



FUNDACIÓN CANAL
Canal de Isabel II



**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL CONTRATO
09/2021 DE "ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UNA
METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA SECUENCIA DE
APORTACIONES MÍNIMAS A EMBALSE A CONSIDERAR EN
SISTEMAS REGULADOS POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO"**

Junio de 2021



1. OBJETO Y ALCANCE

El objetivo del estudio será describir una metodología a emplear para estimación de la secuencia de aportaciones mínimas a embalse a considerar en sistemas regulados por efecto del cambio climático, a partir de diferentes técnicas y análisis para caracterización y diseño de los nuevos patrones de sequía derivados de los posibles efectos del cambio climático.

Así, se pretende:

- Identificar y describir potenciales alteraciones en las variables determinantes para el diseño de los nuevos patrones que vendrán a caracterizar las sequías en escenarios de cambio climático. Se estudiará, entre otros aspectos, la intensidad o severidad de los episodios, la variabilidad de los valores de las variables climáticas/hidrológicas respecto de las medias, la duración de los episodios y la frecuencia/ocurrencia de dichos episodios en el tiempo.
- Establecer criterios para comparar los nuevos patrones con los identificados a partir de las sequías registradas/observadas en las series históricas, e identificar las tendencias esperables.
- Proponer una metodología de trabajo para abordar el problema de la estimación de la secuencia de aportaciones mínimas a embalse a considerar en sistemas regulados por efecto de cambio climático, mediante la combinación de diferentes técnicas específicas de análisis de impacto de cambio climático y caracterización de sequías.
- Concretar la metodología a seguir en una guía de aplicación que pueda ser utilizada por el Canal de Isabel II, así como por otros agentes involucrados en la planificación hidrológica.

Por tanto, el estudio servirá de apoyo a la elaboración de:

- Planes de emergencia por sequía en los sistemas de abastecimiento.
- Planes de sequía de las demarcaciones hidrográficas.
- Cálculo de garantía y asignación de recursos en la elaboración de los planes hidrológicos de demarcación.

2. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

La elaboración del presente estudio tendrá como punto de partida y referencia las técnicas y análisis de caracterización de sequías citadas en el informe de la Fundación Canal sobre “Eventos hidrológicos extremos y cambio climático: mejores prácticas de modelización¹”. Además, también se tendrán en cuenta otras referencias de modelización de sequías de interés diferentes a las seleccionadas en la publicación del estudio de Fundación Canal.

Las fases de desarrollo del trabajo serán las siguientes. Se indican en cada caso la existencia de entregables por parte del adjudicatario, los cuales serán rigurosos, claros, concisos y orientados a la máxima utilidad por parte de los usuarios finales del estudio.

¹ <https://www.fundacioncanal.com/tienda/producto/eventos-hidrologicos-extremos-y-cambio-climatico/>



2.1. Inventario y diagnóstico inicial

En la fase inicial del trabajo se concretarán unos términos de referencia que permitan acotar el alcance y contenido de la metodología que se desarrollará a lo largo del estudio. Para ello, el adjudicatario recopilará toda la información que considere relevante, incluyendo tanto cuestiones metodológicas como fuentes de datos para el análisis. Se trata de recopilar y valorar la información de partida existente para su posible uso a lo largo del trabajo.

En el aspecto metodológico se realizará una recopilación de trabajos similares al que se propone, en los que se haya evaluado el efecto del cambio climático sobre las aportaciones en sistemas hidráulicos con un alto grado de regulación. Se revisarán las prácticas aplicadas en la elaboración de los planes hidrológicos para tener en cuenta el efecto de cambio climático sobre los sistemas de explotación y los estudios que se puedan haber realizado en sistemas de abastecimiento urbano de grandes ciudades.

En el capítulo de fuentes de datos, se analizará la información disponible sobre las proyecciones climáticas que resulten aplicables al ámbito territorial de la Comunidad de Madrid. Se analizará lo contemplado en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) para la realización de trabajos de evaluación de impactos y vulnerabilidad, valorando los escenarios de emisiones que deben ser estudiados. La recopilación debe incluir, como mínimo, las proyecciones de cambio climático para el siglo XXI regionalizadas sobre España que ha realizado AEMET y los estudios realizados por el CEDEX a partir de dichas proyecciones sobre evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España, a los que se ha dado difusión mediante la aplicación CAMREC², disponible en la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España. Opcionalmente, también se podrán incluir otras fuentes de información climática que se consideren relevantes y fiables/fidedignas, como las proyecciones disponibles en la iniciativa CORDEX y otras similares.

