

Approved. OK for payment.



Ramiro Salinas
27.07.2026

Mejoras al Monitor Nacional de Sequía del Ecuador (MONSE)

Modelo de sostenibilidad



Mejoras al Monitor Nacional de Sequía del Ecuador (MONSE)
Modelo de sostenibilidad

Ramiro Salinas
27.07.2026

Approved. OK for payment.

Document information

Document permissions	Confidential – client
Project number	FWR7228
Project name	Mejoras al Monitor Nacional de Sequía del Ecuador (MONSE)
Report title	Modelo de sostenibilidad
Report number	RT006
Release number	01-00
Report date	30 June 2026
Client	CTCN
Client representative	Ramiro Salinas
Project manager	Marta Roca
Project director	Nigel Walsmley

Document history

Date	Release	Prepared	Approved	Authorised	Notes
30 Jun 2026	01-00	MBN	ARI	MRT	

Document authorisation

Prepared
Mario Bianco

Approved
Alberto Riera

Authorised
Marta Roca Collell

© HR Wallingford Ltd

This report has been prepared for HR Wallingford's client and not for any other person. Only our client should rely upon the contents of this report and any methods or results which are contained within it and then only for the purposes for which the report was originally prepared. We accept no liability for any loss or damage suffered by any person who has relied on the contents of this report, other than our client.

This report may contain material or information obtained from other people. We accept no liability for any loss or damage suffered by any person, including our client, as a result of any error or inaccuracy in third party material or information which is included within this report.

To the extent that this report contains information or material which is the output of general research it should not be relied upon by any person, including our client, for a specific purpose. If you are not HR Wallingford's client and you wish to use the information or material in this report for a specific purpose, you should contact us for advice.



Elaborado por:

Nombre	Cargo	Firma
Marta Roca	Ingeniera Principal Coordinadora del Proyecto por parte de HR Wallingford	Signed by: <i>Marta Roca</i> 6E2F60D97CE3435...
Mario Bianco	Científico Senior Técnico del Proyecto por parte de HR Wallingford	Signed by: <i>Mario Bianco</i> 180C3BFBFD744A6...

Revisión técnica:

Nombre	Cargo	Firma
Paola Guadalupe	Especialista de Patrimonio Natural Punto focal técnico MAATE-SCC	
Darwin Rosero	Dirección de Información Hidrometeorológica Punto focal técnico del INMAHI	

Aprobado por:

Nombre	Cargo	Firma
Daysy Cárdenas	Directora de Adaptación al Cambio Climático	

Resumen ejecutivo

Este documento presenta un marco de sostenibilidad para el Monitor Nacional de Sequía de Ecuador (MONSE). El enfoque se basa en la interacción entre la demanda de los usuarios y las capacidades del sistema, definiendo una evolución progresiva desde la operación básica y la consolidación hacia la ampliación de usuarios y servicios y, finalmente, la diversificación en productos de alto valor adaptados a distintos sectores. MONSE ofrece actualmente índices integrados de sequía, monitoreo a escala nacional y productos accesibles como boletines y APIs, con potencial para aumentar sus capacidades analíticas, desarrollar servicios personalizados y atender sectores como agricultura, energía, seguros y finanzas.

La propuesta de sostenibilidad parte de la financiación pública e integración institucional en el INAMHI, complementada con cooperación internacional, y evoluciona hacia modelos mixtos que incluyen suscripciones, productos especializados y alianzas estratégicas, reinvertiendo los ingresos en el propio sistema. Aunque la posible expansión implica riesgos crecientes, estos pueden mitigarse mediante un desarrollo gradual, fortalecimiento de capacidades, interacción continua con usuarios y validación de resultados, posicionando a MONSE como una plataforma estratégica nacional cuya sostenibilidad depende del equilibrio entre su función pública y la generación progresiva de servicios de valor añadido.

Contents

1	Introducción	7
1.1	Acerca del Proyecto.....	7
1.2	Acerca de este documento.....	7
2	Modelo conceptual	8
2.1	Sostenibilidad y escenarios de evolución de MONSE	8
2.2	Riesgos asociados a los escenarios de desarrollo de MONSE	9
3	Análisis de los usuarios clave	11
4	Análisis del MONSE y posibles desarrollos	13
4.1	Funcionamiento y alcance de MONSE	13
4.2	Escenarios de desarrollo de MONSE.....	13
5	Modelos de sostenibilidad	15
5.1	Operación básica y continuidad de MONSE	15
5.2	Recursos y tareas para la consolidación del servicio (usuarios existentes y sistema actual)	15
5.2.1	Estructura organizativa para la gestión de MONSE	15
5.2.2	Operación del monitor	16
5.2.3	Coordinación, verificación y transferencia de información	16
5.3	Pasos y acciones para la ampliación de MONSE y su sostenibilidad financiera.....	17
5.3.1	Introducción	17
5.3.2	Ampliación de la base de usuarios (nuevos usuarios con el sistema actual).....	17
5.3.3	Ampliación de los servicios de MONSE (usuarios existentes con un sistema ampliado)	18
5.4	Diversificación de los servicios (nuevos usuarios y un sistema ampliado)	19
6	Ruta de desarrollo y sostenibilidad financiera de MONSE.....	19
6.1	Operación básica y sostenibilidad inicial de MONSE	19
6.2	Consolidación del servicio y ampliación de la base de usuarios.....	20
6.3	Ampliación de usuarios y de servicios	21
6.4	Diversificación de servicios relacionados con las sequías.....	21
6.5	Gestión estratégica de recursos	21
6.5.1	Recursos requeridos y su movilización.....	21
6.5.2	Indicadores clave	22
7	Socialización de los resultados del Proyecto	23
7.1	Objetivos, agenda y metodología	23
7.2	Participantes	24
7.3	Descripción de las presentaciones	25
7.4	Actividades participativas	26
7.5	Conclusiones Finales	28
8	Referencias	28

Tablas

Tabla 2.1: Riesgos y mitigación en los escenarios de desarrollo de MONSE	10
Tabla 3.1: Rol de los actores ya identificados en relación a MONSE (los nombres de los actores aparecen aquí en orden alfabético)	12
Tabla 4.1: Posibles desarrollos futuros del MONSE	14
Tabla 6.1: Correspondencia entre fases de desarrollo de MONSE y mecanismos de financiación y sostenibilidad. Los desarrollos asociados a cada tipo de actividad se presentan en detalle en la Tabla 4.1.....	20



Tabla 6.2: Sostenibilidad por fases de Desarrollo22

Tabla 7.1: Agenda del taller de clausura.....23

Tabla 7.2: Listado de instituciones presentes en el taller.....25

Figures

Figure 2.1: Modelo de sostenibilidad de MONSE.....8

Figure 2.2: Marco para la expansión de las actividades de MONSE y los niveles de riesgo asociados (financieros, operativos y de desarrollo)9

Figure 7.1: Captura de pantalla de la foto grupal tomada al inicio de la presentación; un número mayor de participantes se unió a la reunión posteriormente.....24

1 Introducción

1.1 Acerca del Proyecto

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha solicitado la asistencia técnica de HR Wallingford para la **Implementación de mejoras al Monitor Nacional de Sequía de Ecuador (MONSE) para la integración de un módulo de escenarios de riesgo de sequía.**

El objetivo del proyecto es mejorar el sistema nacional de monitoreo de sequía existente en Ecuador para generar escenarios de riesgo y monitorizar la evolución de los episodios de sequía. La finalidad del proyecto es apoyar la gestión del riesgo del territorio mediante la integración de un modelo de escenarios.

El proyecto complementará los esfuerzos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para contribuir a las "Acciones prioritarias para la reducción del riesgo de sequía en el marco del Plan Nacional de Sequía" (Objetivo III) apoyando la mejora de la gestión del riesgo de sequía.

El Proyecto tiene seis entregables principales:

1. Elaboración de documentos de planificación y comunicación (Documento presentado el 26 de febrero de 2025).
2. Diagnóstico del Monitor Nacional de Sequía y elaboración de una propuesta de mejoras.
3. Establecimiento de criterios para la optimización del MONSE utilizando las directrices y normativas internas del INAMHI e integración del módulo de escenarios de sequía incluyendo umbrales sectoriales.
4. Generación de boletines y creación del Grupo de Trabajo sobre la Sequía.
5. Revisión del modelo de gestión institucional para hacer frente a los fenómenos relacionados con la sequía.
6. Modelo de sostenibilidad empresarial y financiera de MONSE.

1.2 Acerca de este documento

Este documento presenta los resultados correspondientes al Entregable 6: Modelo de sostenibilidad empresarial y financiera de MONSE.

El capítulo 2 introduce el modelo conceptual que estructura el análisis de la sostenibilidad de MONSE, definiendo sus pilares, los escenarios de evolución del sistema y los riesgos asociados. Este marco se basa en dos ejes fundamentales e interrelacionados: por un lado, los usuarios del sistema, que representan la demanda de información y cuyas necesidades impulsan la evolución de MONSE; y por otro, el propio sistema MONSE, que refleja la oferta de capacidades y servicios, desarrollados en respuesta a dichas necesidades y que constituyen a su vez la base para su sostenibilidad financiera.

Estos dos ejes se analizan en detalle en los capítulos siguientes. El capítulo 3 examina los usuarios clave actuales y potenciales, caracterizando sus roles y necesidades, mientras que el capítulo 4 describe el funcionamiento del sistema y explora sus posibles desarrollos futuros en respuesta a estas demandas.

