

APÉNDICE V.3. ESTUDIO DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS EN LAGOS Y ZONAS HÚMEDAS

Parte española de la Demarcación Hidrográfica
del Cantábrico Oriental.
Ámbito de competencias del Estado

Junio de 2013

APARTADOS DEL APÉNDICE V.3

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS Y METODOLOGÍA APLICADA

3. SELECCIÓN DE LAGUNAS Y HUMEDALES A ESTUDIAR

6. FICHAS DE RESULTADOS EN LA DH CANTÁBRICO ORIENTAL

- a) COMPLEJO LAGUNAR DE ALTUBE _ Laguna de Lamiogi (MASA ES053MAL000070)
- b) COMPLEJO LAGUNAR DE ALTUBE _ Laguna de Marakalda (MASA ES053MAL000070)

Nota: En el presente apéndice se ha incluido la información proveniente del estudio “*REALIZACIÓN DE LAS TAREAS NECESARIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y DE LAS NECESIDADES ECOLÓGICAS DE AGUA DE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES CONTINENTALES Y DE TRANSICIÓN DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LAS DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS DEL NORTE, MIÑO-LIMIA, DUERO Y TAJO*”, en lo que respecta a requerimientos hídricos de lagos y zonas húmedas. En el apartado de fichas de cada lago o zona húmeda, se incluyen sólo las que pertenecen al ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, por lo que la paginación y numeración de los diferentes apartados no es correlativa.

1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Dentro del proyecto “ **Realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y de las necesidades ecológicas de agua de las masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Norte, Miño-Limia, Duero y Tajo**”, que Infraestructura y Ecología realiza para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, uno de los capítulos que hay que resolver es el del estudio de los humedales de mayor importancia e interés ecológico existentes en las cuatro cuencas del proyecto, con el fin de establecer los caudales ecológicos necesarios para *el mantenimiento, de forma sostenible, de la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en el humedal.*

Para la ejecución del estudio, se han tenido en cuenta las aportaciones naturales que el SIMPA II (año 2009) determina en cada una de las cuencas indicadas, habiendo tratado para ello dos series de años con datos hidrológicos y pluviométricos: el período largo de 1940-41 al 2005-06 y otro más corto, de 1980-81 a 2005-06, pero más representativo de los volúmenes de agua que en la actualidad circulan por las cuencas.

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS Y METODOLOGÍA APLICADA

2.1. SELECCIÓN DE HUMEDALES A ESTUDIAR

En un trabajo inicial del estudio de Caudales Ecológicos, realizado en lagos y lagunas de las cuencas de los ríos Tajo, Duero, Cantábrico y Miño-Sil, se ha efectuado la selección de los humedales más importantes a estudiar. La metodología seguida para esta selección se detalla en el Capítulo 3.

2.2. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo realizados han consistido en:

- la ejecución de una batimetría de detalle de la cubeta de los humedales seleccionados;
- el inventario de los puntos de agua subterránea situados en las proximidades de estos, en el entorno de un radio aproximado de 1 km, que pudiesen ser un reflejo de las características hidrogeológicas de la zona;
- el reconocimiento de las presiones que, sobre la cantidad y la calidad del agua, pudiesen afectar al humedal.

2.2.1 Batimetría

2.2.1.1 Introducción

La batimetría de detalle de la laguna ha consistido en la realización de un mapa de profundidades de la misma. Para ello, se ha medido, a lo largo de puntos distribuidos sobre la lámina de agua del humedal, de forma que cubran la totalidad de su superficie, la profundidad y las coordenadas de cada punto.

Para la toma de coordenadas (X,Y,Z) se ha contado con tres unidades GPS, modelo Promark 3 de la casa Thales, de alta precisión y un GPS Trimble GEOXT, también de alta precisión. Cada unidad GPS se ha utilizado con diferentes cometidos:

Estación Base: es la unidad Thales encargada de tomar medidas cada segundo durante toda la duración de los trabajos. Los valores de altura y coordenadas del resto de las unidades Thales siempre van a estar referenciados a esta base.

Stop & Go: es la unidad Thales con la que se toman las medidas del perímetro del lago y de las zonas de menor profundidad, así como de la altura de la lámina de agua.

Cinemático: es la unidad Thales que toma medidas en movimiento sobre la barca en un intervalo de tiempo continuo. En este caso, teniendo en cuenta la velocidad de la barca y el detalle del estudio se han tomado medidas cada 10 segundos.

GPS Trimble: ha permitido conocer la posición real de la base.



Estación base, GPS cinemático preparado, Stop & Go referenciándose y GPS Trimble tomando la posición real de la estación base.

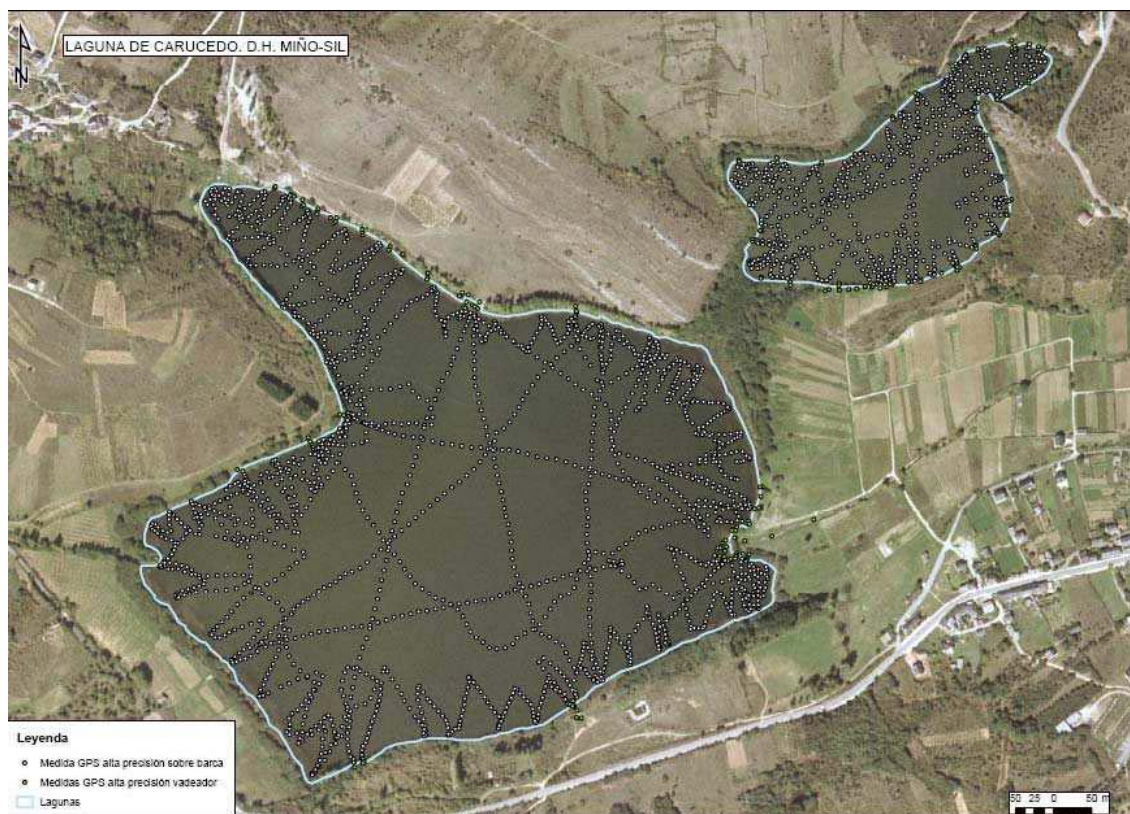
Las coordenadas tomadas sobre la superficie de la laguna se han relacionado con los datos de profundidad de la misma, tomados con una sonda Fishin Buddy 110X. La sonda y el GPS cinemático van instalados en el interior de una barca Zodiac con motor eléctrico. En el interior de la barca van dos personas para dirigir la barca, comprobar el correcto funcionamiento de los equipos y apuntar las medidas de profundidad. Antes del comienzo de la toma de datos se ha comprobado la exactitud de la medida de la sonda con una mira, en este caso, de 4 metros de longitud.

La distribución de los puntos de medida con la barca se han centrado en dos zonas:

Perímetro de la laguna: se estudia alejándose y acercándose a la orilla, en zig-zag, para detectar correctamente el aumento de la profundidad.

Interior de la laguna: se estudia mediante secciones que permiten cartografiar las zonas profundas y relacionarlas con el perímetro.

Esta distribución de los puntos siempre ha estado condicionada por la morfología y las características propias de cada laguna como, por ejemplo: presencia de algas, zonas con alta densidad de juncos, etc.



Ejemplo de distribución de los puntos de medida.

Por otro lado, otro técnico, provisto principalmente con un vadeador y el GPS Stop & Go, ha ido tomando coordenadas en el perímetro de la laguna, tanto en las zonas de poca profundidad, como unos metros fuera del lago, para tener cartografiadas las zonas que puedan quedar inundadas como consecuencia de un aumento en la altura de la lámina de agua. Estos puntos se han tomado cada 10 – 50 m, en función de la accesibilidad de la laguna y su tamaño.

Para el procesado de los datos, en el gabinete, se ha creado una aplicación con Visual Basic, que permite un tratamiento de los datos más rápido y elimina posibles errores humanos. Una vez procesados los datos se han representado con el software ArcGis.

2.2.1.2 Protocolo de desinfección

Durante los trabajos de campo, cuando se finaliza en una laguna y antes de comenzar en otra, es necesario limpiar todo el material que haya podido estar en contacto, directa o indirectamente, con el agua de la laguna estudiada. Esto incluye: barca, motor eléctrico, remos, remolque, vadeadores, guantes, regletas métricas, varilla de apoyo del GPS, sonda de profundidad (especialmente el traductor), etc.

El protocolo de desinfección que se aplica a la embarcación tipo Zodiac, con motor eléctrico, es el que se describe a continuación:

Antes de llegar al lugar de desembarque, en un área de limpieza de automóviles u otra instalación similar recomendada por las autoridades que procedan, se lleva a cabo el vaciado del agua del interior de la barca, y se inspecciona cuidadosamente, así como los equipos que hayan estado en contacto con el agua de la laguna anterior para luego, eliminar los ejemplares de organismos y restos de vegetación acuática visibles.



Izquierda: lavado a presión del exterior de la barca una vez desinflada y desmontada. Derecha: lavado a presión de las tablas que forman la estructura de la barca.

Para ello es necesario realizar una limpieza a presión (mediante pistola de lavadero de coches o similar) del exterior y del interior de la embarcación. La presión debe ser, aproximadamente, de 160 bares y la longitud de la manguera suficiente para alcanzar todas las partes a lavar con comodidad. Para llegar a las zonas menos accesibles de la barca es necesario desinflar y desmontar la misma.

Posteriormente, se procede a la desinfección de la barca mediante fumigación. Para ello se utiliza un recipiente fumigador que consiste en un depósito de plástico de 5 litros y un tubo con boca fumigadora (a modo de una hidrolimpiadora). El fumigador debe contener una solución de agua clorada de 1 mg de cloro libre por litro de agua. Las cantidades de lejía a añadir al agua para conseguir una concentración de 1 mg de cloro libre/l son:

Volumen de agua tratada

10 litros

100 litros

1 m³

Volumen de lejía

0,25 ml o 5 gotas

2,5 ml o 50 gotas

25 ml o 1 vaso

Finalmente, la embarcación se seca minuciosamente con trapos y esponjas limpias, evitando todo resto de humedad en la que pueda refugiarse alguna larva y/u organismo que pudiera ser transportada a la siguiente masa de agua.

Para la desinfección del motor eléctrico se lleva a cabo el lavado de su parte exterior con un fumigador. Seguidamente, se pondrá el motor en funcionamiento durante 5 minutos dentro de un capazo con una mezcla de agua y lejía con la misma concentración que la señalada en el cuadro anterior (1 mg Cl libre/l). Por último se seca toda la parte exterior.



Izquierda: limpieza de la hélice del motor. Derecha: parte del material utilizado, una vez limpiado con agua clorada y listo para ser secado.

El resto de materiales que hayan podido estar en contacto con el agua de la laguna son también fumigados (o introducidos y/o frotados) con una solución de agua y lejía con la misma concentración, después de haberles quitado cualquier resto visible, y, finalmente secados. Es necesario prestar especial atención a las partes del equipo que puedan contener accidentalmente ejemplares de organismos, tales como el dibujo de la suela de las botas o zapatillas, ganchos, tornillos etc.

2.2.2 Inventario de puntos de agua subterránea

El inventario de puntos de agua en el entorno próximo de los lagos se ha realizado mediante un recorrido a pie y/o en coche, en función de las distancias y de la accesibilidad, de los alrededores de los lagos, tomando con el GPS Trimble la posición de los puntos de agua encontrados. Estos puntos de agua han sido pozos, sondeos y manantiales.

Para los pozos y sondeos, cuando ha sido posible, por su accesibilidad, se ha medido el nivel piezométrico mediante una sonda eléctrica, y se ha valorado el volumen de agua que se extrae de ellos, si es que se produce, con el uso que se le da al agua bombeada. En el caso de los manantiales, se ha determinado el caudal de surgencia.

Los datos tomados en el campo se han anotado en una ficha de inventario, diseñada al respecto.

Fichas

Para cada laguna, se han rellenado dos tipos de fichas, cuyo objetivo es orientar y anotar los trabajos en campo y facilitar los trabajos en gabinete. Estas fichas son:

Ficha de Laguna

Ficha del inventario de puntos de agua

La ficha de laguna, consta de 8 apartados y contiene toda la información relevante del humedal. El primer apartado es identificativo del lago, por lo que incluye el nombre del mismo, su posición, un croquis del mismo y de los accesos, la fecha de realización de los trabajos y las fotos realizadas. Los apartados 2, 3 y 4 corresponden, respectivamente, a información hidromorfológica, hidrológica y litológica de la laguna, que se rellenan tanto a partir de información existente como a partir de datos de observación en campo. En el apartado 5, se incluyen datos ecológicos de la laguna, principalmente especies en peligro de extinción. Esta información es facilitada, en la mayoría de los casos, por el guarda del

Parque en el que se encuentra la laguna. El apartado 6, trata de identificar las presiones a las que se encuentra sometido el lago, como por ejemplo, los usos del mismo, de los suelos de su entorno, presencia de presas, canalizaciones, etc. Esta ficha, finalmente consta de un apartado de observaciones, en el que se debe incluir cualquier dato que pueda ser de interés.

Las fichas de inventario de puntos de agua constan de 6 apartados, el primero de los cuales trata de identificar el punto de agua mediante el nombre de la laguna a la que pertenece, un número de inventario, localización, croquis de los accesos al punto de agua, fecha de realización de los trabajos y fotos tomadas. En el segundo apartado se identifica la información previa de la que se dispone. Los apartados 3 y 4, de datos piezométricos medidos *in situ* y de perforación, respectivamente, se rellenan en caso de tratarse de pozo o sondeo. En los manantiales se anota el dato del caudal de surgencia. Los datos hidrogeológicos, apartado 4, se rellenan tanto mediante observación como a partir de la información facilitada por el propietario y/o el guarda. Finalmente se deja un apartado para observaciones y otros datos que sean de interés.

2.3. TRABAJOS DE GABINETE

Además del tratamiento y análisis concreto, en el gabinete, de los datos obtenidos en el campo, con respecto a la batimetría de las lagunas y el inventario de los puntos de agua, se han efectuado otra serie de trabajos necesarios para caracterizar el funcionamiento hidrológico e hidrogeológico del humedal, que permitan cuantificar el balance hídrico del mismo, así como la descripción de las características de su orla vegetal, que permitan determinar las necesidades hídricas del humedal, que han consistido, en:

2.3.1 Caracterización climática e hidrológica

La hidrología (escorrentía y aportaciones) y los rasgos climáticos (precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y real) referentes la cuenca asociada a la laguna, se han obtenido del programa SIMPA II. El SIMPA (Simulación Precipitación-Aportación) es un sistema para gestionar y analizar la información temporal, **a nivel mensual**, y espacial procedente de la Base de Datos del CEDEX, y donde se integran las aplicaciones hidrológicas desarrolladas por este organismo oficial, para simular diferentes procesos del ciclo hidrológico.

La versión utilizada del SIMPA II, es del año 2009, en el que, a partir de los datos medios mensuales de distintos parámetros, como temperatura, precipitación, evapotranspiración real y potencial, y los parámetros hidrológicos del terreno (litología, usos del suelo y modelo digital del terreno), se ha determinado la **escorrentía superficial** (ASP) y la total (AES), que se genera en la cuenca hidrológica de cada una de las lagunas, y que, por tanto, sería el volumen de agua que se estima llegaría hasta el humedal.

En la **escorrentía total** (AES) que da el SIMPA se suma el agua que, como escorrentía subterránea, se descarga de los acuíferos existentes a la propia cuenca hidrológica del humedal, para incorporarse a la red de drenaje que se aporta al humedal de forma superficial. En consecuencia, si a la AES se le deduce la ASP, se obtendrá la **escorrentía subterránea** (Asub) que se origina por las descargas naturales producidas desde los acuíferos que se encuentran en la cuenca hidrológica de la laguna.

De los datos utilizados por el SIMPA II, a efecto de cálculos hidrológicos, se han considerado dos **series termo-pluviométricas**: una larga, de 66 años, correspondiente al periodo de 1940/41 al 2005/06, y otra corta, de 26 años, desde 1980/81 a 2005/06, que correspondería a un periodo más próximo en el tiempo y, por consiguiente, más representativo de las condiciones climatológicas actuales de la zona en la que se encuentra el humedal. En esta última serie se contemplan los efectos del *cambio climático*, en los que la reducción de los recursos hídricos, en los últimos 10 años, a nivel Nacional, ha sido de casi un 4%.

Con los datos climáticos e hidrológicos de la cuenca vertiente al humedal, se ha determinado y representado, mediante gráficos:

El régimen pluviométrico que, para la serie de 66 años de 1940/41 a 2005/06, ha afectado a la cuenca.

La precipitación, temperatura y evapotranspiración real que, como media mensual de las dos series estudiadas, la larga de 66 años de 1940/41 a 2005/06, y la corta de 26 años de 1980/81 a 2005/06, se ha producido en la cuenca. Se analizan y comparan los registros medios mensuales producidos en las dos series.

La escorrentía superficial, la total (incluida la superficial y la subterránea) y la propia subterránea, que se ha originado como media mensual de las dos series de años anteriormente indicados.

Los parámetros climatológicos de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial, que se producen sobre la propia cubeta del humedal, obtenidos como media mensual de los años incluidos en el periodo más reciente de las dos series utilizadas, la de 1980/81 a 2005/06.

2.3.2 Caracterización hidrogeológica

La caracterización hidrológica del humedal se ha realizado mediante el reconocimiento geológico de la zona en la que se halla ubicado el mismo y el funcionamiento hidrogeológico

de los acuíferos que se encuentran en su entorno, que, en muchos casos, pertenecen a una determinada masa de agua subterránea, de las caracterizadas, como tal, dentro de la Planificación Hidrológica de las respectivas cuencas hidrográficas.

La descripción hidrogeológica de estos acuíferos, permite definir cual es el régimen de alimentación, circulación y descarga del agua subterránea, que se produce a través de ellos. La ubicación del humedal, con respecto al resto de la masa de agua subterránea en la que se encuentra, ha permitido **cuantificar los aportes subterráneos** que se originan hacia el mismo. Para lo cual se ha utilizado, cuando se ha dispuesto de ello, la superficie piezométrica del acuífero en el entorno del humedal, elaborada a partir de los datos del nivel piezométrico obtenidos en el inventario de puntos de agua realizado durante la fase de los trabajos de campo.

Los datos sobre los **parámetros hidrogeológicos** de los acuíferos solo se han podido obtener, cuando se ha dispuesto, de los valores bibliográficos localizados de anteriores estudios realizados en las respectivas masas de agua subterránea.

2.3.3 Caracterización hidromorfológica

La determinación de las características hidromorfológicas del humedal se ha realizado a partir de la **batimetría** efectuada sobre ellos, dentro del alcance del presente estudio, y cuya metodología de trabajo ya se ha descrito anteriormente.

Con las observaciones efectuadas en el campo, se ha podido definir la naturaleza de los aportes de agua que se ocasionan hacia el humedal, caracterizando el origen de su agua (superficial, subterránea, de origen mixto)

2.3.4 Identificación de presiones

En la fase de los trabajos de campo, se ha efectuado el reconocimiento e inventario de las presiones existentes sobre el humedal, tales como: extracciones y derivaciones de agua del humedal, trasvases de agua desde otras fuentes, vertidos de aguas residuales, entorno agrícola existente, obras de retención realizadas sobre el propio humedal, extracciones de áridos, presencia de instalaciones urbanas e industriales, etc.

Estos datos, se han completado y contrastado, en el gabinete, con los procedentes del IMPRESS, actualizado en el año 2009, en cada una de las cuencas hidrográficas del estudio, pudiendo determinar con ello el estado de las presiones cuantitativas y/o cualitativas existentes sobre el humedal.

2.3.5 Funcionamiento hidrológico y balance hídrico

Para la descripción del funcionamiento del humedal se han determinado las entradas y salidas de agua, tanto superficiales, como subterráneas que se producen en el mismo, elaborando, a partir de ello, el balance hídrico que le afecta.

Para la realización del balance hídrico se ha utilizado el programa SIMPA II (año 2009) mediante el tratamiento de datos hidrológicos correspondientes a dos periodos climatológicos, el de 1940-41 al 2005-06 y el más reciente de 1980-81 al 2005-06. En el desarrollo de todos los aspectos que condicionan el balance hídrico se han tenido en cuenta ambas series, aunque para la determinación del balance hídrico final del humedal (entradas y salidas), se han utilizado solamente las cifras medias anuales obtenidas en el periodo de 1980-81 al 2005-06, al ser este ciclo el más representativo de las condiciones climáticas actuales de la zona.

En el Anejo 3 se incluyen los datos de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, escorrentía superficial y escorrentía total, calculada para la cuenca vertiente a los humedales. En el cuadro resumen que se incluye en el mismo anejo, se anotan los datos correspondientes a los dos periodos hidroclimatológicos, el más largo, de 1940-41 al 2005-06, y el corto de 1980-81 al 2005-06.

