

República Oriental del Uruguay

REVISIÓN DE LA GESTIÓN DE CRECIDAS Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIAS PARA EL SISTEMA DE PRESAS DE RÍO NEGRO



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE USINAS Y TRANSMISIONES ELÉCTRICAS



CSI Ingenieros

Este documento ha sido editado para ser impreso doble faz. Las hojas en blanco se han interpuesto para respetar la numeración del estilo de edición.

ÍNDICE GENERAL

SIGLAS Y ABREVIATURAS	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	9
3. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS UNITARIOS	13
3.1. COSTOS DIRECTOS	13
3.1.1. COSTO DE LA VIVIENDA	13
3.1.2. COSTO DE EQUIPAMIENTO Y ALHAJAMIENTO DE VIVIENDA	14
3.1.3. COSTO DE INFRAESTRUCTURA URBANA	14
3.1.4. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	15
3.1.5. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA	15
3.1.6. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA DE UTE	15
3.1.7. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA DE OSE.....	15
3.1.8. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA DE ANTEL.....	16
3.1.9. ACTIVOS ECONÓMICOS	16
3.2. COSTOS INDIRECTOS	17
3.2.1. EVACUACIÓN Y ALOJAMIENTO DE LA POBLACIÓN AFECTADA	17
3.2.2. ALIMENTACIÓN Y ATENCIÓN A LA SALUD	18
3.2.3. LIMPIEZA DE LA ZONA.....	19
3.2.4. LUCRO CESANTE	19
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESCENARIOS	23
4.1. INTRODUCCIÓN.....	23
4.2. ALCANCE GEOGRÁFICO	23
5. ZONA DE IMPACTO DE LOS ESCENARIOS.....	25
5.1. DELIMITACIÓN DE ZONA DE IMPACTO	25
5.2. POBLACIÓN	26
5.3. INDICADORES ECONÓMICOS	28
5.4. INDICADORES SOCIALES	29
5.5. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	32
5.6. INFRAESTRUCTURA VIAL Y TRANSPORTE.....	35
6. IMPACTOS DE LOS ESCENARIOS DE INUNDACIÓN (ERGC)	37
6.1. COSTOS DIRECTOS.....	37
6.1.1. VIVIENDA	37
6.1.2. INFRAESTRUCTURAS.....	37
6.1.3. ACTIVOS ECONÓMICOS	40
6.2. COSTOS INDIRECTOS	41
6.2.1. EVACUACIÓN Y ALOJAMIENTO DE LA POBLACIÓN AFECTADA	41
6.2.2. ALIMENTACIÓN Y ATENCIÓN DE LA SALUD	42

6.2.3.	LIMPIEZA DE LA ZONA.....	42
6.2.4.	LUCRO CESANTE	43
6.3.	COSTOS TOTALES DE LOS ESCENARIOS.....	44
6.4.	AFECCIÓN A VIDAS HUMANAS.....	45
6.5.	COSTOS ECONÓMICOS DE LAS PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS.....	47
6.5.1.	EL ENFOQUE ADOPTADO: CAPITAL HUMANO.....	47
6.5.2.	RESULTADOS OBTENIDOS	49
6.6.	IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS EVENTOS.....	52
7.	ANEXO.....	55
8.	TÉCNICOS INTERVINIENTES.....	59
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I	Planilla Excel con los cálculos de todas las curvas de crecidas consideradas
---------	--

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 5–1	PRINCIPALES ACTIVIDADES INDUSTRIALES POR DEPARTAMENTO	34
------------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 5–1	PARTICIPACIÓN DE LOS CULTIVOS DENTRO DE LA ZONA AGRÍCOLA AFECTADA.....	25
FIGURA 5–2	DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR EDADES EN EL ÁREA URBANA.....	27
FIGURA 5–3	DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR EDADES EN EL ÁREA RURAL	27
FIGURA 5–4	TASA DE OCUPACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LAS LOCALIDADES URBANAS.....	27
FIGURA 5–5	TASA DE ACTIVIDAD, EMPLEO Y DESEMPLEO POR DEPARTAMENTO PARA EL AÑO 2013 .	30
FIGURA 5–6	PARTICIPACIÓN POR CATEGORÍA DE EMPLEO POR DEPARTAMENTO.....	31
FIGURA 5–7	TIPO DE SUPERFICIE DE LA RED VIAL POR DEPARTAMENTO	36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1 COSTO DE LA VIVIENDA POR CENTRO POBLADO, VALORES 2007 Y 2014 (DÓLARES POR VIVIENDA)	13
TABLA 3-2 COSTO DE EQUIPAMIENTO Y ALHAJAMIENTO DE LA VIVIENDA POR CENTRO POBLADO, VALORES 2007 Y 2014 (DÓLARES POR VIVIENDA)	14
TABLA 3-3 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA URBANA A VALORES DE 2007 Y 2014 (DÓLARES POR METRO DE CALLE INUNDADA)	14
TABLA 3-4 COSTO DE PASTURAS Y ALAMBRADOS A PRECIOS DE 2007 Y 2014 (DÓLARES POR HECTÁREA AFECTADA)	16
TABLA 3-5 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA CABEZA DE GANADO (DÓLARES).....	17
TABLA 3-6 PRECIOS Y RENDIMIENTOS DE CULTIVOS	17
TABLA 3-7 COSTOS DE EVACUACIÓN POR CENTRO URBANO PRECIOS 2007 Y 2014 (DÓLARES POR VIVIENDA)	18
TABLA 3-8 COSTOS DE ALOJAMIENTO POR CENTRO URBANO PRECIOS 2007 Y 2014 (DÓLARES POR PERSONA POR DÍA)	18
TABLA 3-9 COSTOS DE ALIMENTACIÓN Y ATENCIÓN A LA SALUD POR CENTRO POBLADO, PRECIOS DE 2007 Y 2014.....	19
TABLA 3-10 LUCRO CESANTE DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y COMERCIALES POR CENTRO POBLADO, A PRECIOS 2007 Y 2014 (DÓLARES POR VIVIENDA)	20
TABLA 3-11 LUCRO CESANTE DE LOS HOGARES POR CENTRO POBLADO, A PRECIOS 2007 Y 2014 (DÓLARES POR DÍA)	21
TABLA 5-1 CANTIDAD DE POBLACIÓN, VIVIENDA Y HOGARES POR LOCALIDAD	26
TABLA 5-2 INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LOS HOGARES	28
TABLA 5-3 VAB POR DEPARTAMENTO PARA EL AÑO 2008 (MILES DE \$).....	28
TABLA 5-4 TASAS DE ACTIVIDAD, EMPLEO Y DESEMPLEO PARA EL INTERIOR DEL PAÍS POR TAMAÑO DE LOCALIDAD.....	30
TABLA 5-5 TASA DE INFORMALIDAD POR DEPARTAMENTO	31
TABLA 5-6 NÚMERO DE EXPLOTACIONES POR PRINCIPAL FUENTE DE INGRESOS	32
TABLA 5-7 SUPERFICIE EXPLOTADA SEGÚN PRINCIPAL FUENTE DE INGRESOS (HECTÁREAS)	32
TABLA 5-8 CANTIDAD DE EXPLOTACIONES, SUPERFICIE (HA) Y CABEZAS DE GANADO VACUNO.....	33
TABLA 5-9 CANTIDAD DE EXPLOTACIONES, SUPERFICIE (HA) Y EXISTENCIAS DE OVINOS.....	33
TABLA 5-10 CANTIDAD DE EXPLOTACIONES Y SUPERFICIE (HA) DEDICADAS A CULTIVOS CEREALEROS E INDUSTRIALES	34
TABLA 5-11 SUPERFICIE PLANTADA DE BOSQUES ARTIFICIALES POR ESPECIE (HA)	34
TABLA 5-12 INFRAESTRUCTURA VIAL POR TIPO DE SUPERFICIE Y DEPARTAMENTO A 2013 (KM)	36
TABLA 6-1 CANTIDAD DE VIVIENDAS AFECTADAS POR ESCENARIO Y COSTO DE MERCADO Y SOCIAL (DÓLARES).....	37
TABLA 6-2 INFRAESTRUCTURA VIAL Y FERROVIARIA AFECTADA (KM), COSTOS DE MERCADO Y SOCIAL (DÓLARES).....	38
TABLA 6-3 INFRAESTRUCTURA URBANA AFECTADA (KM), COSTO DE MERCADO Y SOCIAL (DÓLARES) 38	
TABLA 6-4 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS AFECTADA, COSTO DE MERCADO Y SOCIAL (DÓLARES)39	
TABLA 6-5 ACTIVOS ECONÓMICOS AFECTADOS, COSTO DE MERCADO Y SOCIAL (DÓLARES).....	40
TABLA 6-6 POBLACIÓN AFECTADA (HABITANTES), COSTO DE EVACUACIÓN Y ALOJAMIENTO A PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES).....	41
TABLA 6-7 POBLACIÓN AFECTADA (HABITANTES), COSTO DE ALIMENTACIÓN Y ATENCIÓN A LA SALUD A PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES)	42
TABLA 6-8 COSTO DE MERCADO Y SOCIAL DE LA LIMPIEZA DE LA ZONA AFECTADA (DÓLARES)	42

TABLA 6-9 LUCRO CESANTE DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS, PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES)	43
TABLA 6-10 LUCRO CESANTE DE LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y COMERCIALES, PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES)	43
TABLA 6-11 LUCRO CESANTE DE LAS ACTIVIDADES DE LOS HOGARES, PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES)	44
TABLA 6-12 COSTOS DIRECTOS DE LOS ESCENARIOS A PRECIOS DE MERCADO (DÓLARES)	44
TABLA 6-13 COSTOS INDIRECTOS DE LOS ESCENARIOS A PRECIOS DE MERCADO (DÓLARES)	45
TABLA 6-14 COSTO TOTAL DE LOS ESCENARIOS A PRECIOS DE MERCADO Y DE EFICIENCIA (DÓLARES)	45
TABLA 6-15 ESTIMACIÓN DE VÍCTIMAS POTENCIALES DE LOS DISTINTOS ESCENARIOS.....	46
TABLA 6-16 CAPITAL HUMANO EN URUGUAY POR EDAD Y GÉNERO – 2014	49
TABLA 6-17 CAPITAL HUMANO EN URUGUAY – 2014	50
TABLA 6-18 VALOR DE VIDA ESTADÍSTICO – COMPARACIÓN INTERNACIONAL	51
TABLA 6-19 MUERTES OCURRIDAS POR INUNDACIONES.....	52
TABLA 6-20 POBLACIÓN AFECTADA DE LOS ESCENARIOS EN ZONA DE IMPACTO.....	52
TABLA 6-21 VIVIENDAS AFECTADAS DE LOS ESCENARIOS EN ZONA DE IMPACTO	53
TABLA 6-22 IMPACTOS TOTALES RESPECTO A VALOR AGREGADO DE LA ZONA DE IMPACTO (MILES DE DÓLARES)	53

Nota: Las Figuras, Fotografías y Tablas no referenciadas al pie son propiedad del Consorcio CSI - Ofiteco.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ECH	Encuesta Continua de Hogares del Instituto Nacional de Estadística.
ICC	Índice de Costo de la Construcción.
IPC	Índice de Precio al Consumo.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
RPC	Relaciones de precios de cuenta.
SNIP	Sistema Nacional de Inversiones Públicas.

Capítulo 1

Introducción

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe es presentar los resultados del trabajo realizado para la cuantificación de los costos que podrían incurrirse en los distintos escenarios resultantes de los escenarios de inundación del “Estudio de Revisión de la Gestión de las Crecidas” (ERGC) para el sistema de presas del río Negro.

En primer lugar, se sintetiza el enfoque metodológico que se adopta en esta oportunidad para medir los impactos de los eventos de inundaciones por los escenarios de inundación en el río Negro.

Seguidamente, es necesario definir las principales características de cada evento para los escenarios construidos en este estudio. La metodología y los resultados físicos de los escenarios de estos eventos se definen en otras partes de este estudio, por lo que aquí sólo se resumen en función de las necesidades de este tipo de información para esta parte del estudio.

Luego, se evalúa la situación del entorno socioeconómico que rodea a estos eventos, o sea la situación de partida y el marco que las rodea, en estos casos serían los departamentos donde se radican las zonas afectadas por las inundaciones estudiadas. En ese sentido, es importante la información a relevar y analizar sobre las características económicas y sociales de las ciudades afectadas y las áreas de producción agropecuaria y forestal por su importancia significativa en la medición de los impactos económicos.

Seguidamente, se explicita el origen y cuantificación metodológica de los datos de costos unitarios a aplicar para determinar los impactos de los eventos aquí analizados, para luego proceder a la cuantificación de las variables que corresponden a cada tipo de costos a determinar en los escenarios definidos, tales como población evacuada, viviendas afectadas, industrias, servicios, comercios, producciones agropecuarias, empleos e ingresos afectados, entre otros.

A partir de ello, se procede a obtener los costos directos e indirectos de cada escenario. Los primeros incluyen los costos por afectación de las viviendas, infraestructuras y activos económicos perdidos, o sea la pérdida de activos, de stocks en el momento de la inundación, según el enfoque metodológico adoptado. Los segundos incluyen los costos de evacuación, limpieza de la zona, lucro cesante y otros, o sea aquellos que se derivan de la inundación como flujos de costos y no pérdidas de stock.

Luego, con la información anterior, se llega a determinar el costo total de cada escenario de inundación, estimado tanto a precios de mercado como a precios de eficiencia, mediante el uso de los coeficientes de conversión (relaciones de precios de cuenta) definidos por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (en adelante SNIP) o en su defecto estimados para esta oportunidad a partir de aquellos. Asimismo, estos resultados de costos permiten seguidamente estimar el impacto económico de cada escenario, al compararlos con los grandes agregados de variables macro tales como población, viviendas/hogares, empleo/desempleo, valor agregado, superficie productiva, producciones, etc. si correspondiera.

Capítulo 2

Aspectos Metodológicos

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El enfoque metodológico utilizado para la cuantificación de los costos económicos incurridos se basa en el documento de la CEPAL “El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico para estudios nacionales de casos”¹.

El documento citado se organiza en distintos capítulos, que se detallan a continuación:

- Análisis del riesgo, su problemática, evaluación de peligro, vulnerabilidad y del riesgo y escenarios de eventos extremos.
- Gestión del riesgo, que se desarrolla según las fases: pre desastre, atención de la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.
- Gestión financiera del riesgo, comprendiendo el financiamiento y la transferencia del riesgo (seguros).
- Metodología para la evaluación de pérdidas, con base en el Manual de CEPAL², donde precisamente se trata de los problemas de información para evaluar los efectos socioeconómicos de los desastres.

La metodología aplicada se basa en dos criterios respecto a la clasificación de los datos y efectos de un desastre. En primer lugar debe reflejar en toda su magnitud el impacto socioeconómico y ambiental en el momento de producido el fenómeno y sus secuelas, y en segundo lugar debe ser adecuada para los distintos niveles (sectores y regiones) en los que sea relevante efectuar la evaluación.

En relación a los efectos de un fenómeno natural o antropogénico se clasifican de acuerdo a la siguiente categorización:

- **Daños directos:** aquellos que alteran los acervos. Sufridos por los activos inmovilizados, destruidos o dañados y los que se registran en las existencias (bienes finales, en procesos, materias primas, materiales y repuestos), que acaecieron en el momento del desastre o a pocas horas de sucedido. Daños en infraestructura, edificios, instalaciones, maquinaria, equipos, medios de transporte y almacenaje, mobiliario, daños en las tierras de cultivo, en obras de riego, embalses; en la agricultura: destrucción de producción lista para cosechar³. Son más claros de evaluar y el punto de partida se basa en unidades físicas (número, metros cuadrados, hectáreas, toneladas, etc.).
- **Daños indirectos:** los que perjudican la producción de bienes y servicios⁴. Se refieren a los flujos de bienes y servicios que se dejan de producir o de prestar durante un lapso después del desastre y que puede prolongarse hasta el período de rehabilitación y reconstrucción, con las mayores pérdidas en los primeros dos años. Los más frecuentes son:
 - Mayores costos de operación derivados de la destrucción, por efectos directos, de la infraestructura física, los inventarios o las pérdidas de producción e ingresos.
 - Menor producción o prestación de servicios derivados de la paralización total o parcial de actividades: pérdida de un semestre de educación formal o costo de no cumplir una exportación, por ejemplo.
 - Costos adicionales por la necesidad de utilizar medios alternos de producción o prestación de servicios; por ejemplo: mayores costos de transporte por uso de rutas alternativas.
 - Mayores costos derivados de la reorientación o reasignación presupuestaria. Reducciones de ingresos por no prestación de servicios, casos de empresas de servicios públicos.

¹ CEPAL, Diciembre del 2005. LC/MEX./L694.

² Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. CEPAL 2003 LC/MEX/G5, LC/L.1874

³ En fenómenos de gestación lenta, como las consecuencias del fenómeno del Niño, los daños directos pueden ocurrir en un período extendido.

