------------------------|-----------------------------|
| | | Actividades generales | |
| CH Eugi | HH Azul | 0,3 m ³ | 0,3 m³ |
| | HH Verde | 0 m ³ | |
| CH Urtasun | HH Azul | 154,79 m ³ | 155,84 m³ |
| | HH Verde | 1,04 m ³ | |
| CH Egillor | HH Azul | 284,59 m ³ | 286,51 m³ |
| | HH Verde | 1,92 m ³ | |

¹ El estudio de la Huella de Carbono indica, además de lo mostrado en la tabla, que la CH Urtasun genera 883.350 kWh de los que sólo inyecta a la red 431.819 kWh, consumiendo los 451.531 kWh restantes. Al ser esta energía generada en la propia Central Hidroeléctrica, su HH ya está incluida en el cálculo de la evaporación realizado en el apartado 3.1.1. por lo que no volverá a contarse aquí.

Destaca este elevado consumo al compararlo con las otras dos CH, que inyectan a la red el total de la energía generada. El motivo puede ser que con esta energía se abastezca la ETAP de Urtasun que, como se ha visto, se encuentra en la misma localización. Además, como se verá en el apartado 3.1.3., la energía comprada para esta ETAP es menor que las otras, lo que refuerza esta hipótesis.

Como puede verse en la Tabla 3, la energía comprada para la CH Eugi es muy inferior a las otras. También puede estar abasteciéndose de la energía que la CH Urtasun no inyecta a la red, pues ambas centrales se encuentran a los pies del mismo embalse.

3.1.3. TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Evaporación en las ETAP

A continuación se detallan los elementos de cada ETAP que contienen agua expuesta a la evaporación, así como la superficie de cada uno de ellos. Tal y como se ha explicado en el apartado 2.4.3., a partir de esa superficie se calculará el volumen de agua evaporado mediante la fórmula propuesta por Mekonnen y Hoekstra (2011) aplicando la correspondiente tasa de evaporación (Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001).

Los datos de superficies de agua se han tomado de MCP (2016b; 2016d; 2016f).

En el caso de la ETAP de Tiebas, parte de la superficie de agua se ha estimado tomando medidas de ortofotos aéreas debido a la falta de datos (SITNA, 2016).

Se ha tenido en cuenta además que esta ETAP no trabaja de forma continua todos los días del año por lo que se ha dividido entre 365 la evaporación anual para obtener la diaria y esta se ha multiplicado por 95, el número de días trabajados.

Para estimar el número de días trabajados se ha dividido la producción anual de agua entre el volumen producido cada día trabajado, ambos datos extraídos de la Memoria del año 2014 (MCP, 2015).

- ETAP Egillor

- Decantadores: $2 \times 530,9 \text{ m}^2 = 1061,9 \text{ m}^2$
- Filtros de arena: $6 \times 84 \text{ m}^2 = 504 \text{ m}^2$
- TOTAL: $1565,9 \text{ m}^2 = 0,15659 \text{ ha}$
- Tasa de evaporación: 950 mm/año

$$\begin{aligned} \text{Volumen Evaporado} &= 10 * 950 \text{ mm/año} * 0,15659 \text{ ha} \\ &= \mathbf{1.487,6 \text{ m}^3 \text{ anuales}} \end{aligned}$$

- ETAP Urtasun

- Decantadores: $5 \times 400 \text{ m}^2 = 2000 \text{ m}^2$
- Filtros de arena: $6 \times 80 \text{ m}^2 = 480 \text{ m}^2$
- TOTAL: $2480 \text{ m}^2 = 0,248 \text{ ha}$
- Tasa de evaporación 950 mm/año

$$\begin{aligned} \text{Volumen Evaporado} &= 10 * 950 \text{ mm/año} * 0,248 \text{ ha} \\ &= \mathbf{2.356 \text{ m}^3 \text{ anuales}} \end{aligned}$$

- ETAP Tiebas
 - Filtros de arena: $6 \times 129 \text{ m}^2 = 774 \text{ m}^2$
 - Otros elementos (medición a partir de ortofoto): aprox. 600 m^2
 - **TOTAL: $1.374 \text{ m}^2 = 0,1374 \text{ ha}$**
 - Días trabajados: 95 días/año
 - Tasa de evaporación: 1000 mm/año

$$\begin{aligned} \text{Volumen Evaporado} &= 10 * 1000 \text{ mm/año} * 0,1374 \text{ ha} \\ &= \left(1.374 \text{ m}^3 / 365\right) * 95 \text{ días/año} = \mathbf{357,6 \text{ m}^3 \text{ anuales}} \end{aligned}$$

La evaporación dentro de las ETAP contará como Huella Hídrica Azul Operativa asociada a la elaboración del producto.

Consumo directo de agua en las ETAP:

Como se ha comentado en el apartado 2.4.3., fuentes consultadas en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona han indicado que el consumo de agua en las ETAP corresponde al 2% del volumen de agua producido.

- ETAP Egillor
 - Volumen producido: $13.875.840 \text{ m}^3$
 - Consumo: **277.517 m^3**
- ETAP Urtasun
 - Volumen producido: $13.623.552 \text{ m}^3$
 - Consumo: **272.471 m^3**
- ETAP Tiebas
 - Volumen producido: $1.986.768 \text{ m}^3$
 - Consumo: **39.735 m^3**

Tal y como se ha discutido en el apartado de la metodología, este consumo de agua se considerará Huella Hídrica Azul Operacional de las actividades generales.

Materias primas:

En la Tabla 5 se muestran los consumos de materias primas de cada una de las ETAP (en kg), así como la Huella Hídrica que supondrá el uso de un kilogramo de cada materia.

Mediante el producto entre ambos valores se obtendrá la Huella Hídrica de cada ETAP imputable al uso de los materiales.

En el Anexo V puede consultarse el origen de los valores de la Huella Hídrica de cada producto.

Tabla 5: Consumo de materias primas en los procesos de depuración de las ETAP

| ETAP | Materia | Cantidad (kg) | Componente de la HH | HH en m ³ /kg | HH por componente (m ³) |
|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|---|-------------------------------------|
| ETAP Egillor | Poliectrolito | 1.175 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 0,051406 m ³ /kg | 60,40 m ³ |
| ETAP Urtasun | | 1.825 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 93,82 m ³ |
| ETAP Tiebas | | 1.650 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 84,82 m ³ |
| ETAP Urtasun | Sosa Cáustica | 149.154 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 2,57151 m ³ /kg ¹ | 383.551 m ³ |
| ETAP Egillor | Cloro | 20.487 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 0,00443 m ³ /kg | 90,76 m ³ |
| ETAP Urtasun | | 31.248 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 138,44 m ³ |
| ETAP Tiebas | | 3.752 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 16,62 m ³ |
| ETAP Egillor | Policloruro de Aluminio | 237.624 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 0,0355 m ³ /kg | 8.435,65 m ³ |
| ETAP Urtasun | | 282.261 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 10.020,27 m ³ |
| ETAP Tiebas | | 68.191 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | | 2.420,78 m ³ |
| ETAP Egillor | Almidón | 5.260 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 1,10133 m ³ /kg | 5.793,00 m ³ |
| | | | HH Verde | 0,18433 m ³ /kg | 969,58 m ³ |
| | | | HH Gris | 0,25367 m ³ /kg | 1.334,30 m ³ |
| ETAP Urtasun | | 5.860 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 1,10133 m ³ /kg | 6.453,79 m ³ |
| | | | HH Verde | 0,18433 m ³ /kg | 1.080,17 m ³ |
| | | | HH Gris | 0,25367 m ³ /kg | 1.486,51 m ³ |
| ETAP Tiebas | | 420 kg ⁽¹⁾ | HH Azul | 1,10133 m ³ /kg | 462,56 m ³ |
| | | | HH Verde | 0,18433 m ³ /kg | 77,42 m ³ |
| | | | HH Gris | 0,25367 m ³ /kg | 106,54 m ³ |

⁽¹⁾: Datos de la Memoria de 2014 (MCP, 2015)

El resultado de cada ETAP ha sido el siguiente:

- ETAP Egillor:
 - Huella Hídrica Azul: 14.379,81 m³
 - Huella Hídrica Verde: 969,58 m³
 - Huella Hídrica Gris: 1.334,30 m³

- ETAP Urtasun:
 - Huella Hídrica Azul: 400.257,31 m³
 - Huella Hídrica Verde: 1.080,17 m³
 - Huella Hídrica Gris: 1.486,51 m³
- ETAP Tiebas:
 - Huella Hídrica Azul: 2.984,78 m³
 - Huella Hídrica Verde: 77,42 m³
 - Huella Hídrica Gris: 106,54 m³

Tal y como se ha discutido en el Anexo V estos volúmenes sólo podrán considerarse estimaciones debido a no haber podido hallar valores de Huella Hídrica de los polielectrolitos, cloro o policloruro de aluminio. Fuentes consultadas en la *Water Footprint Network* han manifestado no tener constancia de la existencia de estos datos.

Como muestra de los valores que esta sección podría alcanzar puede verse que la Huella Hídrica Azul de la ETAP Urtasun es muy superior a la de sus compañeras. Esto se debe a que es la única que emplea sosa cáustica, cuya Huella Hídrica sí se ha podido encontrar.

En todo caso, los volúmenes obtenidos se considerarán Huella Hídrica de la Cadena de Suministro/indirecta, asociada a la elaboración del producto.

Energía consumida:

En la Tabla 6 se detallan la cantidad de combustible y energía consumida por cada ETAP según se ha podido extraer del estudio de la Huella de Carbono de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona del 2014 (MCP/SCPSA, 2014).

Tabla 6: consumo energético de las ETAP (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA | | | | | | |
|--------------|------------------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------------------|
| | GASÓLEO A | | GASÓLEO C | | GAS PROPANO | | ENERGÍA ELÉCTRICA |
| ETAP Egillor | 1.473 l | 14.468 kWh | 20.333 l | 215.992 kWh | 0 l | 0 kWh | 461.711 kWh |
| ETAP Urtasun | 814 l | 7.995 kWh | 16.791 l | 178.366 kWh | 0 l | 0 kWh | 0 kWh ⁽¹⁾ |
| ETAP Tiebas | 711 l | 6.984 kWh | 0 l | 0 kWh | 1.500 l | 9.954 kWh | 464.622 kWh |

¹ Como se ha comentado en el apartado 3.1.2., el consumo de Energía Eléctrica comprada en la ETAP Urtasun es nulo. Probablemente se esté abasteciendo de la generada en la CH Urtasun.

Tal y como se ha comentado previamente, el procedimiento seguido y los cálculos realizados para obtener el valor de la Huella Hídrica de la energía consumida, así como los resultados de forma más detallada, pueden consultarse en el Anexo IV.

La Huella Hídrica debida al consumo energético de cada ETAP en 2014 fue la siguiente:

- ETAP Egillor:
 - Huella Hídrica Azul: 2.974,20 m³
 - Huella Hídrica Verde: 18,17 m³
- ETAP Urtasun:
 - Huella Hídrica Azul: 226,61 m³
 - Huella Hídrica Verde: 0 m³
- ETAP Tiebas:
 - Huella Hídrica Azul: 2.726,25 m³
 - Huella Hídrica Verde: 18,29 m³

Para el conjunto de las tres ETAP, la Huella Hídrica Azul ascendió a **5.927,06 m³** y la Verde a **36,46 m³**.

Como se ha indicado en el apartado 2.4.2., la proveniente del uso de combustibles y energía será considerada Huella Hídrica de la Cadena de suministro de las actividades generales.

Resumen de resultados. Tratamiento de Agua Potable:

Las Tablas 7, 8 y 9 reúnen los resultados obtenidos para las ETAP de Egillor, Urtasun y Tiebas respectivamente.

Tabla 7: resumen de los resultados para la ETAP Egillor

| | | OPERACIONAL | | CADENA DE SUMINISTRO | |
|-----------------|----------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Elaboración del producto | Actividades generales | Elaboración del producto | Actividades generales |
| Evaporación | HH Azul | 1.487,6 m ³ | - | - | - |
| Consumo | HH Azul | - | 277.517 m ³ | - | - |
| Materias primas | HH Azul | - | - | 14.379,81 m ³ | - |
| | HH Verde | - | - | 969,58 m ³ | - |
| | HH Gris | - | - | 1.334,30 m ³ | - |
| Energía | HH Azul | - | - | - | 2.974,20 m ³ |
| | HH Verde | - | - | - | 18,17 m ³ |

Tabla 8: resumen de los resultados para la ETAP Urtasun

| | | OPERACIONAL | | CADENA DE SUMINISTRO | |
|-----------------|----------|--------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | Elaboración del producto | Actividades generales | Elaboración del producto | Actividades generales |
| Evaporación | HH Azul | 2.356 m ³ | - | - | - |
| Consumo | HH Azul | - | 272.471 m ³ | - | - |
| Materias primas | HH Azul | - | - | 400.257,31 m ³ | - |
| | HH Verde | - | - | 1.080,17 m ³ | - |
| | HH Gris | - | - | 1.486,51 m ³ | - |
| Energía | HH Azul | - | - | - | 226,61 m ³ |
| | HH Verde | - | - | - | 0 m ³ |

Tabla 9: resumen de los resultados para la ETAP Tiebas

| | | OPERACIONAL | | CADENA DE SUMINISTRO | |
|-----------------|----------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | Elaboración del producto | Actividades generales | Elaboración del producto | Actividades generales |
| Evaporación | HH Azul | 357,6 m ³ | - | - | - |
| Consumo | HH Azul | - | 39.735 m ³ | - | - |
| Materias primas | HH Azul | - | - | 2.984,78 m ³ | - |
| | HH Verde | - | - | 77,42 m ³ | - |
| | HH Gris | - | - | 106,54 m ³ | - |
| Energía | HH Azul | - | - | - | 2.726,25 m ³ |
| | HH Verde | - | - | - | 18,29 m ³ |

3.1.4. RED DE ABASTECIMIENTO

Como se ha mencionado en el apartado 2.4.4. la Huella Hídrica de la Red de Abastecimiento se compondrá de dos partes.

Agua No Registrada:

El dato relativo a las pérdidas en el proceso de abastecimiento que se ha obtenido de la Memoria del año 2014 (MCP, 2015) es el de Agua No Registrada.

El Agua No Registrada se define como la diferencia entre el volumen distribuido a un sistema y el registrado en los contadores de los clientes. Se trata del indicador más utilizado a nivel mundial para la eficiencia de las redes de abastecimiento de agua (AEAS, 2014).

Según la Memoria, en 2014 el coeficiente de Agua No Registrada fue de un 12,5%. Atendiendo a los volúmenes producidos se calcula que el volumen rondó los 3.692.712m³.

No obstante, no puede decirse que la Huella Hídrica de la red de abastecimiento sea igual al volumen de Agua No Registrada dado que el mismo, por definición, es más amplio que las pérdidas de agua.

Según el balance hídrico propuesto por AEAS (2014), el Agua No Registrada cuenta con las componentes que pueden verse en la Tabla 10:

Tabla 10: componentes del Agua No Registrada (AEAS, 2014)

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--|
| AGUA NO REGISTRADA | Consumo Autorizado No Registrado | Facturado | | |
| | | No Facturado | | |
| | Pérdidas | Pérdidas Aparentes | Consumo no autorizado | |
| | | | Imprecisión en equipos de medida | |
| | | Pérdidas Reales | En conducciones | |
| | | | En acometidas | |
| | | | En depósitos | |
| | | | Pérdidas Técnicas Mínimas | |

Son dos pues las categorías principales que componen el Agua No Registrada.

El Consumo Autorizado No Registrado incluye todo consumo que, pese a ser conocido, no permite la instalación viable de equipos de medición para su registro. Puede deberse al tipo de instalación o a tener un carácter temporal. No puede considerarse que suponga un volumen de Huella Hídrica imputable al Ciclo Integral del Agua pues realmente es suministrado al cliente y probablemente retorne en gran parte a la red de saneamiento.

El otro grupo es el correspondiente a las pérdidas. Este está a su vez dividido en Pérdidas Aparentes y Pérdidas Reales.

Las Pérdidas Aparentes pueden venir causadas tanto por fraude como por imprecisión en la medida (generalmente debido a subcontajes según AEAS, 2014). Pueden suponer un perjuicio económico para la compañía pero no un gasto real de agua, por lo que es una parte del Agua No Registrada que no influirá en la Huella Hídrica de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Las Pérdidas Reales sí que influirán en la Huella Hídrica Azul del suministro de agua pues se trata de fugas propiamente dichas y que generalmente no regresan al área de captación en un plazo corto o medio. Las Pérdidas Técnicas Mínimas representan aquel volumen de pérdidas a partir del que no se pueden reducir más.

Como se ha mencionado, el porcentaje de Agua No Registrada que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona arroja en su Memoria del año es del 12,5%. Cabe destacar que ese coeficiente es realmente bajo, cercano al límite técnico (MCP, 2015) y que se encuentra entre los mejores de España. Según AEAS (2014) el valor del Agua No Registrada a nivel estatal ronda el 25% actualmente, duplicando el nivel obtenido en la Mancomunidad. A nivel mundial la media es todavía mayor, en torno a un 40%.

Tal y como se ha visto, sólo parte de ese volumen podría imputarse al Ciclo Integral del Agua como Huella Hídrica Azul pues habría que descontar tanto el Consumo Autorizado No Registrado como las Pérdidas Aparentes, quedando únicamente las Pérdidas Reales. No obstante, para la estimación de las Pérdidas Reales se requiere de estudios y toma de datos in situ con equipos de los que no se ha podido disponer. Por lo tanto, de cara a este trabajo, se tomara el volumen completo de Agua No Registrada como Huella Hídrica Azul, con lo que probablemente se esté sobreestimando el valor de la misma.

AEAS (2014) propone un método, todavía sin validar, para caracterizar el Agua No Registrada basado en realizar el cálculo vinculando cada uno de sus componentes al resto (actualmente se realizan estimaciones independientes para cada parte). Propone aplicar un balance hidráulico separando zonas (transporte y distribución) y momentos (día y noche). Para poder ponerlo en práctica se requieren sistemas de toma de datos de telelectura que no están todavía ampliamente implantados.

Dentro del método propuesto, AEAS (2014) da pautas para la detección y medida de las fugas reales, además de caracterizarlas según el momento de detección de las mismas: Las fugas reales pueden ser:

- Visibles: detectadas al salir a la superficie.
- Semivisibles: detectadas mediante métodos de control activo de fugas antes de salir a superficie.
- Latentes o invisibles: no se conocen por no haberse detectado.

Como se ha dicho, no se han tenido medios para profundizar en este tema pero el trabajo de caracterización del Agua No Registrada y la aplicación de técnicas de telelectura puede ser una línea de estudio interesante.

Con fines meramente ilustrativos se ha acudido a los datos estadísticos proporcionados por la Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua (INE, 2015). Los datos publicados de más recientes corresponden a 2013 pero se consideran válidos para este objetivo.

Se muestran tanto los datos medios de España como los de Navarra, que incluyen a toda la Comunidad Foral y no solo a la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

- España
 - Total de agua suministrada: 4.324 hm³
 - Agua No Registrada: 1.113 hm³ (coeficiente aprox.: 25,7%)
 - Pérdidas Reales: 678 hm³
 - 15,7 % de la total suministrada
 - 60,9% del Agua No Registrada
- Navarra
 - Total de agua suministrada: 62 hm³
 - Agua No Registrada: 14 hm³ (coeficiente aprox.: 22,6%)
 - Pérdidas Reales: 11 hm³
 - 17,7% de la total suministrada
 - 78,6% del Agua No Registrada

Como puede verse, el coeficiente de Agua No Registrada medio tanto de España (25,7%) como de Navarra (22,6%) fueron superiores los del Ciclo Integral del Agua de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Destaca la diferencia del peso que tienen las Pérdidas Reales dentro del total del Agua No Registrada: mientras la media de España queda en un 60,9%, la Navarra es casi 20 puntos porcentuales superior, con un 78,6%.