A efectos de cálculo, se ha establecido el balance medio **anual** y medio **mensual** del agua que circula por la laguna y su cuenca vertiente, con el objeto de conocer el comportamiento hídrico interanual del humedal y las variaciones estacionales que se producen a lo largo del año hidrológico en su ámbito, valorando con ello las repercusiones que se pueden originar sobre su volumen de llenado y, en consecuencia, la altura alcanzada de la lámina de agua.

En la ecuación del balance, se han cuantificado como **entradas**:

las aportaciones superficiales totales, que de modo natural se originan sobre el humedal, a partir de los datos del SIMPA II;

en los casos en que las hay, se han considerado, también, las aguas trasvasadas desde otras cuencas hidrológicas;

los aportes directos de las aguas subterráneas hacia la cubeta del humedal, en su contacto con el acuífero, determinándose esta cifra a partir de los mapas de isopiezas realizados;

y la precipitación directa producida sobre la superficie de la cubeta del humedal.

Como **salidas**, se han contabilizado:

las salidas ocasionadas, de manera superficial, por el borde del humedal;

las salidas subterráneas, a través del contacto con los materiales permeables del acuífero en el que se ubica;

la evaporación directa que se origina desde la lámina de agua del humedal, hacia la atmósfera;

las salidas artificiales que se ocasionan, en algunos casos, desde el propio humedal.

Las extracciones de agua subterránea producidas, cuando los hay, de las captaciones ubicadas en su proximidad.

El contraste entre las entradas y salidas da idea de la situación hídrica en la que se encuentra el humedal, detectándose los excedentes y déficit de agua.

2.3.6 Caracterización ecológica

A partir de los datos bibliográficos existentes sobre la vegetación arraigada en la orla vegetal y en el propio humedal, se ha establecido una relación de los mismos, destacando sus características vegetativas y sus necesidades hídricas.

Se han destacado las especies existentes, en los distintos humedales, que se hallan en “peligro de extinción”, las que son “sensibles a la alteración de su hábitat” y las “vulnerables”, con objeto de seleccionar a estos humedales como prioritarios para su estudio y caracterización.

En función de la profundidad reticular de las plantas, tanto herbáceas como leñosas, se ha procedido a determinar cual sería la cota mínima de embalsamiento que puede admitir la cubeta del humedal, sin que se llegara a afectar a una determinada planta en su desarrollo vegetativo.

Los volúmenes de agua necesarios para mantener esta cota mínima de llenado se han considerado como el mínimo de los caudales ecológicos requeridos para el *“mantenimiento, de forma sostenible, de la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en el humedal”*, que es el objetivo exigido por la Directiva Marco del Agua, para el año 2015.

Referencia incluida en la “Guía para la Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos”, elaborada por la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del MMA y MRM).

La estimación de estos volúmenes de agua se ha efectuado con el apoyo de la geometría del vaso del humedal, determinada con la batimetría realizada en el mismo.

3.- SELECCIÓN DE LAGUNAS Y HUMEDALES A ESTUDIAR

3.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presenta la metodología utilizada para realizar la selección de lagos y zonas húmedas a estudiar, en cuanto a sus caudales ecológicos, en las cuencas del Tajo, Duero y Norte (Cantábrico y Miño-Sil), partiendo de los criterios propuestos en:

la “*Guía para la Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos*” (en adelante GDRCE), elaborada por la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del MMA y MRM;

en la metodología expuesta en la “*Justificación de la metodología de selección de Lagos y Zonas Húmedas para los estudios de sus necesidades hídricas*” (documento emitido por la Dirección del Proyecto, con fecha 15 de abril de 2009);

y en las consideraciones propuestas por el Director del Proyecto (Ignacio del Río), en la reunión mensual de control del Proyecto llevada a cabo el 27 de abril de 2009.

Partiendo de un primer listado, con la selección de los humedales de mayor interés que se localizan en cada una de las cuencas estudiadas, se ha tratado, mediante la aplicación de una serie de criterios de valoración, determinar el **momento** (M) y el **tipo** (T) de estudio a realizar en los humedales, de acuerdo con los parámetros resumidos en el cuadro adjunto:

Clasificación Humedales en función del Tipo de Estudio (T) y el Momento de realizarlo (M)							
	Masa agua tipo Lago Estratégica	Masa Lago No Estratégica		Humedales con figura de protección (1)		Humedales sin figura de protección (2)	
		Con Especies peligro de extinción	Sin Especies en peligro extinción	Con Especies peligro de extinción	Sin Especies en peligro extinción	Dependiente aguas subterráneas	Dependiente aguas superficiales
Con Presiones Hídricas (Mas en riesgo)	M1 T1	M1 T1	M1 T1	M1 T1	M1 T2	M1 T2	M2 T2
Sin Presiones Hídricas	M1 T1	M1 T1	M2 T1	M2 T2		M3	

(1) Ramsar, LICs Y ZEPAS relacionados con el medio acuático, y Protección especial del PH

(2) El resto de los humedales incluidos en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas del MOPU (1992) y los contemplados en los Catálogos de Humedales de las CCAA.

En la selección final de humedales a estudiar, se ha prestado una especial atención al parámetro de las “especies en extinción” que se encuentran asociadas al hábitat de algunos de los humedales existentes en las cuencas estudiadas, y a la “presión hídrica” sobre las aguas subterráneas y superficiales, que pudieran afectar a los recursos de agua del correspondiente humedal.

A continuación se detallan y explican los distintos parámetros que se han utilizado en la selección de los humedales en las tres cuencas hidrográficas estudiadas, y los datos específicos y concretos de los que se ha partido, así como los que se han utilizado para la selección, en cada una de las tres cuencas (Duero, Tajo, Norte), por separado.

3.2.- CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA EL ESTUDIO DE CAUDALES ECOLÓGICOS

3.2.1.- Parámetros y conceptos utilizados en la selección

En primer término, se han obtenido las relaciones de los humedales a estudiar en las tres cuencas, a partir del *Registro de Zonas Protegidas* que hay elaborado, y que se encuentra en vías de aprobación dentro de la actual Planificación Hidrológica que se está llevando a cabo en cada una de las cuencas hidrográficas estudiadas. Las relaciones de partida de los humedales considerados para realizar la selección efectuada, por cuencas, se encuentran incluidas al final de la presente memoria técnica.

Los parámetros que se han utilizado para la selección de los humedales a estudiar, que se incluyen en las distintas columnas de los cuadros resumen de selección, se resumen, en:

Masas Lago Estratégicas

Masas Lago No Estratégicas

Presiones Hídricas subdivididas en Zonas Húmedas situadas sobre MASub en riesgo cuantitativo (para las aguas subterráneas) e IMPRESS (para las aguas superficiales)

Especies en “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables” (Catálogo Nacional de especies Amenazadas).

Humedales con figura de protección: Ramsar, LICs, ZEPAS, y las declaradas de protección Especial en el Plan Hidrológico de Cuenca (PH).

Humedales incluidos en el registro de zonas protegidas, basándose en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas (MOPU, 1992/96) y el Catálogo de Humedales de la CCA.

Tamaño del humedal, con tres subcategorías: mayor de 8 hectáreas, entre 8 y 2 hectáreas y menor de 2 hectáreas.

Permanencia de la lámina de agua, divididas entre permanente y temporales.

Origen del agua aportada, con tres posibles orígenes: subterráneo, superficial y mixto (aguas superficiales y subterráneas).

El concepto que se ha aplicado a cada uno de estos parámetros de selección, ha sido el que, en la mayoría de los casos, aplica la GDRCE:

Masas lago estratégicas

Para la definición de masas de agua de la categoría lago, se ha utilizado la figura indicada en el Anexo II de la Directiva Marco del Agua (DMA), considerando las zonas húmedas que tienen una superficie mayor ó igual a 50 Ha., considerando la inundación máxima. Además, se han considerado las masas de agua definidas como *estratégicas* en la asignación de recursos de los planes hidrológicos de Cuenca.

Masas lago no estratégicas

Igualmente para la definición de masas de agua de la categoría lago en este apartado, se ha utilizado la que figura en el Anexo II de la DMA, considerando, además las zonas húmedas que tienen una superficie superior a 50 Ha., los siguientes condicionantes que, en la transposición de la DMA, se ha realizado para el ámbito territorial de España:

- Tienen una extensión considerando el perímetro de máxima inundación, superior a 8 ha y una profundidad máxima superior a 3 m.
- Están incluidas en la lista Ramsar.
- De manera justificada, presenta una especial relevancia ecológica.

Presiones hídricas zonas húmedas: situadas sobre MASub en riesgo cuantitativo

La valoración se ha realizado en función de si la zona húmeda, dependiente de la aportación de aguas subterráneas, se encuentra situada sobre una masa de agua subterránea declarada con *riesgo cuantitativo* en el Plan Hidrológico de Cuenca.

Presiones hídricas zonas húmedas: IMPRESS

En los casos de los humedales asociados a un origen de aportación hídrica superficial o mixto (superficial y subterráneo), y para determinar las presiones hídricas que pudiese sufrir el humedal, se han tenido en cuenta los datos emanados del proyecto IMPRESS, actualizado recientemente. Los datos para la valoración de las presiones, han sido sólo los que pudiesen tener relación con la cantidad del recurso, tales como:

- Extracciones
- Presas
- Azudes
- Canalizaciones
- Desvíos hidroeléctricos
- Transvases
- Recrecimiento de Lagos

Sobre la distribución espacial de las lagunas seleccionadas (insertadas en un GIS, el ArcMap versión 9.2 del ArcGIS) se han proyectado la representación gráfica de estas presiones y se ha analizado y valorado su posible afección directa a las zonas húmedas próximas.

Especies en “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables”

La selección se ha realizado en base a la recopilación y tratamiento de la información existentes sobre especies en extinción publicada (digital y escrita) por la Dirección General de Biodiversidad del área de Medio Ambiente del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).

Concretando más las fuentes de información utilizadas, el trabajo realizado se ha basado en el Catálogo Nacional de Especies elaborada por la Secretaría General para el Territorio y La Biodiversidad de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (actualizado a 15 de abril de 2009), siguiendo sus listados de taxones por grupos de especies (en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat y vulnerables), así como las fichas de Grupo de Especies, donde aparecen reflejadas sus características y distribución espacial.

Aunque en un principio se comenzó trabajando únicamente con las especies en extinción como criterio, se ha considerado conveniente ampliar el mismo a las otras dos categorías subsiguientes (vulnerables y sensibles), por los motivos siguientes:

- En la actualidad el Catálogo Nacional está en revisión y son posibles cambios de categorías.
- El considerar estas nuevas categorías prioriza los criterios de conservación, quedando pues del lado de la seguridad en el interés del conocimiento de la situación de los humedales
- La incorporación del mismo supone unas cifras asumibles en el contexto de los trabajos.

Esta información esta disponible para su consulta libre a través del Web Site: http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/especies_amenazadas/catalogoespecies (catálogo y fichas).

Además, se ha utilizado el “Estudio de Zonas Húmedas de la España Peninsular. Inventario y Tipificación ” elaborado por INITEC en el año 1990 para la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo y la Actualización del Inventario de Zonas Húmedas (Banco de datos, Anejos I, II y III) revisado por la empresa INIMA para los proyectos de apoyo técnico a los Planes Hidrológicos de Cuenca en

aspectos relacionados con Zonas Húmedas, para la Dirección de Obras Hidráulicas de la Secretaría de Estado de Política Territorial y Obras Públicas del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (año 1995).

Posteriormente, toda la información recopilada y tratada se ha cruzado con el inventario de humedales seleccionado para las tres cuencas, asignando un valor a aquellas lagunas donde se ha podido detectar la presencia de especies bajo las categorías señaladas de “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables”. La ponderación utilizada está gradada según la importancia del grado de amenaza.

En el Anejo 1, que se incluye al final de este documento, se relata con mayor detalle el resultado de la selección obtenida mediante la aplicación de este criterio.

Humedales con figura de protección

Para la selección de este parámetro se han utilizado los listados facilitados por las Oficinas de Planificación Hidrológica, que contienen, entre otros, las relaciones de:

- Lista del Convenio Ramsar, de 2 de febrero de 1971
- Documentos relativos a los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS) y Zonas Especiales de Conservación (LICS) integrados en la Red Natura 2000, designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE, y asociados a los recursos hídricos.
- Los humedales de Protección Especial propuestos, como tal, por la OPH

Humedales incluidos en el registro de zonas protegidas

Las fuentes de información para este apartado han sido:

- “Estudio de Zonas Húmedas de la España Peninsular. Inventario y Tipificación” elaborado por INITEC en el año 1990 para la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. En teoría, todos los datos de este inventario deberían estar contenidos en la Base Documental de los Humedales Españoles facilitada por el área de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, si

bien durante los cruces de información realizados (especialmente en lo referente a profundidades) se detectaron para un mismo humedal informaciones distintas. Se optó siempre por considerar siempre el valor máximo de la fuente de información para realizar su análisis y tratamiento posterior.

- Los Catálogos de Zonas Húmedas elaborados por las distintas Comunidades Autónomas en las que se distribuyen territorialmente las cuencas hidrográficas estudiadas.

Tamaño del humedal

Son también las mismas tres fuentes de información que las utilizadas en el apartado anterior.

Permanencia de la lámina de agua.

Idem apartado anterior.

Origen del agua aportada

Idem apartado anterior.

3.2.2.- Selección de zonas húmedas, por cuencas

En este apartado se exponen las selecciones de humedales de los que se ha partido en cada una de las cuencas de estudio, y las condiciones específicas que, para cada cuenca, se ha contado en algunos de los parámetros utilizados para efectuar la selección del tipo de estudio (T) a realizar en ellos y del momento de su ejecución (M).

3.2.2.1.- Cuenca del Tajo

Selección de zonas húmedas

La selección se ha realizado en base al Registro de Zonas Protegidas propuesto por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Cuenca del Tajo, en el que se incluye un inventario de 111 humedales, distribuidos por el ámbito territorial de la cuenca. Esta relación es

coincidente con la que se encuentra en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, realizado por el MOPU en 1990.

Humedales con figura de protección

Para la determinación de la figura de protección en las que pudieran estar incluidos algunos de los humedales seleccionados, se han utilizado los listados siguientes, facilitados por la OPH:

- Documentos de Seguimiento de los trabajos de las actividades río-acuífero y humedal acuífero. Actualmente en elaboración por el IGME para el Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible.
- Plan Hidrológico de la Cuenca Hidrográfica del Tajo, años 1998 y actualizaciones posteriores. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Tajo.
- Catálogo de Humedales de la Comunidad Autónoma de Madrid.
- Lista del Convenio Ramsar, de 2 de febrero de 1971.
- Documentos relativos los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS) y Zonas Especiales de Conservación (LICs) integrados en la Red Natura 2000, designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE.

Humedales incluidos en el registro de zonas protegidas

Las fuentes de información para este apartado han sido:

- *“Estudio de Zonas Húmedas de la España Peninsular. Inventario y Tipificación”* elaborado por INITEC en el año 1990 para la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo. Así como la Base Documental de los Humedales Españoles facilitada por el área de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (versión a de abril de 2006), en la que se encuentran resumidos los datos de los humedales inventariados en el estudio anteriormente citado y los de la revisión posterior realizada del mismo, en el año 1995, también por el MOPU (siendo la empresa contratista INIMA).

- Catálogo de Humedales de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Especies en “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables”

En el Anejo 1 se destacan las especies en peligro de extinción (flora, invertebrados, vertebrados) asociadas a los humedales que se encuentran en la cuenca del Tajo, incluidos en el Catálogo Nacional de Especies elaborada por la Secretaría General para el Territorio y La Biodiversidad de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (actualizado a 15 de abril de 2009).

3.2.2.2.- Cuenca del Duero

Selección de zonas húmedas

La selección se ha realizado en base al Inventario de Humedales, generado por la Confederación Hidrográfica del Duero y que es de consulta pública a través del Web site: http://www.mirame.chduero.es/DMADuero_09/zp_zonasHumedasBusqueda.faces.

La utilización de este inventario base ha sido indicada por los responsables de la oficina de EPTISA en Valladolid, transmitiendo la sugerencia realizada por los responsables de la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Duero.

El listado inicial, de partida, para la selección de zonas húmedas de interés en la cuenca del Duero ha sido de 277 humedales.

Humedales con figura de protección

Para la realización de estos trabajos se han utilizado los listados facilitados por la oficina de Valladolid de la empresa EPTISA que contiene, entre otros, la relación de zonas húmedas procedentes del Inventario Nacional de Zonas Húmedas (INZH), y donde, en diferentes tablas y/o en la misma tabla, aparecen las relaciones RAMSAR con Zonas Húmedas y algunas figuras de protección ambiental.

Además se ha utilizado la siguiente relación de documentos, sobre los cuales se han realizado consultas puntuales:

- Documentos de Seguimiento de los trabajos de las actividades río-acuífero y humedal acuífero. Actualmente en elaboración por el IGME para el Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible.

- Plan Hidrológico de la Cuenca Hidrográfica del Duero, años 1998 y actualizaciones posteriores. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Duero.
- Esquema provisional de temas importantes (EPTI) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero, año 2008. Ministerios de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Duero.
- Inventario Nacional de Zonas Húmedas de la DGOH, años 1990 y su revisión de 1996.
- Catálogo de Humedales de la Junta de Castilla y León. (Decreto 194/1994, de 25 de agosto y su ampliación Decreto 125/2001, de 19 de abril).
- Lista del Convenio Ramsar, de 2 de febrero de 1971.
- Inventario Nacional de Zonas Húmedas de acuerdo con el Real decreto 435/2004, de 12 de marzo, por el que se regula el Inventario Nacional de Zonas Húmedas.
- Documentos relativos los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS) y Zonas Especiales de Conservación (LICS) integrados en la Red Natura 2000, designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE.

Humedales incluidos en el registro de zonas protegidas

Las fuentes de información para este apartado han sido:

- Tablas de datos facilitadas por la oficina de Valladolid de EPTISA (basadas fundamentalmente en el INZH).
- Base documental de de los Humedales Españoles. Versión 4 (abril de 2006), facilitada por el área de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, basada en la transposición digital a base de datos Acces del Inventario Nacional de Zonas Húmedas revisado por la empresa Inima.
- Catálogo de Humedales de la Junta de Castilla y León. (Decreto 194/1994, de 25 de agosto y su ampliación Decreto 125/2001, de 19 de abril).

Especies en “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables”

En el Anejo 1 se destacan las especies en peligro de extinción (flora, invertebrados, vertebrados) asociadas a los humedales que se encuentran en la cuenca del Duero, incluidos en el Catálogo Nacional de Especies elaborada por la Secretaría General para el Territorio y La Biodiversidad de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (actualizado a 15 de abril de 2009).

3.2.2.3.- Cuenca del Norte (Cantábrico y Miño-Sil)

Selección de zonas húmedas

La selección se ha realizado en base al Inventario de Humedales facilitado por la empresa Prointec a través de su oficina de Oviedo. Este inventario tiene su origen en el trabajo realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en colaboración con las distintas Confederaciones Hidrográficas.

Este trabajo aparece descrito en el documento “Caracterización de los tipos de ríos y lagos” versión 3.0 Madrid, enero de 2005, y del mismo se facilitaron varias capas geográficas con información que se almacenan en el Modelo de Datos GIS Corporativo. Es dentro de este modelo donde, entre otras, se encuentra la capa Lagos y lagunas, base para la elaboración del inventario utilizado en la selección.

Además se ha incorporado las lagunas existentes en la tabla denominada como “Zonas Húmedas de Protección Especial”, facilitada por la empresa PROINTEC, y que no se encontraban incluidas en el listado base, citado anteriormente. Las “marismas” incluidas en esta relación, no se han tenido en cuenta en el presente documento de selección, y serán estudiados dentro del capítulo de “aguas de transición”, que se contempla en otras de las actividades del conjunto del Proyecto.

Finalmente, se han cruzado estos inventarios con las distribuciones de Protección y Ordenación Medioambiental (subdenominado como zonas húmedas, áreas a proteger, márgenes y riberas) publicadas por la Confederación Hidrográfica del Norte (accesible dicha información a través de su Web Site), resultando de este último trabajo la inclusión de una nueva laguna en el inventario base.

Con estos procedimientos, se ha partido de un listado inicial de zonas húmedas de interés en la cuenca Norte (Cantábrico y Miño-Sil) de 180 humedales.

Humedales con figura de protección

Para la realización de estos trabajos se han utilizado los listados facilitados por la oficina de la empresa PROINTEC que contiene, entre otros, la relación de zonas húmedas procedentes del Inventario Nacional de Zonas Húmedas (INZH) revisado por la empresa Inima, y donde en diferentes tablas y/o en la misma tabla, aparecen las relaciones RAMSAR con Zonas Húmedas y algunas figuras de protección ambiental. Especialmente destacable es la información que contiene el listado de las Zonas de Protección especial para la Cuenca Norte.

Además se ha utilizado la siguiente relación de documentos, sobre los cuales se han realizado consultas puntuales:

- Plan Hidrológico de la Cuenca Hidrográfica del Norte, años 1998 y actualizaciones posteriores. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación hidrográfica del Norte.
- Lista del Convenio Ramsar, de 2 de febrero de 1971.
- Documentos relativos los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS) y Zonas Especiales de Conservación (LICS) integrados en la Red Natura 2000, designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE.

Humedales incluidos en el registro de zonas protegidas

Las fuentes de información para este apartado han sido:

- Tablas de datos facilitadas por la empresa PROINTEC a través de su oficina de Oviedo (basadas fundamentalmente en el INZH).
- Base Documental de los Humedales Españoles. Versión 4 (abril de 2006), facilitada por el área de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, basada en la transposición digital a base de datos Acces del Inventario Nacional de Zonas Húmedas revisado por la empresa Inima.
- “Estudio de Zonas Húmedas de la España Peninsular. Inventario y Tipificación (Volumen I y II)” elaborado por INITEC en el año 1990 para la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo. Así como la Base Documental de los Humedales Españoles facilitada por el área de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (versión a de abril de 2006), en la que se encuentran resumidos los datos de los humedales inventariados en el

estudio anteriormente citado y los de la revisión posterior realizada del mismo, en el año 1995.

