



**REFERENCIAS GENERALES**

Alturas de agua según progresivas (cero oficial)

Progresiva	0.0	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
3.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
4.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
5.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
6.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
7.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
8.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00
9.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
10.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
11.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
12.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
13.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
14.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
15.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00

**OBSERVACIONES**

Este mapa se ha realizado para su utilización en la elaboración del Plan Local de Ordenamiento Territorial de Colonia. No necesariamente incluye todas las áreas sujetas a inundación, en particular no incluye áreas inundables por desbordos del Río San Juan, de los arroyos Del Caño, Chileno, Riachuelo, cañadas o drenaje pluvial.

Las curvas de inundación del arroyo La Caballada fueron elaboradas a partir del estudio "Estudios hidrológicos e hidráulicos del arroyo La Caballada-Colonia", CSI Consultores, marzo 2017. Las curvas de inundación del Río de la Plata son tomadas de "Desarrollo de Herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera", IH Cantabria, 2020.

Las cañadas y canales urbanos fueron identificados a partir de interpretación de imágenes satelitales, curvas de nivel y posterior verificación con técnicos de la intendencia.

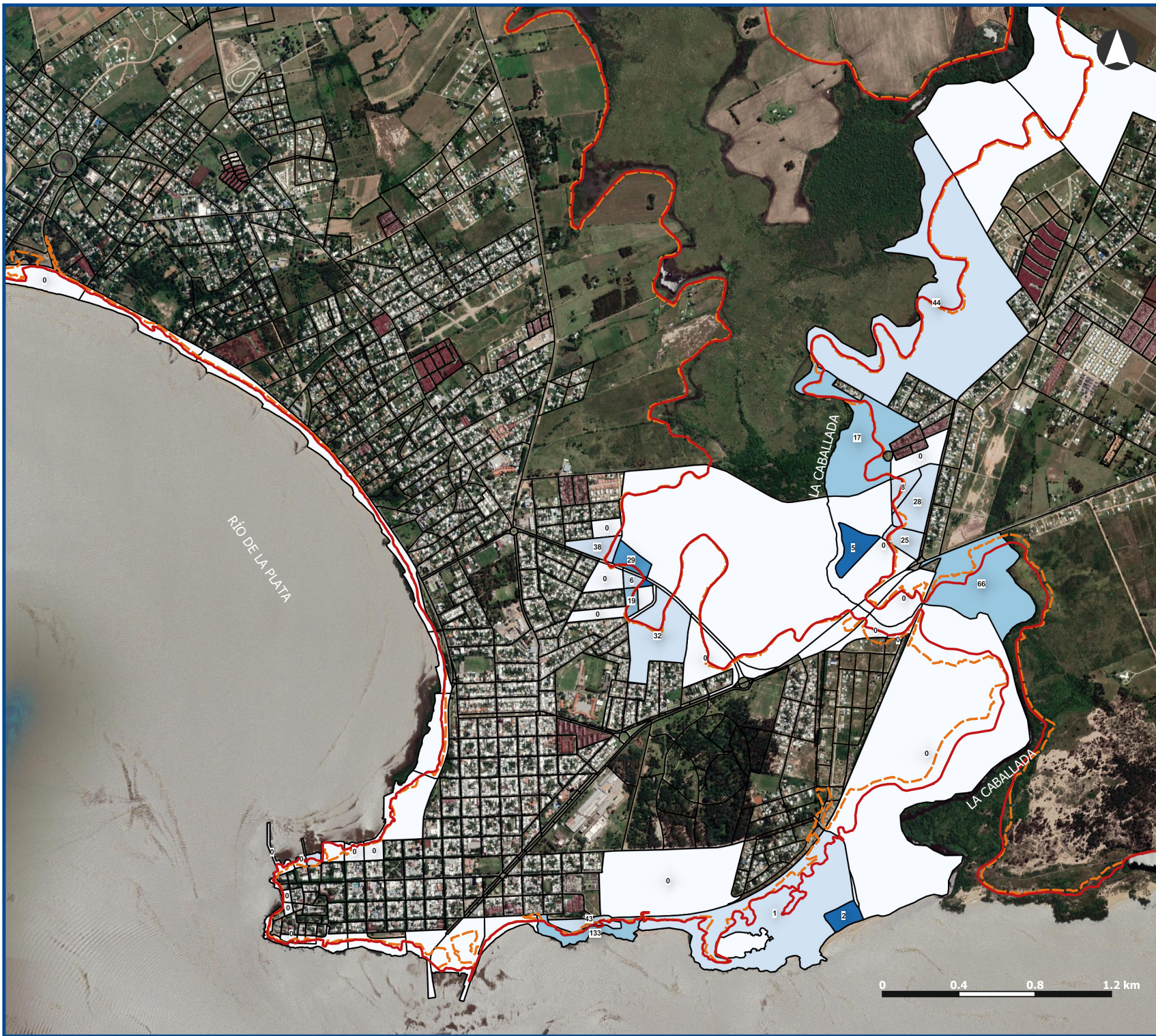
La información cartográfica de base empleada es la que corresponde a los datos provisorios de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Todas las alturas están expresadas en referencia al cero oficial.

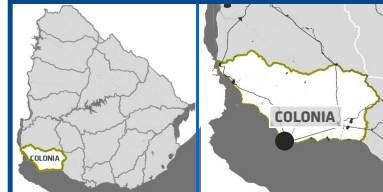
**REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS**

- AMENAZA**
- Río de la Plata
  - Zona de inundación por caídas con probabilidad anual mayor a 1% (T= 100 años)
  - Zona de inundación por caídas con probabilidad anual mayor a 0.2% (T= 500 años)
  - A' la Caballada y del General
  - Secciones transversales
  - Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 10% (T= 10 años)
  - Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 1% (T= 100 años)
  - Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 0.2% (T= 500 años)
- CARTOGRAFIA BASE**
- Hidrología fuente: OSE, IDE
  - Espacios libres fuente: IDE
  - Vías férreas fuente: IDE
  - Curvas de nivel fuente: IDE
  - Predios fuente: DNC





**LOCALIZACIÓN**



**INFORMACIÓN**

**NÚMEROS ESTIMADOS BAJO CURVA REAL DE INUNDACIÓN Y BAJO TR 100. PORCENTAJES SOBRE LOS TOTALES**

PERSONAS	498	1.9 %
HOMBRES	245	1.9 %
MUJERES	253	1.9 %
VIVIENDAS	194	1.6 %
HOGARES	161	1.6 %

Los datos de personas, hogares y viviendas en zonas bajo curva real de inundación y bajo TR 100 se estiman superponiendo los datos del Marco Censal (INE 2011) con la citada curva y analizando en SIG con foto aérea.

- 00 NÚMERO DE PERSONAS ESTIMADAS
- CURVA TR100 (Ao. La Caballada). Fuente: CSI
- CURVA TR100 (Ro. de la Plata). Fuente: IMFIA, IH Cantabria\*
- ZONAS CENSALES (INE, 2011)
- VIVIENDA DE PROMOCIÓN PÚBLICA (DINOT, 2011)

- PORCENTAJE DE AFECTACIÓN DE VIVIENDAS:
- 0
  - 25%
  - 50%
  - 75%
  - 100%

IMAGEN SATELITAL: Google Satellite

\* Desarrollo de herramientas tecnológicas para evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay.

MINISTERIO DE AMBIENTE DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUAS

**COLONIA DEL SACRAMENTO**  
 Departamento de COLONIA  
 ESTIMACIÓN DE PERSONAS, VIVIENDAS Y HOGARES BAJO TR100

FECHA: **DIC 2021** | ESCALA: **1:27000** | TAMAÑO: **A4** | Nº: **02**  
 VERSIÓN: **V1**







# MAPA DE RIESGO DE INUNDACIÓN – COLONIA DEL SACRAMENTO

## DOCUMENTO METODOLÓGICO

Diciembre 2021

### 1. INTRODUCCIÓN

El Mapa de Riesgo de Inundación es un instrumento realizado en conjunto entre las Intendencias Departamentales y la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA).

El MDRI se enmarca en la perspectiva de Gestión Integral del Riesgo: “un proceso social cuyo fin último es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastres en la sociedad en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenibles”.<sup>1</sup>

Este instrumento permite localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica los agentes generadores de riesgo, la susceptibilidad del territorio a verse afectado, los niveles de exposición de viviendas e infraestructuras y la vulnerabilidad de la población. Además, posibilita que se identifiquen las zonas de la ciudad que pueden ser afectadas por inundaciones, orientar las dinámicas urbanas hacia zonas seguras, apoyar la transformación de zonas de riesgo alto en zonas de oportunidad y reducir y/o mitigar el riesgo de inundación de personas, viviendas e infraestructuras de la ciudad.

La zonificación de la ciudad según sus riesgos de inundación da elementos para categorizar el uso y ocupación del suelo, en articulación con la normativa nacional y local en vigencia.

La herramienta no se limita en la identificación de las zonas de riesgos actuales, que requieren de una acción correctiva o mitigatoria, sino que además propone medidas prospectivas considerando el riesgo futuro asociado tanto a cambios en el clima como en el uso y ocupación del suelo, que de seguir la tendencia actual, se transformaría en un escenario de riesgo.