A partir de este análisis, el capítulo 5 presenta los posibles modelos de sostenibilidad desde una perspectiva operativa, definiendo los recursos, funciones, estructuras organizativas y tareas necesarias para garantizar el funcionamiento y evolución del sistema en cada escenario. Sobre esta base, el capítulo 6 desarrolla la ruta de sostenibilidad financiera, estableciendo los mecanismos de financiación asociados a cada fase de desarrollo y explicando cómo estos permiten sostener progresivamente la consolidación, ampliación y diversificación de MONSE.

Finalmente, el capítulo 7 recoge las actividades de socialización de los resultados del proyecto, incluyendo el taller final y otras acciones orientadas a la transferencia, difusión y apropiación de MONSE por parte de los actores relevantes.

2 Modelo conceptual

2.1 Sostenibilidad y escenarios de evolución de MONSE

Las bases para la sostenibilidad de MONSE se asientan en los 6 pilares presentados en la Figure 2.1. Los aspectos relacionados con el soporte y coordinación institucional han sido presentados en el Entregable 5 (HR Wallingford, 2026).



Figure 2.1: Modelo de sostenibilidad de MONSE

Este informe se centra en los aspectos relacionados con el financiamiento de MONSE, en clave de sostenibilidad de su desarrollo. Dado que el sistema está concebido como una herramienta en evolución, impulsada por la continua integración de nuevos datos, los avances metodológicos y las necesidades cambiantes de los usuarios, su sostenibilidad requiere no solo asegurar su operación actual, sino también permitir su desarrollo continuo.

Las posibles áreas de expansión de MONSE, y sus implicaciones en términos de financiamiento, se analizan en función de dos ejes: los tipos de usuarios de la herramienta, y el propio sistema MONSE, que reflejan, respectivamente, la demanda de información y las capacidades actuales y potenciales del sistema (Figure 2.2). En primer lugar se analizan los posibles usuarios clave (capítulo 3) así como los posibles desarrollos futuros de MONSE (capítulo 4).

A partir de la combinación de ambos ejes, se definen cuatro escenarios de evolución y sostenibilidad, que se desarrollan en el capítulo 5. Este capítulo se estructura en torno a distintos niveles de evolución del sistema: la consolidación, la ampliación y la diversificación de MONSE.

En primer lugar, la consolidación del servicio (usuarios actuales con el sistema existente) se aborda en el apartado 5.2, centrado en el fortalecimiento de la operación y la estructura organizativa.

A continuación, el apartado 5.3 analiza la ampliación de MONSE, diferenciando entre dos dimensiones: la ampliación de la base de usuarios (nuevos usuarios con el sistema actual), desarrollada en la sección 5.3.2, y la ampliación de los servicios (usuarios actuales con un sistema ampliado), presentada en la sección 5.3.3.

Por último, la diversificación de los servicios (nuevos usuarios con un sistema ampliado) se desarrolla en la sección 5.4, orientada a la adaptación del sistema a nuevos sectores y contextos de uso.

Se configura así una progresión desde la operación ordinaria del sistema, pasando por su validación y fortalecimiento, hacia su crecimiento en capacidades y usuarios, hasta su especialización en servicios adaptados a distintos contextos. A partir de estos elementos, es posible identificar y analizar en términos generales los riesgos asociados a los distintos escenarios de desarrollo de MONSE, los cuales se presentan a continuación, mientras que los modelos de sostenibilidad derivados de estos escenarios se desarrollan en mayor detalle en el capítulo 5.

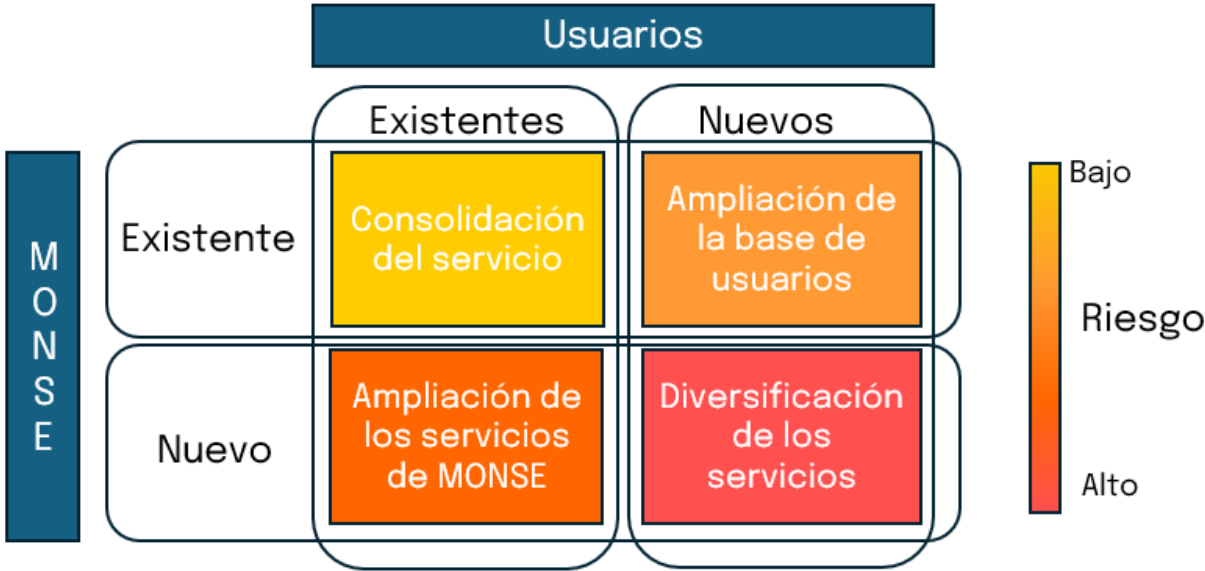


Figure 2.2: Marco para la expansión de las actividades de MONSE y los niveles de riesgo asociados (financieros, operativos y de desarrollo)

2.2 Riesgos asociados a los escenarios de desarrollo de MONSE

La utilización de MONSE, tanto en su estado actual en términos de sistema y usuarios como en escenarios futuros de desarrollo, conlleva una serie de riesgos que van más allá de la sostenibilidad financiera y que se resumen a continuación, siendo esta última analizada en el capítulo 6.

Los riesgos y las medidas de mitigación asociados a los escenarios de desarrollo de MONSE se sintetizan en la Tabla 2.1 y se describen con mayor detalle a continuación.

Tabla 2.1: Riesgos y mitigación en los escenarios de desarrollo de MONSE

Escenario	Riesgos principales	Medidas de mitigación
Consolidación del servicio	● Rotación de personal y entrada de nuevos actores con menor conocimiento del sistema. ● Uso inadecuado debido a falta de actualización.	● Formación continua. ● Comunicación clara del funcionamiento del sistema. ● Difusión de capacidades y resultados.
Ampliación de la base de usuarios	● Falta de claridad con respecto a las necesidades de los usuarios que evolucionan con el uso. ● Dificultad para responder a expectativas específicas. ● Barreras regulatorias en nuevos contextos.	● Refuerzo de capacidades para comprender y enmarcar necesidades. ● Seguimiento del uso del sistema. ● Ajuste progresivo de los servicios ofrecidos.
Ampliación de servicios	● Reducción de recursos para mantenimiento. ● Funcionalidades no testadas que afectan la confianza. ● Problemas técnicos en sistemas obsoletos. ● Desalineación entre desarrollos técnicos y necesidades de usuarios.	● Enfoque gradual de desarrollo. ● Validación y pruebas de nuevas funcionalidades. ● Equilibrio entre innovación y mantenimiento. ● Priorización de desarrollos con valor comprobado.
Diversificación de servicios	● Alta incertidumbre sobre retorno de inversión. ● Dificultad en identificar y responder a nuevas demandas. ● Riesgo de duplicación con otras plataformas. ● Baja adopción por nuevos usuarios.	● Enfoque progresivo y validación previa. ● Refuerzo de capacidades técnicas y de interacción con usuarios. ● Identificación de sinergias con otras plataformas. ● Desarrollo de servicios con valor añadido claro.

Los riesgos asociados con la consolidación del servicio son relativamente bajos, ya que MONSE es un sistema existente y ya utilizado por los actores implicados. Los actores responsables de la operación técnica del sistema (operadores) y aquellos encargados de su gestión y funcionamiento general (administradores) cuentan con experiencia previa en el uso de MONSE, están familiarizados con muchas de sus funcionalidades y han recibido materiales, apoyo y orientación para incorporar y comprender las mejoras recientes del sistema. El entorno institucional en el que MONSE se desarrolla, que involucra a distintos actores, ya dispone en parte de un conocimiento del sistema y de sus capacidades.

No obstante, pueden incorporarse nuevas personas dentro de las organizaciones que utilizan MONSE y que operan en el terreno sobre la base de sus resultados, así como entre los actores responsables de la gestión y operación del sistema (administradores y operadores). Por esta razón, la formación continua, una comunicación clara sobre el funcionamiento del sistema y la difusión de sus capacidades resultan fundamentales para asegurar que los actores implicados estén actualizados y hagan un uso adecuado y consciente del sistema.

En el marco de la expansión de MONSE, surgen riesgos adicionales asociados tanto a la ampliación de usuarios como al desarrollo de nuevos servicios. En particular, la incorporación de nuevos usuarios puede implicar que sus necesidades evolucionen o se definan con mayor precisión a medida que utilizan el sistema, lo que puede resultar en dificultades para responder eficazmente a dichas expectativas y traducirse en un uso limitado o en una reducción de su interés. Asimismo, un conocimiento insuficiente de los marcos regulatorios en los que operan estos actores puede dar lugar a obstáculos en la implementación o en la utilización efectiva de los servicios ofrecidos.