Especies en “peligro de extinción”, “sensibles a la alteración de su hábitat” y “vulnerables”

En el Anejo 1 se destacan las especies en peligro de extinción (flora, invertebrados, vertebrados) asociadas a los humedales que se encuentran en la cuenca del Norte (Cantábrico, Miño-Sil), incluidos en el Catálogo Nacional de Especies elaborada por la Secretaría General para el Territorio y La Biodiversidad de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (actualizado a 15 de abril de 2009).

3.3.- RESUMEN DE LA SELECCIÓN DE HUMEDALES

- El número de partida para la selección, en las respectivas cuencas, ha sido:
 - Tajo.....111 humedales
 - Duero.....277 humedales
 - Norte.....180 humedales

- Al listado seleccionado en cada una de las cuencas, y con el objeto de valorar la importancia relativa de cada uno de los humedales, se le han aplicado los parámetros de ponderación que se han indicado anteriormente, y que se reflejan en los cuadros resumen de los humedales seleccionados, que se adjuntan. A cada parámetro se le ha dado un valor, en función de su importancia, con lo que, al final, se ha obtenido una puntuación total para cada humedal. De acuerdo con esta puntuación se han ordenado los humedales por su mayor a menor importancia.

- Al margen de esta puntuación, para la determinación del tipo de estudio (T) a realizar en cada uno de los humedales y el momento (M) en el que este debería desarrollarse, se han tenido en cuenta los criterios indicados y resumidos en el cuadro de clasificación incluido en el apartado de Introducción.

- De la relación de humedales a estudiar, de entrada, se han eliminado los que, sin formar parte de un complejo lagunar, presentan una **extensión inferior a 2 ha**, habiéndose contabilizado, en el:
 - Tajo.....24 humedales
 - Duero.....138 humedales
 - Norte.....135 humedales

- Como resultado de esta selección, se resume en el cuadro adjunto la clasificación final obtenida del conjunto de humedales seleccionados para estudiar en las cuencas hidrográficas del Tajo, Duero y Norte (Cantábrico y Miño-Sil).

Resumen Zonas Húmedas (4ª selección)

Cuencas	Tipo de estudio (T) y Momento (m)					Eliminados	Total ZH
	M1T1	M1T2	M2T1	M2T2	M3	<2 ha	
TAJO	2	19	4	41	21	24	111
DUERO	6	32	8	77	16	138	277
NORTE	9	1	1	31	3	135	180
Total	17	52	13	149	40	297	568

Dentro de las actividades que se han llevado a cabo en el presente Proyecto, se han estudiado los humedales clasificados como **M1T1** (17 humedales).

En los cuadros incluidos en el Anejo 2 se resumen, por cuencas, la relación de partida de los humedales que se han tenido en cuenta al inicio del estudio, los criterios de valoración utilizados para su selección y la valoración alcanzada, de su importancia, en cada una de ellas, destacando, a su vez, los humedales que, por su especial importancia, han sido clasificados como M1T1, para estudiar dentro del alcance del presente estudio.

La caracterización y estudio de los 18 humedales se presenta en los capítulos siguientes. Son los 17 del cuadro anterior, más la laguna de Villafáfila, en la cuenca del Duero, que, aunque estaba clasificada como M1T2, por sugerencia del Director del Proyecto, también se ha estudiado dentro del alcance del presente estudio.

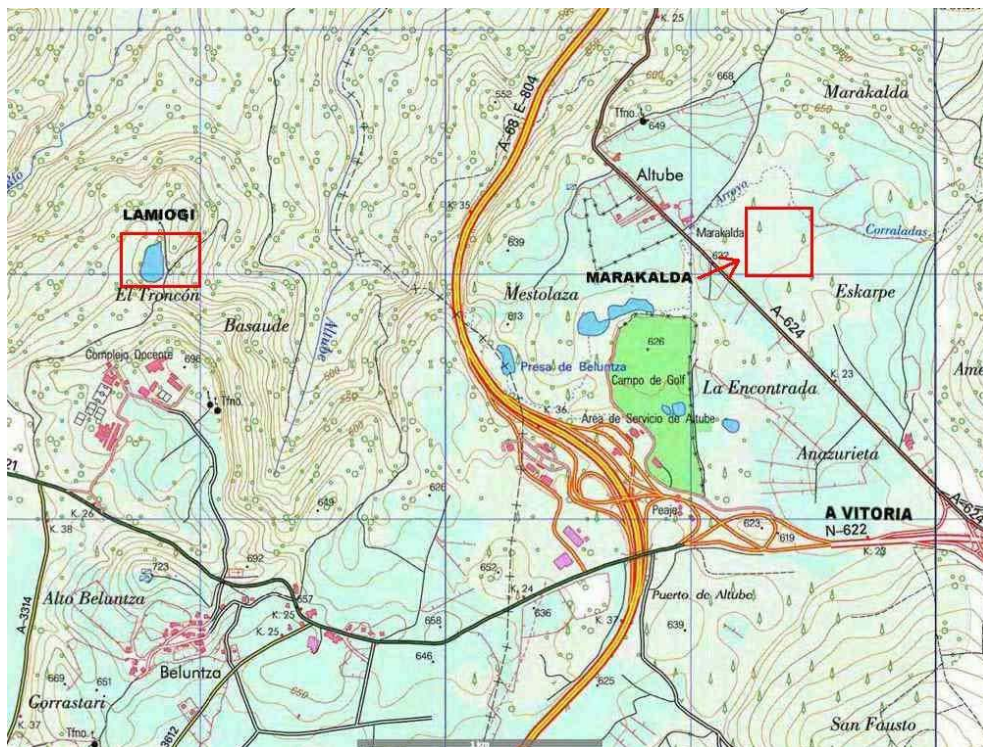
6.5.- LAGUNAS DE ALTUBE_Lamiogi

6.5.1 Características generales

6.5.1.1 Marco geográfico

La laguna Lamiogi, perteneciente al complejo lagunar de Altube, se encuentra en el Parque Natural de Gorbeia, dentro del término municipal de Zuia, en la provincia de Álava, siendo la localidad de Altube la población más cercana. Para acceder a esta laguna es necesario pasar, desde la carretera A-2521, por el colegio Izarra y tomar, al oeste del mismo y a la altura de un picadero, un pequeño camino que se dirige a la laguna.

El complejo lagunar de Altube, asociado a la cuenca alta del río Altube, está constituido por 16 lagunas, que se encuentra en una zona con condiciones climatológicas de carácter atlántico e influencia oceánica, que se caracteriza por presentar oscilaciones térmicas leves (5-18°C) y precipitaciones abundantes y bien distribuidas a lo largo de todo el año. Constituyen un grupo de lagunas de reducidas dimensiones (inferiores a 1,6 ha, siendo el área media inferior a las 0,5 ha), en las que predominan las formas redondeadas, encajadas en la topografía.



Localización geográfica de la laguna Lamiogi a escala 1:50.000



Fotografía de la laguna Lamiogi.

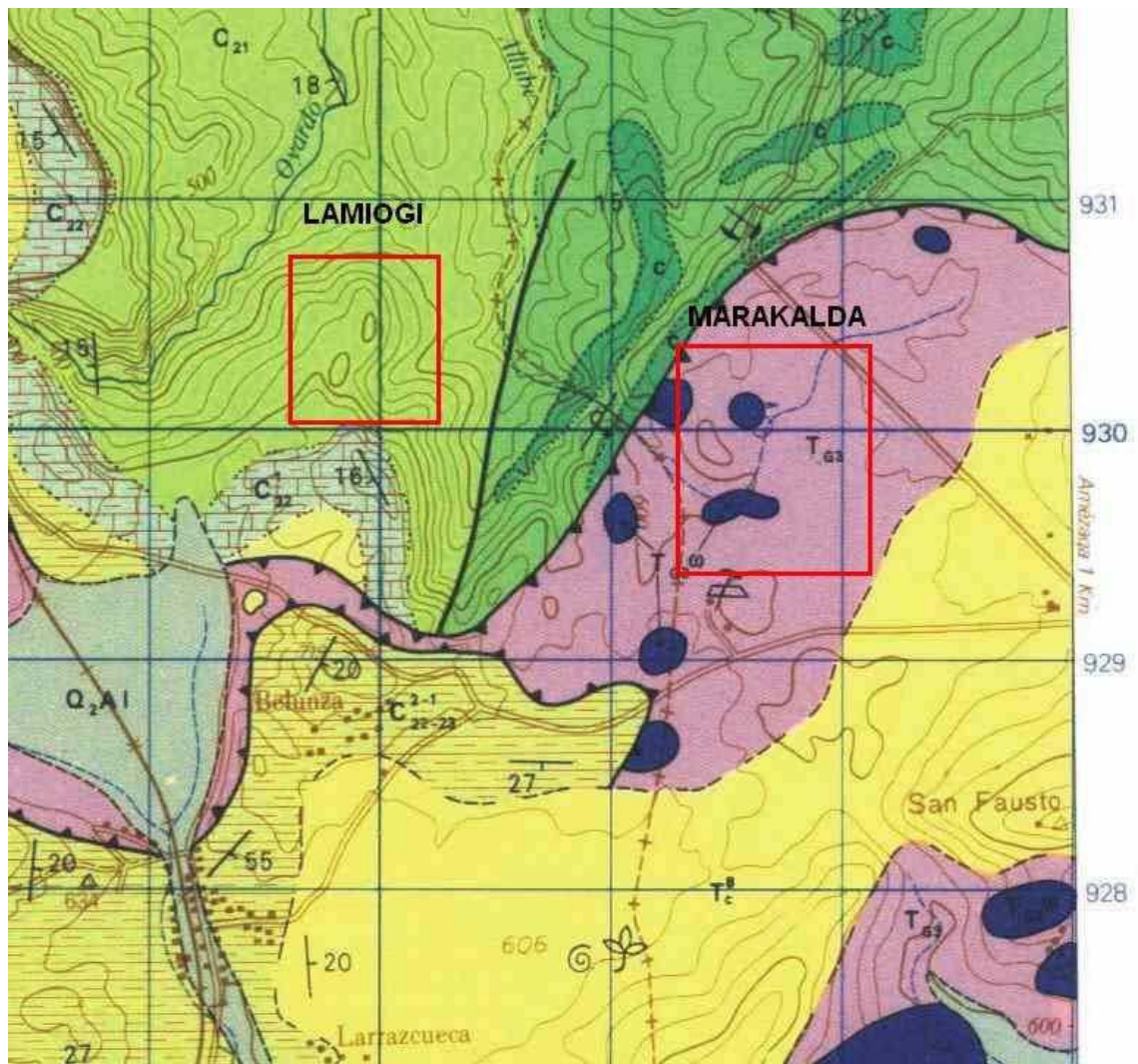
6.5.1.2 Marco geológico

Las lagunas del complejo Altube se encuentran en la cobertera Meso-Cenozoica de la cordillera pirenaica, dentro de la cadena alpina.

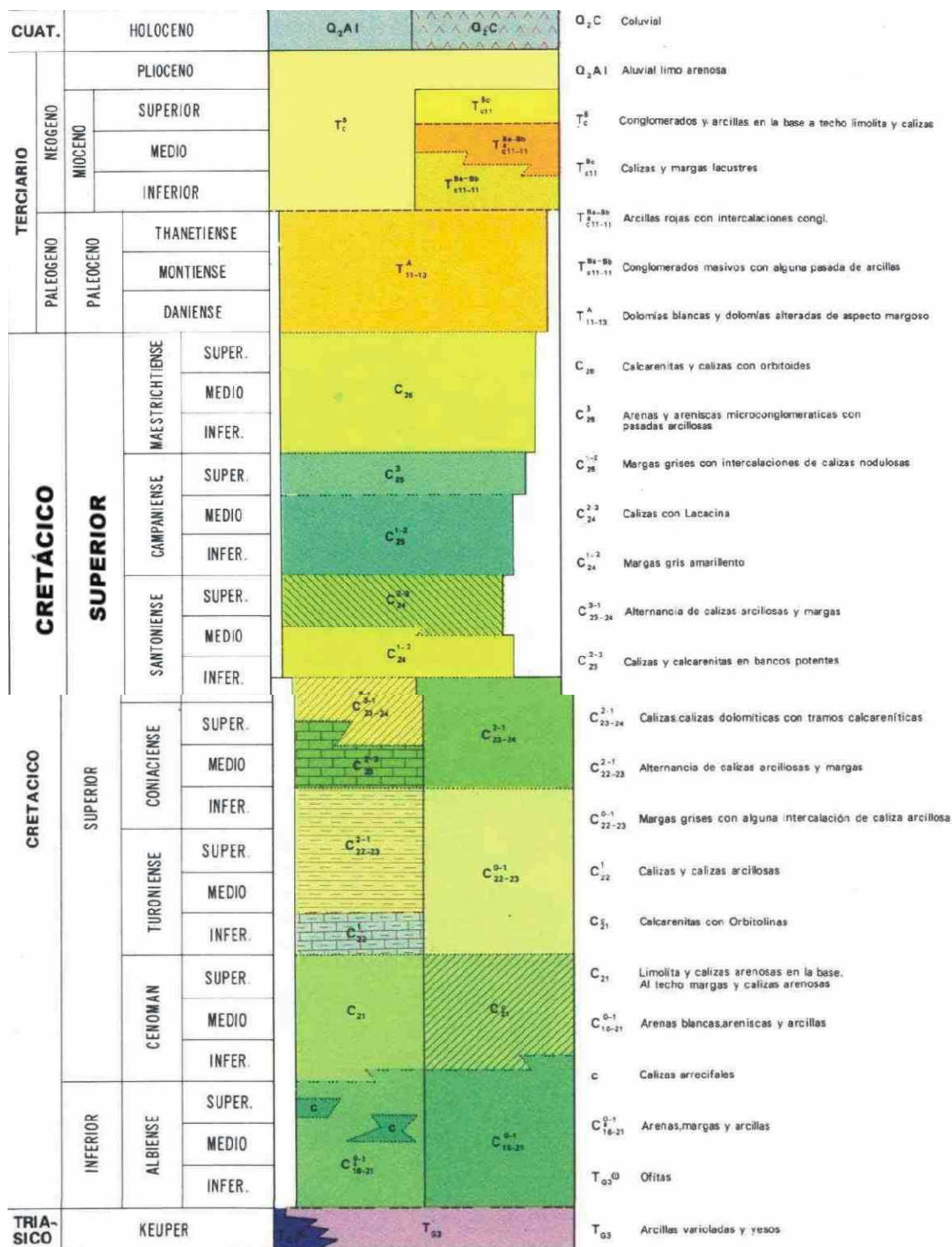
Desde el punto de vista geológico, la mayor parte de las lagunas se encuentran ubicadas sobre materiales arcillosos del Keuper (Trías), siendo una de las excepciones la laguna de Lamiogi, que se localiza sobre materiales margoso-calizos del Cretácico superior.

Concretamente, la laguna de Lamiogi y su entorno próximo, se ubican sobre materiales del Cenomaniense, constituidos por limonitas y calizas arenosas en la base y margas y calizas arenosas hacia el techo.

En el Mapa Geológico de España que se adjunta a continuación, a escala 1:50.000, hoja de Orduña, nº 111, se puede observar su ubicación geológica.



Localización geológica de la laguna Lamiogi modificada del Mapa Geológico de España digitalizado 1:50.000 nº 111 (Orduña) obtenido de la página del IGME.



Leyenda Mapa Geológico de España nº 111. Orduña, obtenida de la página del IGME

6.5.1.3 Información relevante sobre la laguna

Las lagunas de Altube están incluidas en el Catálogo autonómico de humedales de zonas protegidas del País Vasco, y presenta las figuras de protección LIC y ZEPA.

La laguna de Lamiogi, desarrollada sobre materiales calcáreos-margosos del Cretácico superior (Cenomaniense), se encuentra definida como una laguna cárstica calcárea de tipo hipogénico. Presenta actualmente lámina de agua permanente, lo que ha favorecido la proliferación de la flora y la fauna.

Con respecto a la fauna presente en esta laguna, y su entorno, cabe destacar la Rana Ágil, incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como de “interés especial”, la cual también aparece en otros humedales del complejo lagunar de Altube.

6.5.1.4 Usos del suelo

Tanto el suelo del entorno de la laguna de Lamiogi como la propia laguna, no tienen asignado un uso específico.

6.5.1.5 Cobertura vegetal

La vegetación acuática de esta laguna esta formada por comunidades de carófitos que ocupan la totalidad de la zona fótica, con *Chara hispida* var. *major*, *Chara vulgaris* var. *contraria* y *Nitella tenuissima*. Además, en las zonas más cercanas a las orillas aparecen elementos flotantes enraizados como *Potamogeton coloratus*, *Potamogeton lucens* y *Scirpus fluitans*.

La vegetación marginal está formada por elementos anfibios, entre los que destacan pequeños núcleos de *Cladium mariscus*, acompañado de otros elementos más comunes como *Eleocharis palustris*, *Glyceria declinata*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica* y *Alisma lanceolatum*. Los elementos arbóreos del margen están formados principalmente por *Salix alba* y *Salix purpurea*, acompañados por otras especies del bosque subhúmedo como *Fraxinus angustifolia*, *Cornus sanguinea* o *Acer opalus*.

6.5.2 Caracterización climática e hidrológica

6.5.2.1 Hidrología y climatología de la cuenca de alimentación al humedal

La hidrología (escorrentía y aportaciones) y los rasgos climatológicos (precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y real) referentes la cuenca asociada a la laguna, se han obtenido del programa SIMPA II (versión 2009), en el que a partir de los datos medios mensuales de distintos parámetros, como temperatura, precipitación, evapotranspiración real y potencial, y los parámetros hidrológicos del terreno (litología, usos del suelo y modelo digital del terreno), determina la escorrentía superficial (ASP) y la total (AES) que se genera en la cuenca hidrológica de la laguna de Lamiogi, de 0,25 km² de extensión (estimada mediante formato *raster*), y que, por tanto, sería el volumen de agua que se estima llegaría hasta la misma.

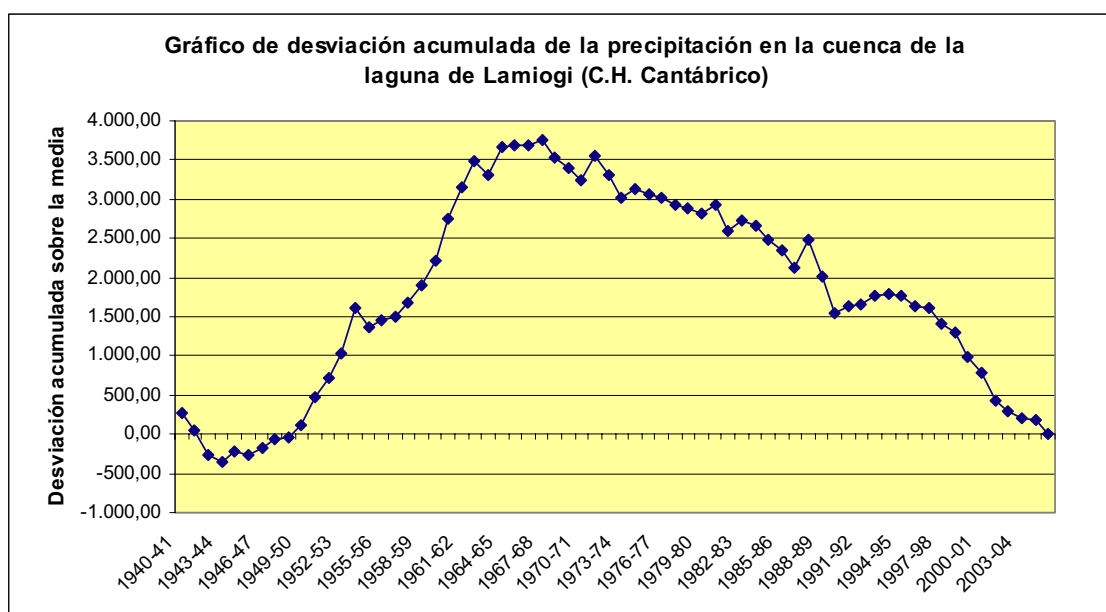
En la escorrentía total (AES) se suma el agua que, como escorrentía subterránea, se descarga de los acuíferos a la propia cuenca hidrológica del humedal, para incorporarse a la red de drenaje que se aporta al humedal de forma superficial. En consecuencia, si a la AES se le deduce la ASP, se obtendrá la escorrentía subterránea (Asub) que se origina por las descargas naturales producidas desde los acuíferos que se encuentran en la cuenca hidrológica de la laguna.

De los datos utilizados por el SIMPA II, a efecto de cálculos hidrológicos, se han considerado dos series termo-pluviométricas: una larga, de 66 años, correspondiente al periodo de 1940/41 al 2005/06, y otra corta, de 26 años, desde 1980/81 a 2005/06, que correspondería a un periodo más próximo en el tiempo y, por consiguiente, más representativo de las condiciones climatológicas actuales de la zona en la que se encuentra el humedal. En esta última serie se contemplan los efectos del *cambio climático*, en los que la reducción de los recursos hídricos, en los últimos 10 años, a nivel Nacional, ha sido de casi un 4%.

Régimen de precipitaciones en la serie de años de 1940-41 a 2005-06

Para el estudio del régimen pluviométrico registrado en la cuenca hidrológica vertiente a las lagunas de Marakalda, durante la serie más amplia de datos disponibles en el SIMPA II (de 1940 a 2006), se ha partido de los datos anuales de precipitación ponderados para el conjunto de la cuenca del humedal.

Con estos valores, se ha realizado el gráfico de desviación acumulada sobre la precipitación media anual registrada en la cuenca para el periodo de años contemplado, que es el que se representa a continuación:



En el gráfico se aprecia un corto periodo seco (4 años) comprendido entre 1940-41 y 1943-44 (incluye un año ligeramente húmedo). Le sigue un periodo húmedo (24 años) de 1946-47 hasta 1967-68, que incluye dos años secos. La serie finaliza con un largo periodo seco (38 años) que incluye 3 años húmedos.