A continuación se presenta el marco metodológico y conceptual, la información necesaria y los criterios seguidos para su elaboración.

---

<sup>1</sup> Narváez. L, Lavell. A, Pérez Ortega.G, La gestión de riesgo de desastre, un enfoque basado en procesos. (Lima 2009)





## 2. MARCO CONCEPTUAL

Desde la perspectiva de abordaje que da marco al MDRI, el riesgo es entendido como una relación dinámica entre **amenaza** y **vulnerabilidad**, reconociendo la importancia tanto de la magnitud del fenómeno como de las características del territorio y de la población expuesta.

La **amenaza** es la probabilidad de que un evento, en este caso la inundación, se presente con cierta intensidad en un sitio específico con posibilidad de producir efectos adversos sobre las personas, los bienes o el ambiente.

La **vulnerabilidad** refiere a la susceptibilidad que tiene la población o un conjunto social o un ecosistema determinado de ser afectado por una amenaza y la dificultad para recuperarse del impacto, es decir, la predisposición a sufrir daños y/o pérdidas al ser impactado, en este caso, por un evento de inundación.

Otro factor determinante para la existencia de riesgo es la **exposición**. Si ocurre un evento de inundación pero no hay exposición al mismo por parte del conjunto social y sus bienes, el riesgo no existe. Sin embargo, al analizar escenarios futuros de ocupación y uso del territorio, es posible identificar nuevas zonas expuestas, que determinen un riesgo futuro.

Los riesgos pueden reducirse, actuando sobre las amenazas, bajando la exposición o reduciendo la vulnerabilidad.

Los diversos factores que influyen en la caracterización del riesgo lo hacen un instrumento dinámico que requiere de revisión y actualización periódica, en articulación con los ajustes de los planes de ordenamiento territorial de las localidades.

## 3. MARCO NORMATIVO

En cuanto al marco normativo, existe una profusa normativa vinculada a la reducción de riesgos de inundaciones. A continuación se mencionan y comentan las principales leyes y decretos que tienen relevancia para la elaboración de mapas de riesgo.

Según la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, Ley No. 18.308,

**Artículo 83:** *"Ningún predio y ninguna vía pública que sirva de único acceso a predios podrá situarse ni total ni parcialmente en terrenos inundables, o que estén a nivel inferior a 50 centímetros por encima del nivel alcanzado por las más altas crecientes conocidas."*





Por otro lado, la Directriz Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (Ley 19.525/17) indica en el Artículo 22 (Aguas pluviales, áreas contaminadas e inundables) que:

*Artículo 22 (Aguas pluviales, áreas contaminadas e inundables). Los instrumentos de ordenamiento territorial departamentales referidos al suelo urbano y suburbano deberán incluir planes y disposiciones sobre el manejo de las aguas pluviales, con los criterios establecidos por la autoridad nacional competente, quedando prohibida la urbanización de las áreas contaminadas y de aquellas que se determinen como inundables con períodos de retorno menor a cien años.*

El Decreto N° 30/020, reglamentación de la Ley 19.525, indica en sus Artículos 19, 20, 21 y 22:

*Artículo 19 (Áreas inundables). A los efectos previstos en el artículo 22° de la Ley No. 19.525 de 18 de agosto de 2017, los instrumentos de ordenamiento territorial departamentales que se aprueben en el futuro, deberán identificar con la mayor precisión posible las áreas inundables en las zonas urbanizadas y no urbanizadas, de acuerdo con lo que se establece en los artículos siguientes.*

*Los instrumentos vigentes deberán identificar las áreas inundables en las zonas urbanizadas y no urbanizadas, en oportunidad de su revisión conforme con el artículo 29° de la Ley No. 18.308 de 18 de junio de 2008.*

*Artículo 20 (Áreas inundables en zonas no urbanizadas). El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, a través de la Dirección Nacional de Aguas, definirá las zonas inundables según probabilidad de ocurrencia en los cuerpos o cursos de agua del país, entre ellas las zonas inundables con períodos de retorno menor a cien años, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 22° de la Ley No. 19.525 de 18 de agosto de 2017.*

*Si al comunicar el inicio del proceso de elaboración del instrumento de ordenamiento territorial por parte de los Gobiernos Departamentales (artículo 2° del Decreto 221/009 de 11 de mayo de 2009), no se encontraren aún definidas las zonas inundables a que hace referencia el inciso anterior, la autoridad que posea la iniciativa para la elaboración del instrumento, efectuará en el proceso respectivo la identificación de las áreas inundables con períodos de retorno menores a cien años, según los criterios establecidos por la Dirección Nacional de Aguas para el caso concreto.*





*En las zonas inundables no urbanizadas solo se admitirán obras, construcciones y actividades cuyo riesgo de inundación sea considerado admisible conforme al instrumento de ordenamiento territorial vigente, como ser, las instalaciones deportivas, campings, paradores, equipamientos de parques, anfiteatros y otros usos distintos al de residencia permanente.-*

*Artículo 21 (Áreas inundables en zonas urbanizadas). En las zonas ya urbanizadas, los instrumentos de ordenamiento territorial departamentales deberán incluir un mapa de riesgo que definirá los niveles de riesgo de las áreas inundables del territorio objeto de regulación, clasificándolos en riesgo alto, medio y bajo, definiendo los usos y actividades admisibles en dichas zonas conforme a lo dispuesto por la reglamentación específica en la materia.-*

*Artículo 22 (Mapa de riesgo provisorio). Los Gobiernos Departamentales deberán elaborar con carácter provisorio, hasta tanto no se sancionen los instrumentos de ordenamiento territorial o se revisen los vigentes, un mapa de riesgo que defina los niveles de riesgo de las áreas inundables en zona urbana y suburbana, clasificándolos en riesgo alto, medio y bajo, así como también los usos y actividades autorizados.*

*El mapa de riesgo provisorio deberá ser elaborado siguiendo los criterios establecidos por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, a través de la Dirección Nacional de Aguas.*

#### **4. METODOLOGÍA**

El MDRI se realiza siguiendo una serie de pautas metodológicas y criterios técnicos específicos, definidos por DINAGUA, lo que permite uniformizar a nivel nacional su desarrollo, más allá de las particularidades locales específicas, así como de la información disponible para su realización.

La elaboración del MDRI, se realiza en general, como aporte al proceso de elaboración de Planes Locales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, con el objetivo de identificar los riesgos existentes y anticiparse al riesgo futuro con una visión prospectiva. Como se ha señalado, la articulación del MDRI con los instrumentos de ordenamiento territorial resulta de gran relevancia para el desarrollo de procesos de planificación dado que brinda la posibilidad de compatibilizar las zonas de riesgo con la categorización del suelo, entre otros aspectos.

La estrategia metodológica incluye cinco etapas de trabajo:





1. Elaboración del mapa de amenaza
2. Caracterización de la vulnerabilidad e identificación de la exposición
3. Construcción del MDRI diagnóstico y propuesta
4. Incorporación del MDRI al instrumento de ordenamiento territorial.
5. Incorporación al sistema de información de DINAGUA.

Durante todas las etapas se mantienen instancias de coordinación e intercambio con directores y técnicos de la intendencia, en especial de las áreas de ordenamiento territorial, obras y social. La población por su parte participa tanto en las instancias de diagnóstico como de propuestas. En general se intenta que estas instancias coincidan con las ya previstas en la propia elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial, pero si las condiciones lo ameritan se realizan instancias específicas sobre el tema, que pueden consistir en talleres, encuestas o audiencias públicas.

En el caso de Colonia del Sacramento el proceso de elaboración del mapa de riesgo inicia en 2016. Desde esa fecha hasta la elaboración del presente informe han participado varios equipos técnicos de la Intendencia de Colonia que mantuvieron una comunicación e intercambio fluido con el equipo de DINAGUA, en particular del Departamento de Obras y de Planificación y Ordenación Territorial.

Se realizó también una instancia de taller en el marco del proyecto "Hoja de ruta nacional en materia de aguas urbanas" (Colonia 30.10.2018) en donde participaron otras áreas de la intendencia.

#### **4.1. MAPA DE AMENAZA**

En el Mapa de Amenaza se identifican zonas, en función de los períodos de retorno ( $T_r$ ), que representan la probabilidad de que un evento de inundación de determinada intensidad se presente en una zona con una determinada frecuencia.

Para su elaboración se requieren estudios hidrológicos, hidráulicos y marítimos específicos que permitan identificar alturas según período de retorno en las distintas zonas de la localidad. En caso de disponer de estudios anteriores, técnicos de DINAGUA los analizan para verificar que cumplen con los criterios mínimos para la elaboración del mapa de amenaza. En caso contrario deben realizarse nuevos estudios.





De forma excepcional, de no disponerse de estudios para un curso de agua en particular, podrán definirse zonas con medidas cautelares en donde se prohíba la modificación del terreno y su ocupación, hasta que no se tengan los insumos necesarios para la elaboración de mapas de amenaza.

La información sistematizada en el Mapa de Amenaza permite conocer la dinámica del curso de agua o de la costa y establecer las zonas potencialmente inundables para eventos de diferente magnitud y frecuencia. El mapa no se limita a definir una "zona seca" y una "zona húmeda" sino que permite establecer diferentes zonas de inundación, tanto costeras, por ribera o por drenaje pluvial, habilitando la incorporación de diversas estrategias de gestión del territorio.