Algunos de los riesgos asociados a la ampliación de los servicios de MONSE están ligados a aspectos técnicos. Por ejemplo, el desarrollo de nuevas capacidades puede reducir los recursos necesarios para el mantenimiento de los servicios existentes. También puede suceder que la inclusión de nuevas funcionalidades que no estén completamente verificadas puedan reducir la confianza en el sistema o que la inclusión de éstas en un sistema que empieza a estar obsoleto pueda provocar problemas de mantenimiento. También puede suceder que los nuevos servicios desarrollados, aunque de interés desde un punto de vista científico, no estén alineados con las necesidades de los usuarios, con lo que éstos pueden reducir su interés por la herramienta.

Para mitigar estos riesgos, resulta clave contar con recursos humanos adecuados tanto para el desarrollo técnico del sistema como para la interacción con los usuarios, permitiendo acompañar la ampliación de la base de usuarios y la evolución de los servicios. Esto incluye el fortalecimiento de capacidades para comprender las necesidades de los usuarios, dar seguimiento a su utilización del sistema y ajustar progresivamente los servicios ofrecidos. Asimismo, es fundamental adoptar un enfoque gradual en el desarrollo e incorporación de nuevas funcionalidades, incluyendo procesos de validación y prueba, así como mantener un equilibrio entre innovación y mantenimiento del sistema. Estas medidas permiten reducir la incertidumbre asociada a la expansión y contribuir a un desarrollo más sostenible de MONSE.

La diversificación de nuevos servicios a nuevos usuarios es la opción de mayor riesgo. Esta opción requiere tanto de un conocimiento profundo de las necesidades de los nuevos usuarios así como de los desarrollos técnicos a realizar, incorporando además los riesgos previamente identificados en la ampliación de usuarios y en la evolución técnica del sistema. Por tanto, esta opción potencialmente podría requerir una inversión elevada, con incertidumbre sobre su posible retorno. Asimismo, existe el riesgo de que las capacidades a desarrollar ya estén cubiertas por otras plataformas o instituciones, dificultando así la adopción de MONSE por parte de nuevos usuarios y la recuperación de la inversión realizada.

Para mitigar estos riesgos, resulta fundamental adoptar un enfoque progresivo que permita validar tanto las necesidades de los usuarios como las soluciones técnicas desarrolladas antes de su implementación a mayor escala. Esto implica reforzar las capacidades internas, tanto a nivel técnico como en la interacción con los usuarios, así como priorizar el desarrollo de servicios con un valor añadido claro y validado. Asimismo, la identificación temprana de posibles sinergias o complementariedades con otras plataformas puede contribuir a reducir riesgos de duplicación y favorecer una mejor integración en el ecosistema existente, mejorando así las posibilidades de adopción y sostenibilidad del sistema.

3 Análisis de los usuarios clave

En este capítulo se analizan los usuarios actuales y potenciales de MONSE. Se consideran usuarios actuales aquellos actores que ya utilizan el sistema o que han estado directamente involucrados en su desarrollo, operación o validación en el marco del proyecto. Por su parte, los usuarios potenciales incluyen actores que, si bien no utilizan actualmente MONSE, podrían beneficiarse de la información generada por el sistema en función de sus necesidades y de su relación con la gestión del riesgo de sequía. El análisis se basa en el trabajo realizado como parte del proyecto y presentado en el Entregable 2 (HR Wallingford, 2025).

Estas categorías estructuran la clasificación de los usuarios en función de su rol en el desarrollo, la toma de decisiones o la utilización de la información, distinguiéndose cuatro tipos principales:

- **Administradores:** Actores responsables de la gestión y el funcionamiento general de MONSE, incluyendo aquellos que gestionan los aspectos financieros de su operación. Estas entidades aseguran que el sistema opere de manera fluida, segura y con el respaldo económico necesario.
- **Operadores:** Actores encargados de la operación del sistema, incluyendo la recolección, procesamiento e ingreso de datos climáticos, hidrológicos y agrometeorológicos en MONSE, garantizando la precisión y actualización constante de la información para su análisis.

- **Usuarios de toma de decisiones:** Actores que usan la información de MONSE para definir políticas, estrategias y acciones a nivel institucional o gubernamental, influyendo en la gestión de recursos y la respuesta ante la sequía.
- **Usuarios operativos:** Actores que usan la información de MONSE para llevar a cabo en el terreno las acciones decididas por los usuarios de toma de decisiones, como aplicar medidas de mitigación, gestionar recursos hídricos o brindar apoyo técnico a las comunidades.

La Tabla 3.1 resume la categorización de los actores ya identificados en estas cuatro categorías.

Tabla 3.1: Rol de los actores ya identificados en relación a MONSE (los nombres de los actores aparecen aquí en orden alfabético)

Actor	Administra- dores	Operadores	Usuario Toma de decisiones	Usuario Operativo
CIIFEN	✓	x	x	x
CGINA	x	x	✓	x
CONGOPE	x	x	x	✓
GAD Regionales, Provinciales, Municipales y Parroquias Rurales	x	x	✓	x
Instituciones de Investigación estatales	x	x	x	✓
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)	x	x	✓	
Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP)	x	x	x	✓
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)	✓	✓	x	x
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	x	x	✓	x
Ministerio de Ambiente y Energía (MAE)	✓	x	x	x
Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	x	x	x	✓
Organizaciones civiles	x	x	x	✓
Organizaciones No Gubernamentales (ONG)	x	x	x	✓
Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGR)	x	x	x	✓
Secretaría Nacional de la Planificación (SENPLADES)	x	x	✓	x
Sector privado	x	x	x	✓

Dado que la gestión de las sequías es de carácter pública y se coordina y realiza desde las instituciones públicas, la mayoría de los actores clave implicados son precisamente instituciones públicas. Existe la posibilidad de expandir los usuarios hacia el sector privado. De hecho, ya existen distintos grupos privados, e identificados en el Entregable 2, que pueden estar también interesados en el tipo de información facilitada por MONSE para gestionar mejor sus operaciones.

A continuación se ofrece un listado de posibles usuarios adicionales en el sector privado:

- Sector de seguros: la información sobre los riesgos de sequía permite evaluar los riesgos y ofrecer productos aseguradores a medida a productores
- Sector privado de suministro de agua
- Sector energético privado, incluyendo operadores hidroeléctricos y otras instalaciones que necesitan de agua para sus procesos
- Industria agroalimentaria incluyendo empresas de semillas y fertilizantes ya que pueden ajustar su producción y distribución en función de la situación de sequía
- Sector de alimentación y bebidas ya que pueden gestionar tanto la demanda de productos como los posibles retrasos en la cadena de suministro

- Instituciones financieras que pueden utilizar la información sobre sequía para anticipar la volatilidad de precios relacionados con productos agrícolas y otros recursos hídricos
- Empresas de desarrollo urbanístico que pueden evaluar los riesgos en cuanto al suministro de agua en las áreas a construir
- Empresas manufactureras con gran dependencia del suministro de agua, como por ejemplo la industria textil o química
- Empresas especializadas en la gestión del agua tales como empresas de irrigación o de provisión de sensores

En conjunto, estos sectores reflejan el potencial de expansión de MONSE hacia actividades con alta dependencia del recurso hídrico y de la gestión del riesgo, incluyendo ámbitos como el asegurador, energético, agroindustrial, financiero y de gestión del agua.

4 Análisis del MONSE y posibles desarrollos

4.1 Funcionamiento y alcance de MONSE

En este capítulo se describe brevemente el MONSE y se presentan posibles desarrollos futuros ya que pueden suponer nuevas rutas de expansión para la sostenibilidad futura de MONSE. Para mayor detalle sobre el funcionamiento y las distintas componentes del MONSE, se recomienda consultar los Entregables 2 y 3 del proyecto (HR Wallingford, 2025 y 2026).

MONSE analiza y procesa información satelital obtenida de instituciones internacionales y calcula distintos tipos de índices de sequía que pueden ser interpretados para apoyar la toma de decisiones. Los índices estimados permiten obtener un conocimiento de distintos tipos de sequía: meteorológica, agrícola e hidrológica. El MONSE tiene una cobertura a nivel nacional, con distintos grados de detalle según el tipo de índice. Asimismo, MONSE integra estos índices en un índice combinado de sequía, que proporciona una visión sintética de la situación general y facilita su interpretación para la toma de decisiones. La información de MONSE es accesible al sector público, privado, académico y público en general, por lo tanto se ha desarrollado con distintos niveles de información para adaptarse a todos los usuarios.

MONSE provee enlaces a información de campo recopilada por la red de Voluntarios del Clima (Volunclima) así como acceso a aspectos de género relacionados con la sequía. Además, como parte de las actividades del proyecto de actualización del MONSE se ha elaborado un boletín, que resume la información actualizada mensualmente ofrecida por el monitor. Además, MONSE cuenta con una API para la descarga automática de datos.

4.2 Escenarios de desarrollo de MONSE

Los posibles desarrollos futuros de MONSE se pueden dividir en tres tipos principales de actividades: consolidación del sistema actual, expansión de usuarios y servicios, y diversificación de servicios. La Tabla 4.1 presenta una síntesis de estos desarrollos.

Las actividades de mantenimiento constituyen un componente transversal al sistema MONSE y son necesarias en cualquier escenario de evolución, ya que garantizan su funcionamiento continuo mediante la actualización constante de las bases de datos y el correcto funcionamiento de la infraestructura tecnológica.

La “consolidación” de MONSE se refiere principalmente al fortalecimiento del sistema y de los servicios dirigidos a los usuarios actuales, mientras que la “ampliación” responde a la incorporación de nuevos usuarios o a la evolución del sistema hacia funcionalidades más avanzadas, que pueden también beneficiar a usuarios existentes. En este contexto, la “diversificación de servicios” emerge como un resultado posible de dicha ampliación, al permitir el desarrollo de nuevos productos y usos del sistema basados en capacidades previamente consolidadas.

