Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized

Reporte

Infraestructura educativa pública en Uruguay

Sistematización de información disponible sobre amenazas por eventos naturales y cambio climático

JAPAN GOV THE COMMISSIONER OF PLAN
GFDRR Global Facility for Disaster Reduction and Recovery
BANCO MUNDIAL BIRF • AIF GRUPO BANCO MUNDIAL
Ministerio de Ambiente

Equipo técnico responsable del reporte

Adriana Piperno, Daniel Alonso, Gonzalo Pastorino, Juan Pablo Martínez	Dinagua-IDU
Agustina Apud	Consultora Banco Mundial
Helena Garate	Asistencia técnica
Pablo Sierra	Asesor FADU

Equipo Banco Mundial

Helena Rovner	Líder del equipo de Educación
Antonella Novali	Colíder de equipo
Fernando Ramirez	GPSS – Líder de equipo
Carina Fonseca, Enrique Alasino	GPSS – Colíder de equipo
Guillermo Mirochnic	Coordinador local
Juan Carlos Atoche, Laisa Daza Obando	GPSS – asesoramiento técnico

Los datos incorporados en el Listado Anexo: "COMPLEMENTO DE CENTROS EXPUESTOS A AMENAZAS POR INUNDACIÓN CON CONSULTA A ANEP" fueron realizados con la colaboración de: Yanela Palacio - ANEP - Proyecto "Escuelas seguras"; Arq. Gustavo Dos Santos - Codicen; Andrés de Orta - DICER Inspección Durazno

Tabla de contenidos

Sumario 7

Introducción 10

1. Riesgos hidroclimáticos e hidrometeorológicos y escenarios de variabilidad y cambio climático 13

1.1. Principales amenazas hidroclimáticas 14
1.1.1 Amenazas climatológicas: sequía 15
1.1.2 Amenazas hidrometeorológicas 18
1.1.3 Mediciones de riesgo para eventos extremos 22
1.2. Incidencia de la variabilidad y el cambio climático 26
1.2.1 Impactos en ciudades por aumento de la temperatura 29
1.2.2 Impactos en ciudades por aumento de precipitaciones y vientos 29
1.2.3 Impactos en zonas costeras 29
1.3. Las áreas inundables (Inundaciones en Uruguay) 30
1.3.1. Tipos de amenaza de inundación y localidades expuestas 36
1.3.2. Índice de Nivel de Riesgo de Inundación 37
1.3.3. Mapa de riesgo de inundación 37
1.3.4. Población en área inundable 41
1.3.5. Cambio climático e inundaciones 42
1.4. Marco institucional relacionado con la gestión de riesgo 42
1.5. Marco normativo 43
1.6. Avances 45

2. Impactos de las amenazas hidroclimáticas en edificios educativos 51

2.1. Daños y pérdidas en edificios educativos 52
2.2. Alcance del reporte y conceptos clave 53
2.3. Impacto de los eventos hidroclimáticos en las escuelas públicas durante el 2018 54

3. Los centros educativos y el riesgo de inundación 59

3.1. Centros educativos existentes en el país y alcance del trabajo 60
3.2. Centros educativos en zonas de riesgo de inundación 61
3.2.1. Objetivo 61
3.2.2. Metodología 61
3.2.3. Principales resultados obtenidos 66

4. Recomendaciones 71

4.1. Estudios complementarios para mejorar la identificación y caracterización de los riesgos 72
4.2. Recomendaciones y medidas de adaptación 72
4.2.1. Centros con prioridad 1 y 2 - asociadas a amenazas por desborde de río y costas 74
4.2.2. Centros en predios con o próximas a cañadas y pequeños cursos de agua, o con problemas de drenaje pluvial 76

Bibliografía 77

Anexos 81

Índice de figuras

Figura 1. Fotografía de la represa del embalse del Canelón Grande el domingo 12 de marzo de 2023 16
Figura 2. Fotografía de la localidad de Dolores tras el tornado del año 2016 19
Figura 3. Fotografía de inundación en Durazno, abril de 2016 31
Figura 4. Población en área inundable por localidad 33
Figura 5. Gravedad de los problemas de drenaje pluvial en las diferentes localidades 34
Figura 6. Predios afectados por pequeños cursos de agua urbanos 35
Figura 7. Tipos de amenaza de inundación y localidades afectadas 36
Figura 9. Estado de avance de los mapas de inundación por localidad 39
Figura 8. Mapa de riesgo de inundación; niveles de riesgo, acciones recomendadas y sugerencias para la categorización del suelo 38
Figura 10. Mapas de riesgo de inundación elaborados, aún no incorporados al PLOT de la localidad 40
Figura 11. Ejemplo de centros educativos diferentes que funcionan en un mismo edificio 61
Figura 12. Ejemplo de dos edificios educativos que funcionan en el mismo predio 61
Figura 13. Esquema de metodología desarrollada 62
Figura 14. Número de centros expuestos a amenazas de inundación, y tipo de inundación 67
Figura 15. Imágenes de centros prioritarias 68
Figura 16. Ejemplos de medidas de adaptación en viviendas para evitar o tolerar la entrada de agua 75

Índice de tablas

Tabla 1. Población afectada por inundaciones entre 2002 y 2017 (localidades en que la población afectada representó más de un 5 % de la población) 21
Tabla 2. Pérdida Anual Esperada e Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos para edificaciones, para las amenazas de inundación y viento 23
Tabla 3. Pérdida Anual Esperada e Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos para el sector agropecuario, para las amenazas de sequía e inundación 23
Tabla 4. Resultados de riesgo por sector de uso, en localidad de Río Branco, considerando la amenaza por inundación y lluvias fuertes 25
Tabla 5. Resultados de riesgo por sector de uso en localidad de Artigas considerando la amenaza por inundación y lluvias 25
Tabla 6. Resultados de riesgo por sector de uso para las edificaciones de Montevideo, considerando la amenaza de vientos fuertes 26
Tabla 7. Eventos hidroclimáticos en el año 2018 y afectación en las escuelas públicas 54
Tabla 8. Estimación económica en USD de impactos por eventos extremos en escuelas públicas durante el año 2018 55
Tabla 9. Eventos hidroclimáticos del año 2018 y departamentos afectados 56
Tabla 10. Inasistencias por eventos extremos durante el año 2018, desagregadas por quintil socioeconómico 57

Siglas y acrónimos

ANEP	Administración Nacional de Educación Pública
CECOED	Centro Coordinador de Emergencias Departamental
CODICEN	Consejo Directivo Central
CDN	Contribución Determinada a nivel Nacional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DINAGUA	Dirección Nacional de Aguas
ECLP	Estrategia Climática de Largo Plazo
FADU	Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IDU	Inundaciones y Drenaje Urbano
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (sigla en inglés)
MDRI	Mapa de Riesgo de Inundación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PLOT	Plan Local de Ordenamiento Territorial
PNA	Plan Nacional de Adaptación
SINAE	Sistema Nacional de Emergencias
SNRCC	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático

Sumario

El diseño de estrategias de intervención para garantizar la seguridad y resiliencia de la infraestructura educativa requiere de información actualizada sobre el riesgo asociado a eventos naturales y cambio climático.

Las amenazas hidroclimáticas e hidrometeorológicas que afectan al país, entre las que se encuentran las sequías o el déficit de balance hídrico; las precipitaciones puntuales, persistentes o torrenciales; las inundaciones; los extremos de temperatura (ola de calor, ola de frío, heladas); y las tormentas, tornados y vientos fuertes, afectan en diferentes grados el funcionamiento de los centros educativos, sea porque el impacto sobre la infraestructura inhabilita su uso, porque impide la accesibilidad al mismo o porque el evento determina que los alumnos no puedan asistir a clase.

De acuerdo con los más recientes informes científicos, tanto a nivel internacional como específicos para nuestro país, es esperable que el cambio climático aumente la frecuencia e intensidad de estas amenazas. En tal sentido, se ha avanzado en el desarrollo de institucionalidad y normativa que aportan tanto a la planificación y gestión del riesgo como a la definición de instrumentos de adaptación al cambio climático.

Entre otros avances, se ha realizado un primer análisis de daños y pérdidas asociados a eventos hidrometeorológicos, que, si bien es temporalmente acotado, incorpora específicamente el análisis del impacto sobre la infraestructura educativa y aporta datos a considerar para la implantación de nuevas escuelas. Asimismo, el país ha avanzado en el desarrollo de planes de adaptación que incluyen medidas específicas asociadas al desarrollo de nueva infraestructura y la adecuación de la infraestructura existente a condiciones asociadas a eventos extremos. Una investigación desarrollada por Dinagua permite a su vez disponer de información sobre las dificultades para acceder al agua en las escuelas rurales, situación agudizada en contextos de déficit hídrico.

De todas las amenazas hidroclimáticas e hidrometeorológicas, de acuerdo con el Sistema Nacional de Emergencias, las inundaciones constituyen el evento más frecuente y de mayor impacto para el país. Desde la Dirección Nacional de Aguas, la institución referente en temas de inundación y drenaje urbano, se ha venido trabajando en articulación con otras instituciones para la incorporación de riesgo de inundación en las políticas e instrumentos de gestión pública (mapas de riesgo de inundación, recopilación y procesamiento de curvas de inundación de ribera; definición de directrices de inundación de ribera y desarrollo de protocolos para caracterizar la amenaza y la vulnerabilidad, entre otras acciones).

Desde el año 2018, se ha organizado una geodatabase que permite generar productos de forma estandarizada y con posibilidad de actualización permanente. La geodatabase de Dinagua cuenta con información sobre tipos de amenaza de inundación, identificando las localidades afectadas; curvas de inundación generadas por estudios hidrológicos hidráulicos, así como un registro de curvas reales de inundación, realizadas a partir de relevamientos durante los eventos, en trabajo conjunto con otras instituciones; población y vivienda en área inundable; problemas de drenaje pluvial en distintas localidades del país; padrones atravesados por cañadas; viviendas y fraccionamientos afectados por inundaciones costeras; asentamientos irregulares expuestos a inundaciones; pérdida de conectividad terrestre por crecidas; ciudades incluidas en Sistemas de Alerta Temprana, o con previsión de niveles; mapas de riesgo de inundación y avance en su elaboración en las diferentes localidades; población y viviendas afectadas según niveles de riesgo, entre otro tipo de información.

A partir del procesamiento y cruce de la información disponible en la geodatabase de Dinagua, con la base de datos de los centros educativos proporcionada por la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), se obtuvo para este reporte información específica sobre el riesgo de afectación de la infraestructura educativa ante diferentes tipos de amenaza de inundación.

Se procesó la información para centros educativos, de los siguientes niveles: escuelas y jardines de educación primaria, liceos de educación secundaria, escuelas técnico profesional, y centros de formación docente.

Se constató que **168 centros educativos se encuentran expuestos a algún tipo de amenaza de inundación.** Para estos centros se elaboraron fichas que amplían la información y la categorizan, describiendo el tipo de afectación por inundación a los que se encuentran expuestos. En el informe además se sugieren estudios complementarios a realizar para disponer de información más precisa.

De los 168 centros identificados, 46 tienen amenaza de inundación por desborde de riberas y 12 por desborde de costas; 82 se encuentran en predios con cañadas o próximas a cañadas y pequeños cursos de agua; y 35 se encuentran ubicados en zonas con conflictos de drenaje.

Además, se incorporaron 20 centros identificados por ANEP, con registro de afectaciones por inundación.

Un total de 28 escuelas/jardines, 4 liceos, 6 escuelas técnico profesional y un centro de formación docente, fueron categorizadas como prioritarios. Estos están asociados principalmente a amenazas de inundación por desborde de riberas o costas, expuestos a la afectación del edificio, del acceso al mismo y/o del espacio exterior inmediato al edificio y se encuentran ubicadas en los departamentos de Artigas, Canelones, Cerro Largo, Colonia, Durazno, Maldonado, Montevideo, Paysandú, Río Negro, Rocha, Salto, San José, Soriano, Tacuarembó y Treinta y Tres.

El resto de los centros se categorizan como: asociadas a predios con presencia o próximas a cañadas y pequeños cursos de agua, o localizados en zonas urbanas en las que se identifican conflictos por drenaje pluvial.

El reporte finaliza con recomendaciones, que incluyen el desarrollo de estudios complementarios que permitan identificar y caracterizar los riesgos, como por ejemplo la existencia o no de mapas de riesgo en la localidad en la que se encuentra el centro educativo; indagar si existen datos sobre la altura máxima a la que llegó el agua en la zona y, de no existir información disponible, realizar estudios hidrológicos, hidráulicos así como relevamientos topográficos y relevamientos de niveles de piso terminado.

Entre otras medidas de adaptación, se sugiere la elaboración de protocolos de evacuación; la incorporación de temáticas relativas a la inundación en los planes educativos; la adaptación de la estructura edilicia; la incorporación de infraestructuras de drenaje sustentable e infraestructuras verdes; y la categorización de los edificios en los que sería oportuno evaluar su relocalización.

El reporte presenta, para aquellos centros educativos categorizados como prioritarios, estrategias específicas de adaptación al riesgo de inundación, desde tareas de limpieza y mantenimiento de cubiertas, patios, desagües; medidas para detener el agua en su lugar de origen evitando el ingreso al edificio, que pueden consistir en modificaciones edilicias como la elevación de accesos y umbrales de puertas y ventanas, construcción de muros, colocación de válvulas de retención, entre otras; hasta propuestas que permitan enlentecer y conducir la escorrentía a un punto de disposición final, adaptando cubiertas y/o pavimentos permeables o incorporando dispositivos de drenaje sustentable.

Para los casos que el agua no se pueda resistir, se proponen alternativas para disminuir los daños, como la elevación de los equipamientos e instalaciones sobre el nivel del agua; la utilización de materiales impermeables; la creación de entrepisos, tarimas o depósitos donde ubicar mobiliario y documentación importante para el centro educativo.

En el caso de los centros ubicados en predios próximos a cañadas y pequeños cursos de agua, se sugiere realizar relevamientos que permitan ampliar la información disponible, así como desarrollar medidas tendientes a la protección y revalorización de los cursos de agua, generando, entre otras, acciones que detengan los procesos de impermeabilización de los predios urbanos.

Para aquellos centros localizados en zonas urbanas con conflictos de drenaje, se sugiere incorporar medidas conjuntas con el barrio, los vecinos y los municipios, para mejorar las calles y vías de acceso a los centros y promover sistemas de drenaje pluvial sustentables, que además de contribuir a beneficiar al centro educativo generará impactos positivos para toda la ciudad.

Introducción

Con el objetivo de dar apoyo a los Gobiernos en el diseño de estrategias de intervención y planes de inversión que mejoren la seguridad y la resiliencia de la infraestructura educativa en riesgo por eventos naturales y cambio climático, fue lanzado en el año 2014, en el marco del Fondo Mundial para la Reducción y la Recuperación de los Desastres (GFDRR por sus siglas en inglés), el Programa Global de Escuelas Seguras (GPSS por sus siglas en inglés). A través del GPSS, el Banco Mundial y el GFDRR apoyan los programas destinados a reducir la vulnerabilidad de la infraestructura escolar en países donde existe un firme compromiso con los programas de reforma o inversión en el sector educativo (Banco Mundial, 2019).

En el año 2022, el GPSS accedió a una donación del Gobierno de Japón destinada a apoyar al Gobierno de Uruguay en la mejora de aspectos pedagógicos, de gobernanza y de los ambientes físicos en las escuelas públicas primarias, secundarias y técnicas. La donación se concretó en una asistencia técnica que requirió la sistematización de una línea de base sobre las amenazas y la susceptibilidad de la infraestructura educativa frente a eventos naturales y el cambio climático.

Dicha asistencia técnica tiene por objetivo general: Sistematizar información de amenazas por eventos naturales y cambio climático que permita fortalecer el diálogo que se está iniciando con el sector Educación sobre los retos que enfrenta en términos de infraestructura educativa. Para su cumplimiento se desarrollán en este documente los siguientes objetivos técnicos específicos: a) Describir las amenazas por eventos naturales y cambio climático con potencial para impactar negativamente en

la operación de la infraestructura educativa pública en Uruguay, para lo cual se recopiló y sistematizó la información técnica disponible como mapas de amenaza, proyecciones climáticas e instrumentos técnicos similares; b) Describir la susceptibilidad de la infraestructura educativa pública a las inundaciones combinando la ubicación geográfica de cada centro educativo público con los mapas de amenaza y proyecciones climáticas disponibles.

En esta etapa, la consultora contratada por el Banco Mundial trabajó con el equipo de Inundaciones y Drenaje Urbano de la Dirección Nacional de Aguas del Ministerio de Ambiente, institución responsable de la política de aguas que, en línea con lo definido en el Plan Nacional de Aguas, tiene como uno de sus objetivos el abordaje de los riesgos asociados al agua, mediante la prevención, mitigación y adaptación a los eventos extremos y el cambio climático.

El reporte avanzó en la identificación de las principales amenazas hidroclimáticas a las que se encuentra expuesto el país en general y la infraestructura educativa en particular, con énfasis en los riesgos de inundación. Se describen los impactos asociados con la variabilidad y el cambio climático, así como los avances más significativos relativos a la gestión del riesgo y la planificación de la adaptación al cambio climático en ciudades, infraestructuras y zonas costeras. El reporte permite identificar los centros educativos ubicados en áreas inundables, según distintos tipos de amenazas de inundación y diferentes tipos de afectación. Finalmente, se realizaron algunas recomendaciones que aporten a futuros procesos de planificación.

Con la información recogida por el reporte, se espera contribuir con la etapa de diagnóstico establecida en la Hoja de Ruta hacia escuelas seguras y resilientes (Banco Mundial, 2019) en la que se prevé la definición de una línea de base de la infraestructura educativa que permita asegurar un proceso de planificación de alta calidad.

El reporte se encuentra organizado en tres capítulos.

El capítulo 1 ofrece un panorama de los principales riesgos hidroclimáticos a los que se enfrenta el país, incorporando escenarios de variabilidad y cambio climático. Para su desarrollo se dispuso de información actualizada, resultado de investigaciones y trabajos académicos en distintas disciplinas, que aportaron a la elaboración de instrumentos de política pública, tales como los planes nacionales de adaptación a la variabilidad y el cambio climático.

De los diversos riesgos identificados, el reporte se detiene en el análisis de las inundaciones, la amenaza hidroclimática con mayor prevalencia en Uruguay. A partir del trabajo desarrollado por el equipo de Inundaciones y Drenaje Urbano de la Dirección Nacional de Aguas, se describen los principales tipos de inundación y se identifica la afectación por localidad; se presentan algunos de los instrumentos diseñados para incorporar el riesgo de inundación a la planificación y el ordenamiento del territorio, como el Mapa de Riesgo de

Inundación, detallando el estado de avance a nivel país; y se presenta información sobre población asentada en áreas inundables, describiendo algunas características sociodemográficas de dicha población que aportan al reconocimiento de su vulnerabilidad.

Asimismo, el primer capítulo del reporte sintetiza el marco normativo e institucional que ha generado el país para el abordaje del riesgo considerando los impactos de la variabilidad y el cambio climático; y describe algunos de los principales avances, incluyendo compromisos, propuestas e iniciativas que colaboran con el diagnóstico y la planificación en asuntos de ordenamiento territorial, desarrollo sostenible, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático en sectores estratégicos como las ciudades y las zonas costeras.

En el capítulo 2, a partir de primeros estudios realizados en el país en torno los daños y las pérdidas asociadas a eventos hidroclimáticos, se sintetizan resultados sobre la afectación específica al sector educativo. Asimismo, se presentan, con base en el Atlas de Riesgos del Uruguay, algunas mediciones de riesgo realizadas específicamente para las amenazas de sequía, inundaciones, vientos fuertes e incendios.

En el capítulo 3 se analiza el impacto de las inundaciones en los centros educativos, para lo que se utilizan programas y herramientas de sistemas de información geográfica, geoprocesos y datos elaborados por distintos organismos públicos. En documento adjunto, se presentan fichas para cada una de los centros afectados, con información sobre los mismos y los tipos de afectación a los que se encuentra expuesto. El reporte finaliza con una serie de recomendaciones para abordar el riesgo de inundación, desde estudios hidrológicos e hidráulicos que permitirán hacer un diagnóstico más profundo, hasta medidas asociadas a la gestión integral del riesgo, la adaptación edilicia a condiciones de inundabilidad, así como la incorporación de otras alternativas que favorecen la gestión de las aguas, como las infraestructuras de drenaje sostenible o las infraestructuras verdes.

El capítulo 4 presenta recomendaciones para abordar la situación de centros educativos expuestos a la amenaza de inundación.

1 Riesgos hidroclimáticos e hidrometeorológicos y escenarios de variabilidad y cambio climático

Se habla de riesgo de desastres cuando existe la posibilidad de que una comunidad sufra daños o pérdidas producidas por amenazas (peligrosidades) originadas en fenómenos naturales, socionaturales, biológicos, sanitarios o humanos. El riesgo se define por la interacción entre las amenazas, las vulnerabilidades[1], la exposición[2] y la incertidumbre[3], aspectos que se consideran componentes del riesgo y que es necesario abordar en forma integral. (Sinae, 2018).

Una amenaza es un fenómeno natural o antrópico que puede causar pérdida de vidas y/o daños en bienes materiales o naturales. Es un peligro latente de que los daños se produzcan. Puede tener origen biológico (ej.: microorganismos patógenos, toxinas, enfermedades); origen socionatural (que surgen de la interacción de las amenazas naturales y la actividad humana, e incrementan la posibilidad de que ocurran algunos eventos) u origen hidrometeorológico o hidroclimático (procesos relacionados con fenómenos atmosféricos, hidrológicos y oceanográficos, tales como ciclones, sequías, vientos fuertes, inundaciones).

En este reporte se abordarán las amenazas de origen hidroclimático e hidrometeorológico, que son las más frecuentes en el Uruguay, con un particular énfasis en la amenaza de inundación.

1.1 Principales amenazas hidroclimáticas

En la categoría de amenazas o peligrosidades relativas al clima y a los recursos hídricos, presentes en Uruguay, Natenzon (2022)[4] incluye: inundaciones; sequías o déficit de balance hídrico; falta de agua potable o problemas en el suministro; vientos extremos (ráfagas, turbonadas, tornados); temporales (tormentas eléctricas, tormentas convectivas o fenómenos de mesoescala[5]; tormentas fuertes combinadas con ráfagas de viento, precipitaciones y granizo; enchorradas[6]; granizadas; actividades eléctricas; temperaturas extremas (olas de frío y olas de calor); deslizamientos; floraciones algales; erosión costera y erosión eólica.

Este listado de amenazas tiene algunas variaciones en la diferente bibliografía consultada. Así, en el Atlas de Riesgos de Uruguay (Cardona, y otros, 2020), se incluye dentro de las amenazas hidroclimáticas a los incendios forestales. Por su parte, en el documento Evaluación multiamenaza en cuatro zonas del Uruguay, considerando escenarios de cambio climático (Factor CO2, 2020) se mencionan: olas de calor y frío; ráfagas de vientos, tornados y tormentas convectivas; inundaciones fluviales o de ribera; inundaciones por drenaje; marejadas y sudestadas, por efecto del viento en el Río de la Plata, que producen inundaciones de vivienda, erosión costera, pérdida de perfil de playas, desmoronamiento de barrancas y ramblas así como desbordes en los cursos de agua que desembocan en el río; sequías; deslizamientos e incendios.

1. La vulnerabilidad refiere a la predisposición o susceptibilidad que tiene una comunidad de sufrir efectos negativos en caso de presentarse un fenómeno o peligro de origen natural o causado por el ser humano. Depende, por ejemplo, de las condiciones económicas, sociales, culturales y educativas de la población; la forma de ocupación del territorio; las características particulares de la población (edad, sexo, condición de migrante, situación de discapacidad, entre otras). (SINAE, 2018)
2. La exposición refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales, recursos económicos y sociales o bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por una amenaza. En la exposición confluyen procesos naturales con procesos socioeconómicos que se expresen en el uso que se hace del suelo, la infraestructura, los asentamientos humanos, los servicios públicos, entre otros. (SINAE, 2018)
3. Se habla de incertidumbre cuando no es posible cuantificar el riesgo, por falta de información, de conocimiento u otras limitaciones institucionales y normativas.
4. Los tipos de peligrosidades o amenazas que afectan al país están desarrollados en el Apéndice 6 del Informe, titulado: Grupos de peligrosidades. Una propuesta para Uruguay
5. Los fenómenos de mesoescala pueden estar asociados a lluvias extremas, granizo, vientos fuertes localizados, actividad eléctrica y tornados (Barreiro, Arizmendi, & Trichín, 2019b)
6. Uruguayismo que significa crecida rápida y torrentosa de un curso de agua de poco caudal

El Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones (MIRA), un sistema de información geográfica con alcance nacional que proporciona información para la toma de decisiones en materia de gestión integral de riesgos presenta un detalle de todas las amenazas (ver Anexo). Dentro de las amenazas pertenecientes al grupo Natural, se encuentran las de tipo geológico, biológico, climatológico e hidrometeorológico.