Como se ha dicho, estos datos son medias que no tendrán validez real por lo que no se tendrán en cuenta para la elaboración de este trabajo.

Resumiendo, el volumen total de Agua No Registrada en el Ciclo Integral del agua fue de **3.692.712 m³**. Este volumen contabilizará como Huella Hídrica Azul Operacional, de las actividades generales, pese a reconocer que el dato se tratará de una sobreestimación de la realidad y sería necesaria el estudio en mayor profundidad de las Pérdidas Reales.

Energía consumida:

En la Tabla 11, al igual que en los apartados anteriores, se detalla el volumen de energía comprada en 2014 con los datos obtenidos del estudio de la Huella de Carbono (MCP/SCPSA, 2014). Además de la energía empleada para el abastecimiento propiamente dicho, en este apartado se ha incluido la destinada al mantenimiento de redes y al funcionamiento de los contadores domiciliarios.

Tabla 11: consumo energético destinado al funcionamiento y mantenimiento de la Red de Abastecimiento, en kWh (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA | | | | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | Gasolina | Gasóleo A | Gasóleo B | Gas Natural | Energía Eléctrica |
| Estaciones de Bombeo y Depósitos | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 1.226.969 kWh |
| Grupos de Presión | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 8.318 kWh |
| Nudos | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 3.476 kWh |
| Cloración Ostiz | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 4.911 kWh |
| Mantenimiento de redes | 15.242 kWh | 1.304.887 kWh | 29.751 kWh | 477.142 kWh | 129.747 kWh |
| Contadores domiciliarios | 0 kWh | 88.399 kWh | 0 kWh | 0 kWh | 3.905 kWh |
| TOTAL | 15.242 kWh | 1.393.286 kWh | 29.751 kWh | 477.142 kWh | 1.377.326 kWh |

Los litros de combustible consumidos se muestran por separado en la Tabla 12 para facilitar la lectura.

Tabla 12: consumo energético destinado al funcionamiento y mantenimiento de la Red de Abastecimiento, en litros (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA | | | |
|--------------------------|------------------|-----------|-----------|------------------------|
| | Gasolina | Gasóleo A | Gasóleo B | Gas Natural |
| Mantenimiento de redes | 1.695 l | 132.851 l | 3.029 l | 37.431 Nm ³ |
| Contadores domiciliarios | 0 l | 9.000 l | 0 l | 0 Nm ³ |

Los cálculos realizados para obtener el valor de la Huella Hídrica de la energía consumida en la Red de Abastecimiento pueden consultarse en el Anexo IV.

El total de la Huella Hídrica Azul de la Red de Abastecimiento debida al consumo energético en 2014 fue de **10.111,64 m³**, y el de la Huella Hídrica Verde de **54,21 m³**. Es destacable que más del 70% de la Huella Hídrica Azul y cerca del 90% de la Verde corresponde a las estaciones de bombeo.

Como se ha indicado en el apartado 2.4.2., la Huella Hídrica de los combustibles y la energía se clasificará como de la Cadena de suministro de las actividades generales.

Resumen de los resultados. Red de Abastecimiento.

En la Tabla 13 se muestran resumidos los resultados de Huella Hídrica Obtenidos para la Red de Abastecimiento.

Tabla 13: resumen de los resultados para la Red de Abastecimiento

| | | OPERACIONAL | CADENA DE SUMINISTRO | |
|-----------------|----|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Actividades generales | Actividades generales | |
| Agua Registrada | No | HH Azul | 3.692.712 m ³ | - |
| Energía | | HH Azul | - | 10.111,64 m ³ |
| | | HH Verde | - | 54,21 m ³ |

3.1.5. RED DE SANEAMIENTO

Siguiendo las indicaciones dadas en el apartado 2.4.5., el único factor que determinará la Huella Hídrica de la Red de Saneamiento será el uso de energía eléctrica.

Energía consumida:

En la Tabla 14 se muestra el consumo de energía eléctrica destinado a la Red de Saneamiento.

Tabla 14: consumo energético destinado a la Red de Saneamiento (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA |
|--------------------------|--------------------|
| | Energía Eléctrica |
| Colectores Saneamiento | 442 kWh |
| Tanques de Tormenta | 3.227 kWh |
| Bombos y Sifones de agua | 106.260 kWh |
| TOTAL | 109.929 kWh |

En el Anexo IV pueden seguirse los cálculos llevados a cabo para obtener el valor de la Huella Hídrica de la energía consumida en la Red de Saneamiento.

Las Huellas Hídricas Azul y Verde debidas a este concepto fueron en 2014 de **641,41 m³** y **4,33 m³** respectivamente para la Red de Saneamiento. Al igual que en el caso de la Red de Suministro, los grupos de bombeo son los que mayor impacto tienen sobre este resultado.

Tal y como se ha indicado en el apartado 2.4.2., la Huella Hídrica de la energía se clasificará como parte de la Cadena de Suministro de las actividades generales.

Resumen de resultados. Red de Saneamiento:

En la Tabla 15 se muestra la Huella Hídrica del conjunto de la Red de Saneamiento:

Tabla 15: resumen de los resultados para la Red de Saneamiento

| | | CADENA DE SUMINISTRO |
|--------------------|----------|-----------------------|
| | | Actividades generales |
| Red de Saneamiento | HH Azul | 641,41 m ³ |
| | HH Verde | 4,33 m ³ |

3.1.6. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Como se ha especificado previamente (apartados 2.1.2. y 2.4.6), este apartado se centrará en la evaluación de la Huella Hídrica en la EDAR de Arazuri, obviando el resto de depuradoras menores y fosas sépticas que dan servicio a menos del 1,6% de los habitantes del ámbito del Ciclo Integral del Agua.

Evaporación en la EDAR Arazuri:

Siguiendo las pautas marcadas en el cálculo de la evaporación dentro de las ETAP en el apartado 3.1.3., para calcular la evaporación en la EDAR Arazuri también se ha acudido a la publicación de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona donde se ofrecen datos sobre las instalaciones de la misma (MCP, 2016a)-

De ahí se ha obtenido la superficie de agua expuesta a la evaporación y, mediante la fórmula propuesta por Mekonnen y Hoekstra (2011) aplicada para la tasa de evaporación obtenida de mapa del estudio agroclimático de Navarra (Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2001), se ha calculado el volumen de agua evaporado anualmente.

- Decantadores primarios: $6 \times 1.194,6 \text{ m}^2 = 7.167,5 \text{ m}^2$
- Balsas de aireación: $4 \times 2.833,3 \text{ m}^2 = 11.333,3 \text{ m}^2$
- Decantadores secundarios: $6 \times 1.809,6 \text{ m}^2 = 10.857,3 \text{ m}^2$
- TOTAL: $29.358,2 \text{ m}^2 = 2,93582 \text{ ha}$
- Tasa de evaporación: 1.000 mm/año

$$\begin{aligned} \text{Volumen Evaporado} &= 10 * 1000 \text{ mm/año} * 2,93582 \text{ ha} \\ &= \mathbf{29.358,2 \text{ m}^3 \text{ anuales}} \end{aligned}$$

Este volumen de agua evaporado contará como Huella Hídrica Operacional asociada a la elaboración del producto.

Consumo directo de agua en la EDAR:

Las fuentes consultadas en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona han indicado que el consumo de agua en la EDAR de Arazuri en el año 2014 fue de **187.763 m³**.

Tal y como se ha discutido en el apartado de la metodología, una parte de ese volumen se considerará asociado al producto debido a los riegos del compost y el resto irá asociado al funcionamiento general de la planta.

La planta de compostaje de la EDAR Arazuri consta de una nave cerrada con 5 túneles para la primera fase del compostaje mientras que la maduración se lleva a cabo en una nave con solera ventilada (MCP, 2015). Para una planta de compostaje de estas características Cadena, Colón, Artola, Sánchez y Font (2009) indican que el uso de agua para riegos es de 0,33 m³/tonelada de materia empleada.

Dado que a lo largo del año 2014 la EDAR de Arazuri compostó 6.054 toneladas de biosólidos y 9.817 toneladas de restos verdes (MCP, 2015) el total de materia compostada ascendió a 15.871 toneladas.

Según lo visto, se emplearon **5.237,43 m³** de agua en riegos de compost, siendo esta la fracción del consumo de agua de la EDAR Arazuri que se considerará Huella Hídrica Azul Operacional asociada a la elaboración del producto.

El resto del volumen empleado por la EDAR Arazuri, **182.525,57 m³**, se considerará Huella Hídrica Azul Operacional de las actividades generales de la planta, pues no se han obtenido datos más precisos.

Restos vegetales importados:

Según lo establecido en el apartado 2.4.6. se estimará la Huella Hídrica que supondría el cultivo de los restos vegetales compostados pero este valor no se incluirá en el cómputo global.

Para la elaboración de Compost Arazuri, a lo largo de 2014 la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona importó 9.817 toneladas de restos verdes para su mezclado con 6.054 toneladas de los biosólidos generados en el proceso de depuración de las aguas residuales.

Se desconoce el origen de estos restos vegetales pues al ser su propósito el compostaje serán restos triturados de jardinería y cultivos varios. Con el fin de estimar la Huella Hídrica que supondrán estos restos vegetales se ha acudido a la base de datos presentada por Mekonnen y Hoekstra (2010). Se han tomado los datos específicos de Navarra para el cultivo de trigo, cebada, maíz y avena y se ha calculado la media de las Huellas Hídricas de estas cuatro plantas tal y como se muestra en la Tabla 16.

Mekonnen y Hoekstra dan valores de Huella Hídrica para cada planta en función de su aprovechamiento. En este caso se han tomado los valores de las plantas al completo, como si se tratase de un uso forrajero, por su mayor similitud con las plantas de jardinería.

Tabla 16: Huella Hídrica Azul, Verde y Gris de diversos cultivos (Mekonnen y Hoekstra, 2010)

| | HH Azul | HH Verde | HH Gris |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Trigo | 45 m ³ /ton | 1388 m ³ /ton | 246 m ³ /ton |
| Cebada | 63 m ³ /ton | 927 m ³ /ton | 179 m ³ /ton |
| Maíz | 299 m ³ /ton | 384 m ³ /ton | 151 m ³ /ton |
| Avena | 988 m ³ /ton | 1429 m ³ /ton | 293 m ³ /ton |
| MEDIA | 349 m³/ton | 1032 m³/ton | 217 m³/ton |

Los valores medios calculados se multiplican por la cantidad de restos vegetales empleados en el compostaje en la EDAR Arazuri para obtener la Huella Hídrica de esta actividad:

- Huella Hídrica de los Restos Vegetales:
 - HH Azul: 349 m³/tonelada * 9.817 toneladas = 3.423.679 m³.
 - HH Verde: 1032 m³/tonelada * 9.817 toneladas = 10.131.144 m³.
 - HH Gris: 217 m³/tonelada * 9.817 toneladas = 2.132.743 m³.

La Huella Hídrica total de estos restos vegetales es de **15.687.566 m³**.

Como ya se ha explicado, este volumen no se imputará a la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua por tratarse de una valorización de un desecho generado fuera de su ámbito.

Energía:

En la Tabla 17 se detallan la cantidad de combustible y energía consumida por cada EDAR según se ha podido extraer del estudio de la Huella de Carbono de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona del 2014 (MCP/SCPSA, 2014).

Pese a no haberlas tenido en cuenta para el cálculo del resto de unidades, en el apartado de la energía sí que se ha incluido la consumida por las depuradoras menores de Ibero y Etxauri y las fosas sépticas con filtro biológico que atienden al resto de localidades.

Tabla 17: consumo energético destinado a la Depuración de Aguas Residuales (MCP/SCPSA, 2014)

| | ENERGÍA COMPRADA | | | | |
|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| | Gasóleo A | | Gasóleo B | | Energía Eléctrica |
| EDAR Arazuri | 4.469 l | 43.895 kWh | 0 l | 0 kWh | 4.236.059 kWh |
| Gestión lodos EDAR | 52.000 l | 510.754 kWh | 41.577 l | 408.377 kWh | 0 kWh |
| Otras EDAR | 0 l | 0 kWh | 0 l | 0 kWh | 13.742 kWh |
| Fosas sépticas | 0 l | 0 kWh | 0 l | 0 kWh | 2.370 kWh |
| TOTAL | 56.469 l | 554.649 kWh | 41.577 l | 408.377 kWh | 4.252.171 kWh |

Los cálculos llevados a cabo para obtener el valor de la Huella Hídrica de la energía consumida en la Depuración de Aguas Residuales pueden verse en el Anexo IV.

El consumo de energía para la Depuración de Aguas Residuales supuso en 2014 una Huella Hídrica Azul de **25.981,32 m³** y una Verde de **167,35 m³**. Como se ve en el Anexo IV, la práctica totalidad de esta Huella Hídrica viene de la EDAR de Arazuri.

Tal y como se ha indicado en el apartado 2.4.2., la Huella Hídrica de la energía se clasificará como parte de la Cadena de suministro de las actividades generales.

- Nota sobre la generación de energía en la EDAR Arazuri:

El caso de la EDAR Arazuri es particular en cuanto a consumo de energía. Cuenta con una línea de aprovechamiento del biogás generado en la digestión de fangos que en 2014 generó 18.725.764 kWh de energía. Gracias a esta energía se logró una autosuficiencia energética del 100,3% según la Memoria de 2014 (MCP, 2015), permitiendo inyectar a la red el excedente de energía generada.

Se ha considerado **nula** la Huella Hídrica de la energía obtenida mediante el biogás aprovechado en la EDAR Arazuri, por tratarse de la valorización de un residuo que se hubiera generado de todas formas.

A título ilustrativo, se ha estimado la Huella Hídrica que hubiera supuesto si los 18.726.764 kWh de energía producida en la EDAR hubieran sido consumidos de la red eléctrica, partiendo de los datos calculados en el Anexo III.

$$HH_{evitada} = 18.726.764 \text{ kWh} * 0,005874088 \text{ m}^3/\text{kWh} = 110.002,66 \text{ m}^3$$

Huella Hídrica Azul (98,57%): 108.429,62 m³

Huella Hídrica Verde (1,43%): 1.573,04 m³

Resumen de resultados. Depuración de Aguas Residuales:

A continuación, en la Tabla 18, se muestran los resultados de la Huella Hídrica que se ha obtenido para la Depuración de Aguas Residuales.

Tabla 18: resumen de los resultados obtenidos para la Depuración de Aguas Residuales

| | | OPERACIONAL | | CADENA DE SUMINISTRO | |
|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Elaboración del producto | Actividades generales | Elaboración del producto | Actividades generales |
| Evaporación | HH Azul | 29.358,2 m ³ | - | - | - |
| Consumo | HH Azul | 5.237,43 m ³ | 182.525,57 m ³ | - | - |
| Energía | HH Azul | - | - | - | 25.981,32 m ³ |
| | HH Verde | - | - | - | 167,35 m ³ |

3.2. HUELLA HÍDRICA GRIS

Tal y como se ha especificado en el apartado 2.5., en esta sección no se buscará llegar a un resultado numérico sino más bien discutir sobre los posibles impactos, implicaciones, medidas y opciones para futuros estudios que se presentan.

En primer lugar se presenta un resumen sobre la calidad de las aguas del río Arga y su evolución según los datos obtenidos del “Estudio de Modelización del Impacto de los Vertidos de la EDAR de Arazuri en el Río Arga” (NILSA, 2011).

Se han estudiado por separado los efluentes provenientes de la EDAR de Arazuri y los vertidos por alivijs durante eventos de tormenta y se ha evaluado su posible implicación en la situación descrita en el primer punto.

Por último se presentan posibles medidas para subsanar las deficiencias y directrices para profundizar en el estudio de la Huella Hídrica Gris.

Al no obtener un dato numérico de esta sección, la Huella Hídrica Gris de los efluentes del Ciclo Integral del Agua se obviará en el cómputo final.

3.2.1. CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO ARGA

El estudio llevado a cabo por Nilsa (2011) indica que en el río Arga las variables más críticas como son el oxígeno disuelto, la DBO, el amonio y el ortofosfato cumplen con los límites establecidos por la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE). De todos estos, el ortofosfato es el más problemático pues, además de ser el que más se acerca al límite aceptable, es el limitante para el proceso de eutrofización (NILSA, 2011).

En el Anexo VI pueden consultarse las medidas de cada una de las variables a lo largo de los años. Ahí puede verse a evolución de todas ellas, contrastarse con la fecha de inauguración de la EDAR de Arazuri con la puesta en marcha de su sistema de tratamiento secundario.

Tal y como señala el estudio, la calidad de las aguas del río Arga en cuanto a la DBO puede clasificarse en general como “muy buena”, siendo únicamente “buena” a partir de la incorporación del río Arakil.

Por otro lado, se considera que todo el río se encuentra en estado de eutrofia, considerándose hipereutrofia a partir de la citada incorporación.

3.2.2. EVALUACIÓN SEGÚN EL ORIGEN DE LOS VERTIDOS

De los puntos que NILSA (2011) estudia, se ha considerado que dos forman parte directamente de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona: la EDAR de Arazuri y los alivios de la Red de Saneamiento durante eventos de tormenta.

EDAR de Arazuri:

En el Anexo VI puede comprobarse cómo desde su puesta en funcionamiento, y especialmente desde la incorporación del tratamiento secundario, la mejoría de la calidad de las aguas del río Arga es notable.

Los datos que la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (MCP, 2015) aporta sobre la calidad de los efluentes, y que pueden consultarse en la Tabla 19, cumplen con los límites establecidos por la Directiva 91/271/CEE.

Los datos de calidad de los efluentes obtenidos datan de los años 2000, 2008 y 2009, pero se consideran aplicables a la actualidad dado que el sistema de depuración es esencialmente el mismo.

Tabla 19: Calidad de los efluentes de la EDAR de Arazuri para los años 2000, 2008 y 2009 y límites autorizados según la Directiva 91/271/CEE

| | 2000 | 2008 | 2009 | Límite autorizado (91/271/CEE) |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Sólidos en suspensión | 13 mg/l ⁽¹⁾ | 11 mg/l ⁽²⁾ | 7 mg/l ⁽³⁾ | <35 mg/l ⁽⁴⁾ |
| DQO | 55 mg/l ⁽¹⁾ | 40 mg/l ⁽²⁾ | 37 mg/l ⁽³⁾ | <125 mg/l ⁽⁴⁾ |
| DBO ₅ | 19 mg/l ⁽¹⁾ | 12 mg/l ⁽²⁾ | 10 mg/l ⁽³⁾ | <25 mg/l ⁽⁴⁾ |
| Nitrógeno total | 7 mg/l ⁽¹⁾ | 7 mg/l ⁽²⁾ | 5 mg/l ⁽³⁾ | <15 mg/l ⁽⁴⁾ |
| Fósforo total | 1 mg/l ⁽¹⁾ | 1 mg/l ⁽²⁾ | 1 mg/l ⁽³⁾ | <2 mg/l ⁽⁴⁾ |

⁽¹⁾: MCP, 2016a

⁽²⁾: Memoria 2008 (MCP, 2009)

⁽³⁾: Memoria 2009 (MCP, 2010)

⁽⁴⁾: Directiva 91/271/CEE

Hay que remarcar que lo mostrado en la Tabla 19 no implica necesariamente que la Huella Hídrica Gris de la EDAR de Arazuri sea nula pues se trata de enfoques diferentes. Sin embargo, según lo indicado por el trabajo de Hoekstra et al. (2011) en la página 31, el tratamiento de las aguas residuales previo a su vertido puede reducir la Huella Hídrica Gris y acercar su valor a cero.