En el gráfico se aprecia un corto periodo seco (4 años) comprendido entre 1940-41 y 1945-44. Le sigue un periodo húmedo (24 años) de 1943-44 a 1967-68, que incluye dos años secos. La serie finaliza con un largo periodo seco (39 años) que incluye tres años húmedos.

Comportamiento estacional de los parámetros climatológicos e hidrológicos

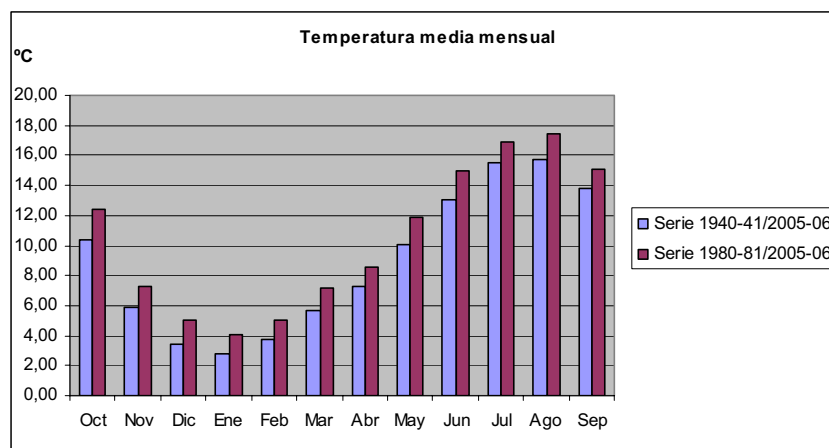
En los gráficos elaborados dentro del presente proyecto, a partir de los datos SIMPA II, se han comparado las dos series de datos para cada uno de los parámetros considerados. En ellos puede verse el régimen mensual y estacional que se establece en la cuenca hidrológica vertiente a la laguna Lamiogi, estimada en 0,25 km², en cuanto a los parámetros climáticos e hidrológicos registrados en la misma.

La presentación y análisis de los datos climatológicos-hidrológicos se hace partiendo del inicio del año hidrológico, en el mes de octubre, que coincide, en principio, con el momento de mayor sequedad de la zona.

Temperatura:

Las medias mensuales para las dos series estudiadas son de 8,46 °C para el periodo largo y de 10,48 °C para el más corto, siendo este valor de temperatura sensiblemente superior que para el periodo largo.

Las dos series tienen un comportamiento idéntico, siendo los valores siempre sensiblemente superiores para el periodo corto.

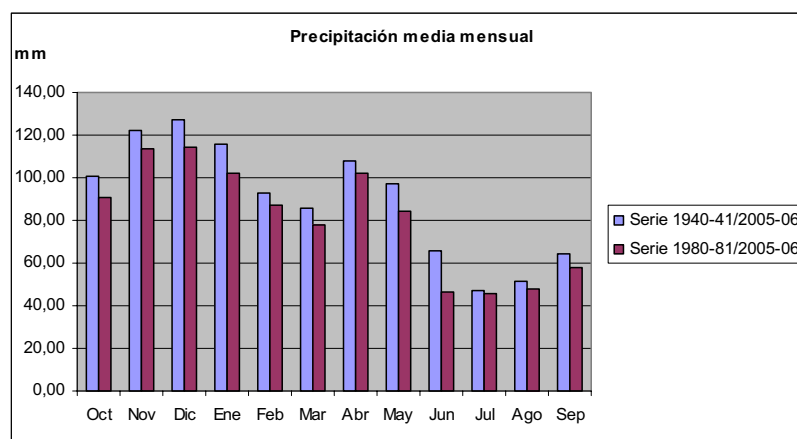


Precipitación:

La media de las precipitaciones anuales para el ciclo 1940-1941 hasta 2005-2006 (periodo largo) es de 1.077,74 mm, mientras que para el periodo más reciente representado por la serie 1980-1981 hasta el 2005-2006 (periodo corto), el valor medio de las precipitaciones es de 969,37 mm (sensiblemente mas bajo). Los datos se expresan en mm o l/m² sobre la superficie de la cuenca vertiente.

Las medias mensuales de ambas series tienen valores de 89,81 mm para el periodo 1940-1941 hasta el 2005-2006, y de 80,78 mm para el periodo 1980-81 a 2005-2006, siendo este valor sensiblemente menor.

Las dos series tienen una tendencia semejante y siempre son superiores los valores mensuales de las precipitaciones para la serie de 1940-41 a 2005-2006.

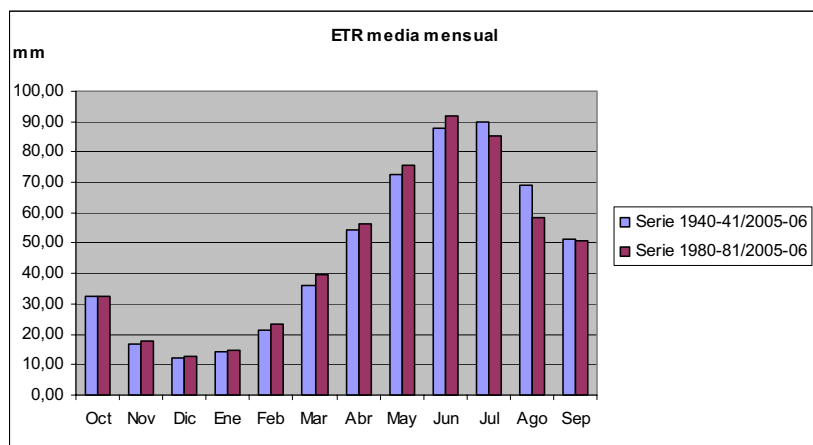


Evapotranspiración Real ETR:

La media de los valores anuales de evapotranspiración para el ciclo 1940-1941 hasta 2005-2006 (periodo largo) es de 557,91 mm, mientras que para el periodo más reciente representado por la serie 1980-1981 hasta el 2005-2006 (periodo corto), el valor medio de la evapotranspiración es de 559,48 mm (ligeramente superior).

Las medias mensuales de cada serie son similares, 46,49 mm para la serie de 66 años y de 46,62 mm para la más corta de 25 años.

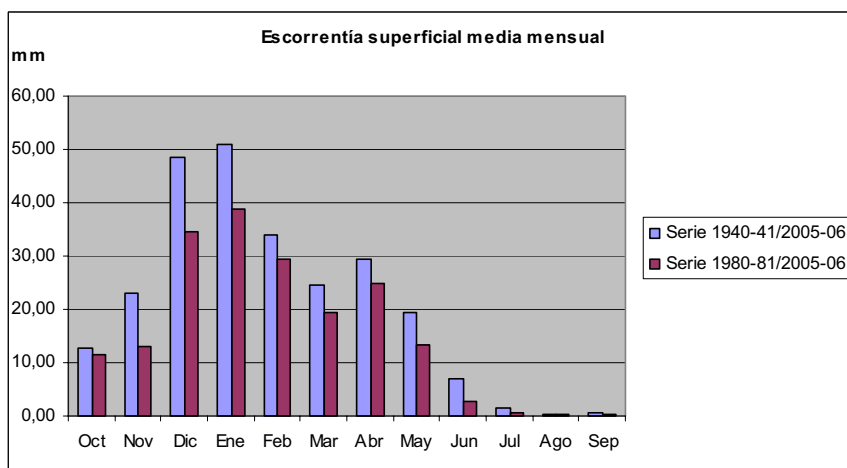
Las dos series presentan la misma tendencia, con valores prácticamente iguales para todos los meses. De octubre a junio los valores mensuales medios de evapotranspiración son ligeramente superiores para el periodo corto. Para los meses de julio a septiembre ocurre lo contrario.



Escurrentía superficial:

La media mensual de la escurrentía superficial (expresada en mm o l/m² sobre la superficie de la cuenca vertiente), para la serie larga, es de 20,96 mm, mientras que para la serie corta el valor es inferior, 15,70 mm.

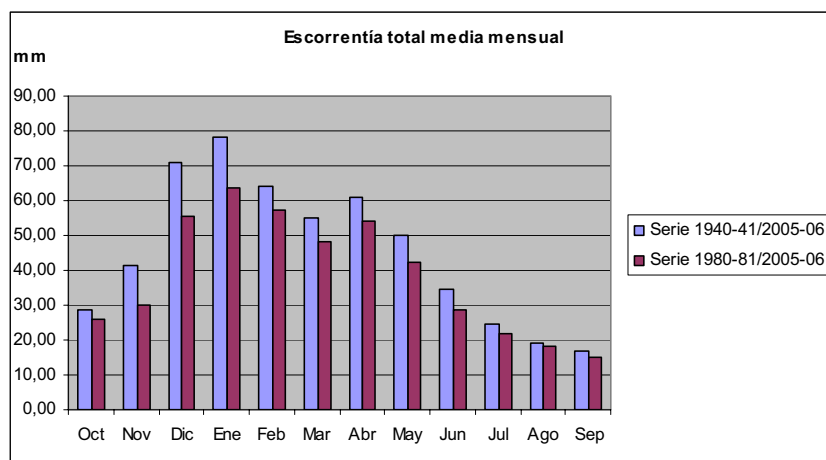
La tendencia de las dos series es similar, siendo siempre los valores superiores para la serie de 66, y los meses donde mas se acusa esta diferencia son noviembre, diciembre y enero. En los meses de julio, agosto y septiembre prácticamente no hay escurrentía superficial.



Escurrentía total:

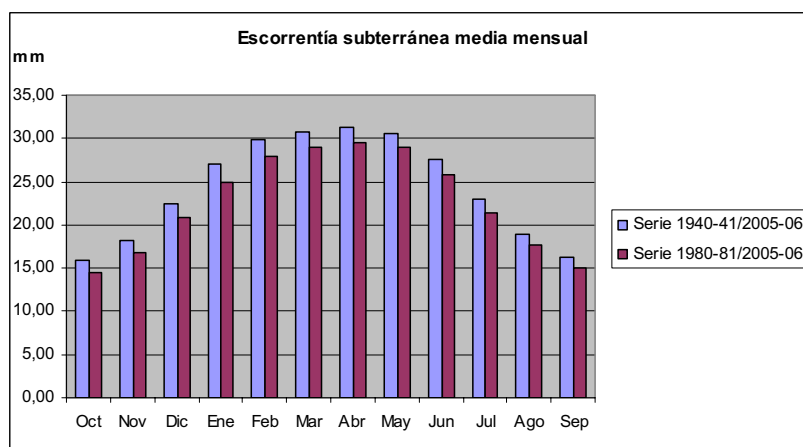
Las series tienen tendencia similar en general, siendo la media para la serie de 66 años (45,30 mm) es apreciablemente superior al valor de la media de la serie de 25 años (38,40 mm).

La serie del periodo largo presenta valores superiores de escorrentia media mensual para todo el año y en los meses de noviembre, diciembre y enero es donde mas se acusa esta diferencia.



Escorrentía subterránea:

La tendencia en las dos series es similar, con media superior para el periodo largo (24,34 mm) respecto al periodo corto (22,70 mm).



6.5.2.2 Parámetros climatológicos en la laguna

Los parámetros climatológicos se han obtenido mediante el uso del programa SIMPA II para la celda en la que se ubica la laguna de Lamiogui y se corresponden a la media anual del periodo más reciente de 1980-81 al 2005-06. Los valores obtenidos son los siguientes:

Precipitación mm/año	1.011,42
Temperatura °C	10,31
ETP mm/año	536,81

Los datos mensuales a partir de los que se han obtenido estas medias se incluyen en el Anejo 3.

6.5.3 Caracterización hidrogeológica

La zona de la laguna Lamiogi, ubicada en el Parque Natural de Gorbéia, se sitúa sobre la masa de agua subterránea denominada Mena-Orduña (código masa subterránea SIA: 013.006)

Esta masa de agua limita al NO con el embalse de Orduente y al NE con las localidades de Amurrio y Arceniega. Su límite meridional se encuentra aproximadamente paralelo a la divisoria de la Demarcación del Norte y la Cuenca del Ebro.

Los materiales en los que se incluye esta masa de agua corresponden a margas y margocalizas de permeabilidad muy baja, de edades Cenomaniense-Coniaciense, en los que se intercalan tramos de calizas arenosas de permeabilidad media-alta. En su conjunto, las formaciones más permeables de la masa son los aluviales cuaternarios.

La laguna de Lamiogui se encuentra dentro de una formación constituida por alternancia de calizas arenosas permeables, con procesos de carstificación locales, y margas de baja permeabilidad.

Los límites hidrogeológicos de la masa de Mena-Orduña vienen definidos al NO y NE por el contacto con las lutitas, areniscas y conglomerados del Albinese superior, pertenecientes a la masa de agua subterránea Balmaseda-Elorrio. El límite meridional, con la masa Sierra Salvada, se localiza en el contacto con las calizas y calizas margosas del Cretácico superior, excepto en la zona más oriental, que limita por la divisoria de la cuenca del Ebro.

La recarga de la masa subterránea, en general, se realiza por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos permeables, y la descarga natural tiene lugar a favor de manantiales, que surgen en los tramos más permeables de la serie litológica cretácica.

6.5.3.1 Hidrodinámica y parámetros hidrogeológicos del acuífero

Esta laguna se encuentra situada sobre un sistema cárstico local, que condiciona totalmente los parámetros hidrogeológicos del acuífero. Los valores de estos parámetros se desconocen, ante la falta de medidas directas que se hubiesen obtenido en ensayos de bombeo realizados en campo.

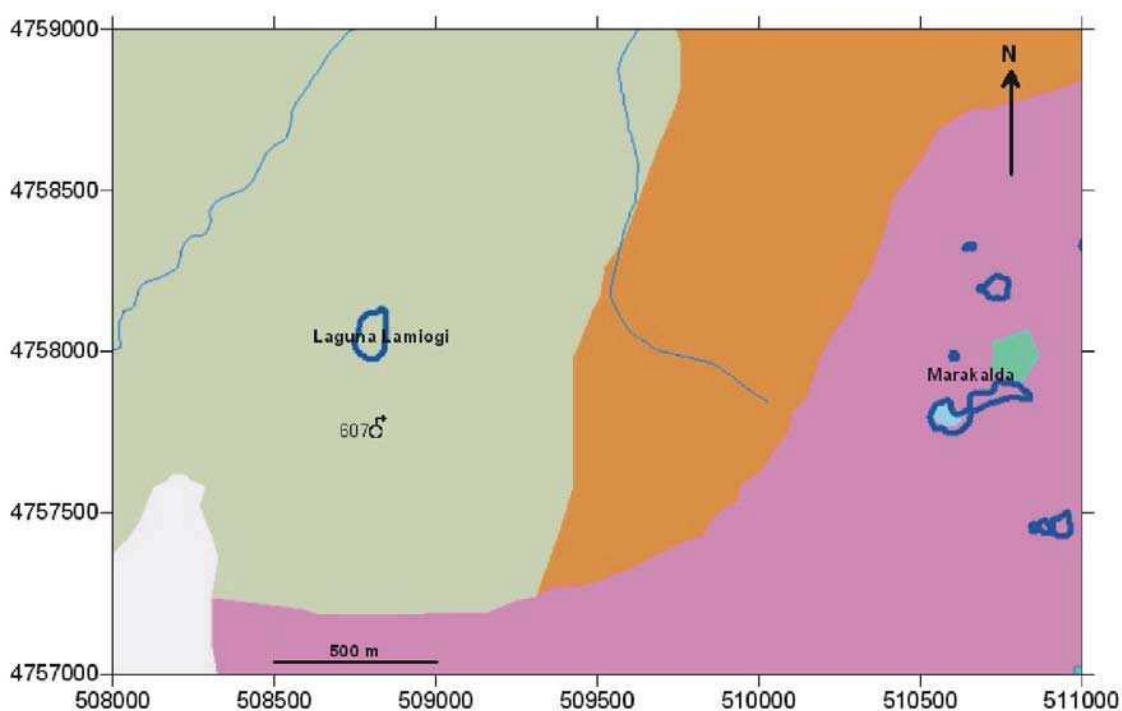
Aunque no existen datos exactos del funcionamiento hidrodinámico del acuífero cercano a la laguna, el movimiento del agua subterránea se debe caracterizar por flujos anisótropos organizados sobre materiales carbonatados, carstificados, aislados por niveles de margas.

Las permeabilidades del acuífero que alimenta a la laguna serán muy variables, con valores que pueden estar entre 10^{-2} m/día a 1 m/día (permeabilidades habituales para terrenos carbonatados con fracturación ó ligera carstificación).

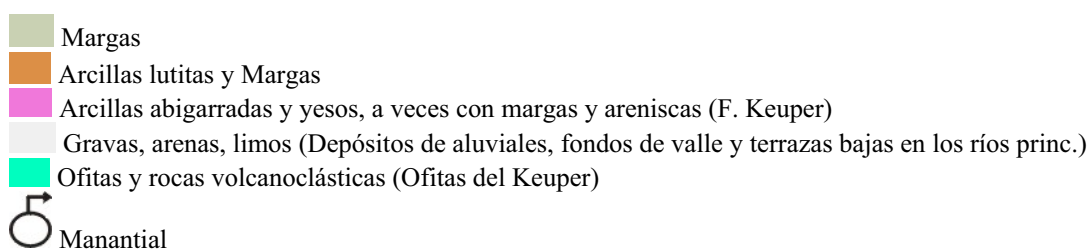
6.5.3.2 Inventario de puntos y extracciones de agua subterránea

Al tratarse de una laguna en zona de montaña, con nula explotación de aguas subterráneas, no se ha encontrado ningún pozo de explotación en su entorno. Sólo ha sido posible inventariar un punto de agua, correspondiente a un manantial, localizado al sur de la laguna, cuyos datos se anotan en la ficha de campo incluida en el anexo A.4.14.

Tanto el manantial, como la laguna, pertenecen al mismo acuífero local, constituido por los materiales carbonatados cretácicos carstificados. Además, el manantial ha sido utilizado temporalmente para el abastecimiento al colegio Izarra, por lo que se encuentra modificada parte de la zona de su descarga natural, para acondicionarlo a un depósito, que en la actualidad se encuentra abandonado.



Leyenda



6.5.3.3 Piezometría del entorno del humedal

La caracterización de la circulación del agua subterránea en la zona próxima al humedal no ha sido viable, al contar con datos de un único punto de agua, con el que reconocer la posición de los niveles piezométricos en el entorno de la laguna.

El flujo, teórico, subterráneo está condicionado por las formaciones asociadas a la laguna, que son de tipo margoso y calizo arenoso, que, en función de su disposición espacial y grado de permeabilidad, controlan y organizan el flujo del agua subterránea hacia el humedal.

La laguna se sitúa en una zona de supuesta descargas laterales (y posiblemente, también, procedentes del fondo de la cubeta) hacia el humedal, a través de los niveles carbonatados, carstificados, independizados dentro de la formación margosa del Cretácico superior.

El acuífero asociado a la laguna debe tener una distribución muy local, con recursos limitados. Este dato se deduce de la época, en años pasados, donde se llegaba a secar completamente la laguna, cuando era utilizado el manantial existente para el abastecimiento de un colegio cercano (el colegio Izarra), actividad que finalizó en el año 1995.

6.5.4 Caracterización hidromorfológica

Para determinar la geometría, tanto en superficie como en profundidad de la laguna de Lamiogui, se ha realizado dentro del alcance del presente estudio un reconocimiento de la **batimetría del humedal**, siguiendo la metodología expuesta en el epígrafe 2.2.1.

La laguna de Lamiogi presenta una morfología elipsoidal, con un eje de longitud máxima de 171 m, y dirección norte-sur. Perpendicular a éste aparece otro eje de máxima anchura, el cual alcanza los 108 m, siendo la anchura media de 80 m.

A partir de los trabajos de campo, se ha obtenido que la **superficie** total del lago, inundada en el momento de realizar la batimetría, es de 11.242 m² (**1,12 ha**). El

volumen de embalse estimado a partir de los perfiles batimétricos obtenidos del lago, es de **0,034 hm³**.

Cuenta con una única cubeta central con una profundidad máxima que no alcanza los 5 m, en la actualidad. A excepción de la zona norte, presenta orillas bastante escarpadas.

Durante los trabajos de campo, la lámina de agua en la laguna se encontraba a 1,5 m por debajo de su máximo llenado.

De la recopilación de datos contenidos en el *“Estudio limnológico de las charcas de Maracalda y Kulukupadra (Zuia, Álava)”*, realizado por la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, en el año 2004, se han obtenido los siguientes resultados, que se adjuntan complementariamente para el presente estudio:

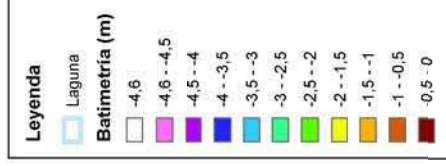
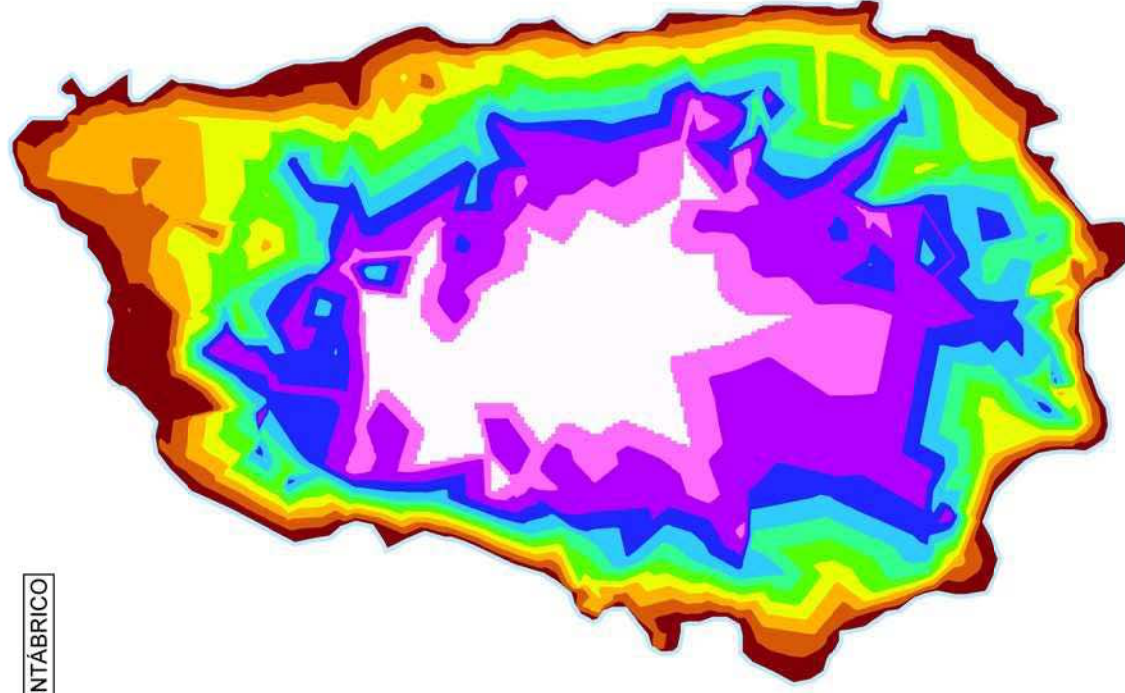
- Laguna de Iamiogui: 13.000 m² de área, 466 m de perímetro, 171 m de longitud máxima, 108 m de anchura máxima y 80 de anchura media. La profundidad máxima esta cifrada en 5,6 m.