1.1.1 Amenazas climatológicas: sequía

De acuerdo con el MIRA, las **amenazas climatológicas** se asocian a peligros causados por procesos atmosféricos de larga duración y de micro a mesoescala cuya variabilidad climática varía entre intraestacional a multidecadal[7].

Las **sequías** constituyen una amenaza climatológica definida como: "Un período prolongado de precipitaciones inusualmente bajas que produce una escasez de agua para personas, animales y plantas. La sequía es diferente de la mayoría de los otros peligros, ya que se desarrolla lentamente, a veces incluso durante años, y su inicio generalmente es difícil de detectar. La sequía no es únicamente un fenómeno físico ya que sus impactos pueden verse exacerbados por las actividades humanas y las demandas de suministro de agua".

Los impactos de la sequía se deben a la interacción entre el evento natural (menos lluvia) y la demanda de suministro de agua, la que es determinada por las actividades humanas. Se trata de un fenómeno que es poco notorio en sus inicios, pero cuyos efectos se pueden extender por largos períodos. Sus impactos varían de región en región (Cardona, y otros, 2020).

En el ítem 1.2 de este capítulo veremos cómo fenómenos asociados a la variabilidad climática y determinados por factores a escala extrarregional, como El Niño y La Niña, determinan un aumento o una disminución de los caudales de precipitaciones, incrementando el riesgo de inundaciones o de sequías.

Considerando el impacto sobre la actividad agropecuaria y agroindustrial, de particular relevancia para el país, la sequía es uno de los riesgos climáticos que afectan con más intensidad al sector. Asimismo, puede incidir en la disponibilidad de agua potable, lo que genera impactos para toda la población.

Uruguay ha sufrido eventos importantes de sequía en los años 1916-1917, 1942- 1943, 1964-1965, 1988-1989, 1999- 2000, 2005-2006, 2008-2009 y 2017- 2018. Una de las sequías más graves de la segunda mitad del siglo XX fue la ocurrida en 1988-1989 que generó pérdidas por cerca de US$ 300 millones (Cardona).

Al momento de redactarse este informe, el país se encuentra atravesando uno grave período de déficil hídrico. En una reciente reunión del Consejo Agropecuario del Sur, en la que participó el presidente Luis Lacalle Pou, así como los ministros y secretarios de Agricultura de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, se señaló que la sequía que afronta por tercer año consecutivo la región es la peor desde 1994[8].

En una presentación ante el Parlamento, el Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Fernando Mattos, señalaba a mediados de febrero de 2023 que "en una evaluación primaria los montos preliminares de los impactos directos ascienden a USD 1.175 millones, lo que representa el 1,9 del PIB nacional."[9]. El 20 de marzo, esta cifra fue actualizada por el subsecretario de la cartera, Juan Ignacio Buffa, quien señaló que las pérdidas a la fecha se acercan a los USD 2.000 millones.

7. La escalas temporales de la variabilidad climática son: estacional (fluctuaciones del clima a nivel mensual); intraestacional (cambios que se dan dentro de las estaciones y que determinan condiciones del tiempo durante semanas e incluso meses); interanual (variaciones en las variables climatológicas de año en año) e interdecadal (fluctuaciones del clima que se da en escala de décadas).
8. https://iica.int/es/prensa/noticias/ante-brutal-sequia-que-castiga-produccion-de-alimentos-y-con-presencia-de
9. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/ante-parlamento-mgap-presento-estimacion-impactos-deficit-hidrico-25-medidas

La sequía ha reducido a niveles históricos el caudal de ríos y arroyos que provén de agua a OSE para su potabilización y posterior abastecimiento (**Figura 1**). Un informe del organismo, fechado en los primeros días del año 202310 presentaba la situación para todo el país, observándose que, en algunas regiones, en caso de no producirse lluvias, la provisión de agua podría garantizarse hasta mediados del mes de marzo.

Esta situación ha impactado en todos los sectores de actividad, y la educación no ha sido la excepción. En el ítem 1.6 de este capítulo se presentan algunos de los resultados preliminares del Informe acceso al agua potable en escuelas rurales desarrollado por la División Agua Potable y Saneamiento de Dinagua, en este se constata la situación crítica de algunos centros educativos, la que podría agudizarse por sequías.

Figura 1. **Fotografía de la represa del embalse del Canelón Grande el domingo 12 de marzo de 2023**

Fuente: Lara Quintero/La diaria.

10. http://www.ose.com.uy/noticia/deficit-hidrico-al-01032023

SEQUIA: EL DESAFIO DEL AGUA EN LAS ESCUELAS RURALES

De un relevamiento realizado por dinagua en escuelas rurales surge que existen dificultades para satisfacer la demanda requerida de agua para la gestación de la escuela desde la fase alimentaria hasta la higiene local.

MUCHAS ESCUELAS RURALES DEPENDEN DE FUENTES DE AGUA VULNERABLES, TALES COMO CACHIMBAS Y ALJIBES, O DISPONEN DE POZOS CUYA AGUA NO PRESENTA LAS CONDICIONES DE CALIDAD NECESARIAS PARA SU CONSUMO

UN CASO: ESCUELA RURAL N25 DE LAVALLEJA

Se abastece con agua de lluvia que se almacena en aljibe y tanque elevado. El aljibe presenta filtraciones. También dispone de un pozo brocal y tanque de fibrocemento que no es utilizado por encontrarse en mal estado. De acuerdo con la maestra aproximadamente dos veces al año en la escuela se queda sin agua no pudiendo satisfacer la demanda mínima.

SEQUÍA UN FACTOR QUE AGRAVA EL PROBLEMA

Ante situaciones de déficit hídrico como la que está atravesando hoy el país, son escuelas que requieren del apoyo de los Centros Coordinadores de Emergencias, en articulación con las intendencias, para abastecerse de agua.

De acuerdo con la diaria, de las 130 escuelas públicas del departamento de Colonia, más de la mitad son rurales y han visto afectado el abastecimiento de agua potable debido al déficit hídrico, debiendo ser asistidas por el gobierno departamental.

También en las zonas rurales del departamento de Cerro Largo, las escuelas debieron ser asistidas como consecuencia del déficit hídrico. En el mes de febrero, diversas fuentes de prensa informaban que más de 15 escuelas rurales de cerro largo estarían sin agua, y que esta cifra podría aumentar.

Fuente: diario Atlas.

1.1.2 Amenazas hidrometeorológicas

Dentro de las amenazas del grupo Natural, de acuerdo con el MIRA, además de las climatológicas se encuentran las hidrometeorológicas, un grupo que integran los siguientes eventos:

- **Inundación:** Anegamiento o cubrimiento con agua de un terreno donde se localizan poblaciones, cultivos, bienes o infraestructura. Estas pueden ser graduales o repentinas.

- **Extremo de temperatura:**

  Ola de calor: Un período de clima anormalmente cálido y / o inusualmente húmedo. Normalmente una ola de calor dura dos o más días. Los criterios de temperatura exactos para lo que constituye una ola de calor varían según la zona geográfica en donde se producen.

  Ola de frío: Un período de tiempo anormalmente frío. Normalmente, una ola de frío dura dos o más días y puede agravarse con los vientos fuertes. Los criterios de temperatura exactos para lo que constituye una ola de frío varían según la zona geográfica en donde se producen.

  Helada: Descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua que hace que el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Tiene efectos nocivos sobre la población, cultivos, bienes y servicios.

- **Tormenta:** Es un evento de corta duración caracterizado por truenos, relámpagos, ráfagas de viento, turbulencias, granizo, hielo, precipitación, corrientes moderadas y violentas hacia arriba y abajo y, en condiciones muy severas, se pueden formar tornados.

- **Tornado:** Una columna de aire que gira violentamente y llega al suelo o al agua abierta (tromba de agua).

- **Vientos fuertes:** Diferencias en la presión del aire que resultan en el movimiento horizontal del aire. Cuanto mayor es la diferencia de presión, más fuerte es el viento. El viento se mueve desde la alta presión hacia la baja presión.

- **Lluvia:** Precipitación pluvial. Incluye lluvias puntuales, persistentes o torrenciales en una región específica, así como períodos largos de precipitaciones.

Respecto a los vientos intensos, señala Barreiro (Barreiro M. , Arizmendi, Díaz, & Trichin, 2021) que en nuestro país están asociados a ciclones extratropicales y a fenómenos de mesoescala, tales como complejos convectivos y líneas de turbonada. "Los vientos fuertes en las tormentas severas se deben principalmente a las corrientes convectivas descendentes asociadas y tienen escalas de decenas de metros a varios kilómetros y duran unos minutos. Estas corrientes descendentes pueden alcanzar velocidades superiores a los 200 km/h. Los vientos asociados al pasaje de tormentas severas pueden causar extensos daños también debido a la generación de tornados, como el ocurrido en Dolores en 2016. Por otro lado, los ciclones extratropicales tienen escalas más grandes". De acuerdo con este investigador, "los ciclones son el principal agente causante de daños importantes en la infraestructura costera ya que sus fuertes vientos no sólo impactan directamente sobre construcciones terrestres, sino que también generan oleaje y suba del nivel del mar".

Figura 2. **Fotografía de la localidad de Dolores tras el tornado del año 2016**

Fuente: (C) PNUD/Carlos Lebrato.

Para el profesor Bruno Matonte de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República[11], Uruguay se encuentra en la segunda región del mundo con más presencia de tornados. Sin embargo, por ocurrir en el medio rural, a veces en la noche, o directamente por no existir un procedimiento establecido y no disponerse de equipamiento para detectarlos, el país tiene un subregistro de la ocurrencia de tornados en su territorio. Considerando que se trata de eventos difíciles de predecir y que se desencadenan en pocos minutos, a diferencia de las tormentas que se pueden predecir con algunos días de anticipación, desde la Facultad de Ciencias se destaca la importancia de los planes de educación y de manejo del desastre, para minimizar el impacto de los tornados.

Cuando los tornados suceden en zonas urbanas, sus impactos resultan más significativos, como ocurrió en abril de 2016 con el evento que azotó a la ciudad de Dolores, en el departamento de Soriano. En pocos minutos, los vientos alcanzaron los 300 km/hora y provocaron la muerte de cinco personas, más de 9 mil damnificados y daños calculados en los 35 millones de dólares.

11. https://www.teledoce.com/telemundo/ciencia-y-tecnologia/uruguay-esta-en-la-segunda-region-con-mayor-cantidad-de-tornados-del-mundo-no-los-observamos-desde-el-punto-de-vista-cientifico/#:~:text=hac%C3%A9%20click%20aqu%C3%AD-,Uruguay%20est%C3%A1%20en%20la%20segunda%20regi%C3%B3n%20con%20mayor%20cantidad%20de,el%20punto%20de%20vista%20cient%C3%ADfico%22&text=Uruguay%20es%20el%20%C3%BAnico%20pa%C3%ADs,bien%20acostumbrados%20a%20las%20tormentas

TORNADOS VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

Uruguay se encuentra en la segunda región del mundo con más presencia de tornados. Sin embargo, por ocurrir en el medio rural, a veces en la noche, o directamente por no existir un procedimiento establecido y no disponer de equipamiento para detectarlos, **el país tiene un subregistro de su ocurrencia.**

- DIFÍCILES DE PREDECIR
- SE DESENCADENAN EN POCOS MINUTOS
- CUANDO SUCEDEN EN ZONAS URBANAS SUS IMPACTOS SON MUY GRANDES

TORNADO EN LA LOCALIDAD DE DOLORES (SORIANO)

15 de abril de 2016. En pocos minutos los vientos alcanzaron 300 km/hora. El tornado provocó la muerte de 5 personas, más de 9 mil damnificados y daños calculados en 35 millones de dólares.

De acuerdo con distintas fuentes periodísticas, 8 escuelas y liceos tuvieron impactos de diversa magnitud, El Liceo No 1 requirió importantes refacciones y el No2 tuvo pérdidas totales y su infraestructura corrió peligro de derrumbe. Durante los siguientes 3 años los alumnos recibieron clases en 34 aulas móviles que según las autoridades representaron un costo inicial de 54000000 de pesos que aumentaría a 200000000 para cubrir toda la reconstrucción. El Liceo 2 fue reinaugurado en el año 2019.

En el año 2021 se informaba que la escuela rural número 64 de Paso de la Arena, en Dolores, que había quedado destruida casi por completo por el tornado, aún no había sido reparada. Los alumnos recibían clases en aulas prefabricadas. La nueva obra se estima que implicaría una inversión de 46 millones de pesos.

Liceo número dos de la localidad de Dolores tras el tornado del año 2016.
Fuente: https:.

De acuerdo con el SINAE, **de todas las amenazas de carácter hidrometeorológico, las inundaciones son el evento más frecuente y de mayor impacto para el país.**

Uruguay se ha visto afectado por numerosos eventos de inundación que ocasionaron daños significativos. De acuerdo con el Compendio de Mapas de Riesgo del Uruguay (Cardona, y otros, 2020) entre 1967 y 2014 Uruguay sufrió pérdidas económicas de 89 millones de dólares por eventos de inundación, y fueron afectadas más de 220 mil personas. En el periodo 2014 – 2019, según datos del SINAE, más de 109 mil personas fueron desplazadas[12] durante las inundaciones ocurridas en diferentes puntos del país.

De acuerdo con Sierra (Sierra, 2017), entre 1999 y 2016 más de 125 mil personas fueron evacuadas como consecuencia de inundaciones. En algunas localidades, como se observa en Tabla 1, un porcentaje importante de la población fue afectada por este evento. Así, por ejemplo, en Río Branco, las inundaciones del año 2002 provocaron la evacuación de un 20 % de su población; en Durazno, las inundaciones en el 2007 provocaron la evacuación de un 19 % de la población, y en las inundaciones de 2010 un 16 % de su población debió ser evacuada; en Artigas, un 24 % de su población debió ser evacuada durante las inundaciones ocurridas en el año 2015 (**Tabla 1**).

"Estas afectaciones extraordinarias conviven con situaciones de escaso impacto puntual pero que por su recurrencia se transforman en un desastre continuo para el desarrollo local, con los consiguientes costos sociales y económicos para las sociedades locales. El impacto en las economías locales se evidencia por ejemplo en la evaluación del daño de los eventos de 2009 en Salto y Paysandú que representaron el 1.1 y el 1.7% del PBI departamental respectivamente" (Cardona, y otros, 2020).

Tabla 1. **Población afectada por inundaciones entre 2002 y 2017 (localidades en que la población afectada representó más de un 5 % de la población)**

Localidad	Dpto.	Fecha	Evacuados	Población	%
25 de agosto	Florida	sep-10	100	1794	**5,57**
Artigas (incluye C.Signorelli / Sequeiro / Ceibo / Pintadito)	Artigas	abr-02	2334	41311	**5,65**
		dic-15	10545	43566	**24,20**
Cebollatí	Treinta y Tres	may-07	117	1606	**7,29**
Durazno (incluye Sta. Bernardina)	Durazno	may-07	6500	33576	**19,36**
		feb-10	5295	33576	**15,77**
		feb-14	2290	34368	**6,66**
		set-14	4420	34368	**12,86**
		ago-15	6679	34368	**19,43**
		abr-16	5163	34368	**15,02**

12. La persona desplazada es aquella que abandona su vivienda por riesgos o afectación asociados a un evento adverso de tipo natural o antrópico. Puede categorizarse como evacuada, autoevacuada asistida o autoevacuada no asistida. Recuperado de: https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/Gui%CC%81a%20para%20la%20coordinacio%CC%81n%20del%20desplazamiento%20de%20personas%20en%20la%20accio%CC%81n%20humanitaria.pdf

Tabla 1. **(cont.)**

Localidad	Dpto.	Fecha	Evacuados	Población	%
Mercedes	Soriano	may-07	3200	42032	**7,61**
		feb-10	3512	42032	**8,36**
Paysandú	Paysandú	dic-15	6733	90673	**7,43**
Río Branco	Cerro Largo	abr-02	2500	12215	**20,47**
Rosario	Colonia	abr-16	1000	10085	**9,92**
Salto	Salto	dic-15	6128	104011	**5,89**
Santa Lucía	Canelones	abri-02	1300	16764	**7,75**
Sarandí del Yi	Durazno	may-07	890	7289	**12,21**
Treinta y Tres (incluye Ejido de Treinta y Tres / Villa Sara)	Treinta y Tres	may-07	2500	32882	**7,6**
Villa Soriano	Soriano	abr-16	121	1124	**10,77**

Fuente: (Sierra, 2017).

1.1.3 Mediciones de riesgo para eventos extremos

En el capítulo "Evaluación integral del riesgo – Índice integrado de riesgo ante eventos extremos (IREE)", el Atlas de Riesgos del Uruguay incorpora un índice para cuantificar aspectos físicos y sociales asociados a algunas amenazas que se define como Índice de Riesgo ante Eventos Extremos (IREE) y es "el resultado de la conjunción del riesgo físico y de factores de agravamiento asociados a las condiciones subyacentes de falta de resiliencia y fragilidad social".

El IREE considera el riesgo total de los efectos físicos directos de las amenazas naturales sobre los elementos expuestos, así como las condiciones socioeconómicas de contexto que dan cuenta de la fragilidad social y falta de resiliencia.

El Atlas (Cardona, y otros, 2020) presenta resultados del riesgo físico por inundaciones, sequías, incendios forestales y vientos fuertes; para el Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos, presenta mapas nacionales en términos de Pérdida Anual Esperada (PAE).

En **Tabla 2** presentamos los datos de PAE para el sector edificaciones, considerando las amenazas de Inundación y vientos fuertes; y en **Tabla 3** para el sector agropecuario, considerando las amenazas de inundación y sequía[13]

13. RF= Riesgo físico y F= Factor de impacto. Por más detalles sobre metodología para la elaboración del IREE y del PAE, ver (Cardona, y otros, 2020)

Tabla 2. **Pérdida Anual Esperada e Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos para edificaciones, para las amenazas de inundación y viento**

Departamento	PAE (USD) sequía + inund.	PAE (%) sequía + inund.	RF	F	RT
Río Negro	$ 77531	0,25	0,01	0,41	0,01
Durazno	$ 97823	0,38	0,02	0,49	0,04
Rivera	$ 315744	0,56	0,05	0,58	0,08
Montevideo	$ 17657575	0,76	0,09	0,44	0,14
Florida	$ 90271	0,78	0,10	0,43	0,14
San José	$ 197380	0,84	0,11	0,42	0,16
Colonia	$ 1298590	0,93	0,14	0,39	0,19
Maldonado	$ 7010845	1,1	0,20	0,39	0,27
Treinta y Tres	$ 377363	1,25	0,26	0,58	0,41
Cerro Largo	$ 611384	1,3	0,28	0,59	0,44
Flores	$ 347056	1,55	0,39	0,44	0,56
Canelones	$ 6640143	1,63	0,43	0,39	0,60
Tacuarembó	$ 637301	1,55	0,39	0,54	0,61
Lavalleja	$ 687420	1,71	0,48	0,52	0,72
Paysandú	$ 1688572	2,16	0,71	0,50	1,06
Rocha	$ 1361975	3,19	0,98	0,47	1,45
Soriano	$ 2461328	3,6	1,00	0,48	1,48
Salto	$ 2905051	2,91	0,94	0,59	1,49

Fuente: (Cardona, y otros, 2020). RF= Riesgo físico y F= Factor de impacto. Por más detalles sobre metodología para la elaboración del IREE y del PAE, ver (Cardona, y otros, 2020).

Tabla 3. **Pérdida Anual Esperada e Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos para el sector agropecuario, para las amenazas de sequía e inundación**

Departamento	PAE (USD) sequía + inund.	PAE (%) sequía + inund.	RF	F	RT
Montevideo	12308	0,57	0,00	0,29	0,00
Canelones	1362576	9,17	0,27	0,43	0,39
Colonia	2529536	14,22	0,63	0,5	0,94
Flores	2068171	16,35	0,76	0,31	0,99
Soriano	5230814	15,51	0,71	0,49	1,06
San José	2066789	15,57	0,72	0,48	1,06
Maldonado	1230610	23,24	0,99	0,18	1,17
Paysandú	5647480	18,14	0,85	0,45	1,23

Tabla 3. **(cont.)**

Treite y Tres	3160708	17,25	0,81	0,54	1,24
Rocha	4180962	20,74	0,94	0,38	1,30
Río Negro	4667622	19,39	0,90	0,47	1,32
Salto	4506205	18,02	0,84	0,63	1,38
Artigas	4236565	21,23	0,95	0,51	1,44
Rivera	2747206	22,43	0,98	0,50	1,46
Durazno	4864547	23,12	0,99	0,49	1,47
Lavalleja	3367923	24,8	1,00	0,49	1,49
Cerro Largo	4830487	22,08	0,97	0,54	1,50
Tacuarembó	4884627	22,41	0,98	0,59	1,56

Fuente: (Cardona, y otros, 2020).

El Atlas incluye a su vez algunos casos de estudio específicos en las localidades de Río Branco y Artigas, para la amenaza de inundación por lluvias fuertes, y en Montevideo, para la amenaza de vientos fuertes, presentando información sobre pérdidas para el sector edificaciones, desagregadas por sector de uso (residencial, comercial, industrial, educación y salud).

Para el caso de la localidad de Río Branco, se realiza la siguiente síntesis:

> *A partir de la caracterización de los elementos expuestos, el valor expuesto total de las edificaciones suma un total de $76 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda $180 mil dólares cada año por eventos de inundación, que equivale a una pérdida de 2,4‰ (2,4 al millar o 0,24%). Este valor representa el valor de la pérdida anual esperada (PAE), también llamada prima pura en el sector de los seguros ya que es la anualización de todas las pérdidas que se tendrán a futuro, y por lo tanto equivaldría al valor que se tendría que pagar cada año para cubrir dichas pérdidas. Para el caso de Río Branco, esta PAE de 2,4‰ equivale a realizar pagos anuales de $180 mil dólares durante 425 años para cubrir las pérdidas en un evento de inundación.*

En **Tabla 4** presentamos los resultados de riesgo por sector de uso para Río Branco, en donde se puede observar que el sector residencial ocupa el primer lugar en cuanto a pérdidas anuales esperadas.

Para la localidad de Artigas, de acuerdo con el Atlas:

> *El valor expuesto de las edificaciones suma un total de $301 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda casi $580 mil dólares cada año por eventos de inundación, que equivale a una pérdida de 1,9‰ (1,9 al millar o 0,19%). Este valor representa el valor de la pérdida anual esperada (PAE), también llamada prima pura en el sector de los seguros ya que es la anualización de todas las pérdidas que se tendrán a futuro, y por lo tanto equivaldría al valor que se tendría que pagar cada año para cubrir dichas pérdidas. En el contexto del riesgo de desastres es práctica común expresar la PAE al millar y no en porcentaje ya que estos valores suelen ser pequeños y al verlo en porcentaje este puede ser desestimado por el lector. Para el caso de la ciudad de Artigas, esta PAE de 1,9‰ equivale a realizar pagos anuales de $576 mil dólares durante 425 años para cubrir las pérdidas en un evento de inundación.*

Tabla 4. **Resultados de riesgo por sector de uso, en localidad de Río Branco, considerando la amenaza por inundación y lluvias fuertes**

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD (millones)	% respecto al total	USD	% respecto al total	%
Residencial	61,7	81%	137.204	76%	2,2
Comercial	8,3	11%	27.111	15%	3,3
Industrial	1,3	2%	1.247	1%	0,9
Educación	3,5	5%	12.520	7%	3,6
Salud	1,4	2%	1.486	1%	1,1
TOTAL	**76,2**	**100%**	**179.567**	**100%**	**2,4**

Fuente: (Cardona, y otros, 2020).

Tabla 5. **Resultados de riesgo por sector de uso en localidad de Artigas considerando la amenaza por inundación y lluvias**

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD (millones)	% respecto al total	USD	% respecto al total	%
Residencial	269,5	89,5%	544.439	94,5%	2,0
Comercial	18,3	6,1%	8.921	1,5%	0,5
Institucional	12,8	4,3%	22.207	3,9%	1,7
Industrial	0,4	0,1%	474	0.1%	1,1
TOTAL	**301**	**100%**	**576.040**	**100%**	**1,9**

Fuente: (Cardona, y otros, 2020).