Los desarrollos asociados a la consolidación, a la ampliación y a la diversificación de MONSE se analizan en mayor detalle en las secciones siguientes.

Tabla 4.1: Posibles desarrollos futuros del MONSE

Tipos de actividades	Desarrollos
De mantenimiento	- Supervisión, mantenimiento y actualización del software del sistema MONSE y de los servicios asociados al servidor. - Gestión y mantenimiento de la infraestructura tecnológica que soporta el sistema, incluyendo servidores, red y sistemas de almacenamiento de datos. - Actualización continua e ingesta de datos (fuentes satelitales y de campo). - Desarrollo de planes de respaldo y protección frente a fallos o ataques. - Coordinación con CIIFEN en aspectos relacionados con el mantenimiento.
Consolidación del sistema actual	- Integración de datos de campo para complementar la información satelital y mejorar la confiabilidad de los resultados. - Mejora y evolución fuentes de información (satelitales y de campo). - Mejora y adaptación de la infraestructura del sistema según las necesidades operativas. - Fortalecimiento de la coordinación con instituciones usuarias y actores clave. - Facilitación del acceso a la información (boletines, API y otros mecanismos). - Difusión de productos y mensajes basados en los resultados del sistema. - Formación continua del personal en el uso e interpretación del sistema.
Ampliación de base de usuarios y de servicios	- Incorporación de nuevos índices y mejora de capacidades analíticas. - Desarrollo de productos personalizados (informes y análisis). - Integración con plataformas externas y acceso dedicado mediante API. - Adaptación a nuevos usuarios y ampliación de la base de uso. - Implementación de servicios diferenciados y esquemas de financiación.
Diversificación de servicios relacionados con las sequías	- Desarrollo de productos y servicios adaptados a necesidades específicas a partir de la información generada por MONSE. - Elaboración de informes especializados y prestación de servicios de análisis bajo demanda. - Acceso estructurado a datos mediante API para su integración en procesos específicos de toma de decisiones. - Adaptación de los servicios a distintos sectores (asegurador, energético, financiero, agroindustrial, entre otros). - Desarrollo de soluciones orientadas a la gestión de riesgos y la planificación sectorial. - Identificación de nuevas demandas y desarrollo de capacidades para responder a contextos de uso emergentes. - Generación de valor añadido mediante el procesamiento, análisis e interpretación de datos. - Contribución a la sostenibilidad del sistema mediante la oferta de servicios adaptados a usuarios con capacidad o disposición de pago.

5 Modelos de sostenibilidad

Este capítulo presenta distintos modelos y enfoques para garantizar la sostenibilidad del Monitor de Sequías (MONSE), abordando tanto su mantenimiento y consolidación operativa como su expansión futura. En particular, se analizan los recursos y funciones necesarios para su gestión en distintos escenarios de desarrollo, representados en la Figure 2.2, que incluyen la consolidación del servicio existente, la ampliación de la base de usuario y de los servicios y su diversificación. En conjunto, estos escenarios muestran cómo MONSE puede evolucionar desde su estado actual hacia modelos más avanzados basados en la expansión de usuarios y servicios.

5.1 Operación básica y continuidad de MONSE

La operación básica de MONSE comprende las actividades necesarias para garantizar su funcionamiento continuo en condiciones normales. Estas actividades deben mantenerse no solo en la fase de operación actual, sino también en los escenarios de consolidación, ampliación y diversificación del sistema (Figure 2.2). En este sentido, a medida que MONSE evoluciona hacia configuraciones más complejas, el esfuerzo asociado al mantenimiento tiende a incrementarse, tanto en términos de gestión técnica como de coordinación operativa, lo que requiere una planificación progresiva de los recursos y capacidades necesarios.

Inicialmente, las tareas de mantenimiento pueden ser asumidas por los equipos informáticos existentes, si bien su fortalecimiento y una progresiva especialización resultarán necesarios conforme el sistema evolucione, tal como se especifica en el apartado siguiente.

Con respecto a las tareas del núcleo de mantenimiento, se incluyen las siguientes:

- Supervisión y mantenimiento del software del monitor y del servidor en el que se aloja
- Gestión de la infraestructura donde se aloja MONSE
- Desarrollo de planes de respaldo y de protección frente a fallos o ataques al sistema
- Colaboración con el CIIFEN en aspectos estrictamente relacionados con el mantenimiento

En relación con la operación de datos a nivel básico, se contempla:

- Gestión de las fuentes de información, tanto satelitales como de campo, en su vertiente operativa (ingesta y actualización rutinaria de datos)

A continuación, se examinan los recursos y tareas asociados a los distintos escenarios de desarrollo, desde la consolidación hasta la ampliación y diversificación del sistema.

5.2 Recursos y tareas para la consolidación del servicio (usuarios existentes y sistema actual)

5.2.1 Estructura organizativa para la gestión de MONSE

La Coordinación General Técnica del INAMHI está organizada en distintas direcciones. Para la consolidación del MONSE se recomienda la creación de una unidad especializada en el tema de la sequía responsable de la gestión de MONSE. Esta unidad debería contar con capacidades técnicas específicas, incluyendo competencias en programación e informática, así como con un conocimiento sólido de la sequía y capacidad para la interpretación de los índices asociados, y se ubicaría dentro de la Dirección de la Información Hidrometeorológica.

La composición mínima de esta unidad se recomienda de dos personas: una con perfil técnico, responsable de las tareas de mantenimiento y operación de MONSE, y otra con un perfil de gestión, responsable de las tareas de coordinación, verificación y transferencia de información, siendo cada una responsable de ámbitos diferenciados de tareas. Las principales tareas de esta unidad se dividen en dos ámbitos: (i) el mantenimiento y operación del monitor, que abarca las actividades técnicas necesarias para garantizar el funcionamiento continuo, la actualización y la

mejora del sistema; y (ii) la coordinación, verificación y transferencia de información, orientada a asegurar la calidad de los resultados, la interacción con los usuarios y la sostenibilidad operativa del sistema. A continuación, se detallan las actividades específicas asociadas a cada uno de estos ámbitos.

5.2.2 Operación del monitor

El mantenimiento y operación del monitor en un escenario de consolidación incluye, además del mantenimiento ordinario previamente descrito, las siguientes actividades:

- Gestión de las fuentes de información, tanto satelitales como de campo, incluyendo la actualización de las fuentes de datos a medida que las tecnologías satelitales y la información generada vayan evolucionando.
- Monitoreo y supervisión de los resultados de MONSE por ejemplo mediante estudios comparativos de la precisión de los resultados obtenidos comparados con información de campo.
- Mantenimiento y mejora de esta infraestructura a medida que se requiera para el correcto funcionamiento del sistema.
- Supervisión operativa continua de las rutinas automatizadas y de los resultados generados, incluyendo la revisión del monitor preliminar y del monitor final de cada mes. Dado que MONSE depende de la ejecución periódica de procesos automatizados y de la disponibilidad de insumos externos, su operación no debe considerarse completamente autónoma. En consecuencia, el INAMHI debe asignar de forma explícita esta responsabilidad dentro de su estructura operativa y destinar recursos humanos suficientes para asegurar el seguimiento regular del funcionamiento del sistema y la validación básica de los productos generados.
- Fortalecimiento de los mecanismos de control técnico y trazabilidad de los procesos, con especial atención a la disponibilidad, consistencia y formato de las fuentes externas utilizadas por el sistema. La dependencia de datos externos, como los insumos satelitales, puede generar errores de procesamiento o fallos en cadena cuando se producen cambios, retrasos o inconsistencias en dichos insumos, lo que refuerza la necesidad de un monitoreo periódico del sistema. Adicionalmente, se recomienda complementar el registro general existente con archivos de seguimiento más específicos por proceso, de manera que se facilite la verificación independiente de las ejecuciones, la detección temprana de incidencias y la identificación de puntos críticos que requieren atención operativa.

En las actividades de mantenimiento y actualización del MONSE es importante mantener la vinculación con el CIIFEN, desarrollador inicial del MONSE. Es posible también el trabajo conjunto del INAMHI con instituciones privadas, especialistas en los temas tecnológicos y de manejo de datos necesarios. La principal ventaja de un enfoque mixto es el acceso a métodos y tecnologías innovadoras desarrolladas por las instituciones privadas.

5.2.3 Coordinación, verificación y transferencia de información

Debe asegurarse la coordinación con las distintas instituciones tanto públicas como privadas, así como instituciones académicas y el público general en temas de intercambio de información. Algunas de las actividades principales de coordinación, verificación y transferencia se destacan a continuación:

- Fortalecimiento de las relaciones con los puntos focales institucionales para garantizar el conocimiento y gestión de la información, por ejemplo promoviendo el acceso a los boletines generados o al uso de la API por parte de las distintas instituciones que quieran acceder a datos concretos generados por el monitor.
- Coordinación con las distintas instituciones en el marco definido por el Plan Nacional de Sequía.
- Desarrollo de mensajes e información de carácter más general para la sensibilización de los distintos actores en temas de sequía en base a los resultados generados por el MONSE.

- Gestión del acceso al monitor por parte de terceros incluyendo acuerdos formales cuando sea necesario con distintas instituciones tanto públicas como privadas.
- Gestión de la formación continuada del personal del INAMHI en temas específicos de indicadores de sequía, así como en la interpretación de información satelital, el manejo de información espacial y la programación relacionados con el MONSE, con el fin de garantizar una adecuada comprensión y gestión de la información generada y facilitar su correcta transmisión y uso por parte de terceros, en el marco del acceso al sistema y el intercambio de información con distintas instituciones.

