

**TÉRMINOS DE REFERENCIA
CONSULTORÍA POR PRODUCTO**

Título	<i>Elaboración de la guía para proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática (GRH/RC), a nivel de ITCP y EDTP (Obras de magnitud)</i>
---------------	--

1. ANTECEDENTES

El Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) ha elaborado el Plan Plurianual de Recursos Hídricos – PPRH 2021-2025, que constituye un instrumento que orienta y promueve la articulación sectorial sobre los recursos hídricos, en el marco de la gestión de los sistemas de vida. El PPRH establece la visión política “Agua para Todos, Agua para la Vida” de carácter multinivel y multisectorial que permita garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad del recurso hídrico boliviano; pero, además, que oriente el desarrollo de políticas sectoriales basadas en una gestión integral de agua y de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, para alcanzar un desarrollo equilibrado entre la oferta (origen del agua) y la demanda (destino del agua) del recurso hídrico.

En el marco operativo del PPRH, se define programas sectoriales, especialmente el Programa de Resiliencia Climática, que tiene el objetivo de Incrementar la resiliencia de áreas urbanas y rurales al cambio climático, para ayudar a mitigar los efectos adversos de origen natural o antrópico y la vulnerabilidad de las poblaciones, a través de la implementación de acciones de protección, conservación, restauración, manejo sostenible de los ecosistemas y fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana Hidrológica (SATH).

Uno de los componentes del Plan Plurianual de Recursos Hídricos – PPRH 2021-2025 es la Gestión de Riesgos Hidrológicos con énfasis en acciones y desarrollo de capacidades de prevención, a través de la promoción de una adecuada gestión de las cuencas, la introducción de técnicas e infraestructuras climático-resilientes, promoción e implementación de sistemas de alerta temprana hidrológica, el respeto a las franjas de seguridad en los márgenes de los ríos, el desarrollo de capacidades y actitudes de prevención en la población en general y en las autoridades; y la implementación de proyectos de gestión de sequía e inundaciones con el fin de minimizar sus impactos. Estas medidas se complementan con acciones de carácter emergente como respuesta inmediata a los eventos hidro climáticos.

2. OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA

Contar con una guía que contenga instrumentos y/o herramientas metodológicas actualizadas, para la elaboración de: Informe Técnico de Condiciones Previas Documento (ITCP) y Estudios de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP) de proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática (Obras de magnitud), referidos al control hidráulico, en el marco de las competencias del sector y la normativa nacional vigente.

Para ello, se considerarán, como referencia, las bases metodológicas para la gestión del riesgo de inundación, que se adjuntan en el Anexo 1, que se podrán incluir total o parcialmente en la guía. Los documentos EDTP a ser descritos en la Guía deberán tener una estructura mínima acorde con el Anexo 2.

2.1. Objetivos Específicos

- *Realizar un análisis con base al Reglamento Básico de Preinversión, a fin definir la caracterización de los proyectos según la tipología, que corresponda para los Estudio de Diseño Técnico de Preinversión y que sirva de base para emitir un informe técnico fundamentado al órgano rector.*
- *Realizar un análisis a los instrumentos y herramientas, que considera el sector para la elaboración de Informe Técnico de Condiciones Previas Documento (ITCP) y Estudios de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP), de proyectos de Riesgos Hidrológicos. Los mismos permitirán realizar una categorización del tamaño de los proyectos, tomando en cuenta la capacidad financiera, técnica, social de las ETAs; tomando en cuenta el grado de daño que se desea mitigar, en función al periodo de retorno.*
- *Definir el marco de aplicación de la Guía, en lo que respecta al tipo de obras que se pueden proyectar de acuerdo a la misma. Se debe considerar la pertinencia de incluir actuaciones como ser “Soluciones Basadas en la Madre Tierra” para el Vivir Bien, y limitar el tipo de obras amparadas por la Guía. Por ejemplo, la construcción de una presa no debe ser el objeto de esta Guía. El Anexo 1, en su introducción, aporta información al respecto.*
- *Elaborar una metodología para la elaboración de mapa de precipitación, mapa de amenaza de inundación, mapa de amenaza de sequía, mapa de amenaza de helada, mapa de amenaza de granizada, mapa de vulnerabilidad, mapa de riesgo de inundación, mapa de riesgo de sequía, mapa de helada, mapa de granizada, mapa de riesgos de incendios forestales, en el contexto descrito, en función a la capacidad de las ETAs y correspondencia técnica. La cuantificación del riesgo debe incorporar daños tangibles (bienes materiales) e intangibles (daños a la población), directos e indirectos (daños evitados en la economía, en el caso de daños a bienes materiales, por ejemplo; gastos en apoyo psicológico a la población afectada, gastos por atención inmediata, gastos por dotación de vituallas, etc.*
- *El daño se evaluará a partir de distintos escenarios de probabilidad de excedencia anual (o periodo de retorno), que permitirá el cálculo del daño anual medio y el grado permitido.*
- *Elaborar y/o identificar los protocolos de instrumentos para la incorporación de escenarios de cambio climático en las guías, en función de un análisis de pertinencia en su correspondencia o no (ej. análisis de vulnerabilidad, evaluación del riesgo climático -actual y futuro-, priorización de acciones/medidas de adaptación y mitigación, valoración de la resiliencia de las medidas, entre otros).*
- *Elaborar y/o identificar instrumentos para la integración de la igualdad de género - generacional, equidad social en los procesos de formulación de proyectos de gestión del riesgo a nivel de Preinversión (ITCP-EDTP) e Inversión.*
- *Elaborar y/o identificar la metodología o herramienta más adecuada para realizar la evaluación socioeconómica y/o costo beneficio (según corresponda la tipología), en la elaboración de estos proyectos. El beneficio se evaluará, principalmente, a partir del daño evitado, que se calculará como el daño anual medio a lo largo del plazo considerado para el análisis costo-beneficio, Se considerarán daños directos e indirectos, tangibles e intangibles. Si las propuestas generan co-beneficios, por ejemplo, ambientales, estos deben ser incluidos.*
- *Redactar la Guía con incidencia en el carácter integrado del riesgo de inundaciones, en el análisis cuantitativo del riesgo, y en la descripción y requisitos de los documentos incluidos en un proyecto (EDTP).*
- *Desarrollar un protocolo que permita la incorporación de forma condicional, por parte de las ETAs, la implementación de la Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) fortalecida, activa y no solo así de forma nominal, las cuales deben promover la Gestión de Riesgos, como requisito previo a la priorización de los proyectos en las etapas de preinversión e inversión.*

- *Considerar e incorporar el componente de Fortalecimiento Organizacional, Acompañamiento y Asistencia Técnica en Cuencas para la Gestión de Riesgos FORATC-GR, en las etapas de Preinversión y de Inversión.*
- *Desarrollar los mecanismos institucionales que permitan que la guía y los instrumentos descritos sean incorporados en la planificación institucional en los diferentes niveles de gobierno, ETAs, etc.*
- *Proponer metodologías de incorporación de los Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos, de tal manera de concretar su asociación en las Plataformas Interinstitucionales para su visibilidad e incorporación en los Presupuestos de las Entidades Autónomas Territoriales (ETAs).*

3. ALCANCES

El alcance de la consultoría incluye, básicamente, la elaboración de la guía, para lo que se deben tener en cuenta algunas cuestiones:

- *La guía para la elaboración de Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática debe guardar directa relación con la normativa vigente, Reglamento de Preinversión (R.M. 115) y sus políticas, lineamientos estratégicos del subsector.*
- *El esquema y contenido de la guía debe ser elaborado en un lenguaje de fácil comprensión y manejo ágil, considerando que el uso de ésta está destinado al público en general, pero de forma prioritaria a ETAs, Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales, Organizaciones No Gubernamentales, organismos de cooperación, proyectistas y a todas las instancias del nivel técnico que elaboran los Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática. Este requisito debe ser balanceado con el necesario rigor técnico, dado que el problema que se intenta analizar tiene cierta complejidad.*
- *La guía debe incorporar los aspectos técnicos, como ser la tipología de obras, estudios socioeconómicos, social, ambiental, Gestión de Riesgos, Resiliencia Climática, variabilidad climática, género, y la sostenibilidad del mismo en su etapa de operación y mantenimiento, etc.*
- *La guía debe acompañar instrumentos metodológicos y explicativos (manual para el desarrollo de mapas de exposición, vulnerabilidad y riesgo, manual para el cálculo del daño anual medio, manual para el desarrollo de análisis C/B en proyectos de gestión de riesgos, manual para la elaboración de mapas temáticos, hoja de incidencias de precios unitarios tanto para medidas estructurales y no estructurales, contenido mínimo de especificaciones técnicas, y otros que ameriten), para que apoyen en la elaboración de Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática.*
- *La guía debe considerar la inclusión de información suficiente y detallada para analizar los riesgos e impactos ambientales y sociales, que se podrían generar con el proyecto GRH/RC, a fin de identificar los mecanismos para evitar, reducir y mitigar los riesgos e impactos potenciales. Se recomiendan principalmente los siguientes puntos:*
 - *Análisis socioeconómico, cultural y con enfoque de género de los beneficiarios y otros actores involucrados en el proyecto, así como la identificación de sus roles en la cuenca/comunidad.*
 - *Contar con la documentación de evidencia de las actividades realizadas en el proceso de socialización durante la elaboración del ITCP y EDTP, con nombres y firmas de los beneficiarios y/o su representante oficial.*
 - *Identificar la sobreposición del área de influencia directa e indirecta del ITCP y EDTP con pueblos o territorios indígenas/ TIOC, áreas protegidas (sean municipales, departamentales o nacionales), sitios Ramsar u otros ecosistemas bajo protección, así como ecosistemas*

críticos como bofedales, praderas nativas, bosques nativos, patrimonio cultural o cualquier otra área sensible (incluyendo mapas correspondientes). En caso de que haya sobreposición del proyecto con alguna TIOC, evaluar la realización de un proceso de consulta previa libre e informada CPLI. En caso de que haya sobreposición del proyecto con alguna área protegida u ecosistema crítico, considerar la necesidad de desarrollar una evaluación de impacto sobre la biodiversidad y planes de conservación de la biodiversidad.

- *Analizar los posibles riesgos e impactos ambientales del proyecto y plantear acciones de mitigación y planes de gestión ambiental y social.*
- *El instrumento debe ser elaborado por un equipo multidisciplinario y validado con participación de profesionales expertos con el subsector de la Unidad de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Proyectos y Temas Estratégicos (UGRHPTE).*
- *El equipo Consultor debe capacitar al equipo técnico de la Unidad de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Proyectos y Temas Estratégicos (UGRHPTE) del VRHR. en el manejo y operación del instrumento.*
- *El consultor y/o consultores deberá(n) considerar como parte de sus obligaciones otras funciones, que sean indispensables para el cumplimiento del alcance y objetivo de la presente consultoría. Así mismo, la consultora deberá cubrir los costos de los talleres y logística necesaria para lograr el objetivo de la consultoría.*
- *Una vez concluida la formulación del instrumento, el equipo consultor deberá organizar y desarrollar la presentación a los técnicos del VRHR. Se propondrá, además, un plan de capacitaciones para técnicos que deban aplicar la Guía, de modo que la visión del VRHR se extienda a los técnicos del país.*
- *El equipo consultor deberá incluir otros aspectos que contribuyan en la institucionalidad, consolidación y sostenibilidad de los proyectos (aspectos institucionales, sociales, técnicos y financieros principalmente).*
- *Realizar la sistematización de la bibliografía, en cuanto al tema de Gestión de Riesgos. que se haya desarrollado a la fecha, en el marco institucional como insumos y parte de la guía previa evaluación por la consultoría.*

4. METODOLOGÍA

El VRHR facilitará al equipo consultor algunos documentos de base, como los anexos que acompañan a esta convocatoria, así como algunos modelos de referencia de proyectos considerados acordes con la metodología que se desea impulsar. Asimismo, se proporcionarán algunos manuales, formatos y guías de forma referencial y otros instrumentos disponibles.

El equipo consultor deberá organizar y facilitar, como mínimo, 2 eventos (reuniones-talleres) para reflexión y discusión técnica y operativa.

Coordinar con el equipo supervisor la presentación de la versión preliminar y final de la guía y sus herramientas de apoyo.

5. ENTREGABLES

El equipo consultor deberá presentar los siguientes productos:

- *Un Documento (Guía) de Instrumento para la Elaboración de Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática en sus acápite de ITCP y EDTP, validadas por las entidades vinculadas y aprobada por el equipo de Supervisión del VRHR, (5 Ejemplares Full color y medio magnético editable).*
- *Documentos, manuales de apoyo y explicación del uso de los instrumentos planteados en la Guía de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática, validada por las entidades vinculadas y aprobada por el equipo de Supervisión del VRHR.*
- *Presentación de la guía en formato PowerPoint, para la capacitación en la elaboración de los proyectos GRH/RC.*

6. SUPERVISIÓN

El seguimiento a la CONSULTORÍA estará a cargo de la Unidad de Gestión de Riesgos Hidrológicos Proyectos y Temas Estratégicos (UGRHPT), dependiente de la Dirección General de Cuencas y Recursos Hídricos del VRHR del MMAyA.