En cuanto a la posibilidad de alivios por parte de la EDAR Arazuri por no poder tratar todo el caudal recibido, no parece que sea preocupante. La capacidad del colector de la estación depuradora asciende a 7.500 l/s (MCP, 2016a) mientras que el caudal máximo tratado por la EDAR en 2014 fue de 5071,05 l/s para el día 4 de marzo, según puede verse en el ANEXO VII.

Por otro lado, tal y como indica NILSA (2011), es importante destacar que el caudal de efluentes vertido en el período seco del año puede ser de 1m³/s lo cual equivale al caudal medio del río Arga en situación de estiaje por lo que la carga total de contaminantes vertidos puede ser elevada en comparación con la capacidad de asimilación del cauce.

Al hilo de lo expuesto, NILSA (2011) concluye que el vertido de la EDAR de Arazuri sí implica un aumento de la DBO y la concentración de nutrientes detectable en un tramo de 8 km de longitud aguas abajo, pero señala que el aumento es ligero y la disminución de oxígeno disuelto está “lejos de ser preocupante”.

Indica además que los efluentes de la EDAR no son los causantes de los problemas de calidad presentes en el cauce, y achaca estos a otras causas que se mencionarán en el apartado de conclusiones y posibles actuaciones.

Alivios de la Red de Saneamiento:

Las fuentes consultadas en la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona han indicado que no se dispone de datos concernientes a los volúmenes de alivio producidos durante los eventos de tormenta, ni de la calidad de los mismos.

Estos posibles alivios suponen el vertido al cauce de efluentes con una elevada DBO que afectará negativamente a la disponibilidad de oxígeno disuelto. Esto será especialmente marcado en eventos de tormenta tras períodos largos libres de precipitaciones debido a la acumulación de suciedad (NILSA, 2011).

El mismo estudio modelizó los vertidos de un aliviadero en caso de tormenta y dedujo que la repercusión del mismo es clara en las inmediaciones del punto de vertido, pudiendo llegar a afectar a todo el tramo de forma más amortiguada.

3.2.3. CONCLUSIONES, POSIBLES ACTUACIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO PARA LA HUELLA HÍDRICA GRIS

El estudio de NILSA (2011) indica que los efluentes de la EDAR no constituyen la principal fuente de contaminación, y no señala esta planta como objetivo de mejoras.

En el caso de los alivios, sí que pueden suponer un impacto sobre la calidad del río Arga, pese a ser eventos puntuales. Puede ser interesante para barrios de nueva construcción la puesta en marcha de Redes de Saneamiento separativas que, a diferencia de las unitarias, tratan por separado las aguas pluviales de las residuales. Esto permite que los vertidos al cauce estén compuestos únicamente por aguas de escorrentía superficial cuya carga contaminante podría reducirse mediante Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible.

El estudio antes citado señala como causantes principales de la contaminación del río Arga a la carga que aporta el río Arakil a partir de su confluencia y a la presencia de numerosos azudes que ralentizan el flujo del agua aumentando los problemas de eutrofización y disponibilidad de Oxígeno Disuelto.

En cuanto al cálculo de la Huella Hídrica Gris, sería necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre los alivios de la Red de Saneamiento mediante medidas de caudal y calidad de los mismos. El estudio de NILSA (2011) señala que la Concentración de Oxígeno Disuelto y la de Clorofila A son las que condicionan más críticamente la calidad del río Arga por lo que convendría obtener estos datos tanto de los alivios como de los efluentes de la EDAR.

3.3. HUELLA HÍDRICA TOTAL DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

La Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua para la campaña del 2014 fue de **5.790.817 m³**.

En la Tabla 20 se muestra el resultado clasificado en función de sus componentes y categorías de Huella Hídrica.

Tabla 20: Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua clasificada por componentes y por categorías

| Componentes Categorías | HH Azul | HH Verde | HH Gris | HH TOTAL (por categorías) | % |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------|
| HH OPERACIONAL | | | | | |
| Operacional Asociada a la elaboración del producto | 825.123,83 m ³ | | | 825.123,83 m³ | 14,25 % |
| Operacional de las actividades generales | 4.464.960,57 m ³ | | | 4.464.960,57 m³ | 77,1 % |
| HH DE LA CADENA DE SUMINISTRO | | | | | |
| Cadena de Suministro Asociada a la elaboración del producto | 452.311,90 m ³ | 2.127,17 m ³ | 2.927,35 m ³ | 457.366,42 m³ | 7,9 % |
| Cadena de Suministro de las actividades generales | 43.101,11 m ³ | 265,31 m ³ | | 43.366,40 m³ | 0,75 % |
| HH TOTAL (por componentes) | 5.785.497,41 m³ | 2.392,48 m³ | 2.927,35 m³ | | |
| % | 99,91 % | 0,04 % | 0,05 % | | |

En la Tabla 21 puede verse el resultado desglosado por unidades.

Tabla 21: Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua por cada unidad

| | | HH TOTAL (m3) | | % |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------|
| FUENTES DE SUMINISTRO | Centrales Hidroeléctricas | 710.993,00 m ³ | 821.017,00 m³ | 14 % |
| | ETAP | 110.024,00 m ³ | | |
| CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | CH Eugi | 0,30 m ³ | 442,65 m³ | 0 % |
| | CH Urtasun | 155,84 m ³ | | |
| | CH Egillor | 286,51 m ³ | | |
| TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | ETAP Egillor | 298.680,66 m ³ | 1.022.564,13 m³ | 18 % |
| | ETAP Urtasun | 677.877,60 m ³ | | |
| | ETAP Tiebas | 46.005,87 m ³ | | |
| RED DE ABASTECIMIENTO | | 3.702.877,84 m ³ | 3.702.877,84 m³ | 64 % |
| RED DE SANEAMIENTO | | 645,73 m ³ | 645,73 m³ | 0 % |
| DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES | | 243.269,87 m ³ | 243.269,87 m³ | 4 % |
| TOTAL | | 5.790.817 m³ | | |

Huella Hídrica Total según sus componentes:

Como puede observarse en la Tabla 20, la práctica totalidad de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua corresponde a su componente azul.

El motivo es en parte que la Huella Hídrica Gris, como se ha discutido en el apartado 3.2., no se ha evaluado más allá de la que corresponde a algunas de las materias primas utilizadas.

Por otro lado, en el caso del Ciclo Integral del Agua la Huella Hídrica Verde sólo proviene de la fracción de la energía eléctrica comprada generada a partir de biomasa y de algunas de las materias primas empleadas.

Es un caso atípico de organización, pues al ser su producto el agua en sí, no se consumen tantos ingredientes externos como lo haría otro tipo de organización.

No obstante, y como se ha dicho previamente, la información sobre la Huella Hídrica de ciertas de las materias primas empleadas es todavía insuficiente. De disponer de estos datos el resultado final podría diferir.

Huella Hídrica por categorías:

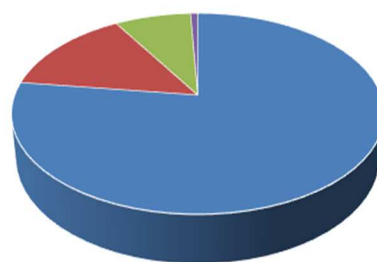
Como puede verse en la Figura 4, la Operacional es el tipo de Huella Hídrica mayoritaria, debido también al reducido volumen de suministros que la organización requiere. Siempre teniendo en cuenta que la Huella Hídrica de la Cadena de Suministro sería mayor en caso de haber podido incluir los volúmenes de Huella Hídrica de todas las materias primas empleadas por las ETAP.

De hecho, la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona es propietaria de sus dos principales fuentes de abastecimiento. También produce parte de la energía que consume, reduciendo todavía más la Huella Hídrica de su Cadena de Suministro.

Dentro de la Operacional, la de las actividades generales es mayoritaria, llegando al 77% de la Huella Hídrica total del Ciclo Integral del Agua. Esto se debe principalmente a que incluye el Agua No Registrada, que supera el 63% de la Huella Hídrica Total.

Se concluye de este dato que, tal y como se ha discutido en el apartado 3.1.4., podría resultar muy provechoso el desarrollar estudios en profundidad para caracterizar mejor el Agua No Registrada y poder combatir las Pérdidas Reales con mayor eficacia.

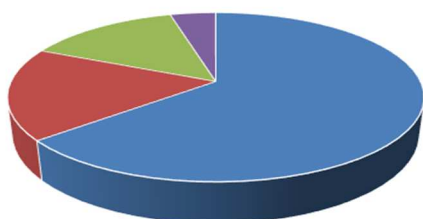
Reparto de la HH por categoría



- OPERACIONAL de las actividades generales (77%)
- OPERACIONAL asociada a la elaboración del producto (14%)
- CADENA DE SUMINISTRO asociada a la elaboración del producto (8%)
- CADENA DE SUMINISTRO de las actividades generales (<1%)

Figura 3: reparto de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua por categorías.

Reparto de la Huella Hídrica por unidades



- RED DE ABASTECIMIENTO (64%)
- TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (18%)
- FUENTES DE SUMINISTRO (14%)
- DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (4%)
- RED DE SANEAMIENTO (<1%)
- CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (<1%)

Figura 4: reparto de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua por unidades

Huella Hídrica por unidades:

De la Tabla 21 del principio de este apartado y de la Figura 5 puede extraerse que la Huella Hídrica mayoritaria corresponde a la Red de Abastecimiento pues, una vez más, incluye el elevado volumen de Agua No Registrada.

En segundo plano en cuanto a peso sobre el resultado final, pero a mucha distancia de la Red de Abastecimiento, se encuentran la Huellas Hídricas debidas al funcionamiento de las tres ETAP y a la evaporación de las Fuentes de Suministro. Como ya se ha explicado, si se pudieran incluir las Huellas Hídricas reales de todas las materias primas empleadas en las ETAP

su importancia sobre el resultado final sería seguramente mucho mayor.

3.4. OTROS RESULTADOS

3.4.1. HUELLA HÍDRICA DEL USO FINAL

En el Anexo VIII pueden encontrarse las consideraciones y datos tenidos en cuenta para la elaboración de este apartado.



Figura 5: Agua Registrada según su destino (MCP, 2015)

En cuanto a la clasificación realizada para la Figura 7, puede verse que aproximadamente el 55% del agua registrada en los contadores de los clientes tiene un retorno prácticamente completo a la Red de Saneamiento. Este grupo incluye el uso doméstico (corresponde a hogares sin jardín o que disponen de un contador independiente para el mismo) y los de administraciones públicas, interés social y servicios municipales y supuso un volumen de 14.052.660 m³ en el año 2014.

Con un volumen de 8.324.916 m³, en segundo lugar están los hogares con red combinada (tienen jardín pero disponen de un único contador para uso doméstico y riego), el uso comercial e industrial y el de las fuentes. Estos destinos supondrán un retorno intermedio por lo que parte de ese volumen recibirá un uso consuntivo.

Por último, los destinos que supusieron un uso meramente consuntivo del agua alcanzaron un volumen de 3.209.094 m³ en 2014, llegando al 13% del total registrado.

Un posible uso de las aguas grises depuradas podría ser el de su reutilización, particularmente en agricultura o en el riego de jardines. En España, la reutilización

Los usos del agua que consumen los clientes se reflejan en la Figura 6, mientras que una clasificación de la misma en grupos en función de la fracción de su volumen que retornará a través de la Red de Saneamiento puede verse en la Figura 7.

Los destinos para los que más agua se utiliza son el doméstico y el comercial-industrial, ya que entre ambos suponen cerca de un 70% del total.

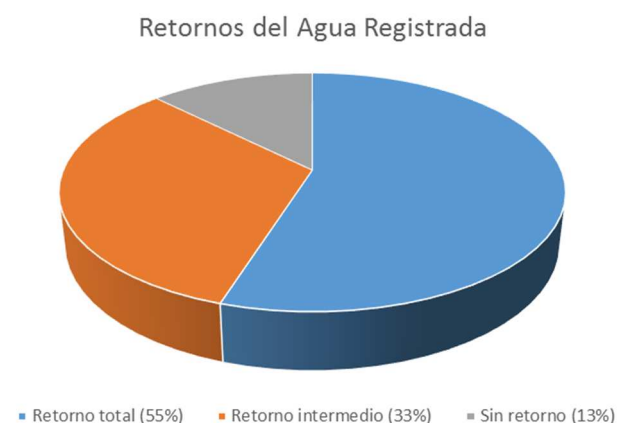


Figura 6: Agua Registrada clasificada según su retorno (MCP, 2015)

alcanzó el 10,5% de las aguas grises depuradas en 2013, mientras que en la Comunidad Foral de Navarra fue nula (INE, 2015).

El elevado coste energético del bombeo (que supone una considerable Huella Hídrica en concepto de energía tal y como se ha visto en apartados anteriores) implica que este uso debería ser en zonas situadas aguas abajo.

Por otro lado, según el informe sobre la calidad del río Arga presentado por NILSA (2011) deduce de sus simulaciones que una reducción o la eliminación del caudal vertido por la EDAR Arazuri al cauce modificaría el caudal y la velocidad del río Arga aguas abajo. Eso implicaría un mayor tiempo de recorrido del flujo y con ello una importante disminución de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en ciertos puntos de remanso.

3.4.2. HUELLA HÍDRICA DE CADA PRODUCTO SEGÚN SU VALOR ECONÓMICO

Para asignar la parte correspondiente de la Huella Hídrica Total a cada producto Hoekstra et al (2011) propone la siguiente fórmula:

$$HH_{prod,p} = \frac{E_p}{\sum_p E_p} * \frac{HH_{Total}}{P_p}$$

Donde:

- $HH_{prod,p}$: Huella Hídrica del producto (volumen/unidad de producto)
- E_p : valor económico total del producto p (unidades monetarias/tiempo)
- $\sum_p E_p$: valor económico total del conjunto de todos los productos (unidades monetarias/tiempo)
- HH_{Total} : Huella Hídrica Total de la organización (volumen/tiempo)
- P_p : volumen de producción del producto p (unidades de producto/tiempo)

Los productos considerados para el Ciclo Integral del Agua y sus características son las que se muestran en la Tabla 22. En las operaciones de la EDAR de Arazuri también se producen lodos con aplicaciones agrícolas que no se han tenido en cuenta aquí porque son suministrados de forma gratuita (MCP, 2016g).

Tabla 22: datos de los productos vendidos por el Ciclo Integral del Agua

| PRODUCTO | | CANTIDAD PRODUCIDA (2014) | VALOR ECONÓMICO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|--------------|----------|--|--|------------------------|
| Agua | | 25.586.670 m ³ ⁽¹⁾ | 0,988123 €/m ³ ⁽²⁾ | 25.282.777,12 € |
| Energía | | 24.581.391 kWh ⁽³⁾ | 0,124985 €/kWh ⁽⁴⁾ | 3.072.305,15 € |
| Compost | Ensacado | 15.607 sacos ⁽⁵⁾ | 2 €/saco ⁽⁶⁾ | 31.214,00 € |
| Arazuri | A Granel | 5.586 m ³ ⁽⁷⁾ | 18,7 €/m ³ ⁽⁶⁾ | 104.454,27 € |
| TOTAL | | | | 28.490.750,55 € |

⁽¹⁾: (MCP, 2015) Se toma el volumen registrado, que será el que paguen los clientes.

⁽²⁾: Dato obtenido dividiendo la cifra de negocios del Ciclo Integral del Agua (incluye abastecimiento, saneamiento y acometidas) obtenida de (MCP/SCPSA, 2015) entre el volumen de agua consumido por los clientes ⁽¹⁾. Se disponen de datos más específicos del precio del agua de la MCP (MCP/SCPSA, 2015) que incluyen el tipo de uso y de instalaciones, pero a efectos de este trabajo se ha preferido contar con datos medios que faciliten la comparación con los otros productos de la Tabla 22.

⁽³⁾: (MCP/SCPSA, 2014). Se toma la energía inyectada a la red

⁽⁴⁾: (FACUA, 2014). Precio sin IVA.

⁽⁵⁾: (MCP, 2015).

⁽⁶⁾: (MCP, 2016c)

⁽⁷⁾: (MCP, 2015). Compost producido – compost vendido ensacado

Teniendo en cuenta que la Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua fue de 5.790.817 m³ en el año 2014 y aplicando la fórmula expuesta al principio de este apartado se obtienen los siguientes valores de **Huella Hídrica para cada producto**:

- **Agua: 0,200838495 m³/m³ de agua.**
- **Energía: 0,025403517 m³/kWh**
- **Compost ensacado: 0,406505051 m³/saco**
- **Compost Arazuri a granel: 3,800822225 m³/m³ de compost**

4. CONCLUSIONES

-El valor final de la Huella Hídrica del Ciclo Integral del Agua de la Mancomunidad de la comarca de Pamplona fue de **5.790.817 m³** en el año 2014. La práctica totalidad de este volumen (5.785.196,46 m³ o un 99,9%) corresponden a la Huella Hídrica Azul mientras que el 0,01 % restante se reparte a partes iguales entre la Huella Hídrica Verde y Gris de la Cadena de Suministro. Este valor no incluye la posible Huella Hídrica Gris de las aguas residuales vertidas al río Arga.

-Más de un 60% de la Huella Hídrica Total corresponde al Agua No Registrada en la Red de Abastecimiento. Sería apropiado profundizar en la caracterización del Agua No Registrada para conocer mejor el volumen de Pérdidas Reales e invertir en sistemas de detección de fugas con el fin de reducir la Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua.

-La mayor parte de la Huella Hídrica Total del Ciclo Integral del Agua puede clasificarse como Operacional. Esta organización emplea un reducido volumen de suministros ya que su producto principal es el agua en sí y el resto de productos se basan principalmente en la valorización de residuos generados y en la producción de energía aprovechando la energía potencial de sus Fuentes de Suministro. Por otro lado, al ser la Huella Hídrica un indicador relativamente nuevo todavía no se dispone de datos suficientes para estimar correctamente la Huella Hídrica de la Cadena de Suministro. De disponer de estos datos su peso sobre la Huella Hídrica total sería probablemente mayor.

-Conviene profundizar en el cálculo de la Huella Hídrica Gris para ampliar el resultado obtenido en este trabajo y evaluar en mayor profundidad los impactos sobre la calidad del río Arga. Las líneas de investigación deberían estar centradas en la medida de caudales de alivios y en la calidad de los mismos y de los efluentes de la EDAR de Arazuri. Las concentraciones de oxígeno disuelto y de clorofila A son las variables que condicionan de forma más crítica a la calidad del río y, por lo tanto, las de objeto preferente de estudio.

-No obstante a lo anterior, no parece que la EDAR de Arazuri sea la causante de que los parámetros de calidad de las aguas del río Arga no sean los deseados en ciertos puntos, el origen parece estar más en la carga contaminante traída por el río Arakil y en el estancamiento de las aguas en los remansos de los azudes. Esto es especialmente cierto desde la puesta en marcha del tratamiento secundario en la EDAR, que mejoró sensiblemente los parámetros de calidad del cauce.

-Es destacable la generación de energía mediante el aprovechamiento del biogás de los digestores de la EDAR de Arazuri. Se ha estimado que el ahorro de energía eléctrica que se consigue implica una reducción de la Huella Hídrica de más de 110.000 m³.

-La reutilización de aguas grises tratadas es posible para el riego de campos agrícolas y de zonas ajardinadas, pero habría que estudiar el coste energético del mismo, así como el posible impacto de disminuir el caudal del río Arga al retirar parte del aporte de efluentes de la EDAR de Arazuri.