5.3 Pasos y acciones para la ampliación de MONSE y su sostenibilidad financiera

5.3.1 Introducción

La ampliación de servicios responde a una lógica de expansión hacia nuevos usos, funcionalidades y perfiles de usuarios, incluyendo la elaboración de productos especializados, servicios de análisis y la integración con otras plataformas o sistemas de información, lo que permite incrementar el alcance y el valor añadido de MONSE. Si bien estas actividades suponen un paso adicional en la evolución del sistema, algunas acciones desarrolladas en el ámbito de la consolidación, como el desarrollo de productos más avanzados, pueden evolucionar y convertirse en elementos clave para la ampliación y diversificación de los servicios ofrecidos, especialmente cuando dichas mejoras responden a necesidades que emergen de nuevos perfiles de usuarios o permiten adaptar el sistema a contextos de uso más amplios.

En este contexto, la expansión de MONSE se entiende como el aumento progresivo del número de usuarios y de la capacidad del sistema para generar productos más avanzados dentro de su marco funcional actual, diferenciándose de los procesos de diversificación, que implican la adaptación del sistema a nuevos usos, sectores y contextos de aplicación.

5.3.2 Ampliación de la base de usuarios (nuevos usuarios con el sistema actual)

La ampliación de la base de usuarios de MONSE se refiere principalmente a la incorporación de nuevos actores dentro de las categorías ya identificadas.

En línea con el análisis presentado en el capítulo 3, esta expansión afecta principalmente a los usuarios de toma de decisiones y operativos, categorías en las que se integran tanto actores públicos como del sector privado, este último con un potencial significativo de crecimiento.

En este contexto, pueden desarrollarse distintos mecanismos para facilitar el acceso a la información y adaptar los servicios a las necesidades de nuevos perfiles de usuarios. Tales mecanismos deben entenderse como parte de una evolución progresiva del sistema, en línea con el marco conceptual presentado en la Figure 2.2, en el que la ampliación de capacidades y del alcance de MONSE se acompaña de ajustes en los esquemas de financiamiento que permitan garantizar su sostenibilidad. En este sentido, la introducción de servicios de suscripción permitiría ofrecer acceso a información más detallada, como resultados derivados de nuevos índices de sequía o análisis más específicos, mediante esquemas de precios diferenciados según el nivel de servicio, la frecuencia de actualización o el tipo de producto ofrecido.

Asimismo, el acceso a la información a través de interfaces de programación de aplicaciones (API), ya integradas en MONSE, permite a determinados usuarios, especialmente aquellos con capacidades técnicas, integrar directamente los datos del sistema en sus propios entornos de gestión y análisis, lo que otorga a MONSE un mayor potencial para atraer y resultar relevante para nuevos actores. Esta opción resulta particularmente relevante para sectores como el asegurador, el energético o el agroindustrial, que requieren información actualizada y adaptable a sus procesos operativos. Por otra parte, el desarrollo de informes especializados constituye otra vía para ampliar la base de usuarios, proporcionando productos dirigidos a actores como

aseguradoras, instituciones financieras, agricultores o empresas con alta dependencia del recurso hídrico.

En conjunto, estas modalidades permiten adaptar MONSE a un espectro más amplio de necesidades, favoreciendo tanto la incorporación de nuevos usuarios como una mayor intensidad de uso por parte de los actores ya existentes, al tiempo que contribuyen a estructurar modelos de financiación coherentes con el nivel de valor añadido generado por el sistema.

5.3.3 Ampliación de los servicios de MONSE (usuarios existentes con un sistema ampliado)

La ampliación de los servicios de MONSE se describe en base al desarrollo de nuevas capacidades y de nuevas funcionalidades.

Desarrollos de capacidades

Los desarrollos de capacidades se refieren al fortalecimiento progresivo de los componentes técnicos, metodológicos e institucionales de MONSE como base para su expansión. Este fortalecimiento permite incrementar el valor añadido de los productos generados por el sistema, haciendo posible atraer a usuarios dispuestos a pagar por servicios más avanzados, en particular dentro del sector privado. En este contexto, las capacidades no solo sostienen la evolución técnica de MONSE, sino que también contribuyen a su sostenibilidad financiera, al permitir ofrecer productos basados en el procesamiento, análisis e interpretación de datos, más allá del acceso directo a información básica de libre disponibilidad.

Asimismo, el desarrollo de capacidades incluye la capacidad de realizar un seguimiento continuo de los avances tecnológicos y de la investigación internacional en materia de monitoreo de sequías, lo que permite identificar e incorporar progresivamente nuevos enfoques, índices y metodologías relevantes para el sistema.

De igual forma, el fortalecimiento de capacidades de los administradores y operadores resulta clave para comprender e interpretar adecuadamente las necesidades de los distintos tipos de usuarios, incluidos los potenciales usuarios del sector privado. Esto permite adaptar los servicios existentes y desarrollar nuevos productos en función de demandas específicas. En este sentido, el desarrollo de estas capacidades incluye también habilidades de comunicación y negociación, que son esenciales para interactuar con distintos perfiles de usuarios, identificar sus requerimientos y definir modelos de acceso y financiación adecuados. Estas capacidades forman parte integral del proceso de evolución de MONSE y de su orientación hacia modelos sostenibles basados en el valor añadido de los servicios ofrecidos.

Nuevas funcionalidades

Las nuevas funcionalidades corresponden a mejoras en las herramientas y procesos internos de MONSE que permiten ampliar sus capacidades analíticas y aumentar el valor de la información generada.

Esto incluye, entre otros aspectos, la validación de resultados mediante la comparación con datos de campo (ya considerada parte de las tareas para la consolidación de MONSE), así como la incorporación efectiva de datos de campo en el sistema, la incorporación progresiva de nuevos índices de sequía y la adaptación de los productos a demandas específicas. En este contexto, el análisis presentado en el Entregable 3 resalta el potencial de integrar índices que combinan información de teledetección con datos de campo, como registros meteorológicos, humedad del suelo o variables agronómicas, como es el caso del Índice de Estrés Evaporativo (ESI) o del Índice de Satisfacción de Requerimientos Hídricos (WRSI). Estas mejoras implican la disponibilidad e integración adecuada de datos complementarios, así como un mayor conocimiento del contexto local, permitiendo avanzar hacia análisis más completos y adaptados. Asimismo, la evolución de las tecnologías, incluida la teledetección, y el desarrollo continuo de nuevos índices a través de la investigación internacional ofrecen oportunidades para ampliar progresivamente las capacidades del sistema.

Estas funcionalidades constituyen la base para ofrecer niveles diferenciados de servicio, que pueden ser asociados a esquemas de suscripción u otros modelos de acceso, dirigidos a usuarios que requieren información más elaborada para la toma de decisiones. Es importante destacar que, si bien gran parte de los datos utilizados por MONSE son de libre acceso, estos no constituyen en sí mismos un producto comercializable. El valor que sustenta posibles mecanismos de financiación reside en el procesamiento, análisis e interpretación de dichos datos, es decir, en el trabajo realizado por el sistema y sus operadores.

En este contexto, el desarrollo de nuevas funcionalidades debe orientarse también a responder a las necesidades de los usuarios, particularmente aquellos con capacidad o disposición de pago, lo que implica una conexión continua entre la evolución técnica del sistema y la identificación de demandas específicas en el mercado. Esto permite que la expansión de MONSE se articule en torno a productos de mayor valor añadido, contribuyendo así a su sostenibilidad financiera.

5.4 Diversificación de los servicios (nuevos usuarios y un sistema ampliado)

La diversificación de los servicios relacionados con las sequías implica la adaptación de MONSE a nuevos usos, sectores y contextos de aplicación, extendiendo su alcance más allá de su marco funcional inicial. A diferencia de los procesos de expansión, centrados en el crecimiento del sistema dentro de sus capacidades actuales, la diversificación supone una reorientación de los productos y servicios hacia necesidades específicas de distintos ámbitos de uso.

En este contexto, los nuevos servicios se pueden enfocar en el desarrollo de productos adaptados a requerimientos concretos, basados en la información generada por MONSE. Estos incluyen, por ejemplo, la elaboración de informes especializados, servicios de análisis bajo demanda o el acceso estructurado a datos a través de interfaces de programación de aplicaciones (API), facilitando su integración en procesos específicos de toma de decisiones.

La diversificación implica, por tanto, no solo la generación de nuevos productos, sino también su adaptación a distintos sectores, como el asegurador, energético, financiero o agroindustrial, que demandan información específica para la gestión de riesgos y la planificación. Este proceso contribuye a ampliar la relevancia del sistema y a atraer nuevos tipos de usuarios, en particular aquellos con capacidad o disposición de pago.

No obstante, esta vía de desarrollo se asocia a mayores niveles de incertidumbre, al requerir la identificación de nuevas demandas y el desarrollo de soluciones técnicas adaptadas, lo que implica mayores necesidades de inversión y menor previsibilidad del retorno.

Finalmente, es importante destacar que, si bien los datos de base utilizados por MONSE son en gran medida de libre acceso, el valor que permite estructurar modelos de financiación reside en su tratamiento, análisis e interpretación, así como en su adaptación a necesidades específicas, reforzando así el vínculo entre diversificación y sostenibilidad del sistema.

6 Ruta de desarrollo y sostenibilidad financiera de MONSE

6.1 Operación básica y sostenibilidad inicial de MONSE

Antes de la fase de desarrollo (es decir, la “consolidación” del sistema), la sostenibilidad de MONSE se basa en garantizar su operación básica y mantenimiento regular, asegurando la continuidad del servicio en condiciones normales. Esta etapa incluye las actividades operativas básicas descritas en el capítulo 5, y la implementación de medidas de seguridad y respaldo del sistema. En este contexto, la sostenibilidad económica depende principalmente de fondos públicos, integrando estas funciones dentro de las competencias operativas del INAMHI y

apoyándose en recursos humanos y técnicos ya existentes, mediante la colaboración entre departamentos y la optimización de capacidades institucionales. Este enfoque asegura la estabilidad a corto plazo y sienta las bases para fases posteriores de consolidación, expansión y diversificación con financiación progresiva.