Pueden incluirse también análisis complementarios como mapeo de zonas según velocidad y profundidad de agua o aumento de áreas inundables ante escenarios de cambio climático

Para las inundaciones por desbordes del drenaje pluvial interno de la ciudad, cañadas y pequeños cursos de agua, suelen no existir estudios que permitan establecer zonas afectadas según recurrencia, por lo que se realizan estudios que permiten una identificación aproximada: identificación de predios atravesados por cañadas y mapas de conflictos.

Para la localidad de Colonia se analizan las siguientes amenazas:

- Inundaciones por crecida del arroyo La Caballada y del Arroyo del General
- Inundaciones por niveles altos del Río de la Plata
- Desbordes del sistema de drenaje pluvial: predios atravesados y mapa de conflictos

No se realizan estudios sobre el Río San Juan, los arroyos Del Caño, Chileno, Riachuelo, ni de otros cursos de agua menores.

#### **4.1.1. Curvas de inundación por desbordes del A° La Caballada y A° del General**

Las zonas de inundación con probabilidad anual mayor a 0.2%, 1%, 10% (Tr 500, 100 y Tr 10 años respectivamente) son tomadas del siguiente estudio:

- "Estudios hidrológicos e hidráulicos del Arroyo La Caballada, Colonia. Compra directa N° 148". CSI Ingenieros, 2017.





El estudio, contratado por la Dirección Nacional de Aguas para la elaboración del presente mapa de riesgo, incluyó un diagnóstico y un análisis de factibilidad de obras para reducir riesgos de inundaciones.

Para el diagnóstico se realiza un análisis hidrológico, estimando tormentas según recurrencias, que son ingresadas posteriormente en un software de modelación hidrodinámica que representa el escurrimiento del agua en el curso de agua. Posteriormente se analizan posibles efectos de remansos y la afectación del Río de la Plata como condición de borde para la descarga.

En la Tabla que se presenta a continuación se resumen las cotas asociadas distintas progresivas del arroyo. Como es de esperar las cotas disminuyen en la medida que el curso avanza hacia su descarga en el Río de la Plata.





Tabla 1 – Alturas de agua según progresivas (cero oficial)

Arroyo La Caballada					
Progresiva	TR 2años	TR 10años	TR 100años	TR 500años	Obsevación
10.779	14,33	15,02	15,8	16,23	Cno. a la Cárcel
7.189	7,58	8,02	8,59	8,92	
5.359	6,35	6,81	7,46	7,89	G. Sanabria
4.709	6,02	6,61	7,32	7,77	M. Lavalleja
3.749	5,8	6,35	7,01	7,47	Municipio
3.271	5,3	5,89	6,61	7,13	Hospital
3.089	5,09	5,55	6,22	6,79	Ruta N°1 Nueva
3.011	5,07	5,49	6,1	6,64	Ruta N°1 Vieja
2.981	4,32	4,74	5,76	6,45	Aguas debajo de Ruta N° 1 Vieja
2.727	3,38	4,4	5,58	6,25	Puente Ferroviario
2.619	3,3	4,26	5,37	5,98	
2.167	3,08	4,01	5,05	5,6	
1.581	2,69	3,53	4,54	5,07	
1.000	2,39	3,11	4,01	4,43	

Arroyo del General					
Progresiva	TR 2años	TR 10años	TR 100años	TR 500años	
8.694	8,78	9,71	10,6	11,1	
7.244	8,4	9,28	10,11	10,59	M. Fernández
6.684	8,21	9,07	9,9	10,37	
5.434	6,35	6,81	7,46	7,89	Aº La Caballada

Los resultados obtenidos son validados comparándolos con los de la crecida de 2014.





Fig. 1 - Secciones consideradas en el estudio.

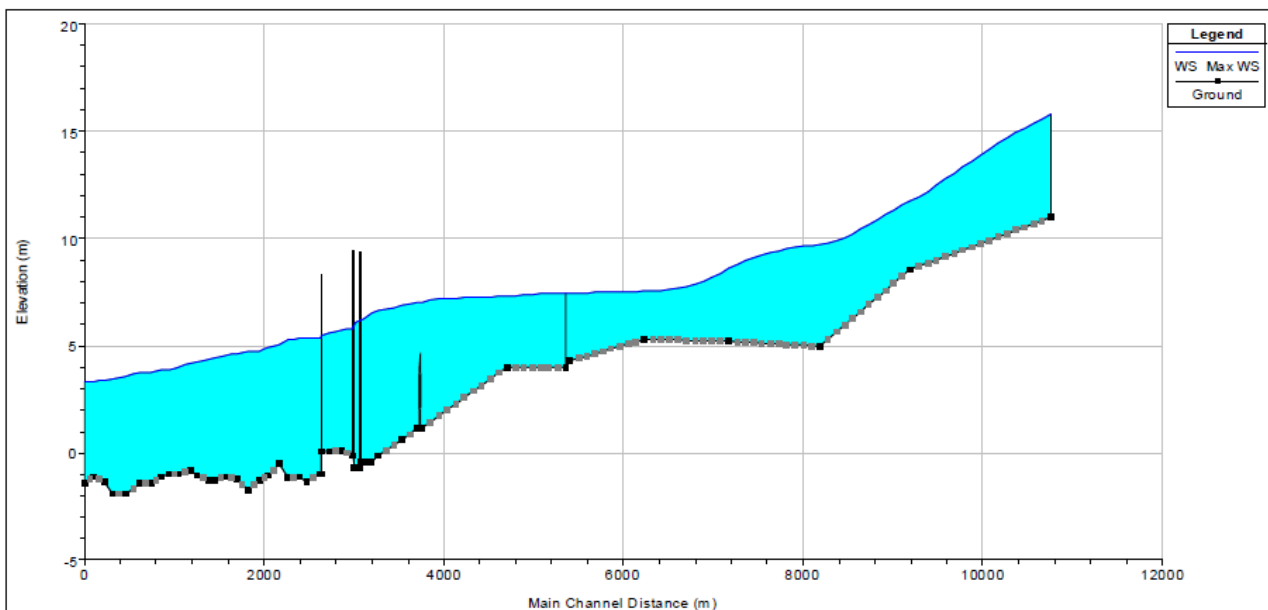


Fig. 2 - Perfil longitudinal del A° La Caballada para Tr 100 años.



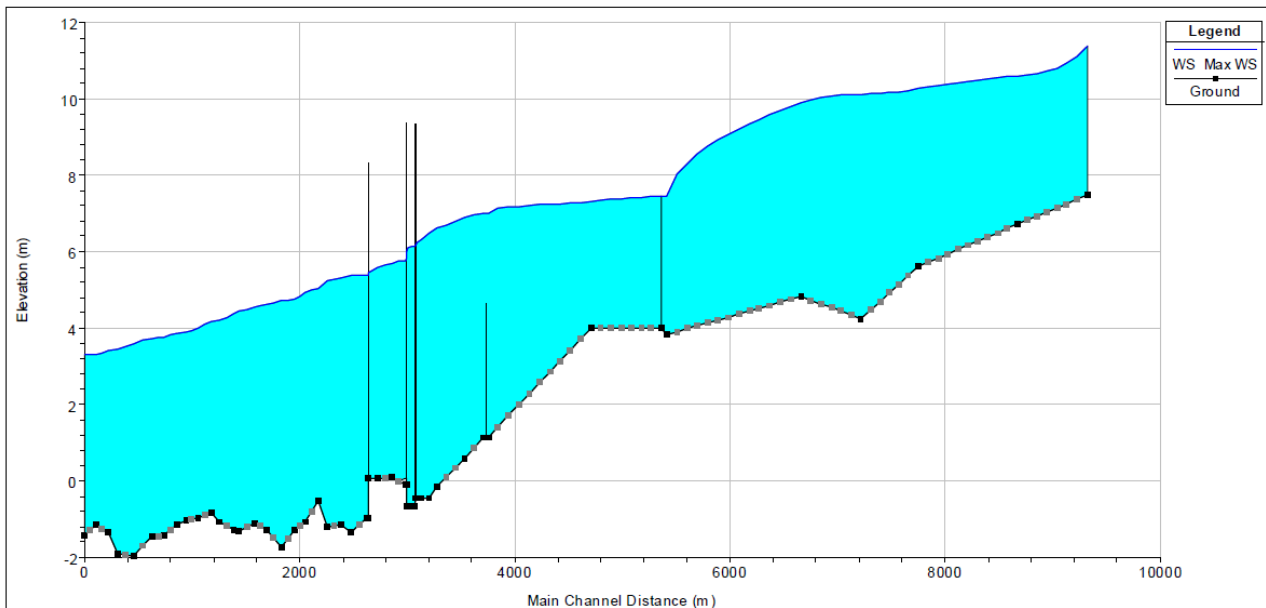


Fig. 3 - Perfil longitudinal del A° del General para Tr 100 años.

A nivel exploratorio se analiza la efectividad de algunas obras que podrían disminuir el área inundable en algunos sectores del arroyo, en particular ensanchar y profundizar el canal en la zona de bañado, la eliminación del puente viejo de Ruta 1 y la construcción de embalses de laminación aguas arriba. La efectividad de cada medida es analizada en el informe; en general tienen efectos localizados y presentan costos considerables.