En las figuras que se adjuntan pueden verse los resultados del levantamiento topográfico realizado en el mes de julio de 2009, siguiendo la metodología referente a las orillas y a las zonas poco profundas que se ha expuesto en el capítulo 2 del presente informe.



N

LAGUNAS DE ALTUBE (LAMIOGI), D.H. CANTÁBRICO

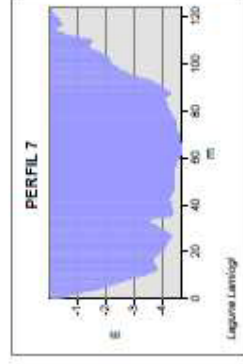
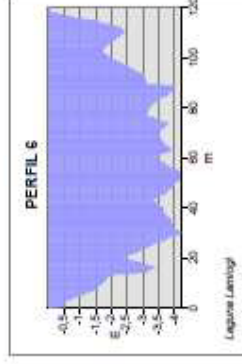
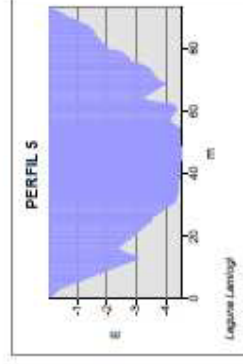
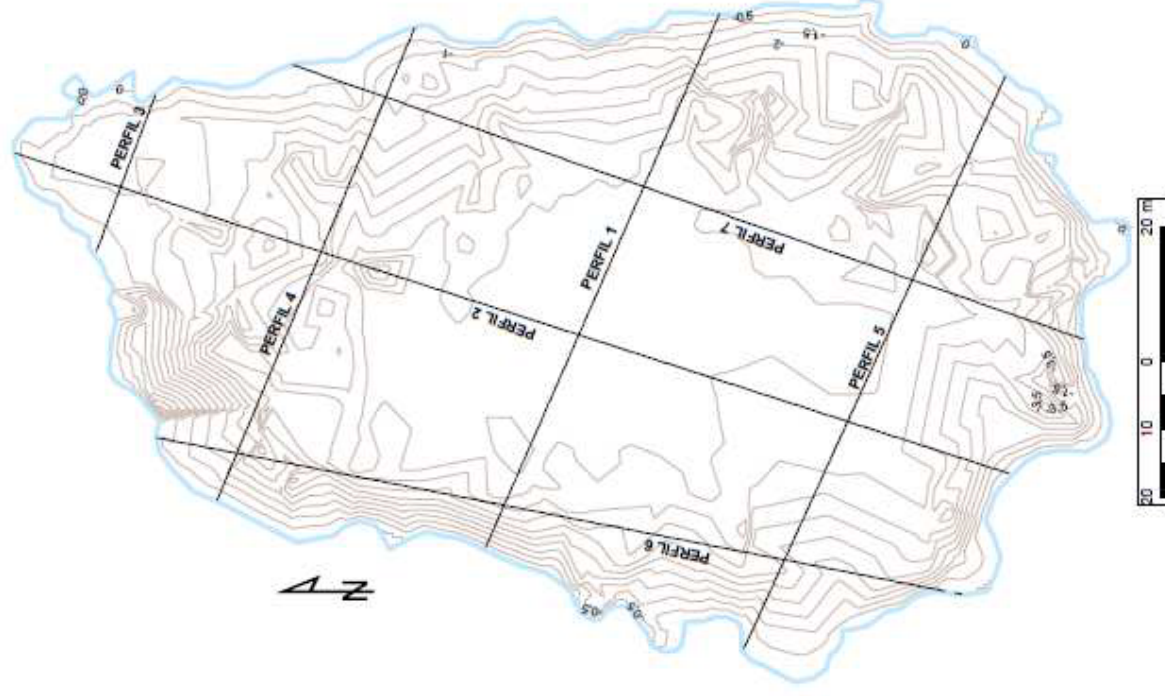
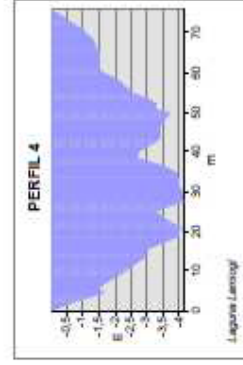
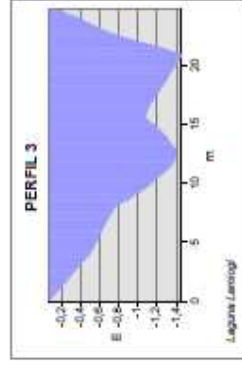
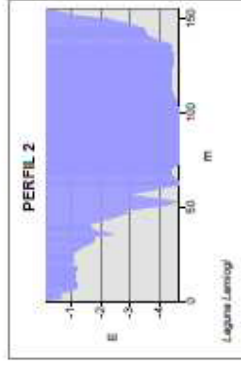
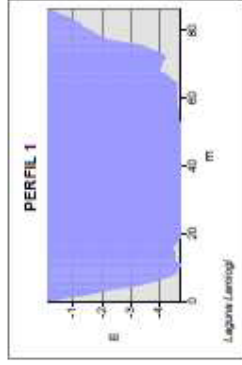




LAGUNAS DE ALTUBE (LAMIÓGI), D.H. CANTÁBRICO



Leyenda
Laguna
Isobatas (m)



6.5.5 Funcionamiento hidrológico y balance hídrico

En primer lugar, y antes de pasar a presentar los resultados obtenidos en el estudio para este capítulo, es necesario volver a realizar una referencia a la evolución histórica de la laguna de Lamiogi, que han condicionado el desarrollo y funcionamiento actual del humedal.

La laguna de Lamiogi, desarrollada sobre materiales calcáreos-margosos del Cretácico superior (Cenomaniense), se encuentra definida como una laguna cárstica calcárea de tipo hipogénico. Presenta actualmente lámina de agua permanente, lo que ha favorecido la proliferación de la flora y la fauna.

Para determinar el balance hídrico del agua que se aporta y sale del humedal, en función de las características hidroclimáticas e hidrogeológicas de su cuenca vertiente, se han tenido en cuenta los datos proporcionados por el SIMPA II (año 2009).

Aunque, en cuanto a la valoración de las aportaciones superficiales naturales que entran anualmente, como media, en el humedal, se han tenido en cuenta los datos hidroclimáticos de las dos series utilizadas, la larga de 66 años del 1940/41 a 2005/06 y la corta, más reciente, de 26 años del 1980/81 a 2005/06, para realizar el balance hídrico global del humedal se ha utilizado el periodo más próximo en el tiempo, de 1980/81 al 2005/06, que es el más representativo de las condiciones climáticas actuales de la zona.

Se ha establecido el balance medio **anual** de la laguna y su cuenca vertiente, en cuanto a conocer el comportamiento hídrico interanual del agua que circula por la misma, y el balance **mensual** del agua que se origina en ella, con el fin de determinar las variaciones estacionales que se producen a lo largo del año hidrológico sobre el ámbito de la laguna y valorar, con ello, las repercusiones que se pueden originar sobre su volumen de llenado.

6.5.5.1 Balance anual

Entradas

Aportaciones superficiales

Las aportaciones de agua, que como escorrentía superficial y total (incluida la escorrentía subterránea que se incorpora a la red de drenaje superficial de la cuenca), se producen en la cuenca de 0,25 km² de extensión que vierte sus aguas a la laguna de Lamiogi, se han determinado a partir de los datos proporcionados por el SIMPA II siguiendo la metodología explicada en el capítulo 2 del presente informe.

De acuerdo con estos datos hidrológicos, las **aportaciones anuales medias** que, como escorrentía total (sumando a la escorrentía superficial la escorrentía subterránea que se origina desde los acuíferos hacia la superficie de la cuenca) y de modo superficial, llegan al humedal, en los dos periodos de cálculo utilizados, serían:

Periodo observación	Extensión cuenca vertiente (km ²)	Precipitación media cuenca (mm)	Escorrentía superficial (hm ³ /año)	Escorrentía total (hm ³ /año)
Años 1940-41 al 2005-06	0,25	1.077,74	0,06	0,14
Años 1980-81 al 2005-06	0,25	969,37	0,05	0,12

En las aportaciones totales, se supone que, de acuerdo con los planteamientos que establece el SIMPA, se contabilizan también los aportes subterráneos que se producen desde el manantial existente en las proximidades de la laguna, al ser una surgencia de agua que vierte a la cuenca vertiente al humedal.

En los **años de tipo seco*** y **tipo húmedo**** de la serie larga de 66 años, de 1940/41 a 2005/06, las aportaciones medias anuales estimadas de los años incluidos en cada uno de los “años tipo”, han sido:

Año tipo	Aportaciones medias hm ³ /año
Año Seco	0,08
Año Húmedo	0,19

Aportaciones subterráneas

Las aportaciones subterráneas directas al vaso del humedal tienen lugar a través de la descarga del carst. Estas aportaciones son desconocidas.

Precipitación directa sobre la laguna

La precipitación que anualmente cae directamente sobre la lámina de agua de la laguna, se ha estimado a partir de los datos recogidos en el epígrafe 6.5.2.2, sobre la

Año tipo Seco, sería el que queda por debajo del percentil 25 de la serie de años contemplada (de acuerdo con los criterios utilizados en el programa IAHRIS).

Año tipo Húmedo, el que queda por encima del percentil 75 de la serie de años contemplada.

media anual del periodo más reciente de 1980-81 al 2005-06, y sería del orden de 1.011,42 mm/año.

Si esta cifra se multiplica por la superficie máxima de la lámina de agua, que es 11.242 m², la cantidad total de agua que se recoge directamente sobre la laguna sería de 0,01 hm³/año.

Salidas

Salidas superficiales

Tanto por los documentos consultados, como durante la realización de los trabajos de campo, no se ha constado la existencia de ninguna salida superficial desde la laguna.

Salidas subterráneas

Son desconocidas, aunque posiblemente estas sean inferiores a las que se producen como entradas y descargas subterráneas.

Evaporación de la lámina de agua

Las pérdidas de agua del humedal, mediante el proceso de evaporación que se origina sobre la lámina de agua libre de la laguna, se estiman en función del valor de evapotranspiración potencial (ETP) que se registra en la zona donde se emplaza el humedal, teniendo en cuenta los datos obtenidos del SIMPA II para la celda en la que se localiza la laguna de Lamiogi. Este dato, incluido en el epígrafe 6.5.2.2, es de 536,81 mm/año.

Multiplicando esta cifra por la superficie libre de la lámina de agua, de 11.242 m², daría unas pérdidas de agua de la laguna por evaporación de 0,006 hm³/año. Esta estimación de ETP sería la máxima producida, considerando que la superficie de inundación se mantuviese en su máxima extensión de llenado.

Balance anual

El balance hídrico anual medio de la laguna se realiza para el periodo más reciente estudiado en el SIMPA II, de 1980-81 al 2005-06, ya que este periodo es el más representativo de las condiciones hídricas actuales del humedal. El contraste de las cifras medias anuales, de entradas y salidas de agua del humedal, es el siguiente:

Entradas	Valor medio anual (hm³/año)	Salidas	Valor medio anual (hm³/año)
Aportaciones superficiales totales	0,12	Salidas superficiales naturales	0
Entradas subterráneas directas al vaso	¿?	Salidas subterráneas desde el vaso	¿?
Precipitación directa sobre el humedal	0,01	Pérdidas por evaporación de la lámina de agua	0,006
Total	0,13		0,006

El resultado del balance teórico presentado, sin tener en cuenta las entradas y salidas de aguas subterráneas, indica que el régimen hídrico de la laguna en base a las aportaciones medias anuales presenta una aportación con un superávit de **0,124 hm³/año**, lo que permite la presencia permanente de la lámina de agua en la cubeta del humedal.

6.5.5.2 Balance estacional

Para el establecimiento del balance estacional del agua que circula por la laguna se tienen en cuenta los valores medios mensuales de la serie hidroclimatológica de los años 1980/81 a 2005/06, obtenida del SIMPA II , de los siguientes parámetros:

- la escorrentía total que se produce en la cuenca vertiente al humedal,
- la precipitación directa que se origina sobre la propia laguna,
- la evaporación que se produce desde la lámina de agua de la laguna,

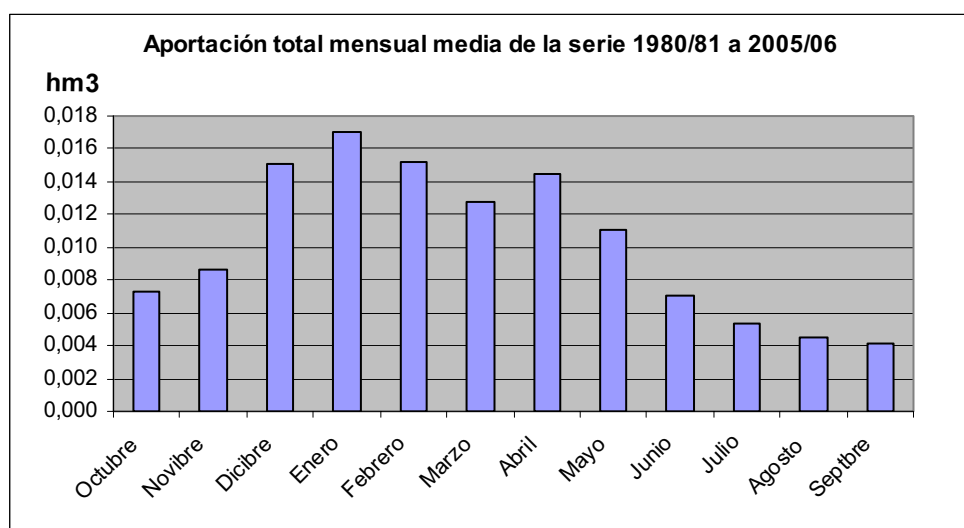
El cálculo de las aportaciones subterráneas no se ha podido estimar, por las razones expuestas anteriormente.

Los resultados obtenidos se anotan en el cuadro adjunto:

Los valores obtenidos proceden de las mismas tablas del SIMPA II que se han utilizado para el cálculo del balance medio anual. (El tratamiento de datos hidroclimatológicos en el SIMPA se establecen a nivel mensual).

Aportaciones medias mensuales de agua a la laguna de Altube-Lamoigi de la serie 1980/81 a 2005/06 (en hm ³)												
Aportaciones	Año hidrológico											
	Octubre	Novibre	Dicibre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre
Escorrentia total cuenca vertiente (0,25 km ²)	0,006	0,007	0,014	0,016	0,014	0,012	0,014	0,011	0,007	0,006	0,005	0,004
Precipitación sobre la laguna (1,12 ha)	0,0010	0,0013	0,0014	0,0012	0,0011	0,0010	0,0012	0,0009	0,0005	0,0005	0,0005	0,0007
Evaporación de la lámina de agua de la laguna (1,12 ha)	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0004
Aportaciones subterráneas directas desde el acuífero												
Total mensual	0,007	0,009	0,015	0,017	0,015	0,013	0,014	0,011	0,007	0,005	0,004	0,004
Volumen de llenado (total vaso 0,034 hm³)	0,007	0,016	0,031	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
Excedentes sobre el volumen máximo de llenado	0,000	0,000	0,000	0,014	0,029	0,042	0,056	0,068	0,075	0,080	0,084	0,089
Total Anual												

Las aportaciones totales mensuales se representan en el gráfico adjunto, en el que se pone de manifiesto que, a lo largo del año hidrológico, aunque se producen diferencias entre las aportaciones mayores, producidas entre diciembre y mayo, con respecto a las del resto de los meses del año, en ningún momento deja de haber aportes de agua a la laguna, por lo que, en consecuencia, se podría considerar a esta con un **hidroperiodo** de tipo **permanente fluctuante**.



El “volumen de llenado”, que se anota en la correspondiente fila del cuadro presentado, se ha estimado al considerar la altura que va alcanzando las sucesivas aportaciones mensuales de agua que se van acumulando en la cubeta del embalse, suponiendo que este hubiese estado vacío al inicio del año hidrológico, en el mes de octubre. Con este planteamiento, la laguna, al no disponer de un volumen de embalse elevado (0,034 hm³, determinado con la batimetría realizada en el presente estudio), aunque las aportaciones mensuales no son muy altas, ya en el mes de enero del año

hidrológico llegaría a alcanzar la máxima cota de llenado, produciéndose, a partir de este mes, excedentes de agua, totalizando al final del año hidrológico 0,537 hm³.

Siguiendo este razonamiento, en el siguiente año hidrológico, como el lago ya estaría lleno, todas las aportaciones de agua que se originan en él pasarían a ser excedentes de agua.

6.5.6 Caracterización ecológica

Esta laguna se ha mantenido seca, o con un nivel muy bajo (estimado < 20% del volumen de la cubeta) durante años, debido a haber sido usado, el manantial que la alimentaba, como reserva de agua para el Colegio Izarra. La extracción de agua cesó hacia 1995, momento en el que se recuperaron los niveles normales. Esta desecación parece no haber afectado de forma importante a las comunidades acuáticas y anfibias, con excepción del anillo de *Cladium mariscus*, muy escaso en la actualidad, aunque no se puede saber si en este proceso se perdieron algunos elementos.

Una fluctuación, de un valor en torno al 20% del volumen de la cubeta, no tendría apenas efecto sobre las comunidades vegetales acuáticas, que se volverían a recuperar en buenas condiciones al recuperarse la inundación. La vegetación marginal más estenoica podría morir o perder las partes aéreas o fotosintéticas, aunque en su mayor parte se recuperaría, prácticamente sin problemas, en un plazo no superior a los 9 meses.

Una fluctuación de un valor en torno al 70% del volumen de la cubeta produciría sobre las comunidades acuáticas un efecto limitado. Los carófitos volverían a recuperarse en el siguiente periodo de inundación, mientras que las plantas vasculares tardarían 1 ó 2 ciclos. La vegetación marginal sería la que más sufriría. La población de *Cladium mariscus* se mantendría en una situación límite, ligada su supervivencia a la existencia de descargas laterales. Las plantas anuales podrían recuperarse de forma general en el plazo de un par de ciclos, mientras que los árboles y la vegetación de más de 2 m de talla sufrirían una alta tasa de mortalidad, si no estuviera ligada a zonas de descarga o flujos subterráneas.

Cualquiera fluctuación positiva no tendría efecto, ya que el borde de la cubeta cuenta con un aliviadero natural, que hace que no se pueda acumular más volumen de agua del que permite el vaso.

6.5.7 Necesidades hídricas del humedal

6.5.7.1 Volúmenes de agua disponibles

De acuerdo con el balance realizado, correspondiente a la media del periodo de años de 1980/81 a 2005/06 (el más representativo de las condiciones hidroclimáticas actuales de la laguna), se puede considerar que en la laguna de Lamiogi las necesidades de agua están satisfechas y que, por consiguiente su **estado ecológico** (para la flora y fauna) **no está afectado**, desde un punto de vista **cuantitativo**.

La cota topográfica de la lámina de agua de la laguna, en su llenado más frecuente, correspondiente a una capacidad de $0,034 \text{ hm}^3$, según datos de la batimetría realizada, es de 588,78 m s.n.m. Con esta cota de inundación se pueden mantener en buena situación la vida vegetativa de la flora que actualmente se halla en la orla vegetal del humedal.

En los años de “tipo seco”, a nivel anual, con unas aportaciones totales medias de $0,08 \text{ hm}^3$, en principio, también se mantendría completo el volumen de llenado de la laguna, estimado en la batimetría en $0,034 \text{ hm}^3$. En el supuesto de que en algunos meses (lógicamente los del estiaje) descendieran los niveles hasta disminuciones máximas del 70% del volumen de llenado habitual, que equivaldría a un volumen de inundación del vaso de unos $0,024 \text{ hm}^3$, por las razones indicadas en el anterior epígrafe, y de acuerdo con el tipo de vegetación existente en el humedal, esta no sufriría demasiado los efectos de la baja inundación.

6.5.7.2 Afecciones a la vegetación en relación con las variaciones hidráulicas del humedal

Con el objeto de efectuar una valoración, orientativa, de cómo se podría ver afectada la vegetación que en la actualidad existe en el espacio natural del humedal, ante los cambios que se fueran experimentando en su cota de llenado, se ha efectuado una estimación de que podría ocurrirle a esta vegetación, en el supuesto, hipotético, de que la lámina de agua en el humedal fuese descendiendo, como consecuencia de la falta de aportes hídricos y, en consecuencia, su llenado se viese mermado. Se valora el efecto en la vegetación, en el supuesto de que la situación hidráulica del humedal se viese mantenida durante periodos de tiempo variables de 3, 6, 12 y 24 meses.

En el cuadro adjunto se presentan las variaciones en el volumen de llenado del humedal, considerando la cota 0 como la de máximo llenado, y las afecciones que soportaría la vegetación, tanto en la que se encuentra en la propia laguna (comunidades acuáticas), como en la existente en su orla marginal.