Los mecanismos de financiación y sostenibilidad asociados tanto a las operaciones básicas como a las fases más avanzadas de desarrollo de MONSE se resumen de manera sintética en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1: Correspondencia entre fases de desarrollo de MONSE y mecanismos de financiación y sostenibilidad. Los desarrollos asociados a cada tipo de actividad se presentan en detalle en la Tabla 4.1

Tipos de actividades	Mecanismos de financiación y sostenibilidad
Mantenimiento	● Financiación pública estructural (presupuesto INAMHI) ● Optimización de recursos existentes ● Actividades compartidas entre departamentos ● Cooperación técnica institucional
Consolidación del sistema actual	● Financiación pública + cooperación internacional ● Proyectos de investigación y desarrollo financiados (NOAA, BID, UE, CTCN, GEF) ● Modelos de asociación pública-privada ● Actividades de capacitación financiadas/cofinanciadas ● Instalación/red de datos de campo → provisión de datos a terceros ● Acceso estructurado y monetización limitada de datos ● Programas de fortalecimiento institucional
Ampliación de usuarios y de servicios	● Modelos de suscripción (API, servicios avanzados) ● Venta de productos personalizados (informes/análisis) ● Modificación de plataformas para terceros ● Licencias y transferencia tecnológica ● Monetización del valor añadido (procesamiento e interpretación) ● Asociaciones estratégicas para servicios conjuntos
Diversificación de servicios relacionados con sequías	● Plataforma de servicios de pago (consultoría, instrumentación, análisis) ● Modelos de negocio sectoriales (seguros, energía, agroindustria, finanzas) ● Servicios bajo demanda ● Innovación e investigación aplicada continua ● Sinergias y alianzas con otras plataformas ● Ingresos por servicios especializados de alto valor añadido

6.2 Consolidación del servicio y ampliación de la base de usuarios

En el escenario de consolidación del servicio, la sostenibilidad económica se fundamenta en la continuidad del apoyo público, complementado por una progresiva diversificación de fuentes de financiación. El sistema se integra plenamente en la estructura operativa del INAMHI mediante actividades compartidas entre departamentos, y se refuerza a través de la participación en actividades de investigación y desarrollo financiadas por organismos nacionales e internacionales como NOAA, Banco Interamericano, Unión Europea –incluyendo EuroClima+ y Copernicus–, Green Climate Fund (GCF), Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN) o Global Environment Facility (GEF).

Asimismo, adquieren relevancia los modelos de asociación con instituciones públicas y privadas y las actividades de capacitación, que favorecen la adopción del sistema. La instalación o ampliación de redes de recogida de información de campo contribuye a la mejora de la calidad del sistema y permite la provisión de información a terceros, junto con esquemas de acceso estructurado que pueden incorporar mecanismos limitados de monetización compatibles con el acceso abierto a datos básicos. La ampliación de usuarios se apoya además en la creación de asociaciones estratégicas para ofrecer servicios conjuntos.

Se remite a la Tabla 2.1 con respecto a los riesgos y medidas de mitigación relativos al escenario de consolidación.

6.3 Ampliación de usuarios y de servicios

En los escenarios de ampliación de base de usuarios y de servicios de MONSE, la sostenibilidad evoluciona hacia modelos más activos de generación de ingresos basados en el valor añadido del sistema.

Esta fase, descrita en la sección 5.3.2, se caracteriza por la ampliación de índices y capacidades analíticas, junto con el desarrollo de productos personalizados, servicios diferenciados e integración externa mediante APIs y modelos de suscripción.

En términos de monetización, se consolidan diversas vías, entre ellas la venta de productos personalizados, la modificación de plataformas para terceros, las licencias y la transferencia tecnológica, así como la valorización del procesamiento, análisis e interpretación de datos. A ello se suman asociaciones estratégicas para el desarrollo de servicios conjuntos, que amplían el alcance y el impacto del sistema.

Véase la Tabla 2.1 para una descripción de los riesgos y las medidas de mitigación asociados al escenario de ampliación de usuarios y de servicios.

6.4 Diversificación de servicios relacionados con las sequías

En el escenario de diversificación de servicios, la sostenibilidad se basa en la consolidación de un modelo económico orientado a servicios especializados de alto valor añadido. En este contexto, se plantea el desarrollo de una plataforma integral para la gestión de sequías, que incluya servicios como consultoría, instrumentación y análisis bajo demanda, cuya provisión estaría asociada a pago. Estos servicios se adaptan a distintos sectores (asegurador, energético, financiero o agroindustrial), ampliando las oportunidades de financiación.

Esta fase se apoya en la investigación aplicada y la innovación continua, orientadas a identificar nuevas demandas y generar soluciones específicas, así como en la creación de sinergias con otros actores y plataformas. Consúltense la Tabla 2.1 para conocer los riesgos y las correspondientes medidas de mitigación vinculados al escenario de diversificación de servicios.

6.5 Gestión estratégica de recursos

6.5.1 Recursos requeridos y su movilización

Las distintas fases de desarrollo de MONSE pueden entenderse en función de la relación entre sus requerimientos de recursos y su capacidad para movilizar recursos adicionales que permitan sostener el sistema.

En la fase de operación básica, los requerimientos de recursos son relativamente menores y están completamente cubiertos por financiación pública, sin mecanismos asociados de generación de ingresos. Durante la fase de consolidación, las necesidades de recursos aumentan de forma moderada, mientras que la financiación sigue dependiendo principalmente de presupuestos públicos y cooperación internacional. Esto proporciona estabilidad al sistema,



aunque limita su capacidad para incorporar nuevas fuentes de financiación. A medida que MONSE amplía su base de usuarios y servicios, los requerimientos de recursos aumentan, pero esta fase introduce también la capacidad de movilizar ingresos adicionales mediante servicios de valor añadido, como productos personalizados, acceso a API o análisis especializados. Estos recursos contribuyen a cubrir los costes operativos y el desarrollo incremental del sistema.

En la fase de diversificación, tanto los requerimientos de recursos como la capacidad de generar ingresos son más elevados, ya que el sistema ofrece servicios más especializados orientados a distintos sectores. En esta etapa, MONSE está mejor posicionado para generar flujos de ingresos más estructurados que permitan sostener no solo su operación, sino también su desarrollo continuo. En todas las fases, los ingresos generados se conciben como recursos que deben reinvertirse en el sistema, reforzando su sostenibilidad y descartando cualquier orientación hacia la generación de beneficios.

Los elementos descritos anteriormente se sintetizan en la Tabla 6.2, que resume la relación entre fases de desarrollo, requerimientos de recursos y su contribución a la sostenibilidad del sistema.

Tabla 6.2: Sostenibilidad por fases de Desarrollo.

Fase	Requerimientos de recursos	Capacidad de movilización de recursos	Contribución a la sostenibilidad
Operación básica	Bajos	Nula	Garantiza la continuidad del sistema
Consolidación	Moderados	Limitada	Aporta estabilidad, pero con escasa diversificación
Expansión (usuarios y servicios)	Moderados-altos	Creciente	Permite movilizar recursos adicionales que contribuyen al mantenimiento y mejora del sistema
Diversificación	Altos	Elevada	Refuerza la capacidad de sostener y desarrollar el sistema a largo plazo

6.5.2 Indicadores clave

Este enfoque puede complementarse mediante el uso de indicadores que permitan evaluar de forma continua no solo el estado actual del sistema, sino también su capacidad de mantenerse sostenible en el tiempo.

En este sentido, los costes operativos permiten no solo cuantificar las necesidades presentes, sino también anticipar posibles incrementos derivados de factores externos, como cambios en el acceso a fuentes de datos que actualmente son gratuitas pero que podrían requerir pago en el futuro.

El número y el tipo de usuarios ofrecen una visión de la estabilidad y diversidad de la demanda, permitiendo valorar hasta qué punto el sistema está consolidado y es resiliente frente a cambios institucionales o sectoriales. El nivel de uso de los servicios, como las descargas, el acceso a la API o la demanda de productos especializados, refleja la utilidad real del sistema y su capacidad para generar valor de forma sostenida. Por su parte, los recursos movilizados desde distintas fuentes permiten analizar el grado en que MONSE puede adaptarse a cambios en su estructura de financiación y reducir su dependencia de fuentes únicas o inestables.

Considerados en conjunto, estos indicadores permiten evaluar si el sistema mantiene un equilibrio dinámico entre sus requerimientos de recursos y su capacidad de movilizarlos, así como identificar tendencias que puedan afectar a su sostenibilidad futura. Su seguimiento



continuo facilita la detección temprana de posibles desequilibrios, como aumentos estructurales de costes o una disminución en el uso o en la movilización de recursos, proporcionando una base sólida para anticipar riesgos y ajustar de manera progresiva el modelo de sostenibilidad.

7 Socialización de los resultados del Proyecto

En los términos de referencia del proyecto se incluye como parte de este entregable el reporte del taller final de proyecto. Este taller se organizó de forma virtual el jueves 11 de junio de 2026.

Además del taller y como parte de la socialización de los resultados finales del Proyecto se realizaron dos actividades adicionales:

- Reunión técnica con personal del INAMHI para la transferencia formal del monitor ya instalado en los servidores del INAMHI. La reunión se realizó telemáticamente el 14 de Mayo de 2026. A ella asistieron por parte del INAMHI Amparo De Lourdes Condor Quishpe, Daniela Paillacho, Darwin Andrés Rosero Vaca, Jose Luis Cabrera Ortiz, Xavier y Oscar Ayala.
- Reunión técnica con personal del MAE para la presentación de la herramienta MONSE así como de los avances realizados por el proyecto. La reunión se realizó telemáticamente el 20 de Mayo de 2026. A ella asistieron por parte del MAE Viviana Güilcamaigua y Erick Villacis y por parte del INAMHI, Darwin Rosero.