7. PLAZO

La elaboración de la Guía en su integridad debe ser concluida en un plazo máximo de 40 días calendario, a partir de la firma de contrato. Para el efecto, el equipo consultor deberá tomar las previsiones que correspondan con el equipo supervisor, considerando el siguiente cronograma de presentación:

Primer Producto: *a los 5 días calendario, después de la firma del contrato, la consultora debe presentar el Plan de trabajo y la ruta crítica del mismo.*

Segundo Producto: *a los 25 días calendario, después de la firma del contrato, la consultora debe presentar el documento borrador de la guía y sus anexos de GRH/RC, para proyectos a nivel de ITCP-EDTP debidamente estructurado y concluido. (Impreso en 5 ejemplares Full Color).*

Tercer Producto: *a los 40 días después de la firma de contrato, la consultora debe presentar el producto final compilado (Documentos complementarios de apoyo y explicación de uso del instrumento del proyecto), los documentos deben entregarse en 5 ejemplares impresos y en medio magnético digitalizado (formatos Microsoft Word, Excel, shp y PDF debidamente editados, para impresión y archivos editables). (Impreso en 5 ejemplares Full Color).*

8. PERSONAL PROFESIONAL

8.1. Personal clave

El personal profesional clave, requerido para el desarrollo de la presente consultoría, es el siguiente:

Nº	Especialidad	Formación	Experiencia
1	<i>Especialista en preparación, evaluación de proyectos de inversión pública.</i>	<i>Licenciatura en Ingeniería Civil, hidráulica, Agronómica, o ramas afines</i>	Experiencia general: <i>Mínima de 8 años en el sector de riesgos, recursos hídricos, manejo integral de cuencas, medio ambiente.</i> Experiencia específica:

Nº	Especialidad	Formación	Experiencia
	<i>Gestión de Riesgos de desastres y Resiliencia Climática</i>	<i>con postgrado en gestión de riesgos.</i>	<i>Experiencia mínima de 5 años en el ejercicio de su profesión en preparación y/o evaluación de proyectos de Gestión de Riesgos, Manejo Integral de Cuencas, Recursos Naturales, contabilizados a partir de la extensión del título en provisión nacional.</i>
2	<i>Especialista en hidrología e hidráulica (tiempo parcial a definir por el proponente)</i>	<i>Licenciatura en Ingeniería Civil, hidráulica, postgrado relacionado en Recursos Hídricos, Manejo Integral de Cuencas y/o relacionados con la consultoría.</i>	<p>Experiencia general: <i>Mínima de 6 años en el sector de Recurso hídrico.</i></p> <p>Experiencia específica: <i>Experiencia mínima de 4 años en el ejercicio de su profesión en preparación y/o evaluación en proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Manejo Integral de Cuencas, estudios que contemplen construcción de presas u obras hidráulicas u obras de control hidráulico, contabilizados a partir de la extensión del título en provisión nacional.</i></p>
3	<i>Especialista Sociólogo (tiempo parcial a definir por el proponente)</i>	<i>Licenciatura en Sociología, postgrado relacionado en conflictos del agua en Riesgos Hidrológicos, Recursos Hídricos, Manejo Integral de Cuencas y/o relacionados con la consultoría.</i>	<p>Experiencia general: <i>Mínima de 6 años en el sector de sector de riesgos, recursos hídricos, manejo integral de cuencas, medio ambiente, manejo de conflictos</i></p> <p>Experiencia específica: <i>Experiencia mínima de 4 años en el ejercicio de su profesión en resolución, preparación y/o evaluación de conflictos en proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Manejo Integral de Cuencas, estudios que contemplen construcción de presas u obras hidráulicas u obras de control hidráulico, contabilizados a partir de la extensión del título en provisión nacional.</i></p>
4	<i>Especialista Ambiental (tiempo parcial a definir por el proponente)</i>	<i>Licenciatura en Ingeniería Ambiental, postgrado relacionado en Recursos Hidrológicos, Recursos Hídricos, Manejo Integral de Cuencas y/o relacionados con la consultoría.</i>	<p>Experiencia general: <i>Mínima de 6 años en el sector de sector de riesgos, recursos hídricos, manejo integral de cuencas, medio ambiente.</i></p> <p>Experiencia específica: <i>Experiencia mínima de 4 años en el ejercicio de su profesión en preparación y/o evaluación de proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Manejo Integral de Cuencas, estudios que contemplen construcción de presas u obras hidráulicas u obras de control hidráulico, contabilizados a partir de la extensión del título en provisión nacional.</i></p>

Nº	Especialidad	Formación	Experiencia
5	Especialista en Sistema de Información Geográfica SIG (tiempo parcial a definir por el proponente)	Licenciatura y/o Ingeniería Civil, Geográfica, Ingeniería Agronómica, con postgrado de especialización en Sistema de Información Geográfica.	<p>Experiencia general: Mínima de 5 años en el sector de sector de riesgos, recursos hídricos, manejo integral de cuencas, medio ambiente.</p> <p>Experiencia específica: Experiencia mínima de 3 años en el ejercicio de su profesión como en elaboración de mapas temáticos, preparación y/o evaluación de proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Manejo Integral de Cuencas, estudios que contemplen construcción de presas u obras hidráulicas u obras de control hidráulico, contabilizados a partir de la extensión del título en provisión nacional.</p>
6	Especialista economista (tiempo parcial a definir por el proponente)	Licenciatura y/o en economía	<p>Experiencia general: Mínima de 5 años en evaluación de proyectos, desarrollo de indicadores</p> <p>Experiencia específica: Experiencia mínima de 4 servicios de realización de evaluación económica, se valorará experiencia en evaluación de proyectos o programas relacionados a recursos hídricos o medio ambiente.</p>

Nota: El proponente deberá incluir en la propuesta fotocopias simples de la documentación que respalda tanto el Currículum de la Empresa, como de todos los profesionales propuestos, en orden cronológico.

8.2. Personal adicional

La empresa consultora deberá asignar el personal adicional que sea requerido en la especialidad que corresponda, para cumplir con el alcance y objetivos de la consultoría en el tiempo y calidad requerida. Esto será valorado en la evaluación de las propuestas.

9. EXPERIENCIA DE LA CONSULTORA

La consultora debe tener experiencia mínima de 8 años en elaboración y ejecución de Proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática, Manejo Integral de Cuencas y/o Medio Ambiente, en los últimos 10 años.

10. PROPUESTA TÉCNICA

La propuesta técnica de la consultoría deberá abordar el siguiente contenido:

- **Enfoque.** Debe presentar la percepción o punto de vista del equipo acerca del problema o requerimiento señalados en los objetivos y de los productos esperados planteados. Este debe ser planteado de manera sistemática y concreta.

- **Alcances del trabajo.** Debe plantear todo lo que será necesario realizar y la profundidad o el nivel de detalle con el que se realizarán para el logro de los objetivos. Debe ser planteado de manera sistemática y concreta.
- **Metodología de trabajo.** Debe presentar las técnicas, métodos y procedimientos que se seguirá durante el desarrollo de la consultoría para el logro de los objetivos. Debe ser planteado de manera sistemática y concreta en armonía y estrecha relación con las actividades señaladas en los TdRs.
Dentro la Metodología de trabajo que se presente debe tener ser presente los siguientes tiempos:

Plan de trabajo

- ✓ Revisión de documentos e información secundaria.
- ✓ Elaboración del plan de trabajo.
- ✓ Taller de arranque.

Desarrollo de la Guía

- ✓ Revisión de documentos sectoriales, informes, entre otros.
- ✓ Entrevistas con actores claves a cargo del manejo y administración de herramientas de Gestión de Riesgos.
- ✓ Entrevista a UGRs de tres GAMs (viaje a tres GAMs), que serán identificados en forma conjunta con el supervisor
- ✓ Elaboración de la Guía de Riesgos Hidrológicos.
- ✓ Informe de evaluación, diagnóstico y taller de presentación de la guía en borrador (participación de la comisión de especialistas, comisión académica).

Presentación de la Guía con sus herramientas

- Desarrollo de la metodología para la implementación de la Guía.
- Informe de evaluación, diagnóstico y taller de presentación de la guía en su versión final conjuntamente sus anexos (participación de la comisión de especialistas, comisión académica).

El presente contenido es enunciativo, debiendo el consultor complementarlo con las actividades a desarrollar de forma precisa.

- **Cronograma de trabajo.** Debe presentar las actividades programas en la metodología de trabajo en el plazo establecido y con la mayor precisión posible, incluyendo la asignación de recursos humanos y materiales, de manera que pueda ser utilizado para la supervisión y control de esta. Debe identificarse la ruta crítica e hitos y ser presentado en un diagrama tipo Gantt o Pert.
- **Organización del equipo:** Una presentación sintética de los roles, responsabilidades y productos que asumen cada miembro del equipo destacando su dedicación y distribución de tiempo exclusivo en los momentos clave de la consultoría.

11. RESPONSABILIDAD DE LA CONSULTORA

El consultor asume la responsabilidad de:

- *Cumplir con el alcance de trabajo mencionado en el punto 3 de estos términos de referencia en forma eficiente y profesional en el tiempo establecido.*

12. RESPONSABILIDAD DE LA INSTITUCIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego asume la responsabilidad de:

- *Cumplir con las obligaciones contractuales con la consultora.*
- *Dotar los documentos necesarios para la realización de la consultoría.*
- *Cumplir con los pagos establecidos en contrato al cumplimiento de este.*

13. LOCALIZACIÓN DE LA CONSULTORÍA

El Consultor tendrá como base de sus actividades en la ciudad de La Paz, para coordinación estrecha con el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, motivo por el cual se deberá especificar la dirección de la empresa.

14. COSTO TOTAL Y MODALIDAD DE PAGO

El monto que cancelar por la consultoría será pagado con recursos del proyecto MI RESILIENCIA

- *Primer pago: el 40 % del costo total de la consultoría, a la presentación del producto 2; impreso en 5 ejemplares de las guías para la Elaboración de proyectos de Gestión de Riesgos Hidrológicos y Resiliencia Climática en sus acápite de ITCP y EDTP con aprobación del documento de la guía de proyectos, y en medio digital*
- *Segundo pago: el 60% del costo total de la consultoría a la presentación del Producto 3, Documentos complementarios de apoyo y explicación de uso del instrumento de proyectos (impreso en 5 ejemplares) y la presentación en formato digital editado disponible para impresión) validadas y aprobada por el equipo de Supervisión del VRHR.*

El pago de los impuestos de ley es responsabilidad exclusiva del Consultor, debiendo presentar la factura por pago realizado.

ESTOS TÉRMINOS DE REFERENCIA, SON ENUNCIATIVOS Y DE ORIENTACIÓN, NO SON LIMITATIVOS, POR LO QUE EL PROPONENTE, SI ASÍ LO DESEA Y A OBJETO DE DEMOSTRAR SU HABILIDAD EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO, PUEDE MEJORARLOS OPTIMIZANDO EL USO DE LOS RECURSOS.

15. Requisitos Administrativos

La Empresa Consultora y/o consultor/a deben presentar la siguiente documentación adjunta a la propuesta técnica y económica:

- *Carta de presentación de la propuesta.*

- *Hoja de vida.*
- *Número de Identificación Tributaria (NIT).*
- *Registro en una AFP (para empresas).*
- *Registro vigente en el CEREPREC. (para empresas).*
- *Registro de afiliación (como titular o dependiente) a una Caja de Salud del sistema público del profesional, no S.U.S (**requisito excluyente**).*
- *Copia simple de Cédula de Identidad del representante legal o profesional a cargo.*

Anexo 1.- PROYECTOS ORIENTADOS A LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES.

BASES CONCEPTUALES

1.- Introducción

La gestión del riesgo de inundaciones incluye un amplio abanico de acciones. Desde el punto de vista espacial, y tomando como referencia la cuenca hidrográfica, se puede actuar contra las inundaciones no sólo en las áreas afectadas sino en el conjunto de la cuenca, reduciendo las escorrentías. El fomento de los servicios ecosistémicos de acumulación y retención de agua es una vía para lograrlo, así como las soluciones verdes en la naturaleza en los entornos con mayor injerencia antrópica

También se puede luchar contra las inundaciones con mecanismos más tradicionales, como el almacenamiento de volúmenes de agua en embalses de diversos tamaños, con diversas configuraciones, incluso considerando la probabilidad de inundación de algunas zonas en las que el daño por inundación sea bajo para preservar otras donde el daño sea mayor. La construcción de barreras también es un método tradicional.

Más allá de las acciones estructurales, como las comentadas, se puede luchar contra las inundaciones mediante la implantación de medidas no estructurales: la regulación sobre limitación de usos en terrenos cercanos a los cauces es una herramienta fundamental, así como la delimitación de zonas potencialmente inundables.

Junto con estas medidas de tipo técnico, la concienciación de la ciudadanía y de los decisores sobre la necesidad de actuar contra las inundaciones, y la información de cómo actuar en caso de inundación son acciones vitales.

Por último, en el caso de que se produzca la inundación la mitigación de sus efectos mediante una adecuada respuesta operativa antes, durante y después de la inundación, también es parte de la gestión del riesgo de inundaciones.

Este conjunto de acciones se puede esquematizar en la siguiente figura:



Figura. - Fases en la gestión del riesgo de inundaciones

Si bien cualquier actividad dentro de este marco puede ser considerada un proyecto orientado a la mitigación del riesgo de inundación, en esta guía se focalizará a proyectos de naturaleza estructural (tradicionales o basados en soluciones verdes).

No obstante, es deseable que los proyectos incorporen no sólo una acción sino un conjunto integrado de acciones que de modo conjunto propongan una solución al problema. Es posible que algunas de estas acciones sean no estructurales. Aunque la guía no detalla cómo acometer estas acciones no estructurales, se considera muy adecuado incluirlas como parte de los proyectos. Los lineamientos para el desarrollo de estas acciones no estructurales pueden basarse en buenas prácticas a nivel internacional.

Para planificar y proyectar medidas estructurales, el primer paso necesario, que debe formar parte de todo proyecto, es la comprensión y evaluación cuantitativa del riesgo de inundación, que se detalla en los siguientes apartados.