A los efectos de la elaboración del MDRI se considera la situación actual, sin obras. En caso de realizarse estas u otras obras deberán incorporarse al MDRI, modificando las áreas afectadas según recurrencia.

#### 4.1.2. Inundaciones históricas

No se cuenta con un registro histórico y sistemático de las crecidas del arroyo. Como información parcial se contó con algunas fotografías y puntos relevados de la inundación de 2014 que fueron utilizadas para validar el estudio de CSI

#### 4.1.3. Curvas de inundación por niveles en el del Río de la Plata

Para la identificación de zonas según recurrencias por crecidas del Río de la Plata se utiliza el estudio "Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera", IH Cantabria, 2020.





El mismo se realizó en colaboración con Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República con el auspicio del Ministerio de Ambiente y el Climate Technology Center and Network (CTCN).

En dicho estudio se realiza un análisis de la dinámica costera a escala regional, obteniendo alturas de marea y oleaje para todo el arco de la costa uruguaya, tanto en escenario actual como futuro, considerando para esto los escenarios de cambio climático definidos por el IPCC en 2014. Para cada escenario se estima erosión de costa y áreas inundables según recurrencia. Analizando estas áreas se estima que para escenario actual el límite del área inundable con recurrencia 100 años estaría a 4.0 m del cero oficial. Esto coincide con lo planteado en la ficha

Tabla 2 - Niveles de marea según "Caracterización clima marítimo" IMFIA - IH Cantabria, 2018.

Período de retorno	H(Of)
10	3.2
20	3.46
50	3.83
100	4.13
500	4.87

#### 4.1.4. Variabilidad y cambio climático

Como se mencionó anteriormente, en el estudio realizado por IH Cantabria, se estimó el aumento del nivel del mar en escenarios de cambio climático para distintos escenarios de tiempo. Para el escenario 2100 más desfavorable de los considerados por IH Cantabria (RPC 8.5) el aumento de estos niveles sería de aproximadamente 0.8m. Las modificaciones en la altura, dirección y período pico del oleaje se estima que son reducidas.

En cuanto a las crecidas los arroyos, no se cuenta con una estimación cuantitativa sobre el incremento de precipitaciones y caudales en su cuenca por efecto del cambio climático. Esto se debe fundamentalmente a que, dentro de las variables climáticas, las precipitaciones extremas son las más difíciles de predecir, en particular las intensas de corta duración, que son las que afectan a cañadas y arroyos. A pesar de esto, algunos estudios recientes<sup>2</sup> parecen marcar una tendencia a un incremento de precipitaciones extremas del orden de un 10-20% para el escenario 2100 en todo el país.

<sup>2</sup> "Variabilidad y cambio climático en la costa en Uruguay", M. Barreiro, Facultad de Ciencias de la UdelaR, 2019.



El alto grado de incertidumbre y la gravedad de la problemática justifican que estos aspectos se continúen monitoreando de forma de poder tomar las acciones pertinentes, en particular a la hora de futuras actualizaciones del mapa de riesgo.

#### **4.1.5. Predios atravesados por cañadas**

Se identifican aquellos predios atravesados y que se encuentren en una zona buffer previamente definida (10 – 30 metros medidos desde el eje). Para su identificación se realiza un análisis de imágenes satelitales o aéreas, pudiendo complementarse con inspecciones técnicas y entrevista a informante calificado.

En el caso de Colonia se utilizó la información de una consultoría contratada por DINAGUA en el año 2016 para determinar los predios afectados por cañadas y cursos intermitentes a nivel nacional<sup>3</sup>. Este estudio fue realizado a través de imágenes satelitales e información topográfica de IDE<sup>4</sup> y RENARE. El estudio permite tener una estimación inicial de cantidad de predios que son atravesados o afectados por cursos de agua menores o por un área buffer del curso de agua de 10 y 30 m. Posteriormente, técnicos de DINAGUA y de la Dirección de Obras de la Intendencia ajustaron esta información.

#### **4.1.6. Información de percepción de conflictos**

A partir de talleres y conocimiento local se elabora el mapa de percepción de conflictos de la localidad. En este mapa se registran zonas de conflicto por drenaje pluvial, proyectos a concretarse en el futuro y otros datos de relevancia para la comprensión del sistema de aguas pluviales de la ciudad.

En general se incluyen en los mapas de riesgo los cortes de calles internas de la localidad, o accesos prioritarios que se vean afectados. Si bien pueden no tener medidas específicas de ordenamiento territorial asociadas, se incorporan estos datos a los efectos de dejar registro y para su difusión. Con esta información se pueden identificar vías seguras de evacuación, o de ingreso/egreso vehicular ante eventos de inundación.

Esta información puede integrarse en el mapa de riesgo o ser presentada de forma independiente.

---

<sup>3</sup> Estudio realizado por la consultora ICA.

<sup>4</sup> Conjunto de Datos Provisorios de la Infraestructura de Datos Espaciales del Uruguay.





## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD E IDENTIFICACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

### 4.2.1. Atlas de vulnerabilidad

El Atlas de Vulnerabilidad se construye a partir de diversas fuentes, utilizando métodos tanto cualitativos como cuantitativos: entrevistas con técnicos, talleres, recorridas de campo, procesamiento y espacialización de datos censales, análisis de información secundaria proveniente de diversos organismos públicos, entre otros. En la caracterización de la vulnerabilidad se identifican causas de fondo, entendiendo que la existencia de áreas inundables y población afectada, es producto de procesos de fragmentación social que se traduce en el territorio en procesos de expulsión de la ciudad “formal” y “segura”, es decir, en procesos de segregación residencial.

Una fuente importante de datos es la proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). A solicitud de DINAGUA, el INE ha compartido información desagregada en zona censal. Esta información está amparada por el secreto estadístico establecido en la Ley 16.616 impidiendo la individuación de los datos, por lo que para su visualización se realizan agregaciones y agrupamientos.

La información con desagregación de zona censal para la elaboración de los MDR, permite identificar sectores de la ciudad donde hay prevalencia de un grupo de personas, viviendas u hogares que presentan cierta característica.

Posteriormente se realiza una apertura de cada variable según vive en zona inundable, comparando su porcentaje con respecto al del total de la localidad.

Las variables consideradas son las siguientes:

- Desocupación plena - Son aquellas personas que no trabajaron al menos una hora la semana anterior, que no tienen un trabajo al que volverán, ni buscaron trabajo en las últimas 4 semanas. Desocupados plenos es una categoría de la variable agregada Condición de Actividad Económica, ya procesada en la base de Microdatos INE.
- Discapacidad severa – personas con al menos una discapacidad severa. En el censo se consulta a las personas sobre el grado de dificultad para ver, oír, caminar o subir escalones y la dificultad permanente para entender y/o aprender. Si presenta mucha dificultad o no puede ver, oír, caminar o entender se dice tiene discapacidad severa.



- Personas en hogares monoparentales con jefatura femenina - número de personas que residen en un hogar monoparental y que la jefatura del mismo es ejercida por una mujer.
- Personas en hogares con inseguridad en la tenencia de la vivienda - Se entiende por tenencia insegura cuando algún integrante del hogar es propietario de la vivienda (la haya o no pagado) pero no del terreno o los hogares son ocupantes de la vivienda que habitan sin contar con el permiso del propietario.
- Personas que residen en hogares con NBI Saneamiento - Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es uno de los métodos directos de medición de pobreza de enfoque multidimensional. En lo que se denomina NBI SANEAMIENTO se combina la disponibilidad de baño, las características de uso y la evacuación del servicio sanitario. Un hogar particular tendrá necesidades básicas insatisfechas en saneamiento si cumple al menos una de las siguientes condiciones: a) no accede a baño; b) accediendo, su uso no es exclusivo del hogar o; c) la evacuación del servicio sanitario no es a red general, fosa séptica o pozo negro.
- Personas que residen en hogares con NBI Agua - Las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es uno de los métodos directos de medición de pobreza de enfoque multidimensional. En lo que concierne al AGUA, se establece que un hogar tiene NBI si el agua potable no llega por cañería dentro de la vivienda o sí, en caso de que lo haga, el origen no sea red general ni pozo surgente protegido. Combina tanto el origen como la llegada a la vivienda.
- Hogares con hacinamiento - Se considera hacinamiento cuando hay más de dos personas por habitación sin considerar baño y cocina.
- Personas que habitan en viviendas con materiales livianos - Se considera para esta condición las categorías de la variable agregada por INE "categoría de la vivienda", aquellas vivienda con: materiales livianos en paredes y techos, materiales livianos en paredes, techos y piso resistente. No están consideradas las viviendas con material de desecho.

En el caso de Colonia se analizan todas estas variables y se identifican dentro de los sectores inundables de la ciudad dos zonas de vulnerabilidad alta. Ambos corresponden con asentamientos irregulares: en el cruce de La Caballada con Ruta 1, asentamiento Villa Ferrando y al sur de la localidad, el asentamiento Malvinas que es afectado por el Río de la Plata.