-El consumo del agua suministrada por el Ciclo Integral del Agua implica un gasto adicional de en torno a un 20%. Dicho de otro modo, por cada 10 litros de agua que salen del grifo de los hogares, más de 2 litros de agua son consumidos en concepto de pérdidas, evaporación en los embalses o tratamientos de potabilización y depuración.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 2000/60/CE. (2000). *Directiva Marco del Agua*.
- AEAS. (2014). *Control del agua no registrada. Metodología para una correcta implementación*.
- AENOR. (2006). *UNE-EN ISO 14044. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices*. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2015). *UNE-ISO 14046. Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices*. Madrid: AENOR.
- Allan, J. A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. En ODA, *Priorities for water resources allocation and management* (págs. 13-26). Londres: ODA.
- Allan, J. A. (1994). Overall perspectives on countries and regions. En P. Rogers, & P. Lydon, *Water in the Arab World: perspectives and prognoses* (págs. 65-100). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Brinquis Crespo, R. (2012). *Itoiz 2012. Un análisis económico*. Pamplona.
- Cadena, E., Colón, J., Artola, A., Sánchez, A., & Font, X. (2009). Environmental impact of two aerobic composting technologies using life cycle assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14, 401-410.
- CEE. (1991). *Directiva 91/271/CEE. Sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. Manual de interpretación y elaboración de informes*.
- Comisión Europea. (27 de Junio de 2016). *European Platform on Life Cycle Assessment*. Recuperado el 27 de junio de European Commission JOINT RESEARCH CENTRE.: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>
- Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2001). *Estudio agroclimático de Navarra*. Gobierno de Navarra.
- Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. (2015). *Superficies, Producciones y Rendimientos Agrícolas*. Gobierno de Navarra.
- Díaz Alcaide, S., Martínez Santos, P., Willaarts, B., Hernández Moreno, E., & Llamas Madurga, M. R. (2015). *HUELLA HÍDRICA Y AGUA VIRTUAL EN CANTABRIA*. F.C.C. Aqualia / Fundación Botín.
- Eugi. (27 de Junio de 2016). *Eugi*. Recuperado el 27 de junio de El embalse de Eugi.: <http://www.eugi.es/es/que-ver/el-pantano-de-eugi.html>
- FACUA. (2014). *Estudio comparativo sobre suministro eléctrico en diez países de Europa*.
- Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A. Y., & van der Meer, T. H. (2009). The water footprint of bioenergy. *PNAS vol.106 no.25*, 10219-10223.

- Gobierno de Navarra. (2015). *Balance Energético de Navarra 2014*.
- Hardy, L., & Garrido, A. (2010). *Papeles de Agua Virtual, número 6. Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España*. Madrid: Fundación Botín.
- Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water: An introduction. En A. Y. Hoekstra, *Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade* (págs. 13-23). Delft: IHE.
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2008). *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2009). *Water Footprint Manual: State of the Art 2009*. Enschede: Water Footprint Network.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard*. Londres, Washington DC: Earthscan.
- INE. (2015). *Encuesta sobre el Suministro y Saneamiento del Agua. Año 2013*. Instituto Nacional de Estadística.
- Jefferies, D., Muñoz, I., Hodges, J., King, V. J., Aldaya, M., Ercin, A. E., . . . Hoekstra, A. Y. (2012). Water Footprint and Life Cycle Assessment as approaches to assess potential impacts of products on water consumption. Key learning points from pilot studies on tea and margarine. *Journal of Cleaner Production*, 155-166.
- Kornelíusdóttir, A. M. (2014). *A cradle-to-gate life cycle assessment of primary aluminium production at Norðurál*. Reykjavik: Faculty of Industrial Engineering, Mechanical Engineering and Computer Science. School of Engineering and Natural Sciences. University of Iceland.
- López Moreno, J. I. (2008). Estimación de Pérdidas de Agua por Evaporación en Embalses del Pirineo. En Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, *Cuadernos de Investigación Geográfica, N°34* (págs. 61-81). Universidad de La Rioja.
- MCP. (2009). *Memoria 2008*. Obtenido de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.: <http://www.mcp.es/sites/default/files/memorias/memoria2008/index.html>
- MCP. (2010). *Memoria 2009*. Obtenido de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.: <http://www.mcp.es/sites/default/files/memorias/memoria2009/index.html>
- MCP. (2015). *Memoria 2014*. Obtenido de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.: <http://www.mcp.es/sites/default/files/memorias/memoria2014/index.htm>
- MCP. (27 de Junio de 2016a). *Arazuri. Saneamiento y depuración de aguas residuales. Hondakin-urak saneatu eta araztea*. Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: http://www.mcp.es/sites/default/files/documentos/estacion_depuradora_aguas_residuales_arazuri.pdf

- MCP. (27 de Junio de 2016b). *Arteta - Eguíllor. Manantial de Arteta y Estación de Tratamiento de Eguíllor. Artetako iturburua eta Egillorko Tratamendu Planta*. Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: http://www.mcp.es/sites/default/files/documentos/estacion_tratamiento_agua_egillor_2012.pdf
- MCP. (27 de Junio de 2016c). *Comprar Compost Arazuri*. Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: <http://www.mcp.es/agua/comprar-compost-arazuri>
- MCP. (27 de Junio de 2016d). *Eugi - Urtasun. Embalse de Eugi y Planta de Tratamiento de Urtasun. Eugiko Urtegia eta Urtasungo Tratamendu Planta*. Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: http://www.mcp.es/sites/default/files/documentos/embalse_eugi_y_estacion_tratamiento_agua_potable_urtasun_bilingue.pdf
- MCP. (27 de Junio de 2016e). *Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea*. Recuperado el 27 de junio de <http://www.mcp.es/>
- MCP. (27 de Junio de 2016f). *Tiebas. Estación de Tratamiento de Agua Potable de Tiebas. Tiebasko Edateko Uren Araztegia*. Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: http://www.mcp.es/sites/default/files/documentos/estacion_tratamiento_agua_potable_tiebas_bilingue.pdf
- MCP. (27 de Junio de 2016g). *¿Qué hacer si quiero aplicar lodos?* Recuperado el 27 de junio de Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Iruñerriko Mankomunitatea.: <http://www.mcp.es/agua/que-hacer-si-quiero-aplicar-lodos>
- MCP/SCPSA. (2014). *Balance Energético y Huella de Carbono de MCP SCPSA*.
- MCP/SCPSA. (2015). *Ordenanza reguladora de los precios por suministro de agua, alcantarillado, saneamiento, depuración y demás servicios y actividades prestados en relación con el Ciclo Integral del Agua. 2015-2016*. Pamplona: Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The water footprint of electricity from hydropower. En *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. Copernicus Publications.
- Mekonnen, M. M., Gerbens-Leenes, P. W., & Hoekstra, A. Y. (2015). The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. *Environmental Science. Water Research & Technology. Volume 1. Number 3*, 255-396.
- NILSA. (2011). *Estudio de modelización del impacto de los vertidos de la EDAR de Arazuri en el Río Arga. DOCUMENTO DE SÍNTESIS*. IH Cantabria.

- SITNA. (29 de Junio de 2016). *Sistema de Información Territorial de Navarra*. Recuperado el 29 de junio de <http://sitna.navarra.es/navegar/>
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. Gabriola Island, B.C., Canada: New Society Publishers.
- Wyness, A. J. (2011). Water Footprinting: A Tool to Develop and Manage Water Stewardship for Business. En A. T. Atimtay, & S. K. Sikdar, *Security of Industrial Water Supply and Management. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security* (págs. 69-82). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

ANEXOS

ANEXO I. PROCESOS DE LAS ETAP Y DE LA EDAR ARAZURI

ANEXO II. CONSUMOS DE ENERGÍA

ANEXO III. HUELLA HÍDRICA DE LA ENERGÍA

III.1. HUELLA HÍDRICA DE UN kWh DE ELECTRICIDAD EN NAVARRA (2014)

ANEXO IV. CÁLCULOS PARA LA HUELLA HÍDRICA DE LA ENERGÍA DE CADA UNIDAD

ANEXO V: HUELLA HÍDRICA DE LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LAS ETAP

ANEXO VI. CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO ARGÁ

ANEXO VII. VOLÚMENES Y CAUDALES PRODUCIDOS POR LAS ETAP Y DEPURADOS EN LA EDAR ARAZURI DIARIAMENTE. PLUVIOMETRÍA DIARIA.

ANEXO VIII. USO FINAL DEL AGUA

ANEXO I. PROCESOS DE LAS ETAP Y DE LA EDAR ARAZURI

En las siguientes páginas de este anexo se muestran los esquemas de funcionamiento tanto de la EDAR de Arazuri como de las ETAP de Egillor, Urtasun y Tiebas.

Los cuatro esquemas son los publicados por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona en la documentación explicativa de cada una de las plantas:

- I.1. EDAR Arazuri, Figura 8 (MCP, 2016a)
- I.2. ETAP Egillor, Figura 9 (MCP, 2016b)
- I.3. ETAP Urtasun, Figura 10 (MCP, 2016d)
- I.4. ETAP Tiebas, Figura 11: (MCP, 2016f)

I.1. EDAR ARAZURI

AGUA: Efluentes al Arga.

GAS/ENERGÍA

BIOSÓLIDOS
(lodos y compost)

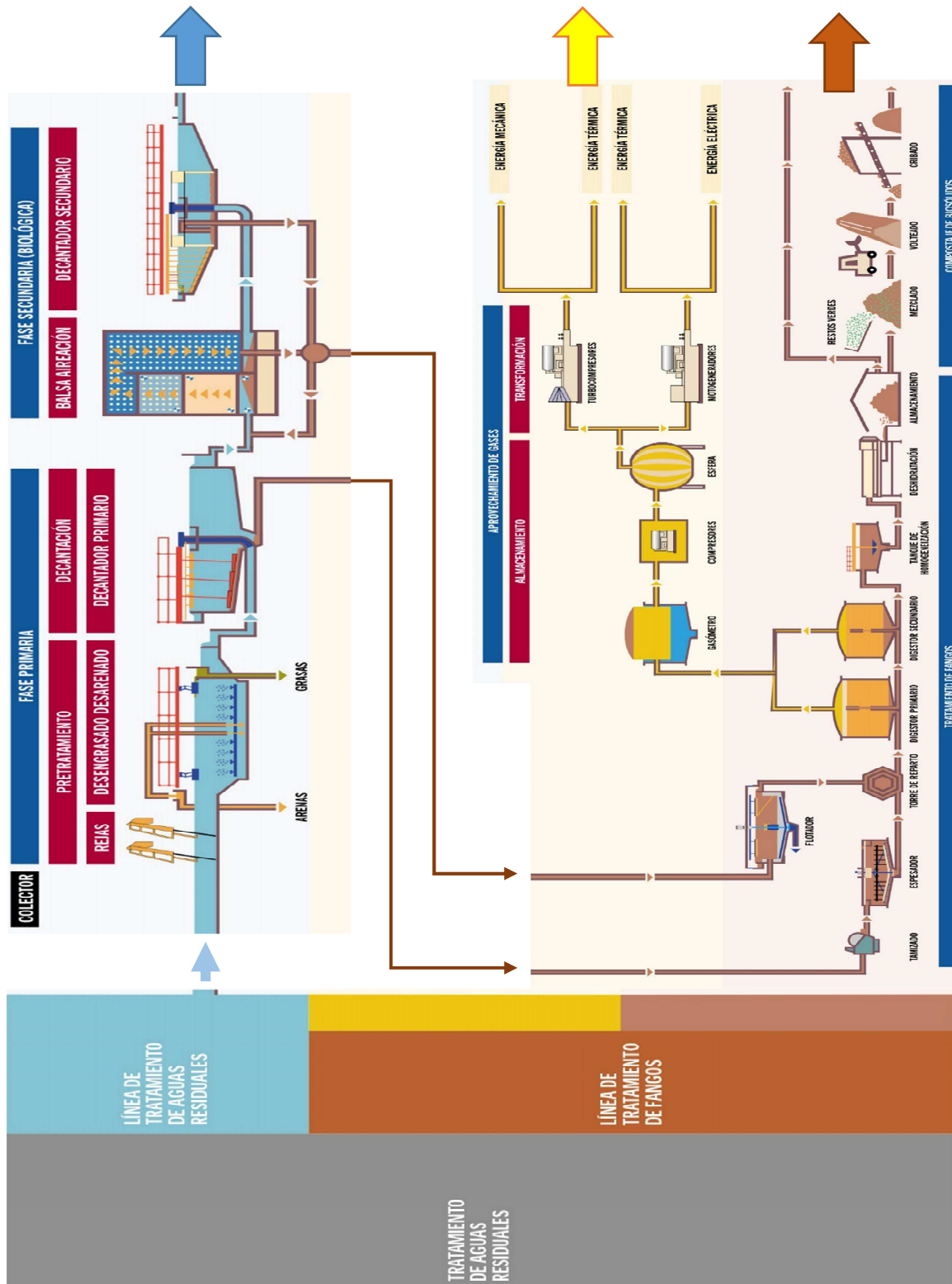


Figura 7: esquema de funcionamiento de la EDAR Arazuri (MCP, 2016a)

I.2. ETAP EGILLOR

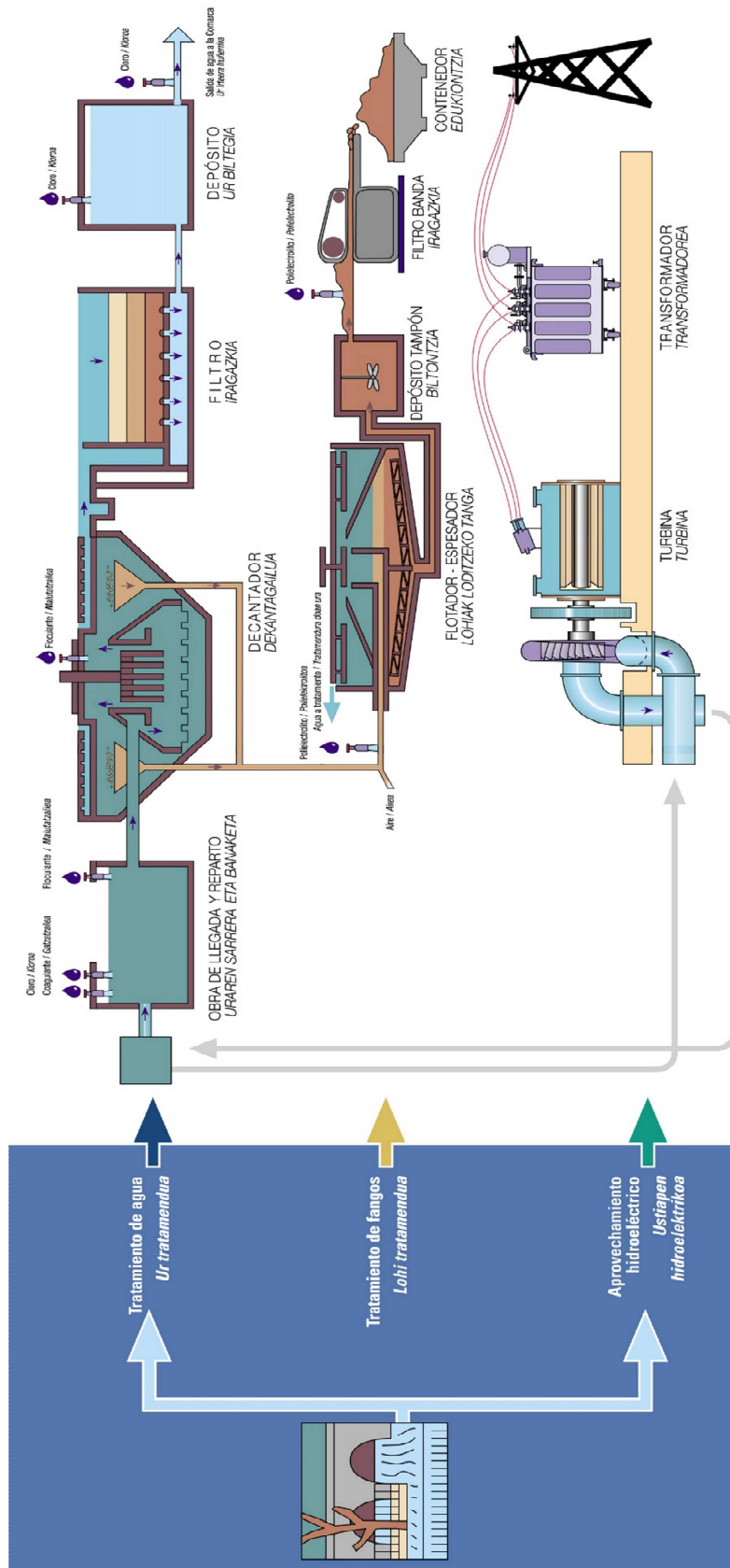


Figura 8: esquema de funcionamiento de la ETAP Egillor (MCP, 2016b)

I.3. ETAP URTASUN

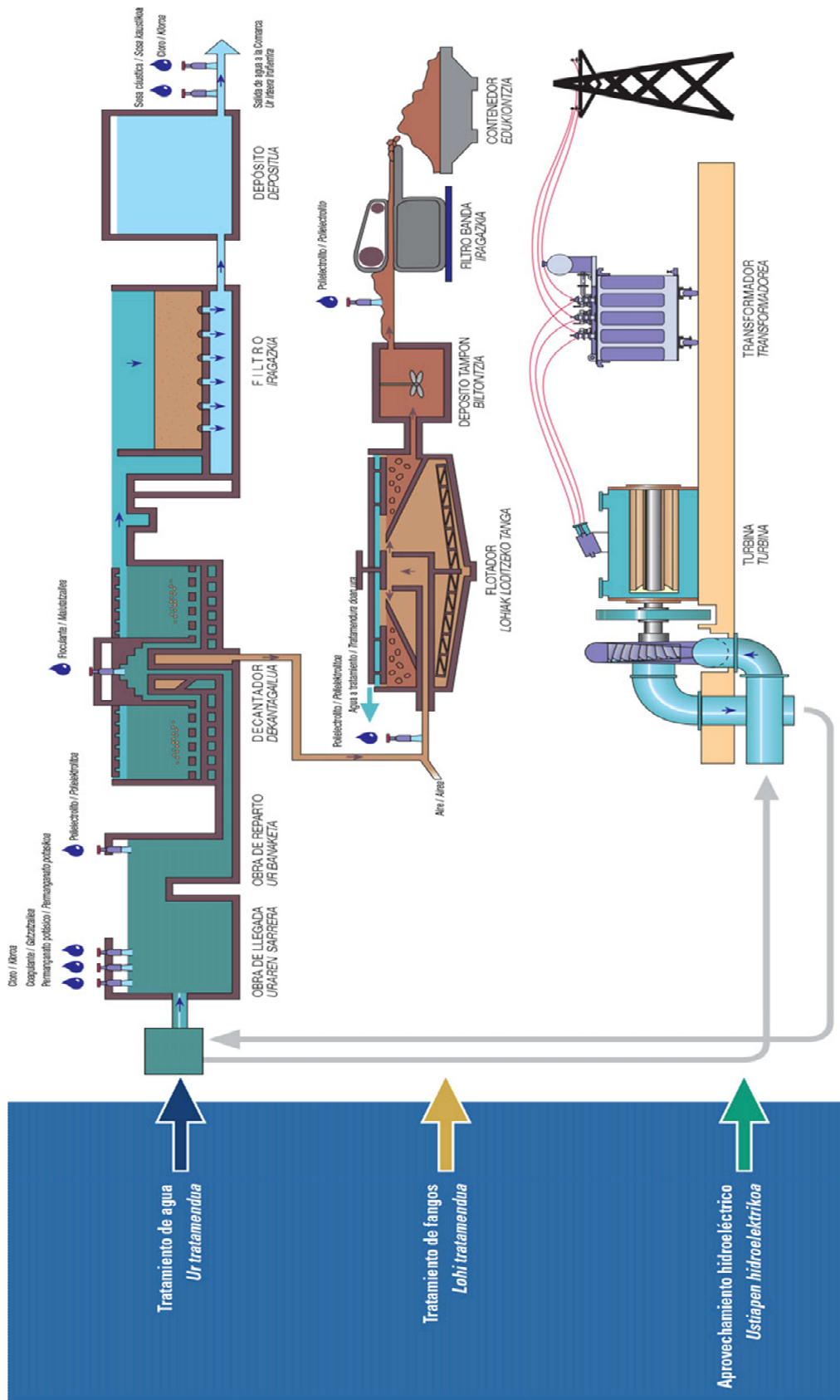


Figura 9: esquema de funcionamiento de la ETAP Urtasun (MCP, 2016d)