2.- El fenómeno físico de la generación de inundaciones

Las inundaciones se pueden generar por distintos mecanismos: deshielos rápidos, roturas de infraestructuras, o la elevación del nivel del mar y el oleaje son algunos de los posibles.

En esta guía, no obstante, se focalizará en las inundaciones que se producen a partir de lluvias de alta intensidad y/o que se prolongan a lo largo de muchos días, y que acaban generando crecidas en los ríos o superan la capacidad de drenaje de los medios urbanos. En términos cuantitativos, en lo que a pérdidas materiales se refiere, este tipo de mecanismo es el más relevante. En muchas ocasiones estas crecidas suponen la sobre elevación o incluso la rotura de diques de contención o elementos de protección, que es otro tipo de mecanismo, asociado con este.

Los procesos físicos vinculados con las inundaciones son en esencia los componentes del ciclo del agua. El desencadenante de las inundaciones suele ser una precipitación, parte de la cual puede quedar retenida en el terreno o infiltrada; la lluvia remanente es la lluvia neta, que comienza a discurrir en superficie. Esta escorrentía superficial es un proceso en el que pequeños hilillos de agua van aprovechando las depresiones del terreno y van concentrándose van pequeños microcauces, que de un modo gradual generan una red de cauces o torrentes ya más o menos reconocibles y que acaban alimentando a un cauce principal.

En el caso de inundaciones urbanas, el objeto de análisis suele ser la zona de escorrentía, que puede cubrir una parte sustancial de la ciudad. En el caso de ríos, el objeto de análisis suele ser el cauce principal, al que acaban fluyendo todos los cauces y microcauces, o alguno de sus principales afluentes.

Definir el mecanismo de una inundación puede parecer sencillo, pero su cuantificación, y la estimación de cuál es su probabilidad de ocurrencia no lo es. Hay una multiplicidad de factores, grandes y pequeños, que acaban generando una importante incertidumbre. Es por esto por lo que no hay un absoluto consenso ni una única técnica que se aplique de modo general, y de hecho año tras año aparecen propuestas e innovaciones para intentar mejorar la definición de los escenarios de inundación.

2.1.- Mecanismos de generación de inundaciones. Mecanismos compuestos

Es habitual separar, en los ámbitos fluviales, entre mecanismos de inundación lenta, que se atribuyen a cuencas grandes con áreas de baja pendiente, y mecanismos rápidos, conocidos como “flash floods”, con un tiempo de generación de la inundación muy limitado, que se da en cuencas pequeñas y de una

pendiente importante. Este tipo de mecanismos puede en ocasiones acarrear una importante carga de sedimentos. La delimitación no es estricta: es difícil marcar una frontera nítida entre una y otra tipología.

Es más sencillo delimitar en términos operativos: en una cuenca pequeña, puede ser admisible considerar que la precipitación cae de un modo homogéneo, y es factible generar la escorrentía y calcular el flujo por los cauces con el mismo modelo y en el mismo proceso de cálculo. Este cálculo integrado, hidrológico e hidráulico, es más complejo en cuencas de mayor entidad, donde la lluvia no afecta del mismo modo a toda la cuenca, y donde la definición de escenarios puede ser más complicada.

De este modo, en muchos casos a las cuencas pequeñas en las que se da una inundación rápida (con o sin sedimentos) se considera que el mecanismo de la inundación es pluvial, porque los procesos de transformación de lluvia en escorrentía son dominantes respecto de los de circulación del agua por los cauces, que son de poca longitud. Debe entenderse que esto no es una clasificación rigurosa, y que habrá cuencas en las que será difícil discernir. A medida que los modelos de cálculo son capaces de trabajar con precisión en modelos integrados de cuencas mayores, la frontera se va difuminando.

Deslindar los mecanismos que generan una inundación no siempre es posible. El fenómeno de las inundaciones muchas veces se analiza desde un punto de vista estadístico, y muchas de las variables que se tienen en cuenta están correlacionadas en mayor o menor medida, con lo que el cálculo real de la probabilidad de una inundación es en muchas ocasiones muy complejo.

En muchas ocasiones necesitamos aislar una zona de interés del resto, por cuestiones puramente operativas o también por el tratamiento que propone alguna regulación, que exige una zonificación y una delimitación clara de tramos de río, por ejemplo.

Al aislar un tramo de río, porque lo consideramos una zona de alto riesgo de inundaciones, un fenómeno meteorológico adverso que afecta a la zona de un modo global, generando una inundación generalizada, es percibida en la zona de análisis como distintos mecanismos que generan inundación:

- *Por el extremo de aguas arriba del tramo de estudio, la causa de la inundación puede ser un caudal excesivo, que se ha generado en la cuenca.*
- *En la zona de estudio, se puede estar dando simultáneamente una lluvia intensa que genera escorrentía adicional.*
- *Por último, en el extremo de aguas abajo, si es por ejemplo una confluencia, el río al que se confluye puede propiciar la inundación al fluir con niveles muy altos que impiden desaguar.*

A pesar de que todos estos mecanismos pueden tener el mismo origen meteorológico, el análisis basado en un tramo hace que en muchos casos se consideren mecanismos distintos, cuya probabilidad conjunta de ocurrencia es muy difícil de calcular.

En el caso de un tramo de río delimitado como área potencialmente inundable y que incluya la aportación de uno o varios afluentes, o que por su longitud tenga una variación de caudal notable, establecer adecuadamente la distribución de caudales de modo que se sea consistente con una cierta probabilidad no es en absoluto trivial.

En el caso de áreas urbanas, se suele distinguir entre procesos de inundación pluvial, cuando el problema es que la ciudad no puede drenar el agua de lluvia que recibe de modo directo, o procesos de inundación fluvial, cuando los ríos que atraviesan o limitan la ciudad se desbordan. Es posible que, por el tamaño de la cuenca, estos sucesos sean independientes, pero también es posible que un mismo fenómeno meteorológico provoque ambos tipos de inundación de modo simultáneo. Establecer en términos

estadísticos la probabilidad de que esto se produzca no es fácil, porque no es fácil saber hasta qué punto están correlacionados.

El uso de modelos integrados, que consideran como única fuente de la inundación la precipitación, que generará la inundación en la ciudad y también en el río, si procede, es una opción claramente ventajosa. Determinar escenarios de precipitación a lo largo de cuencas medianas o grandes a los que se pueda asignar una cierta probabilidad no es trivial, no obstante, dado que la lluvia no será espacialmente homogénea, y el efecto de la misma precipitación ubicada de modos distintos de en espacio y en el tiempo será distinto. Obviamente es posible (no fácil) generar cientos de escenarios equiprobables, modelizarse todos, y sacar conclusiones a partir del análisis estadístico de los resultados, pero el coste computacional puede ser importante.

En definitiva, pueden aparecer fuentes de incertidumbre y problemas de orden práctico a la hora de definir los mecanismos de inundación y la probabilidad que se les asigna. A efectos prácticos, es aceptable, dada la complejidad de la implementación de mecanismos conjuntos, establecer un mecanismo dominante (fluvial, o pluvial), y basar los análisis en él, salvo que sea obvio que se está infravalorando el riesgo.

3.- Conceptos de riesgo y peligrosidad

La gestión de las inundaciones se asocia al análisis del riesgo, que es un concepto que se aplica a la práctica totalidad de los sucesos de causa natural o artificial cuyos efectos generan daños en la población o en los bienes, y que mide la magnitud del daño frente a una situación peligrosa.

3.1.- Concepto de riesgo

La definición de riesgo es compleja, ha ido evolucionando y enriqueciéndose, y depende del tipo de fenómeno que se analice. Las definiciones más clásicas consideran el riesgo como la composición (a definir según el caso) de varios factores:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Donde para el caso de una inundación la peligrosidad alude a la manifestación de la inundación física (a la extensión de la zona inundada o a la velocidad del agua en esa zona), la exposición alude a la presencia de elementos valiosos en la zona cubierta por la inundación, y la vulnerabilidad alude a la pérdida de valor o el daño que sufren los elementos expuestos por el hecho de estar inundados en cierta medida.

En el caso de las inundaciones, la inundación se produce en una fuente, que puede ser una fuerte tormenta sobre una cuenca de aportación que nutra a un río, o directamente la lluvia que cae sobre una ciudad, o la combinación de la altura del nivel del mar y un fuerte oleaje.

Tras la fuente puede haber un tránsito: en el caso de inundaciones producidas por ríos, es usual que, entre la fuente y las zonas susceptibles de sufrir daños, zonas pobladas, por ejemplo, haya, un tramo de río en la cabecera de la cuenca por el que discurren altos caudales. En el caso de la costa, es posible que el oleaje se produzca mar adentro y se propague hasta la costa. Hay inundaciones, como las de origen directamente pluvial, donde no existe este tránsito.

Se pueden tomar medidas tanto en la fuente como en la zona de tránsito, para intentar limitar los efectos de la inundación. Este tipo de medidas afectan a la peligrosidad, ya que se trata de limitar los caudales, los niveles o la velocidad del agua.

Una vez el agua alcanza zonas con bienes susceptibles de ser dañados, es importante conocer su exposición. Las áreas que pueden sufrir daños pueden ser agrarias, urbanas, industriales, vías de comunicación, áreas de interés cultural o natural u otras. En la medida en que la inundación las cubra total o parcialmente, se consideran expuestas. En el caso de bienes que puedan ser protegidos con un aviso previo, como personas, animales o máquinas móviles, la exposición puede ser corregida o matizada con coeficientes de corrección si el aviso existe y se considera efectivo.

El último factor que define el riesgo es la vulnerabilidad, que alude al hecho de que un bien expuesto resulte dañado. Este concepto admite muchos matices. Se puede considerar sólo el valor del bien expuesto, y el daño que sufre, por ejemplo, como un porcentaje, o también se pueden incorporar otros aspectos, como la resiliencia, que explicaría la capacidad del propietario del bien de recuperarse tras la pérdida (con un seguro, por ejemplo, o con su propia capacidad económica). En este sentido, las pérdidas de menor valor económico sufridas por colectivos de baja capacidad económica pueden causar mayores daños que las pérdidas de mayor valor sufridas por colectivos con recursos.

Las consecuencias derivadas de una cierta exposición y vulnerabilidad ante una determinada inundación pueden ser estimadas económicamente, en general, o como una descripción de los bienes dañados.

3.2.- Concepto de peligrosidad

Como se indicó en la sección anterior, la peligrosidad alude a la manifestación física de la inundación, en forma de áreas anegadas, tiempo de persistencia de la inundación, caudales circulantes o velocidad del agua en las distintas zonas que sufren la inundación. Para la evaluación de la peligrosidad sólo cabe tener en cuenta los procesos de generación en fuente y tránsito, si lo hay.

En la determinación de la peligrosidad es usual vincularla a una cierta probabilidad de ocurrencia. La Directiva Europea de Inundaciones 2007/60/EC (DI), propone tres niveles de probabilidad para estimar la peligrosidad y el riesgo: probabilidad alta, media y baja.

La aplicación práctica de la DI lleva en general a considerar como sucesos de alta probabilidad a aquellos cuya probabilidad de excedencia anual (PEA) es del orden de 0.1, o bien sucesos que como promedio se dan una vez cada diez años. Se puede también hablar de sucesos con un periodo de retorno o recurrencia de diez años ($T=10$ años). La PEA y el T son números inversos el uno del otro.

En el caso de sucesos de probabilidad media se suele considerar $PAE=0.01$, o $T=100$ años. Se consideran sucesos de probabilidad baja aquellos con $PAE=0.001$ o $T=1000$ años. Algunos países modifican estos valores, ya que la DI no los expresa en modo cuantitativo, y por tanto es aceptable considerar como suceso de alta probabilidad aquel cuyo T es de 5 o de 20 años, y de baja probabilidad aquel cuyo T es de 500 años, por ejemplo.

4.- Análisis del riesgo de inundaciones

En este apartado se toma como referencia la DI. Si bien esta directiva está orientada a la planificación, y no al proyecto, aporta algunos lineamientos interesantes para enmarcar los proyectos que surjan de la planificación. La DI establece diferentes fases en el análisis de las inundaciones, y además tiene una estructura cíclica. Todo el proceso de análisis se revisa cada seis años, en lo que se conoce como “ciclos de planificación”. Cada uno de los ciclos consta de tres fases:

- *Evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI).*
- *Mapas de peligrosidad y riesgo de inundación (MPRI).*

- *Planes de gestión del riesgo de inundación (PGRI).*

La EPRI tiene como objetivo fundamental la localización de las “Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)”, que son las unidades geográficas donde se realizará el análisis en profundidad del riesgo de inundación, y donde se desarrollarán en general los proyectos objeto de la Guía. En las ARPSIs se desarrollarán los mapas y se focalizan las medidas para paliar el riesgo.

El listado de ARPSIs, que son por ejemplo tramos donde un río se desborda, zonas que sufren inundación costera o áreas urbanas que sufren inundación pluvial, causando en todos los casos daños significativos, se agrupa en demarcaciones hidrográficas, que son las unidades de gestión. Este listado se puede modificar (en general ampliar) en cada ciclo de planificación. Las UGC son las unidades equivalentes en Bolivia a estas demarcaciones hidrográficas.

Es en estas ARPSIs donde se deben considerar las medidas estructurales para paliar el riesgo de inundación, o bien en la cuenca aguas arriba de la ARPSI, si las medidas están orientadas a la reducción de las escorrentías.

El ámbito para la definición de ARPSIs es la cuenca, entendida en sentido físico. Dado que la planificación del riesgo de inundación exige de una importante cualificación técnica, en general son las UGCs las encargadas de la definición de ARPSIs, si bien las OGCs pueden y deben indicar cuáles son las zonas potencialmente inundables.