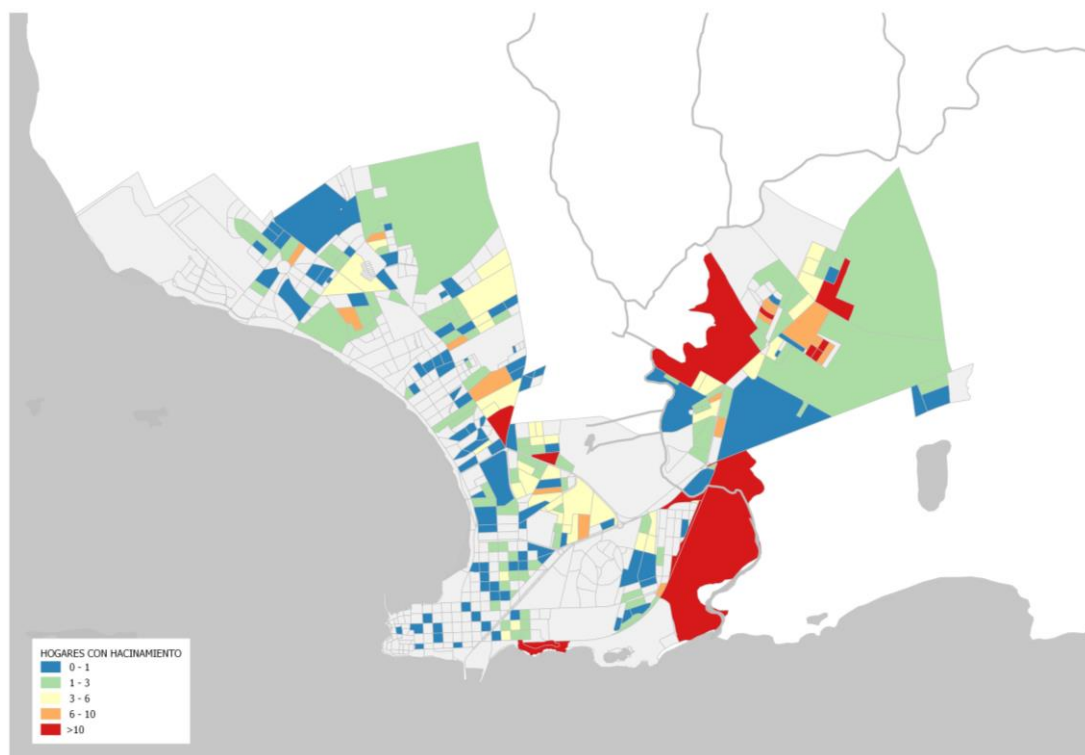


Fig. 4 - Hogares en condiciones de hacinamiento por zona censal. Elaboración en base a Censo 2011, INE

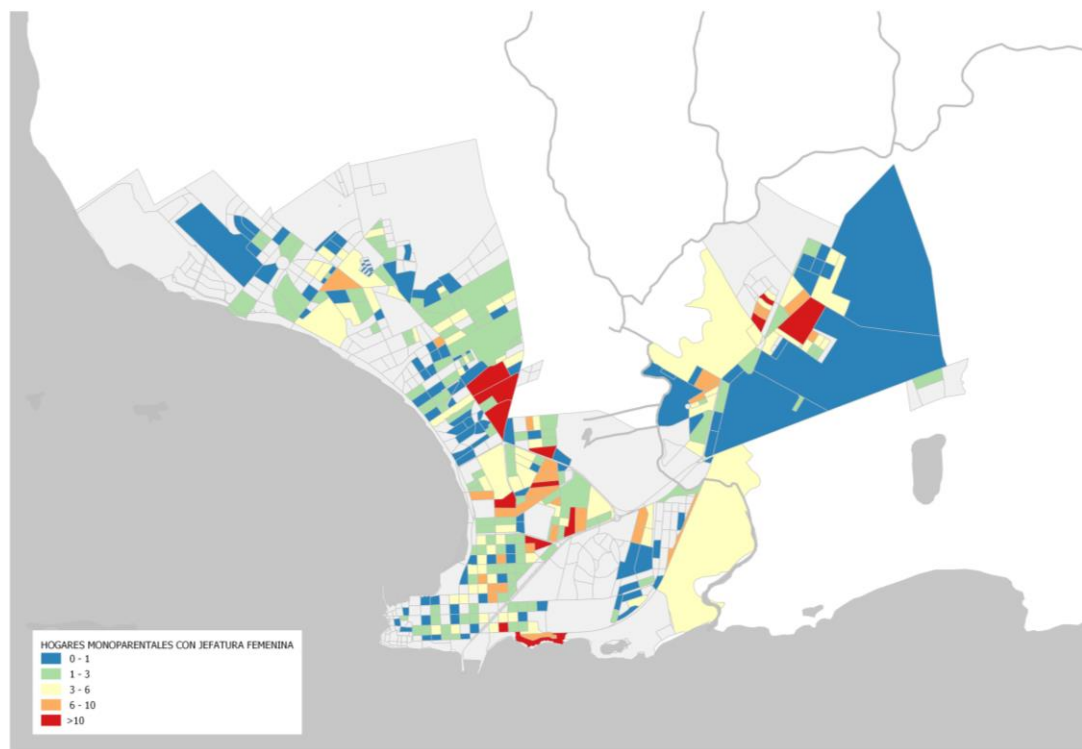


Fig. 5 - Hogares monoparentales jefatura femenina. Elaboración en base a Censo 2011, INE

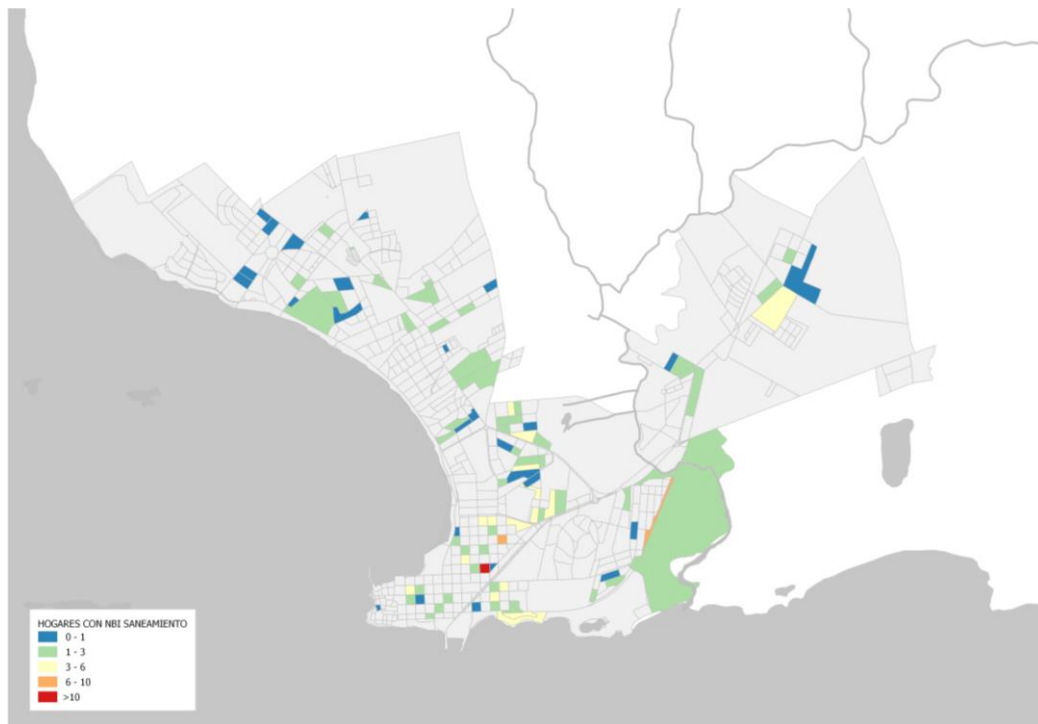


Fig. 6 - Hogares con NBI Saneamiento. . Elaboración en base a Censo 2011, INE

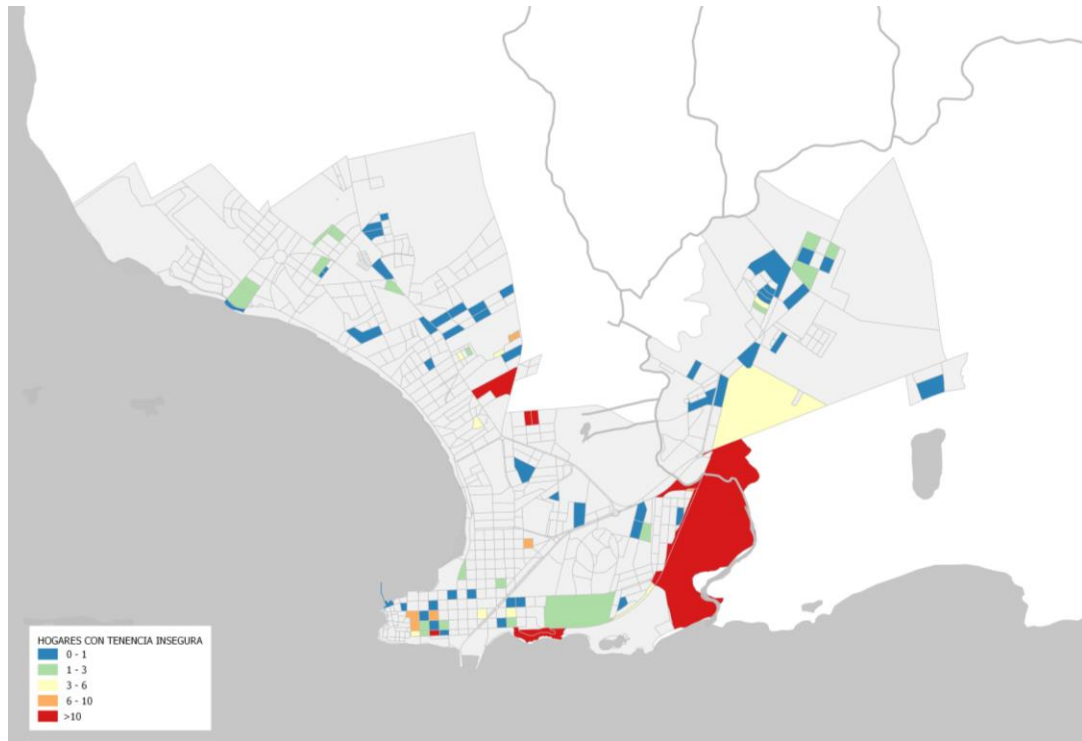


Fig. 7 - Hogares con inseguridad en la tenencia de la vivienda. Elaboración en base a INE 201