Laguna de Altube_Lamiogi (DH Cantábrico)					Meses de afección			
Cota lámina de agua	Área (m ²)	Área (%)	Volumen (m ³)	Volumen (%)	3	6	12	24
0	11.009,03	100,00	33.531,30	100,00	I	I	I	I
-0,5	10.381,39	94,30	28.169,84	84,01	I	II	II	II
-1	9.662,99	87,77	23.161,25	69,07	II	II	III	III
-1,5	8.816,71	80,09	18.530,95	55,26	II	III	III	III
-2	7.949,48	72,21	14.339,08	42,76	III	III	III	IV
-2,5	7.055,58	64,09	10.592,50	31,59	III	IV	IV	IV
-3	6.205,07	56,36	7.271,22	21,68	IV	IV	V	V
-3,5	5.295,13	48,10	4.391,51	13,10	IV	V	V	V
-4	4.173,98	37,91	2.010,69	6,00	V	V	VI	VI
-4,5	2.314,96	21,03	305,40	0,91	V	V	VI	VI

Nota: Sistema natural, sin regular, con cierta dependencia del freático

Indicador	Afección	Significado
I	Sin afección	Cambios dentro del régimen estacional, normal (regulado o no), de la cubeta
II	Afección mínima	Cambios puntuales, recuperables a corto plazo, en las comunidades acuáticas de las zonas litorales
III	Afección ligera	Cambios puntuales, no recuperables a corto plazo, en las comunidades acuáticas de las zonas litorales
IV	Afección moderada	Cambios importantes, recuperables a medio plazo, en las comunidades marginales (herbáceas) y acuáticas
V	Afección grave	Cambios importantes, no recuperables a medio plazo, en las comunidades marginales (herbáceas) y acuáticas
VI	Afección severa	Cambios drásticos, recuperables a medio plazo, en las comunidades marginales (herbáceas y leñosas) y acuáticas

De acuerdo con este análisis de afección, depresiones mantenidas de 1 m de la lámina de agua (que equivalen a un llenado del 69,07 % del volumen de la cubeta), durante un intervalo de tiempo de 3 meses, ocasionarían cambios puntuales, aunque recuperables a corto plazo, en las comunidades acuáticas de las zonas litorales.

6.6.- LAGUNAS DE ALTUBE_Marakalda

6.6.1 Características generales

6.6.1.1 Marco geográfico

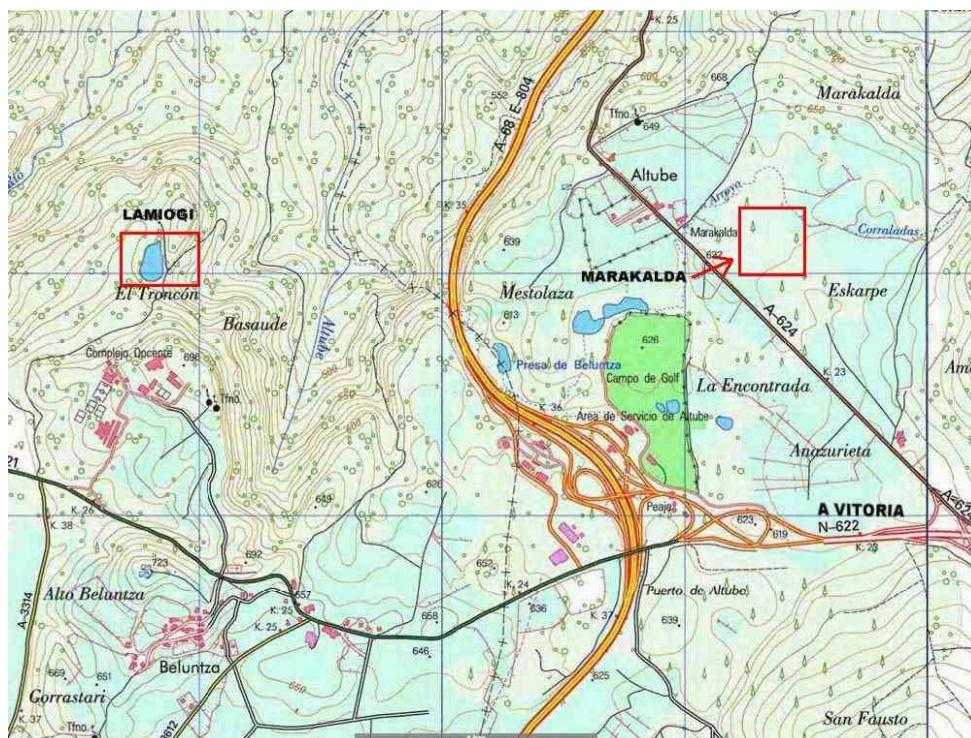
El humedal de Marakalda, perteneciente al complejo lagunar de Altube, se encuentra en el Parque Natural de Gorbeia, dentro del término municipal de Zuia (área denominada Marakalda), dentro de la provincia de Álava, siendo la localidad de Altube la población más cercana.

El complejo lagunar de Altube, asociado a la cuenca alta del río Altube, está constituido por 16 lagunas, que se encuentra en una zona con condiciones climatológicas de carácter atlántico e influencia oceánica, que se caracteriza por presentar oscilaciones térmicas leves (5-18°C) y precipitaciones abundantes y bien distribuidas a lo largo de todo el año. Constituyen un grupo de lagunas de reducidas dimensiones (inferiores a 1,6 ha, siendo el área media inferior a las 0,5 ha), en las que predominan las formas redondeadas, encajadas en la topografía.

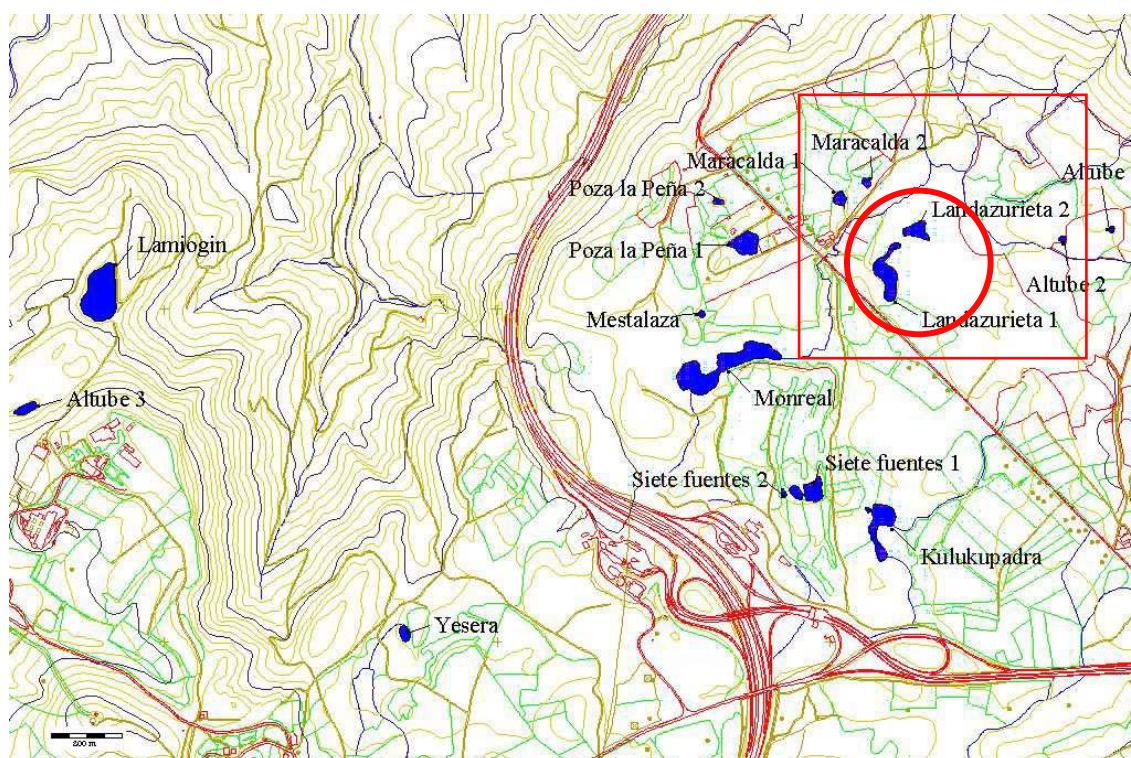
El conjunto del área humedal de Marakalda, todo el localizado sobre materiales margo-arcillosos del Keuper (Triásico), se considera compuesto por 4 charcas relativamente próximas, dos situadas junto a la población de Altube, denominadas Maracalda 1 y 2, y otras dos, Landazureta 1 y 2 situadas en el área forestal situada al sureste de la población. El objeto del presente estudio se concentra en las dos últimas (ver mapas adjuntos general y detalle).

El acceso a este humedal se realiza desde la carretera A-624, en dirección Amurrio. Al encontrar las primeras casas de Altube, aparece un camino rural que se incorpora al lado derecho de la carretera. A partir de aquí, se continúa a pie durante 200 m aproximadamente.

La localización de la “laguna de Marakalda” se ha realizado bajo la indicación del Guarda del Parque, que acompaña a los técnicos del estudio al inicio de los trabajos de batimetría realizados en el humedal.



Localización geográfica del Humedal de Marakalda (lagunas de Landazureta)
sobre mapa topográfico a escala 1:50.000



Mapa-croquis de detalle con la localización de las lagunas en el área de Marakalda

Lagunas estudiadas



Fotografía de la laguna de Landazureta 2 (área de Marakalda)



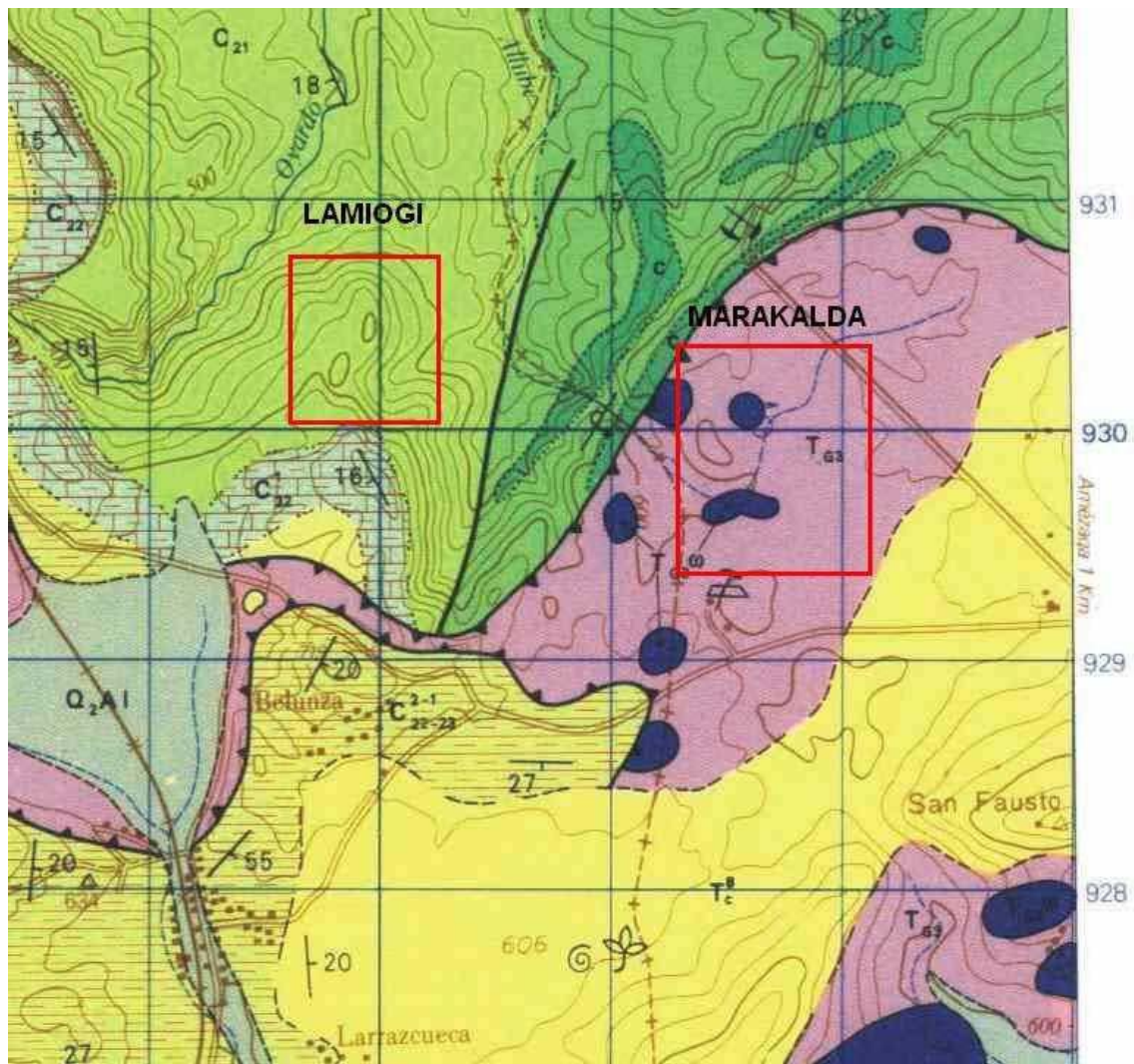
Fotografía parcial de la laguna de Landazureta 1 (área de Marakalda)

6.6.1.2 Marco geológico

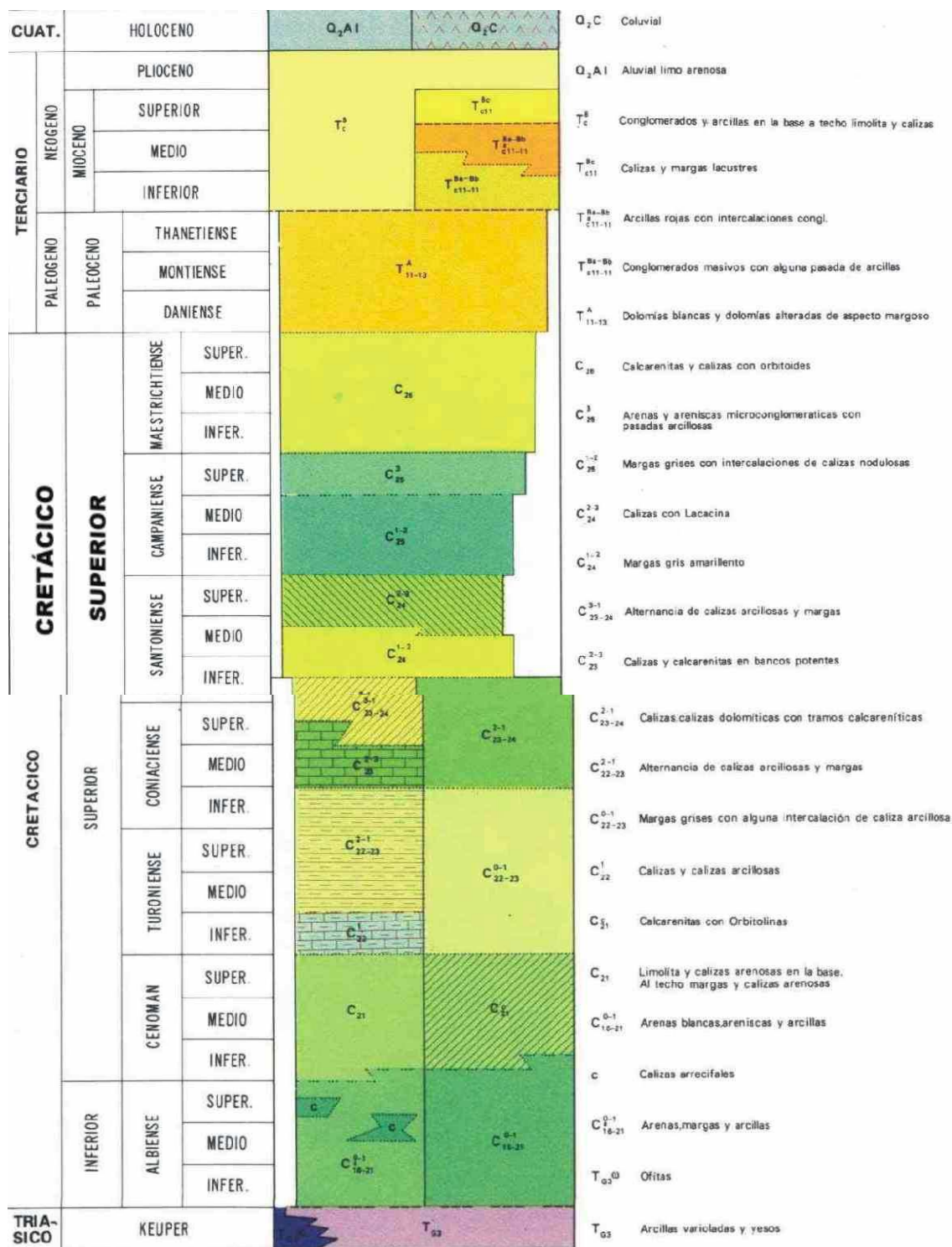
Las lagunas del complejo humedal de Altube se encuentran en la cobertera Meso-Cenozoica de la cordillera pirenaica, dentro de la cadena alpina.

Concretamente, el humedal de Marakalda, se ubica sobre arcillas abigarradas y yesos del Keuper (Triásico). Estructuralmente se encuentran dentro de una formación de carácter diapírico.

En el Mapa Geológico de España que se adjunta a continuación, a escala 1:50.000, hoja de Orduña, nº 111, se puede observar la situación de este humedal.



Localización geológica del humedal de Marakalda (lagunas de Marakalda y Landazurieta) modificada del Mapa Geológico de España digitalizado 1:50.000 nº 111 (Orduña) obtenido de la página del IGME.



Leyenda Mapa Geológico de España nº 111. Orduña, obtenida de la página del IGME

6.6.1.3 Información relevante sobre la laguna

Las lagunas de Altube (donde se incluyen las lagunas de Marakalda y específicamente las de Landazurieta) están incluidas en el Catálogo autonómico de humedales de zonas protegidas del País Vasco, y presentan las figuras de protección LIC y ZEPA.

En el “*Estudio limnológico de las charcas de Maracalda y Kulukupadra (Zuia, Álava)*”, realizado por la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco en el año 2004, se realiza una exposición detallada de las características limnológicas de las charcas de Maracalda (lagunas de Markalda 1 y 2) . Sin embargo, quedaban excluidas las lagunas que en el área de Markalda son objeto del presente estudio: las lagunas 1 y 2 de Landazurieta. En el citado estudio limnológico, se aportan datos del medio físico, que han sido considerados para el presente informe, al estar las lagunas de Landazurieta encuadradas en la misma zona natural que las contempladas en el estudio reseñado.

La lámina de agua de las lagunas de Landazurieta no es permanente, desapareciendo durante los meses de verano, como se pudo evidenciar durante los trabajos de campo (realizados en julio de 2009) donde la presencia de agua se limitaba a una pequeña zona encharcada en la laguna de Landazurieta 1, sin apenas lámina de agua.

Con respecto a la fauna presente en las lagunas de Maracalda y su entorno, cabe destacar la Rana Ágil, incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas como de interés especial, la cual también aparece en otros humedales del complejo lagunar de Altube. Además, habitan la Rana ibérica y el Tritón alpino, también catalogadas como de interés especial.

6.6.1.4 Usos del suelo

En el entorno de las lagunas de Maracalda, el uso del suelo se destina a usos forestales y praderas de pasto.

6.6.1.5 Cobertura vegetal

Se trata de un conjunto de dos charcas incluidas en el bosque. Son dos charcas estacionales en las que no aparecen plantas acuáticas estrictas. Tan sólo aparecen algunas plantas anfibias, capaces de tolerar la ausencia de luz abundante y el efecto del ganado sobre el medio. Las especies presentes en las lagunas son *Eleocharis palustris*, *Glyceria declinata*, *Alisma lanceolatum* y *Mentha aquatica*, sin distribuirse en bandas ni formaciones concéntricas. En la laguna Landazurieta 1, sin una distribución de las plantas acuáticas en formaciones anulares, aparece además una población de *Typha domingensis*, que ocupa buena parte de la lámina de la cubeta.

6.6.2 Caracterización climática e hidrológica

6.6.2.1 Hidrología y climatología de la cuenca de alimentación al humedal

En el citado estudio limnológico se incluye también la laguna de Kulukupadra, ubicada al sur de las lagunas de Landazurieta y perteneciente así mismo al Complejo lagunar de Altube.

La hidrología (escorrentía y aportaciones) y los rasgos climatológicos (precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial y real) referentes la cuenca asociada a la laguna, se han obtenido del programa SIMPA II (versión 2009), en el que a partir de los datos medios mensuales de distintos parámetros, como temperatura, precipitación, evapotranspiración real y potencial, y los parámetros hidrológicos del terreno (litología, usos del suelo y modelo digital del terreno), determina la escorrentía superficial (ASP) y la total (AES) que se genera en la cuenca hidrológica del humedal de Marakalda, de 2,2 km² de extensión (estimada mediante formato *raster*), y que, por tanto, sería el volumen de agua que se estima llegaría hasta la misma.