*Los resultados de riesgo por sector de uso (**Tabla 5**) muestran que el 89,5% del valor expuesto se concentra en las edificaciones de uso residencial, las cuales representan el 94,5% de las pérdidas absolutas respecto al valor expuesto total y una pérdida anual esperada de 2,0‰. También es clave resaltar que las edificaciones del sector Institucional, que incluyen las edificaciones dedicadas a la salud y la educación, presentan resultados de pérdida anual esperada relativa de 1,7‰, que son considerablemente altos para un sector que sólo participa en un 3,9% del valor expuesto total en la ciudad. Esto indica que el sector residencial y el institucional deberían adelantar medidas para reducir la vulnerabilidad de sus activos.*

Del análisis de riesgo para las edificaciones, con relación a la amenaza de vientos fuertes, realizado para la ciudad de Montevideo, surge que:

El valor expuesto de las edificaciones de Montevideo suma un total de $23,244 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda $17.7 millones de dólares cada año por eventos de viento fuerte, que equivale a una pérdida de 0.76‰ (0.76 al millar o 0.08%). Este valor representa el valor de la pérdida anual esperada (PAE). Para el caso de las edificaciones urbanas de Montevideo, esta PAE de 0.76‰ equivale a realizar pagos anuales de $17.7 millones dólares durante 425 años para cubrir las

Tabla 6. **Resultados de riesgo por sector de uso para las edificaciones de Montevideo, considerando la amenaza de vientos fuertes**

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD (millones)	% respecto al total	USD	% respecto al total	%
Residencial	20.390	87,7%	15,3	86,9%	0,75
Comercial	1.035	4,5%	0,8	4,3%	0,73
Institucional	1.730	7,4%	1,5	8,3%	0,85
Industrial	89	0,4%	0,1	0,5%	1,00
TOTAL	**23,244**	**100%**	**17,7**	**100%**	**0,76**

Fuente: (Cardona, y otros, 2020).

pérdidas que se pueden presentar en un evento de viento fuerte. También se presentan los valores de las pérdidas máximas probables para 100, 250, 500 y 1,000 años de periodo de retorno, las cuales varían del 1.48% hasta el 7.57% del valor total expuesto;

En el análisis probabilista de riesgo se encontró que los mayores daños por la amenaza de viento fuerte se presentan en las edificaciones localizadas en la periferia de la ciudad, en especial hacia las zonas oeste y noreste en donde se concentran las viviendas con los mayores niveles de pobreza, las cuales tienden a ser construidas con materiales livianos como madera y materiales de desecho y con cubiertas ligeras que presentan una mayor vulnerabilidad ante esta amenaza. En términos económicos, las mayores pérdidas se presentan en edificaciones que concentran un alto valor expuesto y que en consecuencia un daño, por menor que sea, representa una alta suma de dinero.

En **Tabla 6** se presentan los resultados de riesgo por sector de uso de las edificaciones en Montevideo.

1.2. Incidencia de la variabilidad y el cambio climático[14]

El cambio climático inducido por el hombre, incluidos los fenómenos extremos más frecuentes e intensos, ha causado efectos adversos generalizados y pérdidas y daños conexos a la naturaleza y a las personas, más allá de la variabilidad natural del clima. Algunos esfuerzos de desarrollo y adaptación han reducido la vulnerabilidad. En todos los sectores y regiones, se considera que las personas y los sistemas más vulnerables se ven afectados de manera desproporcionada. El aumento de los extremos climáticos ha provocado algunos impactos irreversibles a medida que los sistemas naturales y humanos son empujados más allá de su capacidad de adaptación (IPCC, 2022).

14. De acuerdo con el IPCC (2018) se denomina variabilidad climática a "las variaciones del estado medio y otras características estadísticas del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos". El cambio climático, de acuerdo con el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCC, 1992), es el "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". Es decir, para la CMNUCC, el cambio climático es de origen antrópico.

En la medida que todas las amenazas mencionadas en el ítem anterior sufren alteraciones como consecuencia de la variabilidad climática, y pueden agudizarse por el cambio climático, dichos fenómenos deben ser considerados particularmente en los procesos de gestión de riesgo de desastres.

El epígrafe de este apartado remite al informe presentado por el Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático, específicamente al documento elaborado para responsables de políticas públicas, en el año 2022. Ya el año 2019, en el reporte especial Global Warming of 1.5 º (IPCC, 2019) se anticipaba lo que el nuevo reporte acaba de reafirmar: que las actividades humanas causaron aproximadamente 1° C de calentamiento global por encima de los niveles existentes antes de la revolución industrial; que si continúa aumentando al ritmo actual es posible que el calentamiento alcance 1,5° entre 2030 y 2050; que el calentamiento ya generado por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) persistirá durante siglos, incluso milenios, por lo que las acciones de mitigación[15] deberán acompañarse de procesos de adaptación[16].

Entre otras alteraciones provocadas por el cambio climático, se ha constatado que los regímenes de precipitación cambiaron, evidenciándose que en las regiones donde llovía tiende a llover más y en las que llovía muy poco, las lluvias son aún menores.

El reporte del IPCC advierte que el riesgo de consecuencias adversas por el cambio climático es mayor para las poblaciones más desfavorecidas y vulnerables, así como para las comunidades locales que dependen de actividades agrícolas y costeras.

Para analizar la incidencia de los fenómenos hidroclimáticos en nuestro país, es preciso diferenciar los impactos asociados al cambio climático de los que se corresponden con la variabilidad natural del clima.

Como se señala en el informe Variabilidad observada del clima en Uruguay (Barreiro, Arizmendi, & Trinchin, 2019), Uruguay se encuentra ubicado en una región con una gran variabilidad climática determinada por factores que trascienden la escala regional y que se asocian a la circulación atmosférica y al impacto de los océanos circundantes. Tal es el caso de El Niño-Oscilación Sur (ENOS), un fenómeno que resulta del acoplamiento entre el océano y la atmósfera en la región del océano Pacífico tropical. Cuando ENOS se encuentra en su fase cálida se habla de El Niño, y cuando se encuentra en su fase fría de La Niña.

Esta variabilidad natural del clima natural produce cambios importantes, de un año a otro, en los vientos, la temperatura y, principalmente, en las precipitaciones. Durante La Niña, por ejemplo, es esperable que haya menos precipitaciones de las habituales, y durante El Niño que aumenten los caudales de lluvia.

A esta variabilidad natural se suman los efectos del cambio climático, es decir variaciones climáticas que son el resultado de acciones humanas (origen antropogénico).

En Uruguay, de acuerdo con Barreiro et al (2021), ya se han detectado cambios, que se mantendrán y profundizarán, en algunas de las amenazas climáticas. Se observan aumentos de la temperatura y de las precipitaciones medias, de las precipitaciones intensas y las temperaturas mínimas y de los vientos extremos principalmente durante el invierno en la zona costera del país.

Asimismo, las proyecciones con modelos climáticos estiman que en un contexto de cambio climático el

15. En el contexto del cambio climático, la mitigación refiere a las intervenciones humanas destinadas a reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero.
16. La adaptación se define como la capacidad de los sistemas naturales o humanos para responder a los cambios climáticos actuales o esperados, que permite moderar los daños y aprovechar las oportunidades.

aumento de la temperatura media continuará con un rango de 1.5 a 5.5 °C para fin de siglo XXI dependiendo del escenario[17], y que es esperable un aumento en las olas de calor[18]. En cuanto a precipitaciones, en ciertos escenarios los modelos indican un aumento en las lluvias medias de 20-30% durante otoño y verano, y una disminución en el suroeste del país durante la primavera para fin de siglo XXI.

Los extremos de precipitación también se incrementarían, lo que determinará que haya menos días con lluvias débiles y un mayor número de días secos separados por eventos de precipitación intensa.

De acuerdo con un reciente informe de la iniciativa World Weather Attribution (WWA)[19] la sequía que atraviesa nuestro país junto con otros de la región (ver ítem 1.1), si bien no es atribuible directamente al cambio climático, sus impactos se ven exacerbados debido al aumento de las temperaturas, que sí pueden ser atribuidos al cambio climático y que contribuye a disminuir la disponibilidad de agua.

"El alto impacto de la sequía en la agricultura y la actividad económica habla de la necesidad de reducir la vulnerabilidad a la sequía, así como la mejora de la eficiencia y la gestión del agua, la anticipación de la sequía utilizando pronósticos estacionales y los instrumentos de seguro para ayudar a los agricultores a capear los años secos podrían mejorar la resiliencia a este tipo de eventos".

El informe de Barreiro señala a su vez que "el aumento de humedad consecuencia del calentamiento global puede dar lugar a tormentas y precipitaciones más intensas, que tendrán corrientes convectivas descendentes más fuertes. Este parece ser el caso de otoño y verano, por lo que es esperable que a futuro los eventos de viento extremo se intensifiquen en todo el país, pero principalmente al norte del río Negro, en estas temporadas. En primavera, las proyecciones indican una disminución en los vientos extremos en la región suroeste del país y aumento en el este".

Si bien todas las estimaciones sobre cambio climático tienen un importante grado de incertidumbre los cambios en los fenómenos extremos de corta duración presentan un nivel de incertidumbre aún mayor. Esto dificulta la cuantificación de los impactos, en particular en inundaciones, lluvias y enchorradas.

Con relación a lo urbano, el IPCC (2014) menciona, entre los riesgos más importantes, el aumento de temperatura y sus extremos, el aumento del nivel mar, las sequías y las precipitaciones intensas asociadas a inundaciones rápidas y vientos extremos.

En el caso de Uruguay, diversos estudios realizados en el marco de la elaboración de los planes nacionales de adaptación a la variabilidad y el cambio climático, tanto en ciudades e infraestructuras como en la zona costera, permitieron obtener información más precisa sobre los impactos del cambio climático en el contexto urbano.

17. Los Escenarios, Shared Socioeconomic Pathways (SSP) describen evoluciones alternativas de la sociedad a futuro en ausencia de nuevas políticas sobre cambio climático más allá de las actuales. Los escenarios SSP1 y SSP5 son optimistas respecto al desarrollo humano y suponen inversiones importantes en educación y salud, crecimiento económico e instituciones fuertes. El SSP1 asume que ha habido una transición hacia un desarrollo sostenible y el SSP5 asume que las economías continúan estando basadas en combustibles fósiles. Los escenarios SSP3 y SSP$ son más pesimistas, con poca inversión en educación y salud, crecimiento rápido de la población y desigualdad, y sociedades muy vulnerables al cambio climático. Definiciones tomadas de la capacitación sobre vientos en Uruguay realizada por el prof. Marcelo Barreiro en el marco del proyecto NAP Ciudades. Recuperado de: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/FCIEN_Capacitaci%C3%B3n%20Vientos%20en%20Uruguay_c.pdfen febrero de 2023.

18. Se denomina ola de calor a un evento sostenido de temperatura extremadamente alta. La duración depende del clima del lugar. En Uruguay hablamos de ola cuando las temperaturas extremas persisten por más de 3 días consecutivos (Instituto Uruguayo de Meteorología)

19. https://www.worldweatherattribution.org/vulnerability-and-high-temperatures-exacerbate-impacts-of-ongoing-drought-in-central-south-america/

1.2.1 Impactos en ciudades por aumento de la temperatura

Se identificó que el aumento de temperaturas medias y de sus extremos provocará que las olas de calor sean más frecuentes y de mayor duración lo que impactará en las zonas urbanas con mayor densidad de edificación y déficit de vegetación en las que podrán producirse fenómenos como las islas de calor urbanas, además de problemas relacionados al suministro y la demanda de energía y agua, y problemas de salud pública relacionados con enfermedades asociadas al calor, al frío y a la proliferación de vectores (SNRCC, 2021a).

Las islas de calor urbano se producen cuando el calor almacenado durante el día en las superficies de la ciudad es liberado durante la noche generando áreas de mayor temperatura. Estos fenómenos fueron detectados y analizados, desde un enfoque bioclimático[20], en el trabajo desarrollado por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (Picción & Sierra, 2021), con el objetivo de aportar a los procesos de adaptación de ciudades e infraestructuras en el diseño de espacios públicos y edificaciones.

1.2.2 Impactos en ciudades por aumento de precipitaciones y vientos

Con relación al aumento de las precipitaciones que surge de las proyecciones, es posible prever "que el agua y la escorrentía superficial continuarán siendo un tema crítico para las ciudades, por sus problemas asociados, tales como inundaciones, impactos en las infraestructuras, afectación de actividades dependientes del clima, problemas de cantidad y calidad de agua, y contaminación (SNRCC, 2021a) .

Respecto al aumento en la frecuencia e intensidad de los vientos extremos, se identifican impactos tanto para la estabilidad de las infraestructuras y edificaciones, como para la continuidad de las actividades y la seguridad de las personas.

1.2.3 Impactos en zonas costeras

En las zonas costeras (SNRCC, 2021b), donde reside el 70 % de la población del país y se ubican algunas de sus principales infraestructuras, se estima que "los cambios en los vientos y precipitaciones, combinados con el aumento del nivel del mar, aumentan el riesgo de inundación y de erosión, con crecidas, marejadas, pérdida de arena de playas y retroceso de barrancas, afectando actividades, ecosistemas e infraestructuras claves en las ciudades".

En el marco del proyecto Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay", el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cantabria (Universidad de Cantabria, 2020) realizó estudios para determinar amenazas, exposición, vulnerabilidad e impactos potenciales, considerando los efectos del cambio climático sobre los riesgos de inundación, la dinámica de las playas y la erosión costera, y determinando afectaciones en los ecosistemas las infraestructuras, los activos construidos, las actividades productivas y la población.

Con base en dichos estudios, que aportaron a la elaboración del PNA Costas, se desarrollaron mensajes clave dirigidos a técnicos y gestores que sintetizan algunas de las principales conclusiones:

- La temperatura media anual de 17,5°C se ha elevado alrededor de 0,8°C en los últimos 65 años;
- El invierno es una temporada de ciclones y anticiclones transitorios (5-7 días de duración), fenómenos frecuentes y que provocan daños en infraestructuras y propiedades;

20. El enfoque bioclimático (Picción & Sierra, 2021) "incorpora conocimiento y métodos científicos a la tradicional forma de vinculación del espacio construido con el clima y ambiente local. En esencia, persigue un diseño que aproveche las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios". Las estrategias bioclimáticas apuntan al diseño de espacios que se adapten al clima y que optimicen los recursos para la generación de ambientes confortables

- Las precipitaciones medias han aumentado entre 10-20% en primavera, verano y otoño, entre los años 1961 y 2017;

- En Montevideo se estimó un aumento del nivel del mar de 11 cm, de los cuales 2 o 3 corresponden a las últimas tres décadas;

- En las costas del Río de la Plata y del océano Atlántico, las inundaciones repentinas son causadas por una combinación de efectos meteorológicos e hidrológicos. La aparición de mareas altas con grandes olas de tormenta inducidas atmosféricamente ha producido eventos en que el nivel del mar ha subido más de tres metros por encima de su nivel normal;

- Para el caso de inundaciones costeras, existe una confianza media[21] de que el número de personas afectadas aumente, y que al menos la mitad de los daños que provocarán las inundaciones sobre bienes construidos corresponderán a bienes residenciales, siendo el tramo de la costa de Maldonado el más afectado.

En la Estrategia Climática de Largo Plazo presentada por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) en el año 2021, se sintetizan algunos de los factores que hacen al país particularmente vulnerable a la variabilidad y el cambio climático, lo que justifica que sea prioritario aumentar su capacidad de adaptación y resiliencia:

- Una economía basada fuertemente en la producción agroindustrial y con un creciente desarrollo del sector turístico, actividades particularmente sensibles por las amenazas hidroclimáticas.

- Su población y principales infraestructuras están en áreas de riesgo; el 70% del total de la población se encuentra en los departamentos costeros (Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado, Rocha) y el 59% de las zonas costeras presentan un uso turístico (PNA-Costas); 93,4% de la población se concentra en zonas urbanas, y en ellas se encuentran también las instituciones, los servicios y las infraestructuras que representan los mayores activos económicos. También en las ciudades se concentran los sectores sociales más vulnerables y expuestos a los riesgos climáticos, con menor capacidad de recuperación y resiliencia

- "Acorde con las proyecciones climáticas elaboradas en el marco de los Planes Nacionales de Adaptación, los eventos extremos asociados aumentarán su intensidad y frecuencia. Un Aumento del Nivel Medio del Mar que a fines de siglo implicaría hasta 12.000 ha de superficies inundadas y pérdidas de hasta 2.271 ha por erosión costera, un incremento de casi 35% en las precipitaciones medias anuales (para un horizonte lejano), un aumento en la ocurrencia de ciclones y anticiclones sobre el océano, así como eventos extremos de viento, que impactarían en el territorio nacional y aumentos en la temperatura media anual entre 1.5 y 3°C, con una evolución creciente de casi el doble de ocurrencias de olas de calor" (SNRCC, 2021).

1.3. Las áreas inundables (Inundaciones en Uruguay)

Las inundaciones son fenómenos recurrentes potencialmente destructivos que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente de agua. "Se considera inundación al flujo o invasión de agua,

21. De acuerdo con el IPCC (2019), "cada conclusión se basa en una evaluación de la evidencia subyacente y el acuerdo. El nivel de confianza se expresa mediante cinco calificativos: muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto, (p. ej., nivel de confianza medio). Se han utilizado los siguientes términos para indicar la probabilidad de un resultado: prácticamente seguro, 99 % a 100 % de probabilidad; muy probable, 90 % a 100 %; probable, 66 % a 100 %; tan probable como improbable, 33 % a 66 %; improbable, 0 % a 33 %; muy improbable, 0 % a 10 %; y extraordinariamente improbable, 0 % a 1 %. Se utilizan otras expresiones cuando resulta apropiado (sumamente probable, 95 % a 100 %; más bien probable, 50 % a 100 %; más improbable que probable, 0 % a 50 %; y sumamente improbable, 0 % a 5 %)".

por exceso (desbordamiento) de escurrimientos superficiales o por su acumulación en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia de drenaje natural o artificial. Se producen cuando el caudal de las aguas contenidas en una cuenca supera la capacidad del cauce (altura de las orillas naturales o artificiales). En general, la magnitud de una inundación provocada por procesos de origen hidrometeorológicos depende de la intensidad de las lluvias, de su distribución en el espacio tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas" (Cardona, y otros, 2020).

Si bien en Uruguay los eventos naturales extremos son de escasa significación comparados con otras zonas del mundo o la región, "a escala país, constituyen un verdadero problema para la dinámica urbana, económica y social de las ciudades, siendo las inundaciones el evento de mayor prevalencia. En las últimas décadas las inundaciones se han agudizado al constatarse un aumento de precipitaciones y mayor concentración en el tiempo y el espacio de las mismas" (Sierra, 2017).

En general, se habla de inundación cuando el desbordamiento, exceso o acumulación de agua afecta actividades antrópicas, sean de carácter habitacional o productivo. Son eventos que afectan a la gran mayoría de las ciudades del país y que condicionan sus capacidades de desarrollo, así como la calidad de vida de la población (alteración de sus dinámicas productivas, afectación de sus viviendas, impactos en infraestructuras y equipamientos vitales).

Figura 3. **Fotografía de inundación en Durazno, abril de 2016**

Fuente: (C) PNUD/Carlos Lebrato.

A partir del año 2007, Dinagua es la institución referente en temas de inundación y drenaje urbano. En este período, ha generado y recopilado variada y valiosa información sobre el tema. Desde el año 2009 comenzó a trabajar, junto con otras instituciones (SINAE, Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial, Dirección Nacional de Vivienda, gobiernos departamentales) para incorporar al riesgo de inundación en las políticas e instrumentos de gestión pública (mapas de riesgo de inundación, recopilación y procesamiento de curvas de inundación de ribera; definición de directrices de inundación de ribera y desarrollo de protocolos para caracterizar la amenaza y la vulnerabilidad, entre otras acciones). En el año 2018, con el objetivo de avanzar en la gestión de la información, se organiza una geodatabase que permite generar productos de forma estandarizada y con posibilidad de actualización permanente. (Cardona, y otros, 2020) (Martinez, Piperno, Alonso, Pastorino, & Silva, 2022).

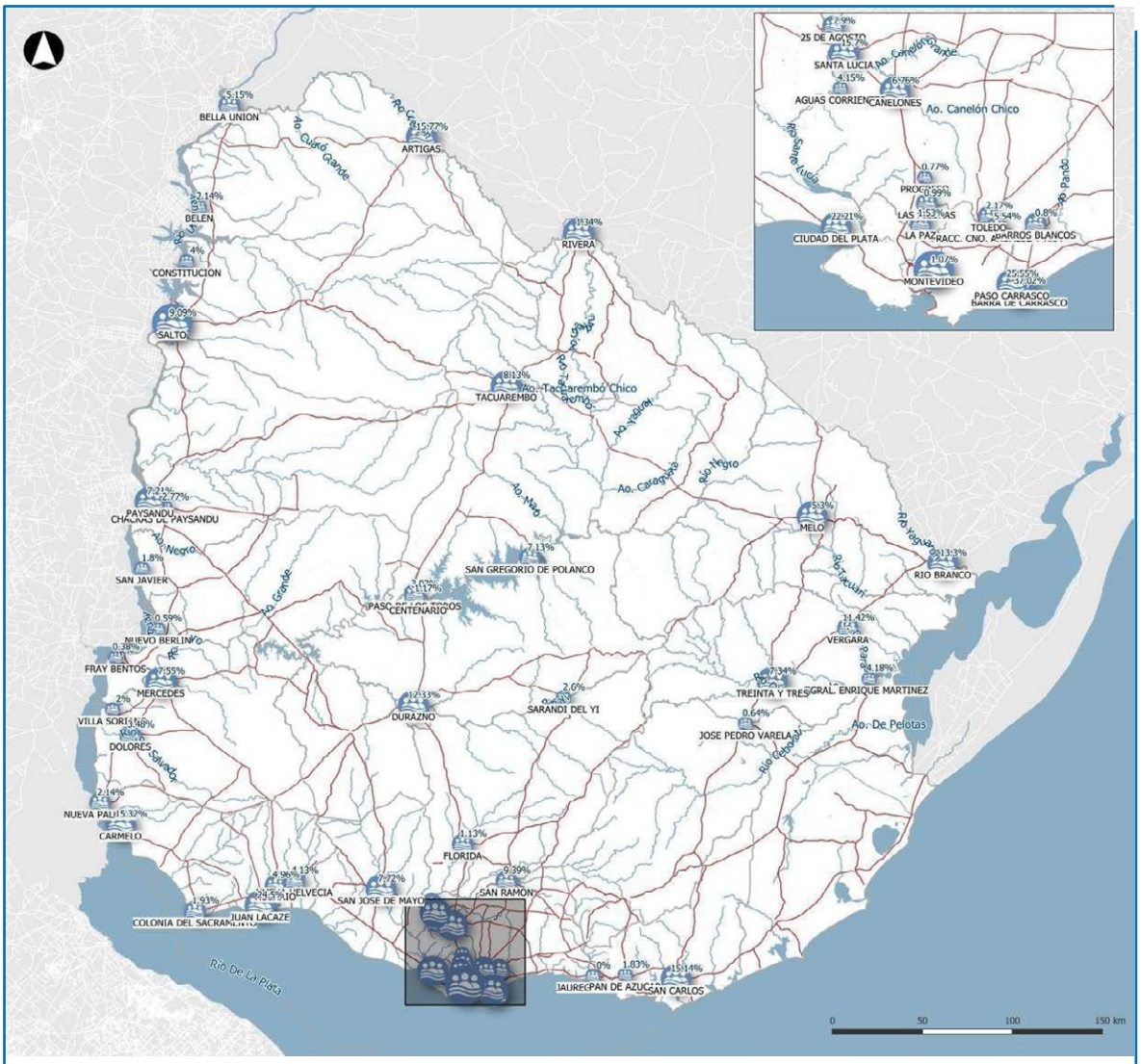
La geodatabase cuenta con información sobre tipos de amenaza de inundación, identificando las localidades afectadas; curvas de inundación generadas por estudios hidrológicos hidráulicos, así como un registro de curvas reales de inundación, realizadas a partir de relevamientos durante los eventos, en trabajo conjunto con otras instituciones; población y vivienda en área inundable; problemas de drenaje pluvial en distintas localidades del país; padrones atravesados por cañadas; viviendas y fraccionamientos afectados por inundaciones costeras; asentamientos irregulares expuestos a inundaciones; pérdida de conectividad terrestre por crecidas; ciudades incluidas en Sistemas de Alerta Temprana, o con previsión de niveles; mapas de riesgo de inundación y avance en su elaboración en las diferentes localidades; población y viviendas afectadas según niveles de riesgo, entre otro tipo de información.

Parte de la información de la geodatabase está disponible para consulta del público a través del Atlas de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano (DINAGUA, 2022); y del Visualizador de Dinagua[22].

A modo de ejemplo de la información proporcionada por el Atlas, en **Figura 4** se presenta la información disponible sobre población en área inundable por localidad, en **Figura 5** gravedad de los problemas de drenaje pluvial por localidad, y en **Figura 6** el mapa que representa las localidades afectadas por pequeños cursos de agua urbanos.