En las siguientes secciones se describe con mayor detalle el taller de clausura.

7.1 Objetivos, agenda y metodología

El taller tuvo como finalidad presentar las actualizaciones del sistema, fortalecer el conocimiento técnico de los usuarios y promover su integración en los procesos institucionales. En particular, los objetivos fueron:

- La presentación de los principales entregables del proyecto
- Demostración del sistema
- Cápsulas de capacitación sobre los principales conceptos técnicos
- Actividades grupales para el refuerzo de los mensajes finales e implicación de los usuarios finales

El taller siguió la agenda prevista y se estructuró como una sesión participativa de dos horas que combinó presentaciones, demostraciones y actividades interactivas. La sesión fue facilitada técnicamente por HR Wallingford, con liderazgo institucional de MAE e INAMHI, y participación activa de los asistentes.

Tabla 7.1: Agenda del taller de clausura

Horario	Actividad	Quien
9:00 - 9:05	Presentación agenda/instrucciones	HRW
9:05 - 9:10	Bienvenida institucional de MAE	MAE
9:10 - 9:15	Bienvenida institucional de INAMHI	INAMHI
9:15 - 9:35	Presentación del MONSE	HRW
9:35 - 9:50	Actividad participativa 1 para fomentar el conocimiento de MONSE	Todos los participantes
9:50 - 10:05	Cápsula técnica 1: Conceptos de sequía	HRW
10:05 - 10:20	Actividad participativa 2 para fomentar el conocimiento de MONSE	Todos los participantes
10:20 - 10:40	Cápsula técnica 2: Escenarios futuros	HRW
10:40 - 10:55	Trabajo grupal y discusión general	Todos los participantes
10:55 - 11:10	Cierre	MAE/INAMHI

La metodología aplicada combinó:

- Bienvenidas institucionales
- Actividades interactivas (mediante la aplicación Mentimeter, utilizada para plantear preguntas y recoger respuestas en tiempo real)
- Cápsulas técnicas para reforzar conceptos clave
- Trabajo en grupos para reflexión institucional

Este enfoque permitió combinar la transferencia de conocimiento con la reflexión práctica sobre el uso del sistema.

7.2 Participantes

El taller reunió a un grupo amplio y multidisciplinario de participantes, representando instituciones clave involucradas en el monitoreo climático, la gestión de recursos hídricos, la agricultura, la energía, la gestión del riesgo de desastres y los sistemas estadísticos, reflejando la estructura multisectorial de gobernanza de MONSE. Debido a la incorporación progresiva de participantes a lo largo de la sesión, con asistentes que se fueron sumando y retirando en distintos momentos, el taller contó con un total de 60 participantes, sin que todos coincidieran simultáneamente.

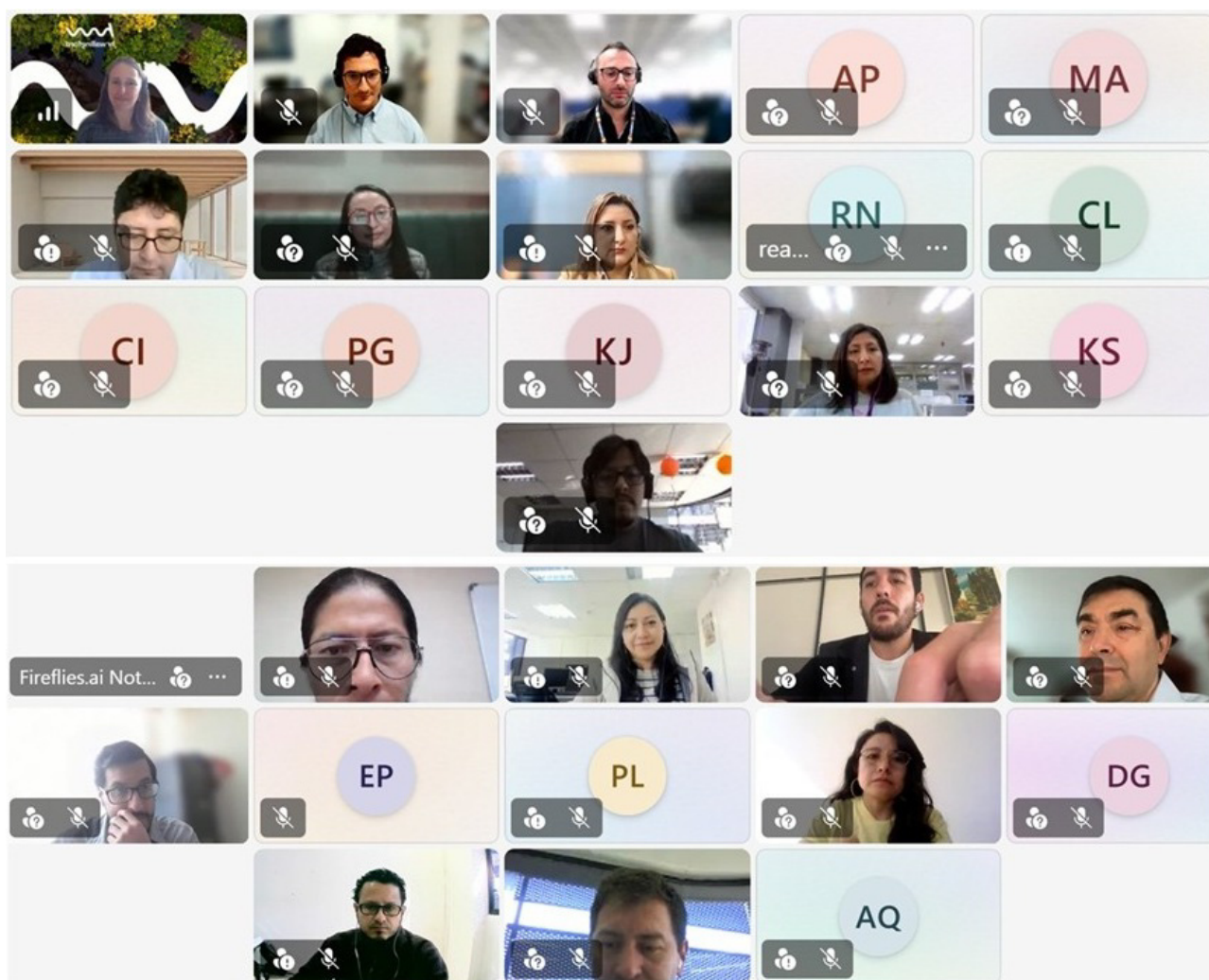


Figure 7.1: Captura de pantalla de la foto grupal tomada al inicio de la presentación; un número mayor de participantes se unió a la reunión posteriormente



Participaron representantes del Ministerio de Ambiente y Energía (MAE) y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), que actúan respectivamente como administradores y operadores de MONSE, siendo el MAE responsable de la coordinación estratégica y del desarrollo del sistema, mientras que INAMHI se encarga de la operación del mismo.

La sesión también contó con aportes del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), institución que desarrolló originalmente MONSE y que continúa contribuyendo con asesoramiento técnico y científico. Se observó una participación destacada de actores clave, incluyendo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en su rol de tomador de decisiones, al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) como generador de información estadística, y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), enfocado en la investigación y la generación de conocimiento e innovación para el sector agropecuario en el Ecuador.

Asimismo, estuvieron representados usuarios operativos, en particular la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), así como actores del sector energético (por ejemplo, CENACE), lo que evidencia la relevancia de MONSE para la gestión hidroeléctrica y la seguridad energética. También participaron instituciones académicas, organismos técnicos y actores territoriales, en línea con el ecosistema más amplio de MONSE que incluye universidades, ONG, sociedad civil y sector privado.

Otras instituciones también fueron invitadas; no obstante, su participación en la reunión no pudo ser confirmada.

Tabla 7.2: Listado de instituciones presentes en el taller

#	Institución
1	CENACE (Centro Nacional de Control de Energía)
2	CENTROSUR (Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.)
3	CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño)
4	DACC (Dirección General de Aviación Civil)
5	INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos)
6	INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología)
7	INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias)
8	MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería)
9	MAE (Ministerio del Ambiente y Energía)
10	SALA PICHINCHA
11	SNGR (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos)

La composición del taller refleja las cuatro categorías de actores de MONSE (administradores, operadores, usuarios para la toma de decisiones y usuarios operativos) y demuestra una participación a lo largo de toda la cadena de valor, desde la generación de datos hasta su aplicación.

Además, este taller da continuidad al taller presencial realizado en Quito en mayo de 2025, que reunió a 31 participantes de instituciones públicas, organismos internacionales, academia y sector humanitario, contribuyendo a definir necesidades y fortalecer la coordinación institucional. En conjunto, ambos talleres permitieron consolidar un entendimiento compartido del sistema, identificar prioridades de mejora y avanzar en su integración en los procesos institucionales.

7.3 Descripción de las presentaciones

A continuación se presenta una síntesis de las diferentes presentaciones realizadas durante la sesión:

- Marta Roca presentó MONSE como el sistema nacional de monitoreo de sequías del Ecuador, concebido para ofrecer una visión completa de la sequía en sus dimensiones meteorológica, agrícola e hidrológica. El sistema, desarrollado por CIIFEN, se encuentra actualmente en

transición hacia INAMHI para su uso operativo. Este proceso forma parte de un proyecto más amplio orientado a mejorar el monitoreo y avanzar hacia la generación de escenarios de riesgo. En ese contexto, MONSE continúa evolucionando, incorporando mejoras técnicas y nuevos productos, aunque manteniendo actualmente los retos asociados a su dependencia de datos satelitales.