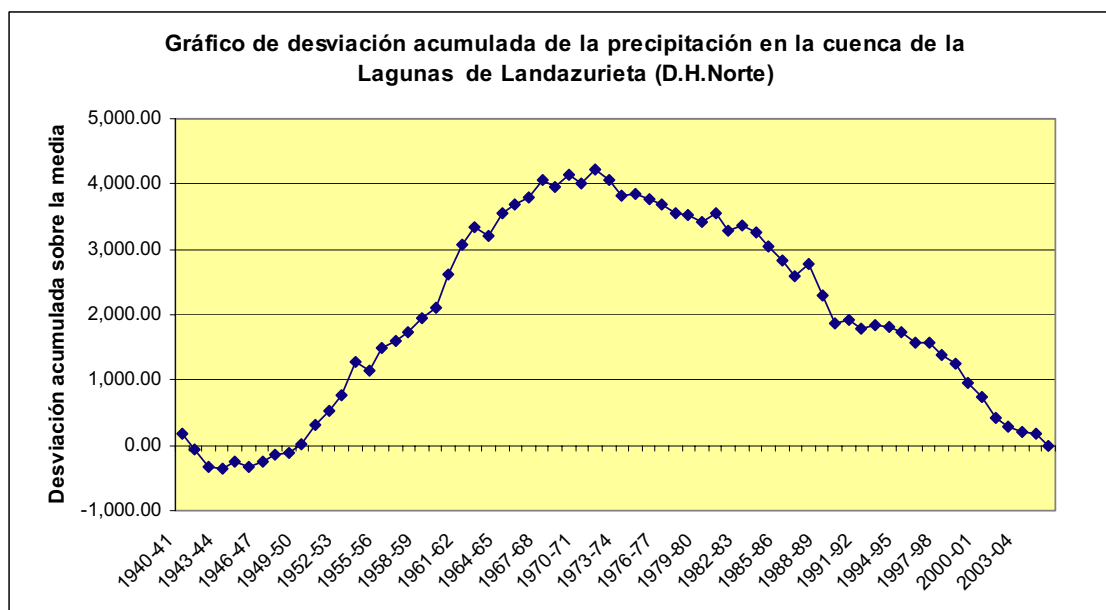
En la escorrentía total (AES) se suma el agua que, como escorrentía subterránea, se descarga de los acuíferos a la propia cuenca hidrológica del humedal, para incorporarse a la red de drenaje que se aporta al humedal de forma superficial. En consecuencia, si a la AES se le deduce la ASP, se obtendrá la escorrentía subterránea (Asub) que se origina por las descargas naturales producidas desde los acuíferos que se encuentran en la cuenca hidrológica de la laguna.

De los datos utilizados por el SIMPA II, a efecto de cálculos hidrológicos, se han considerado dos series termo-pluviométricas: una larga, de 66 años, correspondiente al periodo de 1940/41 al 2005/06, y otra corta, de 26 años, desde 1980/81 a 2005/06, que correspondería a un periodo más próximo en el tiempo y, por consiguiente, más representativo de las condiciones climatológicas actuales de la zona en la que se encuentra el humedal. En esta última serie se contemplan los efectos del *cambio climático*, en los que la reducción de los recursos hídricos, en los últimos 10 años, a nivel Nacional, ha sido de casi un 4%.

Régimen de precipitaciones en la serie de años de 1940-41 a 2005-06

Para el estudio del régimen pluviométrico registrado en la cuenca hidrológica vertiente a las lagunas de Marakalda, durante la serie más amplia de datos disponibles en el SIMPA II (de 1940 a 2006), se ha partido de los datos anuales de precipitación ponderados para el conjunto de la cuenca del humedal.

Con estos valores, se ha realizado el gráfico de desviación acumulada sobre la precipitación media anual registrada en la cuenca para el periodo de años contemplado, que es el que se representa a continuación:



En el gráfico se aprecia un corto periodo seco (6 años) comprendido entre 1940-41 y 1946-47 (incluye un año ligeramente húmedo). Le sigue un periodo húmedo (26 años) de 1946-47 hasta 1971-72, que incluye cuatro años secos. La serie finaliza con un largo periodo seco (34 años) que incluye 3 años húmedos.

Comportamiento estacional de los parámetros climatológicos e hidrológicos

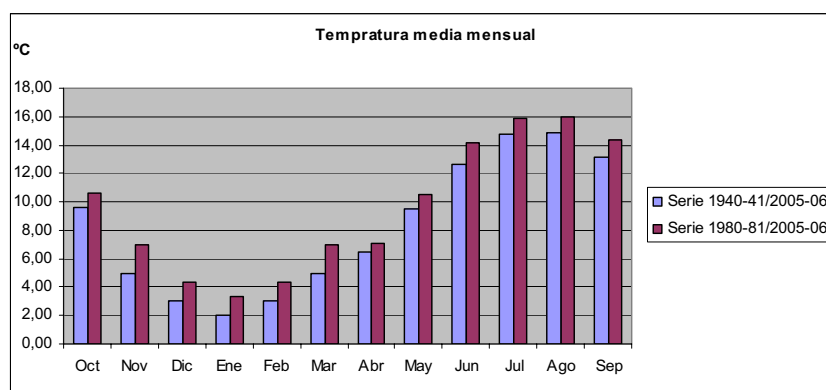
En los gráficos elaborados dentro del presente proyecto, a partir de los datos SIMPA II, se han comparado las dos series de datos para cada uno de los parámetros considerados. En ellos puede verse el régimen mensual y estacional que se establece en la cuenca hidrológica vertiente a las lagunas de Marakalda, estimada en 2,2 km², en cuanto a los parámetros climáticos e hidrológicos registrados en la misma.

La presentación y análisis de los datos climatológicos-hidrológicos se hace partiendo del inicio del año hidrológico, en el mes de octubre, que coincide, en principio, con el momento de mayor sequedad de la zona.

Temperatura:

Las medias mensuales para las dos series estudiadas son de 8,25 °C para el periodo largo y de 9,56 °C para el periodo más corto, siendo el valor de temperatura 1,31 °C mayor que para el periodo largo.

Las dos series tienen un comportamiento idéntico, siendo los valores siempre sensiblemente superiores para el periodo corto.

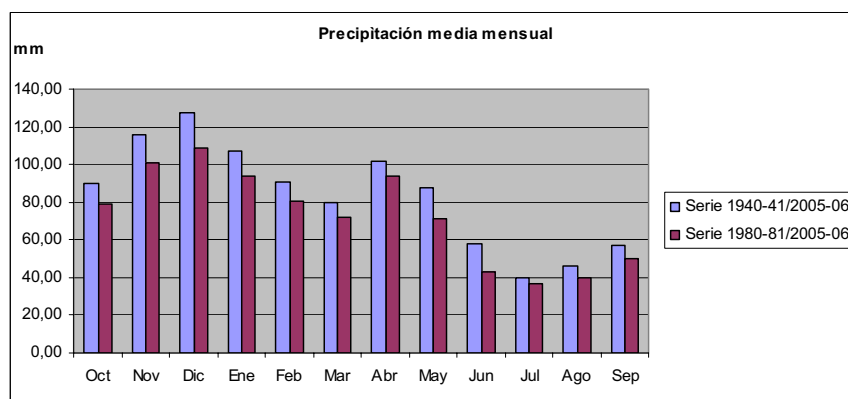


Precipitación:

La media de las precipitaciones anuales para el ciclo 1940-1941 hasta 2005-2006 (periodo largo) es de 1.002,15 mm, mientras que para el periodo más reciente representado por la serie 1980-1981 hasta el 2005-2006 (periodo corto), el valor medio de las precipitaciones es de 870,63 mm (notablemente mas bajo). Los datos se expresan en mm o l/m² sobre la superficie de la cuenca vertiente.

Las medias mensuales de ambas series tienen valores de 83,51 mm para el periodo 1940-1941 hasta el 2005-2006, y de 72,55 mm para el periodo 1980-81 a 2005-2006, siendo este valor, al igual que el valor medio de precipitaciones anuales, notablemente inferior para el periodo corto.

Las dos series tienen una tendencia semejante y siempre son superiores los valores mensuales de las precipitaciones para la serie de 1940-41 a 2005-2006.



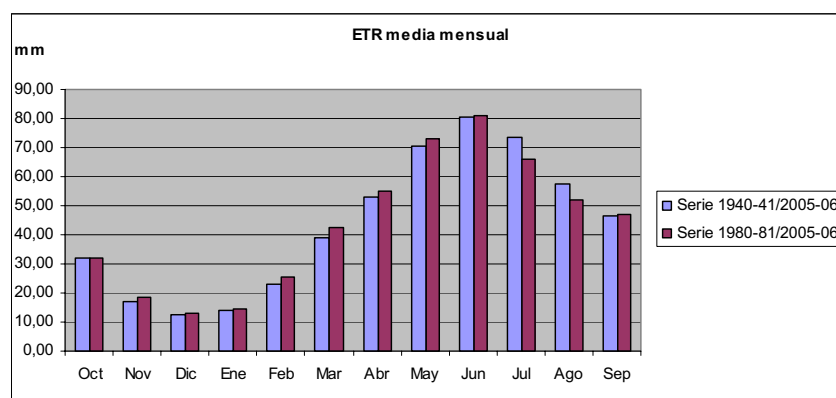
Evapotranspiración Real ETR:

La media de los valores anuales de evapotranspiración para el ciclo 1940-1941 hasta 2005-2006 (periodo largo) es de 518,33 mm, mientras que para el periodo más

reciente representado por la serie 1980-1981 hasta el 2005-2006 (periodo corto), el valor medio de la evapotranspiración es de 519,98 mm (ligeramente superior).

Las medias mensuales de cada serie son similares, 43,19 mm para la serie de 66 años y de 43,33 mm para la más corta de 25 años.

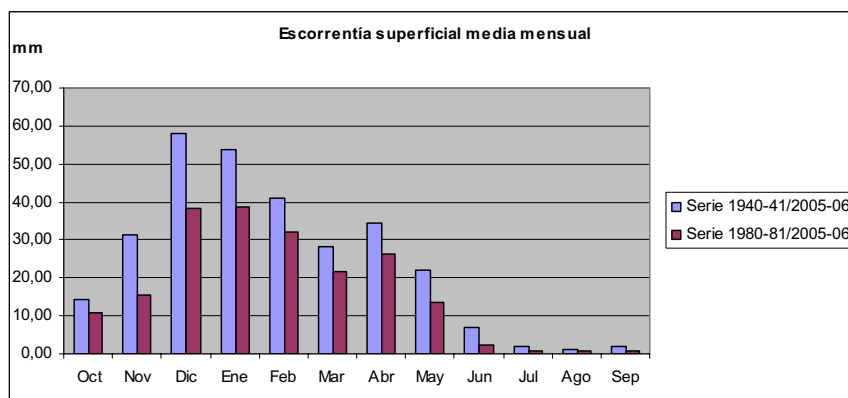
Las dos series presentan la misma tendencia, con valores prácticamente iguales para todos los meses. De noviembre a mayo los valores mensuales medios de evapotranspiración son ligeramente superiores para el periodo corto. Para los meses de julio y agosto ocurre lo contrario.



Escurrentía superficial:

La media mensual de la escurrentía superficial (expresada en mm o l/m² sobre la superficie de la cuenca vertiente), para la serie larga, es de 24,53 mm, mientras que para la serie corta el valor es también inferior, 16,76 mm.

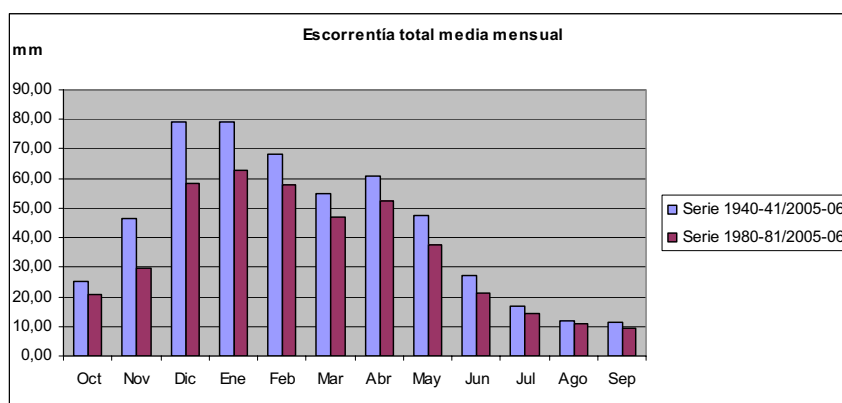
La tendencia de las dos series es similar, siendo siempre los valores superiores para la serie de 66 años y los meses donde mas se acusa esta diferencia son noviembre, diciembre y enero. En los meses de julio, agosto y septiembre prácticamente no hay escurrentía superficial.



Escorrentía total:

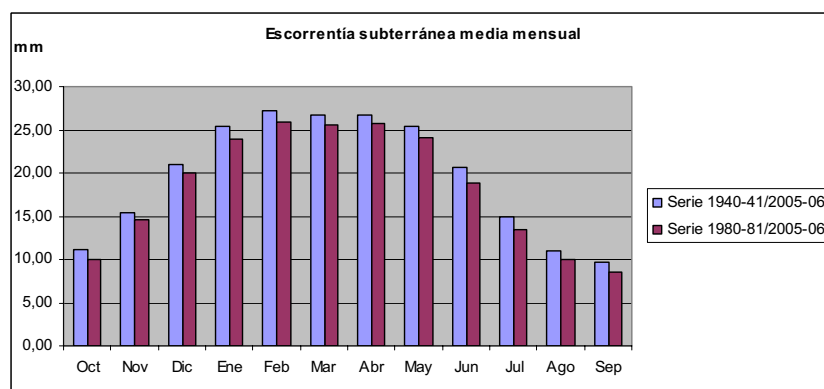
Las series tienen tendencia similar en general, siendo la media para la serie de 66 años (44,12 mm) es apreciablemente superior al valor de la media de la serie de 25 años (35,15 mm).

La serie del periodo largo presenta valores superiores de escorrentía media mensual para todo el año y en los meses de noviembre, diciembre y enero es donde mas se acusa esta diferencia.



Escorrentía subterránea:

La tendencia en las dos series es similar, con media superior para el periodo largo (19,59 mm) respecto al periodo corto (18,39 mm).



6.6.2.2 Parámetros climatológicos en la laguna

Los parámetros climatológicos se han obtenido mediante el uso del programa SIMPA II para la celda en la que se ubica las lagunas Landazurieta 1 y 2 y se corresponden a la

media anual del periodo más reciente de 1980-81 al 2005-06. Los valores obtenidos son los siguientes:

Precipitación mm/año	853,54
Temperatura °C	9,91
ETP mm/año	691,54

Los datos mensuales a partir de los que se han obtenido estas medias se incluyen en el Anejo 3.

6.6.3 Caracterización hidrogeológica

La zona de los humedales de Marakalda, ubicada en el Parque Natural de Gorbeia, se sitúa sobre la masa de agua subterránea denominada Balmaceda-Elorrio (código masa subterránea SIA: 013.003)

Esta masa de agua subterránea comprende parte de las provincias de Burgos, Álava y Vizcaya. Los límites septentrional y suroriental coinciden con la divisoria de la Demarcación del Norte. Al S limita con las localidades de Amurrio y Arceniega, y el embalse de Orduente.

La geología regional viene definida por materiales carbonatados, diferenciándose cuatro zonas de especial interés:

El sector Udalaiz, formado por calizas arrecifales del complejo Urgoniano, limitadas lateral y verticalmente por cambios a facies terrígenas, y estructurado según un pliegue anticlinal cabalgante sobre materiales ubicados más al N.

El sector Jorrios-Sodupe, formado por calizas arrecifales muy karstificadas.

El sector Gallarta-Galdames, compuesto de materiales carbonatados.

El sector Cuaternario, constituido por materiales de esa edad.

Las lagunas estudiadas, próximas al sector de Udalaiz, constituyen una zona hidrogeológica singular, al estar dentro de una estructura diapírica del Keuper (Triásico).

Los límites hidrogeológicos de la masa subterránea de Balmaceda-Elorrio se establecen al N con la divisoria de la Demarcación del Norte y las Cuencas Internas del País Vasco. El límite SO se define en el contacto con las margas y margocalizas cretácicas, pertenecientes a la masa de agua subterránea Mena-Orduña. Al SE limita con la divisoria de la cuenca del Ebro, y con las calizas arrecifales del Aptiense-

Albiense, de las masas Itxina y Aramotz. Al NE, el límite se establece por el contacto de las margas y margocalizas del Turoniense-Campaniense, de la masa Etxano, con las areniscas y lutitas del Albiense-Cenomaniense y los depósitos cuaternarios del aluvial del río Ibaizabal, pertenecientes a esta masa.

La recarga de la masa de agua subterránea, en general, se realiza por la infiltración directa de la precipitación, en los afloramientos permeables, y por la infiltración de parte de la escorrentía superficial generada en las cuencas vertientes a dichos afloramientos.

6.6.3.1. Hidrodinámica y parámetros hidrogeológicos del acuífero

El funcionamiento hidrogeológico del humedal de Marakalda está condicionado por la naturaleza de la formación arcillo-margosa del Keuper, de carácter diapírico, sobre la que se ubica. Estos materiales, de comportamiento en general muy poco permeable, condiciona la circulación del agua subterránea en ellos, a la generación de posibles conductos cársticos que se organizan, de modo muy anisótropo, en los materiales yesíferos, que se localizan entre las margas abigarradas triásicas, y en niveles carbonatados que, a veces, también se hallan en la formación triásica. A través de estos conductos, se puede producir una aportación de agua subterránea al humedal.

No obstante, ante la escasa profundidad de las lagunas estudiadas, estos aportes subterráneos deben ser de muy poca entidad, teniendo el origen del agua en el humedal un carácter más bien superficial.

Las referencias de otras lagunas próximas, como las de Markalda 1 y 2, que sí tienen lámina permanente de agua asociada al acuífero carstificado triásico, y que presenta, también, cierta continuidad en otras lagunas situadas al sur y suroeste (ver mapas del apartado 6.6.1.1, marco geográfico), es lo que permite esquematizar el modelo conceptual del flujo subterráneo expuesto.

En cuanto a las permeabilidades de los materiales del “acuífero” triásico no hay constancia de ellos, debido a que la ausencia de puntos que capten agua subterránea no permite hacer una estimación de este parámetro hidrogeológico.

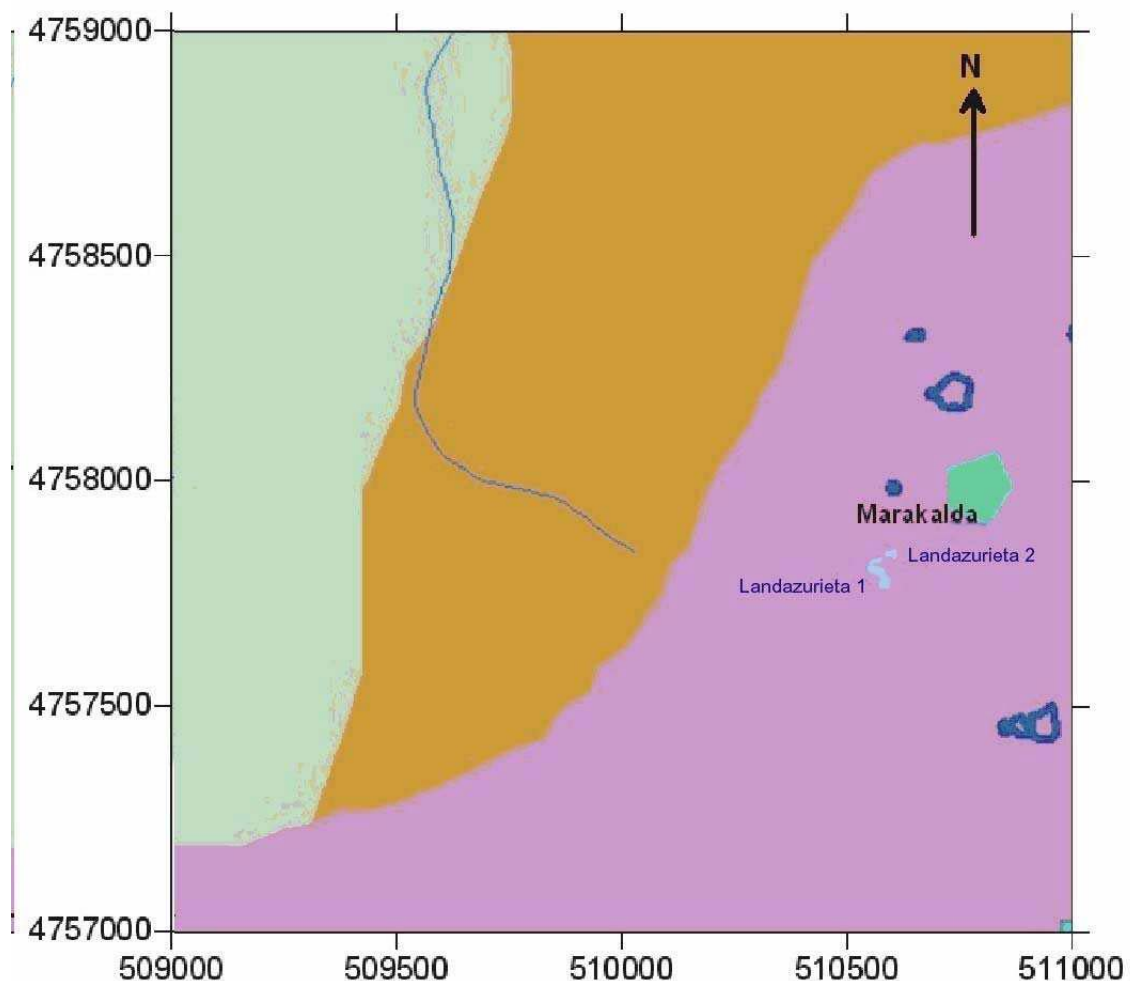
6.6.3.2 Inventario de puntos y extracciones de agua subterránea

Durante la campaña de campo realizada, en julio de 2009, para la ejecución del estudio batimétrico, no se detectó ningún punto de agua subterránea próximo o en el entorno inmediato a la laguna.

La referencia más próxima son las lagunas de Markalda 1 y 2, las cuales si tienen lámina permanente de agua asociada al acuífero carstificado situado sobre materiales evaporíticos y carbonatados, asociados al diapiro triásico, y que tiene continuidad en otras lagunas situadas al sur y suroeste de la zona de estudio.

Por otro lado, es posible que no se detectaran algunos puntos de agua que, en otras épocas del año y/o años más húmedos, sí descargan aguas subterráneas.

Se adjunta en la figura siguiente la situación de la laguna sobre mapa hidrogeológico regional para esta zona.



Leyenda

- Margas
- Arcillas lutitas y Margas
- Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
- Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
- Ofitas y rocas volcanoclásticas (Ofitas del Keuper)

6.6.3.3 Piezometría del entorno del humedal

Las lagunas, situadas sobre materiales triásicos de naturaleza evaporítica, se han desarrollado a favor de la disolución y lavado de estos materiales, dando lugar a las dos cubetas donde se encuentran situados. Las cubetas son someras, y presentan suaves escarpes laterales, estando en su centro rellenas de arcillas, limos y materiales evaporíticos, sin presentar carstificación aparente.