A partir de la información recopilada, el adjudicatario realizará una valoración inicial, que será discutida con los técnicos de Canal de Isabel II y la Fundación Canal para identificar los elementos que podrán formar parte de la metodología a desarrollar. Durante esta fase, se celebrarán reuniones de trabajo con personal de Canal de Isabel II y la Fundación Canal para la revisión y aplicación potencial de las técnicas de modelización/caracterización de las sequías que sirvan para acometer los trabajos objeto del contrato de estimación de la secuencia de aportaciones mínimas por afección del cambio climático.

Entregable: Se elaborará un documento describiendo las fuentes de información consultadas, resumiendo las conclusiones del análisis preliminar y las reuniones mantenidas y sus conclusiones; estableciendo los términos de referencia de la metodología que se definirá en el trabajo.

2.2. Diseño de la metodología a emplear

En la segunda fase se diseñará la metodología a emplear para la caracterización de la secuencia de aportaciones mínimas a embalse en escenarios de cambio climático. El trabajo se centrará en identificar el tipo de análisis que debe realizarse sobre los datos de partida para obtener los resultados deseados. Es de esperar que la metodología propuesta resultará del uso y acople de varias técnicas que habrán de ser complementarias entre sí, combinando las técnicas de análisis

² <https://www.adaptecca.es/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-en-espana-aplicacion-camrec>



de impacto y vulnerabilidad bajo el efecto del cambio climático con el estudio de series climáticas e hidrológicas y las técnicas específicas de caracterización de la sequía. El adjudicatario explorará distintas alternativas, seleccionando una metodología que tenga en cuenta diferentes líneas de análisis y proporcione la información más fiable y útil para los procesos de toma de decisiones vinculados a la adaptación al cambio climático en sistemas de abastecimiento urbano.

Al objeto de validar la aplicación de la metodología y poder realizar valoraciones sobre los resultados de las distintas alternativas, se tomará como caso de estudio un número reducido de emplazamientos (entre cuatro y ocho) situados en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid y sus alrededores. Las distintas alternativas se aplicarán a los casos de estudio, produciendo resultados específicos que puedan ser comparados. A efectos de validación, la Fundación Canal, con la correspondiente autorización de la Oficina Española de Cambio Climático, proporcionará las series mensuales de aportación correspondientes a las doce proyecciones climáticas analizadas en el estudio del CEDEX para estos puntos. Las series corresponden al periodo de control 1961-2000 y al periodo 2006-2100 en dos escenarios de emisiones (RCP4.5 y RCP8.5). Los puntos se obtendrán del siguiente listado:

Río	Lugar	Coordenada X UTM (m)	Coordenada Y UTM (m)	Aportación media 1980-2017 (hm ³ /año)	Aportación media 1940-2017 (hm ³ /año)
1 Lozoya	El Atazar	460200	4529100	249,25	292,83
2 Jarama	El Vado	474700	4539100	169,94	192,16
3 Manzanares	Santillana	430700	4506600	81,82	92,81
	Manzanares El Pardo	433200	4488100	104,98	121,32
4 Alberche	San Juan	388700	4470100	572,13	598,15
5 Sorbe	Pozo de los Ramos	483200	4541600	122,79	154,08
	Sorbe Beleña	483700	4531600	132,93	167,39
6 Guadarrama	Las Nieves	416200	4496600	91,95	100,83
7 Aulencia	Valmayor	411200	4487600	19,79	23,77
8 Guadalix	Pedrezuela	447200	4512100	47,19	59,01

No obstante, la metodología de análisis desarrollada en el trabajo deberá basarse en la información pública actualmente disponible. Por tanto, el adjudicatario deberá basar su metodología en las fuentes públicas de información que considere relevantes. Las series mensuales de aportación correspondientes a las proyecciones servirán como contraste de los resultados que proporcionará la metodología a partir de las fuentes públicas de datos. En su oferta, el licitador deberá justificar que la metodología propuesta permitirá su extrapolación a otras cuencas hidrográficas en España a partir de fuentes públicas de información.