⁴ Los daños indirectos y los efectos globales y macroeconómicos tienen una duración temporal que, según lo aconsejado en la práctica y dependiendo de la magnitud del fenómeno, puede extenderse a un lapso de hasta cinco años.

- Costos incurridos por la población afectada durante el período o fase de emergencia.
- Costos adicionales para enfrentar nuevas situaciones derivadas de un desastre.
- **Otros daños directos:** únicamente a los efectos de tomar en consideración la mejora que puede suponer la implantación del ERGC, se propone la estimación de las víctimas potenciales que podrían causar los escenarios de emergencia en diferentes situaciones, contemplando el efecto de las inundaciones sobre las áreas urbanas en las hipótesis de emitir o no emitir avisos previos a la inundación.
- **Efectos macroeconómicos:** los que reflejan el comportamiento de los grandes agregados, que en determinados casos pueden llegar a ser positivos (derivados del proceso de reconstrucción). Son los que resienten la tasa de crecimiento del PBI global y sectorial, el balance comercial, el nivel de endeudamiento y las reservas monetarias, las finanzas públicas y la inversión bruta, niveles de precio y empleo e ingreso familiar.

Los **criterios de valoración de los daños** ocurridos durante el desastre pueden agruparse en tres categorías:

- Valor original (contable, actualizado a valor presente).
- Costo de reposición (en condiciones de calidad y servicios similares a la situación pre-desastre).
- Necesidad de reconstrucción (a partir de las definiciones de cómo va a hacerse la reconstrucción y con qué mejoras o medidas de reforzamiento y mitigación se enfrenta a eventos futuros).

Es importante señalar que las sugerencias de CEPAL, en términos de fases del evento y costos asociados, son satisfactorias para atender los requerimientos de las actividades y productos requeridos por la presente Consultoría y, a su vez, para compatibilizar con las clasificaciones identificadas en los siguientes documentos que contienen las experiencias previas que son consideradas a efectos de la cuantificación de costos:

- Evaluación económica de costos de las inundaciones en 2007 en Durazno, Soriano y Treinta y Tres (2008).
- Insumos técnicos para la evaluación integral del impacto de las inundaciones de noviembre de 2009 en Artigas, Salto y Paysandú (2011).

Para la estimación de los costos, se consideran los resultados de los análisis que definen el área inundable para los distintos escenarios evaluados y los días de inundación en cada una de las áreas definidas. Para simplificar el análisis, dados los datos obtenidos, se ha obviado considerar la altura del agua como variable relevante en la determinación de los costos. Asimismo, se analiza, con particular detalle, las características económicas de las distintas áreas que constituyen un factor clave para determinar la dimensión de los impactos de las inundaciones en las economías afectadas.

Para realizar dicho análisis, en primer lugar se calculó el porcentaje de superficie inundada en cada área censal definida o localidad considerada en cada escenario, para lo cual se utilizaron técnicas y herramientas cartográficas. Una vez obtenido este dato como un porcentaje del área o localidad, se lo cruzó con la información de distintas fuentes respecto a cada localidad, suponiendo que la distribución de elementos dentro de cada polígono de datos, dados por el área o localidad, era homogénea.

En el caso particular de la producción agrícola, a fin de contar con una estimación más precisa de la producción que se realiza en cada escenario, se utilizó como parámetro el índice CONEAT del área inundada en cada sección judicial. Si el índice CONEAT resultaba superior a 150, entonces se consideraba la existencia de producción agrícola en la zona inundada, de lo contrario se asumía que toda la producción del área era ganadera. La elección de este valor como punto de corte responde a que el valor 100 representa a suelos cuya productividad es igual al promedio de la producción ganadera, lo que indica un nivel de calidad inferior al necesario para la producción agrícola considerada, o sea los principales cultivos del país. Por tanto, el valor 150, aunque podría considerarse elevado para este caso, aseguraba que en dicha área la producción fuera agrícola, dada una calidad de suelos significativamente superior al promedio de la producción ganadera, como un supuesto conservador para este cálculo.

Las fuentes consultadas fueron:

- ❑ Censo de Población, Vivienda y Hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE).
- ❑ Censo Agropecuario 2000 del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (en adelante MGAP).
- ❑ Datos de industrias, proporcionados por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (en adelante DINAMA).
- ❑ Datos sobre torres de alta tensión y cableado suministrados por UTE.
- ❑ Inventario de caminería vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (en adelante MTOP).
- ❑ Otros a detallar en cada caso.

Por otro lado, la cuantificación de los costos incluye en primer lugar la utilización de información primaria obtenida a partir de entrevistas a técnicos y funcionarios de organismos estatales. En adición, se utiliza información secundaria de experiencias previas de inundaciones en diferentes departamentos, cuyos costos son actualizados considerando la evolución de los precios y del tipo de cambio en la economía. Luego se revisan dichos costos en la eventualidad que pueda recurrirse a información actual que pudiera ser relevada sin una investigación de campo, dada la amplitud geográfica de los eventos, que dificulta significativamente este tipo de relevamiento.

Los rubros a considerar para la cuantificación de los costos directos e indirectos se determinan a partir del análisis de las experiencias previas, identificándose en el caso de los costos directos, los rubros de vivienda, infraestructuras y activos económicos. Mientras que en el caso de los costos indirectos, se identifican los costos de evacuación y alojamiento de la población afectada, alimentación y atención de la salud, limpieza de la zona, lucro cesante, entre otros. También se elaboran diversos indicadores de costo por persona afectada, por día del evento, por rubro, entre otros.

En el capítulo siguiente, se presenta la metodología específica adoptada en este trabajo respecto a la estimación específica de cada costo unitario a precios de mercado a aplicar en el estudio, en base a las definiciones metodológicas precedentes y los relevamientos y estudios previos utilizados como antecedentes para esta temática del trabajo.

Como la evaluación se realiza en términos económicos, a efectos de que las estimaciones reflejen los costos incurridos por la sociedad en su conjunto ante las inundaciones ocurridas y no solamente a los de un grupo de personas o empresas individuales, los precios a utilizar para calcular los costos económicos de las inundaciones deben ser expresados en valores de eficiencia, o sea sin considerar las distorsiones propias que se observan habitualmente en los precios de mercado, las cuales corresponden en general a externalidades, posiciones dominantes (monopolios, oligopolios, etc., públicos y privados), transferencias, subsidios, impuestos, ente otros.

De esta manera, para ajustar los precios de mercado relevados en la información sobre costos e impactos de las inundaciones de modo que reflejen los precios de eficiencia a ser utilizados en la evaluación económica, se utilizan las relaciones de precios de cuenta (en adelante RPC) estimadas por el SNIP en el año 2013. Ante la falta de estimaciones oficiales de las RPC para la mayoría de los costos utilizados, se construyeron estas RPC para cada uno de los rubros considerados entre los costos económicos, como promedio ponderado de las estimadas por el SNIP (mano de obra por categoría, divisa y tipos de combustibles). Esto permitió obtener un RPC más adecuado para cada categoría de costos.

Por último, se calculan los impactos económico-sociales derivados de estos eventos, según se especificó precedentemente. Para ello, se comparan los costos calculados con los grandes agregados referidos a la información de base para realizar los cálculos previos, por ejemplo empleos, población, PBI, ingresos, etc. De esta forma, se obtendrá una idea más clara de la magnitud del impacto económico de cada uno de los escenarios considerados.

Capítulo 3

Determinación de los costos unitarios

3. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS UNITARIOS

La metodología de utilizar información de costos unitarios de otros estudios se ha elegido para este estudio, ya que el relevamiento específico de estos datos trasciende el alcance del mismo. Además, la gran cantidad de información a manejar para costear todo el evento y en diversas localidades y regiones hace casi imposible su consideración por lo que este método aquí adoptado constituye una buena aproximación, como lo muestran diversos trabajos internacionales. La precisión necesaria para la determinación de estos costos no es demasiado relevante, ya que difícilmente se consideren todos los costos incurridos y el margen de error puede ser elevado, lo que valida el uso del método de aproximación elegido.

3.1. Costos directos

3.1.1. Costo de la vivienda

Este rubro refiere al costo de reparación de los daños causados a la vivienda. Para la determinación de este costo se tomaron los datos de los estudios de Barrenechea (2008) sobre las inundaciones de 2007 en Mercedes, Durazno y Treinta y Tres, los cuales fueron actualizados por las evoluciones del Índice de Costo de la Construcción (en adelante ICC) y el tipo de cambio.

Para las localidades urbanas del departamento de Soriano, se tomaron los valores registrados en Barrenechea (2008) para Mercedes. Estos valores provinieron de una encuesta específicamente desarrollada por la Intendencia de Soriano para registrar las pérdidas en viviendas y alhajamiento de las mismas a los afectados.

Para las localidades urbanas de Durazno y Tacuarembó, se tomaron los valores relevados en ese mismo estudio para las inundaciones en la ciudad de Durazno. La información provino de información directa de la Intendencia, y en su defecto se utilizaron datos de la encuesta comentada de la Intendencia de Soriano para viviendas similares a aquellas.

Para las zonas rurales de todos los departamentos, se tomaron los valores estimados en el estudio de 2007 para Treinta y Tres, ya que no se contó con información para otras experiencias sobre los efectos en el medio rural.

El uso de cada costo específico correspondiente a una u otra experiencia previa depende de las diferencias en los niveles de ingreso de los habitantes de las viviendas afectadas en cada localidad considerada. Por ejemplo, para costear el problema en Tacuarembó se utilizaron datos de Durazno por su similitud en niveles de ingreso y así sucesivamente, para adaptar los valores a cada situación específica.

Tabla 3-1 Costo de la vivienda por centro poblado, valores 2007 y 2014 (dólares por vivienda)

	Valores 2007	Valores 2014
Urbanos – Soriano	1.336,9	2.938,20
Urbanos – Durazno	1.440,0	3.164,80
Rurales	500,0	1.098,89

La relación de precios de cuenta utilizada para la estimación del costo social de este rubro fue la unidad, como criterio conservador, al no tenerse el dato preciso.

3.1.2. Costo de equipamiento y alhajamiento de vivienda

Este rubro refiere al costo de reposición del equipamiento y alhajamiento de la vivienda dañada por el agua de la inundación. Para la determinación de este costo se tomaron los datos de Barrenechea (2008) sobre las inundaciones de 2007 en Mercedes, Durazno y Treinta y Tres, similar a lo realizado en el ítem anterior, los cuales en este caso se actualizaron por las evoluciones del Índice de Precios al Consumo (IPC) y el tipo de cambio.

Para las localidades urbanas del departamento de Soriano, se tomaron los valores registrados en el estudio mencionado para Mercedes. Para las localidades urbanas de Durazno y Tacuarembó, se tomaron los valores relevados en aquel estudio para las inundaciones en Durazno. Para las zonas rurales de todos los departamentos, se tomaron los valores estimados en el estudio que se realizara para Treinta y Tres. Estas diferencias obedecen a los distintos niveles de ingreso en cada caso, a los efectos de que puedan utilizarse datos con cierta similitud a la realidad de cada una de estas situaciones.

Tabla 3-2 Costo de equipamiento y alhajamiento de la vivienda por centro poblado, valores 2007 y 2014 (dólares por vivienda)

	Valores 2007	Valores 2014
Urbanos – Soriano	566,0	973,05
Urbanos – Durazno	470,0	808,01
Rurales	531,0	912,88

La relación de precios de cuenta utilizada para la estimación del costo social de este rubro también fue la unidad por falta de información específica sobre este tema.

3.1.3. Costo de infraestructura urbana

En este concepto se engloban dos rubros, por un lado la reparación de la infraestructura afectada por la inundación (calles, plazas, etc.), por otro la reparación de la infraestructura de alumbrado público en particular. Estos costos sólo se estimaron para las zonas urbanas afectadas por la inundación.

Para la estimación del costo de estos rubros, se tomaron como base los datos del estudio de inundaciones en la ciudad de Mercedes en 2007 relevados en Barrenechea (2008). Estos precios fueron luego ajustados para reflejar los valores de 2014 según las evoluciones del tipo de cambio y del IPC.

Tabla 3-3 Costos de infraestructura urbana a valores de 2007 y 2014 (dólares por metro de calle inundada)

	Valores 2007	Valores 2014
Reparación de infraestructura	17,1	29,40
Alumbrado público	0,3	0,52

La relación de precios de cuenta (RPC) utilizada para la estimación del costo social de este rubro se estimó en base a las RPC que han sido determinadas recientemente por el Convenio entre la Facultad de Ciencias Económicas y OPP, siguiendo la siguiente formulación:

$$RPC = 0,5 \times \text{Promedio}(RPC_{\text{No calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Semi-calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Calificada}}^{\text{Interior urbano}}) + 0,5 \times RPC_{\text{Gas-oil}}$$

3.1.4. Costos de infraestructura vial

Para los caminos de asfalto u hormigón, se supone que el único daño material que causan las inundaciones afecta las banquetas, para lo que se supone un costo de reparación de U\$S 10.000 por kilómetro, a precios de 2014 según fuentes técnicas consultadas, en base a datos recientes de licitaciones públicas.

Asimismo, para los caminos de materiales distintos al asfalto u hormigón, como balastro o sin pavimentar, se supone un costo de reparación de U\$S 40.000 por kilómetro. Con esta inversión, se puede reconstruir el camino bajo un estándar de calidad media. Este dato también corresponde a fuentes técnicas consultadas.

La relación de RPC utilizada para la estimación del costo social de este rubro se estimó como:

$$RPC = \frac{1}{3} \times \text{Promedio}(RPC_{\text{No calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Semi-calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Calificada}}^{\text{Interior urbano}}) + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Gas-oil}} + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Divisa}}$$

3.1.5. Costos de infraestructura ferroviaria

Debido a los materiales que componen una vía férrea, se supone que los costos de pérdida de las mismas son nulos en caso de inundaciones. Una inundación prolongada puede causar efectos de arrastre de materiales finos, pero esto no supone una pérdida o destrucción de las vías férreas.

3.1.6. Costos de infraestructura de UTE

Para los costos de infraestructura de UTE se tomaron los datos proporcionados por la propia institución en Enero de 2014, los cuales comprenden los siguientes rubros:

- Cableado.
- Torres de alta tensión (se tomó el valor promedio proporcionado para torres de 150 Kv y 500 Kv);
- Estaciones de transformación de 150 Kv y 500 Kv.

Por otra parte, para estimar el costo de una torre guía, se tomó el valor de una torre de alta tensión de 150 Kv suministrado por UTE.

Asimismo, se tomó un costo de conexión a la vivienda a partir de los datos relevados en Barrenechea (2008) para el análisis de las inundaciones de 2007 en Mercedes. Dicho costo estimado fue de U\$S 29,3 por vivienda a precios de 2007, equivalentes a U\$S 50,37 de 2014.

La relación de precios de cuenta (RPC) utilizada para la estimación del costo social de este rubro se estimó como:

$$RPC = \frac{1}{3} \times \text{Promedio}(RPC_{\text{No calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Semi-calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Calificada}}^{\text{Interior urbano}}) + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Gas-oil}} + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Divisa}}$$

3.1.7. Costos de infraestructura de OSE

En esta categoría se consideró como base el costo unitario por vivienda de la sustitución de materiales y cambio de tableros por esta empresa en las conexiones de agua potable, según lo extraído de Barrenechea (2008), y estimado únicamente para las viviendas de centros urbanos. Los datos correspondientes al estudio de las inundaciones de 2007 en Mercedes ubican dicho costo en U\$S 4,5 por vivienda a precios de 2007, equivalentes a U\$S 7,74 de 2014.

Para el caso de las infraestructuras de saneamiento, a partir de la consulta con expertos sobre el tema, se determinó que las inundaciones no producen una rotura de las tuberías que componen el sistema, si no que los daños causados se resuelven con una limpieza total de la red. De esta forma, a partir de

consultas con empresas especializadas, en especial la que ha brindado el servicio de limpieza de redes en las inundaciones de Durazno, se determinó un precio de limpieza de U\$S 1.500 por Km de red.

La relación de precios de cuenta (RPC) utilizada para la estimación del costo social de este rubro se estimó como:

$$RPC = 0,5 \times Promedio(RPC_{No\ calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Calificada}^{Interior\ urbano}) + 0,5 \times RPC_{Gas-oil}$$

3.1.8. Costos de infraestructura de ANTEL

En esta categoría se consideró el costo de conexiones de la telefonía fija en las viviendas. Es estimado únicamente para las viviendas de centros urbanos. Los datos fueron tomados de Barrenechea (2008) para el estudio de las inundaciones de 2007 en Durazno, a partir de relevamiento de la Intendencia, siendo de U\$S 3,4 por vivienda a precios de 2007, equivalentes a U\$S 5,85 de 2014.