- Alberto Riera ofreció una demostración en vivo de la plataforma MONSE, recorriendo su estructura y principales funcionalidades. Mostró cómo el sistema permite visualizar el índice combinado de sequía para Ecuador continental y Galápagos, explorar resultados por divisiones administrativas y cuencas, y acceder a boletines en PDF con síntesis e interpretación. También destacó la posibilidad de analizar distintas ventanas temporales, consultar datos históricos mediante un calendario y trabajar con mapas interactivos de índices individuales, con opciones de descarga en formatos gráfico y geoespacial.

La demostración incluyó el nuevo módulo de escenarios futuros de sequía, basado en el índice SPI y estructurado en tres escenarios, el más húmedo, el más seco y el más probable, a horizontes de 1, 3 y 6 meses, junto con los materiales técnicos disponibles y el uso de una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones, por sus siglas en inglés), que facilita el acceso automatizado a los datos. Además, señaló que la mejora en la resolución espacial, lograda mediante el uso directo de datos ráster, representa un avance importante. No obstante, advirtió que la interpretación de índices individuales requiere no solo conocimientos técnicos, sino también una comprensión adecuada de las condiciones reales en el terreno, para evitar lecturas parciales o erróneas de la sequía.

- Mario Bianco presentó el fundamento técnico de MONSE a través de dos cápsulas técnicas centradas en los conceptos de sequía y en la generación de escenarios futuros. Explicó que el sistema se basa en índices que representan distintos procesos del ciclo del agua y que la sequía se entiende como un déficit en cualquiera de sus componentes. En este contexto, explicó el uso de *proxies* como el sNDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada Estandarizado), que permite identificar anomalías en el estado de la vegetación en relación con su comportamiento histórico y, de forma indirecta, inferir condiciones de disponibilidad de agua en el suelo.

Mario explicó el racional detrás de los ocho índices utilizados en MONSE, cada uno asociado al monitoreo de distintos tipos de sequía, meteorológica, agrícola o hidrológica, y cómo estos pueden interpretarse de forma individual o combinarse en un índice único basado en la convergencia de evidencia.

También aclaró que los datos utilizados por MONSE se representan espacialmente en píxeles, cada uno de los cuales integra múltiples elementos del territorio, como vegetación, suelo e infraestructuras, lo que implica una naturaleza agregada de la información. A partir de este principio, el SPI se utilizó como ejemplo para ilustrar este enfoque metodológico, mostrando cómo los índices se calculan a partir de la comparación con series históricas de al menos 30 años, lo que permite identificar anomalías en lugar de valores absolutos. Subrayó además la importancia de validar estos resultados con observaciones en terreno.

En cuanto a los escenarios futuros, explicó cómo funcionan los modelos meteorológicos para generar estimaciones de precipitación, señalando sus sesgos y limitaciones, y describió cómo MONSE utiliza estos resultados para producir proyecciones probabilísticas. Finalmente, destacó las limitaciones del sistema, incluyendo la resolución espacial relativamente gruesa en algunos productos, la naturaleza agregada de los datos y la influencia de factores como el uso del suelo o el riego, concluyendo que MONSE es una herramienta de apoyo que requiere interpretación experta y conocimiento del contexto en terreno.

7.4 Actividades participativas

Las actividades participativas 1 y 2 (ver agenda en Tabla 7.1) involucraron a todos los participantes a través de la herramienta Mentimeter, con el objetivo de evaluar y reforzar la comprensión de los conceptos clave de MONSE. La participación fue alta, con cerca de 30 respuestas por pregunta, lo que representa aproximadamente el 50 % de los asistentes, y

reflejó una diversidad de instituciones, destacando la presencia del MAE, seguido por aportes de SNGR, INEC, CENACE, CIIFEN y otras entidades.

En general, las respuestas evidenciaron un buen nivel de comprensión de conceptos fundamentales, como la posibilidad de que sequías e inundaciones coexistan en un mismo año, la distinción entre ecosistemas naturalmente áridos y condiciones de sequía, y el carácter relativo de la sequía como anomalía. Al mismo tiempo, surgieron algunas dudas en torno a interpretaciones más simplificadas, como la asociación directa entre menor precipitación o mayores temperaturas y la ocurrencia de sequía, lo que confirma la importancia de seguir reforzando estos conceptos. Asimismo, las respuestas relacionadas con los índices utilizados en MONSE y con los modelos de pronóstico mostraron un conocimiento todavía parcial, especialmente en lo que respecta a la lógica probabilística de los escenarios.

Después de cada actividad en Mentimeter, se presentó una cápsula técnica enfocada en profundizar estos conceptos y en aclarar las dudas y posibles brechas de conocimiento evidenciadas en las respuestas (descritas en la sección 7.3).

El trabajo en grupo se organizó en torno a tres ejes clave:

- el uso institucional de MONSE
- las acciones necesarias a corto plazo para su implementación
- las condiciones requeridas para asegurar su uso efectivo

Para ello, los participantes trabajaron en grupos en salas virtuales separadas, con una asignación aleatoria que permitió mezclar perspectivas de distintos sectores y niveles institucionales.

A lo largo del ejercicio, surgieron múltiples ejemplos concretos de cómo MONSE puede aplicarse en distintos ámbitos. En gestión de riesgos, se lo reconoció como una herramienta útil para el monitoreo continuo de la sequía y la emisión de alertas tempranas. En el sector agrícola, se valoró su potencial para anticipar impactos en los cultivos y apoyar decisiones como la gestión del riego o el almacenamiento de agua. Desde el ámbito energético, se destacó su utilidad para el seguimiento de condiciones hidrológicas relevantes para la operación del sistema eléctrico. Asimismo, se señaló su contribución a la planificación territorial, por ejemplo en la elaboración de planes cantonales de gestión de riesgos, donde puede ayudar a identificar amenazas y priorizar inversiones.

Las discusiones también pusieron de relieve que el valor de MONSE depende del tipo de usuario. Mientras algunos actores necesitan información sintética para la toma de decisiones estratégicas, otros requieren datos más detallados y acceso automatizado para integrarlos en sus procesos operativos. Esto hizo evidente la importancia de adaptar los productos del sistema a diferentes perfiles de usuario.

En cuanto a la implementación a corto plazo, los participantes coincidieron en la necesidad de fortalecer la capacitación y la sensibilización institucional, definir puntos focales responsables, integrar el uso de MONSE en procesos ya existentes y promover su aplicación mediante ejercicios piloto. También se subrayó la importancia de ampliar su difusión a nivel territorial, especialmente hacia gobiernos locales.

Al mismo tiempo, se identificaron varias necesidades clave. Entre ellas, mejorar las capacidades técnicas para interpretar los resultados, facilitar el acceso a la información mediante formatos descargables y APIs, asegurar la continuidad de los datos y reforzar la validación con información de campo. La articulación entre instituciones apareció igualmente como un elemento fundamental.

Finalmente, los participantes señalaron algunos desafíos, en particular la correcta interpretación de los índices y escenarios, las limitaciones asociadas a la resolución espacial de los datos y la integración efectiva de MONSE en los procesos institucionales. En conjunto, las discusiones evidencian un alto nivel de apropiación del sistema y consolidan a MONSE como una herramienta clave, con condiciones favorables para su uso sostenido y su integración en los procesos institucionales.

7.5 Conclusiones Finales

El taller evidenció el avance significativo en la consolidación de MONSE como herramienta nacional para el monitoreo de sequías y el apoyo a la toma de decisiones en distintos sectores. La combinación de presentaciones técnicas, actividades interactivas y trabajo en grupos permitió no solo fortalecer el conocimiento técnico de los participantes, sino también generar una reflexión aplicada sobre el uso del sistema en contextos institucionales reales.

Los resultados muestran un alto interés y reconocimiento de MONSE como un instrumento clave para la gestión anticipatoria del riesgo, con aplicaciones concretas en sectores como la gestión de riesgos, la agricultura, la energía y la planificación territorial. Asimismo, se puso de manifiesto la importancia de adaptar los productos del sistema a distintos perfiles de usuarios, desde tomadores de decisiones hasta operadores técnicos.

Sin embargo, también se identificaron desafíos relevantes para su implementación efectiva, incluyendo la necesidad de fortalecer capacidades para la interpretación de los resultados, mejorar el acceso y formato de los datos, y avanzar en la integración del sistema en los procesos institucionales existentes. En este sentido, las acciones propuestas, como la capacitación, la definición de puntos focales y el desarrollo de pilotos, constituyen pasos clave para su adopción.

En conjunto, el taller confirma el potencial de MONSE como herramienta estratégica a nivel nacional y marca un hito de cierre del proyecto, sentando las bases para su consolidación, apropiación institucional y uso sostenido a largo plazo.

8 Referencias

HR Wallingford (2026), Descripción de las mejoras introducidas en el monitor. Informe RT003, versión 03-00.

HR Wallingford (2026), Mejoras al Monitor Nacional de Sequía del Ecuador (MONSE). Marco institucional.

HR Wallingford (2025), Mejoras al Monitor Nacional de Sequía del Ecuador (MONSE). Diagnóstico de MONSE y propuesta de mejoras.



We design smarter, more resilient solutions across both the natural and built environment to help everyone live and work more sustainably with water.

HR Wallingford
Howbery Park
Wallingford
Oxfordshire OX10 8BA
United Kingdom
+44 (0)1491 835381
info@hrwallingford.com
www.hrwallingford.com



IMR 719286



FS 516431



OHS 595357



EMS 558310