22. https://www.ambiente.gub.uy/informacion_hidrica/

Figura 4. **Población en área inundable por localidad**



REFERENCIAS
Estimación de población en área inundable

- menos de 200 hab.
- 200 - 1000 hab.
- 1000-9000 hab.
- más de 9000 hab.
- % Población en área inundable

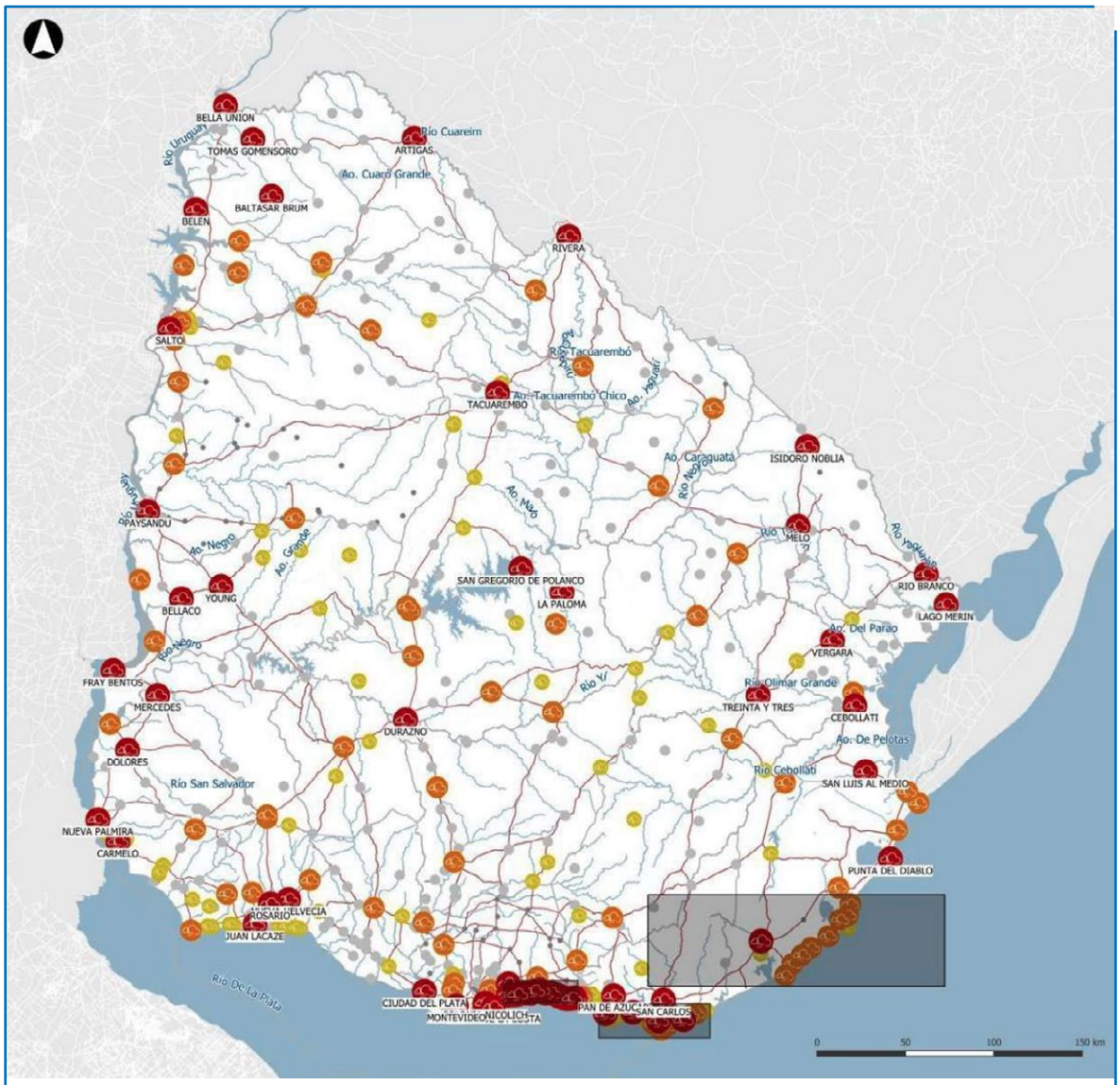
La población en área inundable se define como aquella población expuesta a un evento de inundación en un TR = 100 años. Se estima a partir del cruce de la información de población obtenido del Marco Censal (INE, 2011) con la curva de inundación asociada al evento de inundación de 100 años de periodo de retorno (probabilidad de ocurrencia igual al 1%) o, sí no se dispone de esta información con la curva asociada a la máxima crecida conocida.

La información obtenida permite una aproximación a un aspecto central para medir el riesgo de inundación en las diferentes localidades.

Se presenta el resultado en 52 localidades donde existe la información necesaria para realizar la estimación. Esto representa el 77% de la población urbana del país. Del total de los centros urbanos analizados, se calcula que hay casi 100.000 personas (48.000 hombres y 52.000 mujeres) y más de 34.000 viviendas se ubican en área inundable, siendo Barra de Carrasco, Paso Carrasco, Juan Lacaze y Ciudad del Plata a las localidades donde se registra el mayor porcentaje de población en el área inundable.

Fuente: Dinagua, 2022.

Figura 5. **Gravedad de los problemas de drenaje pluvial en las diferentes localidades**



REFERENCIAS
Gravedad de problemas de drenaje

- Grave
- Medio
- Leve
- No tiene
- Sin identificar

En este mapa se representa la gravedad de los problemas de drenaje pluvial por localidad.

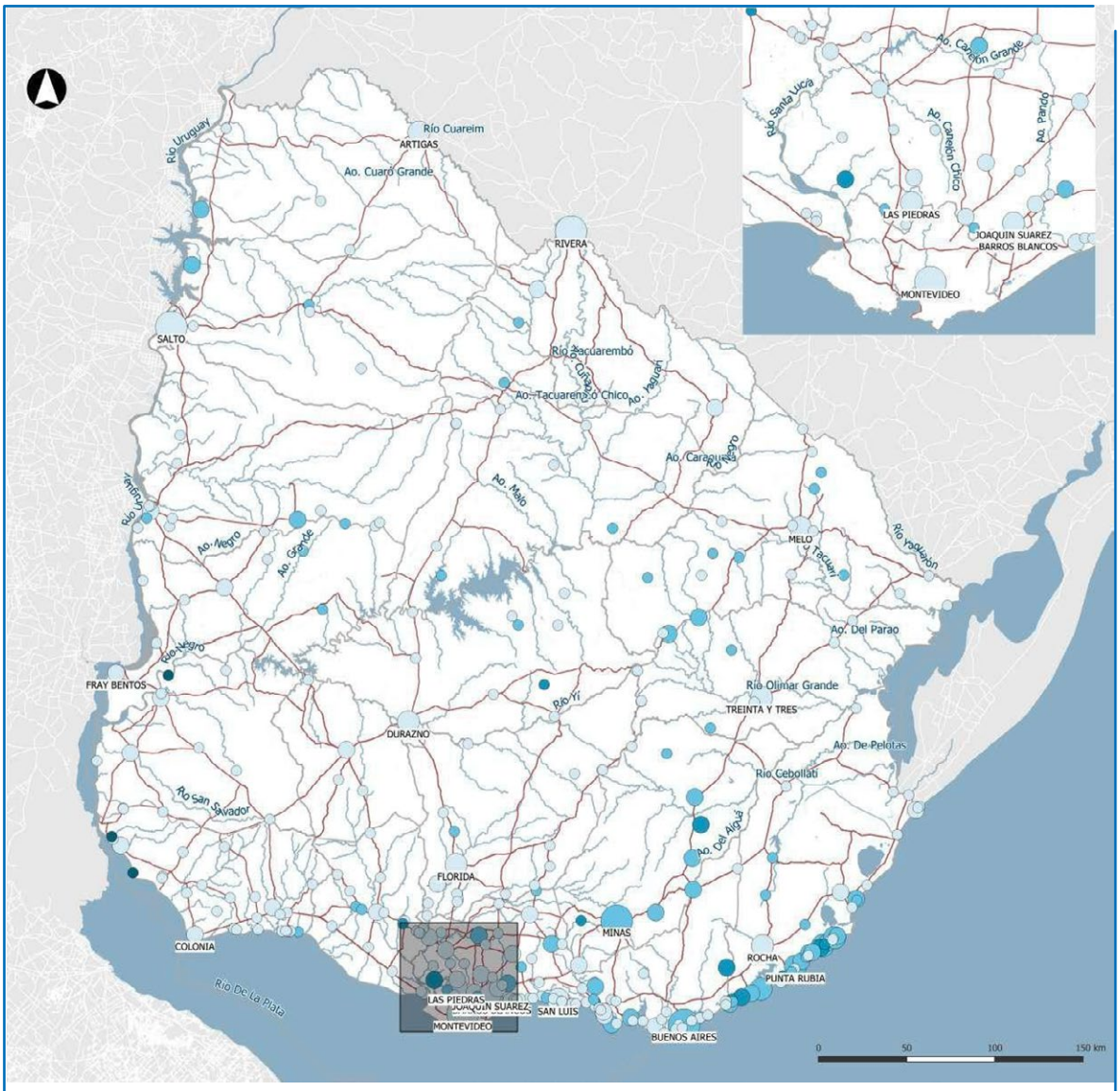
Fue elaborado a partir de entrevistas colectivas a actores responsables de la gestión de las aguas pluviales en los departamentos, como ser, encargados de obras, planificación y de ordenamiento territorial. Se complementó la información relevada con recorridas guiadas y relevamientos fotográficos.

Existen 64 localidades con problemas graves de drenaje pluvial, 68 con gravedad media y 85 con problemas leves. Los tipos de problemas de derechos pluvial identificados como recurrentes a nivel nacional son los vinculados con la introducción de drenaje pluvial al saneamiento y los asociados a predios atravesados por cañadas.

- saneamiento o aguas servidas conectado a pluviales 63%
- cortes de calle / agua estancada 55%
- cunetas o colectores con capacidad insuficiente 51%
- predios privados atravesados por cursos 49%

Fuente: Dinagua, 2022.

Figura 6. **Predios afectados por pequeños cursos de agua urbanos**



REFERENCIAS

Cantidad de predios urbanos afectados por cañadas

- menos de 50 padrones
- 50 - 200 padrones
- 200 - 400 padrones
- más de 400 padrones

Porcentaje de predios urbanos afectados por cañadas

- menos de 5 %
- 5 - 15 %
- 15 - 30 %
- mas de 30 %

En este mapa se expresa la cantidad y porcentaje de predios urbanos atravesados por cañadas o pequeños cursos de agua en relación al total de predios cada localidad. Se realiza el procesamiento con los predios urbanos de la dirección nacional de catastro (actualización diciembre 2021) y la información hidrográfica emergente del vuelo nacional de la infraestructura de datos espaciales (IDE) 2017-2018, conjunto de datos de la hidrografía nacional: cursos de agua (polígonos), Eje canal, Eje curso de agua.

Esta información permite una aproximación a aquellos predios, no necesariamente a las viviendas, qué pueden ser afectados por desbordes recurrentes de cursos menores y cómo eso distribución en el país.

Del análisis de la totalidad de los centros urbanos del país, las localidades que presentan mayor cantidad de predios atravesados por cañadas son Montevideo, Tacuarembó, Salto y Minas.

Fuente: Dinagua, 2022.

1.3.1. Tipos de amenaza de inundación y localidades expuestas

El Atlas de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano identifica seis tipos de amenazas de inundación (inundación de ribera, de cañadas, inundaciones costeras, por drenaje pluvial y asociadas a fallas hidráulicas) incluyéndose además la pérdida de conectividad terrestre, por corte de rutas y caminos. Asimismo, se analiza cómo impactan los diferentes tipos de inundación en las localidades del país.

La información sistematizada refiere a 554 localidades del país[23], de las cuales al menos 334 se encuentran expuestas a algún tipo de amenaza de inundación, y en su mayoría a más de un tipo. En la localidad de Juan Lacaze, departamento de Colonia, se presentan los seis tipos de amenazas, mientras que las localidades de 25 de Agosto, Carmelo, Ciudad del Plata, Enrique Martínez, Mercedes, Nuevo Berlín y San Javier están expuestas a cinco de los seis tipos de amenazas de inundación identificados.

En **Figura 7** se presentan las características de los diferentes tipos de inundación, así como el número de localidades expuestas a cada uno.

23. Se consideran las localidades definidas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir del Censo del año 2011; localidades costeras, que al no tener población no figuran en el censo, de acuerdo con información de la Dirección Nacional de Catastro; y algunas localidades pequeñas que se incorporan como barrios de las ciudades principales.

Figura 7. **Tipos de amenaza de inundación y localidades afectadas**

Inundaciones de ribera

Son causadas por el desborde de cauces naturales de ríos o arroyos como consecuencia de lluvias sostenidas en sus cuencas

52 localidades están expuestas a la amenaza de inundación de ribera

Inundaciones de cañadas

Se trata de inundaciones debidas al desborde de cañadas y pequeños cursos de agua

107 localidades están expuestas a este tipo de amenaza de inundación

Inundaciones de costas

Causadas por agentes marítimos como mareas astronómicas, meteorológicas y el oleaje. En nuestro país se dan tanto en las costas del Río de la Plata como en el océano Atlántico, y pueden ser agravadas por desbordes fluviales y pluviales.

34 localidades están expuestas a inundaciones costeras

Inundaciones por drenaje pluvial urbano

Derivadas del proceso de urbanización. Se producen por tormentas intensas, en general de escasa duración, sobre cuencas urbanas con altos niveles de impermeabilización. Suelen estar asociadas a ausencia o déficit de infraestructura de drenaje pluvial urbano o a su mal funcionamiento.

56 localidades están expuestas a esta amenaza

Inundaciones por fallas en infraestructuras hidráulicas

Inundaciones debidas a fallas en represas, presas en tierra o diques de defensa civil; se trata de eventos de baja probabilidad pero cuyas consecuencias pueden ser catastróficas.

33 localidades están expuestas a esta amenaza

Pérdida de conectividad terrestre por inundación

Aunque los anegamientos y cortes de rutas y caminos no son un tipo de amenaza de inundación específica, se producen como consecuencia de diversos tipos de amenza o por combinación de estas.

34 localidades están expuestas a esta amenaza

181 localidades se encuentran expuestas a un tipo de amenaza de inundación; 76 localidades a 2 tipos; 35 localidades a 3 tipos de amenaza; 24 localidades a 4 tipos de amenaza; 7 localidades a 5 tipos y 1 localidad se encuentra afectada por los 6 tipos de inundación descriptos.

Fuente: Dinagua, 2022

1.3.2. Índice de Nivel de Riesgo de Inundación

El Índice de Nivel de Riesgo de Inundación es una herramienta desarrollada para medir el nivel de riesgo de inundación en las ciudades. Las dimensiones comprendidas para su elaboración son: exposición de personas e infraestructuras; vulnerabilidad social; jerarquía de la ciudad en el sistema urbano y percepción de los actores locales. El nivel de riesgo se clasifica en muy alto, alto, medio y bajo.

De acuerdo con el Índice, 25 localidades presentan niveles de riesgo alto o muy alto (13 son capitales departamentales), de las cuales 11 presentan riesgo muy alto (Durazno, Artigas, Paysandú, Mercedes, San José de Mayo, Salto, Santa Lucía, Paso Carrasco, Treinta y Tres, Ciudad del Plata y Juan Lacaze) y 14 riesgo alto (Canelones, San Carlos, San Gregorio del Polanco, Melo, Tacuarembó, Bella Unión, Montevideo, 25 de Agosto, Rosario, Río Branco, San Javier, Paso de los Toros, Colonia del Sacramento y Rivera).

El índice ha sido elaborado con base en la información disponible, que corresponde a inundaciones fluviales y costeras. Dada la relevancia que tienen las inundaciones por drenaje pluvial, se considera necesario generar la información para poder incluir este tipo de inundación en futuras actualizaciones del índice.

1.3.3. Mapa de riesgo de inundación

El mapa de riesgo de inundación (MDRI) es una herramienta que permite localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica los agentes generadores del riesgo, los niveles de exposición de viviendas e infraestructuras y la vulnerabilidad de la población a verse afectada. Es un producto en permanente evaluación y ajuste.

Para su elaboración se realizan estudios hidrológicos e hidráulicos que permiten identificar zonas según frecuencia de inundación (mapa de amenazas) y un análisis socioterritorial para evaluar la exposición y vulnerabilidad de las zonas afectadas (mapa de vulnerabilidad y exposición). A partir de la integración de los diferentes mapas se definen las zonas según riesgo, correspondiéndole a cada zona medidas específicas.

Las zonas de riesgo alto son aquellas que tienen altos niveles de vulnerabilidad y una frecuencia de inundación alta (probabilidad de ocurrencia mayor a un 10% anual), mientras que las de riesgo bajo tienen niveles menores de vulnerabilidad social y frecuencia de inundación baja (probabilidad de ocurrencia anual entre 1% y 0,2 %).

En los sectores de ciudad con riesgo alto (zonas indicadas con color rojo, ver **Figura 8**) se promueve la transformación del uso y ocupación del territorio a modalidades compatibles con la crecida. En aquellas zonas con riesgo medio y bajo se considera que la modalidad de ocupación predominante tiene capacidad de adaptación. Se propone, en estos casos, una caja de herramientas con medidas de adaptación de vivienda, de equipamientos adecuados, de normativas y de comunicación, entre otras.

En los casos de riesgo bajo se autoriza la instalación de vivienda nueva, pero se limita la instalación de aquellos equipamientos que ante una inundación podrían afectar el funcionamiento de la ciudad (por ejemplo, hospitales) o aquellos que de inundarse podrían tener consecuencias para la salud de la población o el ambiente (por ejemplo, plantas de tratamiento de efluentes residuales). Asimismo, quedan identificadas las zonas aún no urbanizadas, pero con presiones de ocupación, denominadas zonas de riesgo potencial. En estas zonas se plantean medidas de prevención promoviendo usos compatibles.

Por otra parte, en los Mapas de Riesgo de inundación se identifican servicios, equipamientos e infraestructuras de acuerdo con su nivel de compatibilidad con las inundaciones. Estos equipamientos se categorizan como compatibles, incompatibles o con restricciones por inundación:

Incompatible: se definen así a aquellos equipamientos que por la función que cumplen (más allá de las particularidades) no son compatibles con las inundaciones.

Compatible con restricciones: son aquellos que deben o pueden estar cerca de los cursos de agua. Algunos de estos usos son compatibles con las inundaciones si se cumplen ciertas adaptaciones. Se incluyen aquí otros equipamientos que tienen sectores particulares que deben ser protegidos. También se consideran los casos en que, más allá de la actividad que se desarrolla, lo relevante es la forma en que se constituye el espacio físico.

Compatible: se clasifican aquí aquellos usos que en general son aptos de ser ubicados en áreas inundables.

Figura 8. **Mapa de riesgo de inundación; niveles de riesgo, acciones recomendadas y sugerencias para la categorización del suelo**

Niveles		Usos del suelo	Acción necesaria	Instrumentos asociados
Existente	ALTO (ROJO)	Suelo urbano o suburbano, cuyos usos están fuera del ordenamiento por inundación	Promover la transformación. Desestimular usos no compatibles	Policía territorial
				Programa de actuación integrada
				Plan de relocalización
				Sistema de alerta temprana
				Inscripción registro de la propiedad inmueble del nivel de riesgo del patrón
	MEDIO (NARANJA)	Suelo urbano, con restricciones por inundación	Adaptación	Seguros
				Adaptación de viviendas
				Sistema de alerta temprana
				Adaptación de infraestructura urbana
				Inscripción al registro de la propiedad de inmueble del nivel de riesgo del padrón
	BAJO (AMARILLO)		Adaptación	Seguros
				Adaptación de viviendas
				Sistema de alerta temprana
				Adaptación de infraestructura urbana
				Inscripción al registro de la propiedad de inmueble del nivel de riesgo del padrón
Futuro	POTENCIAL	No se puede urbanizar	Prevención de la ocupación	TR-100 en Directriz Nacional de Ordenamiento Territorial
			Estimular usos compatibles	Evaluación Ambiental Estratégica

Fuente: Dinagua, 2022.

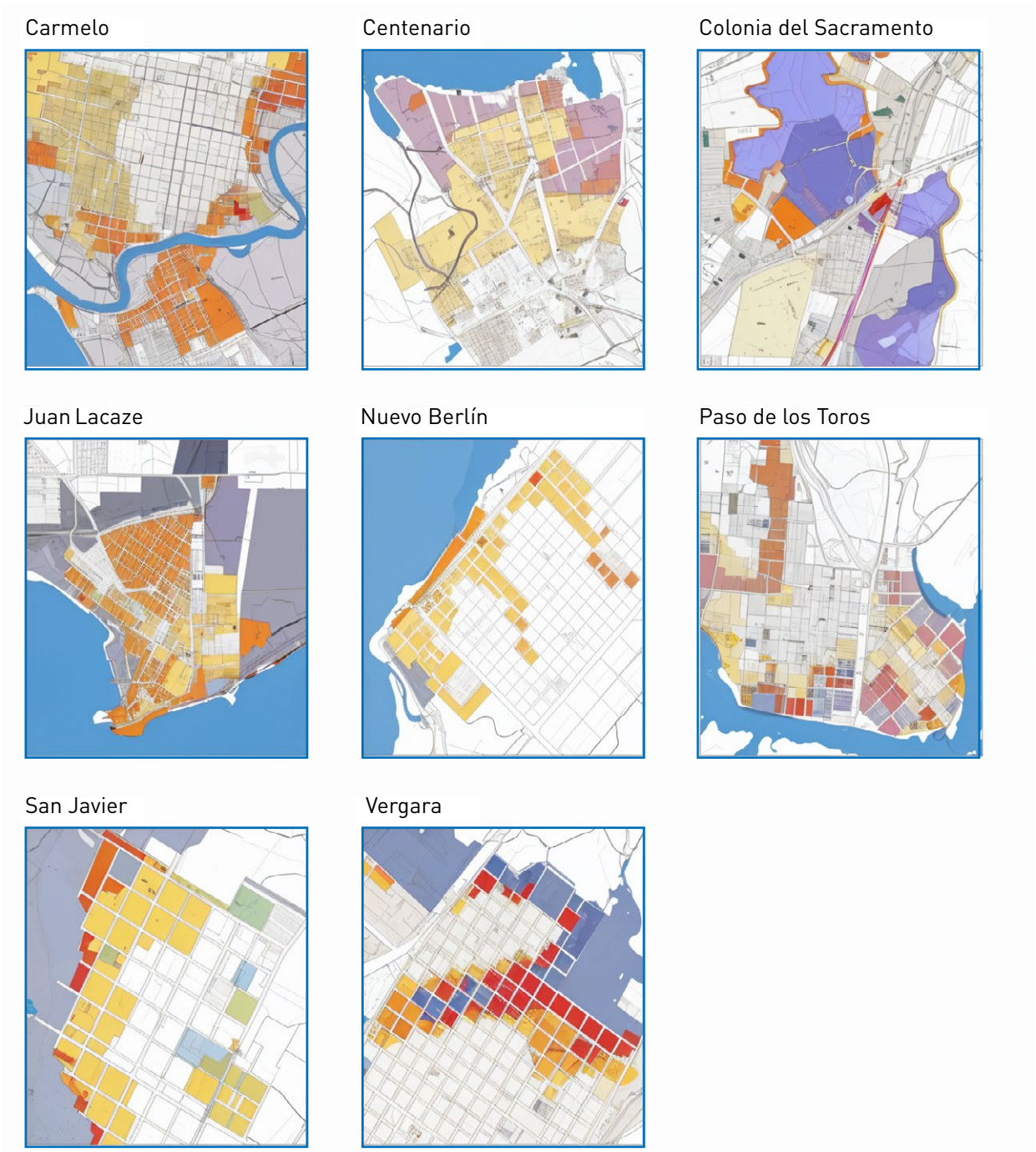
El MDR es utilizado para integrar la gestión de riesgo de inundaciones a los Planes Locales de Ordenamiento Territorial (PLOT). Las propuestas incluidas en el MDRI son validadas por el ejecutivo y legislativo departamental y pasan a ser parte de la categorización de suelo de la localidad, con carácter normativo, quedando al mismo nivel jurídico que otras disposiciones referidas a la edificabilidad como retiros, alturas máximas admitidas, entre otros.

Al año 2023, se han elaborado junto con los gobiernos departamentales 16 MDRI, 9 de los cuales ya se han incorporado a los PLOT; además, 9 MDR se encuentran en proceso de elaboración. En **Figura 9** se presenta el estado general de los mapas de riesgo elaborados y en **Figura 10** los mapas de riesgo de inundación elaborados que aún no fueron incorporados a los PLOT.

Figura 9. **Estado de avance de los mapas de inundación por localidad**

Fuente: Dinagua, 2022.

Figura 10. **Mapas de riesgo de inundación elaborados, aún no incorporados al PLOT de la localidad**



Fuente: Dinagua, 2022.

De las 25 localidades con riesgo alto o muy alto de inundación, 11 disponen de MDRI, constituyendo un objetivo para el país que se avance en el desarrollo de este instrumento en las localidades con mayor riesgo. Como se mencionará en el ítem 1.6 de este reporte, forma parte de los compromisos o contribuciones del país ante la CMNUCC que, para el año 2030, el 100 % de las ciudades con niveles de riesgo de inundación muy alto, alto o medio hayan elaborado sus MDRI.