4.1.- EPRI. Determinación de áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs)

Idealmente, en cada demarcación hidrográfica (UGC) se debería realizar una evaluación preliminar del riesgo de inundación con objeto de determinar aquellas zonas del territorio para las cuales se haya llegado a la conclusión de que existe un riesgo potencial de inundación significativo o en las cuales la materialización de ese riesgo puede considerarse probable (ARPSIs).

La evaluación preliminar del riesgo de inundación se realizará a partir de la información disponible (inundaciones históricas, por ejemplo), teniendo en cuenta las circunstancias actuales de ocupación del suelo, la existencia de infraestructuras y actividades para protección frente a inundaciones y la información suministrada por las Administraciones competentes en la materia.

El resultado de la evaluación preliminar del riesgo de inundación se debe someter a consulta pública. Este resultado es el listado y características (longitud de río, por ejemplo) de las ARPSIs. Además de la extensión, se deben incluir algunas características de cada ARPSI, como por ejemplo cuál es el mecanismo que genera la inundación (fluvial, pluvial, costera, potencial rotura de estructuras), o la velocidad del fenómeno (inundación explosiva “flash flood”, lenta, etc).

El desarrollo de esta fase de planificación excede al ámbito de esta guía. Se entiende que, si se ha licitado un proyecto para la mitigación del riesgo, es porque la instancia competente, fruto de la interacción la UGC y la(s) OGC, han considerado que la zona de análisis es una ARPSI.

5.- Desarrollo de los mapas de peligrosidad y de los mapas de riesgo

Una vez se han delimitado las ARPSIs, o se tiene la certeza de que una zona concreta requiere de una actuación para paliar el riesgo de inundaciones, una acción necesaria, que debe formar parte de todos los proyectos de mitigación de riesgo que impliquen acciones estructurales, es el desarrollo de los mapas

de peligrosidad y de riesgo, donde se delimite el riesgo antes de implementar las acciones, y el riesgo residual (si lo hay), previsto tras su implementación.

Mapas de peligrosidad por inundación: *estos mapas contemplarán, al menos, los escenarios siguientes:*

- a) Alta probabilidad de inundación. Periodo de retorno del orden de 10 años*
- b) Probabilidad media de inundación (periodo de retorno mayor o igual a 100 años).*
- c) Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (periodo de retorno igual a 500 años). (En otros países este valor es de 1000 años).*

Para cada uno de los escenarios anteriores los mapas deberán contener:

- a) Extensión previsible de la inundación y niveles de agua.*
- b) En aquellos casos en que se considere necesario, se podrá incluir también información adicional relevante como los caudales y/o velocidades máximas alcanzadas por la corriente en la zona inundable.*

Adicionalmente, en los mapas de peligrosidad se representará la delimitación de todas las áreas legalmente delimitadas o protegidas, como la línea de ribera, si se conoce.

Mapas de riesgo de inundación

Se elaborarán mapas de riesgo de inundación para las zonas identificadas en la evaluación preliminar del riesgo. Los mapas de riesgo de inundación incluirán, como mínimo, la información siguiente para cada uno de los escenarios sobre los que se han desarrollado mapas de peligrosidad:

- a) Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados.*
- b) Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada.*
- c) Instalaciones industriales que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación, así como estaciones depuradoras de aguas residuales.*
- d) Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas.*
- e) Evaluación económica del daño por inundación en cada uno de los escenarios.*

6.- Fuentes de información necesarias y métodos de cálculo en función del mecanismo de inundación

Dependiendo del mecanismo de inundación, las fuentes de información pueden diferir, ya que el tipo de análisis a realizar puede ser distinto. Dado que en todos los casos habrá que realizar algún tipo de simulación mediante modelos numéricos que representen la realidad física, al menos la topografía de la zona a analizar será un dato necesario en todos los casos.

Una vez delimitado el terreno, será preciso conocer la intensidad con la que actúa el mecanismo de inundación. Para el desarrollo de los mapas de peligrosidad, según la DI, se definirán distintos escenarios,

correspondientes con una inundación cuya PEA sea alta, media o baja. La intensidad de estos mecanismos se definirá, dependiendo de cuál sea, a partir de:

- *Hidrogramas (relaciones caudal-tiempo) en el punto aguas arriba de la ARPSI. Estos hidrogramas habrán sido obtenidos por métodos hidrológicos en la cuenca de aportación. Esto es usual en el caso de ARPSIs fluviales, en cuencas de cierta entidad.*
- *Hietogramas (relaciones precipitación-tiempo) en la cuenca de aportación de la ARPSI, si se considera adecuado realizar una modelización integrada hidrológica-hidráulica. En este caso, la PEA se aplica a la precipitación. En el caso de cuencas pequeñas o de “flash floods” (inundaciones explosivas en cuencas de alta pendiente), es usual este análisis integrado, considerando una lluvia espacialmente homogénea. En el caso de que la cuenca no sea pequeña, la distribución de la precipitación a lo largo de la cuenca es algo que debe estudiarse.*
- *Hietogramas en las ARPSIs pluviales, que en muchos casos suelen incluir zonas urbanas. En este caso, los modelos de cálculo establecerán mecanismos de transformación de lluvia a caudal propios de entornos urbanos, y se deberá considerar el efecto de la red de drenaje y saneamiento.*
- *Otros mecanismos, como la rotura de diques, pueden requerir datos geotécnicos sobre los mismos, que permitan deducir sus curvas de fragilidad.*

Para la determinación de los mapas de riesgo, es necesario adicionalmente conocer la cobertura del terreno, entendida como el tipo de activo susceptible de ser inundado. Esto implica realizar una zonificación, que delimite áreas agrarias, edificios residenciales, zonas escolares, hospitales, vías de comunicación, espacios protegidos, bienes culturales, etc. Cada una de estas tipologías, al ser inundadas total o parcialmente, tiene un coste distinto, con lo que esta capa de datos, normalmente en formato SIG, es necesaria.

Obtención de la topografía

Los métodos actuales de obtención de datos topográficos incluyen el uso de sensores LiDAR, que permiten una razonable precisión y un tamaño de malla suficiente para este tipo de estudios, y la topografía convencional.

Dado que una ARPSI puede cubrir una importante extensión, y las zonas inundadas pueden exceder con mucho al cauce, el uso de una malla de datos obtenida con sensores LiDAR es lo más operativo y económico. Existen bases de datos LiDAR de uso libre que cubren todo el mundo, aunque su precisión puede no ser suficiente.

Si se realizan vuelos de un modo específico para el desarrollo de esta actividad, el tamaño de la malla suele ser de un metro o inferior (medio metro, por ejemplo).

No toda la información topográfica necesaria se puede obtener de las mallas de datos obtenidas de modo remoto. Las infraestructuras, como los puentes, por ejemplo, requieren de un trabajo complementario para su adecuada descripción. La topografía convencional suele ser la herramienta más adecuada para restituir las estructuras (puentes, azudes, derivaciones).

Adicionalmente, la batimetría de los cauces requiere de un trabajo complementario, ya que las sondas LiDAR convencionales no son capaces de discernir el lecho del río si está circulando agua, o al menos con buena precisión. De nuevo, esta batimetría puede exigir el uso de herramientas convencionales de campo. En ríos muy someros o en épocas de estiaje la batimetría puede tener una importancia menor, ya que el estudio que se va a realizar es el del río en crecida, y el área ocupada por el río en época seca es porcentualmente muy pequeña.

Mezclar distintas fuentes de datos topográficos puede ser complejo. Los ceros de referencia en ocasiones no coinciden, así como las proyecciones, si algunos de los datos tienen algunos años. Un MDT realizado hace 10 años puede no cuadrar con una topografía de campo realizada hoy. La homogeneización de los datos y la depuración de errores puede requerir un esfuerzo importante, y constituye la primera fuente de incertidumbre, en un proceso que tiene varias.

Si se desea vincular los datos topográficos con datos de observaciones hidrométricas (niveles de agua, expresados como cotas absolutas), de nuevo pueden aparecer desviaciones e incertidumbres, ya que muchas de las estaciones pueden estar referenciadas a ceros que no son los mismos que se consideran en la actualidad.

De este modo, la primera labor, nada trivial, es contar con una restitución del territorio que sea compacta, y que incluya tanto una malla que describa el terreno como información específica de las obras y de la batimetría.

7.- Métodos usuales para el desarrollo de mapas de peligrosidad

Los mapas de peligrosidad se construyen mediante el uso de modelos numéricos que sean capaces de simular cómo el agua fluye por los ríos, y cómo se expande hacia las llanuras de inundación en el caso de que los cauces vean superada su capacidad. Estos mismos modelos pueden también simular la escorrentía en las zonas urbanas, o en las cuencas de respuesta rápida (flash floods).

Los modelos consisten suponen una transcripción de la realidad, muy compleja, a una simplificación matemática. Dependiendo de la precisión con la que se describa la realidad en el modelo, los resultados serán más o menos fiables. Hasta hace unos años, los modelos eran esencialmente 1D, lo que supone que la realidad se describe mediante secciones transversales del cauce, que se prolongaba a las llanuras de inundación. En este tipo de modelos es muy difícil considerar geometrías complejas, o ríos con importantes curvaturas, o entornos urbanos, con un conglomerado de calles que se cruzan.

En la actualidad es usual describir la realidad con modelos 2D, que permiten una aproximación más precisa. En cualquier caso, siempre hay un cierto nivel de simplificación, por lo que es importante calibrar los modelos con mediciones reales, siempre que se disponga de ellas.

Como se indicó en el apartado anterior, el desarrollo de los modelos requiere un conocimiento adecuado de la topografía, tanto a nivel global mediante el uso de sensores LiDAR, normalmente, como de las infraestructuras (puentes, por ejemplo), que afectan al flujo.

Además del MDT, es preciso conocer los usos del suelo, que permitirán estimar los parámetros de rugosidad o resistencia al flujo. Es usual expresar esta resistencia al flujo en función del coeficiente de Manning. Existen diversas fuentes que permiten conocer los usos del suelo, como por ejemplo Corine Land Cover (CLC) y bibliografía para trasponer el uso del suelo a valores del coeficiente.

En función de la precisión que se requiera, estos usos pueden ser asociados a grandes superficies o de un modo más fino. Por ejemplo, si una zona con edificaciones no es el objeto del análisis, es lícito aplicar un coeficiente agregado a toda su superficie, lo que generará una resistencia al flujo global. En el caso de que esta zona sea la de interés, es más adecuado asignar distintos coeficientes a las distintas zonas, según sean calles, parques, etc., de un modo distribuido.

El nivel de precisión de la modelización también es relevante al tomar este tipo de decisiones. Si se van a usar modelos 2D, con cierta independencia de la precisión del MDT, que puede ser, por ejemplo, de

0.5x0.5 m², la discretización que se realice del terreno al hacer el modelo puede ser mayor. En zonas agrarias relativamente homogéneas no tiene sentido hacer un modelo con una malla tan fina, y es admisible discretizar con mallas del orden de 20x20 m², mientras que en una zona urbana donde se desee detalle probablemente se considerarán mallas de 2x2 o como mucho 5x5 m². La asignación de parámetros debe ser consistente con el nivel de discretización.

En el caso de que se usen modelos 1D, lo que implica que la precisión será mucho menor, la asignación de parámetros debe poder explicar de un modo agregado la resistencia al flujo de toda la sección. Este tipo de modelos está en desuso, porque los modelos 2D aprovechan mucho mejor la información topográfica, y no son mucho más complejos de usar.

Además de los coeficientes asociados al terreno y los diferentes usos del suelo, también se requerirán las características de las obras singulares, como los puentes, pasos bajo carreteras o ferrocarriles, etc. En el caso de que se utilicen modelos 2D con una buena definición de estas obras, la resistencia al flujo que ejercen se puede calcular directamente. En el caso de que se introduzcan de un modo simplificado o que se usen modelos 1D, se pueden incluir coeficientes para considerar el efecto de estas obras sobre el flujo. Existe extensa bibliografía sobre estos coeficientes, aunque cada vez más se considera una mejor opción la descripción detallada de las obras en el modelo.

Una vez se dispone de una definición de la geometría de la zona a estudiar, incluyendo sus características hidráulicas, el siguiente paso es determinar cuáles son los caudales y/o las precipitaciones que deben ser incorporadas al modelo y que generarán la inundación, para cada escenario (período de retorno).

En el caso de que la ARPSI no tenga mucha longitud, puede ser aceptable introducir un único hidrograma en el extremo de arriba. Si el tramo es largo, es necesario definir una distribución de caudales.

Esta distribución puede requerir aportaciones directas de afluentes, o una aportación distribuida, homogénea por tramos. En el caso de que existan puntos donde existen mediciones de control, es importante calibrar estas distribuciones. Desgraciadamente, no suele ser frecuente contar con un número suficiente de estaciones de aforo.

Una vez ejecutados los modelos, el resultado se expresa en forma de mapas. En general se obtienen mapas en los que se representa la extensión de la zona inundada, para cada uno de los periodos de retorno o PEA. Estos mapas son importantes porque permiten observar si una zona de cierto valor (por ejemplo, urbana) está en una zona cuyo riesgo de ser inundada es relevante.

No obstante, en muchos casos hay áreas inundadas con una lámina muy somera. En el caso de modelos pluviales (urbanos o rurales), dado que la lluvia cae sobre toda la superficie, toda ella está mojada. En ese caso, la extensión global de la zona inundada puede dar una sensación engañosa. Es usual establecer umbrales de nivel para considerar un área como inundada. Estos umbrales usualmente son de unos 20 cm. De este modo, los mapas se pueden filtrar para eliminar las zonas cuyo nivel de agua es menor del umbral, y dar una imagen más realista.

También es usual presentar los mapas de distribución de niveles, en los que de un modo más cuantitativo se puede percibir dónde las láminas de agua son relevantes y dónde no.