Para describir y desarrollar la metodología para estimación de la secuencia de aportaciones mínimas a embalse a considerar en sistemas regulados por efecto de cambio climático, a partir de diferentes técnicas específicas de análisis de los elementos que caracterizan las sequías (nuevos patrones en el comportamiento de las sequías), se tendrán en cuenta, como mínimo, los siguientes pasos intermedios:

- i) Se realizará un inventario detallado de las fuentes de información de datos de variables climáticas e hidrológicas disponibles, de uso público, que intervienen en los



desarrollos y procesos de cálculo. Este inventario deberá incluir tanto datos históricos (datos meteorológicos, datos aforos en río y embalses, datos del SAIH, resultados del modelo SIMPA, etc.), como proyecciones climáticas en distintos escenarios de emisiones. Se adjuntará la información detallada para poder acceder a la información, incluyendo una breve descripción del tipo de dato, formato y modo de acceso, procedencia, calidad del dato y otros, en función de la fuente consultada.

- ii) Se definirá un criterio para determinar los escenarios de emisiones y los horizontes temporales en los que debe realizarse el análisis, a partir de las consideraciones contenidas en el PNACC. En la definición se buscará un equilibrio entre la complejidad del tratamiento de la información y la representatividad de los resultados a efecto de la toma de decisiones. Para cada escenario de emisiones se obtendrán las correspondientes proyecciones climáticas en los periodos seleccionados a partir de las fuentes de datos previamente identificadas. En su oferta, el licitador indicará las opciones que propone explorar para la generación de los escenarios climáticos sobre los que realizará el análisis.
- iii) El adjudicatario definirá el tratamiento requerido de la información de partida para poder emplear las proyecciones climáticas en estudios de impacto. Será necesario analizar tanto los valores medios como su variabilidad, ya que ambos aspectos son determinantes para la producción de mínimos. El análisis contemplará la posibilidad de realizar análisis específicos para la reducción de escala y la corrección de sesgo de las proyecciones climáticas. Se valorarán las opciones disponibles y se propondrá una o varias alternativas para cada paso, comparando los resultados obtenidos en las distintas opciones y valorando su efectividad relativa. En su oferta, el licitador indicará las opciones que propone explorar para la posible corrección del sesgo, a partir de su conocimiento específico de las proyecciones climáticas obtenidas de las distintas fuentes.
- iv) A partir de las proyecciones climáticas se definirá la metodología para obtener las series de aportaciones a embalse en la situación actual y en los escenarios climáticos. Se trabajará, al menos, con paso mensual y tomando una serie de suficiente longitud como para resultar representativa del periodo analizado. El adjudicatario analizará distintas alternativas para la obtención de series mensuales de aportación en escenarios de cambio climático: tomando valores de escorrentía directamente de las proyecciones, empleando modelos hidrológicos a partir de variables climatológicas o mediante otro tipo de técnicas. En el proceso se tomarán como referencia las series de aportaciones en el periodo histórico, obtenidas mediante el modelo SIMPA o a partir de otra fuente de información. En su oferta, el licitador indicará las opciones metodológicas que propone.
- v) Las series mensuales de aportación se utilizarán para estimar la secuencia de aportaciones mínimas a embalse. Las series se caracterizarán mediante estadísticos derivados de la serie original, analizando la frecuencia, duración, intensidad y magnitud de los periodos secos identificados en la serie. El adjudicatario identificará los estadísticos que resulten más relevantes y detallará su proceso de cálculo. A partir de los análisis realizados, se propondrá una definición de secuencia mínima a efectos de análisis de sistemas de abastecimiento, que vendrá asociada a una cierta



probabilidad de superación relevante para el diseño de sistemas de abastecimiento urbano. En su oferta, el licitador indicará las opciones metodológicas que propone.

- vi) Se establecerán, en todo caso, procedimientos para analizar y evaluar la relación del comportamiento de los nuevos patrones de sequía frente a los observados en las sequías registradas de las series históricas.
- vii) La parte central del análisis es el estudio de cómo se modifican los estadísticos característicos y la secuencia de aportaciones mínimas como consecuencia del cambio climático. El adjudicatario definirá una metodología para este análisis, bien comparando periodos concretos o analizando la evolución progresiva de los indicadores mediante ventanas móviles de análisis de duración adecuada. La finalidad es caracterizar los nuevos patrones de sequía por efecto de cambio climático, teniendo en cuenta las potenciales alteraciones en la intensidad o severidad de nuevos episodios de sequía, la tendencia prevista de las medias de las variables climáticas/hidrológicas y su variabilidad, la duración de los episodios y frecuencia/ocurrencia de dichos episodios en el tiempo. En su oferta, el licitador indicará propuesta de metodología.
- viii) En la definición de la metodología se prestará atención especial a la caracterización de la incertidumbre en todos los pasos del proceso, matizando la confianza que se pueda tener en los distintos resultados del análisis. Por ejemplo, la metodología especificada debe incluir las técnicas adecuadas para distinguir entre las alteraciones de la secuencia de aportaciones mínimas esperables como consecuencia de la modificación de los valores medios de las series (cuyas proyecciones se consideran relativamente fiables) y las que deben ser atribuidas a otros factores, como la modificación de su variabilidad, sobre las que existe menos confianza en su estimación. En su oferta, el licitador indicará las opciones que propone explorar para el tratamiento de la incertidumbre.