I.4. ETAP TIEBAS

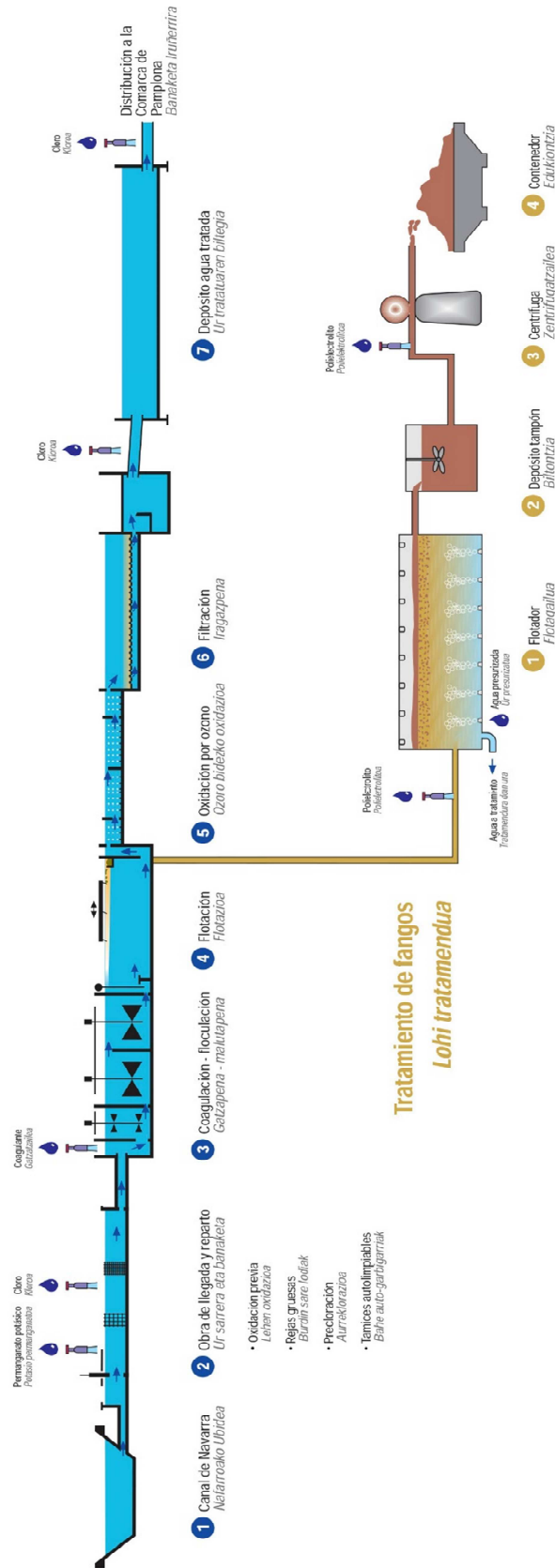


Figura 10: esquema de funcionamiento de la ETAP Tiebas (MCP, 2016f)

ANEXO II: CONSUMOS DE ENERGÍA (MCP/SCPSA, 2014)

| UNIDAD | INSTALACIÓN | ENERGÍA COMPRADA CONSUMIDA | | | | | | | | | | | | | Energía Generada Consumida |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|-----|-----------|------------|-----------|-----|-----------|-------------|-----------------|-----|-------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| | | Gasolina | | Gasóleo A | | Gasóleo B | | Gasóleo C | | Gas Natural | | Gas Propano | | Energía Eléctrica | |
| | | l | kWh | l | kWh | l | kWh | l | kWh | Nm ³ | kWh | l | kWh | kWh | |
| CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | CH Eugi | | | 5 l | 49 kWh | | | | | | | | | 41 kWh | |
| | CH Urtasun | | | 5 l | 49 kWh | | | | | | | | | 26.519 kWh | 451.531 kWh |
| | CH Egillor | | | 4 l | 39 kWh | | | | | | | | | 48.767 kWh | |
| TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | ETAP Egillor | | | 1.473 l | 14.468 kWh | | | 20.333 l | 215.992 kWh | | | | | 461.711 kWh | |
| | ETAP Urtasun | | | 814 l | 7.995 kWh | | | 16.791 l | 178.366 kWh | | | | | | |
| | ETAP Tiebas | | | 711 l | 6.984 kWh | | | | | | | 1.500 l | 9.954 kWh | 464.622 kWh | |

| UNIDAD | INSTALACIÓN | ENERGÍA COMPRADA CONSUMIDA | | | | | | | | | | | | | Energía Generada Consumida |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|------------|-----------|---------------|-----------|------------|-----------|-----|------------------------|-------------|-------------|-----|-------------------|----------------------------|
| | | Gasolina | | Gasóleo A | | Gasóleo B | | Gasóleo C | | Gas Natural | | Gas Propano | | Energía Eléctrica | |
| | | l | kWh | l | kWh | l | kWh | l | kWh | Nm ³ | kWh | l | kWh | kWh | |
| RED DE ABASTECIMIENTO | Estaciones de Bombeo | | | | | | | | | | | | | 1.226.969 kWh | |
| | Grupos de Presión | | | | | | | | | | | | | 8.318 kWh | |
| | Nudos | | | | | | | | | | | | | 3.476 kWh | |
| | Cloración Ostiz | | | | | | | | | | | | | 4.911 kWh | |
| | Mantenimiento de redes | 1.695 l | 15.242 kWh | 132.851 l | 1.304.887 kWh | 3.029 l | 29.751 kWh | | | 37.431 Nm ³ | 477.142 kWh | | | 129.747 kWh | |
| | Contadores domiciliarios | | | 9.000 l | 88.399 kWh | | | | | | | | | 3.905 kWh | |

| UNIDAD | INSTALACIÓN | ENERGÍA COMPRADA CONSUMIDA | | | | | | | | | | | | | Energía Generada Consumida |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----|-----------------|-----|-------------|-----|-------------------|----------------------------|
| | | Gasolina | | Gasóleo A | | Gasóleo B | | Gasóleo C | | Gas Natural | | Gas Propano | | Energía Eléctrica | |
| | | l | kWh | l | kWh | l | kWh | l | kWh | Nm ³ | kWh | l | kWh | kWh | |
| RED DE SANEAMIENTO | Colectores Saneamiento | | | | | | | | | | | | | 442 kWh | |
| | Tanques de Tormenta | | | | | | | | | | | | | 3.227 kWh | |
| | Bombes y Sifones de agua | | | | | | | | | | | | | 106.260 kWh | |
| DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES | EDAR Arazuri | | | 4.469 l | 43.895 kWh | | | | | | | | | 4.236.059 kWh | 14.600.194 kWh |
| | Gestión lodos EDAR | | | 52.000 l | 510.754 kWh | 41.577 l | 408.377 kWh | | | | | | | | |
| | Otras EDAR | | | | | | | | | | | | | 13.742 kWh | |
| | Fosas sépticas | | | | | | | | | | | | | 2.370 kWh | |

| Factores de conversión volumen-energía (Fuente: MCP/SCPSA, 2014) | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------|-----------------|
| Gasolina | Gasóleo A | Gasóleo B | Gasóleo C | Gas Natural | Gas Propano |
| 8,992 kWh/litro | 9,822 kWh/litro | 9,822 kWh/litro | 10,623 kWh/litro | 12,747 kWh/Nm ³ | 6,636 kWh/litro |

ANEXO III. HUELLA HÍDRICA DE LA ENERGÍA

Para el cálculo de la Huella Hídrica asociada al consumo de combustibles y energía eléctrica se han tomado los datos medios presentados por Hardy y Garrido (2010) tal y como se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23: Huella Hídrica por kWh de energía para diferentes fuentes de suministro (Hardy y Garrido, 2010)

| | m3/GWh | m3/kWh |
|---------------------|--------|-----------------|
| Carbón | 1552 | 0,001552 |
| Petróleo | 1216 | 0,001216 |
| Gas Natural | 684 | 0,000684 |
| Nuclear | 1569 | 0,001569 |
| Hidroeléctrico | 40814 | 0,040814 |
| Biomasa | 1552 | 0,001552 |
| Residuos | 800 | 0,0008 |
| Solar Termoléctrico | 309 | 0,000309 |
| Geotérmica | 5180 | 0,00518 |

En la Tabla 24, y a efectos comparativos, se presentan los datos propuestos por el estudio de Mekonnen et al. (2015). La Huella Hídrica de la energía eólica será tomada de este trabajo por no estar presente entre los datos ofrecidos por Hardy y Garrido (2010).

Tabla 24: Huella Hídrica por kWh de energía para diferentes fuentes de suministro (Mekonnen et al., 2015)

| | Operación m ³ /TJ | Construcción m ³ /TJ | Combustible m ³ /TJ | TOTAL m ³ /TJ | TOTAL m3/kWh |
|------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Carbón y lignina | 440 | 1,1 | 54 | 495,1 | 0,001782 |
| Petróleo | 440 | 1,1 | 55 | 496,1 | 0,001786 |
| Gas Natural | 240 | 1,1 | 6 | 247,1 | 0,00089 |
| Nuclear | 610 | 0,3 | 68 | 678,3 | 0,002442 |
| Hidroeléctrico | 15100 | 0,3 | 0 | 15100,3 | 0,054361 |
| Biomasa | 400 | 0,4 | 156000 | 156400,4 | 0,563041 |
| Solar | 50 | 90 | 0 | 140 | 0,000504 |
| Geotérmica | 340 | 2,1 | 0 | 342,1 | 0,001232 |
| Eólica | 0,2 | 1,1 | 0 | 1,3 | 4,68*10⁻⁶ |

Se ha decidido tomar como referencia los datos del estudio de Hardy y Garrido (2010) por estar tomados en España, mientras que el de Mekonnen et al. (2015) aporta datos medios globales.

En la Tabla 24 puede verse que la práctica totalidad (más de un 99,7%) de la Huella Hídrica de la biomasa viene dada por la generación del propio combustible que, al tratarse de crecimiento de plantas, se considerará azul y verde. Como se indica en Mekonnen et al. (2015), esta será la única la única fuente de energía que contará con una parte de Huella Hídrica Verde, siendo el resto Azul.

Se ha estimado el peso que tendrá la componente verde de la Huella Hídrica de la biomasa. Ya que no se ha podido conocer la precedencia ni la composición del combustible empleado en Navarra para la generación de energía a partir de biomasa se ha decidido estimar la media a partir de los datos ofrecidos por Gerbens-Leenes et al. (2009) para los cultivos usados para la generación de electricidad para los que dan datos y pueden encontrarse en Navarra (Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2015).

- Remolacha azucarera:
 - Huella Hídrica Azul: 27 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 19 m³/GJ
- Maíz:
 - Huella Hídrica Azul: 20 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 30 m³/GJ
- Cebada:
 - Huella Hídrica Azul: 39 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 31 m³/GJ
- Centeno:
 - Huella Hídrica Azul: 36 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 42 m³/GJ
- Arroz:
 - Huella Hídrica Azul: 31 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 54 m³/GJ
- Trigo:
 - Huella Hídrica Azul: 54 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 39 m³/GJ
- Patata:
 - Huella Hídrica Azul: 47 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 58 m³/GJ
- Soja:
 - Huella Hídrica Azul: 95 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 78 m³/GJ
- Colza:
 - Huella Hídrica Azul: 229 m³/GJ
 - Huella Hídrica Verde: 154 m³/GJ

Al calcular la media se obtiene que la Huella Hídrica Azul tiene un peso del 53,37% (64,22 m³/GJ) sobre la Huella Hídrica de la biomasa, mientras que la verde asciende a un 46,63% (56,11 m³/GJ).

III.1. HUELLA HÍDRICA DE UN kWh DE ELECTRICIDAD EN NAVARRA (2014)

Para el cálculo de la Huella Hídrica de un kWh producido en Navarra en el año 2014 se han tomado los datos del parque de generación eléctrica de Navarra del Balance Energético de Navarra (Gobierno de Navarra, 2015) y se ha calculado el peso relativo de cada fuente sobre la generación total tal y como puede verse en la Tabla 25.

Tabla 25: Parque de Generación Eléctrica de Navarra en 2014 (Gobierno de Navarra, 2015)

| | Producción (MWh) | Peso relativo % |
|---------------------------------|------------------|-----------------|
| Ciclos Combinados (Gas Natural) | 390.061 | 8,06 |
| Cogeneraciones (Gas Natural) | 756.148 | 15,62 |
| Cogeneración gasóleo | 17 | 0,00 |
| Biomasa | 261.450 | 5,40 |
| Biogás | 44.793 | 0,93 |
| Hidráulica (>10MW) | 127.000 | 2,62 |
| Minihidráulica (<10MW) | 537.000 | 11,10 |
| Eólica | 2.425.167 | 50,11 |
| Solar FV | 298.199 | 6,16 |
| TOTAL | 4.839.836 | 100 |

En la Tabla 26 se muestran los cálculos llevados a cabo para obtener qué Huella Hídrica tenía un kWh de energía eléctrica en Navarra durante el año 2014.

Para ello se han dividido los valores porcentuales entre 100, de modo que se han obtenido la parte proporcional que cada fuente de energía tiene sobre un kWh de energía generado.

En la tercera columna, esa parte proporcional se ha multiplicado por la Huella Hídrica (en m^3/kWh) de cada una de las fuentes según los datos presentados en el primer punto de este Anexo. Sumando los valores obtenidos se halla el resultado buscado.

Tabla 26: Cálculo de la Huella Hídrica de un kWh producido en Navarra en 2014 (m³)

| | Peso sobre un kWh | HH de cada fuente (m ³ /kWh) | HH para 1 kWh de electricidad (m ³) |
|------------------------|-------------------|---|---|
| Ciclos Combinados (GN) | 0,080593847 | 0,000684 ⁽¹⁾ | 5,51262E-05 |
| Cogeneraciones GN | 0,15623422 | 0,000684 ⁽¹⁾ | 0,000106864 |
| Cogeneración gasóleo | 3,51252E-06 | 0,001216 ⁽¹⁾ | 4,27122E-09 |
| Biomasa | 0,054020425 | 0,001552 ⁽¹⁾ | 8,38397E-05 |
| Biogás | 0,009255066 | 0,0008 ⁽¹⁾ | 7,40405E-06 |
| Hidráulica (>10MW) | 0,026240559 | 0,040814 ⁽¹⁾ | 0,001070982 |
| Minihidráulica (<10MW) | 0,110954173 | 0,040814 ⁽¹⁾ | 0,004528484 |
| Solar FV | 0,061613451 | 0,000309 ⁽¹⁾ | 1,90386E-05 |
| Eólica | 0,501084541 | 4,68E-06 ⁽²⁾ | 2,34508E-06 |
| TOTAL | | | 0,005874088 m³ |

⁽¹⁾: (Hardy y Garrido, 2010)

⁽²⁾: (Mekonnen et al., 2015)

Como se ha visto en el primer punto de este Anexo, la Huella Hídrica de todas las fuentes se considerará Azul, con la excepción de la biomasa, que tendrá parte de verde.

El peso de la biomasa sobre el total de energía generada en Navarra en 2014 fue del 1,43% de la que un 53,37% contabilizará como Huella Hídrica Azul. Un 46,63% como Huella Hídrica Verde lo que supondrá un 0,67% del total de la energía eléctrica generada.

La Huella Hídrica de cada kWh generado en Navarra queda así:

**Huella Hídrica de cada kWh de energía eléctrica generada en Navarra en 2014:
0,005874088 m³/kWh**

Huella Hídrica Azul: 0,005835 m³/kWh (99,33%)

Huella Hídrica Verde: 3,93564*10⁻⁷ m³/kWh (0,67%)

ANEXO IV. CÁLCULOS PARA LA HUELLA HÍDRICA DE LA ENERGÍA DE CADA UNIDAD

Para hallar la Huella Hídrica de la energía empleada por cada unidad se ha multiplicado su consumo de combustible y de energía eléctrica (ver Anexo II) por sus respectivas Huellas Hídricas.

El resultado correspondiente a la Huella Hídrica Azul que se muestra en las tablas corresponde a la suma de las Huellas Hídricas de todos los combustibles más el 98,57% de la Huella Hídrica de la energía eléctrica empleada.

La componente verde de la Huella Hídrica incluye únicamente el 1,43% del total de la energía eléctrica correspondiente a la biomasa tal y como se ha visto en el Anexo III.

Todos los resultados mostrados en las Tablas 27, 28, 29, 30 y 31 se han redondeado a su segundo decimal.

Los valores empleados para todas las fuentes, así como el procedimiento seguido para estimar el valor de la Huella Hídrica de la Energía Eléctrica en Navarra pueden consultarse en el Anexo III.