Aunque el nivel de agua es la variable más importante, el efecto de una inundación puede verse agravado si existe circulación efectiva en las zonas inundadas, es decir, si la velocidad del agua en la zona inundada no es nula.

Por esto, es importante incluir en los mapas de peligrosidad la distribución de velocidades, bien en valor absoluto o como campos de vectores (algo más complejo de representar en grandes extensiones a una escala usual).

La combinación del nivel y la velocidad suele utilizarse como indicador de la peligrosidad en lo que respecta al arrastre de personas o bienes móviles, como los coches, por ejemplo. El arrastre de personas, y el arrastre de coches ocupados son la principal causa de pérdidas personales. En el caso de personas cuyas casas se inundan, en general tienen tiempo y medios para buscar puntos altos. En el caso de personas arrastradas por el flujo o dentro de coches, la capacidad de maniobra es mínima.

A partir de los mapas de niveles y velocidades, en general en formato ráster, es inmediato el cálculo, mediante herramientas SIG, de los niveles de riesgo de arrastre. En el caso de las personas, ya hay curvas y expresiones más o menos consolidadas. En el caso de los coches o de otros objetos móviles, existen diversos trabajos de investigación que permiten estimar ciertos niveles de peligrosidad, pero de un modo menos consolidado.

Este tipo de mapas y curvas está en la frontera entre el concepto de peligrosidad y el de riesgo. La evaluación del producto de la velocidad por el nivel de agua es claramente un derivado de los mapas de peligrosidad, pero los niveles de severidad, como los de la curva que se presenta, basados en estudios reales de arrastre, se pueden considerar ya productos de riesgo, ya que se está estimando cómo a una persona, o a un vehículo le afecta ese nivel o esa velocidad. Las curvas representan la vulnerabilidad del vehículo o la persona frente a una determinada inundación.

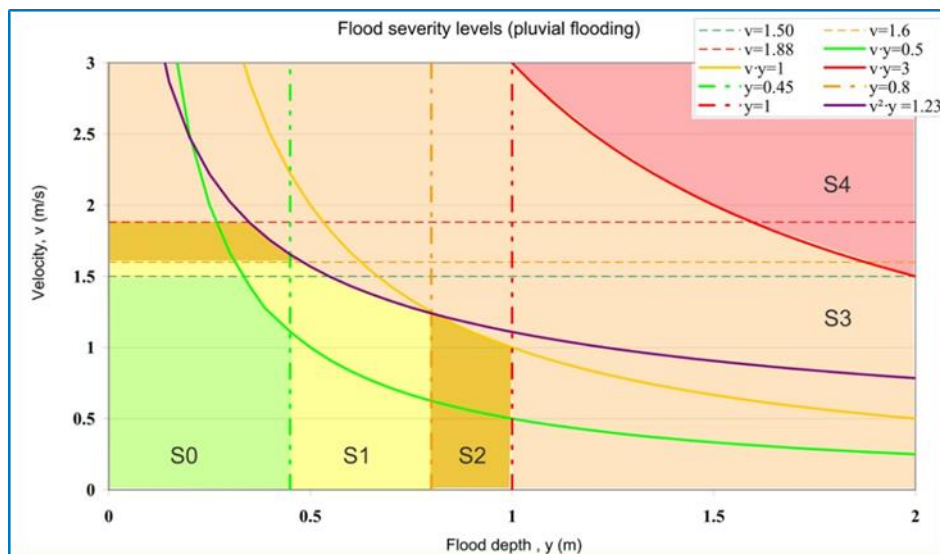


Fig.-Niveles de peligrosidad al arrastre (A quantitative flood risk analysis methodology for urban areas with integration of social research data, Escuder et al, September 2012 Natural Hazards and Earth System Sciences 12(9))

Para poder determinar el riesgo real de arrastre hace falta adicionalmente conocer la exposición de las personas o los vehículos, y en particular los ocupados. Esto no es sencillo en absoluto ya que depende de si las personas se guarecen o no, de si se arriesgan a cruzar una calle con agua, de si los vehículos pueden evitar una calle con mucha agua o se ven arrastrados sin poder evitarlo, etc. La casuística es amplísima.

7.1.- Cálculos hidráulicos a partir de estudios hidrológicos previos

Los mapas de peligrosidad requieren, en el caso de ARPSIs fluviales, de hidrogramas en cabecera del tramo o en las confluencias, según ya se ha comentado. Estos hidrogramas se obtienen en general a partir de estudios hidrológicos.

Se puede distinguir entre modelos distribuidos, donde se analiza la transformación de lluvia en escorrentía en la cuenca en pequeños elementos de superficie (pixels) o bien agregados, donde se analiza esta transformación a nivel de cuencas o subcuencas de dimensiones importantes.

Modelos distribuidos

Cada vez es más frecuente trabajar con modelos distribuidos, que suelen basarse en ecuaciones similares (o iguales) a las de los modelos hidráulicos. La base para la generación de los caudales es una precipitación consistente con el periodo de retorno o PEA que se analice.

En el caso de una cuenca pequeña, es posible considerar que un aguacero está cubriendo la totalidad de la cuenca de un modo simultáneo, y se puede asociar a distintos elementos distintos valores basados en datos históricos o interpolaciones de mapas históricos. A efectos prácticos, cada uno de estos píxeles es un "pluviómetro virtual". En la práctica lo que se obtiene es un conjunto de rásters que cubren la cuenca y que representan la precipitación, o la intensidad, a lo largo de varias horas o días, según la duración del evento que se considere.

Si las cuencas son grandes, el suponer que la lluvia se está dando de un modo simultáneo en todos los puntos con la máxima intensidad es una hipótesis demasiado desfavorable. En estos casos, se deben aplicar coeficientes de atenuación en función del área.

La aplicación de coeficientes de atenuación obliga a decidir dónde se ubica el centro de la tormenta. Esta decisión tiene una cierta componente de arbitrariedad. En general, las referencias tienden a ubicarla en el punto más desfavorable, pero haciéndolo de este modo se está alterando la probabilidad del evento.

En la actualidad, se considera el ubicar las tormentas de un modo más o menos aleatorio sobre la cuenca y obtener así distintos escenarios equiprobables, sobre los que después se pueden realizar cálculos estadísticos. Esto exige realizar una gran cantidad de simulaciones, lo que complica mucho el cálculo. En contrapartida, el resultado final es más fiable y consistente con la PEA que se desea simular.

Los procesos hidrológicos que se suelen simular incluyen la transformación de la lluvia real a la lluvia neta, entendida como la que finalmente generará escorrentía. Para obtener la lluvia neta normalmente se considera que una parte de la lluvia queda retenida en charcos o pequeñas depresiones, o en las hojas de los árboles o las fachadas, dependiendo de si la zona es rural o urbana. A este fenómeno se le denomina detención inicial. Adicionalmente, se debe detraer el agua que se infiltra en el terreno.

Para la determinación de estos componentes del ciclo hay multitud de formulaciones y parámetros. En general estos parámetros se deducen a partir del tipo de suelo y de su uso, por lo que suele ser necesario disponer de un mapa de usos.

Es frecuente el uso del método propuesto por el Soil Conservation Service (SCS), que usa un parámetro conocido como CN (Curve Number). En el caso de CN, es importante considerar si el evento de precipitación se produce con el suelo seco, en condiciones estándar o tras sufrir ya varios eventos de lluvia.

Este efecto de la humedad antecedente puede ser muy relevante, no sólo si se aplica la metodología del SCS, sino en términos generales. Se reconocen tres condiciones de humedad. La intermedia (tipo II) es la nominal en las tablas. Para suelos secos (tipo I) y muy húmedos (tipo III), se proponen las siguientes correcciones:

La metodología del SCS no sólo permite considerar la detracción inicial (denominada en el método I_a) sino también la infiltración (denominada S), con lo que es un método usual para la transformación de la lluvia bruta en lluvia neta. Ambos parámetros dependen de CN.

Una vez se determina la lluvia neta, los modelos distribuidos hacen circular el agua que cae sobre un píxel por el modelo digital del terreno como si se tratase de una red de canales, utilizando las ecuaciones de aguas someras. En esta fase se requiere del MDT, con una precisión normalmente inferior a la que se usa en la determinación del flujo en el río, ya que la extensión es mucho mayor, y con una distribución de la rugosidad que se obtiene de los usos del suelo (CLC, por ejemplo).

Modelos agregados

En el caso de que se use un modelo agregado, la transformación de lluvia total a lluvia neta se realiza con las mismas herramientas (método del SCS, por ejemplo, o cualquier otro que evalúe la detracción inicial y la infiltración), solo que los coeficientes no se consideran a nivel de píxel sino en unidades hidrológicas (subcuencas), que pueden ser tan detalladas como se desee. En el límite, si el tamaño de la subcuenca es lo suficientemente pequeño, la precisión de ambos métodos podría ser la misma.

La transformación de lluvia en caudal se suele realizar utilizando funciones de transformación o hidrogramas unitarios. Es usual por ejemplo el uso del hidrograma unitario del SCS, cuyos parámetros dependen de las dimensiones de la cuenca. El valor del caudal pico se puede obtener de distintas fuentes: se puede calcular en función de las dimensiones de la cuenca y de la precipitación, y los tiempos de pico y de desarrollo del hidrograma dependen de las dimensiones de la cuenca.

Existen muchos otros hidrogramas sintéticos, que se pueden utilizar en lugar del propuesto por el SCS. En algunos países se han desarrollado metodologías locales que permiten desarrollar hidrogramas sintéticos, basados en análisis estadísticos compactados en funciones o fórmulas. Si la base de datos es amplia, su uso es probablemente más recomendable.

El uso de una u otra de estas funciones o hidrogramas unitarios para determinar la transformación de lluvia en caudal no es una decisión fundamental en la medida de que el número de subcuencas sea grande. El caudal en el punto bajo de cada subcuenca se propaga, mediante ecuaciones hidráulicas, por una red fluvial definida en el modelo hidrológico, y los hidrogramas se suman en los puntos de confluencia, con lo que el resultado final en el punto bajo de la cuenca no es un hidrograma con el aspecto "sintético" original, sino que responde a la complejidad y características morfológicas de la cuenca, casi con independencia de la función original. Los métodos de propagación de los hidrogramas en la red fluvial pueden ser relativamente simples (Muskingum), o tan complejos como se desee (ecuaciones de Saint-Venant).

Cálculos directos

Un nivel extremo de agregación es el que lleva a considerar la cuenca completa, en el extremo de aguas arriba de la ARPSI. Es posible generar un hidrograma sintético basado por ejemplo en la metodología SCS a partir de los parámetros morfológicos de la cuenca. En este caso, no es preciso utilizar un modelo

hidrológico, pero obviamente se trata de un método muy poco riguroso. La forma del hidrograma será absolutamente sintética. Este método no se recomienda, y su uso debe ser justificado.

7.2.- Cálculos integrados hidrológicos-hidráulicos

En el caso de que se considere una aproximación distribuida al cálculo hidrológico, no hay una diferencia conceptual entre el tipo de análisis que se realiza en la cuenca y en los cauces o llanuras de inundación. Es perfectamente posible utilizar el mismo modelo numérico, aplicado a toda la cuenca, y considerar directamente la precipitación como el mecanismo que genera la inundación, sin dividir el cálculo en la fase hidrológica y la hidráulica.

La determinación de la lluvia neta se puede realizar en el entorno de un modelo de cálculo hidrológico 2D, porque todos ellos incluyen algún módulo de determinación de detracciones iniciales e infiltraciones. Una vez se dispone de la lluvia neta, la única diferencia entre el análisis de la circulación del agua por la cuenca o por el río o la red fluvial es que en general la discretización de las zonas correspondientes a ríos será más fina.

Este tipo de análisis es el adecuado para las ARPSIs declaradas como pluviales, y es también aplicable a las fluviales. En el caso de grandes cuencas, o de ARPSIs en zonas bajas de cuencas muy grandes, es posible que no se justifique hacer el modelo hidrológico de toda la cuenca. Esta es una decisión que se debe analizar en cada caso particular.

7.3.- Modelos duales en zonas urbanas. Simplificaciones.

Las zonas urbanas pueden sufrir inundaciones debido a distintas causas: pueden sufrir el desbordamiento de ríos, pueden sufrir inundaciones costeras y también pueden sufrir el efecto directo de la lluvia, que al caer sobre una superficie esencialmente impermeable puede tener problemas para ser evacuada.

El modo usual de manejar este último mecanismo es la construcción de una red de drenaje, que muchas veces coincide con la de saneamiento. Estas redes en algunos casos incorporan elementos que se han construido a lo largo de décadas, sin una planificación global, y cuyo rendimiento es difícil de evaluar.

Adicionalmente, al ser elementos de difícil acceso, no es infrecuente que exista un cierto desconocimiento de las redes, tanto de su estado de conservación como incluso de su desarrollo y dimensiones, por lo que la evaluación de su capacidad para desaguar las crecidas no es siempre posible.

Para la determinación de los mapas de peligrosidad en zonas urbanas es fundamental considerar el efecto de la red de saneamiento y drenaje. El hecho de que en algunos casos la información sobre estas redes sea escasa o no totalmente fiable genera una importante fuente de incertidumbre en los resultados.

Existen en la actualidad modelos que pueden analizar el efecto conjunto de las redes y del flujo superficial: se conocen como modelos duales. Su uso no es de momento frecuente en el desarrollo de mapas de peligrosidad, pero sin duda son la tendencia a futuro. En el caso de que existan datos para analizar el efecto conjunto, este es el tipo de modelos que debe utilizarse.

Adicionalmente, estos modelos pueden considerar el efecto del medio al que se entregan las aguas: en el caso de un río, se puede considerar si su nivel es alto y es complicado desaguar o si incluso se puede generar flujo inverso (del río a la red); en el caso de la costa, se puede analizar si las condiciones de marea están entorpeciendo el desagüe.