Entregable: Se elaborará un informe del trabajo realizado, describiendo las técnicas analizadas y los resultados obtenidos en los casos de estudio. En el informe se incluirá una valoración de la adecuación de cada técnica en función de los distintos factores a considerar: requerimientos de información, complejidad del cálculo, utilidad de los resultados, etc.

2.3. Guía de aplicación

La tercera fase consiste en la elaboración de una guía que permita a profesionales de la planificación hidrológica de distintas demarcaciones aplicar la metodología definida para estimar el efecto del cambio climático sobre la secuencia de aportaciones mínimas a embalses. La guía incluirá una colección de técnicas de análisis, adecuadamente articuladas y relacionadas entre sí para poder satisfacer el objetivo final. Deberá contener información suficiente para que un profesional adecuadamente preparado pueda aplicar, parcial o totalmente, las técnicas elegidas a un caso de estudio. Deberá centrarse en los aspectos prácticos de la aplicación de las técnicas, como la necesidad de datos, las fuentes de información, la complejidad del análisis, la existencia de herramientas para su aplicación, la interpretación de los resultados o su utilidad para la toma de decisiones.

Se preparará un esquema metodológico general, en el que se encuadren los objetivos del análisis, los datos de partida, las distintas tareas que deben realizarse, las técnicas adecuadas para



llevarlas a cabo y los resultados esperables en cada paso. El esquema metodológico general contendrá un diagrama de flujo, donde se describa la secuencia de proceso de información que se debe seguir en el análisis, especificando el flujo de datos y las herramientas de cálculo que deben aplicarse para su proceso.

Para cada una de las técnicas que intervienen en la composición de la metodología final se proporcionará la siguiente información:

- i) Una justificación de la conveniencia de su utilización, indicando el problema que resuelve y especificando su relación con las demás tareas en el esquema metodológico general.
- ii) Una descripción de los datos de partida y los resultados a obtener, encuadrándola en el flujo general de información asociado al proceso.
- iii) Una descripción detallada de los procedimientos de análisis a aplicar (modelos, formulación, expresiones y diferentes especificaciones), con referencias a herramientas informáticas, si las hubiere.
- iv) Una evaluación de la incertidumbre asociada al proceso de cálculo y el grado de confianza que pueden tener los resultados.
- v) Una estimación de su grado de complejidad, descrito en términos de necesidad de información, medios disponibles, esfuerzo requerido y facilidad de interpretación de los resultados.

La guía finalizará con un apartado de conclusiones y recomendaciones, identificando los principales elementos de éxito y valorando la dificultad en la aplicación de la metodología propuesta en función de los objetivos que se persigan en el estudio.

En su oferta, el licitador realizará una propuesta de índice, extensión y características de la Guía a desarrollar.

Entregable: Se redactará la guía metodológica, que será publicada por la Fundación Canal y bajo su nombre por ser ésta quien ostentará la titularidad de la misma, esto es, los derechos de explotación de propiedad intelectual inherentes a ella tal y como se prevé en el Pliego de Condiciones Regulatorias; si bien se identificará en la guía a los autores del estudio del adjudicatario como tales.

2.4. Presentación

El trabajo realizado y la guía metodológica serán presentadas por el adjudicatario en un evento abierto al público organizado por la Fundación Canal, el cual se llevará a cabo con carácter presencial o en formato digital.

Entregable: Se realizará una presentación del trabajo en formato MS PowerPoint o equivalente.

El adjudicatario entregará toda la documentación en formato electrónico. La Fundación Canal aportará la plantilla de MS Word o equivalente a utilizar para la publicación del estudio final. Dicho estudio estará comprendido por los entregables anteriormente citados (salvo la presentación final), para su integración en un único documento MS Word.