Tabla 27: Huella Hídrica de la energía empleada en las Centrales Hidroeléctricas

| CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Fuente | kWh | HH (m ³ /kWh) | HH total (m ³) | HH Azul (m ³) | HH Verde (m ³) |
| CH Eugi | Gasoleo A | 49 | 0,001216 | 0,06 | 0,30 | 0,00 |
| | Energía Eléctrica | 41 | 0,005874088 | 0,24 | | |
| CH Urtasun | Gasoleo A | 49 | 0,001216 | 0,06 | 154,79 | 1,04 |
| | Energía Eléctrica | 26.519 | 0,005874088 | 155,77 | | |
| CH Egillor | Gasoleo A | 39 | 0,001216 | 0,05 | 284,59 | 1,92 |
| | Energía Eléctrica | 48.767 | 0,005874088 | 286,46 | | |
| TOTAL | | | | | 439,68 | 2,96 |

Tabla 28: Huella Hídrica de la energía empleada en las ETAP

| TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|---------|-------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Fuente | kWh | HH (m3/kWh) | HH total (m3) | HH Azul (m3) | HH Verde (m3) |
| ETAP Egillor | Gasóleo A | 14.468 | 0,001216 | 17,59 | 2.974,2 | 18,17 |
| | Gasóleo C | 215.992 | 0,001216 | 262,65 | | |
| | Energía Eléctrica | 461.711 | 0,005874088 | 2.712,13 | | |
| ETAP Urtasun | Gasóleo A | 7.995 | 0,001216 | 9,72 | 226,61 | 0,00 |
| | Gasóleo C | 178.366 | 0,001216 | 216,89 | | |
| ETAP Tiebas | Gasóleo A | 6.984 | 0,001216 | 8,49 | 2.726,25 | 18,29 |
| | Gas Propano | 9.954 | 0,000684 | 6,81 | | |
| | Energía Eléctrica | 464.622 | 0,005874088 | 2.729,23 | | |
| TOTAL | | | | | 5.927,06 | 36,46 |

Tabla 29: Huella Hídrica de la energía empleada en la Red de Abastecimiento

| RED DE ABASTECIMIENTO | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------|-------------|---------------|------------------|---------------|
| | Fuente | kWh | HH (m3/kWh) | HH total (m3) | HH Azul (m3) | HH Verde (m3) |
| Estaciones de Bombeo y Depósitos | Energía Eléctrica | 1.226.969 | 0,005874088 | 7.207,32 | 7.159,03 | 48,29 |
| Grupos de presión | Energía Eléctrica | 8.318 | 0,005874088 | 48,86 | 48,53 | 0,33 |
| Nudos | Energía Eléctrica | 3.476 | 0,005874088 | 20,42 | 20,28 | 0,14 |
| Cloración Ostiz | Energía Eléctrica | 4.911 | 0,005874088 | 28,85 | 28,65 | 0,19 |
| Mantenimiento de redes | Gasolina | 15.242 | 0,001216 | 18,53 | 2.724,86 | 5,11 |
| | Gasóleo A | 1.304.887 | 0,001216 | 1.586,74 | | |
| | Gasóleo B | 29.751 | 0,001216 | 36,18 | | |
| | Gas Natural | 477.142 | 0,000684 | 326,37 | | |
| | Energía Eléctrica | 129.747 | 0,005874088 | 762,15 | | |
| Contadores domiciliarios | Gasóleo A | 88.399 | 0,001216 | 107,49 | 130,28 | 0,15 |
| | Energía Eléctrica | 3.905 | 0,005874088 | 22,94 | | |
| TOTAL | | | | | 10.111,64 | 54,21 |

Tabla 30: Huella Hídrica de la energía empleada en la Red de Saneamiento

| RED DE SANEAMIENTO | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Fuente | kWh | HH (m3/kWh) | HH total (m3) | HH Azul (m3) | HH Verde (m3) |
| Colectores Saneamiento | Energía Eléctrica | 442 | 0,005874088 | 2,60 | 2,58 | 0,02 |
| Tanques de Tormenta | Energía Eléctrica | 3.227 | 0,005874088 | 18,96 | 18,83 | 0,13 |
| Bombes y Sifones de agua | Energía Eléctrica | 106.260 | 0,005874088 | 624,18 | 620,00 | 4,18 |
| TOTAL | | | | | 641,41 | 4,33 |

Tabla 31: Huella Hídrica de la energía empleada en Depuración de Aguas Residuales

| DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Fuente | kWh | HH (m3/kWh) | HH total (m3) | HH Azul (m3) | HH Verde (m3) |
| EDAR Arazuri | Gasóleo A | 43.895 | 0,001216 | 53,38 | 24.769,64 | 166,72 |
| | Energía Eléctrica | 4.236.059 | 0,005874088 | 24.882,98 | | |
| Gestión lodos EDAR | Gasóleo A | 510.754 | 0,001216 | 621,08 | 1.117,66 | 0,00 |
| | Gasóleo B | 408.377 | 0,001216 | 496,59 | | |
| Otras EDAR | Energía Eléctrica | 13.742 | 0,005874088 | 80,72 | 80,18 | 0,54 |
| Fosas sépticas | Energía Eléctrica | 2.370 | 0,005874088 | 13,92 | 13,83 | 0,09 |
| TOTAL | | | | | 25.981,32 | 167,35 |

ANEXO V. HUELLA HÍDRICA DE LAS MATERIAS EMPLEADAS EN LAS ETAP

La Huella Hídrica por cada unidad de las materias empleadas en las ETAP será la que se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32: Huella Hídrica de cada materia prima consumida en las ETAP

| Materia | HH AZUL | HH VERDE | HH GRIS |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Polielectrolito | 0,051406 m ³ /kg * | | |
| Sosa cáustica | 2,57151 m ³ /kg | | |
| Cloro | 0,00443 m ³ /kg * | | |
| Policloruro de aluminio | 0,0355 m ³ /kg * | | |
| Almidón | 1,10133 m ³ /kg | 0,18433 m ³ /kg | 0,25367 m ³ /kg |

*Basadas en el Análisis del Ciclo de Vida

Al ser la Huella Hídrica un indicador relativamente nuevo, existe una carencia de datos para ciertos productos que, de cara a la elaboración del presente trabajo y a modo orientativo, se ha suplido acudiendo a los datos de consumo de agua obtenidos de sus Análisis del Ciclo de Vida.

A continuación se detallan las fuentes, cálculos y estimaciones realizadas para cada una de las materias:

- Polielectrolitos: es uno de los casos en los que se ha tenido que acudir a bases de datos de ACV. Al desconocer de qué tipo de polímeros en particular se trata, se han tomado datos de consumo de agua potable y de río para la fabricación de diferentes polímeros y se ha calculado la media. Como puede verse en la Tabla 33, el resultado ha sido de 51,4056 kg de agua/kg de polímero. Suponiendo una equivalencia para el agua de 1 kg = 1 litro se obtiene el resultado de 0,051406 m³/kg de polielectrolitos.

Tabla 33: consumo de agua en el Análisis del Ciclo de Vida de los polímeros (Comisión Europea, 2016)

| POLÍMERO | Agua (kg/kg) | Agua de río (kg/kg) | SUMA (kg/kg) |
|-------------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| ABS | 66,6451 | 48,9186 | 115,5637 |
| PET granulado, botellas | 58,6681 | 0,2343747 | 58,90247 |
| PET granulado, amorfo | 54,062 | 0,243592 | 54,30559 |
| S-PVC | 20,2907 | 36,0395 | 56,3302 |
| B-PVC | 20,8741 | 1,32838 | 22,20248 |
| PB | 17,785 | 0,427638 | 18,21264 |
| PP | 31,1191 | 3,20299 | 34,32209 |
| | | MEDIA | 51,4056 kg/kg |

- Sosa cáustica: su Huella Hídrica será de 2,57151 m³/kg (Wyness, 2011).
- Cloro: se ha tenido que acudir a la base de datos del Análisis del Ciclo de Vida. El consumo de agua para la elaboración de 1 kg de cloro será de 4,43028 kg o 0,00443 m³ (Comisión Europea, 2016).
- Policloruro de aluminio: en este caso también se ha tenido que acudir a datos de consumo de agua dados por el ACV, para la producción de aluminio en general. El resultado es de 0,0355 m³/kg (Kornelúsdóttir, 2014).
- Almidón: se dispone de la Huella Hídrica del almidón gracias al trabajo de Mekonnen y Hoekstra (2010). Para obtener los datos se ha calculado la media de las Huellas Hídricas del almidón de maíz, trigo y patata. En este caso se diferencian las componentes:
 - Huella Hídrica Azul: 1,10133 m³/kg
 - Huella Hídrica Verde: 0,18433 m³/kg
 - Huella Hídrica Gris: 0,25367 m³/kg

Puede verse que los valores de uso de agua obtenidos de bases de datos de Análisis de Ciclo de Vida tienen cierta antigüedad (todos datan en torno al año 2000) por lo que estos usos de agua no distinguen usos de agua consuntivos y no consuntivos.

Además, al no incluir todas las componentes que sí incluye el análisis de la Huella Hídrica (como puede ser la Huella Hídrica de la Cadena de Suministro), los datos basados en el Análisis del Ciclo de Vida arrojan resultados consideradamente más bajos que los primeros.

Se han aceptado estos datos debido a que ha sido imposible hallar cálculos de las Huellas Hídricas de estos productos.

ANEXO VI. CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO ARGÁ

En la Figura 12 se muestra la evolución de los parámetros de calidad de las aguas del río Argá. Las gráficas han sido obtenidas del “Estudio de Modelización del Impacto de los Vertidos de la EDAR de Arazuri en el Río Argá” (NILSA, 2011).

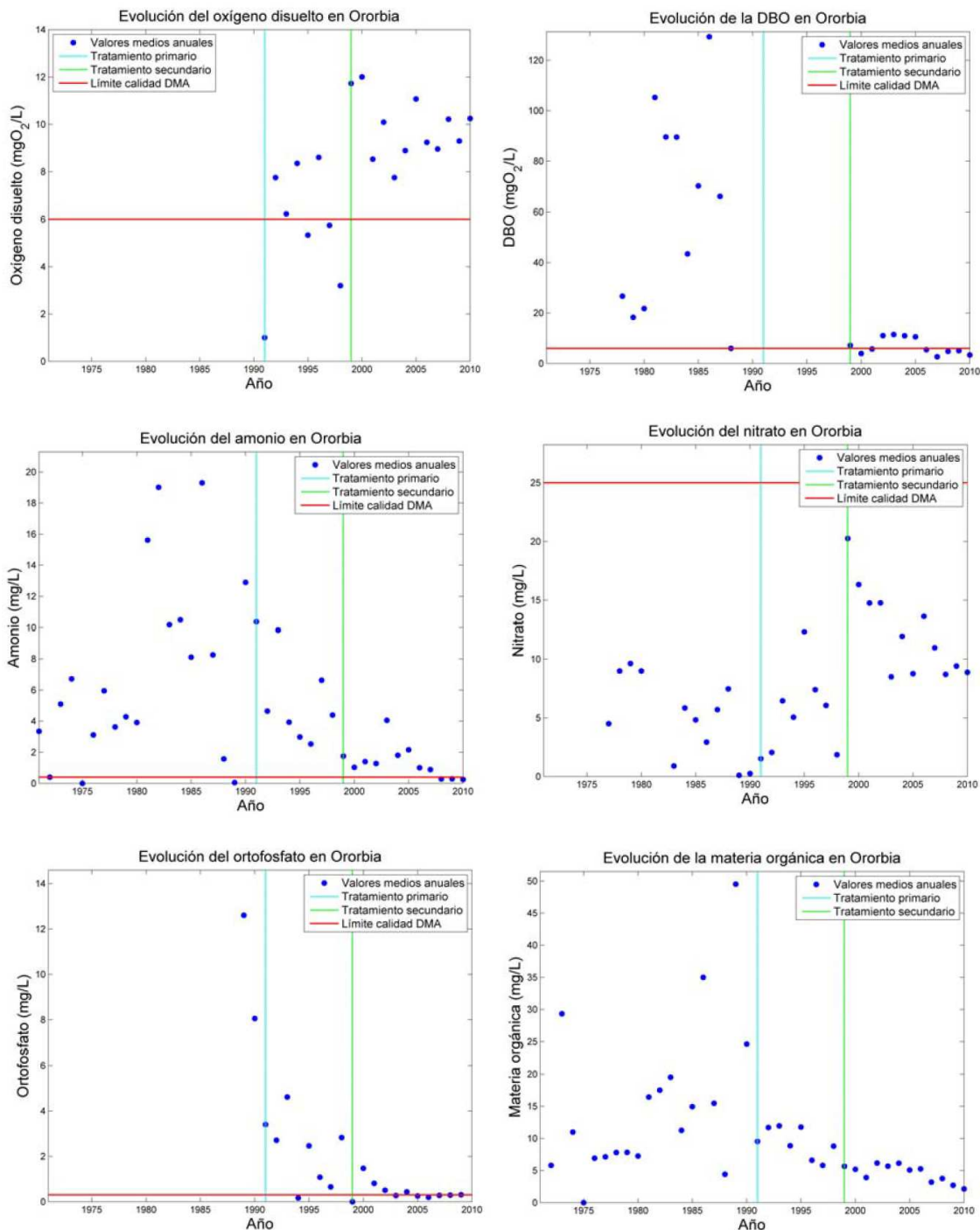


Figura 11: Evolución de diferentes parámetros de calidad del agua en el río Argá. Datos tomados en Ororbía, 2 km aguas abajo del punto de vertido de efluentes de la EDAR Arazuri (NILSA, 2011).

ANEXO VII. VOLÚMENES Y CAUDALES PRODUCIDOS POR LAS ETAP Y DEPURADOS EN LA EDAR ARAZURI DIARIAMENTE. PLUVIOMETRÍA DIARIA.

En este anexo se muestran en la Tabla 34 los datos del agua diariamente producida por el conjunto de las ETAP de Egillor, Urtasun y Tiebas, así como la depurada por la EDAR de Arazuri, durante el año 2014. Los datos han sido cedidos por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

En la última columna se muestra la precipitación diaria según la estación meteorológica Pamplona MAN del Gobierno de Navarra.

Tabla 34: pluviometría y producción y depuración de agua diaria a lo largo del año 2014

| Fecha | Producida ETAPs (l/s) | Producida ETAPs (m3) | Depurada EDAR (l/s) | Depurada EDAR (m3) | Precipitación (mm) |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 01/01/2014 | 761,88 | 65.826,43 | 802,80 | 69.361,92 | 1,6 |
| 02/01/2014 | 797,07 | 68.866,85 | 883,70 | 76.351,68 | 2,9 |
| 03/01/2014 | 793,08 | 68.522,11 | 977,45 | 84.451,68 | 0 |
| 04/01/2014 | 712,76 | 61.582,46 | 1.365,77 | 118.002,53 | 7,4 |
| 05/01/2014 | 737,45 | 63.715,68 | 1.114,53 | 96.295,39 | 2,7 |
| 06/01/2014 | 702,90 | 60.730,56 | 936,26 | 80.892,86 | 0 |
| 07/01/2014 | 851,31 | 73.553,18 | 956,04 | 82.601,86 | 0 |
| 08/01/2014 | 847,50 | 73.224,00 | 957,06 | 82.689,98 | 0 |
| 09/01/2014 | 849,42 | 73.389,89 | 922,96 | 79.743,74 | 0 |
| 10/01/2014 | 819,41 | 70.797,02 | 939,98 | 81.214,27 | 0 |
| 11/01/2014 | 811,28 | 70.094,59 | 851,24 | 73.547,14 | 0 |
| 12/01/2014 | 751,81 | 64.956,38 | 825,80 | 71.349,12 | 2,2 |
| 13/01/2014 | 834,37 | 72.089,57 | 952,63 | 82.307,23 | 5,2 |
| 14/01/2014 | 822,97 | 71.104,61 | 1.617,00 | 139.708,80 | 6,4 |
| 15/01/2014 | 857,14 | 74.056,90 | 1.121,95 | 96.936,48 | 0 |
| 16/01/2014 | 866,49 | 74.864,74 | 1.110,75 | 95.968,80 | 0 |
| 17/01/2014 | 807,55 | 69.772,32 | 1.028,09 | 88.826,98 | 2,1 |
| 18/01/2014 | 763,59 | 65.974,18 | 1.166,08 | 100.749,31 | 8,7 |
| 19/01/2014 | 812,80 | 70.225,92 | 1.565,39 | 135.249,70 | 0 |
| 20/01/2014 | 869,11 | 75.091,10 | 1.833,05 | 158.375,52 | 13,2 |
| 21/01/2014 | 824,48 | 71.235,07 | 1.612,55 | 139.324,32 | 6,7 |
| 22/01/2014 | 846,24 | 73.115,14 | 1.882,79 | 162.673,06 | 10,6 |
| 23/01/2014 | 831,59 | 71.849,38 | 2.713,03 | 234.405,79 | 3,6 |
| 24/01/2014 | 786,48 | 67.951,87 | 2.636,34 | 227.779,78 | 14,9 |
| 25/01/2014 | 759,75 | 65.642,40 | 3.832,61 | 331.137,50 | 1,3 |
| 26/01/2014 | 810,90 | 70.061,76 | 1.643,93 | 142.035,55 | 0 |
| 27/01/2014 | 808,61 | 69.863,90 | 1.912,22 | 165.215,81 | 8,8 |
| 28/01/2014 | 824,18 | 71.209,15 | 1.782,32 | 153.992,45 | 2,5 |
| 29/01/2014 | 817,78 | 70.656,19 | 1.393,16 | 120.369,02 | 5,2 |
| 30/01/2014 | 835,47 | 72.184,61 | 1.486,79 | 128.458,66 | 8,2 |

| | | | | | |
|------------|----------|-----------|----------|------------|------|
| 31/01/2014 | 830,40 | 71.746,56 | 1.776,08 | 153.453,31 | 5,2 |
| 01/02/2014 | 823,80 | 71.176,32 | 2.379,29 | 205.570,66 | 5,8 |
| 02/02/2014 | 719,61 | 62.174,30 | 1.626,82 | 140.557,25 | 0 |
| 03/02/2014 | 788,95 | 68.165,28 | 1.426,69 | 123.266,02 | 1,8 |
| 04/02/2014 | 835,99 | 72.229,54 | 1.290,54 | 111.502,66 | 1,6 |
| 05/02/2014 | 855,99 | 73.957,54 | 1.345,24 | 116.228,74 | 0 |
| 06/02/2014 | 857,09 | 74.052,58 | 1.496,20 | 129.271,68 | 8,2 |
| 07/02/2014 | 799,85 | 69.107,04 | 1.346,19 | 116.310,82 | 1,1 |
| 08/02/2014 | 789,35 | 68.199,84 | 1.199,13 | 103.604,83 | 0 |
| 09/02/2014 | 732,83 | 63.316,51 | 1.093,89 | 94.512,10 | 8,2 |
| 10/02/2014 | 803,75 | 69.444,00 | 2.273,37 | 196.419,17 | 8,8 |
| 11/02/2014 | 813,95 | 70.325,28 | 2.190,02 | 189.217,73 | 7,2 |
| 12/02/2014 | 856,23 | 73.978,27 | 1.626,66 | 140.543,42 | 0 |
| 13/02/2014 | 830,76 | 71.777,66 | 1.354,73 | 117.048,67 | 0 |
| 14/02/2014 | 755,81 | 65.301,98 | 1.229,64 | 106.240,90 | 1,8 |
| 15/02/2014 | 746,82 | 64.525,25 | 1.174,46 | 101.473,34 | 0,4 |
| 16/02/2014 | 813,87 | 70.318,37 | 1.030,68 | 89.050,75 | 0 |
| 17/02/2014 | 920,27 | 79.511,33 | 1.038,75 | 89.748,00 | 0 |
| 18/02/2014 | 805,66 | 69.609,02 | 997,20 | 86.158,08 | 0 |
| 19/02/2014 | 793,59 | 68.566,18 | 968,83 | 83.706,91 | 0 |
| 20/02/2014 | 844,24 | 72.942,34 | 1.057,32 | 91.352,45 | 7,2 |
| 21/02/2014 | 805,52 | 69.596,93 | 1.232,89 | 106.521,70 | 0 |
| 22/02/2014 | 814,00 | 70.329,60 | 930,80 | 80.421,12 | 0 |
| 23/02/2014 | 824,91 | 71.272,22 | 888,68 | 76.781,95 | 0 |
| 24/02/2014 | 802,21 | 69.310,94 | 938,94 | 81.124,42 | 0 |
| 25/02/2014 | 809,62 | 69.951,17 | 1.264,57 | 109.258,85 | 6,8 |
| 26/02/2014 | 842,71 | 72.810,14 | 1.154,88 | 99.781,63 | 1,6 |
| 27/02/2014 | 830,82 | 71.782,85 | 1.440,36 | 124.447,10 | 7,7 |
| 28/02/2014 | 816,03 | 70.504,99 | 1.947,07 | 168.226,85 | 24,3 |
| 01/03/2014 | 762,18 | 65.852,35 | 3.610,99 | 311.989,54 | 20,3 |
| 02/03/2014 | 745,18 | 64.383,55 | 2.558,30 | 221.037,12 | 7,2 |
| 03/03/2014 | 817,92 | 70.668,29 | 3.340,83 | 288.647,71 | 24,7 |
| 04/03/2014 | 808,16 | 69.825,02 | 5.071,05 | 438.138,72 | 11,3 |
| 05/03/2014 | 816,22 | 70.521,41 | 3.647,03 | 315.103,39 | 0 |
| 06/03/2014 | 820,80 | 70.917,12 | 1.890,76 | 163.361,66 | 0 |
| 07/03/2014 | 790,65 | 68.312,16 | 1.531,35 | 132.308,64 | 0 |
| 08/03/2014 | 785,32 | 67.851,65 | 1.285,88 | 111.100,03 | 0 |
| 09/03/2014 | 819,76 | 70.827,26 | 1.129,12 | 97.555,97 | 0 |
| 10/03/2014 | 1.026,20 | 88.663,68 | 1.128,02 | 97.460,93 | 0 |
| 11/03/2014 | 789,81 | 68.239,58 | 1.194,53 | 103.207,39 | 0 |
| 12/03/2014 | 845,16 | 73.021,82 | 1.022,78 | 88.368,19 | 0 |
| 13/03/2014 | 838,59 | 72.454,18 | 1.018,58 | 88.005,31 | 0 |
| 14/03/2014 | 770,26 | 66.550,46 | 1.009,93 | 87.257,95 | 0 |
| 15/03/2014 | 792,67 | 68.486,69 | 929,55 | 80.313,12 | 0 |
| 16/03/2014 | 839,83 | 72.561,31 | 886,77 | 76.616,93 | 0 |