En el caso de que no se disponga de datos o de que no se disponga de los recursos para realizar un modelo dual, existe la opción de considerar que la red de drenaje es capaz de absorber una parte de la precipitación, correspondiente a sus parámetros de diseño.

Normalmente las redes de drenaje se dimensionan para gestionar lluvias de un periodo de retorno de entre 10 y 25 años, pero en ciudades donde conviven tramos de red de distintas épocas es usual que el periodo de retorno real que genera inundaciones sea menor (del orden de 5 años e incluso menos).

Teniendo esto en cuenta, se puede considerar una infiltración equivalente a la lluvia de 3 o 5 años (o lo que corresponda en cada caso) como una aproximación al funcionamiento de la red. La aplicación de esta infiltración se puede hacer de varias maneras, como se puede percibir en la figura.

Dado un conjunto de curvas IDF, de las que se pueden obtener los hietogramas por el método de los bloques alternados, la precipitación total puede ser corregida bien restando el hidrograma de 3 años al resto de hidrogramas, en cuyo caso la lluvia para 3 años sería 0, o bien restando una cantidad constante igual a la precipitación media para un suceso de 3 años, en cuyo caso se elimina parte del hidrograma y los picos se hacen algo menores. El efecto global no es muy distinto.

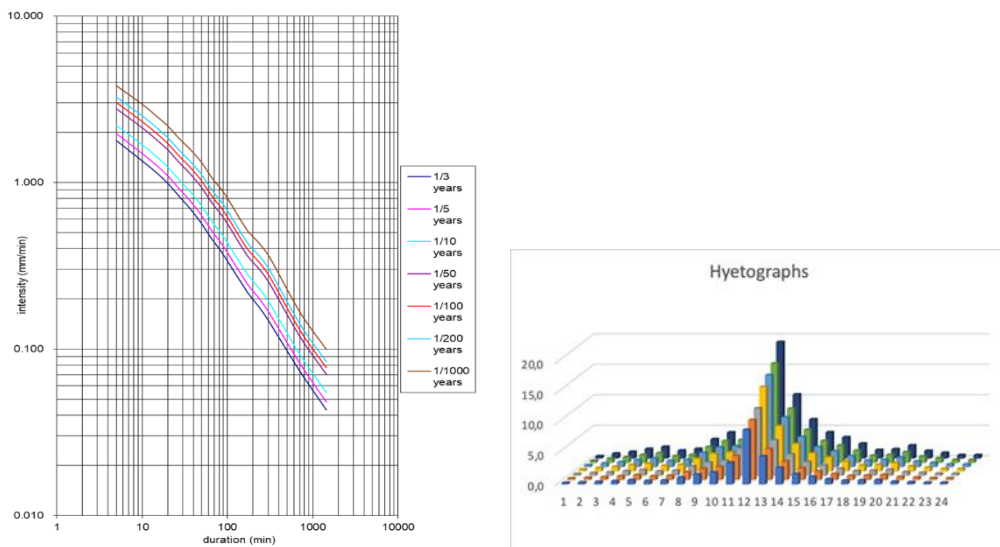


Figura.- Curvas IDF; Bloques alternados

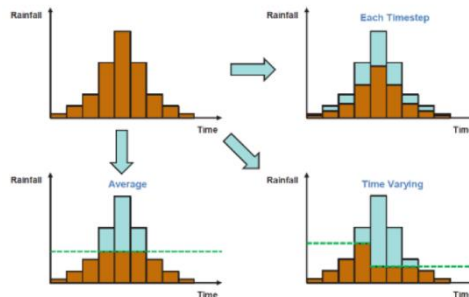


Fig.- Hietograma original. Eliminación del hietograma de 3 años (la parte azul es el hietograma corregido).

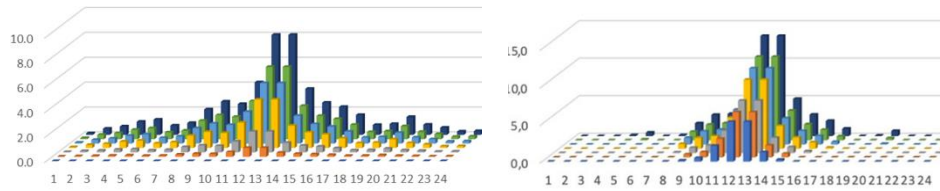


Fig.- Correcciones a partir de la eliminación del hietograma de 3 años. Izquierda: se elimina el hietograma con su forma. Derecha: se resta una precipitación constante igual al promedio del hietograma.

En el caso de que se reste una precipitación constante igual al promedio del hietograma, lo que de hecho tiene sentido, ya que la red de drenaje tiene una capacidad determinada y al inicio será capaz de captar toda la lluvia, y sólo a partir de un cierto momento será insuficiente, es necesario considerar el tiempo de duración del aguacero. De acuerdo con el concepto de curva IDF, la intensidad media para una lluvia de 2 h de duración es mayor que la de 1 h. En general, se puede considerar que se detrae el promedio de la lluvia correspondiente a la duración que se esté utilizando para el cálculo.

T	Original	T3 removal	Av 2 h removal	Av 1 h removal
3	34,96	0,00	14,87	9,97
5	39,18	4,22	17,66	12,08
10	44,90	9,94	21,78	14,94
50	58,19	23,23	31,92	23,24
100	63,91	28,95	36,53	27,16
200	69,63	34,67	41,31	31,36
500	82,92	47,96	52,78	41,34

7.4.- Inclusión del cambio climático en los mapas de peligrosidad

Los escenarios correspondientes a distintos periodos de retorno deben incorporar el efecto del cambio climático, que en general se puede suponer como una mayoración de la intensidad de la precipitación, acorde con los análisis realizados en las agencias meteorológicas.

8.- Desarrollo de los mapas de riesgo

Los mapas de riesgo dan cuenta de los daños esperados en el caso de que se produzca una inundación. Existe un paralelismo entre los mapas de peligrosidad y los de riesgo, ya que a cada uno de los mapas de peligrosidad se le puede asociar un cierto nivel de exposición de bienes y personas, y unos daños derivados de la vulnerabilidad de los bienes expuestos.

Adicionalmente a los mapas que presentan el daño asociado a una cierta probabilidad de excedencia anual (PEA), o a su inverso, el periodo de retorno, (T), es habitual desarrollar adicionalmente estimaciones del daño anual medio (DAM) o del daño acumulado en un cierto periodo de tiempo, por ejemplo 30 o 50 años. Estos indicadores se pueden plasmar también en mapas, o directamente se pueden calcular las cifras, que servirán de base para los análisis coste-beneficio.

La evaluación de los daños no es tan “matemática” como la de la peligrosidad, que se rige esencialmente por ecuaciones físicas (con todas sus limitaciones). Así como las ecuaciones y métodos para la estimación de la peligrosidad están totalmente asentadas y existen múltiples fuentes bibliográficas que avalan todos los métodos y sus variantes, y modelos de cálculo, muchos de ellos gratuitos, que permiten su completa implementación, en el caso del cálculo del daño, los métodos se están creando a medida que se va implementando la DI, en el caso de Europa. Cada país toma sus propias decisiones, y no hay un único “corpus” doctrinal aceptado y aplicado por todos, hasta el momento.

La DI es muy concisa y deja mucho margen a la interpretación y al desarrollo y aplicación de métodos diversos para la evaluación del riesgo (también de la peligrosidad). La clasificación de daños que se presenta a continuación ha sido utilizada en varios países, pero no es la única posible ni está explicitada de este modo en la DI.

Con las salvedades indicadas, es posible clasificar los daños en los siguientes tipos:

- *Daño Tangible Directo Total (DTDT): corresponde a la cuantificación económica de los daños producidos en una ARPSI dada una determinada inundación (una determinada PEA), sumando los daños de todos los bienes expuestos. Este daño se puede cuantificar de un modo objetivo y claro si se conocen los bienes expuestos y cómo estos pierden valor en función de su grado de inundación. Este es el cálculo más usual y en ocasiones el único que se realiza.*
- *Daño Intangible Directo Total (DIDT): es el daño físico sobre las personas, que pueden resultar heridas o que pueden perder la vida. Se evalúa el número de personas afectadas (heridas o fallecidas). De acuerdo con datos que pueden suministrar por ejemplo compañías aseguradoras, este dato se puede trasponer a cifras económicas, para sumarlo con el anterior.*
- *Daño Tangible Indirecto Total (DIDT): se incluyen aquí las pérdidas económicas debidas a la interrupción de la actividad económica producida por la inundación, y los gastos ocasionados por las acciones de emergencia. Por ejemplo, la interrupción del tráfico en vías de comunicación, con los perjuicios que ello conlleva, o el hecho de que una fábrica o un área comercial cesen su actividad durante un tiempo tras la inundación se evalúan en este apartado. En general este epígrafe es de difícil evaluación a priori, y en muchos análisis se estima como un porcentaje del DTDT. Probablemente en el futuro se desarrollen métodos más robustos para su evaluación.*
- *Daño Intangible Indirecto Total (DIIT): los daños sobre las personas no son sólo físicos. Los efectos sobre su bienestar psíquico también son notables. Está documentado el estrés postraumático que se sufre tras un episodio de crecida en el que la propia vida ha sido expuesta, o el efecto que tiene el perder toda la producción agraria o ganadera de la noche a la mañana. Este daño se computará a partir de la población expuesta como un porcentaje, y se evalúa considerando costes del tratamiento psicológico necesario para paliar sus efectos.*

La suma de estos cuatro factores es el daño total, que se puede evaluar para cada uno de los escenarios de inundación a los que alude la DI (probabilidad alta, media o baja). En base a estos datos se calcula el daño medio anual, o el daño en un periodo determinado, como se comentará en apartados posteriores.

8.1.- Fuentes de datos necesarios. Cálculo del riesgo, en sus distintos tipos

El cálculo del riesgo necesita de dos fuentes fundamentales de datos: en primer lugar, se requieren los mapas de peligrosidad, que muestran, para cada posición, cuál es el nivel de agua esperado para las distintas PEA (o T). También, aunque la DI no lo exige, puede ser interesante contar con mapas que indiquen la velocidad del agua.

En segundo lugar se requieren mapas de elementos expuestos, lo que básicamente implica contar con un mapa, en formato GIS, donde se clasifiquen los distintos tipos de suelo según su uso (agrario, industrial, comercial, residencial, vías de comunicación, colegios, hospitales, etc.). La precisión de este mapa no está definida en la DI.

Los primeros avances en la determinación del riesgo trabajaron con áreas globalmente clasificadas de uno u otro modo, pero a medida que las posibilidades técnicas avanzan, y es posible encontrar capas GIS, incluso de uso libre, que delimitan las edificaciones como polígonos, la precisión está aumentando y cada vez es más frecuente clasificar según una u otra categoría cada una de las edificaciones, así como las vías de comunicación, explotaciones agrarias o ganaderas, etc.

Si se focaliza en una zona en concreto, por ejemplo, en una edificación, el daño que sufre durante una inundación depende en general de la altura de agua a la que se ve sometida. En general hay un umbral, de unos 20 o 30 cm, que se puede soportar sin daño, porque los edificios suelen tener un escalón de acceso y el agua no llega a superarlo, a partir del cual se empiezan a computar daños. Es usual manejar para este cálculo curvas o tablas de daños.

El CEDEX, entidad dependiente de los ministerios con competencias en infraestructuras en España ha desarrollado y publicado una metodología para determinar la viabilidad de las actuaciones frente a las inundaciones: "Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones, CEDEX, 2021". En esta referencia se incluyen curvas y tablas de daños para la mayoría de los bienes que deben ser considerados en un análisis de riesgo.

La publicación del CEDEX, además de incluir desarrollos propios, compacta otras fuentes, como los estudios publicados por el Joint Research Center (JRC) de la UE en 2017, y de otros países miembros de la UE, con lo que puede considerarse una compilación actualizada de los medios necesarios para calcular el daño.

En general las curvas o tablas de daños se presentan como un porcentaje de pérdida de valor en función del grado de anegamiento. A partir de un cierto nivel, se entiende que la pérdida es total, en muchos casos.

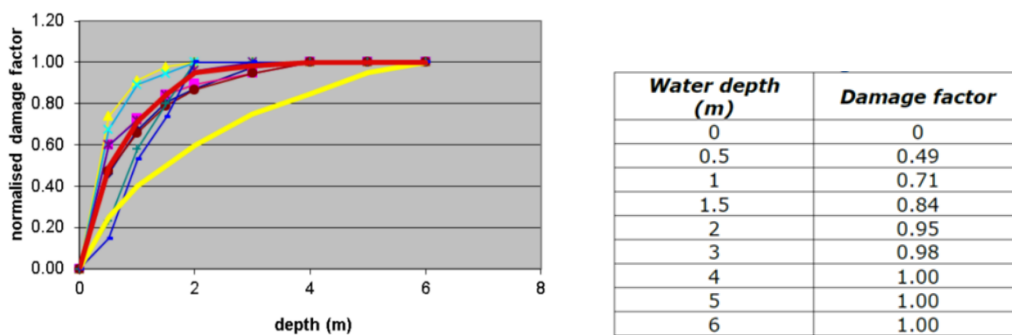


Figura 2- Ejemplo de curvas de daños para edificaciones unifamiliares. Ejemplo de tabla de daños para edificaciones unifamiliares (JRC, 2017)

En el caso de pérdidas humanas, es usual considerar otro tipo de funciones, que tienen en cuenta una combinación del nivel de agua y de su velocidad, ya que ambos factores contribuyen al arrastre. En general se considera que hay un riesgo alto de arrastre si el nivel de agua está por encima de 1m, si la velocidad está por encima de 1 m/s, o si el producto de ambos está sobre 0.5 m²/s.