1.3.4. Población en área inundable

Del análisis realizado a 52 localidades[24], que representan un 77 % de la población del país, se concluye que más de 100 mil personas y más de 34 mil viviendas se ubican en áreas inundables. Se considera, para esta estimación, como población en área inundable, a aquella expuesta a un evento de inundación con una probabilidad anual del 1% o lo que es equivalente a un Tr[25]=100 años. Para las localidades que no cuentan con estudios hidrológicos o hidráulicos, se considera para la estimación la máxima crecida conocida.

Barra de Carrasco, Paso Carrasco, Juan Lacaze y Ciudad del Plata son las localidades con mayor porcentaje de población en área inundable.

La información sobre población en área inundable permite observar que a nivel país un 22 % de los hogares ubicados en estas áreas son hogares monoparentales con jefatura femenina y que, en promedio, un 13 % de las personas que viven en estas zonas tienen menos de 15 años. Se estima que más de 25 mil niños menores de 15 años viven en áreas inundables.

Al hacer foco en los datos por localidad se constata que estos porcentajes pueden aumentar, y que en general se asocia este aumento con los niveles de riesgo de la localidad. Así, por ejemplo, en Ciudad del Plata, una localidad con riesgo muy alto de inundación, el porcentaje de menores de 15 años que viven en áreas inundables escala al 35 %, y en Paso Carrasco, otra localidad con riesgo muy alto, los menores de 15 años representan el 30 % de la población que vive en áreas inundables.

En las localidades de Paso Carrasco y de Artigas (ambas con niveles de riesgo muy alto), entre el 15 y 20 % de la población que vive en zonas inundables tiene tenencia insegura de sus viviendas mientras que en cinco localidades con riesgo muy alto de inundación (Durazno, Artigas, Paysandú, Mercedes, San José de Mayo y Salto), los hogares con hacinamiento representan entre el 5 y el 15 % de la población ubicada en áreas inundables.

A partir del registro histórico de eventos de inundación, se observa que en un período de 15 años (2003-2018) las inundaciones provocaron que más de 117 mil personas debieran ser evacuadas[26] de sus hogares; solamente en el año 2015 hubo 33 mil personas evacuadas. La localidad de Durazno fue la que tuvo mayor número de evacuados en los últimos 15 años (34.676 personas), seguida de Paysandú (20.940 personas) y Artigas (17.827 personas).

El Atlas (Dinagua, 2022) también analiza la exposición de los asentamientos irregulares a las inundaciones. De los 616 asentamientos irregulares identificados en todo el país, 356 tienen algún tipo de exposición a la inundación (58%).

24. Se analizaron las localidades para las que estaba disponible la información necesaria para realizar la estimación.
25. Se considera Tr (Tiempo de retorno) al lapso de tiempo promedio que es esperable que transcurra entre dos eventos de determinada magnitud.
26. De acuerdo con el SINAE, se considera evacuada a una persona desplazada que es alojada en un albergue temporal bajo la coordinación integral del CDE/CECOED del departamento respectivo. Un albergue temporal es un espacio físico destinado a brindar atención integral: resguardo, protección, alimentación, vestimenta, recreación y salud por un tiempo transitorio a las personas desplazadas que lo necesitan. Recuperado de https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/Gui%CC%81a%20para%20la%20coordinacio%CC%81n%20del%20desplazamiento%20de%20personas%20en%20la%20accio%CC%81n%20humanitaria.pdf en febrero de 2023

1.3.5. Cambio climático e inundaciones

Como se analizó previamente, el cambio climático tiene impactos sobre las diferentes amenazas hidroclimáticas que afectan a Uruguay. Respecto a la amenaza de inundación, los posibles impactos asociados son:

- Aumento de precipitaciones intensas de corta duración. Si bien el grado de incertidumbre en las estimaciones no permiten cuantificar fielmente cuánto podría ser el incremento de este tipo de fenómenos es de esperar que aumente la frecuencia y la cantidad de personas afectadas.

- Aumento en lluvias de larga duración. Es esperable que aumente la frecuencia y cantidad de personas afectadas por inundaciones de ribera.

- Aumento del nivel medio del mar. Junto con el incremento en la erosión de los sistemas costeros que protegen de la acción del oleaje, es esperable que produzcan un aumento de las personas afectadas durante sudestadas.

1.4. Marco institucional relacionado con la gestión de riesgo

Desde el año 2019, el **Sistema Nacional de Emergencias** (SINAE) es la institucionalidad referente en temas relativos a la gestión integral del riesgo en el país. Se trata de "un sistema público de carácter permanente, cuya finalidad es la protección de las personas, los bienes de significación y el medio ambiente, ante el acaecimiento eventual o real de situaciones de desastre, mediante la coordinación conjunta del Estado con el adecuado uso de los recursos públicos y privados disponibles, de modo de propiciar las condiciones para el desarrollo nacional sostenible" (art. 1 de la Ley 18.621). Un aspecto a destacar del funcionamiento de este Sistema es su marco de actuación descentralizado, a partir de la creación de Subsistemas de Emergencias Departamentales integrados por un Comité Departamental de Emergencias (CDE), órgano responsable de la formulación de políticas y estrategias coordinadas desde los gobiernos departamentales, y un Centro Coordinador de Emergencias Departamental (CECOED) que es el ámbito donde se coordinan las acciones específicas ante un evento, siguiendo los lineamientos políticos y estratégicos definidos.

En lo que refiere a políticas sobre variabilidad y cambio climático, también funciona un ámbito de coordinación interinstitucional, el **Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático** (SNRCC), creado en 2009, en el marco del cual se planifican acciones para la prevención de riesgos, la mitigación y la adaptación al cambio climático. Desde el SNRCC se impulsó, en el año 2016, un proceso participativo para la redacción de la Política Nacional de Cambio Climático, aprobada en el 2017.

El grupo de coordinación del SNRCC, liderado por el Ministerio de Ambiente, está integrado por representantes de las siguientes instituciones: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca; Oficina de Planeamiento y Presupuesto; Ministerio de Defensa; Ministerio de Economía y Finanzas; Ministerio de Industria, Energía y Minería; Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Salud Pública; Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial; Ministerio de Turismo; Congreso de Intendentes; Sistema Nacional de Emergencias; Ministerio de Transporte y Obras Públicas; Ministerio de Educación y Cultura; Instituto Uruguayo de Meteorología y Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional. Además del grupo de coordinación, funcionan en la órbita del SNRCC grupos de trabajo temáticos como el de Daños y Pérdidas, el grupo de Educación, Sensibilización y Comunicación; el grupo de Adaptación y el grupo de Género.

En el año 2020 se creó una secretaría específica responsable de las políticas ambientales, el **Ministerio**

de Ambiente[27], en cuya órbita funciona la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental; la Dirección Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; la Dirección Nacional de Cambio Climático y la Dirección Nacional de Aguas.

La **Dirección Nacional de Aguas** tiene como cometidos específicos avanzar en la implementación de la gestión integrada de las aguas de las cuencas y acuíferos nacionales y transfronterizos; continuar con la implementación de los planes y programas previstos en el Plan Nacional de Aguas; y fortalecer los espacios de participación para la gestión integrada de las aguas. De acuerdo con lo definido en el Plan Nacional de Aguas, la Dinagua también desarrolla políticas de previsión y prevención de inundaciones y sequías, así como para la gestión de las aguas pluviales urbanas.

En la órbita del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial, la **Dirección Nacional de Vivienda**, entre otros cometidos, es responsable de los planes de relocalización, mientras que la **Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial**, asesora a los gobiernos departamentales en la elaboración de instrumentos de ordenamiento territorial, como por ejemplo Planes Locales de OT, en los que se procura incorporar al riesgo como una de las dimensiones a tener en cuenta para la ocupación del territorio.

Tanto en lo que refiere a la gestión de riesgos como al abordaje de la variabilidad y el cambio climático, los **gobiernos departamentales y locales** cumplen un rol sustantivo. De acuerdo con lo pautado tanto en el Ley 10.723 de Centros Poblados, como en la LOTDS, son competencias del gobierno departamental la categorización del suelo, así como establecer y aplicar regulaciones territoriales sobre usos, fraccionamientos, urbanización, edificación, demolición, conservación, protección del suelo y policía territorial, mediante la elaboración, aprobación e implementación de instrumentos de ordenamiento territorial. Entre otros asuntos, son los gobiernos departamentales los encargados de planificar y gestionar el uso y ocupación de las áreas inundables, el drenaje pluvial y los sistemas de saneamiento estático y de saneamiento por red en Montevideo. A partir de la aprobación de la Ley de Descentralización Política y Participación Ciudadana, se atribuyen competencias a los municipios en algunos aspectos del ordenamiento del territorio y la gestión ambiental.

1.5. Marco normativo

Uruguay ha desarrollado normativa específica asociada con la gestión del riesgo, la planificación y el ordenamiento del territorio, la gestión de los recursos hídricos, así como abordar los desafíos relativos a la variabilidad y el cambio climático. Se sintetizan a continuación las principales leyes y decretos, del ámbito nacional, vinculados con dichas temáticas

Año 2008: Ley 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. La LOTDS establece un marco regulador general para el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible del país, definiendo competencias e instrumentos de planificación, participación y actuación y orientando el proceso de ordenamiento del territorio Entre otras materias de su competencia, se encuentra la identificación de zonas de riesgo por la existencia de fenómenos naturales o instalaciones peligrosas para asentamientos humanos, estableciendo pautas, por ejemplo, para regular la instalación de predios en terrenos inundables, regular el fraccionamiento de los predios costeros estableciendo límites para el asentamiento, y determinar que los instrumentos de ordenamiento territorial orienten los futuros desarrollos urbanos hacia zonas no inundables.

27. Uruguay cuenta con organismos ambientales desde la creación de Instituto Nacional para la Preservación del Medio Ambiente (INPMA) por Ley Nº 14.053 del 30 de diciembre de 1971, aunque el primer ministerio encargado de la temática fue el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), creado por Ley Nº 16.112, de 30 de mayo de 1990. Las competencias ambientales asignadas por ley al MVOTMA, fueron transferidas al Ministerio de Ambiente por la ley que lo creó. Recuperado de: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/institucional/creacion-evolucion-historica, en febrero de 2023

Año 2009: Ley 18.621 de Creación del Sistema Nacional de Emergencias, un sistema público de carácter permanente, encargado de la protección de personas, bienes y el medio ambiente ante situaciones de desastre. La Ley constituye el marco legal para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en el país.

Año 2009: Ley 18.610, Política Nacional de Aguas. Principios rectores para la gestión de los recursos hídricos, así como los usos y servicios relativos al agua, contemplando escenarios de variabilidad y cambio climático.

Año 2010: Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Instrumento que orienta la incorporación del cambio climático en la estrategia de desarrollo del país.

Año 2017: Ley 19.525, Directrices Nacionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. Entre otros aspectos, brinda recomendaciones para la planificación en el manejo de las aguas pluviales, así como criterios para la urbanización en zonas inundables con períodos de retorno menores a cien años.

Año 2017: Decreto 205/017. Plan Nacional de Aguas. Instrumento técnico político para la planificación y gestión de las aguas considerando los diversos usos del recurso. Una de sus directrices es la incorporación del concepto de riesgo en la planificación y la gestión, estableciendo un objetivo específico, Agua y sus riesgos asociados, dirigido a prevenir, reducir y a adaptarse a los eventos extremos y el cambio climático.

Año 2017: Decreto 310/017. Política Nacional de Cambio Climático. Instrumento estratégico de corto, mediano y largo plazo que guía las transformaciones que debe hacer el país para enfrentar los desafíos de la variabilidad y el cambio climático. El párrafo 11 de la Política define: "Promover el desarrollo de ciudades, comunidades, asentamientos humanos e infraestructuras sostenibles y resilientes frente al cambio y la variabilidad climática, que contribuyan a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero" y como línea de acción: "Profundizar la adecuada incorporación de la mitigación y la adaptación al cambio y variabilidad climática en la planificación urbana, en los instrumentos de ordenamiento territorial y el paisaje".

Año 2019: Ley 19.772, Directriz Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible del Espacio Costero del Océano Atlántico y del Río de la Plata. Instrumento de política pública para promover el uso sustentable de los recursos naturales y culturales del espacio costero del océano Atlántico y del Río de la Plata. Entre otros objetivos, se propone adaptar las intervenciones en el espacio costero al cambio climático y al aumento de la variabilidad.

Año 2020: Decreto 066/2020. Política Nacional de Gestión Integral de Riesgo de Emergencias y Desastres, en la que se definen lineamientos estratégicos y orientaciones para las diferentes prácticas de gestión de riesgo en el país. En ella se establece que "La gestión integral del riesgo de emergencias y desastres debe estar basada en la identificación y estimación o evaluación del riesgo a que se está expuesto, dado que no es posible gestionar lo que se desconoce. Esto implica generar el conocimiento sobre los peligros (o amenazas), analizar la vulnerabilidad y exposición, para poder establecer los niveles de riesgo y reducir a su mínima expresión la incertidumbre, de manera de contribuir a la toma de decisiones para adoptar estrategias y acciones integrales de gestión del riesgo, tanto a nivel público como privado". Se definen en dicha política los diferentes tipos o procesos de gestión del riesgo: gestión prospectiva (acciones que se planifican para evitar y prevenir la conformación de riesgos futuros); gestión correctiva (diseñada para abordar riesgos preexistentes, mitigando o reduciendo sus impactos); gestión compensatoria (involucra actividades que refuerzan la resiliencia social y económica de las personas y las sociedades ante el riesgo residual que no es posible reducir o corregir de manera efectiva).

Año 2020: Decreto 30/020 reglamentario de la Ley 19.525 (Directrices Nacionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible). Entre otros aspectos, define para nuevos instrumentos de ordenamiento territorial, en zonas urbanizadas por debajo de Tr=100, actividades con riesgos admisibles; y en zonas urbanizadas la incorporación de mapa de riesgo de inundación, definiendo usos y actividades admisibles. Asimismo, establece zonas de amortiguación en cursos de agua con criterios de protección.

Año 2021. Estrategia Climática de Largo Plazo, en la que el país refleja su visión "aspiracional" de largo plazo en materia de cambio climático, en aspectos de adaptación y resiliencia, así como de mitigación de emisiones y remoción de Gases de Efecto Invernadero.

1.6. Avances

Uruguay ha ratificado las principales estrategias y asumido compromisos a nivel internacional para el abordaje de la gestión de riesgo de desastres y el cambio climático, que se expresan en distintos documentos estratégicos y de planificación elaborados en los últimos años.

- **Marco de Sendai** para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, aprobado en marzo de 2015. La Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Emergencias y Desastres en Uruguay, que orienta las acciones en materia de gestión de riesgos en el país, tiene un horizonte temporal a 2030 que coincide con el Marco de Sendai, y se sustenta en lo definido por dicho instrumento internacional.

- **Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático** (CMNUCC), ratificada y aprobada en Uruguay por Ley 16.517 de 1994. La Convención se reúne anualmente en lo que se conoce como Conferencia de las Partes (COP). En la COP 21, del año 2015, fue adoptado por las Partes el Acuerdo de París que entró en vigor en el 2016.

- **Acuerdo de París**. Es un tratado internacional sobre el cambio climático en el que las partes de la CMNUCC se comprometieron a combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones para un futuro con bajas emisiones de carbono. Su objetivo es limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C, preferiblemente a 1,5°C. Este acuerdo fue ratificado por Uruguay en su Ley 19.439 del año 2016.

- Para hacer un seguimiento de los avances a nivel internacional respecto a medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, los países presentan contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) ante la CMNUCC.

- La primera CDN fue presentada por Uruguay en el año 2017, con un horizonte temporal a 2025. En ella el país define como prioridades, entre otras medidas asociadas a la gestión del riesgo y los impactos del cambio climático: establecimiento de sistemas de alerta temprana por inundación en al menos 8 ciudades; desarrollo de mapas de riesgo de inundación en al menos 30 ciudades; disponer de información georreferenciada de vulnerabilidad social asociada a eventos climáticos adversos; relocalización de hogares en zonas inundables y/o contaminadas. En el Visualizador de avances de la Contribución determinada a nivel Nacional y otros indicadores asociados se pueden hacer un seguimiento del progreso del país en el cumplimiento de los objetivos y metas definidos en su CDN[28].

- Otro de los compromisos asumidos por Uruguay en la primera CDN refiere al desarrollo de

28. Visualizador https://visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/api/repos/%3Apublic%3Aorganismos%3Aambiente%3Avisualizador_cdn.wcdf/generatedContent

instrumentos de planificación de la adaptación al cambio climático a nivel sectorial[29]. Así, en el año 2019 fue aprobado el Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PNA-Agro)[30], y en el año 2021 el Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático en ciudades e infraestructuras (PNA Ciudades)[31] y el Plan Nacional de Adaptación al cambio y la variabilidad climática en la zona costera de Uruguay (PNA Costas)[32]. Actualmente se encuentran en proceso de desarrollo planes de adaptación para el sector salud y energía.

- En el marco del **PNA Ciudades** se prevén medidas de adaptación dirigidas a: fortalecer la incorporación del enfoque de gestión de riesgos climáticos en los servicios públicos de agua potable, saneamiento y drenaje pluvial; fortalecer procesos de planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos; incorporar en la normativa para edificaciones los requisitos técnicos para reducir riesgos y mejorar su desempeño frente a las exigencias climáticas; implementar políticas para mejorar el desempeño climático de las edificaciones ya existentes; fortalecer la articulación y ampliar la cobertura de los sistemas de alerta temprana; mejorar la infraestructura y los sistemas de gestión de los servicios públicos para asegurar su continuidad en situaciones de emergencia y eventos climáticos extremos y aumentar el conocimiento en las instituciones del sector público sobre los riesgos (SNRCC, 2021ª).

Por su parte, el **PNA Costas** define, entre otras medidas: Introducir en el diseño de nueva infraestructura costera el efecto del cambio climático en la vida útil de la obras; proteger y adecuar los sistemas de drenaje (pluviales, redes de alcantarillado) ante la posibilidad de inundaciones, especialmente en zonas de barrancas y desembocaduras de ríos y arroyos; identificación, evaluación y monitoreo de impactos causados por eventos hidroclimáticos extremos; generación de datos poblacionales georreferenciados e indicadores de vulnerabilidad social (hogares monoparentales encabezados por mujeres, déficit habitacional, servicios públicos de atención infantil); elaboración de mapas de amenazas, vulnerabilidad y riesgo para los sectores identificados como vulnerables; elaboración de mapas de inundaciones costeras en centros urbanos a lo largo de la zona costera; desarrollo de una guía de códigos de construcción apropiados para la zona costera; establecer requisitos para la construcción de edificios para maximizar la protección contra inundaciones (técnicas y materiales de elevación y construcción); protección de infraestructuras de alto valor cultural y/o social.

- En 2021, Uruguay presentó ante la CMNUCC su **Estrategia Climática de Largo Plazo** (ECLP)[33], en línea con lo definido en el Acuerdo de París. La ECLP presenta una visión aspiracional, consolidando en el largo plazo (2050) los objetivos definidos en la Política Nacional de Cambio Climático; los compromisos asumidos en las CDN y

29. Los Planes Nacionales de Adaptación como instrumento de planificación fueron establecidos bajo el Marco de Adaptación de Cancún en la COP 16, en el año 2010 y su objetivo es reducir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, fomentar la capacidad de adaptación y resiliencia y facilitar la integración de la adaptación al cambio climático en el desarrollo planificado.

30. Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático para el sector agropecuario. Recuperado en: https://www.undp.org/es/uruguay/publications/plan-nacional-de-adaptaci%C3%B3n-la-variabilidad-y-el-cambio-clim%C3%A1tico-para-el-sector-agropecuario-pna-agro, enero de 2023.

31. Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático en ciudades e infraestructuras. Recuperado en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-nacional-adaptacion-variabilidad-cambio-climatico-ciudades, enero de 2023

32. Plan Nacional de Adaptación para la zona costera. Recuperado en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/plan-nacional-adaptaci%C3%B3n-zona-costera, enero de 2023.

33. Estrategia Climática de Largo Plazo. Recuperada en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/estrategia-largo-plazo-uruguay, en febrero de 2023.

las acciones previstas en los planes de adaptación a la variabilidad y el cambio climático que el país ha desarrollado en los últimos años.

- **La segunda CDN**[34], con un horizonte a 2030, fue presentada por Uruguay ante la CMNUCC en diciembre de 2022. En el documento, que, de acuerdo a lo pautado en la Convención, debía ser más ambicioso que la primera CDN, se plantean objetivos específicos de adaptación dirigidos a reducir los impactos del cambio climático en los sistemas socioecológicos, disminuyendo pérdidas y daños y fortaleciendo la resiliencia. Se definen, por ejemplo, medidas para fortalecer la gestión integral del riesgo de emergencias y desastres; ampliación de ciudades con sistemas de alerta temprana: compromisos para que el 100% de las ciudades con niveles de riesgo de inundación muy alto, alto o medio, cuenten con mapas de riesgo de inundación; y medidas para que el cambio y la variabilidad climática sean considerados en la gestión integrada de los recursos hídricos para protegerlos y garantizar la disponibilidad y calidad del recurso, tales como planes de seguridad de agua.

- **Conferencia de Naciones Unidas Habitat III**[35]. En línea con los compromisos del Acuerdo de París, establece una nueva agenda urbana sobre vivienda y desarrollo sostenible que incorpora explícitamente el cambio climático, la adaptación y la gestión de riesgo en sus principios y objetivos.

- Uruguay también ha avanzado en el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por los estados miembros de las Naciones Unidas en el año 2015, que plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) con un horizonte a 2030. Los Informes Nacionales Voluntarios reportan los desafíos del país, así como los avances en los distintos ODS. En el informe del año 2018[36] Uruguay reporta, entre otros, el avance del ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles, señalando como algunos de los logros alcanzados la reducción del número de asentamientos irregulares; la Estrategia Nacional de Acceso al Suelo Urbano y la aprobación de ciertos instrumentos normativos y políticas públicas, como la Política Nacional de Cambio Climático y el Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Uno de los objetivos a cumplir para el avance de este ODS, de acuerdo con el reporte, es la incorporación de la adaptación en los instrumentos de planificación y en los mapas de riesgo. También se reporta el ODS 6, Agua Potable y Saneamiento, como se mencionará más adelante en este reporte.

  En el informe voluntario del año 2021[37] se incluyen los avances del país en el ODS 13, Acción por el clima y en el año 2022 el informe[38] reporta los avances en el ODS 4, Educación de calidad. En el sitio https://ods.gub.uy/ se puede acceder a los compromisos asumidos por el país, así como a los avances para cada uno de los 17 ODS.

- En la **Estrategia Nacional de Desarrollo - Uruguay 2050**[39], presentada por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto en el año 2019, se definen los principales desafíos que enfrenta el país con una mirada a largo plazo, entre los que se menciona al cambio climático y la sostenibilidad ambiental.

34. Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional recuperada en https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/uruguay-presento-hoy-su-segunda-contribucion-determinada-nivel-nacional, en febrero de 2023.
35. Nueva Agenda Urbana. Habitat III (2016). Recuperada en: https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf, febrero de 2023.
36. Informe Nacional Voluntario 2018, recuperado en: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/19436Uruguay_VNR_URUGUAY_2018.pdf, febrero de 2023
37. Informe Nacional Voluntario 2021, recuperado en: https://www.gub.uy/agencia-uruguaya-cooperacion-internacional/comunicacion/publicaciones/informe-nacional-voluntario-2021, en febrero de 2023
38. Informe Nacional Voluntario 2022, recuperado en: https://www.gub.uy/agencia-uruguaya-cooperacion-internacional/comunicacion/publicaciones/informe-nacional-voluntario-2022 en febrero de 2023
39. Estrategia Nacional de Desarrollo – Uruguay 2050. Recuperado en: https://www.opp.gub.uy/es/noticias/opp-presento-la-estrategia-de-desarrollo-2050, febrero de 2023

- **Plan Nacional Ambiental de Desarrollo Sostenible** (2019), instrumento de planificación estratégica que orienta las políticas en materia ambiental a 2030. Metas asociadas a reducción de la población en situación de riesgo, gestión de las zonas costeras, aumento de la resiliencia de los sistemas socioecológicos al cambio y la variabilidad climática

- Considerando que más de la mitad de la población del país vive en el área metropolitana de Montevideo (Montevideo y ciudades de Canelones y San José), constituyen avances significativos los planes de gestión de riesgo desarrollados en los departamentos de Montevideo y Canelones. El primer **Plan de Gestión Integral del riesgo de Montevideo (2020-2024)**[40] orienta las acciones departamentales y municipales, así como de otras instituciones públicas, del sector privado y de la sociedad civil, para avanzar en el fortalecimiento de la resiliencia y la reducción del riesgo de desastres y sus pérdidas asociadas. Asimismo, en el año 2022, Canelones presentó su **Plan departamental de Gestión Integral de riesgos**[41].