#### 4.2.2. Población expuesta en área inundable

En el Mapa Población, Viviendas y Hogares en Área Inundable (Lámina 02) se presentan los datos de personas, hogares y viviendas en zonas por debajo de la curva Tr 100 años.

Se identifican el número estimado de viviendas y personas (distinguiendo entre mujeres y hombres) bajo Tr 100 años.

Estos datos se estiman a partir de la intersección de la curva de inundación Tr 100 con la información del Marco Censal (INE, 2011) relativa a cantidad total de personas, viviendas ocupadas y hogares. Estos datos son la base también para la estimación de vulnerabilidad social mencionada anteriormente y que es base para el atlas de vulnerabilidad.

Para esto se realiza un procesamiento GIS. En aquellas zonas censales que se encuentran ubicadas totalmente en área inundable se contabiliza el 100% de la población/viviendas/hogares como inundables.

En las zonas censales que son parcialmente inundables, un operador GIS, a partir de interpretación de imágenes aéreas o satelitales establece el porcentaje de población/viviendas/hogares afectadas. Esto se hace considerando si la ubicación de las áreas construidas con respecto al límite del área inundable.

En cuanto al componente de exposición se estimaron las personas, hogares y viviendas en zona inundable considerando la Curva TR100 del Aº la Caballada y del Río de la Plata.



Tabla 3 - Estimación de personas, hombres, mujeres, hogares y viviendas en área inundable. Fuente: DINAGUA.

Personas afectadas	% de personas afectadas sobre total	Mujeres afectadas	% mujeres afectadas	Hombres afectados	% hombres afectados
498	1,89	253	1,85	245	1,93
hogares afectados	% hogares afectados	vivienda totales afectadas	% vivienda totales afectadas	viviendas ocupadas afectadas	% viviendas ocupadas afectadas
161	1,64	194	1,62	156	1,62

#### 4.2.3. Exposición de equipamientos e infraestructuras

Los niveles de Exposición se determinan a partir de la ubicación y la función de los distintos componentes de la infraestructura urbana (vialidad, saneamiento, agua potable, energía eléctrica) así como los equipamientos de la ciudad (salud, educación, seguridad, cultura, etc.).

En el plano se representan servicios, vivienda de promoción pública, infraestructura de saneamiento y abastecimiento, predios con edificaciones ocupadas con la finalidad de identificar la infraestructura afectada por las inundaciones.

Para la información vinculada a los servicios se toma, en general, como base los datos del INE e información suministrada por la Intendencia.

Este plano se realiza con la información disponible al momento de elaboración por lo que podrá completarse a futuro con la información de nivel de piso terminado de aquellos servicios, infraestructuras y equipamientos de mayor relevancia, de modo de conocer a que cota de crecida se ven afectados.

Los servicios e infraestructuras expuestas se expresan en el MDRI en 3 categorías de acuerdo a su compatibilidad ante eventos de inundación (ver sección 4.3.3).





### 4.3. MAPA DE RIESGO DIAGNOSTICO

Una vez elaborados el Mapa de Amenaza, Vulnerabilidad y Exposición, se superpone espacialmente la información para la construcción del **Mapa de Riesgo Diagnóstico** en el que se realiza una primera aproximación a la caracterización del riesgo para la localidad.

Se realiza una clasificación de los padrones según los niveles de riesgo de inundación, considerando a este como la articulación entre la amenaza y la vulnerabilidad de la sociedad que recibe el impacto.

A continuación se describen los niveles de riesgo considerados en la elaboración del MDRI diagnóstico.

#### 4.3.1. Zonas de riesgo por inundaciones

Como se mencionó anteriormente la definición de las categorías de riesgo surge de la interrelación entre varias dimensiones que se analizan y que involucran la frecuencia e intensidad de la amenaza, grado de exposición y vulnerabilidad de los bienes y personas expuestas. Esto hace que la definición, aún en la etapa de diagnóstico, de los niveles de riesgo no surjan directamente de una única variable, sino de la interrelación éstas. A modo indicativo se resumen a continuación los criterios generales que se adoptaron:

**Riesgo potencial:** Los predios de riesgo potencial son aquellos que se localizan debajo de la curva de 100 años de período de retorno y que al momento de la realización del mapa de riesgo no se encuentran urbanizados, no presentando bienes o personas expuestas.

En esta categoría también se incorporan los predios rurales colindantes o próximos a las urbanizaciones, resultando relevante su identificación en relación a eventuales expansiones de la localidad.

**Riesgo alto:** Se incluyen los predios ocupados con población vulnerable expuestos a inundaciones con una recurrencia menor a los 100 años. Se incorporan también predios con población de vulnerabilidad media pero ubicadas en zonas de mayor probabilidad de inundaciones o en que la inundación puede ocasionar consecuencias mayores, ya sea por su altura o velocidad de arrastre.

**Riesgo medio:** Zonas inundables con una recurrencia menor a los 100 años, correspondientes a fraccionamientos urbanos ocupados o vacantes, que tienen una vulnerabilidad media o baja.



**Riesgo bajo:** son aquellos predios ubicados entre las curvas de inundación Tr 100 años y 500 años, independientemente del grado de vulnerabilidad de la población.

#### 4.3.2. Servicios

Complementando la identificación de zonas según niveles de riesgo de inundación se analiza la ubicación de servicios. Estos se categorizan de acuerdo a su compatibilidad respecto a eventos de inundación en:

- **Compatibles:** se trata de servicios que por su condición o uso específico aptos para ubicarse en zonas inundables dado que generan una afectación admisible (daños y/o pérdidas que la sociedad y/o gobierno local están dispuestos a asumir).
- **Compatibles con restricciones:** son aquellos servicios que pueden ubicarse en zonas inundables si cumplen con ciertas condiciones de adaptación como ser las medidas definidas para construcciones nuevas y existentes en zona de Riesgo Medio.
- **Incompatibles:** son aquellos servicios que por la función que cumplen no pueden ubicarse en zonas inundables dado que generan grandes daños y pérdidas o bien su funcionamiento resulta imprescindible ante eventos de inundación. Como por ejemplo: hospitales, destacamento de bomberos, residenciales de ancianos, sitios de disposición final de residuos entre otros.

#### 4.3.3. Predios atravesados por pequeños cursos de agua urbanos

Se identifican y mapean los predios atravesados mencionados en el punto 4.1.4

#### 4.4. MAPA DE RIESGO PROPUESTA

A partir del mapa de riesgo diagnóstico, considerando el proyecto general de desarrollo de la localidad, las posibilidades económicas y vocación urbana de cada uno de los sectores analizados se elabora el mapa de riesgo propuesta. Este incluye las medidas a implementar en cada zona, en particular de ordenamiento territorial.

El MDRI propuesta se desarrolla a partir de instancias de intercambio con los técnicos de la Intendencia, donde se ajustan las zonas de riesgo en función de lo previsto en el Plan Local y de las capacidades instaladas. Estas instancias tienen como objetivos incorporar la perspectiva del saber local a la identificación de problemas y al análisis de sus causas. El Mapa de Riesgo Propuesta es el resultado de estas interacciones.





Si bien cada localidad presenta especificidades propias, todas las propuestas deben seguir los criterios nacionales que se comentan a continuación:

**Riesgo potencial:** Queda prohibida la construcción de vivienda nueva de uso permanente.

Se prevé desarrollar para las distintas piezas territoriales de borde fluvial proyectos con propuestas que garanticen la compatibilidad de usos, como por ejemplo espacios públicos con equipamiento adaptado a eventos de inundación de manera que los daños sean asumibles.

Para estos predios se prevé su monitoreo, por ejemplo por medio de policía territorial para evitar su ocupación con usos o actividades incompatibles.

**Riesgo alto:** Dado que estas zonas, poseen un uso incompatible con la recurrencia de inundación, se prevén acciones de transformación, como ser, relocalización y asignación de nuevo programa arquitectónico compatible con inundaciones, como por ejemplo: espacio público.