En el caso de zonas donde se de este riesgo, las pérdidas se evalúan como un porcentaje del número de transeúntes. Como ya se ha comentado, hay también curvas similares que indican el arrastre de vehículos. Esto es importante, ya que las pérdidas humanas en muchos casos se deben a personas que han quedado bloqueadas dentro de sus coches y no pueden salir. De nuevo, las pérdidas se pueden calcular como un porcentaje del número de coches en circulación susceptibles de ser arrastrados.

Llevar estos conceptos a la práctica no es sencillo. Si se considera por ejemplo una edificación bien delimitada en un SIG, con una planta de unos 200 m², es usual que la parcela circundante tenga un cierto desnivel, con lo que el nivel alrededor de la edificación no es constante.

Tanto la edificación como el terreno pueden ser analizados en un SIG con archivos ráster, o bien la edificación puede ser analizada como un polígono. En el caso de rásters, es importante definir un tamaño de pixel que permite delimitar los viales, los edificios, etc, con lo que un tamaño de más de 2x2 m² suele no ser adecuado. Esto lleva a archivos de grandes dimensiones, si se analiza una ARPSI completa. Al combinar este ráster de terreno, y los niveles de agua sobre él con los polígonos que delimitan los edificios, o al delimitar algunos pixeles del ráster como edificios, no es trivial definir el nivel que afecta al edificio: puede ser el máximo, el medio o el nivel en el centroide del edificio. Cualquier decisión genera imprecisiones.

No existe en la actualidad un consenso o una descripción metodológica globalmente aceptada para definir estas cuestiones, con lo que es conveniente analizar un caso piloto y decidir si las imprecisiones son aceptables.

Para poner las imprecisiones en contexto, conviene recordar que las curvas de daño, o los porcentajes de personas dañadas en caso de arrastre potencial están sujetos a importantes márgenes de error, probablemente muy superiores a los que se cometerá en el análisis SIG. Los modelos hidráulicos que generan los mapas de peligrosidad también tienen imprecisiones, con lo que el resultado final del análisis de riesgo debe considerarse semi-cuantitativo, aporta unos órdenes de magnitud y permite comparar zonas con más o menos riesgo ya que la metodología se aplica de un modo uniforme, pero no permite una cuantificación precisa de los daños, y de cómo se evitan al aplicar las medidas.

El DAM se calcula a partir de los daños calculados para las distintas PEA, o periodos de retorno. La operación "Anual Medio" aplicado a valores que se dan con una cierta probabilidad puede aplicarse no sólo al daño, sino a muchas otras variables. En el caso del daño, expresado en €, es esperable que se obtengan valores muy altos en el caso de PEA bajas, del orden de 0.1% (o periodos de retorno altos, del orden de 1000 años), que corresponden con inundaciones extremas, y que el daño sea menor en el caso de PEA mayores, del orden de 0.1 (T=10 años).

Para poder entender el concepto de DAM y cómo se calcula, de un modo sencillo, es conveniente expresar las PAE como "uno en n años". De este modo, PAE=0.1% es lo mismo que 1 en 1000 años.

*En la figura, en la que cada punto representa el daño para distintas PEA, las unidades de la abscisa son, de acuerdo con este enfoque año⁻¹, o bien 1/año, mientras que las unidades de la ordenada son €. El área bajo la curva, que es de hecho el DAM, tiene como unidades € * año⁻¹, o sea €/año. En el caso de que se evalúe otro tipo de pérdidas, como por ejemplo personas heridas, las unidades del área bajo la curva son heridos/año, y así en general.*

Para el cálculo del DAM se suelen usar reglas sencillas de integración numérica, ya que el área bajo la curva es, desde un punto de vista matemático la integral de la función, pero en realidad esta función es desconocida, ya que sólo se dispone de los puntos, y la curva es una interpolación. La integración

numérica usualmente utilizada consiste en calcular el área de los trapecios que se definen entre cada dos puntos conocidos. El área que queda a la derecha del valor de menor AEP se calcula normalmente como un rectángulo, y suele tener un valor muy pequeño, ya que, aunque el daño es grande, el AEP es muy pequeño.

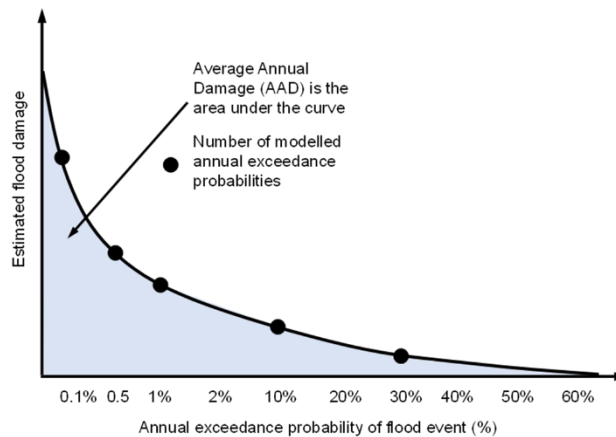


Figura 3.- Daño anual medio, a partir de la curva de daños

De acuerdo con la DI, solo es preciso realizar el análisis de peligrosidad y de riesgo para tres niveles (alto, medio y bajo), que suelen corresponderse con valores de 1 en 10 años (10%, 0.1), uno en 100 años (1%, 0.01) y 1 en 1000 años (0.1%, 0.001), como orden de magnitud. En estas condiciones, la definición de la curva de daños es muy escasa. Si el daño para la probabilidad mayor no es nulo, mediante esta metodología se está dejando de evaluar el daño residual para inundaciones cuya PEA es mayor que 10% (cola derecha de la curva), salvo que se interpole una función adecuada que cubra la cola.

Es conveniente, para evitar esta falta de precisión y este error, evaluar probabilidades adicionales; algunas intermedias (por ejemplo 1 en 50 años, o 1 en 200 años), y también algunas que cubren el área de las probabilidades altas (1 en 5 años, o 1 en 3 años). De este modo, se aumenta la precisión de los resultados.

Una vez calculado el DAM, se puede calcular el daño esperado en otros periodos, como 30 o 50 años, para estimar si las acciones estructurales orientadas a paliar el daño están o no justificadas desde el punto de vista económico.

8.3.- Informes de riesgo a nivel de una ARPSI, para la toma de decisión

A partir de los mapas de peligrosidad y de riesgo, obtenidos para cada ARPSI, se deben producir indicadores que permitan discriminar entre zonas de mayor o menor peligrosidad y/o riesgo. Los indicadores de peligrosidad pueden ser del tipo:

- Área inundada total (para distintas PEA).
- Área inundada por km de río (esto permite comparar ARPSIS de longitudes distintas).
- Área inundada con niveles por encima de determinados umbrales (en términos absolutos o por unidad de río).
- Área inundada con valores elevados (a definir) de los coeficientes de arrastre (nivel x velocidad), en general o por km de río.

En el caso de los indicadores de peligrosidad, los resultados agregados a nivel de ARPSI de los distintos tipos de daño ya constituyen indicadores robustos y claros:

- *Valores totales del DTDT, DTIT, DTDI, DTII para las distintas PEA, a nivel absoluto o por km de ARPSI.*
- *Valor de los daños totales para cada PEA, como suma de los valores anteriores.*
- *Valor del DAM, obtenido a partir de los daños para cada PEA, a nivel absoluto o por km de ARPSI.*

Este conjunto de indicadores y gráficas es la base sobre la que se evalúa el riesgo antes y después de las medidas propuestas, y por tanto el beneficio de estas.

SIENDO LOS PUNTOS CITADOS EN EL ANEXO ENUNCIATIVOS Y DE ORIENTACIÓN, NO SON LIMITATIVOS, POR LO QUE EL PROPONENTE, SI ASÍ LO DESEA Y AL OBJETO DE DEMOSTRAR SU HABILIDAD EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO, PUEDE MEJORARLOS OPTIMIZANDO EL USO DE LOS RECURSOS.

Anexo 2.- CONTENIDO MÍNIMO REFERENCIAL PARA LA ELABORACIÓN DE LA GUÍA DE RIESGOS HIDROLÓGICO (R.M. N°115)

1. Carátula. -

La carátula a presentar deberá presentar los siguientes aspectos:

- Nombre del País, “Estado Plurinacional de Bolivia”.
- Nombre del Ministerio, “Ministerio de Medio Ambiente y Agua”.
- Nombre del Viceministerio, “Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego”.
- Nombre de la entidad promotora “Gobierno Autónomo Departamental de ...”, “Gobierno Autónomo Municipal de.....”.
- Nombre del Proyecto, “EDTP para la Construcción de Obras Resiliente en el Río....., del Municipio de.....”, este deberá señalar de forma clara y concisa la ubicación del mismo (municipio y departamento).
- Deberá señalar la fecha de elaboración de este.
- En caso de que el estudio se haya realizado por una consultora privada que prestó servicios a la institución deberá señalar de forma clara el nombre de la misma.

2. Ficha Técnica. -

La guía de Elaboración de Proyectos en la Gestión de Riesgos Hidrológicos considerara una ficha técnica de contemple:

- Nombre del proyecto
- Ubicación política, desde comunidad, municipio, provincia y departamento.
- Ubicación hidrográfica, Región Hidrográfica, subcuenca, microcuenca y código según Pfafstetter.
- Ubicación geográfica del área de emplazamiento del proyecto, en caso de ser más de dos sectores, deberá incorporarse.
- Familias beneficiarias.
- Área para proteger o recuperar (ha).
- Justificación
- Objetivo general
- Objetivo específico
- Metas y actividades
- Componentes
- Plazo de ejecución
- Marco institucional
- Costo del proyecto
- Financiamiento
- Evaluación Socioeconómica

3. Resumen Ejecutivo

Describe brevemente la síntesis del proyecto, en no más de dos páginas, deberá relevar la información más importante del proyecto, para tal efecto deberá contener la siguiente información:

- Localización y descripción de la microcuenca y área a intervenir con el proyecto.
- Justificación: identificar los problemas que se pretende solucionar y los beneficios esperados por la población objetivo (hombres y mujeres).
- Objetivos, metas y alcance del proyecto. - Indicar en forma resumida el propósito del proyecto, describir sus objetivos, metas, componentes y actividades principales, medidas

complementarias y los resultados a lograrse (uso y gestión de los recursos hídricos, manejo de los recursos naturales y el territorio, rehabilitación de la microcuenca).

- *Presentar el presupuesto general y estructura financiera del proyecto de riesgo expresado en bolivianos.*
- *Indicadores socioeconómicos y financieros del proyecto (análisis beneficio-coste).*
- *Resultados esperados: beneficiarios, áreas a proteger ya sean urbanas o rurales, áreas recuperadas, etc.*
- *Conclusión y recomendaciones del estudio.*

4. Diagnóstico de la situación actual.

4.1. Determinación del área de influencia del proyecto.

La definición de las áreas de influencia que se presentan en este capítulo se realizará a partir de un proceso que considera los resultados de la caracterización de los mapas de vulnerabilidad, exposición e inundación, para los diferentes periodos de retornos, el cual permitirá ajustar dichas áreas hasta donde se extienden los impactos identificados.

Se deberá adjuntar los siguientes respaldos:

- *Mapa de división política, de lo local a lo nacional.*
- *Mapa de red vial principal y de acceso al lugar del proyecto.*
- *Mapa de imagen base satelital (señalando el área del proyecto).*

4.2. Características físicas del área de influencia

Dependiendo de la naturaleza del proyecto se deberá describir de forma concisa todos los aspectos sobresalientes:

- *Superficie de intervenir en con el proyecto, área de inundación y/o proteger, altitud máxima, mínima, población directa del proyecto, Unidad Hidrográfica de Gestión al cual pertenece según el método de clasificación adoptado por el MMAyA.*
- *Datos meteorológicos, precipitaciones máximas de la cuenca de aporte, temperaturas, humedad relativa, velocidad del viento, etc., los datos presentados deberán ser de la fuente oficial SENAMHI.*
- *Pendientes, uso actual del suelo, cobertura vegetal, infraestructura existente expuesta ya sea esta urbana o agrícola, etc.*
- *Toda la información que se genera para el estudio deberá ser respaldado con los mapas correspondientes y la información de campo.*
 - *Mapa de modelo de elevación digital (Indicar la resolución utilizada).*
 - *Mapa de pendientes.*
 - *Mapa geológico (Unidades estratigráficas).*
 - *Mapa de cobertura vegetal.*
 - *Mapa de uso de suelos.*
 - *Mapa de red hidrográfica.*
 - *Mapa de la cuenca hidrográfica (Según el nivel que corresponda UHG, según Pfafstetter).*
 - *Mapa de la cuenca de aporte.*
 - *Mapa de precipitaciones medias en la cuenca.*
 - *Mapa de temperaturas.*
 - *Mapa de humedad relativa.*
 - *Mapa de unidades biofísicas susceptibles a déficit hídrico.*

- *Mapa de índice de aridez.*
- *Mapa de probabilidad de áreas susceptibles a inundarse según pendiente.*
- *Mapa de cicatrices de incendios forestales (cuando corresponda).*
- *Mapa de amenaza de zonas susceptibles a inundarse.*
- *Mapa de amenaza de Heladas.*
- *Mapa de amenaza de sequías.*

La información meteorológica de referencia oficial (SENAMHI), con datos actualizados al año de elaboración del estudio, con una extensión mínima de 10 años.