- En el año 2021, en el marco del SNRCC, se elaboró la **Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático** (ENACE), focalizada en el desarrollo de acciones orientadas a la educación, formación, sensibilización pública, acceso a la información, participación y cooperación internacional, de acuerdo con el Artículo 6 de la CMNUCC y el artículo 12 del Acuerdo de París. Constituye un avance significativo en el marco de procesos que involucran a las comunidades educativas en tanto actores relevantes para la gestión del riesgo.

- **Iniciativa Escuelas Seguras**. A través de la Dirección Nacional de Emergencias del Sinae, y en el marco de la iniciativa "Desarrollando Ciudades Resilientes" (MCR por sus siglas en inglés) impulsada por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, se definió implementar el proyecto Escuelas Seguras, con el objetivo de avanzar en procesos de reducción de riesgo y seguridad escolar en los algunos centros educativos del país. Es un trabajo coordinado entre la Dirección General de Educación de Inicial y Primaria y el SINAE, se desarrollaron talleres de sensibilización titulados "Construyendo resiliencia desde una escuela y comunidad segura" donde se trabajó con la Guía de Implementación del Índice de Seguridad Escolar de UNICEF. El objetivo de esta guía es Desarrollar una herramienta modelo de carácter regional, versátil y adaptable al contexto de los países, que permita determinar un valoración que exprese las condiciones de seguridad de los centros educativos existentes ante la probable ocurrencia de un evento generador de daños, a fin de obtener información confiable que provea a los gobiernos en su distintos ámbitos y otros actores, elementos para planificar, coordinar y ejecutar acciones oportunas y efectivas de reducción del riesgo de desastres en el sector educativo. Participaron de la iniciativa 11 municipios de 8 departamentos (Minas de Corrales, Tranqueras y Vichadero, del departamento de Rivera; Mataojo y Villa Constitución, de Salto; Guichón, de Paysandú; Young, de Río Negro; Nueva Helvecia, de Colonia; Ciudad del Plata, de San José y La Paloma, departamento de Rocha) En octubre de 2022 los niños y niñas participantes del proyecto presentaron sus avances a las autoridades.

- **Informe acceso al agua potable en escuelas rurales.** Es un relevamiento de información llevado a cabo por la División Agua Potable y Saneamiento de Dinagua, que comenzó en el año 2017 a partir de una encuesta realizada en todas las escuelas del país, complementándose con intercambios con

40. Primer Plan de Gestión Integral de Riesgo de Montevideo, recuperado en: https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/plangirdweb11-19final_0.pdf, enero de 2023
41. Plan departamental de gestión integral de riesgos de Canelones. Recuperado en: https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/plan_de_gestion_de_riesgo_web.pdf, febrero de 2023

referentes departamentales de escuelas rurales de la ANEP y salidas de campo de reconocimiento en algunas escuelas seleccionadas.

Se están procesando los resultados para la elaboración de un informe diagnóstico que permitirá disponer de información sistematizada sobre: origen del agua que abastece las instalaciones de la escuela; existencia o no de tanque de depósito de agua, estado de los mismos y frecuencia de su limpieza; calidad del agua y tipo de saneamiento con el que cuenta la institución educativa.

Algunos resultados preliminares, permiten constatar que hay escuelas en el medio rural que dependen de fuentes de agua vulnerable, tales como cachimbas y aljibes. Estos centros educativos pueden ver afectada su disponibilidad de agua cuando no llueve por cierto tiempo.

Asimismo, algunas escuelas rurales no disponen de fuente de agua propia, por lo que usan la que les provee ANEP o reciben ayuda de los CECOED o de las intendencias para llenar los tanques con agua que es utilizada para múltiples usos (desde la higiene personal de alumnos/as y maestros/as, hasta la limpieza de las diferentes áreas del local (baños, cocina). Estas soluciones no siempre son sostenidas en el tiempo por lo que las actividades de la escuela se ven afectadas.

Si bien el diagnóstico aún se está procesando, es posible observar que, de aproximadamente dos mil escuelas, las más vulnerables respecto a la accesibilidad al agua se encuentran en el medio rural, y si bien se trata de un número reducido de centros educativos, se encuentran en una situación de riesgo alto.

En el Informe Nacional Voluntario del año 2018[42], Uruguay reporta los avances del ODS 6, referido a Agua Potable y Saneamiento, señalando que si bien el país cuenta con una amplia cobertura de agua (99,4 % de la población accede a agua de diversas fuentes y un 95,2% de la población dispone de agua segura), "el desafío del país para el acceso universal al agua potable se encuentra en la generación de estrategias para pequeños núcleos de viviendas rurales y población rural dispersa". El Plan Nacional de Aguas plantea un objetivo específico dirigido a "Asegurar la universalidad del acceso al agua apta para consumo humano haciendo énfasis en la población rural dispersa".

42. Informe Nacional Voluntario 2018. Recuperado en: https://ods.gub.uy/images/2018_Informe_Nacional_Voluntario_Uruguay_ODS.pdf, febrero de 2023

2 Impactos de las amenazas hidroclimáticas en edificios educativos

En este capítulo se sistematiza información sobre impactos de eventos hidroclimáticos en edificios educativos que surge del informe realizado en el marco del grupo de trabajo de daños y pérdidas del SNRCC (Mantero, 2021). Dicho informe constituye un avance a nivel institucional en el proceso de generar datos sobre daños y pérdidas asociadas a eventos extremos. Sin embargo, por concentrarse en un solo año, no permite tener una perspectiva amplia del impacto de todos los eventos extremos que afectan al país, quedando exclusivamente representados los eventos que acaecieron en dicho período.

Asimismo, los datos que surgen respecto a daños a la infraestructura educativa pueden parecer, en una primera lectura, que no implicaron el desembolso de cifras significativas para la recuperación de las escuelas afectadas. En tal sentido, conviene considerar que pequeños eventos que se reiteran a lo largo de los años pueden generar importantes impactos acumulados, retrasando procesos de desarrollo a nivel local e institucional.

Como señala Lavell ((2005), cada vez es más clara la relevancia que tienen "los eventos de menor escala, como precursores de mayores eventos futuros, debido al proceso histórico de aumento en los niveles de

la vulnerabilidad y la población vulnerable en las áreas afectadas. También como escenarios de prueba y contraprueba de la organización y respuesta de la sociedad, como procesos que erosionan continuamente los niveles de bienestar de la población aumentando, en consecuencia, su vulnerabilidad a futuros eventos, y, en cuanto al impacto acumulativo que significan en términos de pérdidas económicas y la pérdida de oportunidades de desarrollo".

El autor, referente teórico en materia de gestión de riesgo, plantea que "los pequeños y medianos eventos comprenden una parte importante de los que se atienden en diferentes años en todos los países de la región. Las condiciones específicas de vulnerabilidad y de las amenazas, aun cuando tengan causales extra locales, cuentan con un componente importante que está condicionado a estos niveles, incluyendo procesos de degradación ambiental, patrones de uso de la tierra, características estructurales de la infraestructura, etc. La suma de estos factores significa que la atención al problema del riesgo corresponde en parte importante a las instancias y actores locales, de igual manera la atención a las emergencias o desastres que suceden".

Desde esta perspectiva, el informe de Mantero ofrece un panorama que, aunque acotado temporalmente, permite constatar que efectivamente la infraestructura educativa, aun durante un año en el que no se registraron eventos hidrometeorológicos de envergadura, estuvo expuesta, sufrió algunos daños, y generó pérdidas importantes asociadas al funcionamiento del centro educativo y a la inasistencia de sus alumnos, aspectos relevantes a considerar a la hora de abordar la resiliencia del sistema educativo.

2.1. Daños y pérdidas en edificios educativos

En la Hoja de Ruta hacia escuelas seguras y resilientes (Banco Mundial, 2019), se define como infraestructura educativa a "la red de sedes, terrenos, edificios, mobiliario y equipamiento escolar con que los maestros y los administradores pueden ofrecer servicios educativos según el marco normativo de cada país". Puede incluir también infraestructura informal que ofrezca servicios educativos de índole pública y privada.

Cuando la infraestructura educativa tiene un "desempeño pobre" frente a eventos peligrosos, las consecuencias directas pueden ser: lesiones o muertes de niños, niñas y maestros; pérdidas económicas por daños en la infraestructura; y/o interrupción de la prestación de los servicios educativos.

En la medida que los eventos de origen climático comenzaron a dominar el panorama de riesgo a nivel internacional, se constata la necesidad comenzar a estimar sus daños y pérdidas. Es con ese objetivo que

se crea, en la Conferencia de Partes de la CMNUCC del año 2013, el Mecanismo Internacional de Varsovia para los Daños y Pérdidas, que fue ratificado en el Acuerdo de París. Este mecanismo promueve la implementación de enfoques para abordar las pérdidas y daños asociados con los efectos adversos del cambio climático de forma integral y coherente.

En línea con lo definido en dicho Mecanismo, en la órbita del SNRCC funciona un grupo de trabajo específico que aborda la temática de daños y pérdidas y que impulsó en el año 2021 la realización del Reporte piloto de daños y pérdidas por eventos de origen climático en Uruguay para el año 2018 (Mantero, 2021).

El marco metodológico adaptado en dicho reporte es el propuesto por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el Manual para la evaluación de desastres, pero, según se señala en el documento, "la metodología no fue aplicada en forma estricta y exhaustiva, sus procedimientos y alcances fueron adaptados de acuerdo con la información disponible y las características derivadas del contexto nacional" (Mantero, 2021). En ese sentido, la metodología utilizada sirve de referencia para dar seguimiento a la estimación de daños y pérdidas, aunque deberá ajustarse en cada circunstancia específica.

2.2. Alcance del reporte y conceptos clave

El informe refiere exclusivamente al año 2018 y se centra en la enseñanza primaria de educación pública. Desde el punto de vista de su alcance territorial, cubre a todo el territorio, aunque "la inexistencia de registros consistentes a escala departamental para todos los departamentos y para todos los sectores considerados limitó las posibilidades de mostrar resultados en otras escalas territoriales, además de la nacional". En algunos casos, cuando existe la información, se indica el o los departamentos afectados.

Si consideramos el alcance sectorial del informe, el "sector social", que comprende los subsectores de salud, educación, cultura, vivienda (incluyendo infraestructura urbana como parques, y servicios vinculados a la vivienda como agua y saneamiento); así como edificios públicos, fue abordado en su totalidad, aunque se estima que exista subestimación en algunos casos por falta de información.

Respecto a los eventos, se consideraron los definidos en el Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones (MIRA) del SINAE, que comprende: a) eventos meteorológicos (lluvia, tormentas y tornados, granizada, vientos fuertes, inundación de ribera y exceso hídrico b) climatológicos (sequías) c) biológicos (epidemia).

Nos detendremos en este capítulo a analizar **los resultados del informe relativos a daños y pérdidas asociados a eventos meteorológicos y climáticos que afectaron al sector educación**, considerando las definiciones de daños y pérdidas adoptadas en dicho trabajo:

1. Los **daños** son las afectaciones en términos monetarios que sufren los acervos de cada uno de los sectores durante el siniestro. Dependiendo del sector pueden incluir activos físicos como maquinaria, instalaciones y edificios, o las existencias (materia prima, materiales y repuestos).

2. Las **pérdidas** son los flujos económicos que se alteran como consecuencia del evento. Se pueden diferenciar específicamente las pérdidas (bienes o servicios que se dejan de producir o prestar durante un lapso que se inicia con el evento y se extiende hasta que se logra la recuperación o reconstrucción); y gastos adicionales que refieren a la producción de bienes y servicios a causa del evento, como parte de la respuesta del sector público o privado para enfrentar la situación de emergencia.

En el caso específico de las escuelas, "los daños considerados refieren a la destrucción o al deterioro parcial sufrido por edificaciones, mobiliario, equipamiento y materiales educativos. Para su valoración se utilizó un método de costeo en oficina que combina la información suministrada por la ANEP (número de escuelas afectadas, tipo de escuela, tipo de afectación registrada para cada una y la respuesta dada a la afectación) y supuestos técnicos de construcción y de valores de obra de referencia" (Mantero, 2021, pág. 31).

Para la evaluación de las pérdidas se consideraron las inasistencias a clase durante los eventos climáticos adversos. "Para realizar la valoración económica se contó con una base de datos que permite identificar las escuelas de educación primaria que se encuentran en la zona afectada por los eventos, la matrícula total de la escuela y el registro de pasaje de lista de las escuelas para el día del evento" (Mantero, 2021, pág. 31).

2.3. Impacto de los eventos hidroclimáticos en las escuelas públicas durante el 2018

En primera instancia, a partir de los datos proporcionados por el Consejo Directivo Central (CODICEN) de la ANEP, se recogió información sobre los tipos de eventos registrados durante el año 2018 que tuvieron algún impacto sobre las escuelas públicas.

Se trató de eventos que combinaron diversas amenazas hidroclimáticas (lluvias, tormentas fuertes, vientos, granizadas), que involucraron a 12 de los 19 departamentos del país y que afectaron en todos los casos la asistencia a clases. En **Tabla 7** se presentan los tipos de evento hidroclimáticos, las afectaciones para las escuelas públicas y los departamentos en los que se produjo.

Tabla 7. **Eventos hidroclimáticos en el año 2018 y afectación en las escuelas públicas**

Tipo de evento	Tipo de afectación	Localización geográfica
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Inasistencia a clase	Artigas, Colonia, Rio Negro, Rivera
Lluvia, tormenta y granizada	Inasistencia a clase	Salto
Lluvia, tormenta	Inasistencia a clase	Canelones, Cerro Largo, Florida, Lavalleja, Maldonado
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	Cerro Largo, Paysandú, Salto
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Inasistencia a clase	Cerro Largo, Montevideo, Rio Negro, Tacuarembó
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	Cerro Largo, Montevideo, Rivero, Rocha, Salto, Soriano, Tacuarembó, Treita y Tres
Lluvia y tormenta	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	Florida
Lluvia y tormenta	Inasistencia a clase	Canelones, Colonia, Durazno, Flores, Maldonado
Lluvia, tormenta y granizada	Inasistencia a clase	Montevideo

Fuente: (Mantero, 2021)

En lo que refiere al impacto sobre la infraestructura, el informe señala que tres escuelas resultaron afectadas con daños en los techos, por tres eventos diferentes de lluvias y tormentas fuertes. La reparación o sustitución de techos, en los tres casos, se abordó con el primer y segundo nivel de respuesta (equipos técnicos departamentales, compras directas a nivel local), sin necesidad de llegar al tercer nivel (proceso licitatorio).

Considerando el impacto en las inasistencias, fue variable para cada evento. En total, para todos los eventos, se registraron 478.462 inasistencias. El promedio de inasistencias, considerando el total de la matrícula, fue de 35 %, aunque hubo eventos en que se llegó al 58 %. Es necesario considerar, para un correcto dimensionamiento de estos números, que cuando existen alertas meteorológicas de color naranja, emitidas por el INUMET, los alumnos de las escuelas pueden faltar sin que se les compute la inasistencia. Por lo tanto, puede suceder que los alumnos no asistan a la escuela incluso en casos que el evento hidrometereológico no se concrete.

La estimación económica de los impactos se presenta en la **Tabla 8**

Más allá del impacto específico en los diversos subsectores, incluido el subsector educación que acabamos de presentar, el informe de referencia hace un análisis de la afectación en general de la población, en la medida que "es el sujeto en el que confluyen todos los efectos tangibles e intangibles de un desastre. La correcta apreciación del impacto sobre la población es esencial para el análisis general del evento y aporta un criterio independiente de comparación para poder evaluar la consistencia y coherencia del resto de las estimaciones monetarias por sectores".

Para la estimación se utilizaron tres fuentes de información: la registrada y reportada por los Cecoed al SINAE; la reportada por el Codicen en relación con las inasistencias a clase en educación primaria y la reportada por la Dinagua respecto a los eventos de inundación de ribera.

Tabla 8. **Estimación económica en USD de impactos por eventos extremos en escuelas públicas durante el año 2018**

Tipo de evento	Tipo de afectación	Estimación de daños	Estimación de pérdidas	Estimación Total de DYP
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Inasistencia a clase		802.841	802.841
Lluvia, tormenta y granizada	Inasistencia a clase		129.428	129.428
Lluvia, tormenta	Inasistencia a clase		1.566.877	1.566.877
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	42.000	314.262	356.262
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Inasistencia a clase		417.417	417.417
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	42.000	961.688	1.003.688
Lluvia y tormenta	Infraestructura (techos) / Inasistencia a clase	42.000	63.258	105.258
Lluvia y tormenta	Inasistencia a clase		1.015.339	1.015.339
Lluvia, tormenta y granizada	Inasistencia a clase		948.896	948.896
		126.000	**6.220.006**	**6.346.006**

Fuente: (Mantero, 2021)

Tabla 9. **Eventos hidroclimáticos del año 2018 y departamentos afectados**

Tipo de evento	Localización geográfica
Sequía	Paysandú, Durazno, Florida, Salto
Lluvia y tormenta	Canelones, Florida, Rivera, Artigas, Colonia, Maldonado, Montevideo
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Artigas, Colonia, Rio Negro, Rivera
Lluvia, tormenta y granizada	Salto
Lluvia y tormenta	Canelones, Cerro Largo, Florida, Lavalleja, Maldonado
Lluvia, tormenta y vientos fuertes	Cerro Largo, Paysandú, Salto
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Cerro Largo, Montevideo, Rio Negro, Tacuarembó
Lluvia, tormenta, vientos fuertes y granizada	Cerro Largo, Montevideo, Rivera, Rocha, Salto, Soriano, Tacuarembó, Treinta y Tres
Lluvia y tormenta	Florida
Lluvia y tormenta	Canelones, Colonia, Durazno, Flores, Maldonado
Lluvia, tormenta y granizada	Montevideo
Inundación de la ribera	Artigas, Salto, Paysandú, Durazno

Fuente: (Mantero, 2021)

En la **Tabla 9** se presentan los eventos reportados en el 2018 así como los departamentos afectados.

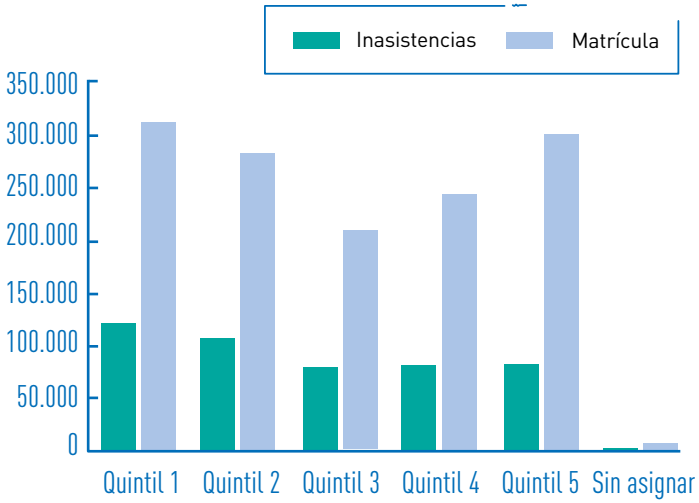
En el informe de Mantero (2021) se menciona que un total de 489.670 personas se vieron afectadas por eventos extremos. Esta afectación fue particularmente relevante para niños y niñas que dejaron de asistir a clase debido a alertas meteorológicas emitidas por el INUMET (478.462 niños y niñas); 6.879 son personas desplazadas por inundación y 4.329 son personas asistidas con abastecimiento de agua potable durante eventos de déficit hídrico. "La población afectada por los eventos meteorológicos, lluvias tormentas y vientos fuertes, que se vio desplazada como consecuencia de inundaciones vinculadas a distintos eventos se localizó principalmente en Salto, Cerro Largo, Canelones, Paysandú, Artigas, Durazno, Florida, Lavalleja y Maldonado. En tanto que la población afectada por el evento de sequía o déficit hídrico se localizó principalmente en los departamentos de Paysandú, Durazno, Florida y Salto. En términos generales, la información disponible no discrimina por tipo de población afectada, género, edad, capacidades diferentes, etnia o condición socioeconómica. Sin embargo, algunos registros diferenciados permiten una aproximación primaria a la desagregación: El registro de personas afectadas por el evento de inundación de ribera permitió discriminar entre hombres (2.591) y mujeres (2.633)".

Asimismo, de acuerdo con los registros correspondientes a estudiantes de primaria afectados por inasistencias a clase, desagregados por quintil, es posible identificar que los grupos socioeconómicos más afectados por la inasistencia a clases, tanto en términos absolutos como en términos relativos a la matrícula, son los correspondientes a los quintiles de menores recursos económicos (**Tabla 10**).

Tabla 10. **Inasistencias por eventos extremos durante el año 2018, desagregadas por quintil socioeconómico**

Quintil	Inasistencias	Matrícula	%
Quintil 1	121317	312135	38,8
Quintil 2	108517	282083	38,5
Quintil 3	80608	208730	38,6
Quintil 4	82813	243017	34
Quintil 5	82356	300002	27,5
Sin asignar	2851	7777	36,6

Fuente: Codicen en Mantero, 2021



INUNDACIÓN: CUANDO EL AGUA LLEGA A LA ESCUELA

De todas las amenazas hidroclimáticas e hidrometeorológicas, las inundaciones constituyen el evento más frecuente y de mayor impacto en el país.

102 escuelas/jardines del sistema público se encuentran expuestos a algún tipo de amenaza de inundación

TOTAL **102**	Ribera	Costa	Cañada	Drenaje
	33	7	56	24

28 ESCUELAS
EXPUESTAS A LA AMENAZA DE INUNDACIÓN REQUIEREN DE UNA ATENCIÓN PRIORITARIA

CASO: ESCUELA 103 DE SAN JOSÉ

El desborde del Arroyo Mallada provoca frecuentes inundaciones en el predio de la escuela 103, ubicada al norte de la ciudad de San José de Mayo.

Las intensas precipitaciones registradas en los años 2016 y 2018, ocasionaron la pérdida de materiales didácticos, así como documentación de los alumnos y de la institución. La biblioteca, el mobiliario, las impresoras y computadoras de la escuela fueron afectadas, así como a las puertas del centro educativo.

En el 2016, de los 170 niños que allí concurrían, aproximadamente unos 70 no asistieron a clases por pertenecer a familias desplazadas por las inundaciones, y tampoco asistieron niños con problemas respiratorios o afecciones que se pueden agravar con la situación en la que se encontraba la escuela.

Escuela aislada por inundaciones en el departamento de Rocha.
Fuente: https:.

3 Los centros educativos y el riesgo de inundación

3.1. Centros educativos existentes en el país y alcance del trabajo

El sistema educativo en Uruguay se organiza en los siguientes niveles o subsistemas[43]:

- Centros de primera infancia - Caif 44 (hasta 3 años de edad)
- Educación Inicial - Jardines (de 3 a 5 años de edad)
- Educación Primaria - Escuelas (de 6 a 12 años de
- Educación Secundaria y Técnico profesional - Liceos y UTU (estudiantes a partir de los 13 años)
- Educación Terciaria - Universitaria y no universitaria (estudiantes a partir de los 18 años)

La forma de administración de los diferentes niveles puede ser tanto pública como privada. Este reporte se centrará en el sistema público de educación que da cobertura, de acuerdo con datos de la ANEP del año 2021, a un 87 % del total de matriculados en el país, considerando los niveles: inicial, primaria, secundaria y técnico profesional. Además, el sistema público atiende a la población de las zonas con mayor vulnerabilidad, aspecto central a la hora del abordaje del riesgo.

La geodatabase de la ANEP, que se encuentra publicada y disponible para su descarga en "CENTROS ANEP" 2022: https://sig.anep.edu.uy/siganep, proporciona la siguiente información para todos los centros educativos: número de la institución en el registro único de establecimientos escolares, localización geográfica, subsistema, nombre de la institución, departamento, localidad, paraje, calle, número de puerta y teléfono.

De acuerdo con dicha base de datos, se identifica un total de **2799 centros educativos** en todo el territorio nacional:

- Dirección General de Educación Inicial y Primaria (DGEIP): **2267 escuelas y Jardines**
- Dirección General de Educación Secundaria (DGES): **308 liceos**
- Dirección General de Educación Técnico-Profesional (DGETP): **190 escuelas técnicas (UTU)**
- Consejo de Formación en Educación (CFE): **34 centros de formación docente**

En este trabajo se ha avanzado en la identificación de amenazas de inundación para centros educativos, de los siguientes niveles: **escuelas y jardines de educación primaria, liceos de educación secundaria, escuelas técnico profesional, y centros de formación docente**.