Además, estas cubetas deben sufrir procesos de infiltración hacia el acuífero subyacente, de naturaleza evaporítica, y que presenta, según datos bibliográficos, lámina de agua regional permanente, observable y detectada en otras lagunas del complejo lagunar de Altube (Markalda 1 y 2). La posición del nivel del agua en el acuífero subyacente debe ser muy próxima a la de la base de la laguna, desconociéndose si puede existir conexión hidráulica en alguna de las épocas del año, cuando se produzcan subidas del nivel piezométrico regional.

Por lo tanto, las lagunas estudiadas (lagunas de Landazurieta) constituyen un punto de recarga del acuífero cárstico evaporítico subyacente y, por lo tanto, sufren ciclos de desecación cuando las aportaciones superficiales son menores (meses de verano: julio, agosto y septiembre).

6.6.4 Caracterización hidromorfológica

Para determinar la geometría, tanto en superficie como en profundidad del humedal de Marakalda, en su ubicación toponímica de Landazurieta 1 y 2, se ha realizado, dentro del alcance del presente estudio, un reconocimiento de la **batimetría del humedal**, siguiendo la metodología expuesta en el epígrafe 2.2.1 del presente informe.

Como consecuencia de la gran cantidad y densidad de vegetación arbórea existente en el entorno de las lagunas, fue imposible tomar datos, mediante el GPS de alta precisión, siguiendo la metodología, referente a las orillas y a las zonas poco profundas, que se ha expuesto en el capítulo 2 del presente informe.

A pesar de ello, se tomaron datos puntuales con el GPS Trimble, pero, debido a la poca cantidad de datos y a la baja precisión de los mismos, como consecuencia de la baja señal obtenida, no ha sido posible la realización de mapas de levantamiento topográfico de las lagunas. Sólo se ha podido efectuar una delimitación precisa del perímetro geométrico de las mismas.

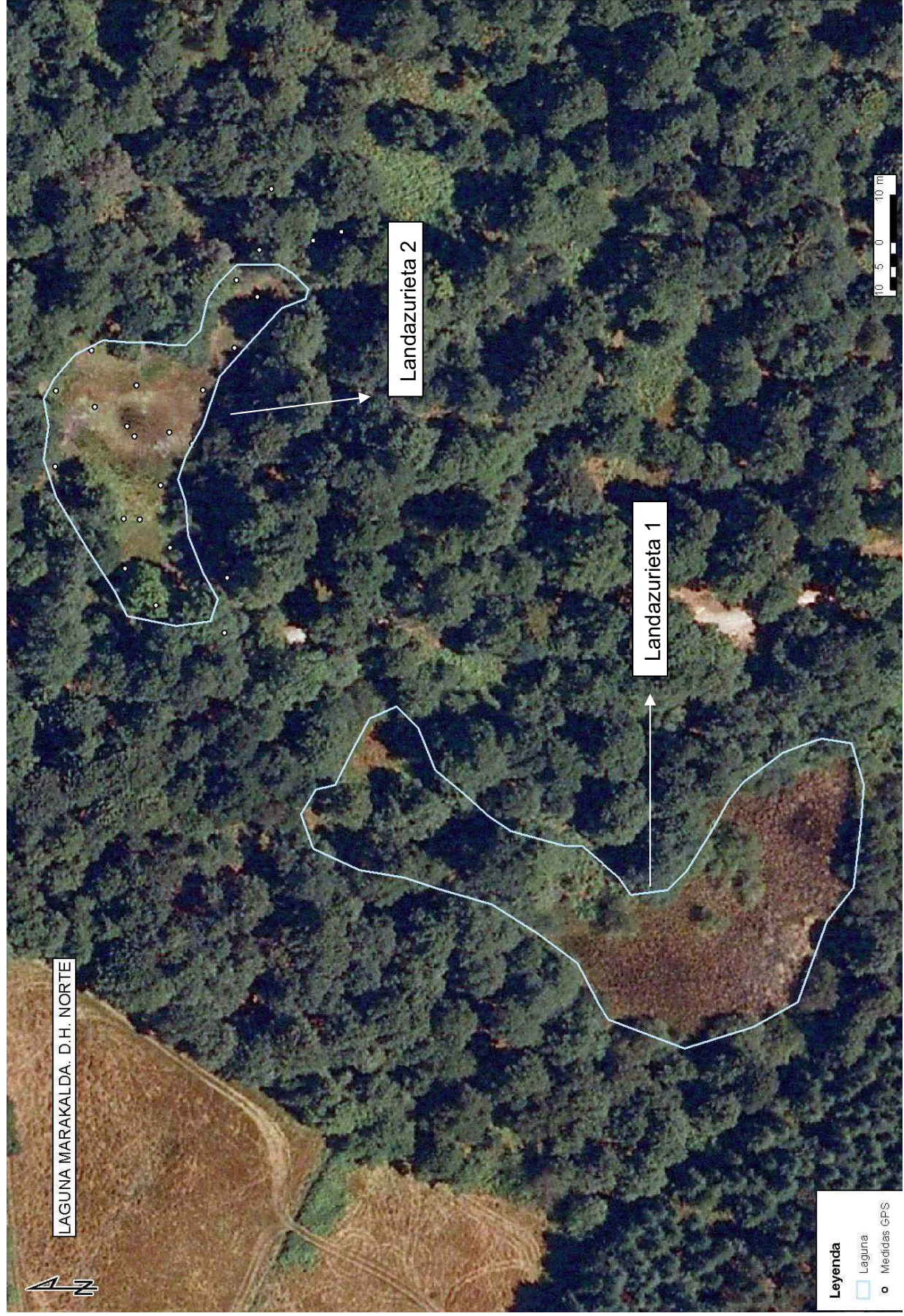
Se trata de dos lagunas de morfología irregular, muy someras, que se encontraban completamente secas durante la realización de los trabajos de campo. De los trabajos realizados en campo, se ha obtenido una **superficie de inundación** de 8.928,36 m² (**0,89 ha**) para el conjunto de las dos lagunas.

De la recopilación de datos contenidos en el “*Estudio limnológico de las charcas de Maracalda y Kulukupadra (Zuia, Álava)*”, realizado por la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco en el año 2004, se han obtenido los siguientes resultados, que se adjuntan para el presente estudio:

- Laguna Landazurieta 1: 6.255 m² de área, 475 m de perímetro, 177 m de longitud máxima, 70 m de anchura máxima y 35 de anchura media.
- Laguna Landazurieta 2: 2.642 m² de área, 232 m de perímetro, 84 m de longitud máxima, 49 m de anchura máxima y 31 de anchura media.

Dado que, como las lagunas estaban secas en el momento de su reconocimiento hidromorfológico *in situ*, por los datos observados en campo se ha estimado que estas dos lagunas en los momentos de máximo llenado podrían alcanzar una profundidad de la lámina de agua de unos 0,5 m. Multiplicando esta cifra por la de su superficie, se obtiene un **volumen de llenado** de las dos lagunas de **0,005 hm³**.

A continuación se adjunta la fotografía aérea de la zona, con la delimitación de las lagunas, obtenida a partir de los datos del GPS Trimble y de lo observado durante los trabajos de campo llevados a cabo en el mes de julio de 2009. Asimismo se puede ver la posición de los datos tomados en campo.



6.6.5 Funcionamiento hidrológico y balance hídrico

Para determinar el balance hídrico del agua que se aporta y sale del humedal, en función de las características hidroclimáticas e hidrogeológicas de su cuenca vertiente, se han tenido en cuenta los datos proporcionados por el SIMPA II (año 2009). El balance realizado se efectúa sólo para los 2,2 km² de la cuenca vertiente actual a las dos lagunas estudiadas conjuntamente.

Aunque, en cuanto a la valoración de las aportaciones superficiales naturales que entran anualmente, como media, en el humedal, se han tenido en cuenta los datos hidroclimáticos de las dos series utilizadas, la larga de 66 años del 1940/41 a 2005/06 y la corta, más reciente, de 26 años del 1980/81 a 2005/06, para realizar el balance hídrico global del humedal se ha utilizado el periodo más próximo en el tiempo, de 1980/81 al 2005/06, que es el más representativo de las condiciones climáticas actuales de la zona.

Se ha establecido el balance medio **anual** de la laguna y su cuenca vertiente, en cuanto a conocer el comportamiento hídrico interanual del agua que circula por la misma, y el balance **mensual** del agua que se origina en ella, con el fin de determinar las variaciones estacionales que se producen a lo largo del año hidrológico sobre el ámbito de la laguna y valorar, con ello, las repercusiones que se pueden originar sobre su volumen de llenado.

6.6.5.1 Balance anual

Entradas

Aportaciones superficiales

Las aportaciones de agua, que como escorrentía superficial y total (incluida la escorrentía subterránea que se incorpora a la red de drenaje superficial de la cuenca), se producen en la cuenca de 2,2 km² de extensión que vierte sus aguas al humedal de Marakalda (lagunas Landazurieta 1 y 2), se han determinado a partir de los datos proporcionados por el SIMPA II siguiendo la metodología explicada en el capítulo 2 del presente informe.

De acuerdo con estos datos hidrológicos, las **aportaciones anuales medias** que, como escorrentía total (sumando a la escorrentía superficial la escorrentía subterránea que se origina desde los acuíferos hacia la superficie de la cuenca) y de modo superficial, llegan al humedal, en los dos periodos de cálculo utilizados, serían:

Periodo observación	Extensión cuenca vertiente (km ²)	Precipitación media cuenca (mm)	Escorrentía superficial (hm ³ /año)	Escorrentía total (hm ³ /año)
Años 1940-41 al 2005-06	2,2	1.002,15	0,65	1,16
Años 1980-81 al 2005-06	2,2	870,63	0,44	0,928

En la cifra de escorrentía total se incluyen las escorrentías subterráneas que se incorporan a la red de drenaje superficial, desde los manantiales y surgencias difusas que se originan en la cuenca vertiente, aguas arriba de la ubicación del humedal.

En los **años de tipo seco*** y **tipo húmedo**** de la serie larga de 66 años, de 1940/41 a 2005/06, las aportaciones medias anuales estimadas de los años incluidos en cada uno de los “años tipo”, han sido:

Año tipo	Aportaciones medias hm ³ /año
Año Seco	0,68
Año Húmedo	1,66

Aportaciones subterráneas

La mayor parte del año las lagunas actúan como área de recarga y, por lo tanto, no se consideran aportaciones subterráneas. No existen datos que puedan confirmar si, durante alguna época del año, se puede producir inversión en la tendencia de recarga, y las lagunas pudieran tener aportes subterráneos desde acuífero triásico subyacente, por elevación del nivel piezométrico en el mismo.

No se valoran aportes subterráneos en el balance, por las causas indicadas en el párrafo anterior.

Precipitación directa sobre la laguna

La precipitación que anualmente cae directamente sobre la lámina de agua de la laguna, se ha estimado a partir de los datos recogidos en el epígrafe 6.6.2.2, sobre la

Año tipo Seco, sería el que queda por debajo del percentil 25 de la serie de años contemplada (de acuerdo con los criterios utilizados en el programa IAHRIS).

Año tipo Húmedo, el que queda por encima del percentil 75 de la serie de años contemplada.

media anual del periodo más reciente de 1980-81 al 2005-06, y sería del orden de 853,54 mm/año.

Si esta cifra se multiplica por la superficie máxima de la lámina de agua, que es 8.928 m², la cantidad total de agua que se recoge directamente sobre la laguna sería de 0,008 hm³/año.

Salidas

Salidas superficiales

Tanto por los documentos consultados, como durante la realización de los trabajos de campo, no se ha constado la existencia de ninguna salida superficial.

Salidas subterráneas

Las salidas subterráneas serían desde el vaso de las lagunas hacia el acuífero cárstico evaporítico y carbonatado subyacente. No existen datos que permitan cuantificar estas salidas, por lo que se han deducido, por diferencia, en el balance efectuado.

Evaporación de la lámina de agua

Las pérdidas de agua del humedal, mediante el proceso de evaporación que se origina sobre la lámina de agua libre de la laguna, se estiman en función del valor de evapotranspiración potencial (ETP) que se registra en la zona donde se emplazan las lagunas, teniendo en cuenta los datos obtenidos del SIMPA II para la celda en la que se localiza el humedal de Marakalda. Este dato, incluido en el epígrafe 6.6.2.2, es de 691,54 mm/año.

Multiplicando esta cifra por la superficie libre de la lámina de agua, de 8.928 m², daría unas pérdidas de agua de la laguna por evaporación de 0,006 hm³/año. Esta estimación de ETP sería la máxima producida, considerando que la superficie de inundación se mantuviese en su máxima extensión de llenado.

Balance anual

El balance hídrico anual medio de la laguna se realiza para el periodo más reciente estudiado en el SIMPA II, de 1980-81 al 2005-06, ya que este periodo es el más representativo de las condiciones hídricas actuales del humedal. El contraste de las cifras medias anuales, de entradas y salidas de agua del humedal, es el siguiente:

Entradas	Valor medio anual (hm³/año)	Salidas	Valor medio anual (hm³/año)
Aportaciones superficiales totales	0,928	Salidas superficiales naturales	0
Entradas subterráneas	0	Salidas subterráneas	0,930*
Precipitación directa sobre el humedal	0,008	Pérdidas por evaporación de la lámina de agua	0,006
Total	0,936		0,936

* Deducido de la diferencia entre entradas y salidas

El balance, que aparece ajustado en el cuadro, está condicionado por la pérdida de lámina de agua entre tres y cuatro meses al año (meses de verano). Por lo tanto, el valor deducido, a partir del balance, para la infiltración a través del vaso de la laguna (salidas subterráneas) es un valor mínimo, siendo muy posible que este valor sea aún mayor para la mayor parte de los años.

6.6.5.2 Balance estacional

Para el establecimiento del balance estacional del agua que circula por la laguna se tienen en cuenta los valores medios mensuales de la serie hidroclimatológica de los años 1980/81 a 2005/06, obtenida del SIMPA II , de los siguientes parámetros:

- la escorrentía total que se produce en la cuenca vertiente al humedal,
- la precipitación directa que se origina sobre la propia laguna,
- la evaporación que se produce desde la lámina de agua de la laguna,

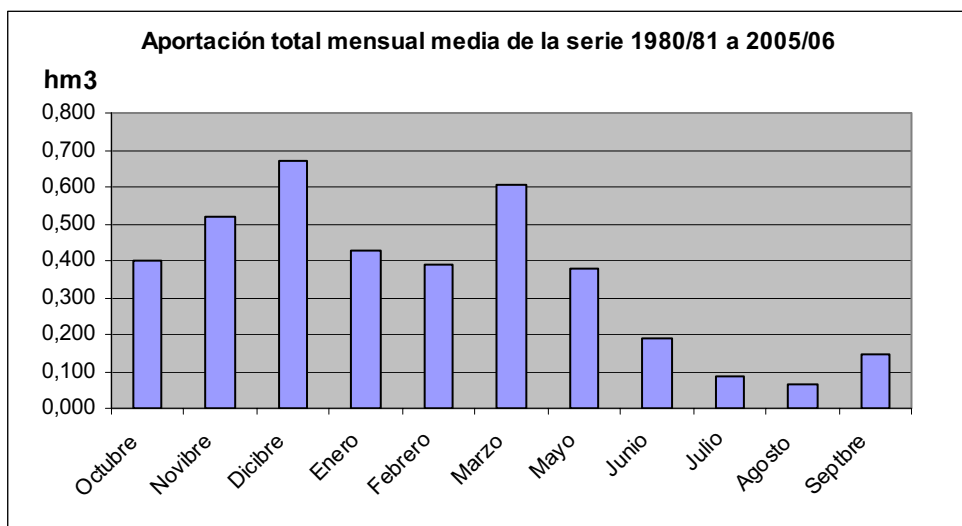
Para el cálculo de las aportaciones subterráneas se ha supuesto que las estimadas para el total del año, se distribuyen de modo igual a lo largo de los 12 meses del año hidrológico.

Los resultados obtenidos se anotan en el cuadro adjunto:

Los valores obtenidos proceden de las mismas tablas del SIMPA II que se han utilizado para el cálculo del balance medio anual. (El tratamiento de datos hidroclimatológicos en el SIMPA se establecen a nivel mensual).

Aportaciones medias mensuales de agua a la laguna de Altube-Marakalda de la serie 1980/81 a 2005/06 (en hm ³)												
Aportaciones	Año hidrológico											
	Octubre	Novibre	Dicibre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre
Escorrentia total cuenca vertiente (2,2 km ²)	0,046	0,066	0,128	0,138	0,127	0,104	0,115	0,083	0,047	0,031	0,024	0,020
Precipitación sobre la laguna (0,89 ha)	0,00046	0,00056	0,00061	0,00051	0,00043	0,00039	0,00054	0,00039	0,00023	0,0002	0,0002	0,00027
Evaporación de la lámina de agua de la laguna (0,89 ha)	0,00022	0,00011	7,1E-05	8,2E-05	0,00015	0,00026	0,00034	0,00048	0,00059	0,00063	0,00057	0,00038
Aportaciones subterráneas directas desde el acuífero												
Total mensual	0,046	0,066	0,129	0,138	0,127	0,104	0,115	0,083	0,046	0,031	0,024	0,020
Volumen de llenado (total vaso 0,005 hm³)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Excedentes sobre el volumen máximo de llenado	0,041	0,066	0,129	0,138	0,127	0,104	0,115	0,083	0,046	0,031	0,024	0,020

Las aportaciones totales mensuales se representan en el gráfico adjunto, en el que se pone de manifiesto que, a lo largo del año hidrológico, aunque se producen diferencias entre las aportaciones mayores, producidas entre los meses de octubre a mayo, con respecto a las del resto de los meses del año, en ningún momento deja de haber aportes de agua a la laguna, aunque durante los meses de julio y agosto son muy bajos, por lo que, en consecuencia, se podría considerar a esta con un **hidroperiodo** de tipo **permanente fluctuante**.



El “volumen de llenado”, que se anota en la correspondiente fila del cuadro presentado, se ha estimado al considerar la altura que va alcanzando las sucesivas aportaciones mensuales de agua que se van acumulando en la cubeta del embalse, suponiendo que este hubiese estado vacío al inicio del año hidrológico, en el mes de octubre. Con este planteamiento, las lagunas, al disponer de un pequeño volumen de embalse (**0,005 hm³**, determinado a partir de la fotografía aérea y de los datos tomados durante los trabajos de campo), aunque las aportaciones mensuales no son

muy altas, se alcanzaría la máxima cota de llenado, ya en el primer mes del año hidrológico, es decir, octubre. A partir de este mes, las sucesivas aportaciones de agua que se van produciendo pasarían a constituir excedentes, totalizando al final del año hidrológico 0,92 hm³.

Estos excedentes de agua, al comprobar que las lagunas están buena parte del año hidrológico secas, en especial en los meses de estiaje, y que su escorrentía superficial parece muy reducida, se supone que pasarían a infiltrarse en el acuífero triásico subyacente, tal y como se ha explicado en el epígrafe anterior, del balance anual presentado.

6.6.6 Caracterización ecológica

El humedal de Marakalda, para las lagunas Landazurieta 1 y 2, es de tipo estacional, por lo que no se van a comentar las fluctuaciones posibles. En función de la tipología del año hidrológico, es esperable un periodo de desecación entre 3 y 5 meses, con periodos intermedios de recarga del acuífero local, que pueden llegar a recuperar la humedad edáfica. La extracción de agua subterránea de la zona para usos agrícola o recreativos (golf) ha ocasionado un descenso del freático que, sin duda, tiene efecto sobre las cubetas y la vegetación circundante.

En estos momentos, el mayor peligro para estos humedales, parece ser el uso ganadero de la zona, que aporta nutrientes, altera el lecho e impide el normal crecimiento de la vegetación.

Por otro lado, la disminución del periodo de inundación, puede favorecer la extensión de las coberturas vegetales de especies más banales y con mayor plasticidad ecológica, como las espadañas (*Typha*), en detrimento de otras especies mejor adaptadas a los periodos de inundación prolongados. El descenso de la lámina de agua del periodo de inundación puede favorecer un periodo de desecación más prolongado, lo que puede llevar a la desaparición de los elementos con mayor dependencia de un sustrato inundado, como sauces y fresnos, favoreciendo, en tanto, el bosque más seco, dominado por robledales y especies espinosas.

6.6.7 Necesidades hídricas del humedal

De acuerdo con el balance realizado, correspondiente a la media del periodo de años de 1980/81 a 2005/06 (el más representativo de las condiciones hidroclimáticas actuales de la laguna), se puede considerar que en el humedal de Marakalda (lagunas de Landazurieta 1 y 2) las necesidades de agua, con las aportaciones hídricas que se generan en su cuenca vertiente, están satisfechas y que, por consiguiente su **estado**

ecológico (para la flora y fauna) **no** debería verse **afectado**, desde un punto de vista **cuantitativo**.

La cota topográfica de la lámina de agua de la laguna, en su llenado más frecuente, correspondiente a una capacidad de $0,005 \text{ hm}^3$, según la cartografía digital de la que se dispone, sería de 625 m s.n.m. Con esta cota de inundación se puede mantener en buena situación la vida vegetativa de la flora que actualmente se halla en la orla vegetal del humedal.

En los años de “tipo seco”, a nivel anual, con unas aportaciones totales medias de $0,68 \text{ hm}^3$, también se debería mantener completo el volumen de llenado de la laguna, estimado en la batimetría en $0,005 \text{ hm}^3$.

Las variaciones estacionales que se producen en la lámina de agua de las lagunas podrían estar condicionadas por la infiltración del agua embalsada hacia los acuíferos subyacentes, ante la posible depresión piezométrica en la que se encuentra el nivel de agua en el “acuífero” triásico. Como estas depresiones, podrían estar condicionadas por las explotaciones subterráneas que, al parecer, se hacen del mismo acuífero, en sectores más alejados del emplazamiento de las lagunas, la vigilancia de estos bombeos podría disminuir las afecciones que se originan al nivel piezométrico regional.

La comprobación de estas hipótesis, en campo, no se ha podido confirmar, ante la falta de puntos de agua próximos a la ubicación de las lagunas, en los que controlar la posición, en profundidad, del nivel piezométrico del, potencial, acuífero triásico.