Para su definición es especialmente importante considerar el grado de consolidación del barrio, la voluntad de relocalizarse de la población y las posibilidades reales de relocalización, tanto de la Intendencia como del gobierno nacional.

**Riesgo medio:** Se propone reducir riesgos mediante medidas de adaptación tanto a viviendas nuevas como a las existentes.

En el plan local de ordenamiento territorial se incluyen algunas pautas generales, quedando la definición específica de la medida a implementar en un análisis caso a caso.

A continuación se sugieren algunas no pretendiendo dar un listado acabado.

En las nuevas edificaciones se deberá contar con alguna de las medidas dependiendo del caso:

- Medidas tendientes a garantizar la hermeticidad de las plantas bajas, mediante altura mínima de antepecho de ventana de 1 metro.
- Escalones de ingreso, exclusas en puertas e impermeabilización de muros.
- Estructuras dimensionadas para soportar la presión y sub-presión producida por el agua.
- Nivel de piso terminado de la vivienda por encima del nivel de calle y/o del nivel asociado a la curva TR 100 (período de retorno de 100 años).



- Instalación sanitaria interna diseñada y construida de modo de minimizar el riesgo de sus habitantes, debiendo contar con válvulas antirretorno.
- Instalación eléctrica adecuada a la situación de inundación de modo de minimizar el riesgo de vida de los habitantes.

#### En las edificaciones existentes:

Se promoverá la progresiva adopción de las medidas exigidas para nuevas edificaciones. Asimismo, se prohíbe la construcción de sótanos y se promueve la construcción en planta alta como medida de contingencia ante el evento de inundación.

Se recomienda acompañar estas medidas con programas de financiamiento.

**Riesgo bajo:** Se prevé la restricción de ubicación de servicios o equipamientos vitales, en el entendido que son aquellos fundamentales para el funcionamiento cotidiano de la ciudad así como para actuar durante una inundación, por ejemplo: hospitales, cárceles, vertederos de residuos o rellenos sanitarios y cuartel de bomberos, entre otros.

Además se restringe la ubicación de industrias con residuos peligrosos y todas aquellas infraestructuras que a juicio del Ejecutivo Departamental se consideren que, de verse afectados por eventos de inundación, tendrían un impacto significativo en la salud de la población, el funcionamiento de la ciudad y/ o en la calidad del medioambiente.

Los predios con nivel de riesgo bajo así como los de riesgo medio son identificados en la cartografía y en un listado con la información específica correspondiente a la afectación por inundación (nivel de riesgo, si corresponde a predio de grandes dimensiones y si se ve afectado por pequeños cursos urbanos).

#### **Predios atravesados por pequeños cursos de agua**

Para los predios identificados en el plano y en el listado como atravesados por cañadas o cursos de agua intermitentes, así como los afectados por una zona buffer de 10 y 30 m medido a partir del eje del curso, se sugieren las siguientes disposiciones:

- Todo fraccionamiento nuevo, construcción, reforma, ampliación, movimiento de tierra en padrones afectados por cañadas o cursos de agua intermitente, deberá contar con informe de viabilidad de la oficina competente, previo al otorgamiento de los permisos y/o autorizaciones correspondientes.



- Dicha oficina podrá solicitar el estudio técnico, realizado por técnico idóneo (ingeniero hidráulico) que incluya medidas estructurales tendiendo a una solución eficiente y sustentable del drenaje pluvial, preservando el curso de agua y sin interrumpir la libre circulación de las aguas.
- Podrá establecer también medidas especiales de edificación con el fin de minimizar el riesgo: retiros, servidumbres, rellenos, altura de piso terminado, entre otros.

La Intendencia puede identificar otros predios atravesados por pequeños cursos o cursos intermitentes que se incorporarán a este conjunto.

### **Predios de grandes dimensiones parcialmente inundables**

Se considera como predios de grandes dimensiones parcialmente inundables, a aquellos que son afectados por una o más curvas de inundación utilizadas para definir las zonas de riesgo y que posee un área de dimensiones superiores o iguales al área mínima requerida para los predios urbanos (300 m<sup>2</sup>) en los sectores comprendidos en las distintas zonas de riesgo donde está habilitada la construcción.

También se incluyen los predios rurales colindantes o próximos a las urbanizaciones y que cumplen con las condiciones señaladas; en particular los que presentan un área edificable por sobre la curva Tr 100 años superior a 5 ha.

El ejecutivo departamental podrá autorizar usos o fraccionamientos en sectores específicos del padrón siempre y cuando se cumpla con los requisitos definidos previamente por la normativa y la Intendencia Departamental (dimensiones, superficies mínimas, accesibilidad, retiros, entre otros).

- Sobre autorización de usos residenciales en padrones de grandes dimensiones en zonas de riesgo Alto, Medio o Potencial:

El ejecutivo departamental podrá autorizar la construcción de residencia de uso permanente en los sectores del padrón ubicados por encima de la cota de inundación de período de retorno 100 años siempre que el nivel de piso terminado de la vivienda y su acceso supere dicha cota de inundación. El resto del padrón podrá ser utilizado con usos compatibles con la inundación: jardín, parque, usos recreativos, etc.





- Sobre autorización de instalación de infraestructuras urbanas sensibles o actividades con usos peligrosos para la salud o el ambiente:

El ejecutivo departamental podrá autorizar la instalación de locales industrias, comerciales o logísticos y servicios sensibles para la localidad en áreas de riesgo alto, medio, bajo o potencial en los sectores del padrón ubicados por encima de la cota de inundación de período de retorno 500 años siempre que se asegure el mantenimiento del funcionamiento de las infraestructuras urbanas sensibles y la no afectación del ambiente y la salud de las personas en caso de ocurrencia de la crecida de referencia.

El ejecutivo departamental podrá autorizar la subdivisión de estos padrones en fracciones menores siempre que las fracciones resultantes cumplan con las dimensiones mínimas definidas en el PLOT para las zonas correspondientes y se asegure la accesibilidad a los mismos para recurrencia de 100 años. En estos casos las fracciones no inundables podrán cambiar de categoría según el siguiente criterio:

- Fracciones con alturas menores a Tr 100 años mantendrán su categoría
- Fracciones totalmente ubicadas por encima de cota de recurrencia 100 años pasarán a riesgo bajo
- Fracciones totalmente ubicadas por encima de cota de recurrencia 500 años pasarán a ser consideradas sin riesgo de inundación.

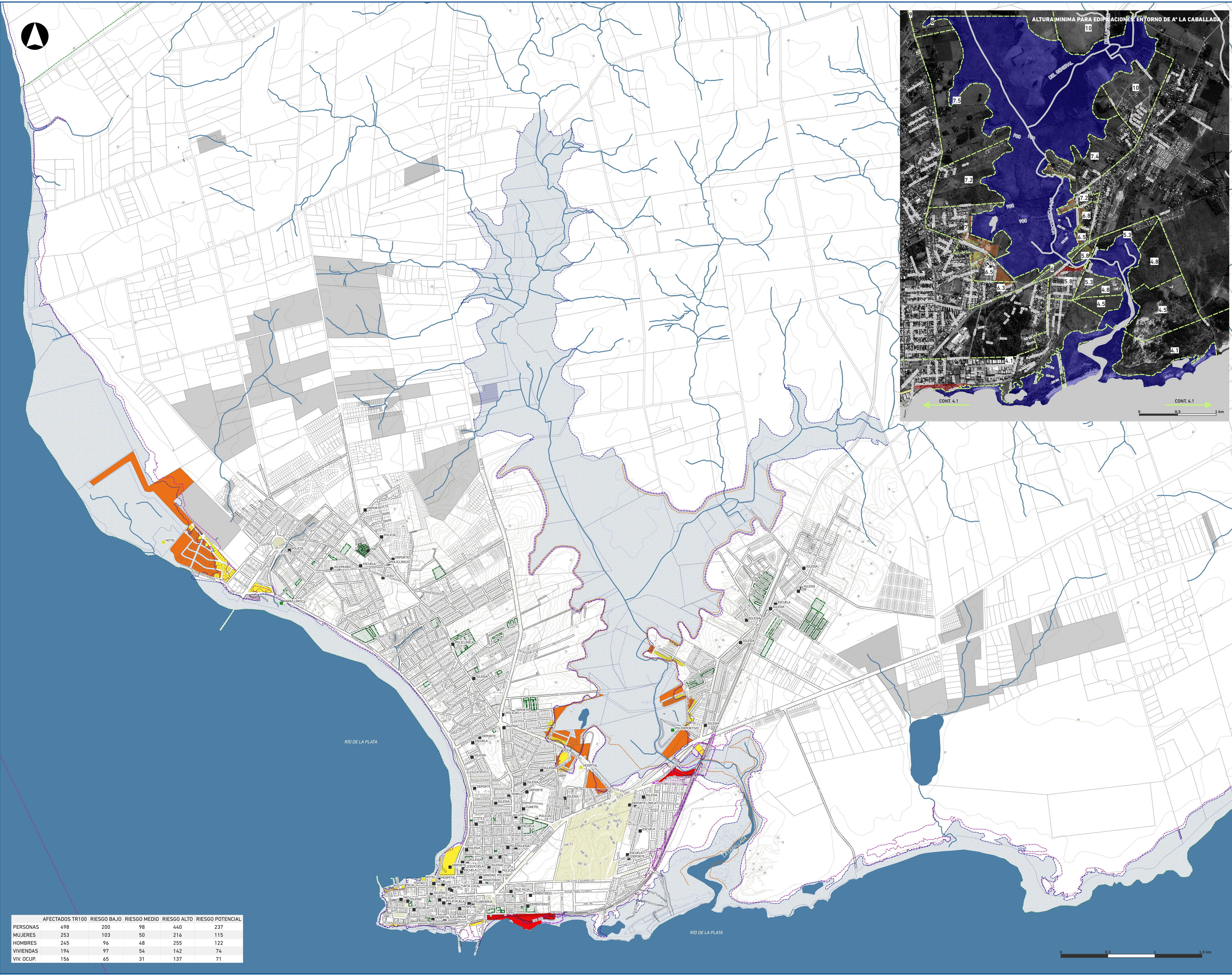
Las alturas de recurrencia 100 y 500 años son indicadas para cada sector de ciudad en la lámina 03. La intendencia podrá solicitar al interesado toda la documentación que considere pertinente, incluyendo planos de mensura, altimetría de detalle, replanteo de curva de inundación o estudios hidrológicos e hidráulicos firmados por profesional competente. En el caso de usos no residenciales podrá solicitar también planes de contingencia en caso de inundaciones.