Una primera consideración a la hora de sistematizar la información fue diferenciar entre: centro educativo o institución; infraestructura; instalación o edificio educativo; y predio o padrón. Esta diferenciación es relevante a los efectos de analizar y cuantificar los tipos de afectaciones de los distintos centros. A modo de ejemplo, en una misma instalación o edificio educativo, pueden coexistir dos centros educativos o instituciones, funcionando en distintos sectores o espacios físicos dentro de un mismo edificio, o en un mismo espacio físico, pero en distintos horarios (ver ejemplo en **Figura 11**). Asimismo, dos o más instituciones con sus propios edificios, pueden estar ubicados dentro de un mismo predio o padrón (ver ejemplo en **Figura 12**).

43. ANEP aprobó para el 2023 el nuevo Plan de Educación Básica Integrada (EBI) que deja atrás la fragmentación entre Primaria, Secundaria y UTU.

44. El Plan CAIF desde 1988, constituye una política pública intersectorial de alianza entre el Estado, Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), e Intendencias Municipales, cuyo objetivo es garantizar la protección y promover los derechos de los niños y las niñas desde su concepción hasta los 3 años, priorizando el acceso de aquellos que provienen de familias en situación de pobreza y/o vulnerabilidad social, a través de las modalidades urbanas y rural. Desarrollan una propuesta de atención de calidad, que apunta a la integralidad, a la interinstitucionalidad, y a la interdisciplina, con una metodología coherente con los resultados de las investigaciones en relación a la Primera Infancia. Se comienza el abordaje del niño/a y la familia desde la gestación en equipo con los servicios de salud. Recuperado en: https://caif.inau.gub.uy/ en abril de 2023.

Figura 11. **Ejemplo de centros educativos diferentes que funcionan en un mismo edificio**

Fuente: Google Earth captura realizada en febrero de 2023.

Figura 12. **Ejemplo de dos edificios educativos que funcionan en el mismo predio**

Fuente: Google Earth captura realizada en febrero de 2023.

3.2. Centros educativos en zonas de riesgo de inundación

3.2.1. Objetivo

Identificar los centros educativos ubicados en áreas inundables, según distintos tipos de amenazas de inundación y diferentes tipos de afectación.

3.2.2. Metodología

Para el análisis de los centros educativos, definidos en el ítem 3.1. se han utilizado programas y herramientas de sistemas de información geográfica, geoprocesos, superponiendo datos elaborados por distintos organismos públicos (Ministerio de Ambiente, Dinagua, ANEP, IDE, etc.).

En la **Figura 13** se presenta el esquema metodológico propuesto, describiéndose a continuación las diferentes etapas para su desarrollo.

Figura 13. **Esquema de metodología desarrollada**

BASE ANEP - "CENTROS ANEP" 2022 Total 2799 centros educativos (DGEIP Escuelas y Jardines: 2267 / DGES Liceos: 308 / DGETP Escuelas Técnicas: 190 / CFE formación Docente: 34					
1. Identificación de centros educativos localizados en Áreas con probabilidad de inundación según diferentes tipos de amenaza					
1.1. Selección segun tipos de amenaza					
Probabilidad de ocurrencia	**Inundación por riveras**	**Inundación por costas**	**Inundación drenaje pluvial urbano**	**Inundación por cañadas**	
Alta	TR 10		Conflictos de drenaje SI	Predio atrav. x cañada	Edificio a menos de 30m de cañada
Media	TR 100	TR 100 / Cambio Climático		Predio a 10m de cañada	
Baja	TR 500 / CMP	TR 500		Predio a 30m de cañada	
Predios Urbanos					**Rural**
Selección de Centros Clasificados como escuelas y jardines - Listado de centros preliminar					
1.2. Revision y filtrado de selección					
Revision uno a uno de los centros del listado preliminar:					
Ajuste de puntos mal georeferenciados a traves del análisis de imágenes satelitales.					
Corrección de ubicación geográfica de puntos y revisión de afectación por amenazas en nueva ubicación					
1.3 Listado final de centros localizados en áreas con probabilidad de inundación según distintos tipos de afectación					
2. Profundización del análisis de los centros educativos identificados como expuestos a inundaciones en la Etapa 1					
2.1 Elaboración de fichas técnicas	En función de: • tipo de información • calidad de los datos • tipos de afectación				
2.2 Categorización					
2.3 Recomendaciones					

Fuente: Elaboración IDU-Dinagua. Nota: (https://sig.anep.edu.uy/siganep)

Etapa 1:

Identificación de centros educativos ubicados en áreas con probabilidad de inundación dentro del territorio nacional, según distintos tipos de amenazas

Mediante la utilización del sistema de información geográfica QGIS, se realiza el procesamiento y la superposición de la información disponible en la geodatabase de IDU-Dinagua, áreas expuestas a inundación, con la localización geográfica de los centros educativos, disponibles en la base de datos de ANEP.

La información disponible sobre áreas expuestas a inundación varía según el tipo de amenaza a la que se refiera, diferenciándose de acuerdo con las siguientes categorías:

1. **Inundación por ribera** (Inundaciones ocasionadas por desbordes de cauces naturales de ríos o arroyos). A partir de estudios hidrológicos e hidráulicos, se observa la probabilidad de que un evento de inundación suceda, el área ocupada en el territorio y sus características, para diferentes períodos de retorno (TR). TR es el tiempo medio en que es esperable que un fenómeno se repita o sea superado.

2. **Inundación por cañada** (Inundaciones causadas por desborde de cañadas y pequeños cursos de agua). No hay estudios hidrológicos e hidráulicos que permitan definir zonas de inundación según recurrencias para todas las cañadas y pequeños cursos del país. Existe un mapeo de cañadas y pequeños cursos de agua, con buen nivel de precisión, realizado por la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), en un vuelo nacional en el año 2017-2018, que se utiliza para realizar la identificación de centros educativos, de la siguiente manera:
   → Identificación de centros localizados en predios urbanos atravesados por cañadas o pequeños cursos de agua. Esta superposición surge a partir del procesamiento de los predios urbanos de la Dirección Nacional de Catastro y la información hidrográfica nacional del vuelo nacional de la infraestructura de datos espaciales (IDE) 2017-2018.
   → Identificación de centros próximos a cursos de agua. Se detecta la existencia de centros educativos a una distancia menor a 30m de cursos de agua. Se utiliza el shape de hidrografía nacional de la IDE y la herramienta buffer de las herramientas vectoriales del programa de sistema de información geográfica. Esto posibilita aproximarse a predios que puedan ser afectados por desbordes recurrentes de cursos menores no considerados en el punto anterior (a. Inundación por ribera).

3. **Inundación por costas** (Inundaciones causadas por agentes marítimos, asociadas al Río de la Plata y océano Atlántico). Se analiza la presencia de centros educativos en ubicaciones afectadas por inundaciones costeras, según recurrencia (TR) y considerando efectos de cambio climático. Los datos para el análisis surgen de los estudios realizados por IDU-Dinagua para la evaluación del riesgo de inundación en las costas del Río de la Plata y el océano Atlántico, y la afectación de viviendas y otras infraestructuras, a partir del informe **"Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera"**, que considera escenarios con un horizonte 2100 RCP 8,5 aumento nmm percentil 95 de cambio climático. (IH Cantabria, 2020).

3. **Inundación por drenaje pluvial urbano** (Se producen por tormentas intensas de corta duración, sobre cuencas urbanas con alto nivel de impermeabilización). Se realiza el cruce o superposición de la localización geográfica de los centros educativos proporcionada por ANEP, con la información de problemas de drenaje

urbano por localidad. Esta capa fue realizada por IDU Dinagua a partir de entrevistas a actores responsables de la gestión de aguas pluviales, planificación y ordenamiento territorial de los distintos departamentos y complementada con datos de relevamientos y recorridas en los lugares afectados.

De este primer análisis y cruce de datos, se obtiene un listado de centros educativos localizados:

- Debajo de las curvas del área inundable por riberas, para las localidades que cuentan con dicha información, según diferentes períodos de retorno (TR10 / TR100 / TR500-CMP)
- Debajo de curvas del área inundable por costas, para escenario actual y cambio climático.
- Dentro de predios urbanos atravesados por cañadas o pequeños cursos de agua.
- Próximos a cursos de agua (distancia menor a 30m del curso de agua).
- En zonas con problemas de drenaje urbano detectados y/o reportados por localidad

Se identificaron 254 centros educativos ubicados en predios expuestos algún tipo de amenaza de inundación.

A partir de este listado inicial de centros, se elaboró una nueva capa. En esta capa se indica, para cada uno de ellos, si se encuentra bajo TR10, TR100, TR500 o CMP; si está localizado en predios atravesados o próximos a cañadas; o si se ubica en zonas con problemas de drenaje pluvial.

Posteriormente, se realiza una revisión de los puntos georreferenciados para cada centro, considerando:

- **Ubicación geográfica:** Se revisa la correspondencia entre la dirección y la ubicación de los puntos georreferenciados, a través del análisis de imágenes satelitales. En caso de puntos mal ubicados, para los cuales su ubicación geográfica no coincide con su dirección, se ajustan y se reubican respecto a la base de la ANEP.
  Se descartan aquellos que al ser reubicadas salen de la zona de afectación o riesgo de inundación[45] y se registra la coexistencia de dos instituciones diferentes o más, funcionando en un mismo edificio.

- **Escuelas rurales:** Se observa que en varios casos las escuelas rurales no están ubicadas correctamente, se cuenta con menor información disponible para verificar su ubicación real y que el parcelario rural de catastro no está ajustado en algunos departamentos.
  Estas diferencias pueden ocasionar que, al realizar el procesamiento metodológico descrito anteriormente, algunas escuelas ubicadas en padrones rurales, puedan quedar por fuera del listado de centros seleccionados.

- En una última revisión por técnicos, se eliminaron los casos en los que la amenaza no representaba un riesgo real, por ejemplo, dónde la afectación corresponde solo a fondos de predios muy grandes, lejos del edificio escolar; los casos que se encontraban por debajo de la curva de máxima crecida probable (CMP); o dónde no se contaba con información suficiente para validar dichas amenazas.

Luego del filtrado y las revisiones mencionadas anteriormente, se obtiene el listado final de centros con riesgo y/o expuestos a algún tipo de probabilidad de inundación.

Etapa 2:

Profundización del análisis de los centros identificados como expuestos a inundaciones en la etapa 1

A partir de los resultados obtenidos en la etapa previa, se realiza un análisis más detallado caso a caso:

45. Como la revisión de la ubicación geográfica de los centros se realiza posteriormente al filtro por amenazas de inundación, existe la posibilidad de que haya centros educativos que queden por fuera del estudio por razones metodológicas.

- Se elabora una ficha técnica para cada uno, detallando localización y tipo de afectación;

- Se definen categorías, dependiendo del grado de afectación, diferenciándose, asimismo, si la afectación corresponde sólo al predio o al padrón; si la afectación refiere a la accesibilidad al centro educativo; si se trata de una afectación del predio o espacio exterior inmediato al edificio del centro educativo; o si es el propio edificio educativo el afectado.

De acuerdo con estos distintos tipos de afectación, los datos disponibles y la calidad de la información, se realiza una categorización de los mismos, considerando:

- La afectación de instalaciones e interiores del centro educativo;

- La potencial afectación de centros educativos por efecto de cambio y variabilidad climática (para los que se cuenta con información).

- La proximidad de los centros educativos a zonas de vulnerabilidad social (por ejemplo, asentamientos).

- La ubicación de centros educativos en zonas de riesgo alto, medio y bajo, para las localidades que cuentan con mapa de riesgo elaborado.

A partir de la categorización, se elaboran recomendaciones y propuestas de posibles medidas de adaptación, así como sugerencias para la realización de estudios que permitan ampliar la información disponible y ofrecer alternativas o soluciones más adecuadas a la realidad del local de estudios.

De esta categorización surgen aquellos centros que requieren de una atención prioritaria (de aquí en más "centros prioritarias") por encontrarse más comprometidos por la amenaza de inundación.

Etapa 3:

Aportes de ANEP a los resultados obtenidos en las etapas 1 y 2

El objetivo de esta etapa es poder incorporar a los resultados obtenidos en las etapas 1 y 2, realizados mediante procedimientos técnicos y teóricos, datos relevados desde la experiencia reciente en el sitio de los técnicos de ANEP.

A partir de los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se elaboró una planilla con los resultados y el listado de centros que tenían algún tipo de afectación. Este listado fue enviado a técnicos de ANEP para su consideración.

La planilla con los resultados fue revisada y comentada por ANEP y recibida por DINAGUA con fecha de octubre 2023.

Con estos datos, se realizó la actualización de las fichas técnicas presentadas para cada centro, incorporando a las mismas la sistematización de los nuevos datos brindados por ANEP.

Estos comentarios se pueden ver en la sección: ¨**Comentarios ANEP**¨.

Es importante destacar los siguientes puntos a tener en cuenta:

→ La planilla de centros revisados por ANEP, corresponde únicamente a centros de DGEIP (escuelas y jardines).

→ ANEP agrega nuevos centros a este listado. Esto se debe a que de acuerdo al proceso metodológico utilizado, no habían sido identificados como localizados en áreas expuestas a amenazas de inundación, por ejemplo por corresponder a centros ubicados en zonas rurales o en zonas para las cuales no se cuentan con información precisa.

→ Los nuevos centros incorporados por ANEP, como expuestos ante algún tipo de inundación, se incorporan y se realizan las fichas técnicas correspondientes, identificándose como centros identificados por ANEP, con un recuadro azul y texto en blanco, sobre la imagen satelital.

Sugerencias para ampliar la información disponible

En los puntos anteriores se describió técnicamente el alcance de la metodología, que tiene como objetivo identificar los centros localizados en predios expuestos ante distintos tipos de amenazas de inundación, de acuerdo con la sistematización de la información disponible. Otros tipos de análisis y estudios a una escala más próxima a los centros y con un mayor grado de resolución de datos, puede contribuir a la generación de conocimiento más detallado.

Por ejemplo, estudios o asistencias técnicas en el corto y/o mediano plazo, con la dedicación de más tiempo y recursos, pueden incluir el análisis de las distintas tipologías constructivas y estructurales de los centros, los niveles de piso terminado, la topografía y curvas de niveles del predio o padrón de implantación.

Asimismo, estudios hidrológicos, hidráulicos y relevamientos topográficos de cañadas o cursos de agua cercanos o presentes en los predios de los centros educativos, y que aún no han sido estudiados, contribuirán a la generación de más información para la evaluación de inundabilidad. De esta manera, se podrá determinar el grado de afectación y sus características, observando si se generan cortes de calles que afectan la accesibilidad al centro educativo o cómo se ven afectados sus distintos componentes (patios, edificios y distintas instalaciones).

Finalmente, la incorporación de información brindada por los actores involucrados directamente, tales como el registro de eventos ocurridos, las materialidades y/o el estado de conservación de las construcciones, así como también datos socioeconómicos sobre la población que concurre a los centros y su entorno, sería un valioso aporte para incorporar en futuros estudios y enriquecer los resultados.

3.2.3. Principales resultados obtenidos

Los resultados obtenidos surgen en su mayoría, del procesamiento de datos abiertos, provenientes de distintas fuentes, con distintos grados de calidad de información.

La información sobre los centros educativos y su localización geográfica fue obtenida del visualizador de la ANEP. Las curvas de inundación por ribera y costas, para aquellas localidades que cuentan con los estudios correspondientes, así como la información de problemas de drenaje, se obtuvieron del Equipo de Inundaciones y Drenaje Urbano (IDU) de Dinagua. Para el mapeo de cañadas y pequeños cursos de agua y la base cartográfica, se utilizó información de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Es importante señalar que las capas de datos provienen de distintos orígenes y que la información disponible puede no tener el detalle o resolución espacial requeridos para estudios a una escala edilicia. Por este motivo se hace necesario realizar estudios complementarios para aproximarse a cada caso y realizar una evaluación final de cada uno de los centros expuestos.

Del primer cruce de información disponible, etapa 1.1 de la metodología, se obtuvo un listado preliminar de 254 centros expuestos. Se seleccionaron los centros que de acuerdo con la ubicación de la base de ANEP, se encontraban localizados dentro de las curvas de inundación de riberas y costas, en predios atravesados o a menos de 30mts de cañadas y pequeños cursos de agua y/o en zonas con conflictos de drenaje reportados e identificados.

Una vez obtenido este primer listado preliminar, se realizó la revisión caso a caso de cada uno de los

centros (etapa 1.2 de la metodología). En esta revisión se identificaron varios centros que se debieron reubicar, ya que no había correspondencia entre la dirección proporcionada por ANEP y la ubicación de los puntos georreferenciados de la base de ANEP. La reubicación fue realizada de acuerdo con el análisis de imágenes satelitales y de información disponible en Google maps. La ubicación final de los mismos deberá ser verificada y confirmada por ANEP - (ver listado Anexo). Del total de centros reubicados, se verificó que algunos de ellos, al reubicarse, salían de zonas expuestas a amenazas y otros no pudieron ser identificados.

El listado fue revisado una vez más por técnicos, eliminándose los casos en los que la amenaza no representa un riesgo real, por ejemplo, dónde la afectación corresponde solo a fondos de predios muy grandes, lejos del edificio, o dónde no se cuenta con información suficiente para validar dichas amenazas.

Además se incorporaron los comentarios y centros que ANEP envío con registro de afectación por inundación (etapa 1.3 de la metodología).

Del procesamiento y cruce de datos realizado y las revisiones finales mencionadas, se obtuvo un listado de 168 centros expuestos a algún tipo de amenaza por inundación.

Para estos 168 casos, se realizaron fichas (Ver Fichas técnicas elaboradas) en las que se presentan datos específicos para cada centro educativo: categorización, tipo de afectación, y si se considera que se trata de un centro prioritario para el que es necesario realizar estudios complementarios.

De los 168 centros identificados, algunos están afectados por un único tipo de amenaza de inundación y otros pueden estar afectados por más de una.

- 46 tienen amenaza de inundación por desborde de riberas y 12 por desborde de costas.
- 82 se encuentran en predios con cañadas o próximas a cañadas y pequeños cursos de agua.
- 35 se encuentran en zonas con conflictos de drenaje.
- 20 fueron identificados por ANEP con registro de afectaciones por inundación

Figura 14. **Número de centros expuestos a amenazas de inundación, y tipo de inundación**

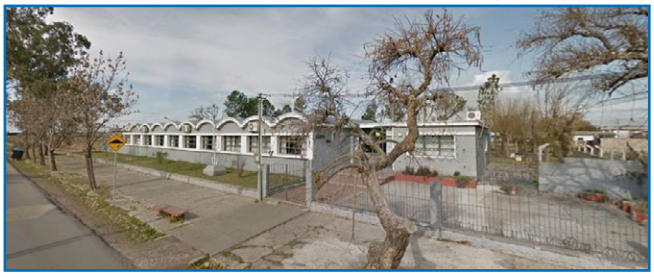
TOTAL CENTROS 168			Amenazas				Identif. ANEP
			Ribera	Costa	Cañada	Drenaje	
	TOTAL DGEIP 121	DGEIP	30	6	56	25	19
	TOTAL DGES 17	DGES	4	2	6	8	0
	TOTAL DGETP 26	DGETP	11	4	18	1	0
	TOTAL CFE 4	CFE	1	0	2	1	1
	TOTAL		46	12	82	35	20

En Figura 15 imágenes del Street view de Google de algunos de los centros presentados.

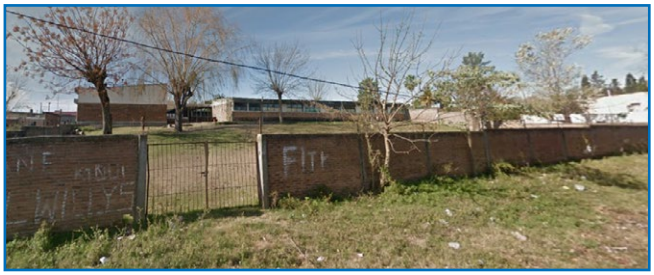
Figura 15. **Imágenes de centros prioritarios**

Nro. 73 PAUL HARRIS - ARTIGAS, ARTIGAS.

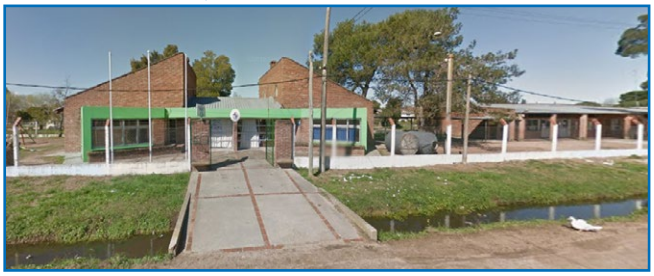
Nro. 114 GRAL. JOSE DE SAN MARTIN - COLONIA, CARMELO.



Nro. 1 JOSE PEDRO VARELA - PAYSANDU, PAYSANDU.



Nro. 115 - SAN JOSE, CIUDAD DEL PLATA



Nro. 103 BRIG. GENERAL MANUEL ORIBE - SAN JOSE, SAN JOSE DE MAYO

Nro. 6 MAESTRO LUIS SAMPEDRO - SORIANO, VILLA SORIANO

Fuente: Street View, abril de 2023

Categorización de centros con relación a la amenaza de inundación

Centros prioritarios
Se identifican con las indicaciones de prioridad 1 y 2.

Estos centros están asociadas principalmente a amenazas de inundación por desborde de riberas o costas y se encuentran localizadas por debajo de la curva TR100 o menor, con afectación del propio edificio, el acceso y /o el espacio exterior inmediato al edificio.

1. **Escuelas con prioridad 1:** Se identifican 6 centros a las que se les asigna prioridad 1 por tener sus edificios principales ubicados por debajo de curvas TR100, TR10 o menor y al mismo tiempo estar expuestos ante otros tipos de amenazas. Estos 6 centros representan una matrícula de 1016 alumnos (año 2021).

2. **Escuelas con prioridad 2:** Se identifican 27 centros que alcanzan una matrícula estimada de 5700 alumnos (año 2021). De este total, 22 centros surgen de la metodología realizada y presentada en este trabajo y otros 5 se priorizan y agregan a partir de una consulta realizada a la ANEP en la que se identifican, a partir del listado obtenido durante este trabajo, centros educativos con problemas de inundación.

Los datos de la matrícula para cada centro educativo se obtuvieron del monitor educativo de ANEP (https://www.anep.edu.uy/monitor/servlet/buscarescuela) del Informe Individual por Escuela para el año 2021. Dentro del total de estas 33 escuelas, hay 3 escuelas especiales, para las cuales no se cuenta con la información de cantidad de estudiantes. En suma, estas 33 escuelas representan casi 6800 niños expuestos.

Para los liceos, escuelas técnico profesional y centros de formación docente, no se pudo acceder a datos de cantidad de estudiantes por centro.

Otras centros afectados por amenaza de inundación

En esta categoría se encuentran fundamentalmente centros ubicados en predios con presencia o próximos a cañadas y pequeños cursos de agua, así como aquellas localizados en zonas urbanas en las que se observan conflictos de drenaje pluvial.

4 Recomendaciones

En este capítulo se desarrollan algunas recomendaciones para el abordaje de la amenaza de inundación en centros expuestos.

Para la consideración de estas recomendaciones, así como la definición de medidas específicas a implementar en el centro educativo, será necesario considerar dos aspectos.

En primer lugar, es imprescindible definir en qué medida la amenaza de inundación puede afectar al funcionamiento del centro. Desde esta perspectiva, la inundación puede afectar directamente al edificio, puede afectar los predios linderos o puede impedir la accesibilidad al centro educativo.

Por otra parte, será necesario considerar en qué medida la afectación se produce debido a eventos extremos de precipitación, o si eventos habituales de lluvias pueden tener impacto en la infraestructura educativa.

4.1. Estudios complementarios para mejorar la identificación y caracterización de los riesgos

Para una evaluación más ajustada de la situación de los centros localizados en áreas expuestas a amenazas de inundación se sugiere la realización de estudios complementarios que permitan identificar las particularidades y el tipo de riesgo que enfrenta cada una.

La existencia de mapa de riesgo de inundación en la localidad donde se ubica el centro aporta valiosa información en la medida que permite no solamente centrar la atención en la amenaza sino también en la vulnerabilidad de la zona; vulnerabilidad que puede ser ambiental o ecológica; física, económica, social, institucional, entre otras, y que incide en los modos de afrontar la amenaza y sobreponerse a la misma. Una vez identificado los riesgos y problemas que enfrenta el centro, se podrán plantear alternativas de adaptación junto con los equipos de trabajo de cada centro y la comunidad.

También se deberá indagar acerca de la disponibilidad de datos sobre la altura máxima a la que llegó el agua en la zona, para la máxima inundación conocida, y en caso de no contarse con esta información se deberán realizar estudios complementarios, hidrológicos e hidráulicos, incluyendo relevamientos topográficos y relevamientos de niveles de piso terminado. Esto es particularmente importante en los casos de predios próximos o con cañadas.