| | | | | | |
|------------|--------|-----------|----------|------------|------|
| 17/03/2014 | | | 964,22 | 83.308,61 | 0 |
| 18/03/2014 | 780,81 | 67.461,98 | 933,93 | 80.691,55 | 0 |
| 19/03/2014 | 796,53 | 68.820,19 | 884,47 | 76.418,21 | 0 |
| 20/03/2014 | 839,36 | 72.520,70 | 910,02 | 78.625,73 | 0 |
| 21/03/2014 | 788,51 | 68.127,26 | 934,60 | 80.749,44 | 3,3 |
| 22/03/2014 | 802,91 | 69.371,42 | 1.097,95 | 94.862,88 | 8,7 |
| 23/03/2014 | 785,40 | 67.858,56 | 1.419,22 | 122.620,61 | 3,4 |
| 24/03/2014 | 797,93 | 68.941,15 | 1.498,06 | 129.432,38 | 13,6 |
| 25/03/2014 | 791,37 | 68.374,37 | 2.401,81 | 207.516,38 | 31,2 |
| 26/03/2014 | 842,41 | 72.784,22 | 4.960,48 | 428.585,47 | 15,1 |
| 27/03/2014 | 860,24 | 74.324,74 | 3.004,94 | 259.626,82 | 0 |
| 28/03/2014 | 805,98 | 69.636,67 | 1.662,94 | 143.678,02 | 0 |
| 29/03/2014 | 794,08 | 68.608,51 | 1.411,12 | 121.920,77 | 0 |
| 30/03/2014 | 864,00 | 74.649,60 | 1.259,68 | 108.836,35 | 0 |
| 31/03/2014 | 945,59 | 81.698,98 | 1.211,21 | 104.648,54 | 0 |
| 01/04/2014 | 951,74 | 82.230,34 | 1.173,77 | 101.413,73 | 0 |
| 02/04/2014 | 955,63 | 82.566,43 | 1.416,68 | 122.401,15 | 6,2 |
| 03/04/2014 | 931,69 | 80.498,02 | 1.234,24 | 106.638,34 | 2,7 |
| 04/04/2014 | 878,41 | 75.894,62 | 1.247,74 | 107.804,74 | 0 |
| 05/04/2014 | 897,43 | 77.537,95 | 1.062,92 | 91.836,29 | 0 |
| 06/04/2014 | 900,25 | 77.781,60 | 986,37 | 85.222,37 | 0 |
| 07/04/2014 | 988,53 | 85.408,99 | 1.039,22 | 89.788,61 | 0 |
| 08/04/2014 | 958,42 | 82.807,49 | 1.010,95 | 87.346,08 | 0 |
| 09/04/2014 | 964,29 | 83.314,66 | 1.012,92 | 87.516,29 | 0 |
| 10/04/2014 | 939,12 | 81.139,97 | 1.007,16 | 87.018,62 | 2,4 |
| 11/04/2014 | 881,21 | 76.136,54 | 1.100,25 | 95.061,60 | 0 |
| 12/04/2014 | 828,13 | 71.550,43 | 923,63 | 79.801,63 | 0 |
| 13/04/2014 | 814,29 | 70.354,66 | 871,59 | 75.305,38 | 0 |
| 14/04/2014 | 959,99 | 82.943,14 | 949,81 | 82.063,58 | 0 |
| 15/04/2014 | 997,80 | 86.209,92 | 936,40 | 80.904,96 | 0 |
| 16/04/2014 | 872,99 | 75.426,34 | 934,93 | 80.777,95 | 0 |
| 17/04/2014 | 854,97 | 73.869,41 | 807,66 | 69.781,82 | 0 |
| 18/04/2014 | 754,34 | 65.174,98 | 733,49 | 63.373,54 | 0 |
| 19/04/2014 | 799,19 | 69.050,02 | 738,85 | 63.836,64 | 16,1 |
| 20/04/2014 | 807,64 | 69.780,10 | 1.872,28 | 161.764,99 | 0 |
| 21/04/2014 | 825,08 | 71.286,91 | 1.517,76 | 131.134,46 | 10,2 |
| 22/04/2014 | 881,34 | 76.147,78 | 1.066,20 | 92.119,68 | 1,1 |
| 23/04/2014 | 872,85 | 75.414,24 | 1.331,13 | 115.009,63 | 8,7 |
| 24/04/2014 | 892,27 | 77.092,13 | 1.764,10 | 152.418,24 | 7,9 |
| 25/04/2014 | 844,34 | 72.950,98 | 1.159,06 | 100.142,78 | 0 |
| 26/04/2014 | 832,70 | 71.945,28 | 1.012,72 | 87.499,01 | 2,2 |
| 27/04/2014 | 951,13 | 82.177,63 | 911,78 | 78.777,79 | 0 |
| 28/04/2014 | 938,59 | 81.094,18 | 1.078,31 | 93.165,98 | 1,8 |
| 29/04/2014 | 920,09 | 79.495,78 | 1.016,46 | 87.822,14 | 0 |
| 30/04/2014 | 814,44 | 70.367,62 | 988,09 | 85.370,98 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|------------|------|
| 01/05/2014 | 953,05 | 82.343,52 | 879,72 | 76.007,81 | 0,8 |
| 02/05/2014 | 915,95 | 79.138,08 | 985,77 | 85.170,53 | 2,5 |
| 03/05/2014 | 877,31 | 75.799,58 | 887,28 | 76.660,99 | 0,5 |
| 04/05/2014 | 870,26 | 75.190,46 | 834,58 | 72.107,71 | 0 |
| 05/05/2014 | 917,72 | 79.291,01 | 945,34 | 81.677,38 | 0 |
| 06/05/2014 | 973,99 | 84.152,74 | 899,41 | 77.709,02 | 0 |
| 07/05/2014 | 998,47 | 86.267,81 | 905,25 | 78.213,60 | 0 |
| 08/05/2014 | 991,96 | 85.705,34 | 893,84 | 77.227,78 | 0 |
| 09/05/2014 | 963,94 | 83.284,42 | 879,74 | 76.009,54 | 0 |
| 10/05/2014 | 953,35 | 82.369,44 | 842,16 | 72.762,62 | 0 |
| 11/05/2014 | 919,28 | 79.425,79 | 761,39 | 65.784,10 | 0 |
| 12/05/2014 | 922,47 | 79.701,41 | 879,68 | 76.004,35 | 1,5 |
| 13/05/2014 | 959,58 | 82.907,71 | 908,17 | 78.465,89 | 0 |
| 14/05/2014 | 1.031,14 | 89.090,50 | 878,34 | 75.888,58 | 0 |
| 15/05/2014 | 1.061,23 | 91.690,27 | 887,46 | 76.676,54 | 0 |
| 16/05/2014 | 1.106,85 | 95.631,84 | 880,26 | 76.054,46 | 0 |
| 17/05/2014 | 1.156,97 | 99.962,21 | 838,37 | 72.435,17 | 0 |
| 18/05/2014 | 1.213,42 | 104.839,49 | 784,46 | 67.777,34 | 0 |
| 19/05/2014 | 1.109,36 | 95.848,70 | 587,16 | 50.730,62 | 0 |
| 20/05/2014 | 1.010,66 | 87.321,02 | 1.039,30 | 89.795,52 | 6,2 |
| 21/05/2014 | 1.153,65 | 99.675,36 | 1.623,67 | 140.285,09 | 4,2 |
| 22/05/2014 | 1.104,97 | 95.469,41 | 1.022,14 | 88.312,90 | 2,9 |
| 23/05/2014 | 1.030,72 | 89.054,21 | 1.402,15 | 121.145,76 | 6,2 |
| 24/05/2014 | 912,03 | 78.799,39 | 1.892,26 | 163.491,26 | 53,3 |
| 25/05/2014 | 842,93 | 72.829,15 | 3.841,14 | 331.874,50 | 13,6 |
| 26/05/2014 | 1.022,64 | 88.356,10 | 1.862,79 | 160.945,06 | 0 |
| 27/05/2014 | 1.019,95 | 88.123,68 | 1.219,05 | 105.325,92 | 1,7 |
| 28/05/2014 | 1.007,07 | 87.010,85 | 1.477,90 | 127.690,56 | 4,3 |
| 29/05/2014 | 961,90 | 83.108,16 | 1.123,59 | 97.078,18 | 0,9 |
| 30/05/2014 | 969,97 | 83.805,41 | 1.049,89 | 90.710,50 | 0 |
| 31/05/2014 | 961,38 | 83.063,23 | 945,91 | 81.726,62 | 0 |
| 01/06/2014 | 1.016,19 | 87.798,82 | 878,28 | 75.883,39 | 0 |
| 02/06/2014 | 1.050,61 | 90.772,70 | 992,10 | 85.717,44 | 0 |
| 03/06/2014 | 1.087,32 | 93.944,45 | 980,71 | 84.733,34 | 0 |
| 04/06/2014 | 1.104,70 | 95.446,08 | 970,93 | 83.888,35 | 0 |
| 05/06/2014 | 1.183,28 | 102.235,39 | 966,04 | 83.465,86 | 0 |
| 06/06/2014 | 1.174,37 | 101.465,57 | 956,37 | 82.630,37 | 0 |
| 07/06/2014 | 1.179,88 | 101.941,63 | 884,75 | 76.442,40 | 0 |
| 08/06/2014 | 1.190,43 | 102.853,15 | 848,34 | 73.296,58 | 0 |
| 09/06/2014 | 1.256,23 | 108.538,27 | 936,02 | 80.872,13 | 0,3 |
| 10/06/2014 | 1.307,51 | 112.968,86 | 913,54 | 78.929,86 | 0 |
| 11/06/2014 | 1.357,30 | 117.270,72 | 915,29 | 79.081,06 | 0 |
| 12/06/2014 | 1.387,05 | 119.841,12 | 926,91 | 80.085,02 | 0 |
| 13/06/2014 | 1.380,06 | 119.237,18 | 925,99 | 80.005,54 | 0 |
| 14/06/2014 | 1.138,63 | 98.377,63 | 843,48 | 72.876,67 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|------------|------|
| 15/06/2014 | 1.252,60 | 108.224,64 | 815,20 | 70.433,28 | 0 |
| 16/06/2014 | 1.356,79 | 117.226,66 | 917,44 | 79.266,82 | 0 |
| 17/06/2014 | 1.293,93 | 111.795,55 | 930,10 | 80.360,64 | 0 |
| 18/06/2014 | 1.399,57 | 120.922,85 | 911,48 | 78.751,87 | 0 |
| 19/06/2014 | 1.363,91 | 117.841,82 | 902,54 | 77.979,46 | 0 |
| 20/06/2014 | 1.450,45 | 125.318,88 | 908,64 | 78.506,50 | 0 |
| 21/06/2014 | 1.387,46 | 119.876,54 | 1.038,53 | 89.728,99 | 2,4 |
| 22/06/2014 | 1.185,05 | 102.388,32 | 1.288,61 | 111.335,90 | 10,6 |
| 23/06/2014 | 1.242,54 | 107.355,46 | 1.708,92 | 147.650,69 | 13 |
| 24/06/2014 | 1.243,85 | 107.468,64 | 1.476,46 | 127.566,14 | 19,8 |
| 25/06/2014 | 1.196,89 | 103.411,30 | 2.042,56 | 176.477,18 | 0 |
| 26/06/2014 | 1.203,21 | 103.957,34 | 1.085,91 | 93.822,62 | 0 |
| 27/06/2014 | 1.203,16 | 103.953,02 | 1.015,29 | 87.721,06 | 0 |
| 28/06/2014 | 1.183,82 | 102.282,05 | 939,58 | 81.179,71 | 0 |
| 29/06/2014 | 1.217,95 | 105.230,88 | 1.068,76 | 92.340,86 | 0 |
| 30/06/2014 | 1.298,77 | 112.213,73 | 1.161,77 | 100.376,93 | 0 |
| 01/07/2014 | 1.300,80 | 112.389,12 | 1.399,51 | 120.917,66 | 26,9 |
| 02/07/2014 | 1.108,18 | 95.746,75 | 2.534,23 | 218.957,47 | 2,9 |
| 03/07/2014 | 1.043,10 | 90.123,84 | 2.082,25 | 179.906,40 | 34,8 |
| 04/07/2014 | 997,65 | 86.196,96 | 3.679,36 | 317.896,70 | 1,7 |
| 05/07/2014 | 1.021,65 | 88.270,56 | 1.449,08 | 125.200,51 | 0 |
| 06/07/2014 | 992,43 | 85.745,95 | 1.868,98 | 161.479,87 | 10,7 |
| 07/07/2014 | 1.022,36 | 88.331,90 | 1.368,42 | 118.231,49 | 0 |
| 08/07/2014 | 1.091,18 | 94.277,95 | 1.124,18 | 97.129,15 | 0 |
| 09/07/2014 | 1.121,93 | 96.934,75 | 1.042,61 | 90.081,50 | 0 |
| 10/07/2014 | 1.077,86 | 93.127,10 | 986,85 | 85.263,84 | 0 |
| 11/07/2014 | 1.010,09 | 87.271,78 | 952,74 | 82.316,74 | 0 |
| 12/07/2014 | 962,77 | 83.183,33 | 932,75 | 80.589,60 | 0 |
| 13/07/2014 | 1.081,68 | 93.457,15 | 897,22 | 77.519,81 | 0 |
| 14/07/2014 | 1.105,76 | 95.537,66 | 668,95 | 57.797,28 | 0 |
| 15/07/2014 | 1.130,92 | 97.711,49 | 596,41 | 51.529,82 | 0 |
| 16/07/2014 | 1.238,08 | 106.970,11 | 881,16 | 76.132,22 | 0 |
| 17/07/2014 | 1.358,97 | 117.415,01 | 882,71 | 76.266,14 | 0 |
| 18/07/2014 | 1.312,94 | 113.438,02 | 873,97 | 75.511,01 | 0 |
| 19/07/2014 | 1.271,91 | 109.893,02 | 790,36 | 68.287,10 | 0 |
| 20/07/2014 | 1.196,77 | 103.400,93 | 752,81 | 65.042,78 | 0 |
| 21/07/2014 | 1.464,37 | 126.521,57 | 834,98 | 72.142,27 | 0 |
| 22/07/2014 | 1.232,49 | 106.487,14 | 852,00 | 73.612,80 | 0 |
| 23/07/2014 | 1.348,70 | 116.527,68 | 848,70 | 73.327,68 | 0 |
| 24/07/2014 | 1.323,09 | 114.314,98 | 851,06 | 73.531,58 | 7,2 |
| 25/07/2014 | 1.226,06 | 105.931,58 | 1.394,35 | 120.471,84 | 1,9 |
| 26/07/2014 | 1.152,14 | 99.544,90 | 830,86 | 71.786,30 | 0 |
| 27/07/2014 | 1.201,11 | 103.775,90 | 766,77 | 66.248,93 | 0 |
| 28/07/2014 | 1.206,24 | 104.219,14 | 856,18 | 73.973,95 | 2,9 |
| 29/07/2014 | 1.523,95 | 131.669,28 | 921,88 | 79.650,43 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|------------|------|
| 30/07/2014 | 1.561,66 | 134.927,42 | 864,26 | 74.672,06 | 0 |
| 31/07/2014 | 1.574,78 | 136.060,99 | 866,20 | 74.839,68 | 0 |
| 01/08/2014 | 1.512,80 | 130.705,92 | 1.146,18 | 99.029,95 | 8,7 |
| 02/08/2014 | 1.228,94 | 106.180,42 | 878,90 | 75.936,96 | 0 |
| 03/08/2014 | 1.342,94 | 116.030,02 | 964,72 | 83.351,81 | 8,6 |
| 04/08/2014 | 1.486,13 | 128.401,63 | 1.023,07 | 88.393,25 | 0 |
| 05/08/2014 | 1.387,50 | 119.880,00 | 859,51 | 74.261,66 | 0 |
| 06/08/2014 | 1.479,11 | 127.795,10 | 933,22 | 80.630,21 | 0 |
| 07/08/2014 | 1.447,53 | 125.066,59 | 839,23 | 72.509,47 | 0 |
| 08/08/2014 | 1.268,64 | 109.610,50 | 851,16 | 73.540,22 | 0 |
| 09/08/2014 | 1.248,44 | 107.865,22 | 777,20 | 67.150,08 | 0 |
| 10/08/2014 | 1.385,81 | 119.733,98 | 743,68 | 64.253,95 | 0 |
| 11/08/2014 | 1.534,69 | 132.597,22 | 806,96 | 69.721,34 | 0 |
| 12/08/2014 | 1.453,09 | 125.546,98 | 813,45 | 70.282,08 | 0 |
| 13/08/2014 | 1.405,91 | 121.470,62 | 978,69 | 84.558,82 | 4,8 |
| 14/08/2014 | 1.239,43 | 107.086,75 | 838,31 | 72.429,98 | 0 |
| 15/08/2014 | 1.244,57 | 107.530,85 | 745,56 | 64.416,38 | 0 |
| 16/08/2014 | 1.184,21 | 102.315,74 | 723,73 | 62.530,27 | 0 |
| 17/08/2014 | 1.336,39 | 115.464,10 | 707,50 | 61.128,00 | 0 |
| 18/08/2014 | 1.399,59 | 120.924,58 | 912,45 | 78.835,68 | 0 |
| 19/08/2014 | 1.526,00 | 131.846,40 | 824,14 | 71.205,70 | 0 |
| 20/08/2014 | 1.500,28 | 129.624,19 | 821,84 | 71.006,98 | 0 |
| 21/08/2014 | 1.443,82 | 124.746,05 | 801,90 | 69.284,16 | 0 |
| 22/08/2014 | 1.279,91 | 110.584,22 | 1.158,45 | 100.090,08 | 6,3 |
| 23/08/2014 | 1.147,56 | 99.149,18 | 782,18 | 67.580,35 | 0 |
| 24/08/2014 | 1.307,49 | 112.967,14 | 725,99 | 62.725,54 | 0 |
| 25/08/2014 | 1.514,22 | 130.828,61 | 839,81 | 72.559,58 | 0 |
| 26/08/2014 | 1.626,82 | 140.557,25 | 832,16 | 71.898,62 | 0 |
| 27/08/2014 | 1.576,05 | 136.170,72 | 834,86 | 72.131,90 | 0 |
| 28/08/2014 | 1.532,60 | 132.416,64 | 844,19 | 72.938,02 | 0 |
| 29/08/2014 | 1.427,28 | 123.316,99 | 829,77 | 71.692,13 | 0 |
| 30/08/2014 | 1.292,63 | 111.683,23 | 771,77 | 66.680,93 | 0 |
| 31/08/2014 | 1.285,59 | 111.074,98 | 745,43 | 64.405,15 | 0 |
| 01/09/2014 | 1.193,05 | 103.079,52 | 854,34 | 73.814,98 | 0 |
| 02/09/2014 | 1.589,48 | 137.331,07 | 849,23 | 73.373,47 | 0 |
| 03/09/2014 | 1.664,00 | 143.769,60 | 854,24 | 73.806,34 | 0 |
| 04/09/2014 | 1.507,09 | 130.212,58 | 856,96 | 74.041,34 | 0 |
| 05/09/2014 | 1.304,32 | 112.693,25 | 863,68 | 74.621,95 | 0 |
| 06/09/2014 | 1.221,17 | 105.509,09 | 797,15 | 68.873,76 | 1,6 |
| 07/09/2014 | 1.334,38 | 115.290,43 | 1.516,00 | 130.982,40 | 22,2 |
| 08/09/2014 | 1.469,71 | 126.982,94 | 1.578,55 | 136.386,72 | 0 |
| 09/09/2014 | 1.470,86 | 127.082,30 | 1.051,69 | 90.866,02 | 0 |
| 10/09/2014 | 1.433,85 | 123.884,64 | 974,92 | 84.233,09 | 0 |
| 11/09/2014 | 1.506,80 | 130.187,52 | 975,37 | 84.271,97 | 0 |
| 12/09/2014 | 1.551,81 | 134.076,38 | 952,51 | 82.296,86 | 0 |

| | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|------------|------|
| 13/09/2014 | 1.397,61 | 120.753,50 | 873,12 | 75.437,57 | 0 |
| 14/09/2014 | 1.491,05 | 128.826,72 | 1.016,37 | 87.814,37 | 5,2 |
| 15/09/2014 | 1.567,93 | 135.469,15 | 1.053,00 | 90.979,20 | 0 |
| 16/09/2014 | 1.498,20 | 129.444,48 | 932,35 | 80.555,04 | 0,4 |
| 17/09/2014 | 1.357,73 | 117.307,87 | 917,74 | 79.292,74 | 0 |
| 18/09/2014 | 1.357,22 | 117.263,81 | 908,56 | 78.499,58 | 0 |
| 19/09/2014 | 1.258,05 | 108.695,52 | 881,91 | 76.197,02 | 0 |
| 20/09/2014 | 1.188,98 | 102.727,87 | 995,53 | 86.013,79 | 6,7 |
| 21/09/2014 | 1.253,66 | 108.316,22 | 941,17 | 81.317,09 | 0 |
| 22/09/2014 | 1.375,37 | 118.831,97 | 1.076,17 | 92.981,09 | 5,8 |
| 23/09/2014 | 1.371,42 | 118.490,69 | 1.064,73 | 91.992,67 | 0 |
| 24/09/2014 | 1.302,94 | 112.574,02 | 908,68 | 78.509,95 | 0 |
| 25/09/2014 | 1.222,21 | 105.598,94 | 1.001,49 | 86.528,74 | 0 |
| 26/09/2014 | 1.181,60 | 102.090,24 | 893,54 | 77.201,86 | 0 |
| 27/09/2014 | 1.042,66 | 90.085,82 | 829,97 | 71.709,41 | 0 |
| 28/09/2014 | 1.119,88 | 96.757,63 | 786,77 | 67.976,93 | 0,3 |
| 29/09/2014 | 1.128,09 | 97.466,98 | 898,76 | 77.652,86 | 0,2 |
| 30/09/2014 | 1.202,84 | 103.925,38 | 873,92 | 75.506,69 | 0 |
| 01/10/2014 | 1.256,07 | 108.524,45 | 875,02 | 75.601,73 | 0 |
| 02/10/2014 | 1.218,84 | 105.307,78 | 881,16 | 76.132,22 | 0 |
| 03/10/2014 | 1.075,70 | 92.940,48 | 871,00 | 75.254,40 | 0 |
| 04/10/2014 | 1.025,43 | 88.597,15 | 821,52 | 70.979,33 | 0 |
| 05/10/2014 | 1.132,25 | 97.826,40 | 759,71 | 65.638,94 | 0 |
| 06/10/2014 | 1.207,85 | 104.358,24 | 653,68 | 56.477,95 | 0 |
| 07/10/2014 | 1.214,70 | 104.950,08 | 550,99 | 47.605,54 | 0 |
| 08/10/2014 | 1.225,39 | 105.873,70 | 1.638,53 | 141.568,99 | 12,9 |
| 09/10/2014 | 1.148,90 | 99.264,96 | 2.256,95 | 195.000,48 | 36,2 |
| 10/10/2014 | 994,37 | 85.913,57 | 1.714,34 | 148.118,98 | 3,4 |
| 11/10/2014 | 992,48 | 85.750,27 | 1.159,65 | 100.193,76 | 3,3 |
| 12/10/2014 | 1.014,18 | 87.625,15 | 1.295,69 | 111.947,62 | 5,2 |
| 13/10/2014 | 1.108,55 | 95.778,72 | 1.043,86 | 90.189,50 | 0 |
| 14/10/2014 | 1.071,33 | 92.562,91 | 927,14 | 80.104,90 | 0 |
| 15/10/2014 | 1.055,55 | 91.199,52 | 932,61 | 80.577,50 | 0,4 |
| 16/10/2014 | 1.083,81 | 93.641,18 | 909,85 | 78.611,04 | 0 |
| 17/10/2014 | 1.027,89 | 88.809,70 | 903,31 | 78.045,98 | 0 |
| 18/10/2014 | 1.003,48 | 86.700,67 | 840,22 | 72.595,01 | 0 |
| 19/10/2014 | 1.016,59 | 87.833,38 | 786,18 | 67.925,95 | 0 |
| 20/10/2014 | 1.056,62 | 91.291,97 | 889,51 | 76.853,66 | 0 |
| 21/10/2014 | 1.079,51 | 93.269,66 | 887,08 | 76.643,71 | 0 |
| 22/10/2014 | 1.066,08 | 92.109,31 | 883,07 | 76.297,25 | 0 |
| 23/10/2014 | 1.075,59 | 92.930,98 | 886,24 | 76.571,14 | 0 |
| 24/10/2014 | 992,30 | 85.734,72 | 975,94 | 84.321,22 | 0 |
| 25/10/2014 | 994,42 | 85.917,89 | 828,65 | 71.595,36 | 0 |
| 26/10/2014 | 1.005,69 | 86.891,62 | 773,40 | 66.821,76 | 0 |
| 27/10/2014 | 825,25 | 71.301,60 | 842,32 | 72.776,45 | 0 |

| | | | | | |
|------------|--------|-----------|----------|------------|------|
| 28/10/2014 | 816,21 | 70.520,54 | 873,33 | 75.455,71 | 0 |
| 29/10/2014 | 941,96 | 81.385,34 | 855,51 | 73.916,06 | 0 |
| 30/10/2014 | 830,28 | 71.736,19 | 857,23 | 74.064,67 | 0 |
| 31/10/2014 | 864,79 | 74.717,86 | 849,83 | 73.425,31 | 0 |
| 01/11/2014 | 781,82 | 67.549,25 | 778,70 | 67.279,68 | 0 |
| 02/11/2014 | 827,36 | 71.483,90 | 797,39 | 68.894,50 | 2,5 |
| 03/11/2014 | 786,45 | 67.949,28 | 1.355,14 | 117.084,10 | 19,3 |
| 04/11/2014 | 796,46 | 68.814,14 | 2.224,44 | 192.191,62 | 17,4 |
| 05/11/2014 | 796,84 | 68.846,98 | 3.326,37 | 287.398,37 | 13 |
| 06/11/2014 | 821,24 | 70.955,14 | 1.568,65 | 135.531,36 | 0 |
| 07/11/2014 | 817,23 | 70.608,67 | 1.251,18 | 108.101,95 | 0 |
| 08/11/2014 | 794,50 | 68.644,80 | 1.049,59 | 90.684,58 | 0 |
| 09/11/2014 | 807,41 | 69.760,22 | 934,65 | 80.753,76 | 0 |
| 10/11/2014 | 838,19 | 72.419,62 | 968,31 | 83.661,98 | 0 |
| 11/11/2014 | 830,39 | 71.745,70 | 1.060,48 | 91.625,47 | 17,1 |
| 12/11/2014 | 819,29 | 70.786,66 | 960,77 | 83.010,53 | 0 |
| 13/11/2014 | 871,97 | 75.338,21 | 927,27 | 80.116,13 | 0 |
| 14/11/2014 | 816,57 | 70.551,65 | 1.948,26 | 168.329,66 | 3,2 |
| 15/11/2014 | 782,45 | 67.603,68 | 1.352,25 | 116.834,40 | 3,1 |
| 16/11/2014 | 788,02 | 68.084,93 | 1.223,05 | 105.671,52 | 14,7 |
| 17/11/2014 | 847,53 | 73.226,59 | 2.284,59 | 197.388,58 | 0 |
| 18/11/2014 | 845,88 | 73.084,03 | 1.277,77 | 110.399,33 | 0 |
| 19/11/2014 | 858,75 | 74.196,00 | 1.164,56 | 100.617,98 | 0 |
| 20/11/2014 | 870,25 | 75.189,60 | 1.093,78 | 94.502,59 | 0 |
| 21/11/2014 | 819,85 | 70.835,04 | 1.070,43 | 92.485,15 | 0 |
| 22/11/2014 | 778,54 | 67.265,86 | 1.001,56 | 86.534,78 | 0 |
| 23/11/2014 | 776,69 | 67.106,02 | 931,45 | 80.477,28 | 0 |
| 24/11/2014 | 833,89 | 72.048,10 | 974,42 | 84.189,89 | 0 |
| 25/11/2014 | 828,99 | 71.624,74 | 1.484,37 | 128.249,57 | 5,6 |
| 26/11/2014 | 824,72 | 71.255,81 | 1.040,16 | 89.869,82 | 0 |
| 27/11/2014 | 843,53 | 72.880,99 | 1.005,67 | 86.889,89 | 0,8 |
| 28/11/2014 | 797,17 | 68.875,49 | 1.005,14 | 86.844,10 | 7,2 |
| 29/11/2014 | 778,09 | 67.226,98 | 2.225,32 | 192.267,65 | 15,4 |
| 30/11/2014 | 757,73 | 65.467,87 | 2.030,63 | 175.446,43 | 0,7 |
| 01/12/2014 | 747,98 | 64.625,47 | 2.147,93 | 185.581,15 | 9,6 |
| 02/12/2014 | 717,81 | 62.018,78 | 1.566,91 | 135.381,02 | 0 |
| 03/12/2014 | 710,74 | 61.407,94 | 1.161,17 | 100.325,09 | 0 |
| 04/12/2014 | 752,90 | 65.050,56 | 1.067,96 | 92.271,74 | 0 |
| 05/12/2014 | 727,07 | 62.818,85 | 1.205,65 | 104.168,16 | 8,2 |
| 06/12/2014 | 726,12 | 62.736,77 | 1.592,88 | 137.624,83 | 0 |
| 07/12/2014 | 693,77 | 59.941,73 | 1.058,34 | 91.440,58 | 1,3 |
| 08/12/2014 | 723,15 | 62.480,16 | 1.722,42 | 148.817,09 | 20,2 |
| 09/12/2014 | 839,26 | 72.512,06 | 2.762,37 | 238.668,77 | 0 |
| 10/12/2014 | 849,47 | 73.394,21 | 1.493,56 | 129.043,58 | 1,3 |
| 11/12/2014 | 834,95 | 72.139,68 | 1.389,20 | 120.026,88 | 0 |

| | | | | | |
|------------|--------|-----------|----------|------------|------|
| 12/12/2014 | 791,14 | 68.354,50 | 1.234,06 | 106.622,78 | 0 |
| 13/12/2014 | 767,73 | 66.331,87 | 1.117,67 | 96.566,69 | 1,6 |
| 14/12/2014 | 767,26 | 66.291,26 | 1.083,09 | 93.578,98 | 2,3 |
| 15/12/2014 | 789,81 | 68.239,58 | 1.196,35 | 103.364,64 | 5,3 |
| 16/12/2014 | 810,85 | 70.057,44 | 1.753,93 | 151.539,55 | 3,4 |
| 17/12/2014 | 823,51 | 71.151,26 | 1.381,05 | 119.322,72 | 11,9 |
| 18/12/2014 | 851,88 | 73.602,43 | 1.215,87 | 105.051,17 | 0 |
| 19/12/2014 | 784,00 | 67.737,60 | 1.128,53 | 97.504,99 | 0 |
| 20/12/2014 | 777,85 | 67.206,24 | 1.025,69 | 88.619,62 | 0 |
| 21/12/2014 | 749,37 | 64.745,57 | 948,73 | 81.970,27 | 0 |
| 22/12/2014 | 767,07 | 66.274,85 | 987,64 | 85.332,10 | 0 |
| 23/12/2014 | 776,79 | 67.114,66 | 1.064,43 | 91.966,75 | 0 |
| 24/12/2014 | 763,48 | 65.964,67 | 978,04 | 84.502,66 | 0 |
| 25/12/2014 | 716,96 | 61.945,34 | 846,67 | 73.152,29 | 0 |
| 26/12/2014 | 702,65 | 60.708,96 | 899,38 | 77.706,43 | 0,5 |
| 27/12/2014 | 720,59 | 62.258,98 | 1.588,81 | 137.273,18 | 28,2 |
| 28/12/2014 | 724,88 | 62.629,63 | 3.640,16 | 314.509,82 | 1,9 |
| 29/12/2014 | 712,99 | 61.602,34 | 1.631,23 | 140.938,27 | 0 |
| 30/12/2014 | 750,39 | 64.833,70 | 1.356,98 | 117.243,07 | 0 |
| 31/12/2014 | 788,54 | 68.129,86 | 1.178,43 | 101.816,35 | 0 |

ANEXO VIII. USO FINAL DEL AGUA

En este anexo se pretende estimar qué volumen del agua suministrada a los clientes recibe un uso consuntivo, entendiendo como tal la parte del volumen del suministrado que no retorna al Ciclo Integral del Agua a través de la red de saneamiento. Esto ayuda a hacerse una idea del consumo de agua que supone la actividad de la organización, pese a no poder atribuírsele este uso consuntivo a la HH de la misma.

Para la estimación se ha contado con los datos diarios para 2014 de producción de agua en las ETAPs y de volumen tratado por la EDAR de Arazuri (Anexo VII). Se ha contrastado esa información con la precipitación diaria con el fin de hallar períodos relativamente largos, de en torno a dos semanas, en los que no se haya registrado lluvia. Al final de esos períodos, la cantidad de agua de lluvia que entra a la red de saneamiento es mínima y los datos pueden servir para estudiar y comparar las tendencias generales de consumo.

Analizando los datos de precipitaciones del año 2014 se han identificado ocho periodos de superiores a dos semanas en los que las precipitaciones han sido nulas o prácticamente inexistentes, tal y como puede verse en la Tabla 35. Los datos de precipitación se han tomado de la estación Pamplona MAN, propiedad del Gobierno de Navarra y también su muestran en el Anexo VII.

Tabla 35: períodos del año 2014 de más de dos semanas de duración con precipitaciones nulas o mínimas.

| Fechas | Duración (días) | Precipitación (mm) |
|---------------------------|-----------------|--------------------|
| 5-marzo a 20-marzo | 16 | 0 |
| 27-marzo a 18-abril | 23 | 11,3 |
| 4-mayo a 19-mayo | 16 | 1,5 |
| 30-mayo a 20-junio | 22 | 0,3 |
| 7-julio a 23-julio | 17 | 0 |
| 4-agosto a 5-septiembre | 33 | 11,1 |
| 23-septiembre a 7-octubre | 15 | 0,5 |
| 13-octubre a 2-noviembre | 21 | 2,9 |

En la Figura 13 se muestra la evolución a lo largo del año 2014 de la diferencia entre el agua que se depura cada día en la EDAR de Arazuri y la que se produce entre todas las ETAP. Si en la misma se contrastan los períodos definidos en la Tabla 35, puede verse como al final de los mismos es cuando se alcanzan las diferencias mínimas entre depuración y producción de agua. Esto implica que la EDAR no está recibiendo un aporte considerable de agua externa (pluvial o subsuperficial) y que la práctica totalidad de la que recibe proviene del retorno del agua suministrada a los clientes.



Figura 12: Diferencia entre los volúmenes tratados por la EDAR de Arazuri y los producidos en las ETAP diariamente durante el año 2014 (m³)

Dos fechas son remarcables en la Figura 13: los días 14 de abril y 2 de noviembre. Se corresponden con el primer y el último día del año 2014 en que la diferencia entre el agua depurada y la producida es negativa. Estas dos fechas acotan por tanto el período del año en que el uso que los clientes dan al agua suministrada es más consuntivo, con menor porcentaje de retornos, y que coincide con la época del año en la que se riegan jardines públicos y privados.

Fuera del período que limitan las dos fechas mencionadas, puede observarse que en situaciones de baja pluviometría la diferencia entre el agua depurada y la generada se acerca a 0 pero nunca llega a un balance negativo. De ello puede deducirse que el uso que los clientes dan al agua durante ese lapso tiene un retorno prácticamente total que vuelve al Ciclo Integral del Agua, al que posiblemente se le añada un flujo residual de agua subsuperficial que drene a través de la red de saneamiento, no del todo impermeable.

Atendiendo a las tipologías de consumo que se muestran en la Tabla 36 se ha llevado a cabo una clasificación que difiere entre actividades que suponen un retorno de agua casi total a la red de saneamiento, las que tienen un retorno prácticamente nulo y las intermedias.

Tabla 36: volúmenes de agua suministrada según el uso final (MCP, 2015)

| | Volumen suministrado (m3) |
|---------------------------------|---------------------------|
| Doméstico | 12.059.248 |
| Administraciones públicas | 326.475 |
| De interés social | 712.090 |
| Comercial-industrial | 5.804.571 |
| Riego privado | 631.892 |
| Combinadas | 2.436.716 |
| Servicios municipales | 954.847 |
| Fuentes | 83.629 |
| Riego público | 2.429.168 |
| Obras | 148.034 |
| TOTAL RESULTADOS CONSUMO | 25.586.670 |

Los destinos de agua incluidos entre los que tienen un retorno prácticamente total son el uso doméstico (corresponde a hogares sin jardín o que disponen de un contador independiente para el mismo) y los de administraciones públicas, interés social y servicios municipales por tratarse mayormente de ayuntamientos, oficinas... El volumen suministrado para estos usos ascendió en 2014 a 14.052.660 m³.

Entre los que tienen un retorno intermedio se han clasificado los hogares con red combinada (tienen jardín pero disponen de un único contador para uso doméstico y riego), el uso comercial e industrial y el de las fuentes. El volumen total es de 8.324.916 m³ pero no se disponen de datos suficientes para la estimación de qué porcentaje del mismo retorna a la red y a qué cantidad se le da un uso consuntivo.

Por último, se ha considerado nulo el retorno del agua empleada para riego privado (hogares con un contador independiente para el jardín) y público, así como en las obras. Este uso consuntivo supuso 3.209.094 m³ en 2014.

En base a la clasificación expuesta puede decirse que la HH Azul del uso consuntivo final del agua que suministra la MCP es de 3.209.094 m³ a los que habría que sumar el porcentaje no retornado de los 8.324.916 m³ del agua empleada en comercios, industria, viviendas con uso combinado y fuentes.

Al tratarse de un uso meramente consuntivo, que no supone vertidos a ningún cauce, a efectos prácticos sólo supondría un volumen de Huella Hídrica Azul.