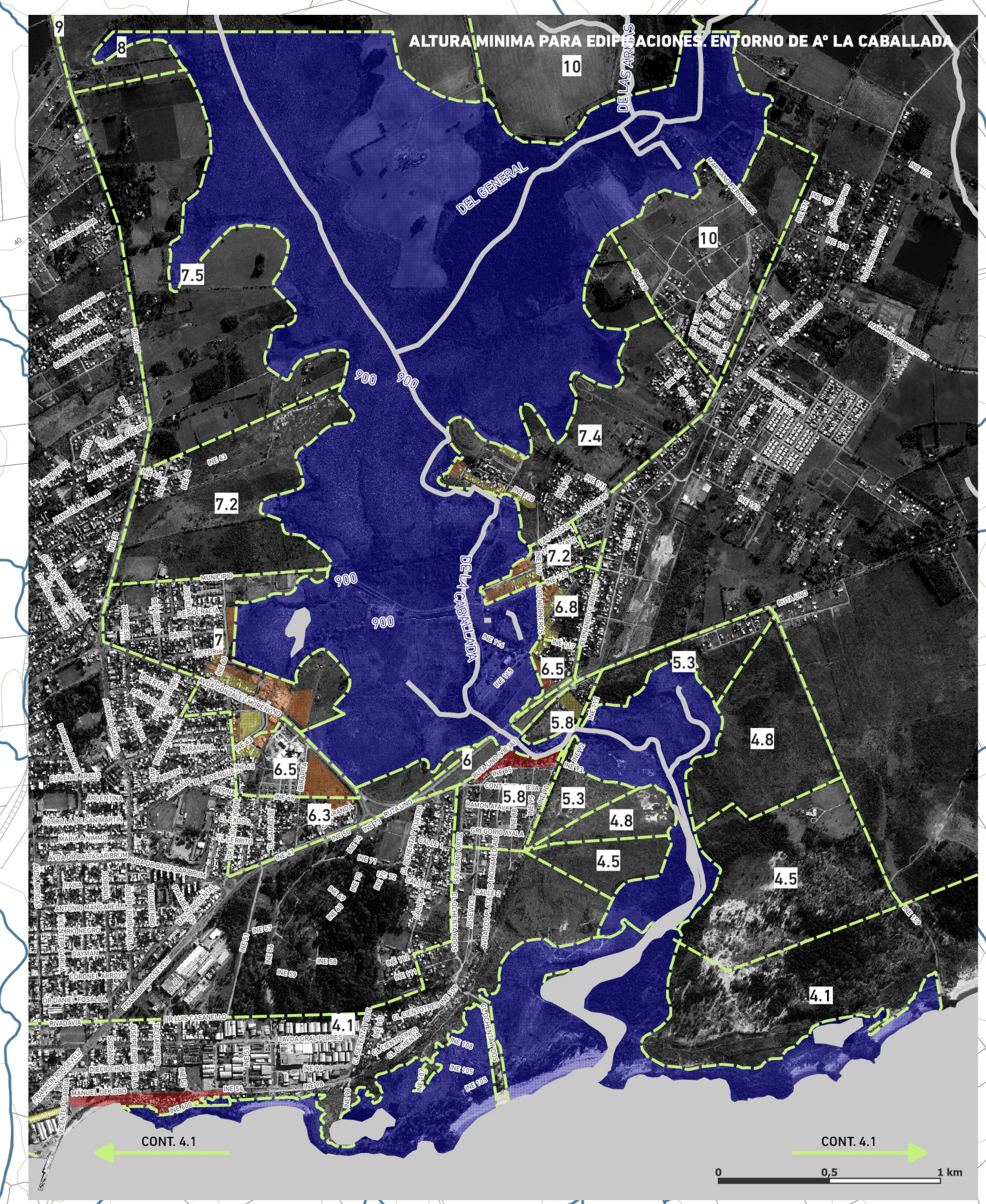
## 5. LISTADO DE PLANOS

01. MAPA DE AMENAZAS.
02. ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN, VIVIENDAS Y HOGARES EN ZONA INUNDABLE.
03. MAPA DE RIESGO PROPUESTA.





	AFECTADOS TR100	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO POTENCIAL
PERSONAS	498	200	98	440	237
MUJERES	253	103	50	216	115
HOMBRES	245	96	48	255	122
VIVIENDAS	194	97	54	142	74
VIV. OCUP.	156	65	31	137	71



**LOCALIZACIÓN**

**REFERENCIAS GENERALES**

Provincia	ES	UR	MDP	CS	CSO
100	100	100	100	100	100

Niveles de marisma según "Caracterización clima marítimo" INIA - 31 Cartabia, 2018.

Provincia	ES	UR	MDP	CS	CSO
100	100	100	100	100	100

Alturas de agua según progresivas (letra oficial)

**OBSERVACIONES**

Este mapa se ha realizado para su utilización en la elaboración del Plan Local de Ordenamiento Territorial de Colonia. No necesariamente incluye todas las áreas sujetas a inundación, en particular no incluye áreas inundables por desbordamientos del Río San Juan de los arroyos Del Caño, Chileno, Riachuelo, cañadas o drenaje pluvial.

Las curvas de inundación del arroyo La Caballada fueron elaboradas a partir del estudio "Estudios hidrológicos e hidráulicos del arroyo La Caballada-Colonia", CSI Consultores, marzo 2017. Las curvas de inundación del Río de la Plata son tomadas de "Desarrollo de herramientas tecnológicas para la evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la zona costera", IN Cartabia, 2020.

Las cañadas y canales urbanos fueron identificados a partir de interpretación de imágenes satelitales, curvas de nivel y posterior verificación con técnicos de la intendencia.

La información cartográfica de base empleada es la que corresponde a los datos provisionales de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). La información hidrográfica surge del vuestro nacional IDE 2017-2018.

Se expresan las curvas de nivel del conjunto de datos provisionales de la IDE: cada 2 m para el sector urbano y cada 10 m para suelo rural.

Todas las alturas están expresadas en referencia al cero oficial.

La extensión de las curvas de inundación del Arroyo La Caballada corresponde a los sectores donde existe información de altura de agua según progresivas.

**REFERENCIAS CARTOGRAFICAS**

**RIESGO**

- Riesgo ALTO de inundación
- Riesgo MEDIO de inundación
- Riesgo BAJO de inundación
- Riesgo POTENCIAL de inundación

**AMENAZA**

Río de la Plata

- Zona de inundación por costas con probabilidad anual mayor a 1% (T= 100 años)
- Zona de inundación por costas con probabilidad anual mayor a 0.2% (T= 500 años)

A la Caballada

- Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 10% (T= 10 años)
- Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 1% (T= 100 años)
- Zona de inundación con probabilidad anual mayor a 0.2% (T= 500 años)

**Predios afectados por cañadas o pequeños cursos (DNC)**

- Predios atravesados por curso de agua
- Predios hasta a 10 m de eje del curso de agua
- Predios hasta a 30 m de eje del curso de agua

**SERVICIOS (Fuente: INE)**

- Servicios
- Con restricciones por inundación
- Compatible

**HABITAT**

- Asentamientos irregulares (Censo 2011)
- Conjuntos habitacionales

**CARTOGRAFIA BASE**

- Hidrología (fuente: OSE, IDE)
- Espacios libres (fuente: IDE)
- Vías férreas (fuente: IDE)
- Curvas de nivel (fuente: IDE)
- Predios (fuente: DNC)
- Límite del ámbito PLOT

**COTA ALTIMETRICA PARA TR100 AÑOS POR ZONAS (CERO OF.)**

- Delimitación de zonas
- 4,8 Cota mínima para edificaciones (en metros)

**DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUAS MINISTERIO DE AMBIENTE**

**COLONIA DEL SACRAMENTO**  
Departamento de COLONIA

**MAPA DE RIESGO PROPUESTA**

FECHA: OCT 2022 | ESCALA: 1:18000 | TAMAÑO: A1 | V1 | N° 04

VERSIÓN: V1