4.3. Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios

Dependiendo de la naturaleza del proyecto se deberá describir de forma concisa todos los aspectos sobresalientes:

- *Comunidades beneficiarias del proyecto, indicando el número de familias, habitantes, hombres y mujeres, población vulnerable (mujeres, niños y personas de la tercera edad). El trabajo deberá realizarse en base a un censo de la comunidad beneficiaria de forma directa.*
- *Lista de beneficiarios, nombre y apellido, cédula de identidad, edad y firma.*
- *Nivel de pobreza.*
- *Tasa de alfabetismo.*
- *Percepción del riesgo por parte de la población beneficiaria.*
- *Grupos locales de Gestión de Riesgos.*
- *Comunicaciones.*
- *Manzanos afectados, número de viviendas, material de la infraestructura construida, infraestructura de drenaje.*
- *Porcentaje de tierra cultivada, tipo de cultivos de mayor manejo en la zona, infraestructura productiva.*
- *Acceso a los servicios básicos.*

Toda la información que se genera para el estudio deberá ser respaldada con los mapas correspondientes y la información de campo.

- *Mapa de densidad poblacional.*
- *Mapa de población altamente vulnerable (niños, mujeres, personas con discapacidad, adultos mayores, pueblos indígenas, etc.).*
- *Mapa de vulnerabilidad educativa (según corresponda).*
- *Mapa de vulnerabilidad de la cadena de valores (situación económica según la tipología del proyecto).*
- *Mapa de vulnerabilidad en salud (según corresponda).*
- *Mapa de vulnerabilidad de otras infraestructuras según corresponda (Estadios, cuarteles, canchas, etc).*
- *Mapa de vulnerabilidad física (calidad de las infraestructuras).*

4.4. Situación ambiental y de riesgo de desastres actual, así como adaptación al cambio climático

Se debe realizar un análisis de riesgos en función a la normativa y la Ley 602, de Gestión de Riesgos.

Análisis del Riesgo

Fuente: Metodología de Gestión de Proyectos de PRINCE2 - (Oficina de Comercio Gubernamental del Reino Unido, 2009)

El Análisis del Riesgo es esencial para una Gestión del Riesgo efectiva. Necesita información de la Entidad Territorial Autónoma ETA y ésta, a su vez, debe estar permanentemente informada por el Análisis. La comunicación es particularmente importante entre los niveles de Proyecto. El análisis comprende tres actividades:

- a) **Identificación del Riesgo.** Determina los riesgos potenciales a los que puede enfrentarse el proyecto (Inundación, Sequías y Heladas).*
- b) **Estimación del Riesgo.** Establece la importancia de cada riesgo, basándose en la valoración de su probabilidad y sus consecuencias para el proyecto y para el negocio.*
- c) **Evaluación del Riesgo.** Decide si el nivel de riesgo es aceptable, y si no lo es, qué acciones deben llevarse a cabo para que lo sea. Hay cinco tipos de acciones sobre riesgos: prevención, reducción, transferencia, contingencia y aceptación*

Los resultados del Análisis deben quedar documentados en el Registro de Riesgos del proyecto, también es importante tener en cuenta que las actividades del Análisis del Riesgo se superponen y pueden ser iterativas, y que es un proceso que será llevado a cabo a lo largo de todo el proyecto, cuando se produzcan cambios o se tenga nueva información.

Tratamiento del Riesgo

Fuente: Metodología de Gestión de Proyectos de PRINCE2 - (Oficina de Comercio Gubernamental del Reino Unido, 2009)

El tratamiento del riesgo consta de cuatro actividades principales:

a) Planificación.

Para las acciones de contramedida realizadas durante la evaluación del riesgo, se realiza las siguientes actividades:

- ⇒ Identificar la cantidad y tipo de recursos que se necesita para realizar las acciones.*
- ⇒ Desarrollar un plan de acción detallado, que se incluya en el Plan de Fase.*
- ⇒ Confirmar la necesidad de continuar llevando a cabo las acciones identificadas en la evaluación del riesgo, a la luz de la información adicional conseguida.*

b) Asignación de Recursos.

Consiste en la identificación y asignación de recursos necesarios para evitar el riesgo o disminuir su impacto.

c) Monitorización.

Esta actividad consiste en:

- ✓ Comprobar si la ejecución de las acciones planificadas tiene el efecto deseado sobre el riesgo*
- ✓ Vigilar para detectar pronto los riesgos que se puedan estar desarrollando*
- ✓ Predecir riesgos potenciales*
- ✓ Comprobar que la gestión de riesgos se está realizando de manera satisfactoria.*
- ✓ Informar de la situación del riesgo*

d) Control.

Consiste en asegurar que los eventos planificados ocurren realmente

Toda la información que se genera para el estudio deberá ser respaldada con los mapas correspondientes y la información de campo.

- Mapa de riesgos por inundación.*
- Mapa de riesgos por heladas.*
- Mapa de riesgos por sequías.*

5. Localización del proyecto

Deberá presentar la localización del proyecto de forma detallada y especificando de forma precisa el área de intervención, puede ser recuperación de suelos para cultivos, área urbana a resguardar, etc. Toda la información que se genera para el estudio deberá ser respaldada con los mapas correspondientes y la información de campo.

- *Mapa de localización del proyecto (Especificar de forma precisa el área de intervención).*

6. Ingeniería del proyecto

6.1. Estudios básicos de ingeniería

Los estudios básicos requeridos para el proyecto serán:

- *Estudio Topográfico.*
- *Estudio de Suelos y/o Geológico*
- *Estudio Hidrológico*
- *Estudio Hidráulico*
 - *Escenario 1 (Sin Obras de mitigación)*
 - *Escenario 2 (Con Obras de mitigación)*
- *Estudio de caracterización morfológica del lecho móvil del río*
- *Estudio de riesgos de desastre por inundación*
- *Estudio de escenarios de cambio climático (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).*

6.2. Diseño de componentes de ingeniería a detalle

- *Diseño estructural y memoria de cálculo*
- *Cálculos métricos*
- *Análisis de precios unitarios*
- *Presupuesto de la obra*
- *Costos de mantenimiento*
- *Plan de Gestión de Riesgos*
- *Plan de emergencias*
- *Plan de soluciones basadas en La Madre Tierra.*

6.3. Cronograma de Ejecución

El cronograma de ejecución es la columna vertebral de cualquier gestión exitosa de proyectos para la construcción. 5 pasos para un gran cronograma de construcción Obtenga información y herramientas. Recopilar y priorizar tareas. Agregar duración. Asignar y ejecutar.

Un buen cronograma de obra deberá contener:

- *Identificar los ítems de la obra, por ejemplo, demoler, albañilería, excavación, relleno compactado, remoción de residuos, etc.*
- *Tiempos previstos de inicio de cada actividad y final de la ejecución de cada una de estas.*
- *Además, será conveniente determinar la ruta crítica, es decir, establecer las relaciones entre las actividades y determinar las "tareas críticas". Estos trabajos "críticos" son aquellos que no tienen flexibilidad respecto a su tiempo de inicio y finalización, ya que de ellos depende el resto. Por ejemplo, sin acabar la estructura de un edificio no podrás comenzar la cubierta, pero sí puedes comenzar con la albañilería. La estructura será una ruta crítica para la cubierta.*

- *Otra cosa que podemos definir son los hitos o puntos de control. El alcance de cada hito y la incidencia dentro del proyecto serán lo que marque el estado real de los plazos establecidos.*

6.4. Planos

Los planos son la representación gráfica del proyecto y comprende los dibujos, esquemas, figuras, perspectivas necesarias para llegar a una comprensión visual del conjunto. En los planos están implícitos los resultados de los cálculos, las hipótesis manejadas, las estimaciones, las comprobaciones y los objetivos marcados. En definitiva, indican lo qué hay que construir, montar, instalar, etc.

Es necesario recordar, que los Planos junto con el Pliego de Condiciones son vinculantes, ya que pasan a formar parte del Contrato de Obras entre la Propiedad y el Contratista, y por tanto tienen fuerza legal, prevaleciendo sobre otros documentos del proyecto en caso de discrepancia.

6.5. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos.

7. Equipamiento (en caso de que se requiera)

Se deberá hacer el análisis pertinente por parte de la entidad, la factibilidad de poder llevar adelante la implementación de los sistemas de alertas temprano comunitario para la comunidad beneficiaria, este será uno de los requisitos ineludibles por parte del solicitante para acceder al financiamiento.

8. Capacitación y asistencia técnica a través de FORATC

Se deberá hacer la capacitación y fortalecimiento de la comunidad a través del Fortalecimiento Organizacional, Acompañamiento y Asistencia Técnica en Cuencas – FORATC. En esta etapa se debe realizar la implementación del SAT de la comunidad o municipio, la implementación del Plan de emergencia, y Plan de soluciones basadas en la Madre Tierra.

9. Evaluación del impacto ambiental

Se requiere una evaluación de impacto ambiental, según lo establecido en la ley N°1333, conforme a sus reglamentos, tomando en cuenta el decreto Supremo DS 3856 que establece la categorización ambiental de proyectos a elaborar. En caso de caer en zona o área protegida el proyecto a implementar se deberá realizar los trámites y permisos correspondientes para la etapa en la cual se encuentra el proyecto, pero también deberá recomendar los procesos a realizarse cuando se pase a la etapa de inversión del proyecto.

10. Análisis y diseño de medidas de prevención y gestión de riesgos

Deberá disponer de un análisis de las variables identificadas en la gestión de riesgos de inundación, sequía y heladas, según corresponda.

- *Mapeo de la vulnerabilidad,*
- *Mapeo de la amenaza por inundación (velocidades y alturas de flujo para periodos de retorno de 20, 50 y 100 años).*
- *Mapeo de riesgos por inundación y propuesta de disposición de medidas estructurales de protección en lugares críticos.*
- *Mapa de implementación de medidas basadas en La Madre Tierra.*

11. Determinación de los Costos de Inversión

Debe presentar la estructura de costos para el proyecto indicando de forma concisa los porcentajes por cada módulo que se tenga, en caso de contemplar el aporte No Financiero éste deberá estar especificado de manera detallada, cuando corresponda.

12. Plan de Operación y mantenimiento y costos asociados

Se debe contemplar los procesos y gasto de operación y mantenimiento para el proyecto, indicando el compromiso formal que asumirá el GAM o la comunidad beneficiada.

13. Organización para la implementación del proyecto.

Se debe plantear la formación de la OGC o en caso de ya tener esta instancia constituida el fortalecimiento y la manera en cómo se implementará a través de ella el proyecto.

14. Análisis de sensibilidad del proyecto

Deberá presentar dicho análisis con los datos y parámetros vigentes.

15. Estructura de financiamiento por componente

La estructura de financiamiento sugerido por el MMAyA es de 70% Entidad Financiadora y 30% Entidad solicitante, mismo que puede ser absorbido por el GAD y GAM.

16. Cronograma de ejecución del proyecto (Físico – Financiero – Personal)

Deberá adjuntar el cronograma de obras, cronograma financiero y de personal de forma que exista relación entre todos los cronogramas en actividades y plazos programados.

- Cronograma de ejecución de Obra.
- Cronograma de Supervisión.
- Cronograma del componente de FORATC.

17. Pliego de especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos.

En este apartado deberá adjuntarse las especificaciones técnicas de todos los componentes que se tengan dentro del proyecto para la etapa de inversión:

- Pliego de especificaciones técnicas de obra.
- Pliego de especificaciones técnicas de Supervisión.
- Pliego de especificaciones técnicas del componente de FORATC.

18. Conclusiones y recomendaciones.

Las conclusiones de un texto son el apartado en el que se ofrece al lector un cierre, o sea, en el que el proyecto finaliza. Esto significa que no hay más contenido en adelante. Además, allí se encuentran los hallazgos definitivos del proyecto, la interpretación de los resultados del proyecto, a la luz del contexto especializado al que él mismo pertenece.

Dicho en términos más sencillos, las conclusiones le ofrecen al lector la perspectiva que tiene ahora el autor del proyecto, luego de haberlo realizado y de haber comprendido la viabilidad técnica, financiera y social del proyecto.

Anexos. -

Los anexos se deben definir en función a las categorías que se puedan catalogar los proyectos.

- *Modelo de caratula*
- *Modelo de ficha técnica*
- *Guía técnica para delimitar y codificar unidades hidrográficas aplicando la metodología Pfafstetter.*
- *Guía metodológica para la elaboración de mapas de caracterización física.*
- *Guía metodológica para la elaboración de mapas de caracterización socioeconómicas.*
- *Guía metodológica para la elaboración de mapas de riesgos.*
- *Guía metodológica para elaborar relevamientos topográficos de manera convencional, con Dron o mixto.*
- *Guía metodológica para la elaboración de estudios de suelos y geológicos.*
- *Guía metodológica para la elaboración de estudio hidrológico y determinación de máximas crecidas (Método probabilístico y/o determinístico según el caso).*
- *Guía metodológica para la modelación hidráulica (Caja de herramientas HEC-RAS, IBER, HydroBYD Flood, etc.).*
- *Guía metodológica para la caracterización morfológica del lecho.*
- *Guía metodológica para la inclusión de los escenarios de cambio climático en los estudios de riesgos.*
- *Guía metodología de diseño estructural.*
- *Guía metodología para la elaboración del plan de soluciones basadas en La Madre Tierra.*
- *Guía metodológica de presentación de planos y mapas.*

Las guías o anexos se deberán elaborar a partir de la normativa vigente y bibliografía con la que ya se cuenta, en caso de no existir publicación alguna en nuestro país, se recurrirá a la instancia internacional.

SIENDO LOS PUNTOS CITADOS EN EL ANEXO ENUNCIATIVOS Y DE ORIENTACIÓN, NO SON LIMITATIVOS, POR LO QUE EL PROPONENTE, SI ASÍ LO DESEA Y AL OBJETO DE DEMOSTRAR SU HABILIDAD EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO, PUEDE MEJORARLOS OPTIMIZANDO EL USO DE LOS RECURSOS.