La documentación manejada por el adjudicatario durante el desarrollo del proyecto, incluyendo los entregables, se volcarán regularmente a una plataforma de nube a suministrar por la Fundación Canal.

3. DIRECCIÓN DEL PROYECTO Y SEGUIMIENTO DE LOS TRABAJOS

Corresponde a Fundación Canal la supervisión y dirección de los servicios, proponer las correcciones convenientes o, en su caso, la suspensión de los mismos si existiese causa suficiente motivada.

Corresponde al adjudicatario la ejecución, dirección y coordinación directa de los medios personales que realicen el servicio. El adjudicatario nombrará un responsable que actuará como interlocutor único con la Fundación Canal, cuyas funciones en relación con el presente contrato serán:

- Dirigir los recursos humanos que realicen el servicio, impartiendo al efecto las órdenes e instrucciones necesarias para la ejecución del mismo.
- Mantener el contacto con la Fundación Canal, a efectos de garantizar la máxima coordinación de las actividades del servicio.

El adjudicatario de los trabajos asignará al comienzo de los trabajos el equipo con los perfiles indicados en el apartado G del Cuadro de Características del Contrato. La Fundación Canal revisará y, en su caso, aprobará los perfiles correspondientes, que deberán mantenerse durante la vigencia del contrato. En caso de que por causas inevitables y sobrevenidas hubiera de ser sustituida alguna de las personas adscritas al equipo, el adjudicatario se compromete a asignar una persona con un perfil equivalente o superior al de la persona a sustituir y que, por tanto, cumpla con lo dispuesto en el apartado G antedicho.

Se creará una comisión de seguimiento, que se reunirá, al menos, con carácter mensual y que supervisará el desarrollo de los trabajos realizados. Esta comisión estará constituida, al menos, por:

- Un responsable de la entidad adjudicataria, que deberá mantenerse inalterable durante la ejecución del contrato, así como una persona técnica y directamente involucrada en el desarrollo de los trabajos.
- Un asesor externo especializado en el objeto de desarrollo de los trabajos. A tal efecto, la valoración de las propuestas presentadas conforme el presente pliego de prescripciones técnicas será realizada por D. Luis Garrote, catedrático de ingeniería hidráulica de la Universidad Politécnica de Madrid, como experto contratado a tal efecto por la Fundación Canal. También se contará con el profesor Garrote como asesor técnico en la supervisión de la ejecución de los trabajos finalmente desarrollados.
- Un responsable de Canal de Isabel II.
- Un responsable de la Fundación Canal.

Con carácter adicional a las reuniones de seguimiento anteriores, se podrán tener otras para garantizar el buen desarrollo de los trabajos.



El adjudicatario incluirá en la proposición relativa a los criterios sujetos a un juicio de valor que ha de presentar en el Sobre 1 (ver apartado H del cuadro de características del contrato) la planificación de los trabajos para cada una de las fases descritas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas (apartado 2). El incumplimiento de los plazos acordados, según se regulan los mismos en el apartado D.1 del Cuadro de Características del Contrato, podrá ser penalizado de conformidad con lo establecido en el Pliego de Condiciones Regulatoras y en el Cuadro de características del contrato.

4. PROPIEDAD INTELECTUAL, CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN Y PROTECCIÓN DE DATOS

En materia de propiedad intelectual, confidencialidad de la información y protección de datos de carácter personal se estará a lo establecido en el Pliego de Condiciones Regulatoras.

5. PLAZOS DE EJECUCIÓN

El plazo máximo de ejecución es de 9 meses, desde el acta de comienzo de los trabajos hasta la certificación final. Es preciso destacar que dicho plazo excluye la presentación del estudio, por cuanto dicho evento está sujeto a las condiciones de programación de las actividades de la Fundación Canal, sin perjuicio de lo cual el adjudicatario estaría obligado a llevar a cabo dicha presentación en las condiciones previstas en la documentación contractual, aun cuando la misma fuera programada una vez finalizados los 9 meses de duración máxima del contrato inicialmente previstos.

Madrid, a 28 de junio de 2021

Ernesto Lluch Moreno
Director del Área de Innovación y Medio Ambiente
FUNDACIÓN CANAL

Eva Tormo Mairena
Directora Gerente
FUNDACIÓN CANAL