La relación de precios de cuenta (RPC) utilizada para la estimación del costo social de este rubro se estimó como:

$$RPC = \frac{1}{3} \times Promedio(RPC_{No\ calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Calificada}^{Interior\ urbano}) + \frac{1}{3} \times RPC_{Gas-oil} + \frac{1}{3} \times RPC_{Divisa}$$

3.1.9. Activos económicos

En esta agrupación, se contabilizan los costos de pérdidas de diversos activos económicos. En primer lugar, se determinó el costo de pasturas y alambrados perdidos por causa de la inundación. Para ello se tomó el dato de los costos unitarios surgidos de los relevamientos realizados en Barrenechea (2008) para las inundaciones de 2007 en el departamento de Treinta y Tres, a partir de información directa y estimación de los técnicos de la Intendencia respectiva, y se los actualizó a valores 2014 según la metodología ya usada.

Tabla 3-4 Costo de pasturas y alambrados a precios de 2007 y 2014 (dólares por hectárea afectada)

	Valores 2007	Valores 2014
Pasturas	12,86	22,11
Alambrados	0,33	0,57

A partir de la información relevada en el mismo trabajo, sobre las inundaciones de 2007 en el departamento de Treinta y Tres, a partir de información de los técnicos de la Intendencia, se determinaron los siguientes ratios de pérdidas unitarias de ganado en el sector rural:

- ❑ Ganado bovino: se estima que se pierde un animal cada 1.000 hectáreas dedicadas a la ganadería.
- ❑ Ganado ovino: se estima la pérdida de 20 animales cada 1.000 hectáreas dedicadas a su cría.
- ❑ Otros animales: se estimó un costo de U\$S 0,11 por hectárea a precios de 2007 para cubrir la pérdida de otros animales. Este valor, actualizado a precios de 2014, asciende a U\$S 0,19 por hectárea.

Para estimar los precios de ganado bovino y ovino, se tomaron los precios por kilogramo promedio publicados por el MGAP para el período Enero – Mayo de 2014, asumiendo un peso medio de los stocks de 300 Kg para el ganado bovino y de 15 Kg para el ganado ovino.

Tabla 3-5 Estimación de costos de la cabeza de ganado (dólares)

	Referencia utilizada	Precio de referencia utilizado	Peso por cabeza (Kg)	Precio estimado por cabeza
Ganado bovino	Novillos gordos abasto buenos	1,67 U\$/Kg	300	499,8
Ganado ovino	Cordero general	20,43 U\$/Kg	15	30,6

Respecto a las plantaciones, se tomaron los datos de los precios por tonelada (promedio Enero – Mayo 2014) y rendimientos por hectárea publicados por el MGAP (boletín de precios 2014 y Anuario Estadístico 2014 respectivamente) para los siguientes cultivos, los cuales se asumen perdidos totalmente en caso de verse afectados por la inundación.

Tabla 3-6 Precios y rendimientos de cultivos

Cultivo	Referencia utilizada	Precio de referencia utilizado (U\$/ton)	Rendimiento (Kg/ha)	Precio estimado por hectárea
Trigo	Promedio de trigo exportación y trigo puesto en molino.	261	2.183	569,8
Cebada	Cebada cervecera.	207	1.878	388,7
Maíz	Maíz puesto en Montevideo	230	5.648	1.299,0
Sorgo	Sorgo granífero.	196	4.262	835,4
Soja	Promedio de soja para exportación y soja para industria.	487	2.634	1.282,8
Arroz	Arroz convenio	261	7.880	2.056,7

Fuente: Elaboración propia en base a Boletín de Precios 2014 y Anuario Estadístico 2014 del MGAP.

Por otra parte, no se estimaron costos para las plantaciones forestales, pues se considera que las mismas no sufren daños significativos a causa de las inundaciones.

Respecto a la relación de precios de cuenta adoptada para la conversión de cada uno de estos rubros, en todos los casos, exceptuando el alambrado, se decidió aproximarla mediante la RPC de divisas. En el caso particular del rubro alambrado, se tomó la siguiente relación:

$$RPC = \frac{1}{3} \times \text{Promedio}(RPC_{\text{No calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Semi-calificada}}^{\text{Interior urbano}} + RPC_{\text{Calificada}}^{\text{Interior urbano}}) + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Gas-oil}} + \frac{1}{3} \times RPC_{\text{Divisa}}$$

3.2. Costos indirectos

3.2.1. Evacuación y alojamiento de la población afectada

Para la determinación de los costos de evacuación y alojamiento de la población, mientras ocurre la inundación, se utilizaron los costos relevados en Barrenechea (2008) para Soriano, Durazno y Treinta y Tres, en forma similar a la metodología utilizada en los caso de los costos directos.

En este sentido, los datos recabados para Soriano fueron utilizados para ese mismo departamento, en tanto los datos del estudio de Durazno se utilizaron en esta ocasión para los centros urbanos de Durazno y Tacuarembó, dadas las similitudes de ingresos y estructurales entre ambos. Los datos

surgidos del estudio de Treinta y Tres fueron utilizados en el presente estudio para aproximar los costos correspondientes a las zonas rurales, dado que allí se estudió específicamente este caso para la Sección Policial 7° de Treinta y Tres.

Para los costos de evacuación, se supuso que en los escenarios analizados, la proporción de evacuados por el Sistema de Emergencia y de autoevacuados, será igual a la registrada en las inundaciones de 2007, por lo que se tomó un costo promedio de aquellas experiencias como base de cálculo. Asimismo, es importante señalar que el estudio de Barrenechea (2008) tomó costos de distintas entidades públicas para la evacuación de los afectados, dentro del marco del Sistema Nacional de Emergencia, y los costos propios de los autoevacuados.

La actualización de precios para este rubro se hizo según las evoluciones del tipo de cambio y el IPC general.

Tabla 3-7 Costos de evacuación por centro urbano precios 2007 y 2014 (dólares por vivienda)

	Valores 2007	Valores 2014
Urbanos – Soriano	103,0	177,08
Urbanos – Durazno	69,0	118,62
Rurales	87,0	149,57

En el caso de los costos de alojamiento, para la zona rural se tomaron los costos registrados en 2007 para el departamento de Durazno. Nuevamente, los datos tomados para este rubro corresponden tanto a los costos declarados por diversas instituciones que integran el Sistema Nacional de Emergencia y las Intendencias departamentales. Los costos fueron asimilados al alquiler de pensiones u hoteles muy baratos en las localidades afectadas, tomando como base su costo mensual, si bien en algunos casos se dispuso de estadios y clubes, entre otros. La actualización del costo de este rubro se hizo según las evoluciones del tipo de cambio y del IPC de restaurantes y hoteles. Estos valores así obtenidos fueron cotejados con informaciones directas de algunos casos actuales similares.

Tabla 3-8 Costos de alojamiento por centro urbano precios 2007 y 2014 (dólares por persona por día)

	Valores 2007	Valores 2014
Urbanos – Soriano	4,0	8,50
Urbanos – Durazno	2,5	5,31

Las relaciones de precio de cuenta utilizadas para los costos de evacuación, se calcularon como:

$$RPC = 0,5 \times \text{Promedio}(RPC_{No\ calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Calificada}^{Interior\ urbano}) + 0,5 \times RPC_{Gas-oil}$$

En cambio, para los costos de alojamiento, se tomó sólo el promedio de las tres RPC para la mano de obra en el interior urbano del país.

3.2.2. Alimentación y atención a la salud

Para la estimación de los costos de estos rubros se tomaron los datos relevados en Barrenechea (2008) para las inundaciones de 2007 en Mercedes y Durazno, considerando el promedio registrado para evacuados por el Sistema de Emergencia y los autoevacuados. Los datos referidos a Mercedes fueron utilizados para todos los centros urbanos del departamento de Soriano, mientras que los datos de Durazno se utilizaron para el resto de los centros urbanos y la zona rural.

Los precios fueron tomados a valores de 2007 y ajustados por las evoluciones del tipo de cambio y el IPC general para obtener valores a 2014 para el rubro alimentación, y por tipo de cambio e IPC del rubro

salud, para los costos de atención a la salud. Estos valores así obtenidos fueron cotejados con situaciones actuales similares, verificando sus niveles.

Tabla 3-9 Costos de alimentación y atención a la salud por centro poblado, precios de 2007 y 2014

	Valores 2007	Valores 2014
Costo de alimentación (dólares por persona /día)		
Urbanos – Soriano	6,7	11,52
Urbanos – Durazno	4,0	6,88
Costo de atención a la salud (dólares por persona)		
Urbanos – Soriano	23,0	38,07
Urbanos – Durazno	19,0	31,45

Las relaciones de precio de cuenta utilizadas para cada rubro fueron estimadas como:

$$RPC_{Alimentación} = 0,5 \times \text{Promedio}(RPC_{No calificada}^{Interior urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior urbano}) + 0,5 \times RPC_{Divisa}$$

$$RPC_{Atención a la salud} = \text{Promedio}(RPC_{Calificada}^{Interior urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior urbano})$$

3.2.3. Limpieza de la zona

Para estimar los costos de limpieza de la zona urbana afectada por las inundaciones se tomaron los costos registrados en 2007 en la inundación de Mercedes y relevados en Berrenechea (2008). Los mismos fueron de U\$S 34,0 por vivienda a precios de 2007, equivalentes a U\$S 58,45 por vivienda a precios de 2014. En cambio, para la zona rural se supuso un costo de limpieza nulo.

La relación de precio de cuenta utilizada para este rubro fue aproximada como:

$$RPC = 0,5 \times \text{Promedio}(RPC_{No calificada}^{Interior urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior urbano}) + 0,5 \times RPC_{Divisa}$$

3.2.4. Lucro cesante

La estimación del lucro cesante se discriminó en tres grandes rubros:

3.2.4.1. Actividades agropecuarias

Este rubro está compuesto por las pérdidas de ganado y de la producción agraria en suelo urbano. Para el primer concepto se consideraron las pérdidas de activos en ganado bovino y ovino, éste último sólo en relación a la producción de lana. Para ello, se tomaron los datos relevados en las inundaciones de 2007 para el departamento de Treinta y Tres, según los cuales se pierden 12,5 Kg de ganado vacuno por hectárea y 4 Kg de lana por animal ovino afectado, siendo éstos de 20 kg por hectárea.

Para la estimación del costo de la pérdida por bovinos se tomaron los costos ya detallados para la estimación de la pérdida de activos, o sea la información de precios actuales del MGAP. Para la estimación del precio de la lana perdida, se tomó el valor de la base prima merina S/S publicado por el MGAP en el Boletín de Precios 2014, tomando el promedio de los valores allí registrados (período Enero – Mayo 2014).

En esta categoría se incluyeron también las pérdidas por destrucción de producciones agrarias en suelo urbano, las cuales fueron aproximadas según los valores relevados en Barrenechea (2008) para el departamento de Treinta y Tres durante las inundaciones de 2007. En ese momento el valor estimado fue de U\$S 12 por vivienda, que a valores de 2014 equivale a U\$S 20,63 por vivienda.

Como aproximación a la relación de precios de cuenta se tomó como referencia el RPC de la divisa, dado que la mayoría de estas producciones generan exportaciones en forma significativa, en general.

3.2.4.2. Actividades industriales y comerciales

Para la determinación del valor de este rubro del lucro cesante, se tomaron los datos relevados durante las inundaciones de 2007 en los estudios de las mismas para las ciudades de Mercedes y Durazno, y el departamento de Treinta y Tres.

Los datos fueron relevados a valores de 2007 y actualizados luego a valores de 2014 según el método ya descripto. Igual que en otros rubros, los datos de Mercedes fueron usados como aproximación para los centros urbanos del departamento de Soriano; los datos de Durazno se usaron como aproximación para el resto de los centros urbanos y los datos de Treinta y Tres se tomaron como referencia para las zonas rurales.

Tabla 3-10 Lucro cesante de actividades industriales y comerciales por centro poblado, a precios 2007 y 2014 (dólares por vivienda)

	Valores 2007	Valores 2014
Urbanos – Soriano	224,0	385,10
Urbanos – Durazno	14,0	24,07

Como aproximación a la relación de precios de cuenta se adoptó la unidad, dado que no se poseen valores específicos.

3.2.4.3. Hogares

Este rubro corresponde considerar como costo de los eventos al lucro cesante derivado del ingreso de aquellos hogares urbanos que perdieron su fuente de empleo durante el período de la inundación, debido a que se tratara de un empleo informal o estacional. Para la determinación de este valor, se tomaron los datos relevados en Berrenechea (2008) para las inundaciones en Mercedes y Durazno durante 2007, en relación al porcentaje de población que perdió su empleo por las inundaciones por día del evento. En el caso de Tacuarembó y Río Negro, como no se cuenta con datos de 2007 se tomaron los datos relevados para Soriano.

Para cuantificar los ingresos perdidos, se aplicaron los datos de ingreso promedio de los hogares para cada departamento considerado para el percentil 10⁵, registrados por la Encuesta Continua de Hogares de 2013 del Instituto Nacional de Estadística. Asimismo, se asume que un mes tiene 22 días laborales y se toma en cuenta el tipo de cambio promedio para 2014 para el cálculo del costo.

⁵ Se tomaron los valores de la variable pt1 "total de ingresos personales" para las personas con algún ingreso personal y sobre esto se estimó el décimo percentil de ingresos por departamento.

**Tabla 3-11 Lucro cesante de los hogares por centro poblado, a precios 2007 y 2014
 (dólares por día)**

	Proporción de la población afectada	Ingresos mensuales por persona del último quintil en el departamento (\$)	Ingresos diarios por persona del último quintil en el departamento
Urbanos – Soriano	16,7%	3.090	6,06
Urbanos – Durazno	69,0%	2.612	5,12
Urbanos – Tacuarembó	16,7%	2.253	4,42
Urbanos – Río Negro	16,7%	2.653	5,20

La relación de precio de cuenta utilizada para este rubro fue aproximada como:

$$RPC = Promedio(RPC_{No\ calificada}^{Interior\ urbano} + RPC_{Semi-calificada}^{Interior\ urbano})$$

Capítulo 4

Características de los escenarios

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESCENARIOS

4.1. Introducción

Para esta etapa del estudio se consideraron 6 escenarios, de los que uno es de crecida normal y 5 corresponden a crecidas extraordinarias. A continuación se detallan los mismos:

- ❑ CRE_T20: Corresponde al escenario de crecida normal con un período de retorno de 20 años.
- ❑ CRE_T50: Corresponde al escenario de crecida normal con un período de retorno de 50 años.
- ❑ CRE_T100: Corresponde al escenario de crecida centenaria (crecida extraordinaria).
- ❑ CRE_T1.000: Corresponde al escenario de crecida milenaria (crecida extraordinaria).
- ❑ CRE_T10.000: Corresponde al escenario de crecida decamilenaria (crecida extraordinaria).
- ❑ CRE_1959: Corresponde al escenario de crecida registrado durante las inundaciones del año 1959 (crecida extraordinaria).

4.2. Alcance geográfico

El alcance geográfico incluye las áreas rurales de los departamentos de Tacuarembó, Cerro Largo, Durazno, Flores, Río Negro y Soriano, y los siguientes centros poblados:

- ❑ Mercedes (Soriano).
- ❑ La Loma (Soriano).
- ❑ Villa Soriano (Soriano).
- ❑ Palmar (Soriano).
- ❑ Andresito (Flores)
- ❑ Centenario (Durazno).
- ❑ Durazno (Durazno).
- ❑ Santa Bernardina (Durazno).
- ❑ Baygorria (Durazno).
- ❑ San Gregorio del Polanco (Tacuarembó).
- ❑ Paso de los Toros (Tacuarembó).
- ❑ Cardozo (Tacuarembó).
- ❑ Rincón del Bonete (Tacuarembó).
- ❑ Los Arrayanes (Río Negro).
- ❑ Sacachispas (Soriano).

Por tanto, a partir de haber definido de esta manera la totalidad del área geográfica de la zona de impacto de los distintos escenarios considerados en este estudio, se describe sucintamente la caracterización socioeconómica del área para que sirva de base a la cuantificación de los costos e impactos socioeconómicos.

Capítulo 5

Zona de impacto de los escenarios

5. ZONA DE IMPACTO DE LOS ESCENARIOS

En el presente capítulo se hace una breve descripción de las características actuales de la zona de impacto de los distintos escenarios previstos en las simulaciones, previo al análisis caso a caso de los costos económicos de las inundaciones. En este sentido y para que pueda usarse como punto de referencia en la comparación de los escenarios y la situación actual, en este capítulo se describen las variables que resultan de interés para el análisis de los costos económicos de cada escenario.

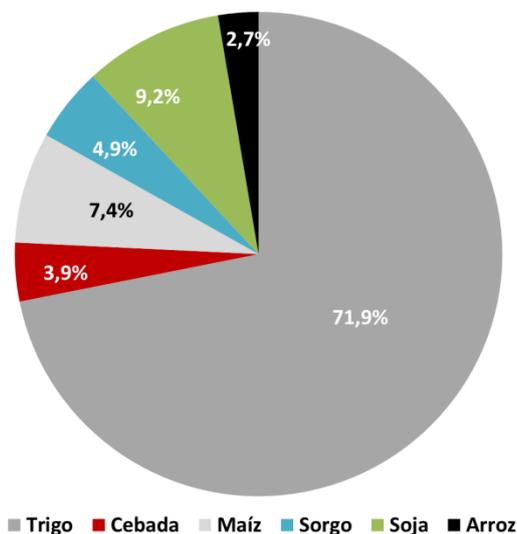
La información para este análisis proviene de distintas fuentes, como el Censo de 2011 del Instituto Nacional de Estadística, la Encuesta Continua de Hogares (en adelante ECH), los Censos Agropecuarios de 2000 y 2011 y los estudios del Programa ART del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (en adelante PNUD), período 2007-2011, para cada uno de los departamentos aquí analizados. En la medida que los datos están disponibles, estos fueron tomados a nivel de localidad (ej: los datos provenientes del Censo de 2011), en caso contrario, se tomaron los datos a nivel departamental.

5.1. Delimitación de zona de impacto

Como zona de impacto, se tomaron las localidades y zonas rurales detalladas en la sección 4.2, que corresponden al escenario de máxima inundación (crecida decamilenaria). De esta forma, se estimó que el área afectada total es de aproximadamente 410.840 hectáreas, de las que el 99% corresponde a zonas rurales.

Dentro de las zonas rurales destinadas a la producción agropecuaria, el 80% está dedicada a la cría de ganado bovino, mientras que el 9% está dedicada a la producción de ganado ovino. De esta forma, sólo el 10% de la superficie inundada está afectada a la producción de cultivos agrícolas, entre los que el trigo representa el 71% de la superficie cultivada. Esta distribución corresponde a información por Sección Policial correspondiente al Censo 2000 del MGAP ya que no se pudo contar con esta información a nivel de Secciones Policiales del reciente Censo 2011.

Figura 5–1 Participación de los cultivos dentro de la zona agrícola afectada



Fuente: Estimaciones propias en base Censo Agropecuario 2000 (MGAP).

5.2. Población

En la Tabla 5-1, se presentan los datos relativos a población, viviendas y hogares por localidad bajo análisis del Censo de Población 2011 del INE. Como se observa allí, el departamento de Soriano es el que concentra mayor cantidad de población, viviendas y hogares en relación a los otros departamentos y áreas aquí consideradas, seguido por Durazno.

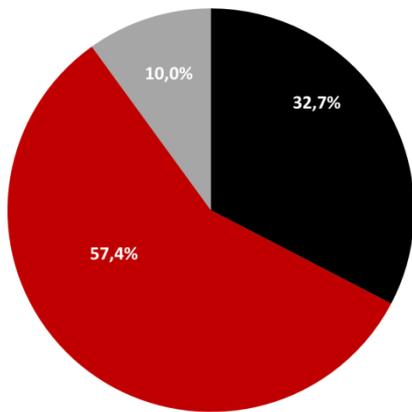
Tabla 5-1 Cantidad de población, vivienda y hogares por localidad

Localidad	Departamento	Población	Vivienda	Hogares
Urbanas				
Mercedes	Soriano	41.974	14.769	13.841
La Loma	Soriano	118	74	44
Villa Soriano	Soriano	1.124	538	391
Andresito	Flores	261	130	89
Centenario	Durazno	1.136	476	385
San Gregorio del Polanco	Tacuarembó	3.415	1.727	1.201
Durazno	Durazno	34.368	12.498	11.226
Palmar	Soriano	381	407	129
Paso de los Toros	Tacuarembó	12.985	519	4513
Santa Bernardina	Durazno	1.094	444	367
Baygorria	Durazno	161	125	51
Los Arrayanes	Río Negro	248	149	92
Cardozo	Tacuarembó	42	29	14
Rincón del Bonete	Tacuarembó	54	69	18
Sacachispas	Soriano	456	162	122
Rurales				
Tacuarembó	Tacuarembó	966	5.137	3.399
Cerro Largo	Cerro Largo	5.936	354	2175
Durazno	Durazno	4.951	2.832	1.778
Flores	Flores	2.068	1.356	778
Río Negro	Río Negro	5.212	2.886	1.746
Soriano	Soriano	6.612	3.558	2.355

Fuente: Elaboración propia en base a Censo de Población 2011 (INE).

En relación a las edades de la población de cada localidad, tanto en el área rural como en la urbana, se observan participaciones similares de cada grupo etario aquí definido, tal como se muestra en las Figura 5-2 y 5-3 La mayor diferencia radica en la participación del grupo de entre 18 y 65 años (edad en que la población suele ser activa desde el punto de vista laboral), con una participación menor del grupo de más de 65 años.

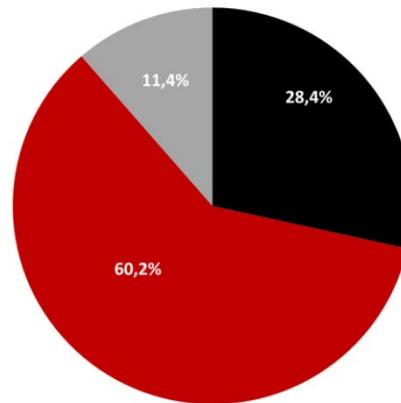
Figura 5–2 Distribución de población por edades en el área urbana



■ 14 años o menos ■ Entre 15 y 65 años ■ Más de 65 años

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011.

Figura 5–3 Distribución de población por edades en el área rural

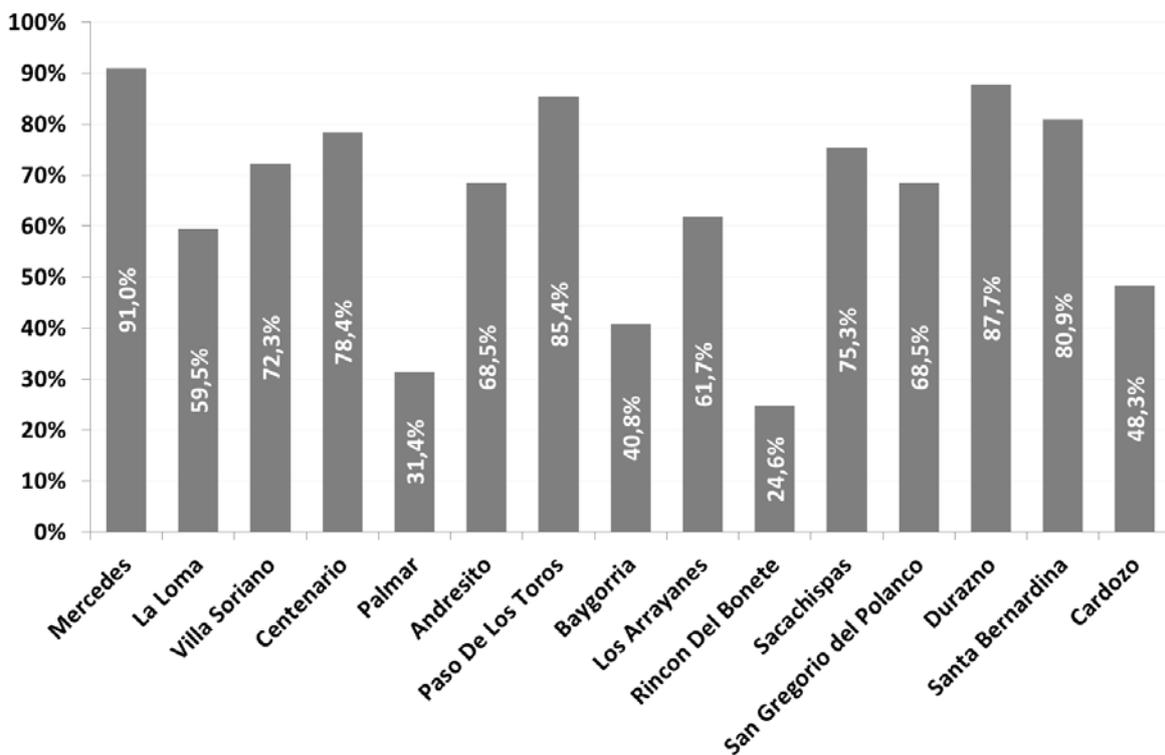


■ 14 años o menos ■ Entre 15 y 65 años ■ Más de 65 años

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011.

La ocupación de las viviendas presenta fuertes variaciones entre las distintas localidades urbanas, no así en el área rural donde el promedio de la tasa de ocupación de las viviendas es de 61,4%. La situación de este indicador es más variada en las localidades urbanas, tal como se aprecia en la Figura 5-4. En este sentido, Mercedes es la localidad con mayor tasa de ocupación de viviendas (91%) mientras que Rincón del Bonete y Palmar son las de menor ocupación.

Figura 5–4 Tasa de ocupación de las viviendas en las localidades urbanas



Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Asimismo, según el Censo de población de 2011, más del 80% de las viviendas en las zonas urbanas corresponden a las categorías 1 y 2 de clasificación desarrolladas por el INE, es decir, se trata de

viviendas de materiales pesados en techos y paredes o viviendas de materiales pesados en paredes y techos livianos.

En cuanto a viviendas de otras combinaciones de materiales de construcción (categorías 2 del INE), las localidades con mayor registro de las mismas son Mercedes en Soriano, Durazno y Centenario en Durazno, y San Gregorio del Planco y Paso de los Toros en Tacuarembó. En total, estas localidades registran 1.604 viviendas en estas categorías.

5.3. Indicadores económicos

De acuerdo a la última ECH disponible (datos de 2013), en la Tabla 5-2 se presentan los ingresos promedio de los hogares (sin valor locativo) para cada uno de los seis departamentos considerados. Como allí se puede apreciar, Flores es el departamento cuyos hogares presentan mayores ingresos, seguido por Soriano. Parte de esta relación, se debe a la mayor participación de trabajadores urbanos en dichos departamentos.

Tabla 5-2 Ingreso mensual promedio de los hogares

Departamento	Ingreso (\$)
Tacuarembó	28.787
Cerro Largo	25.904
Durazno	31.321
Flores	37.244
Río Negro	34.765
Soriano	36.788

Fuente: ECH 2013 (INE).

Según los datos del INE publicados para 2013, el ingreso promedio de los hogares del interior del país (sin valor locativo) fue de \$ 35.006, el cual se descompone en dos subcategorías: localidades de más de 5.000 habitantes, con un ingreso mensual promedio de \$ 35.848 y localidades pequeñas y zonas rurales con un promedio de \$ 32.602. En relación a estos datos, se observa que los ingresos registrados para Tacuarembó, Cerro Largo y Durazno se encuentran sensiblemente por debajo del promedio registrado para el interior del país. Esto sugiere que los ingresos para localidades pequeñas y zonas rurales en esos departamentos son aún menores en a los registrados para el promedio del interior.

En la Tabla 5-3 se muestra el Valor Agregado Bruto (VAB) por departamento para el año 2008, medido en miles de pesos corrientes, a partir del cálculo realizado por OPP y BCU recientemente.

Tabla 5-3 VAB por departamento para el año 2008 (Miles de \$)

Departamento	VAB
Tacuarembó	13.605.101
Cerro Largo	12.254.063
Durazno	7.850.584
Flores	4.759.201
Río Negro	18.998.327
Soriano	14.921.649

Fuente: OPP y BCU.

La base de la economía de Cerro Largo se centra en el sector agropecuario, incluida la actividad forestal, junto a algunas grandes agroindustrias y servicios vinculados a la ubicación fronteriza del departamento. En el 2008, las actividades primarias tenían una participación del 31% en el producto de Cerro Largo, mostrando que éste es un departamento básicamente agrario. El sector secundario del departamento estaba compuesto básicamente por actividades ligadas a la producción primaria, como molinos arroceros, frigoríficos y empresas lácteas con una participación del sector secundario en el VAB de 20%. Por su parte, el sector de servicios muestra una baja participación en el VAB (49%), donde se destacan los servicios demandados por el comercio fronterizo.

En el departamento de Durazno, se destaca la participación del sector primario en la creación de VAB en 2008, ya que contribuyó a la generación del 32% de éste. Esta participación, superior a la del promedio de los departamentos del interior, lo marca como un departamento con menor diversificación productiva que el resto. El sector secundario, conformado básicamente por empresas agroindustriales, representó en ese año el 19% del VAB departamental, mientras que el sector servicios representó el 49%.

Las principales especializaciones de Flores son los sectores agropecuario y textil. El 35% del VAB departamental en 2008 fue generado por las actividades primarias, en tanto el sector secundario representaba el 17% del VAB, atado a las empresas textiles del lugar. El 48% restante del VAB fue generado por el sector servicios, el cual está atado principalmente al desarrollo de la ciudad, la baja población implica una escasa demanda para este sector.

Respecto a Río Negro, es importante mencionar que el dato aquí presentado para su VAB departamental, recoge el efecto de la instalación de UPM y el efecto derrame causado por esta, debido a que su instalación fue a fines del 2007. El 21% del producto de Río Negro en 2008 era de origen primario, como resultado de los desarrollos agrícolas que allí han tenido lugar. Asimismo, al 2008 el sector secundario representaba el 57% del VAB del departamento, este elevado porcentaje responde al efecto de UPM. Esto deja sólo un 22% de VAB de origen terciario, dada la elevada participación de los otros sectores y la baja oferta de servicios más atada a la población y al sector primario que a los elevados desarrollos industriales, productos de la instalación de UPM.

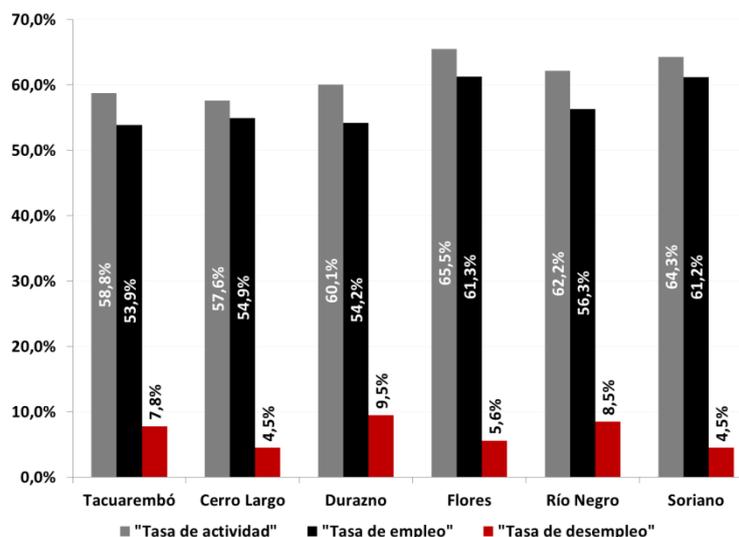
En el caso de Soriano, las actividades primarias también muestran una especialización agraria con una participación de 31% en el VAB de 2008. El sector secundario muestra asimismo una participación relativamente alta para el Interior con 20% del VAB total en dicho año, impulsada por las centrales hidroeléctricas ubicadas en el departamento además de algunas grandes empresas agroindustriales. Finalmente, el sector servicios tuvo una participación del 49%, atada a la atención al sector primario y a su población, básicamente en línea con la caracterización del desarrollo del departamento.

Por último, la economía de Tacuarembó aunque presenta una alta especialización agraria con una participación del 29% del VAB total del departamento, también muestra su perfil industrial con 26% del VAB a partir de la influencia del desarrollo de las industrias de la madera y la cárnica, fundamentalmente. Por su parte, el sector de servicios muestra una baja participación en el VAB (45%).

5.4. Indicadores sociales

Como se observa en la Figura 5-5, el departamento de Flores muestra la mayor tasa de actividad dentro del grupo de departamentos bajo análisis. Sin embargo, la menor tasa de desempleo corresponde a los departamentos de Cerro Largo y Soriano, de los que el primero está por debajo del promedio del país en lo que a tasas de actividad y empleo refiere, mientras el segundo está por encima.

Figura 5-5 Tasa de actividad, empleo y desempleo por departamento para el año 2013



Fuente: INE.

A modo de referencia, en la Tabla 5-4 se incluyen los datos del INE para 2013 referidos a tasas de actividad, empleo y desempleo para el interior del país según tamaño de la localidad. Como allí se observa, los indicadores son levemente más favorables para las localidades pequeñas y zonas rurales, en comparación al denominado interior urbano. Considerando estos datos promedio, es posible concluir que Durazno, Río Negro y Tacuarembó muestran tasas de desempleo significativamente superiores a las del promedio del interior, mostrando las dificultades en la generación de empleo para su población permanente, a pesar de los recientes desarrollos agroindustriales de estos departamentos, en especial Río Negro y Tacuarembó.

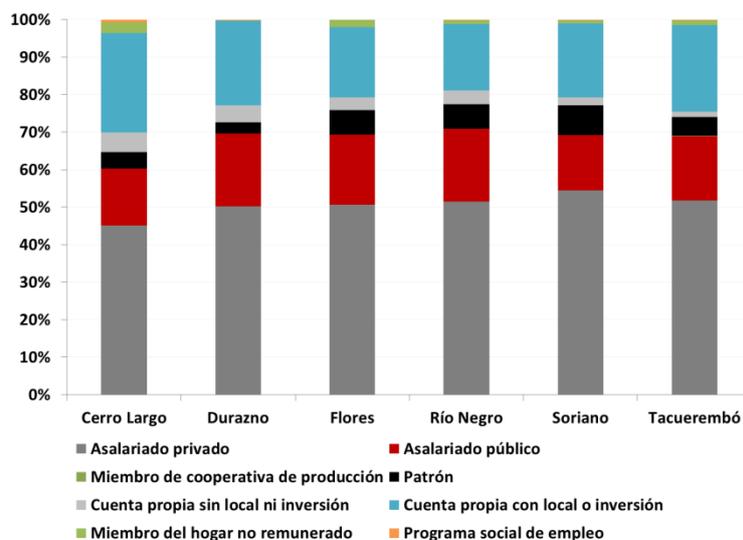
Tabla 5-4 Tasas de actividad, empleo y desempleo para el interior del país por tamaño de localidad

	Tasa de actividad	Tasa de empleo	Tasa de desempleo
Total interior	62,6%	58,6%	6,4%
Interior urbano (5.000 o más habitantes)	62,5%	58,1%	7,0%
Localidades pequeñas y zonas rurales	62,8%	59,7%	4,9%

Fuente: INE.

En la Figura 5-6 se muestra la composición de los ocupados según categoría de empleo. Como se observa, la categoría con mayor participación es la de asalariados privados, con una participación superior al 50%. La excepción en esta materia la constituye Cerro Largo, con sólo un 45% de los ocupados que desarrollan actividades como asalariados privados, esto es compensado por una mayor participación de los cuentapropistas con local y/o inversión.

Figura 5-6 Participación por categoría de empleo por departamento



Fuente: ECH 2013.

Respecto a la formalidad del empleo, entendido como el registro en el sistema previsional, el promedio para los seis departamentos considerados es de 67,2%. En este sentido, como muestran los datos de la Tabla 5-5, Cerro Largo es el que muestra mayores niveles de informalidad, seguido de Tacuarembó.

Tabla 5-5 Tasa de informalidad⁶ por departamento

	Tasa de informalidad
Tacuarembó	35,1%
Cerro Largo	44,1%
Durazno	29,2%
Flores	25,7%
Río Negro	28,7%
Soriano	34,0%

Fuente: Censo 2013 (INE).

En todos los departamentos bajo análisis, más del 50% de los trabajadores informales corresponden a individuos que trabajan por cuenta propia, ya sea con local y/o inversión, o sin ninguno de estos elementos, mientras que aquellos correspondientes a la categoría asalariados privados representan sólo más del 30% de los trabajadores informales.

Si se analiza dentro de cada una de las categorías de empleo, se observa que aproximadamente el 100% de los trabajadores por cuenta propia sin local ni inversión no realizan aportes al sistema previsional. Por su parte, más del 70% de los trabajadores por cuenta propia que tienen local y/o inversión no realizan aportes. En este sentido, Durazno y Flores representan datos atípicos con registros del 61,9% y 59,5% para esta categoría respectivamente.

⁶ Definida como la proporción de empleados informales en relación al total de ocupados.

Algo similar sucede en relación a la categoría patrón, donde más del 15% de sus integrantes no realizan aportes a cajas de jubilaciones, excepto en Durazno y Flores donde sólo el 9,1% y 8,0% respectivamente no realizan aportes. Asimismo, Tacuarembó es el departamento con mayor proporción de patrones en situación de informalidad, con un 21%.

5.5. Actividades económicas

En términos de cantidad de establecimientos, el principal rubro de producción agropecuaria en los seis departamentos aquí analizados es la ganadería de vacunos, en tanto el segundo lugar se distribuye entre la ganadería ovina y la producción de cereales y oleaginosos⁷. En la Tabla 5-6 se muestra la cantidad de establecimientos por rubro de producción correspondiente a la principal fuente de ingresos.

Tabla 5-6 Número de explotaciones por principal fuente de ingresos

	Vacunos (carne)	Vacunos (lechería)	Ovinos	Forestación	Cereales y oleaginosos	Arroz	Servicios agropecuarios
Cerro Largo	1.646	64	299	75	35	64	32
Durazno	1.477	43	195	66	77	1	18
Flores	540	103	31	10	132	0	6
Río Negro	505	139	27	33	246	1	24
Soriano	770	242	43	19	505	0	37
Tacuarembó	1.933	63	239	99	29	29	12

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

Como se observa en la referida tabla, además de la producción de vacunos para la faena (producción de carne), la lechería tiene cierta relevancia en todos los departamentos, particularmente en Río Negro, Flores y Soriano. Asimismo, la producción de ovinos cuenta con más establecimientos dedicados a ello en los departamentos de Cerro Largo y Tacuarembó.

En materia de cereales, si bien Cerro Largo y Tacuarembó son los únicos departamentos de los seis aquí analizados, con producción significativa de arroz (medido en cantidad de establecimientos dedicados a la misma), la producción de cereales tiene particular fuerza en Soriano, donde 50% de los establecimientos la tienen como principal fuente de ingresos.

Tabla 5-7 Superficie explotada según principal fuente de ingresos (hectáreas)

	Vacunos (carne)	Vacunos (lechería)	Ovinos	Forestación	Cereales y oleaginosos	Arroz	Servicios agropecuarios
Cerro Largo	967.413	18.886	49.590	163.373	42.172	63.428	12.961
Durazno	866.129	9.148	43.185	64.892	104.333	168	5.204
Flores	338.651	21.001	5.079	4.674	131.046	0	620
Río Negro	395.566	37.521	3.801	165.013	290.601	536	8.099
Soriano	276.650	49.269	4.717	36.375	459.802	0	4.094
Tacuarembó	1.201.261	6.515	53.702	155.900	43.598	24.835	587

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

⁷ Excluyendo el arroz.

En términos de superficie, como se observa en la Tabla 5-8, la producción de vacunos para carne es la principal ocupación de la tierra en todos los departamentos. Asimismo, se observa que la distribución de la tierra según principal fuente de ingresos, no coincide en orden con la cantidad de establecimientos, debido a la productividad de la tierra que lleva a establecimientos de distinto tamaño en función de la actividad desarrollada, por ejemplo la ganadería vacuna ocupa establecimientos habitualmente de mucha mayor área que el resto de las actividades.

Tabla 5-8 Cantidad de explotaciones, superficie (ha) y cabezas de ganado vacuno

	Para producción de carne			Para producción láctea		
	N° de explotaciones	Superficie	Cantidad de cabezas	N° de explotaciones	Superficie	Cantidad de cabezas
Cerro Largo	2.178	1.215.396	840.104	73	27.360	8.623
Durazno	1.875	1.000.247	793.266	54	36.731	9.578
Flores	767	454.512	339.041	108	22.884	15.046
Río Negro	888	680.795	437.076	162	63.663	41.667
Soriano	1.572	736.112	461.585	270	67.283	37.483
Tacuarembó	2.409	1.347.660	985.415	75	19.331	6.002

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

Como se aprecia en la Tabla 5-9, el número de establecimientos con cría de vacunos para la producción de carne muestra la importancia de esta actividad. Asimismo, se observa que la relación de animales/hectárea es baja, siendo inferior a 1 en todos los departamentos estudiados. Este guarismo se mantiene en lo referido a cría de vacunos para la explotación lechera. Una situación similar se observa en relación a la existencia de ovinos y la superficie dedicada a los mismos, como puede verse en la Tabla 5-10.

Tabla 5-9 Cantidad de explotaciones, superficie (ha) y existencias de ovinos

	N° de explotaciones	Superficie	Cantidad de cabezas
Cerro Largo	1.596	979.692	498.123
Durazno	1.315	805.626	533.514
Flores	436	333.964	173.425
Río Negro	364	326.367	130.797
Soriano	585	370.967	120.992
Tacuarembó	1.710	1.070.602	713.464

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

En cuanto a la producción de cultivos cerealeros e industriales, si bien Soriano exhibe la mayor cantidad de explotaciones en esta materia, prácticamente doblando la cantidad de explotaciones del departamento de Río Negro en este rubro, la diferencia en superficie es considerablemente menor. Esto sugiere que se trata de explotaciones de menor tamaño a nivel individual o bien de mayor nivel de establecimientos que incluyen esta actividad como un complemento a su actividad principal, dedicando un área considerablemente menor.

Tabla 5-10 Cantidad de explotaciones y superficie (ha) dedicadas a cultivos cerealeros e industriales

	N° de explotaciones	Superficie
Cerro Largo	171	86.672
Durazno	207	106.791
Flores	273	130.540
Río Negro	427	318.504
Soriano	827	431.895
Tacuarembó	154	55.051

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

Como se observa en la Tabla 5-11, las especies de árboles predominantes en los bosques artificiales son el eucalipto y el pino (excepto en Soriano, donde es superado por el álamo). Esto se alinea con los requerimientos de los recientes desarrollos de la industria celulósica y papelera.

Tabla 5-11 Superficie plantada de bosques artificiales por especie (ha)

	Total	Eucalipto	Pino	Sauce	Álamo	Otros
Cerro Largo	122.755	85.872	36.667	20	8	188
Durazno	57.190	50.638	6.463	29	5	55
Flores	6.360	6.153	161	2	8	36
Río Negro	132.248	126.180	4.520	85	519	944
Soriano	42.290	39.361	159	263	618	1.889
Tacuarembó	119.938	58.791	61.053	2	43	49

Fuente: Censo Agropecuario 2011 (MGAP).

En cuanto a las actividades industriales desarrolladas en cada departamento, en el Cuadro 5-1 se detallan las mismas.

Cuadro 5-1 Principales actividades industriales por departamento

Cerro Largo	Durazno	Flores	Río Negro	Tacuarembó	Soriano
<input type="checkbox"/> Molinos arroceros <input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Láctea	<input type="checkbox"/> Lanera <input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Procesamiento de pescado, caviar y cría de esturiones <input type="checkbox"/> Bodegas <input type="checkbox"/> Maderera	<input type="checkbox"/> Lanera <input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Metalúrgica, maquinaria y equipos <input type="checkbox"/> Artesanía y micro-pequeñas empresas	<input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Láctea <input type="checkbox"/> Producción de forrajes, semillas, raciones y aceites <input type="checkbox"/> Cítricos, packing y jugos <input type="checkbox"/> Aceite de oliva <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Celulosa	<input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Maderera <input type="checkbox"/> Láctea <input type="checkbox"/> Arroceras <input type="checkbox"/> Harinera	<input type="checkbox"/> Molineras <input type="checkbox"/> Papeleras <input type="checkbox"/> Láctea <input type="checkbox"/> Calzado <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Frigorífica <input type="checkbox"/> Avícola

Fuente: Informes ART.

Adicionalmente a estas industrias, deben considerarse los parques industriales ubicados en estos departamentos. En este sentido, el Parque Industrial de Melo tiene como principales empresas a ALGORTA (curtiembre) y LAFONER (laboratorio de biotecnología). El departamento de Durazno también cuenta con un parque industrial, localizado en la ciudad homónima del departamento.

Por su parte, el Parque Industrial Municipal en Fray Bentos ocupa las inmediaciones de las instalaciones del ex Frigorífico Anglo (actualmente considerado patrimonio histórico del departamento). Allí tienen cabida pequeños y medianos emprendimientos comerciales e industriales. Al 2010 se registraban 15 pequeños emprendimientos en este sitio, donde predominan las PYMES y actividades artesanales. Ya que se ha priorizado la conservación patrimonial del Anglo, se ha limitado el acceso a empresas.

En cuanto al sector servicios, como se vio en la sección 4.3, si bien conforman el sector de mayor aporte al VAB, no se trata de departamentos especializados en este tipo de rubros, ya que muestran una participación similar a la del promedio del interior del país. En la mayoría de los casos, el mayor impulso a este sector proviene de la atención a las actividades agropecuarias que se desarrollan en el departamento, u otros emprendimientos de tipo industrial.

Cerro Largo muestra una red de servicios relativamente desarrollada pero determinada por la ubicación fronteriza del departamento, lo que ha impulsado la implementación de free shops en Río Branco, lo cual ata su desarrollo a la relación cambiaria con Brasil. Adicionalmente, el transporte de carga y pasajeros, los servicios a la población y los servicios a las actividades productivas locales se agregan a aquellos.

En Durazno se destacan los servicios personales y del sector público, con una baja participación de restaurantes y hoteles, en parte debido al bajo desarrollo de los servicios turísticos. Algo similar ocurre en el departamento de Flores, donde los servicios de mayor desarrollo son los personales y gubernamentales (limitados por la escasa población del departamento y su capital) y los de transporte.

Al contrario, en Río Negro predominan los servicios al sector agropecuario seguidos por aquellos brindados a la población, con una fuerte participación del sector público en este caso. En este sentido, la instalación y puesta en marcha de UPM significó un impulso al desarrollo de servicios al sector industrial, aunque ello no se centró en la cercana Fray Bentos, capital departamental, sino que fue atendido con mucha oferta externa al departamento.

Por su parte, Tacuarembó se encuentra fuertemente ligado a la actividad agropecuaria que se desarrolla localmente, tanto referida a la ganadería como a la forestal y el procesamiento de la madera.. Los servicios más representativos son los comunales, sociales y personales, seguidos del comercio minorista, restaurantes y hoteles, transporte, pequeños talleres de reparaciones y servicios financieros. Por su parte, el turismo tiene un desarrollo escaso, a pesar de que el departamento cuenta con recursos naturales y culturales.

En el caso de Soriano, además de los servicios vinculados a actividades productivas, hoy con gran desarrollo de las referidas al sector agrícola fundamentalmente, se destacan los servicios personales y del sector público. Dentro de los servicios al sector agropecuario, predominan el abastecimiento de raciones, forraje, semillas y acopio, junto al desarrollo tecnológico y de equipamiento.

5.6. Infraestructura vial y transporte

En la Tabla 5-12 se muestran la longitud de la red vial por departamento, por tipo de superficie, en tanto la Figura 5-7, muestra la participación de cada tipo de superficie en el total de la red del departamento. Como surge de estos datos, la participación de cada tipo de superficie varía significativamente según el departamento. De esta forma, si bien el tratamiento bituminoso es la superficie predominante en cuatro de los seis departamentos considerados, el nivel de participación fluctúa entre 48,8% (Flores) y 87,7% (Cerro Largo).

Por su parte, en los dos departamentos donde el tratamiento bituminoso no es dominante, se dan dos tipos de situaciones. En Durazno, se da una distribución cuasi-equitativa entre concreto asfáltico, tosca y

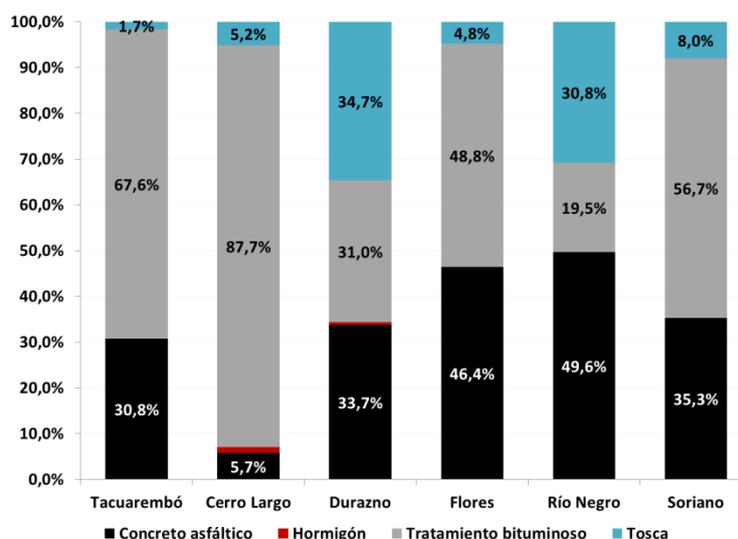
tratamiento bituminoso, mientras que en Río Negro predominan las superficies de concreto asfáltico (56,7%). Asimismo, Cerro Largo es el departamento con mayor proporción de superficies en hormigón (1,4%), mientras que ésta es nula para los demás departamentos exceptuando Durazno (0,6%).

Tabla 5-12 Infraestructura vial por tipo de superficie y departamento a 2013 (Km)

	Concreto asfáltico	Hormigón	Tratamiento bituminoso	Tosca	Total
Tacuarembó	176,6		388,0	9,6	574,2
Cerro Largo	28,4	6,7	433,4	25,5	494,0
Durazno	121,5	2,1	111,6	124,8	359,9
Flores	129,7		136,2	13,5	279,4
Río Negro	225,8		88,8	140,2	454,8
Soriano	183,2		293,7	41,5	518,3
Total	865,1	8,8	1.451,6	355,1	2.680,5

Fuente: Anuario Estadístico 2014 del MTOP.

Figura 5-7 Tipo de superficie de la red vial por departamento



Fuente: Anuario Estadístico 2014 (MTOP).

En cuanto a la infraestructura ferroviaria, sólo se registra una línea en servicio en el área de los departamentos estudiados, siendo ésta la Línea Rivera. Asimismo, conforme al Anuario Estadístico 2013 del MTOP, existen otras líneas fuera de servicio en la zona. Sin embargo, no se cuenta con una estimación de la longitud comprendida en la zona de interés de estas líneas.

Capítulo 6

Impactos de los escenarios de inundación (ERGC)

6. IMPACTOS DE LOS ESCENARIOS DE INUNDACIÓN (ERGC)

En el presente capítulo, se describen los costos económicos de los escenarios de las curvas de crecidas ordinarias y extraordinarias determinadas en el informe B.2.1 denominado "Hipótesis y condiciones para la elaboración de mapas de inundación". En todos los casos, los costos fueron estimados siguiendo la metodología descrita en el capítulo respectivo del presente informe.

6.1. Costos directos

6.1.1. Vivienda

Como se aprecia en la Tabla 6-1, la cantidad de viviendas afectadas aumenta a medida que crece el período probable de la inundación, especialmente para las inundaciones extraordinarias, siendo el escenario de 1959 uno intermedio entre la inundación milenaria y decamilenaria.

Tabla 6-1 Cantidad de viviendas afectadas por escenario y costo de mercado y social (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Cantidad de viviendas afectadas	1.381	1.732	2.090	3.150	3.935	3.362
Costo de mercado						
Costo de Vivienda	3.225.094	4.278.957	5.342.312	8.546.662	10.894.889	9.096.496
Costo de alhajamiento	1.230.669	1.526.387	1.838.383	2.727.381	3.379.637	2.909.894
Costo social						
Costo de vivienda	3.225.094	4.278.957	5.342.312	8.546.662	10.894.889	9.096.496
Costo del alhajamiento	1.230.669	1.526.387	1.838.383	2.727.381	3.379.637	2.909.894

Fuente: Cálculos propios en base a Censo de Población, Vivienda y Hogares de 2011 (INE).

En base a estos datos, el costo de afectación de las viviendas para estos escenarios a precios de mercado fluctúa entre U\$S 10.894.889 y U\$S 3.225.094, siendo el costo a precios de eficiencia idéntico, ya que la RPC utilizada es la unidad, como supuesto conservador, al no tener una estimación para la misma. Asimismo, el costo de pérdidas de alhajamiento de la vivienda varía de U\$S 3.379.637 a U\$S 1.230.669.

6.1.2. Infraestructuras

Las infraestructuras consideradas en este estudio se subdividen en: vial, ferroviaria, urbana y de servicios. Esta clasificación responde tanto a su naturaleza como a las fuentes de información consultadas en cada caso. A continuación se describen los efectos de los escenarios seleccionados sobre cada una de ellas.

6.1.2.1. Vial y ferroviaria

Como se aprecia en la Tabla 6-2, en todos los escenarios considerados de la infraestructura vial, aproximadamente un 30% de las rutas afectadas en cada caso corresponden a rutas de asfalto que requieren de una intervención menor luego de estos episodios. En cambio, las rutas que sufren un mayor impacto son precisamente aquellas cuyo costo de reparación luego de este tipo de inundaciones es significativamente mayor.

Respecto a la infraestructura ferroviaria, todos los escenarios muestran afectación de la misma, oscilando entre 5,43 Km para la crecida ordinaria cada 20 años y 12,43 Km para la crecida decamilenaria. Sin embargo, como se determinó en el Capítulo 3 del presente informe que el costo de reposición o reparación por Km de este tipo de infraestructura es nulo debido a su resistencia a las inundaciones, el único efecto sería la interrupción del pasaje de trenes, el cual no se ha considerado aquí por su escasa importancia.

Tabla 6-2 Infraestructura vial y ferroviaria afectada (km), costos de mercado y social (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Infraestructura vial						
Sin Pavimentar	21,78	22,45	24,57	30,44	34,20	33,37
Balastro	18,24	21,32	24,33	34,38	41,90	44,51
Asfalto	10,16	11,50	12,46	16,18	23,30	17,97
Infraestructura ferroviaria	5,43	6,57	7,86	10,79	12,43	12,22
Costo de mercado						
Infraestructura vial	1.702.400	1.865.800	2.080.727	2.754.613	3.277.000	3.294.997
Infraestructura ferroviaria	0	0	0	0	0	0
Costo social						
Infraestructura vial	1.575.666	1.726.902	1.925.828	2.549.548	3.033.046	3.049.703
Infraestructura ferroviaria	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario vial (MGAP) e inventario ferroviario.

El único costo asociado a este tipo de infraestructura es, por tanto, el derivado de la afectación de la infraestructura vial. Dicho costo varía entre U\$S 3.294.997 y U\$S 1.702.400 a precios de mercado, siendo el costo mínimo levemente superior al máximo costo encontrado para los escenarios de remanso. En tanto, el costo a precios de eficiencia fluctúa entre U\$S 3.049.703 y U\$S 1.575.666 para los mismos escenarios.

El mayor costo de los escenarios responde a la mayor cantidad de kilómetros afectados, particularmente para las rutas sin pavimentar y de balastro, que son las que tienen un mayor costo por kilómetro asociado para su reparación/reacondicionamiento.

6.1.2.2. Infraestructura urbana

El único efecto observado sobre la infraestructura urbana aquí estimado es el referido a las calles. De esta forma, el escenario de mayor afectación comprende 85,18 Km de calles, en tanto el de menor afectación comprende 38,85 Km de calles.

Tabla 6-3 Infraestructura urbana afectada (km), costo de mercado y social (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Calles afectadas (km)	38,85	49,28	55,43	72,99	85,18	80,25
Costo de mercado	1.162.173	1.474.088	1.658.003	2.183.467	2.548.104	2.400.481
Costo social	910.369	1.154.702	1.298.769	1.710.382	1.996.015	1.880.377

Fuente: Elaboración propia en base a mapas de la zona.

Teniendo en cuenta el tipo de afectación, se observa que los costos de la infraestructura urbana fluctúan entre U\$S 2.548.104 y U\$S 1.162.173, a precios de mercado. Asimismo, en todos los casos la valuación del costo a precios de eficiencia (costo social) es equivalente al 78% del costo a precios de mercado.

6.1.2.3. Servicios

En materia de infraestructura de servicios afectada, en el caso de UTE se consideraron torres guía, km de cableado y torres de alta tensión, y las conexiones a los hogares urbanos para servicios de telefonía fija y de agua potable.

Cabe mencionar que la cantidad de estaciones transformadoras afectadas no varía para ninguno de los escenarios de máxima crecida probable, con un total de dos torres afectadas en cada caso.

Por otra parte, tanto la cantidad de cableado afectado como de torres de alta tensión varía en todos los escenarios. Respecto al cableado afectado, el impacto fluctúa entre 27,16 y 38,92 Km, en tanto las torres de alta tensión varían entre 76 y 111 unidades.

El número de conexiones de ANTEL y OSE afectadas en cada escenario se considera igual entre sí, ya que responde a la cantidad de viviendas urbanas afectadas. De esta forma, el mayor impacto alcanza a 3.267 viviendas, y el menor a 867 viviendas. Por otra parte, se tomaron en cuenta los kilómetros de la red de saneamiento afectados por las inundaciones, que van desde los 8 Km en el escenario de mínima crecida hasta 17 Km en el escenario de crecida de 1959.

Tabla 6-4 Infraestructura de servicios afectada⁸, costo de mercado y social (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Infraestructura afectada						
Estaciones Transformadoras (unidades)	2	2	2	2	2	2
Cableado eléctrico (Km)	27,16	28,15	29,22	34,40	38,11	38,92
Torres de alta tensión y guías(unidades)	76	80	84	95	106	111
Conexiones a hogares de ANTEL (unidades)	867	1.197	1.535	2.540	3.267	2.697
Conexiones a hogares de OSE (unidades)	867	1.197	1.535	2.540	3.267	2.697
Infraestructura de saneamiento (Km)	8	9	11	14	16	17
Costo de mercado						
Infraestructura UTE	9.699.467	9.801.020	9.903.407	10.199.927	10.475.065	10.550.453
Infraestructura ANTEL	5.068	6.997	8.972	14.847	19.096	15.765
Infraestructura OSE	18.173	22.830	28.598	41.376	49.841	46.455
Costo social						
Infraestructura UTE	8.977.396	9.071.389	9.166.154	9.440.599	9.695.255	9.765.030
Infraestructura ANTEL	4.691	6.476	8.304	13.742	17.675	14.591
Infraestructura OSE	14.236	17.884	22.402	32.411	39.042	36.390

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE) y datos suministrados por UTE.

⁸ Las unidades para cada tipo de infraestructura se indican en la tabla

De esta forma, el mayor costo surge del escenario de crecida de 1959, con un costo de U\$S 10.550.453 para infraestructuras de UTE, U\$S 15.765 para infraestructuras de ANTEL y U\$S 46.455 para infraestructuras de OSE, a precios de mercado. En tanto, el costo mínimo corresponde al escenario de crecida ordinaria cada 20 años, con un costo de U\$S 9.699.467 para infraestructuras de UTE, U\$S 5.068 para infraestructuras de ANTEL y U\$S 18.173 para infraestructuras de OSE.

En todos los casos, el costo social asociado al impacto de los escenarios es menor al costo obtenido a precios de mercado.

Cabe destacar que para estos eventos aquí considerados, el costo de las pérdidas de activos de UTE se ubica dentro de los principales costos de mercado y económicos. Asimismo, su escasa variación entre escenarios se debe a que el mayor costo es el que proviene de las estaciones transformadoras, el cual es igual en todos los escenarios.

6.1.3. Activos económicos

Debido a la magnitud de la superficie cubierta por el agua, en todos los escenarios se observan pérdidas de los activos considerados.

Tabla 6-5 Activos económicos afectados, costo de mercado y social (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Stock de ganado (cabezas)						
Ganado bovino	67.465	72.174	76.611	90.011	103.352	105.023
Ganado ovino	22.993	24.995	26.411	31.598	37.479	39.173
Otros animales	22.993	24.995	26.411	31.598	37.479	39.173
Plantaciones (há)						
Trigo	8,4	9,0	10,0	12,9	16,4	17,7
Cebada	20,4	21,3	25,5	35,7	42,8	40,9
Maíz	9,8	10,1	11,1	14,3	16,9	16,7
Sorgo	166,1	173,2	205,0	290,1	345,2	322,8
Soja	28,5	29,5	33,3	45,0	54,4	51,4
Arroz	9,7	10,2	11,8	15,8	18,6	18,0
Costo de mercado (dólares)						
Pasturas	2.508.244	2.700.877	2.861.584	3.387.194	3.942.187	4.054.034
Alambrado	64.364	69.307	73.431	86.919	101.160	104.030
Ganado bovino	337.190	360.726	382.902	449.875	516.553	524.905
Ganado ovino	14.072	15.297	16.164	19.338	22.937	23.974
Otros animales	4.348	4.727	4.995	5.975	7.088	7.408
Plantaciones	220.607	230.038	268.331	372.413	444.184	420.251
Costo social (dólares)						
Pasturas	3.034.975	3.268.061	3.462.517	4.098.505	4.770.046	4.905.381
Alambrado	59.572	64.148	67.964	80.448	93.629	96.286
Ganado	408.000	436.478	463.311	544.349	625.029	635.135

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
bovino						
Ganado ovino	17.027	18.509	19.558	23.399	27.754	29.008
Otros animales	5.261	5.719	6.043	7.230	8.576	8.964
Plantaciones	266.935	278.347	324.681	450.620	537.463	508.504

Fuente: Elaboración propia en base a Censo Agropecuario 2000 (MGAP) e Índice CONEAT.

De esta forma, los costos por pasturas varían entre U\$S 4.054.034 y U\$S 2.508.244 a precios de mercado, según el escenario considerado, siendo el rubro de mayor peso. También es uno de los principales costos individuales de los escenarios considerados. El costo del alambrado oscila entre U\$S 59.572 y U\$S 96.286 (a precios de mercado), también importante en términos del cálculo de los costos totales de estos eventos.

Al considerar los animales afectados por el impacto de la inundación, el ganado bovino es el de mayor peso, con un costo entre U\$S 635.135 y U\$S 408.000, seguido por el ganado ovino (U\$S 29.008 – U\$S 17.027) y finalmente por otros animales (U\$S 8.964– U\$S 5.261).

Es importante aclarar que en el caso de plantaciones y cultivos, estos costos operan si el tiempo de inundación de la zona supera los 5 días, ya que este es el tiempo que se estima que toma la destrucción de las pasturas y plantaciones agrícolas por inundación del terreno. Bajo este supuesto, el costo asociado a la pérdida de este activo varía entre U\$S 537.463 y U\$S 266.935.

Como se observa, el costo social es en todos los casos superior al costo estimado a precios de mercado.

6.2. Costos indirectos

6.2.1. Evacuación y alojamiento de la población afectada

Nuevamente, la afectación aumenta a medida que crece el período probable de la inundación, especialmente para las inundaciones extraordinarias, siendo el escenario de 1959 uno intermedio entre la inundación milenaria y decamilenaria, tal como se observa en la Tabla 6-6.

Tabla 6-6 Población afectada (habitantes), costo de evacuación y alojamiento a precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Población afectada						
Población urbana	867	1.197	1.535	2.540	3.267	2.697
Población rural	514	535	555	610	668	665
Costo de mercado						
Evacuación	201.293	247.087	297.479	434.391	533.514	463.170
Alojamiento	354.550	710.329	914.009	1.424.099	1.773.178	1.477.887
Costo social						
Evacuación	157.680	193.551	233.026	340.273	417.919	362.817
Alojamiento	257.639	516.172	664.180	1.034.846	1.288.509	1.073.931

Fuente: Elaboración propia en base a precios de Censo 2011 (INE).

En este caso, los costos se estiman por día para la población afectada, por tanto el costo aquí detallado deberá ser multiplicado por la cantidad de días que dure el evento. De esta forma, el costo por evacuación por día fluctúa entre U\$S 533.514 y U\$S 201.293, según la represa asociada al escenario. En tanto los costos de alojamiento por día varían entre U\$S 1.773.178 y U\$S 354.550.

6.2.2. Alimentación y atención de la salud

En la Tabla 6-7 se muestra nuevamente la población afectada, y los costos por alimentación y atención a la salud por día para esa población afectada. Debido a que la población considerada para la estimación de costos es la misma que se utilizó para la estimación de costos de evacuación y alojamiento, los escenarios de mayor y menor costo asociado son los mismos que en los del apartado anterior.

De esta forma, el costo diario por alimentación, a precios de mercado, oscila entre U\$S 2.327.170 y U\$S 468.001 según el escenario. En tanto, el costo por atención a la salud varía entre U\$S 128.954 y U\$S 45.869 según el escenario considerado.

Tabla 6-7 Población afectada (habitantes), costo de alimentación y atención a la salud a precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Población afectada						
Población urbana	867	1.197	1.535	2.540	3.267	2.697
Población rural	514	535	555	610	668	665
Costo de mercado						
Alimentación	468.001	935.772	1.205.372	1.872.225	2.327.170	1.943.357
Atención a la salud	45.869	57.303	69.388	103.793	128.954	110.678
Costo social						
Alimentación	421.201	842.195	1.084.834	1.685.002	2.094.453	1.749.022
Atención a la salud	35.090	43.837	53.082	79.402	98.650	84.669

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

6.2.3. Limpieza de la zona

Cabe recordar que las actividades de limpieza aquí estimadas corresponden únicamente a zonas urbanas. De esta forma, para el resto de los escenarios el costo varía entre U\$S 190.963 y U\$S 50.678.

Tabla 6-8 Costo de mercado y social de la limpieza de la zona afectada (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Costo de mercado						
Limpieza de zona urbana	50.678	69.967	89.724	148.468	190.963	157.645
Costo social						
Limpieza de zona urbana	45.610	62.970	80.751	133.621	171.866	141.881

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

6.2.4. Lucro cesante

A continuación se analiza el lucro cesante según componente: actividades agropecuarias, actividades industriales y hogares. En todos los casos se siguieron las pautas descriptas en el Capítulo 3.

6.2.4.1. Actividades agropecuarias

El lucro cesante en esta categoría responde tanto a las pérdidas de ingresos por daño de los activos económicos como a la producción agrícola que se realiza en suelo urbano.

Tabla 6-9 Lucro cesante de las actividades agropecuarias, precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Costo de mercado						
Lucro cesante	1.418.630	1.518.766	1.612.029	1.895.396	2.178.387	2.214.595
Costo social						
Lucro cesante	1.716.542	1.837.707	1.950.555	2.293.429	2.635.849	2.679.660

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Como se observa en la Tabla 6-9, el costo asociado a este rubro muestra un comportamiento variable, oscilando entre U\$S 2.214.595 y U\$S 1.418.630 a precios de mercado, dependiendo del grado de afectación de ganado y cultivos en cada caso.

6.2.4.2. Actividades industriales y comerciales

Las mayores industrias afectadas por estos escenarios son las plantas de OSE y Liseck (producción de caviar), esta última ubicada en San Gregorio del Polanco, Tacuarembó.

Tabla 6-10 Lucro cesante de las actividades industriales y comerciales, precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Costo de mercado						
Lucro cesante	154.086	183.691	236.954	319.629	363.121	335.322
Costo social						
Lucro cesante	154.086	183.691	236.954	319.629	363.121	335.322

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Para el cálculo del lucro cesante, se siguieron las pautas descriptas en el Capítulo 3 del presente informe, obteniéndose un costo máximo por este concepto de U\$S 363.121 y un costo mínimo de U\$S 154.086, medidos a precios de mercado.

En este caso, el costo a precios de eficiencia es idéntico al costo a precios de mercado, ya que la RPC es 1.

6.2.4.3. Hogares

En este caso, ningún escenario deriva en un lucro cesante nulo, por lo que el mínimo se obtiene a partir del escenario crecida cada veinte años, con U\$S 105.402 por día. Al contrario, el máximo lucro cesante de los hogares surge del escenario de crecida decamilenaria, con un costo diario de U\$S 760.394.

Tabla 6-11 Lucro cesante de las actividades de los hogares, precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Costo de mercado						
Lucro cesante	105.402	241.565	319.856	582.232	760.394	555.989
Costo social						
Lucro cesante	62.187	142.523	188.715	343.517	448.633	328.034

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

6.3. Costos totales de los escenarios

En esta sección se presenta el costo total de los escenarios seleccionados para impactos directos, indirectos y totales, sin incluir el costo derivado de la pérdida de vidas humanas, por tratarse de una afectación incierta. Dicha afectación es calculada en la Sección 6.4, y el costo económico de esas vidas se estima en la Sección 6.5.

Tabla 6-12 Costos directos de los escenarios a precios de mercado (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Vivienda						
Costo de la vivienda	3.225.094	4.278.957	5.342.312	8.546.662	10.894.889	9.096.496
Costo de equipamiento y alajamiento de la vivienda	1.230.669	1.526.387	1.838.383	2.727.381	3.379.637	2.909.894
Infraestructura y servicios						
Infraestructura urbana	1.162.173	1.474.088	1.658.003	2.183.467	2.548.104	2.400.481
Infraestructura vial	1.702.400	1.865.800	2.080.727	2.754.613	3.277.000	3.294.997
Infraestructura ferroviaria	0	0	0	0	0	0
Infraestructura UTE	9.699.467	9.801.020	9.903.407	10.199.927	10.475.065	10.550.453
Infraestructura OSE - Agua	6.707	9.260	11.875	19.650	25.274	20.865
Infraestructura ANTEL	5.068	6.997	8.972	14.847	19.096	15.765
Activos económicos						
Pasturas	2.508.244	2.700.877	2.861.584	3.387.194	3.942.187	4.054.034
Alambrado	64.364	69.307	73.431	86.919	101.160	104.030
Ganado bovino	337.190	360.726	382.902	449.875	516.553	524.905
Ganado ovino	14.072	15.297	16.164	19.338	22.937	23.974
Otros animales	4.348	4.727	4.995	5.975	7.088	7.408
Plantaciones	220.607	230.038	268.331	372.413	444.184	420.251

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Tabla 6-13 Costos indirectos de los escenarios a precios de mercado (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Evacuación y alojamiento						
Evacuación	201.293	247.087	297.479	434.391	533.514	463.170
Alojamiento	354.550	710.329	914.009	1.424.099	1.773.178	1.477.887
Alimentación	468.001	935.772	1.205.372	1.872.225	2.327.170	1.943.357
Atención a la salud	45.869	57.303	69.388	103.793	128.954	110.678
Limpieza de la zona						
Urbano	50.678	69.967	89.724	148.468	190.963	157.645
Lucro cesante						
Actividades agropecuarias	1.418.630	1.518.766	1.612.029	1.895.396	2.178.387	2.214.595
Actividades industriales y comerciales	154.086	183.691	236.954	319.629	363.121	335.322
Hogares	105.402	241.565	319.856	582.232	760.394	555.989

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Tabla 6-14 Costo total de los escenarios a precios de mercado y de eficiencia (dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Costos totales a precios de mercado	22.990.378	26.321.530	29.212.619	37.570.222	43.933.456	40.707.787
Costos totales a precios de eficiencia	22.579.925	25.676.604	28.438.323	36.454.996	42.637.082	39.691.093

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Por tanto, a partir de los cálculos realizados precedentemente en base a los supuestos adoptados en este trabajo, el evento de crecida con mayor costo de mercado y también económico es el escenario de crecida decamilenaria, con un costo total de U\$S 43.933.456 a precios de mercado. En cambio, el escenario de crecida ordinaria (cada 20 años) resulta ser el de menor costo, a U\$S 22.990.378 medido a precios de mercado, seguido por el escenario de inundación milenaria debido al bajo impacto que este tiene sobre ganado y pasturas.

6.4. Afección a vidas humanas

Existe cierto grado de incertidumbre en cuanto a la estimación de las potenciales víctimas de una crecida, debido a que no es posible conocer con exactitud la ubicación de cada una de las víctimas potenciales en el momento de ocurrencia de la crecida.

Por este motivo, aunque de forma incidental se puedan producir víctimas por encontrarse en alguna zona afectada por la crecida, la estimación de la posible afección a vidas humanas, se centra en las zonas urbanas, en las que se concentra habitualmente la mayor parte de la población.

La afección a vidas humanas no se produce necesariamente por el hecho de inundarse una determinada zona ocupada por personas, ya que las condiciones en cuanto a la profundidad o velocidad

del agua pueden resultar inofensivas en muchos casos. Por ejemplo, una zona inundada con unos pocos centímetros de agua y sin velocidad apreciable, no supone una amenaza directa para la vida humana. Para tener esto en cuenta, se ha empleado el concepto de “zona de graves daños”, extraído del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en España, según el cual:

“...se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.”

De este modo, tomando como una amenaza para la vida humana las áreas inundadas en las que se cumple alguna de las condiciones anteriores, se ha realizado un muestreo estimando la proporción de la zona inundada en la que se cumplen estas condiciones.

Con todo ello se han obtenido las siguientes tablas de resultados de afección potencial a vidas humanas:

Tabla 6-15 Estimación de víctimas potenciales de los distintos escenarios

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Tacuarembó	166	195	206	259	337	404
Durazno	271	448	608	1207	1611	1103
Soriano	270	311	414	527	584	558
Río Negro	30	31	32	37	40	40
Flores	3	3	3	3	4	3
Total	740	988	1263	2033	2576	2108

Las víctimas **potenciales** así obtenidas se pueden considerar una hipótesis extrema, en la que no hubiera ninguna posibilidad de mitigar los daños, pero UTE realiza una gestión de las crecidas orientada a la protección de las centrales y a la población, que evita en cualquier caso que estas víctimas potenciales se conviertan en víctimas reales. Por otra parte, la población adoptará las medidas de autoprotección para ponerse a salvo, consistentes generalmente en alejarse del agua ubicándose en un lugar elevado. Además, las autoridades locales o regionales, adoptan a su vez medidas de evacuación para poner a salvo a la población afectada en caso de un evento de inundación.

El hecho de disponer de una cartografía orientativa de las posibles áreas de inundación en distintas hipótesis, es en sí mismo una de las medidas que habitualmente se plantean para la correcta gestión de inundaciones, ya que permiten conocer de forma aproximada y con antelación, las áreas que deben ser evacuadas para poner a salvo a la población, con lo que es posible reducir drásticamente la cifra de víctimas y, en muchos casos, evitar que se produzcan.

Además de las normas internacionales específicas en cuanto a la determinación de las áreas inundadas en los planes de emergencia de presas, existen otras normas que establecen la necesidad de elaborar mapas de las áreas inundables con el fin de mitigar los daños por inundación. En particular, la *Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, de aplicación en todos los países de la Unión Europea, establece la obligatoriedad de elaborar unos **mapas de peligrosidad** por inundaciones para distintas situaciones de crecida. El objeto de estos mapas de peligrosidad es el de conocer las posibles zonas afectadas como base para la adopción de medidas de reducción del riesgo.

En el caso del Río Negro, con los estudios realizados durante la presente consultoría, se han delimitado las áreas afectadas para diferentes hipótesis, lo que proporciona una herramienta para conocer las posibles afecciones y minimizar la afección a vidas humanas.

6.5. Costos económicos de las pérdidas de vidas humanas

En la literatura internacional pueden encontrarse varias metodologías para calcular el costo económico, o sea para la sociedad en su conjunto, de las pérdidas tempranas de vidas humanas. Este tipo de cálculos se utiliza habitualmente para la evaluación de proyectos, en el entendido que estos proyectos permiten evitar una muerte previa a la esperanza de vida de una persona para la sociedad en la cual se desempeña.

Los métodos más usuales de este tipo de cálculos se conocen como el enfoque de Capital Humano y el de Reducción de Riesgo de Muerte. El primero está considerando la pérdida de productividad social ante el fallecimiento de una persona, o sea lo que se deja de aportar a la sociedad en su conjunto por la falta de generación de ingresos (producción futura del individuo) por un período menor al de la esperanza de vida. El segundo enfoque se refiere a la disposición a pagar de la población afectada para disminuir la probabilidad de ocurrencia de una muerte previa por causa del evento analizado.

De estos dos métodos, el segundo se basa en la elaboración de modelos para estimar estos costos a partir de la consideración que estos son bienes sin mercado formales por lo que se deben construir en base a preferencias declaradas, a través de encuestas que son costosas y muy trabajosas, dados los cuestionarios a realizar y los cálculos posteriores para llegar a determinar la disposición a pagar por los individuos encuestados y de allí conformar el conjunto de la sociedad. Estos cálculos pueden realizarse por los métodos de precios hedónicos o de valuación contingente y son utilizados fundamentalmente en los países europeos.

6.5.1. El enfoque adoptado: Capital Humano

En nuestro caso, se ha optado por el enfoque del capital humano, que se utiliza en diversos países de América Latina, en base a que se pueden calcular los costos a partir de información pública disponible sin tener que recurrir a encuestas específicas, de alto costo y duración. Este enfoque parte del supuesto que se tiene un costo social por la pérdida de la producción futura del individuo que fallece y por ende prevenir esta muerte determina un beneficio social igual al valor presente de las ganancias futuras esperadas para el resto de vida que le queda a este individuo.

Por tanto, se parte de los ingresos futuros esperados que es la aproximación a la productividad de los individuos, que se aproxima con el salario medio bruto recibido, incluido aguinaldo y sin impuestos directos, para representar el total del ingreso que se percibe en la actividad laboral más lo que corresponde al ahorro de ingresos para la vida futura, luego del retiro de la actividad laboral. A partir de ello, se llega a un valor estimado del costo del capital humano por edad de la población y también para el promedio ponderado de toda la población por persona fallecida en forma temprana.

Los supuestos son: a) la estimación es ex-ante, b) es una aproximación a la productividad de los individuos a partir de los ingresos futuros por trabajo y c) el valor final estimado es un promedio ponderado considerando a toda la población nacional.

A partir de estas consideraciones, la estimación del costo del capital humano se representa por la siguiente fórmula, que da como resultado un valor único que es un proxy al valor de evitar un fallecimiento prematuro correspondiente a una población:

$$CH = \sum_{s=h,m} \sum_{a=0}^V R_{a,s} \cdot \sum_{n=a}^V \frac{P_{a,s}(n) \cdot E_s(n) \cdot Y_s(n) \cdot (1-T)^{n-a}}{(1-r^*)^{n-a}}$$

CH = capital humano promedio de la población

n = año de estimación del CH

a = edad del fallecido

s = género, donde h es masculino y m femenino

R = proporción de la población total en edad y género

P = probabilidad de una persona por edad y género de sobrevivir al año siguiente

E = proporción de la población empleada por edad y género

Y = ingreso medio anual de la persona empleada en dólares del año 2013

V = edad máxima de la población

T = tasa de aumento anual promedio de la productividad de la población

R = tasa social de descuento anual efectiva

Los valores de las variables previas se obtuvieron de la información del Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir de los datos de la Encuesta Continua de Hogares del año 2013. En este caso se procedió a procesar los microdatos de la Encuesta a fin de llegar a los valores de las variables consideradas en el cálculo del capital humano en esta oportunidad. A continuación se detallan los mismos.

En primer lugar, se procedió a extraer de la Encuesta la información relativa al número de población por edad y sexo, tanto general como ocupada, suponiendo una edad máxima para este cálculo de 100 años. En este último valor se acumularon los datos de personas de 100 años y más para simplificar.

En el caso de la probabilidad de una persona de sobrevivir al siguiente año, se recurrió a los datos que elaboró el INE a partir de la encuesta del año 2006 que se presentan en las Tablas Abreviadas de Mortalidad Masculina y Femenina, donde la información es por edad de la población, y se encuentra la tasa de mortalidad, la probabilidad mencionada, el número de sobrevivientes por edad y los muertos prematuros de este grupo, la población estacionaria de la tabla de mortalidad, el tiempo vivido por generación y la esperanza de vida a cada edad.

Por tanto, de dicha información el INE define que $q(x,n)$ representa la probabilidad que tiene un individuo de edad exacta x de morir antes de la edad exacta n . Esta probabilidad adquiere el valor de la probabilidad anual de morir cuando n es igual a 1 y probabilidad quinquenal de morir cuando n es igual a 5.

El ingreso medio anual que se considera aquí corresponde a la variable "Ingreso por trabajo" que se extrajo de la Encuesta de Hogares 2013 del INE, que representa el ingreso líquido del trabajador mensual, lo cual se anualizó y se lo llevó a ingreso bruto. Para esto último, se efectuó una estimación considerando diversos casos a los efectos de agregarle al ingreso líquido los descuentos por beneficios sociales, tasas e impuestos aplicados a los trabajadores más el aguinaldo y el salario vacacional si correspondiera. Se supuso que la población de 14 años o menos no tenía ingresos del trabajo, dado que existe una restricción a estos efectos.

Para estimar la tasa de aumento promedio de la productividad, se utilizó la evolución de los salarios medios reales de los últimos 10 años, según el Índice respectivo del INE, que muestra una evolución de 3,89% anual promedio para ese período.

Por último, en el caso de la tasa de descuento social, se utilizó el cálculo realizado por el Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración para la OPP y que es utilizado oficialmente para la evaluación de Proyectos en el Sistema Nacional de Inversión Pública. La estimación del Instituto era de 12% anual en términos nominales, que deducida la inflación se ubicaba en 5% anual efectiva en términos reales, que es la tasa que se utiliza en esta oportunidad.

6.5.2. Resultados obtenidos

A partir de estas definiciones y los datos recabados, se calculó primero el capital humano para cada edad y género o sea el valor presente de los ingresos futuros. Este resultado correspondió en primer término a valores medios del año 2013, dado que proviene de datos de la Encuesta de Hogares de dicho año. Luego, se actualizaron al año 2014 con la evolución del Índice medio de salarios nominales del INE entre ambos años y transformaron a dólares según la cotización promedio del tipo de cambio interbancario promedio de este último año informado por el BCU.

A continuación pueden verse las estimaciones del capital humano para cada edad y género, a partir del cálculo de la fórmula presentada previamente, utilizando los valores de las variables consideradas allí según se definieron previamente. Debe tenerse en cuenta que a partir de los 80 años de edad no se registran ganancias de capital humano.

Tabla 6-16 Capital Humano en Uruguay por edad y género – 2014

Edad	Miles de U\$S / Fallecido		Edad	Miles de U\$S / Fallecido	
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
0	453	257	41	392	207
1	466	263	42	377	198
2	472	266	43	362	190
3	477	269	44	348	182
4	482	272	45	333	174
5	488	275	46	317	165
6	493	278	47	302	155
7	499	281	48	286	146
8	504	284	49	271	138
9	510	288	50	254	128
10	515	291	51	238	118
11	521	294	52	221	107
12	526	297	53	205	98
13	532	300	54	188	89
14	538	304	55	172	79
15	544	307	56	153	70
16	550	310	57	138	61
17	555	314	58	123	54
18	561	317	59	109	45
19	564	319	60	95	38
20	566	320	61	83	32
21	567	321	62	73	27
22	566	320	63	64	23

Edad	Miles de U\$S / Fallecido		Edad	Miles de U\$S / Fallecido	
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
23	564	319	64	57	19
24	561	317	65	49	16
25	557	314	66	42	13
26	552	310	67	36	11
27	546	306	68	31	10
28	538	301	69	26	8
29	530	296	70	23	7
30	522	290	71	20	6
31	512	284	72	17	6
32	501	277	73	14	2
33	490	270	74	11	2
34	479	263	75	9	1
35	468	255	76	8	1
36	456	247	77	6	1
37	444	240	78	6	1
38	431	231	79	4	1
39	418	223	80	3	0
40	404	215			

Fuente: Elaboración propia

Según dicha fórmula, estos cálculos por edad y género del capital humano se ponderan por la participación de la población por edad y género en el total, obteniéndose la estimación del capital humano promedio de la población uruguaya, o sea el beneficio social producto de prevenir la muerte que es igual a evitar la pérdida de la producción futura del individuo que fallece, o sea el valor presente de las ganancias futuras esperadas para el resto de vida que le queda a un individuo promedio de la población. En la Tabla 6-17 siguiente pueden verse los resultados de este cálculo.

Tabla 6-17 Capital Humano en Uruguay – 2014

	CH / Fallecido en miles de U\$S
Hombres	379
Mujeres	193
Promedio población	282

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se desprende que una muerte prematura, en este caso por efecto de las inundaciones por ejemplo, representa una pérdida para la sociedad o sea un costo social para la economía en su conjunto de US\$ 282 miles por fallecido a precios del año 2014.

Este valor es comparable con algunos cálculos realizados en América Latina, tal el caso de Chile. Sin embargo, presenta un nivel relativamente bajo respecto a los calculados con la otra metodología

mencionada, que es el caso de los países europeos (Reducción de Riesgo de Muerte), según puede verse en el cuadro siguiente que muestra valores recopilados de distintos trabajos en este sentido. Debe tenerse en cuenta que se incluyen los cálculos para España por ambas metodologías y que en el caso de Chile los valores corresponden al año 2010 y en el de Uruguay al año 2014, en lugar del 2009 como en el resto de los casos presentados.

Tabla 6-18 Valor de Vida Estadístico – Comparación internacional

País	Miles de U\$S / fallecido
Alemania (1)	1.771
Reino Unido (1)	2.813
Francia (1)	1.698
Canadá (1)	4.398
España (1)	1.371
España (2)	920
Chile (2)	131
Uruguay (2)	282

(1) Enfoque Reducción de Riesgo de Muerte.

(2) Enfoque Capital Humano.

Fuente: Elaboración propia en base a distintas fuentes

Esta comparación internacional de Valor de la Vida Estadístico (VVE) se extrajo de una publicación de las Universidades de Murcia y Sevilla de España donde se calcula este valor para España con el enfoque de Reducción de Riesgo de Muerte. El valor para Chile se extrajo de una publicación del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de ese país utilizando el enfoque del capital humano.

Finalmente cabe agregar que la recopilación de información sobre muertes ocurridas en eventos de inundaciones en nuestro país es muy escasa y casi toda ella proviene del Sistema Nacional de Emergencias, aunque en su última publicación no incorporan esta variable como efecto de dichos eventos. Por tanto a continuación se presenta un cuadro con los escasos datos de muertes relevados en esta oportunidad.

Tabla 6-19 Muertes ocurridas por inundaciones

Inundación	Muertes
1959	s/d
1967	8
1986	0
1992	0
1996	1
1998	0
2001	0
2002	0
2003	4
2007	0

Fuente: SNE y otras

Esta falta de información obviamente es la causa por la cual no se puede estimar el número de muertes a partir de la ocurrencia de los eventos aquí analizados. De allí que sólo se incorpore el cálculo anterior como referencia para estos estudios de los costos sociales que implica la pérdida de vidas humanas por eventos extremos.

6.6. Importancia económica de los eventos

Por último, en este campo es interesante visualizar la importancia relativa de estos eventos, en términos de su población y viviendas afectadas y los costos totales de estos impactos, respecto a la población, viviendas y generación de riqueza en la zona de impacto de los eventos, según se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 6-20 Población afectada de los escenarios en zona de impacto

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Población urbana	2.066	2.978	3.998	6.860	8.829	7.050
Población rural	826	860	891	984	1.092	1.074
Población total	2.892	3.838	4.889	7.844	9.921	8.124
Zona de impacto						
Población urbana	97.188	97.188	97.188	97.188	97.188	97.188
Población rural	25.745	25.745	25.745	25.745	25.745	25.745
Población total	122.933	122.933	122.933	122.933	122.933	122.933
% de afectación						
Población urbana	2,1%	3,1%	4,1%	7,1%	9,1%	7,3%
Población rural	3,2%	3,3%	3,5%	3,8%	4,2%	4,2%
Población total	2,4%	3,1%	4,0%	6,4%	8,1%	6,6%

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

De la tabla anterior se observa que en el escenario de crecida decamilenaria es donde se verifica el mayor impacto de estos eventos en términos de población afectada y alcanza al 8,1% de la población total de la zona de impacto y en especial por la afectación a la población urbana.

Tabla 6-21 Viviendas afectadas de los escenarios en zona de impacto

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Viviendas afectadas - N°	1.381	1.732	2.090	3.150	3.935	3.362
Viviendas zona de impacto - N°	47.996	47.996	47.996	47.996	47.996	47.996
% afectación	2,9%	3,6%	4,4%	6,6%	8,2%	7,0%

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

En el caso de las viviendas, es el escenario de crecida decamilenaria es nuevamente el de mayor impacto con el 8,2% de las viviendas afectadas en la zona de impacto, según puede verse en la tabla anterior.

Tabla 6-22 Impactos totales respecto a valor agregado de la zona de impacto (miles de dólares)

	CRE_T20	CRE_T50	CRE_T100	CRE_T1.000	CRE_T10.000	CRE_1959
Impactos totales	22.990	26.322	29.213	37.570	43.933	40.708
Valor agregado zona de impacto	6.413.793	6.413.793	6.413.793	6.413.793	6.413.793	6.413.793
% afectación	0,4%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,6%

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2011 (INE).

Por último, los costos calculados aquí para los distintos eventos considerados muestran que para el escenario de crecida decamilenaria los impactos representan un 0,7% del Valor Agregado Bruto (VAB) anual, o sea la generación de riqueza, de los departamentos incluidos en la zona de impacto. A los efectos de este cálculo se partió del VAB del año 2008 de dichos departamentos y se lo actualizó al año 2014 para ser comparable con el cálculo de costos, utilizando la evolución del PBI global del país, en el supuesto que dicho VAB hubiera evolucionado en forma similar, lo cual no es un supuesto demasiado fuerte.

7. ANEXO

En este informe puede observarse que en las Tablas 6-5, 6-9, 6-12 en varios rubros (no en todos), la crecida de 1959 (con una recurrencia del orden de los 3500 años), resulta con afectaciones superiores a la crecida decamilenaria, lo cual puede no resultar intuitivo.

A los efectos de aclarar este fenómeno se detallan a continuación el detalle de los cálculos que justifica esta situación.

Al revisar los cálculos puede verse que la superficie de inundación correspondiente a la creciente de 1959 es, en algunas zonas, mayor que la de la crecida decamilenaria. Esto puede observarse en la comparando las curvas de crecidas correspondientes.

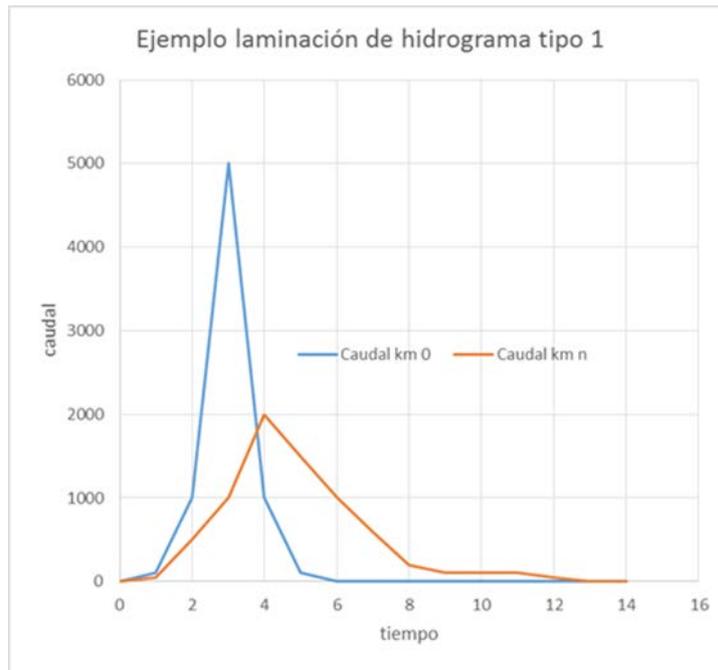
Esto es lo que produce que en algunos rubros el impacto sea mayor en la crecida de 1959.

En cuanto a la similitud de las superficies de inundación que intuitivamente no “deberían” ser tan parecidas lo que sucede es que si bien el caudal punta de la crecida de 1959 corresponde a un tiempo de recurrencia de unos 3500 años, el volumen de los hidrogramas de esta crecida y su distribución temporal dan como resultado un comportamiento hidráulico que es difícil de valorar intuitivamente, por lo que es necesario elaborar un modelo hidráulico, tal y como se ha hecho en esta consultoría.

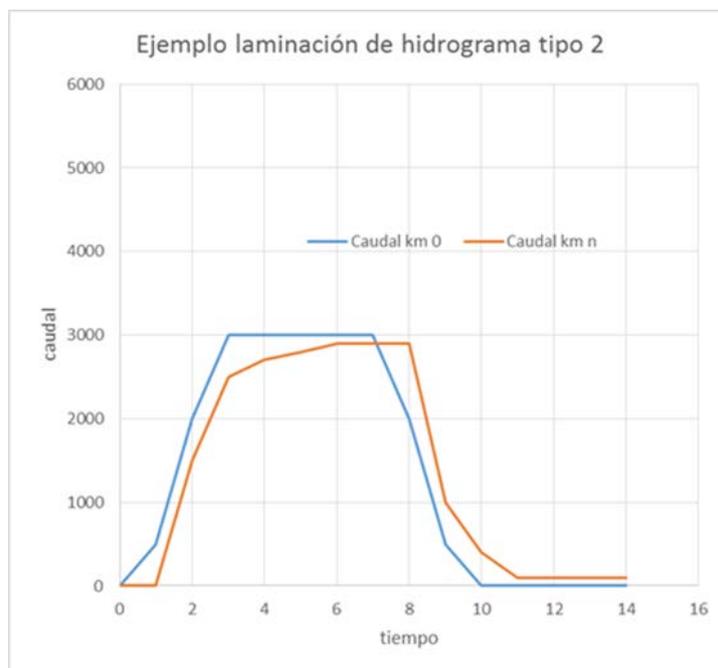
El efecto de mantener determinados caudales durante tiempos prolongados (que es el caso de la crecida de 1959), puede hacer que las áreas inundadas sean superiores a las que se producen para caudales más elevados aún, pero durante tiempos cortos, debido al efecto que se produce de laminación (reducción del caudal punta) tanto en los embalses como en los cauces. Este efecto es muy superior para caudales mantenidos durante poco tiempo que para caudales mantenidos durante más tiempo.

Para ilustrar lo indicado, se presentan a continuación dos gráficos teóricos de cómo se comporta cada uno de los dos tipos de hidrogramas.

El tipo 1 correspondería a un hidrograma con una punta muy acusada respecto a su volumen, en el kilómetro inicial del río y en un punto kilométrico “n” aguas abajo. En este tipo de hidrogramas se produce una disminución importante del caudal máximo que pasa por el punto kilométrico “n”, conservando el volumen total.



El tipo 2 correspondería a un hidrograma con un caudal de punta relativamente bajo respecto al tipo 1. A pesar de tener ese caudal inferior, al mantenerse dicho caudal durante un tiempo prolongado, la laminación se reduce, siendo el caudal en el punto kilométrico “n” muy similar al del punto kilométrico 0 e incluso superior al que se produce en el ejemplo del tipo 1. En un caso extremo, a tiempo infinito (o simplemente con el tiempo suficiente), el caudal en kilómetro 0 y kilómetro n llegarían a ser iguales. Lógicamente también se conserva entre ambas secciones el volumen total.



Del mismo modo, un hidrograma con varias puntas no se lamina igual que un hidrograma con una única punta, ya que los volúmenes acumulados en los desbordamientos van reduciendo la capacidad de laminación de los cauces.

Debe recordarse que el modelo hidráulico funciona en régimen variable, por lo que representa la realidad más fielmente que un modelo en régimen permanente en el que no se simularía este fenómeno de laminación y en el que el caudal punta de la sección inicial sería el que marcaría la inundación en todo el río, lo cual no es realista.

A diferencia de lo que ocurre entre los hidrogramas teóricos de T=100 años, T=1000 años y T=10000 años, al no haber una homología clara entre la forma de estos hidrogramas teóricos y la forma de los hidrogramas de 1959, como se indicaba al principio, no es posible valorar de forma intuitiva cuales deben ser los resultados, que dependen en gran medida de los factores anteriores relativos a la distribución de los caudales simulados en el tiempo.

Una vez realizada la modelación es que pudo constatarse que las superficies de inundación para la crecida de 1959 y la tormenta decamilenaria son parecidas, aunque la de 1959 impacta "un poco más" en algunos de los rubros considerados en la evaluación socio-económica.

8. TÉCNICOS INTERVINIENTES

- Ing. Armando Molina.
- Ec. Pedro Barrenechea.
- Ec. Mercedes Pedreira, MSc.
- Dis. Daniel Larnaudie.
- Ec. Romina Stawsky.
- Ec. Marcelo Perez, Mag.

9. BIBLIOGRAFÍA

Abellán Perpiñán, J.M. et al. "El Valor Monetario de una Vida Estadística en España – Estimación en el contexto de los accidentes de tráfico". Universidad de Murcia y Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. 2011.

Barrenechea, P. "Emergencias ambientales de origen climático. Inventario de información económica". Proyecto URU 98/011. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Agosto de 2004.

Valuación económica de costos de las inundaciones en Durazno, Soriano y Treinta y Tres. Metodología de Trabajo." Programa de Fortalecimiento de las capacidades del País en el proceso de recuperación. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Febrero de 2008.

Barrenechea, P. "Evaluación económica de costos de las inundaciones en Durazno, Soriano y Treinta y Tres. Metodología de Trabajo, Cuantificación de los costos y Períodos de Retorno". Programa de Fortalecimiento de las capacidades del País en el proceso de recuperación Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Junio de 2008.

Barrenechea, P. "Evaluación económica de costos de las inundaciones en Durazno, Soriano y Treinta y Tres. Metodología de Trabajo." Programa de Fortalecimiento de las capacidades del País en el proceso de recuperación. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Febrero de 2008.

Barrenechea, P. "Insumos técnicos para la evaluación integral del impacto de las inundaciones de noviembre de 2009 en Artigas, Salto y Paysandú. Cuantificación económica del Impacto." Grupo de Gestión Integral del Riesgo. Universidad de la República. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Setiembre de 2010.

Barrenechea, P & Saráchaga, D. "Evaluación económica de costos de las inundaciones en Durazno, Soriano y Treinta y Tres. Cuantificación de los costos." Programa de Fortalecimiento de las capacidades del País en el proceso de recuperación Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Mayo de 2008.

Barrenechea, P & Saráchaga, D. "Evaluación económica de costos de las inundaciones en Durazno, Soriano y Treinta y Tres. Períodos de Retorno." Programa de Fortalecimiento de las capacidades del País en el proceso de recuperación Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Junio de 2008.

Barrenechea, P., Rodríguez, A. & Troncoso, C. "Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible. Departamento de Cerro Largo. Informe final." ART Uruguay. Agosto de 2008.

Barrenechea, P., Rodríguez, A. & Troncoso, C. "Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible. Departamento de Flores. Informe final." ART Uruguay. Agosto de 2008.

Barrenechea, P., Rodríguez, A. & Troncoso, C. "Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible. Departamento de Durazno. Informe final." ART Uruguay. Diciembre de 2008.

Barrenechea, P., Rodríguez, A. & Troncoso, C. "Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible. Departamento de Soriano. Informe final." ART Uruguay. Mayo de 2010.

Barrenechea, P., Rodríguez, A. & Troncoso, C. "Análisis y priorización de los recursos económicos del departamento con potencialidad para un desarrollo local sostenible. Departamento de Río Negro. Informe final." ART Uruguay. Julio de 2010.

Barrenechea, P. & Troncoso, C. "Tacuarembó: Un análisis de su perfil socioeconómico y especialización productiva". Agencia de Desarrollo de Tacuarembó. Noviembre de 2005.

Barrenechea, P. et al.: "La Economía del Cambio Climático en Uruguay. Síntesis". Estudio Regional de Economía del Cambio Climático en Sudamérica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Montevideo, 2010.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). "El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico para estudios nacionales de casos" Diciembre de 2005.

División de Evaluación Social de Inversiones. "Estimación de los Costos Sociales por Fallecimiento Prematuro en Chile a través del Enfoque de Capital Humano". Ministerio de Desarrollo Social de Chile. 2010.

Gobierno de España. Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

Comisión Europea. Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

ANEXO I
PLANILLA EXCEL CON LOS CÁLCULOS DE
TODAS LAS CURVAS DE REMANSO
CONSIDERADAS

**SE ADJUNTA ANEXO I
EN SOPORTE MAGNÉTICO**