4.2. Recomendaciones y medidas de adaptación

Existen múltiples medidas que se pueden considerar a nivel general, entre otras:

- Elaborar protocolos de evacuación
- Incorporar temáticas relativas a la inundación en los planes educativos
- Adaptar la estructura edilicia
- Proyectar y realizar obras de drenaje pluvial dentro del predio o en los alrededores
- Incorporar infraestructuras de drenaje sustentable e infraestructuras verdes en los centros, aprovechando sus cobeneficios
- Categorizar los edificios en los que debiera pensarse su relocalización.

A continuación, se realizarán algunas recomendaciones y/o sugerencias de medidas de adaptación por tipo de categorización de los centros expuestos identificados.

Algunos conceptos clave

Sistemas urbanos de drenaje sustentable (SUDS)

A nivel internacional, en las últimas décadas, se han producido importantes cambios en los procesos de gestión del ciclo urbano del agua, particularmente de las aguas pluviales.

"Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) se caracterizan por permitir la retención e infiltración natural de las aguas pluviales, atenuando su volumen y facilitando la absorción del agua de escorrentía proveniente de superficies impermeables. La infiltración al terreno alivia las redes de drenaje en períodos de precipitaciones intensas, permite racionalizar el dimensionamiento de estas redes y devuelve al suelo un régimen de humedad más acorde al ciclo natural del agua, resultando especialmente conveniente para la vegetación de la ciudad.". A diferencia de los enfoques tradicionales, los SUDS se orientan a la búsqueda de múltiples beneficios: control de la cantidad de escorrentía para apoyar la gestión de las inundaciones y proteger al ciclo hidrológico natural; gestión de la calidad de la escorrentía para prevenir la contaminación; creación y mantenimiento de espacios de calidad para la recreación y disfrute de las personas, y la creación y mantenimiento de espacios para la naturaleza, revalorizando los ecosistemas naturales.

Soluciones basadas en la naturaleza (SBN)

La Comisión Europea define a las Soluciones Basadas en la Naturaleza como "soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza; que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y ayudan a aumentar la resiliencia".

Infraestructuras verdes

Se entiende por infraestructura verde a una red de zonas naturales o seminaturales, y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Es una red de espacios y elementos que mejoran la resiliencia ante impactos como el cambio climático, contribuyen a la conservación de la biodiversidad y benefician a las poblaciones humanas mediante el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas.

Cobeneficios

Son los efectos positivos que una política o medida destinada a un objetivo podrían tener en otros objetivos, independientemente del efecto neto sobre el bienestar social general. Los cobeneficios están a menudo supeditados a la incertidumbre y dependen, entre otros factores, de las circunstancias locales y las prácticas de aplicación. Los cobeneficios a menudo se denominan beneficios secundarios. Así, por ejemplo, la protección de los cursos de agua y sus ecosistemas favorece la creación de espacios públicos y de integración, y contribuye a la regeneración urbana, particularmente en contextos vulnerables, haciendo las ciudades más resilientes.

Fuente: (Picción & Sierra, 2021); (IPCC, 2014).

4.2.1. Centros con prioridad 1 y 2 - asociadas a amenazas por desborde de río y costas

Algunos de los centros identificados se encuentran ubicados en localidades que cuentan con mapa de riesgo y se localizan en zonas de riesgo medio. Otros están ubicados en localidades que no cuentan con mapa de riesgo, pero, por estar localizadas en ciudad consolidada, entre TR10 y TR100, son asimilables a zonas de riesgo medio.

Estrategias de adaptación al riesgo de inundación[46]:

- Identificar los puntos débiles por donde puede entrar el agua y los elementos e instalaciones de valor con los que se cuente.
- Realizar siempre tareas de limpieza y tomar medidas de mantenimiento periódico y preventivo de cubiertas, patios, instalaciones de desagües, etc. lo que contribuirá a resolver problemas durante las precipitaciones frecuentes o permitirá que el agua baje rápidamente luego de una inundación.
- Realizar reformas edilicias con el fin de evitar el ingreso del agua al edificio y que incorporen algunas de las siguientes medidas: elevación de accesos y umbrales de puertas y ventanas, elevación del nivel de piso interior, construcción de muros perimetrales, colocación de válvulas de retención y antirretorno para instalación sanitaria, impermeabilización de sectores bajos de paredes o colocación de recubrimientos impermeables.
- Cuando ya no es posible resistir el agua y se debe admitir que entre, se deberán tomar medidas para disminuir los daños, por ejemplo: adaptación y/o elevación de equipamientos e instalaciones importantes sobre el nivel de agua (por ejemplo para instalación eléctrica y equipos electrónicos, etc.), utilizar materiales impermeables y equipamientos con terminaciones resistentes al agua, contar con entrepisos, tarimas, depósitos o lugares altos, por sobre el nivel que alcanzará el agua, dónde poder subir objetos, documentos importantes o mobiliario.

46. En el marco de la elaboración del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático en ciudades e infraestructura se elaboró una guía dirigida a brindar recomendaciones para la adaptación de viviendas ubicadas en zonas de riesgo medio de inundación en Paysandú. Algunas de las medidas propuestas en dicha guía para las viviendas de tipo residencial pueden ofrecer alternativas viables a considerar en el diseño y/o adaptación de la infraestructura educativa. La guía se encuentra disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Gu%C3%ADa_Medidas%20de%20adaptaci%C3%B3n%20viviendas%20en%20zonas%20de%20riesgo%20medio%20de%20inundaci%C3%B3n.pdf

Figura 16. **Ejemplos de medidas de adaptación en viviendas para evitar o tolerar la entrada de agua**

MEDIDA DE ADAPTACION

Construcción de muros perimetrales en el predio

Evitar la entrada de agua desde la calle y o desde el propio padrón o padrones linderos.

Ubicación
Límite del predio o donde se requiera retener el agua para que no se acceda a la vivienda y o interior del predio.
Instalación
Permanente.
Disposición según nivel de inundación (TR)
Eficiente cuando la altura del agua no supere los 60 cm del nivel de la vereda.
Asesoramiento técnico
Asesoramiento técnico para evitar generar problemas en la propia estructura y/o predios linderos.

EJEMPLO

Detalle de la intervención
Muro perimetral de 1 metro de altura de 20 cm de espesor con revoques y pintura permanente en ambas caras.

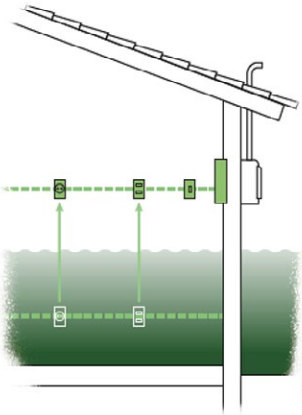
Costos estimados
Unidad: m2
Costo: U$S 309.
Fuente: costos de componentes de obra Inca agosto 2019.

MEDIDA DE ADAPTACION

Elevar toda la instalación eléctrica (tablero, tomas corrientes, llaves y ductos)

Adaptar equipamiento y servicios generar mayor seguridad para los habitantes evitar que se estropeen las instalaciones eléctricas.

Ubicación
Interna y externa de la vivienda y del predio.
Instalación
Permanente.
Disposición según nivel de inundación (TR)
Eficiente en todos los niveles de inundación.
Asesoramiento técnico
Instalador eléctrico autorizado por UTE.



EJEMPLO

Detalle de la intervención
Altura mínima 50 cm sobre la cota de seguridad de máxima inundación, considerada por cada inmueble.

Costos estimados
Unidad: valor unidad valor media de la puesta.
Costo: U$S 156.
Fuente: costos de componentes de obra Inca agosto 2019.

Fuente: Guía de Medidas de Adaptación de viviendas en zonas de riesgo medio de inundación (Bertinat, 2021).

4.2.2. Centros en predios con o próximas a cañadas y pequeños cursos de agua, o con problemas de drenaje pluvial

Como se mencionó anteriormente, se requieren estudios específicos de cada pequeño curso de agua que permitan identificar áreas potencialmente afectadas. En caso de verificarse afectaciones significativas, se recomienda la elaboración de un proyecto hidrológico e hidráulico que aborde esta problemática. En algunos casos particulares, podrá incluir algunas obras de adecuación de la cañada o de los drenajes pluviales, pero se recomienda priorizar la protección de los cursos de agua, de sus ecosistemas y de la flora y fauna propia del lugar. Es importante generar acciones tendientes a revalorizar el rol de las cañadas en los ciclos hídricos naturales. Además de sus beneficios ambientales y sociales, favorece la creación de espacios públicos y de integración, y contribuye a la regeneración urbana, particularmente en contextos vulnerables, haciendo las ciudades más resilientes. También es importante destacar su rol, compatible con el de los centros educativos, para educar sobre desarrollo sostenible a la comunidad.

Para los centros localizados en zonas con presencia de conflictos de drenaje se recomienda coordinar con la Intendencia departamental las obras tendientes a resolver dichos problemas. Las medidas que se realicen por parte de la intendencia respectiva, podrán ser complementadas con trabajo conjunto entre el centro educativo, los vecinos y la municipalidad, por ejemplo: mejora de las calles de acceso, gestión de residuos sólidos que puedan afectar a drenajes pluviales o implementación de sistemas de drenaje pluvial sustentables, que contribuyan a infiltrar, enlentecer y conducir el flujo de escorrentía a un punto de disposición final (infiltrar y/o almacenar), adaptando cubiertas y/o pavimentos permeables, incorporando dispositivos de drenaje sustentable, etc. Se trata de medidas que trascienden al centro educativo en sí mismo y que pueden tener un impacto beneficioso para toda la ciudad.

Bibliografía

Banco Mundial. (2019). Hoja de Ruta hacia escuelas seguras y resilientes. Guía de orientación. Recuperado el 23 de Enero de 2023, de https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33840/RoadmapSP.pdf?sequence=7&isAllowed=y

Barreiro, M., Arizmendi, F., & Trichín, R. (2019b). Variabilidad y cambio climático en Uruguay. Material de capacitación para técnicos de instituciones nacionales. Recuperado el 10 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2020-08/Variabilidad%20y%20cambio%20clim%C3%A1tico%20en%20Uruguay.%20Material%20de%20capacitaci%C3%B3n%20dirigido%20a%20T%C3%A9cnicos%20de%20Instituciones%20Nacionales_0.pdf

Barreiro, M., Arizmendi, F., & Trinchin, R. (2019). Variabilidad observada del clima en Uruguay. Uruguay. Recuperado el 25 de Enero de 2023, de file:///C:/Users/garat/Downloads/Variabilidad%20observada%20del%20clima%20en%20Uruguay%200320_0%20(1).pdf

Barreiro, M., Arizmendi, F., Díaz, N., & Trichín, R. (2021). Análisis de la variabilidad y tendencias observadas de los vientos en Uruguay. Uruguay: s/p. Recuperado el 23 de Enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/FCIEN_An%C3%A1lisis%20de%20las%20variabilidad%20y%20tendencias%20observadas%20de%20los%20vientos%20en%20Uruguay_c.pdf

Barreiro, M., Arizmendi, F., Díaz, N., & Trichin, R. (2021). Análisis del clima y escenarios de cambio y variabilidad climática en Uruguay. Informe técnico, Montevideo, Uruguay. Recuperado el 23 de Enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/analisis-del-clima-uruguay-escenarios-cambio-variabilidad-climatica

Bertinat, N. (2021). Guía de medidas de adaptación de viviendas en zonas de riesgo medio de inundación. Montevideo: s/p. Recuperado el 10 de mayo de 2023 de: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Gu%C3%ADa_Medidas%20de%20adaptaci%C3%B3n%20viviendas%20en%20zonas%20de%20riesgo%20medio%20de%20inundaci%C3%B3n.pdf

Cardona, O., Bernal, G., Escovar, M., Gonzáles, D., Grajales, S., Marulanda, P., . . . y Villegas, C. (2020). Uso de datos masivos para la eficiencia del Estado y la integración regional. Compendio de mapas de riesgo de Uruguay. INGENIAR Risk Intelligence Ltda, Bogotá. Recuperado el 17 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/Atlas%20de%20riesgos%20del%20Uruguay.pdf

DINAGUA. (2022). Atlas Nacional de Inundaciones y Drenaje Pluvial Urbano. Uruguay. Recuperado el 23 de Enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2022-03/Atlas%202022_2022.03.07_baja.pdf

Factor CO2. (2020). Evaluación multi-amenaza en cuatro zonas del Uruguay considerando escenarios de cambio climático. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Evaluacion%20multiamenazas_informe%20evaluaci%C3%B3n%20y%20zonificaci%C3%B3n%20de%20amenazas.pdf

IPCC. (2014). AR5 Synthesis Report: Climate Change. Recuperado el 20 de enero de 2023, de https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/

IPCC. (2018). Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]

IPCC. (2019). Calentamiento global de 1,5° Informe especial del IPCC - Resumen para responsables de políticas. Recuperado el 20 de Enero de 2023, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Lavell, A. (2005). Los conceptos, estudios y práctica en torno al tema de los riesgos y desastres en América Latina: evolución y cambio. Buenos Aires. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de http://biblioteca.clacso.org/Argentina/flacso-ar/20190801044010/lavll.pdf.

Mantero, S. (2021). Reporte piloto sobre daños y pérdidas por eventos de origen climático en Uruguay para el año 2018. s/p.

Martinez, J. P., Piperno, A., Alonso, D., Pastorino, G., & Silva, F. (Octubre de 2022). Información sobre inundaciones urbanas en Uruguay y su aporte a la planificación y proyectos de ingeniería. Uruguay: s/d. Recuperado el 18 de febrero de 2023, de https://aidis.org.uy/2022-xi-congreso-nacional-de-aidis-uruguay-cambios-desafios-y-soluciones-el-rol-de-la-ingenieria-ambiental-en-el-desarrollo-sostenible/

Natenzon, C. (2022). Informe Final.Tabla analítica, atlas y matriz de priorización de riesgo de emergencias y desastres. s/p.

Picción, A., & Sierra, P. et al. (2021). AD@PTA - Aproximaciones disciplinares para la adaptación de ciudades y edificaciones al cambio y la variabilidad climática. Montevideo, Uruguay: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Recuperado el 19 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Informe%20Adpata%20Fadu%202021_compressed.pdf

Piperno, A., Benenati, S., Emanuelli, C., Cuadrado, A., Martinez, J. P., García, P., & Alonso, D. (marzo-setiembre de 2019). Ciudades resilientes en LAC: aportes desde la gestión de las aguas urbanas en Uruguay. Acqua LAC - , 11. doi:10.29104/phi-aqualac/2019-v11-2-01

Sierra, P. (2017). Caracterización socio espacial de la relación río - ciudad. Tesis de maestría. Uruguay: Udelar-FADU. Recuperado el 17 de febrero de 2023, de https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20956/6/Sierra_Motdu_compressed.pdf

SINAE. (2018). https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/. Recuperado el 17 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/publicaciones/componentes-del-riesgo

SINAE. (2020). Política Nacional de Gestión Integral de Riesgo de Emergencias y Desastres en Uruguay, 2019-2030. Uruguay. Recuperado el 21 de Enero de 2023, de https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/sites/sistema-nacional-emergencias/files/documentos/publicaciones/Poli%CC%81tica%20Nacional%20de%20Gestio%CC%81n%20Integral%20del%20Riesgo%20de%20Emergencias%20y%20Desastres%20en%20Uruguay.pdf

SNRCC. (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo. Uruguay. Recuperado el 25 de Enero de 2023, de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/URY_LTS_Dec2021.pdf

SNRCC. (2021a). Plan Nacional de Adaptación a la variabilidad y el cambio climático en ciudades e infraestructuras. Uruguay: s/p. Recuperado el 19 de enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-nacional-adaptacion-variabilidad-cambio-climatico-ciudades

SNRCC. (2021b). Plan Nacional de Adaptación al cambio y la variabilidad climática en la zona costera de Uruguay. Uruguay. Recuperado el 25 de enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/plan-nacional-adaptacion-para-zona-costera-nap-costas-0

SNRCC. (2021c). Cuarto Informe Bienal de Actualización a la Conferencias de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - BUR. Uruguay. Recuperado el 23 de Enero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2022-01/BUR%204%20%282021%29.pdf

UNFCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Río de Janeiro. Recuperado el 03 de febrero de 2023, de https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf

Universidad de Cantabria . (2020). Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera. Instituto de Hidraulica Ambiental . Recuperado el 10 de febrero de 2023, de https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/nap-costas-publicaciones-evaluacion-impactos-ocasionados-cambio-climatico-costa

Enlaces a los medios de prensa consultados para los casos de sequía, tornado e inundaciones presentados en cuadros destacados:

https://ladiaria.com.uy/colonia/articulo/2023/3/mas-de-la-mitad-de-las-escuelas-rurales-del-departamento-de-colonia-no-tiene-agua-potable/

https://atlasdiario.com.uy/?p=29398

https://www.youtube.com/watch?v=x7xF6kN_5vE

https://www.elobservador.com.uy/nota/sinae-repartira-agua-en-las-escuelas-rurales-de-los-departamentos-mas-afectados-por-la-sequia-20221014124117

https://www.elobservador.com.uy/nota/se-reinauguro-el-liceo-de-dolores-destruido-por-el-tornado--201952319442

https://www.sarandi690.com.uy/2021/03/04/por-demoras-burocraticas-escuela-de-dolores-afectada-por-el-tornado-en-2016-aun-espera-para-ser-reparada/

https://uruguayeduca.anep.edu.uy/recursos-educativos/245

https://www.teledoce.com/telemundo/ciencia-y-tecnologia/uruguay-esta-en-la-segunda-region-con-mayor-cantidad-de-tornados-del-mundo-no-los-observamos-desde-el-punto-de-vista-cientifico/#:~:text=hac%C3%A9%20click%20aqu%C3%AD-,Uruguay%20est%C3%A1%20en%20la%20segunda%20regi%C3%B3n%20con%20mayor%20cantidad%20de,el%20punto%20de%20vista%20cient%C3%ADfico%22&text=Uruguay%20es%20el%20%C3%BAnico%20pa%C3%ADs,bien%20acostumbrados%20a%20las%20tormentas

https://www.sanjoseahora.com.uy/2016/04/20/escuela-103-la-mas-afectada-por-las-inundaciones/

https://www.sanjoseahora.com.uy/2018/10/02/ultimas-lluvias-volvieron-a-inundar-escuela-103/

https://www.xn--lamaana-7za.uy/agro/inundaciones-en-rocha-gobierno-pone-especial-enfasis-en-buscar-soluciones/

5 Anexos

Anexo 1.
Tipos de evento de acuerdo con el Monitor Integral de Riesgos y Afectaciones del SINAE

En el MIRA se definen seis subgrupos de eventos de acuerdo con su origen. En cada subgrupo se clasifican los eventos según sus tipos.

GRUPO SOCIONATURAL

Antropológico social - natural

Un peligro que ocurre cuando existe la interacción de acciones humanas con peligrosidades de origen natural.

Incendios:

- **Incendio urbano** (o Incendio de estructura): Siniestro en el que ocurre destrucción total o parcial de instalaciones, casas o edificios, de asentamientos humanos ya sea dentro de ellos o en sus alrededores.

- **Incendio forestal:** Fuego que se extiende sin control en terreno forestal y que afecta a combustibles vegetales. Los daños son sobre áreas con especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueren objeto del mismo y que no tengan calificación de terrenos urbanos, afectando esta vegetación que no estaba destinada para la quema.

- **Incendio de campo:** Siniestro asociado a áreas de cultivos.

- **Incendio de interfase:** Siniestros en áreas que combinan usos residenciales, productivos, recreativos, etc., en un ámbito con características rurales y con una vegetación forestal en su entorno. Estos incendios llevan implícito no sólo la emergencia del incendio forestal en zonas de interfase sino su afectación sobre población, las viviendas, las vías de comunicación, las zonas industriales, etc.

GRUPO ANTRÓPICOS O TECNOLÓGICOS:

Antropogénico

Un peligro que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales. Esto incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas.

- **Concentraciones masivas:** Aplastamiento, pánico, histeria colectiva en eventos masivos (estadios, salas de cine, etc.) que puede derivar en muertes, heridos y/o destrozos materiales. Cuando el pánico ha sido inducido por fenómenos naturales (p. ej. inundaciones, incendios, etc.) se reportará como efecto de ellos, siempre que hayan daños.

- **Contaminación:** Concentración de sustancias contaminantes en el aire, el agua o los suelos, con niveles perjudiciales para la salud humana, para cultivos o especies animales.

- **Explosión:** Liberación brusca de una gran cantidad de energía (térmica, química o nuclear), acompañada de estruendo y rotura violenta del

recipiente que la contiene, produciendo calor, luz y gases. Incluye explosiones relacionadas con errores humanos o fallas en sistemas de infraestructura.

- **Derrame de químicos:** Derrame o fuga de sustancias tóxicas, líquidas, sólidas o gaseosas (p. ej. fuga de gas propano), radioactivas o no, por ejemplo generados por accidentes tecnológicos, por error humano o negligencia.

- **Accidente de transporte:** Se compone de cuatro subconjuntos de desastres: accidentes con aviones, helicópteros, aeronaves y globos; Accidentes relacionados con barcos de vela, ferries, cruceros, otros barcos; Accidentes con trenes; y accidentes relacionados con vehículos de motor en carreteras y vías.

GRUPO NATURAL:

Geológico

Peligros por procesos terrestres internos, tales como terremotos, actividades y emisiones volcánicas, y procesos geofísicos afines como movimientos de masas, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes en la superficie y corriente de barro o escombros.

- **Sismos:** Se denomina sismo o terremoto a las sacudidas bruscas del terreno causadas por el movimiento de las placas tectónicas.

Biológico

Un peligro causado por la exposición a organismos vivos y sus sustancias tóxicas (ej. veneno) o enfermedades que portan a través de vectores. Ejemplos de esto son fauna silvestre e insectos venenosos, mosquitos portadores de agentes causantes de enfermedades, como parásitos, bacterias, etc.

- **Epidemia:** Enfermedad que ataca en una misma zona a uno o más individuos o animales durante días, semanas o meses, excediendo la frecuencia esperada. Se debe tener en cuenta que la declaración de una epidemia depende de las condiciones endémicas de la misma y de la región.

- **Accidente animal:** Encuentros humanos con animales peligrosos o exóticos en desarrollos tanto urbanos como rurales.

- **Infestación de insectos:** Influencia y desarrollo generalizados de insectos o parásitos que afectan a humanos, animales, cultivos y materiales.

Climatológico

Un peligro causado por procesos atmosféricos de larga duración y de micro a meso- escala, cuya variabilidad climática varía entre intra-estacional a multi- decadal.

- **Sequía:** Un período prolongado de precipitaciones inusualmente bajas que produce una escasez de agua para personas, animales y plantas. La sequía es diferente de la mayoría de los otros peligros, ya que se desarrolla lentamente, a veces incluso durante años, y su inicio generalmente es difícil de detectar. La sequía no es únicamente un fenómeno físico ya que sus impactos pueden verse exacerbados por las actividades humanas y las demandas de suministro de agua. Por lo tanto, la sequía a menudo se define tanto conceptual como operativamente. Las definiciones operativas de la sequía, es decir, el grado de reducción de la precipitación que constituye una sequía, varían según la localidad, el clima y el sector ambiental.

Hidrometeorológico

Un peligro causado por condiciones atmosféricas y climáticas de corta duración, ocurrencia, movimiento y distribución de agua dulce y salada a nivel superficial y sub-superficial, de micro a meso escala, que duran desde minutos hasta días.

- **Inundación:** Anegamiento o cubrimiento con agua de un terreno donde se localicen poblaciones, cultivos, bienes o infraestructura. Estas pueden ser graduales o repentinas.

- **Extremo de temperatura:**

  Ola de calor: Un período de clima anormalmente cálido y / o inusualmente húmedo. Normalmente una ola de calor dura dos o más días. Los criterios de temperatura exactos para lo que constituye una ola de calor varían según la ubicación.

  Ola de frío: Un período de tiempo anormalmente frío. Normalmente, una ola de frío dura dos o más días y puede agravarse con los vientos fuertes. Los criterios de temperatura exactos para lo que constituye una ola de frío varían según la ubicación.

  Helada: Descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua que hace que el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Tiene efectos nocivos sobre la población, cultivos, bienes y servicios.

- **Tormenta:** Es un evento de corta duración en la microescala caracterizado por truenos, relámpagos, ráfagas de viento, turbulencias, granizo, hielo, precipitación, corrientes moderadas y violentas hacia arriba y abajo y, en condiciones muy severas, se pueden formar tornados.

- **Tornado:** Una columna de aire que gira violentamente y llega al suelo o al agua abierta (tromba de agua).

- **Vientos fuertes:** Diferencias en la presión del aire que resultan en el movimiento horizontal del aire. Cuanto mayor es la diferencia de presión, más fuerte es el viento. El viento se mueve desde la alta presión hacia la baja presión.

- **Lluvia:** Precipitación pluvial. Incluye lluvias puntuales, persistentes o torrenciales en una región específica, así como períodos largos de precipitaciones.

JAPANGOV
The Government of Japan

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL