

O/H. 1112  
C19  
II

27891



**consejo federal de inversiones**

---

*Guía De*

**EVALUACION ECONOMICA DE  
DAÑOS PRODUCIDOS POR  
INUNDACIONES**

O/H. 1112  
C19  
II  
A 1

**OSVALDO JOSE CIRNIGLIARO**

---

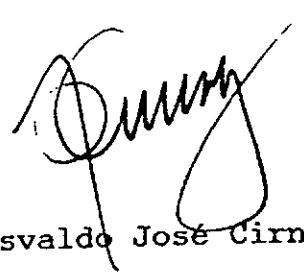
Buenos Aires, 15 de octubre de 1993

Señor  
Secretario General del  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. JOSE CIACERA  
Su despacho

|             |
|-------------|
| C. F. I.    |
| INGRESO     |
| 18/OCT/1993 |
| Nº 8704     |

Tengo el agrado de dirigirme al Señor Secretario General, para elevar a su consideración cuatro ejemplares del informe final del estudio GUIA DE EVALUACION ECONOMICA DE DAÑOS PRODUCIDOS POR INUNDACIONES dentro del plazo acordado.

Saludo al Señor Secretario General con distinguida consideración.



Dr. Osvaldo José Cirnigliaro

Osvaldo J. Cirnigliaro

## CAPITULO I INTRODUCCION

### \* Conceptos básicos

Este trabajo se halla orientado hacia la definición y elaboración de una metodología de evaluación de daños producidos por inundaciones.

Este flagelo, considerado a nivel mundial como el fenómeno natural que ha infligido a la comunidad las más fuertes y a veces indeterminadas pérdidas económicas y perjuicios de orden social, resulta el evento físico con mayor posibilidad de prevención. En la República Argentina, cualquiera sea el origen del fenómeno, de carácter pluvial, aluvional, de crecientes fluviales, o sudestadas, entre otras, ha generado las mayores preocupaciones en los gobiernos provinciales y nacionales.

Según Nikolai Solomatine de la Oficina de las Naciones Unidas para socorro en caso de desastres, en su trabajo "Las actividades de

Osvaldo J. Cirnigliaro

UNDRO (Office of the United Nations Disaster Relief) en emergencia de inundaciones - Prevención y capacitación", las inundaciones constituyen el peligro natural más frecuente y tiene la tendencia de infligir graves daños a las actividades humanas.

Aproximadamente quinientos millones de personas habitan planicies de inundación en el mundo, mientras un número cada vez mayor vive a lo largo de costas sujetas a ondas oceánicas, movimiento de mareas, depresiones atmosféricas, tifones, etc. Las inundaciones son responsables en todo el mundo por el sufrimiento de miles de personas y por ocasionar pérdidas materiales evaluadas en millones de dólares, a pesar del progreso existente para obtener adecuadas estimaciones y posibilidades de mitigar los efectos de tales desastres naturales.

Los asentamientos humanos y la concentración de sus actividades, giran siempre en torno a una materia prima esencial para la subsistencia del hombre, como es el agua. Es por ello que los mismos se llevan a cabo siempre en lugares cercanos a cursos de agua, lagunas y demás fuentes de este líquido elemento.

El fácil y rápido acceso al uso, goce y consumo del agua, implica el pago de un cánón a la naturaleza que la brinda, que es el valor

Osvaldo J. Cirnigliaro

económico de los daños potenciales que conlleva el riesgo de sufrir inundaciones. De la comparación de este costo de los daños potenciales con las ventajas económicas que los múltiples usos (consumo, provisión de alimentos, riego, transporte, etc.) del agua acarrean, va depender la actitud que va a adoptar una sociedad que convive en un ambiente hidráulico, no solo referente a su localización, sino también con respecto a la asunción del riesgo y las medidas para mitigarlo, evitarlo o minimizarlo.

Los determinantes de la acción individual del hombre en cuanto a las razones para permanecer en un espacio con riesgo, se fundamentan en una percepción intuitiva de esta relación costo-beneficio, pero la conducta colectiva de una comunidad al definir su estrategia de supervivencia, debe sustentarse necesariamente en un conjunto racional de elementos de juicio de carácter interdisciplinario, que le posibiliten equilibrar la relación citada en un nivel mínimo de riesgo.

Conforme a las causas de una inundación, su recurrencia, la frecuencia con que se produce, a la época y forma de aparición entre otros conceptos, este fenómeno presenta un grado de complejidad que una comunidad debe superar, si pretende absorber, amortiguar o evitar los efectos negativos de ese evento. Es decir,

Osvaldo J. Cirnigliaro

que el conocimiento del mismo en todas sus características, constituye el elemento indispensable vinculado a la capacidad de predicción que tiene la propia organización comunitaria.

Mientras más desarrollada se halle esta capacidad, menor será el riesgo de esa organización social a quedar expuesta a los rigores de un evento natural de carácter cíclico, y a los daños que desencadena su accionar en la infraestructura física y social de esa comunidad.

La propia estrategia de supervivencia y ajuste en un ambiente hidráulico, se halla fuertemente vinculada a la capacidad de predicción y a la experiencia adquirida por la comunidad a través del transcurso del tiempo. Todas estas vivencias le proporcionan un amplio menú de opciones para armar el tramado de las diferentes acciones a emprender en forma conjunta o separadas, de modo tal que se transformen por imperio de su aplicación en las soluciones alternativas que reclama el sistema.

Estas acciones se orientarán hacia el natural propósito de reducir a su mínima expresión las pérdidas que produce una inundación, y alcanzar una vez superada la misma la recuperación del nivel de

Osvaldo J. Cirnigliaro

calidad de atributos de la zona, existentes con anterioridad al evento.

Las limitaciones que tiene la adopción de estrategias de supervivencia se hallan localizadas en el seno de cada organización social, en sus características, en su forma de gobierno, en sus mecanismos institucionales, en la burocracia estatal, y en el sistema de poder dominante en la misma. Si el daño provocado por una inundación, por ejemplo, afectara económicamente al sector social menos preponderante en el proceso de toma de decisiones políticas de la misma, el énfasis colocado en la adopción de la estrategia de supervivencia será diferente de aquel resultante en el caso que el impacto se materializara en el sector de mayor poder.

#### **\* Medidas alternativas**

De las distintas experiencias empíricas existentes en la materia, tradicionalmente las distintas medidas principales que se adoptan, pueden clasificarse en tres tipos:

1. Medidas que modifican el comportamiento del agua en el tiempo y en el espacio, entre las que se encuentran todas aquellas que se

Osvaldo J. Cirnigliaro

hallan destinadas a controlar la entrada y salida de agua del sistema.

Pertenecen al grupo de acciones estructurales, que involucran la construcción de obras de ingeniería hidráulica de gran porte que protegen una área de influencia extensa, y que requieren una significativa inversión de capital.

Las obras más características son las que proporcionan un aumento en la capacidad de escurrimiento del curso de agua que produce la inundación cuando esta es de carácter fluvial, rectificando o ampliando el cauce, canalizando el río, removiendo obstáculos y limpiando o ampliando puentes y alcantarillas. Otras obras son las que tienen por objetivo retener al máximo los volúmenes de agua excedentes, asegurando que la aceleración de los flujos aguas abajo, mantengan una altura menor que la produciría un desborde del curso de agua. Entre estas se cuentan los diques de protección y los reservorios de regularización del cauce.

Entre estas últimas obras que tienen como objetivo almacenar los excedentes de agua, evitando los picos de las crecientes, se distinguen dos tipos: los reservorios de detención, que normalmente se hallan asociados a los múltiples usos del agua como



**Osvaldo J. Cirnigliaro**

abastecimiento, control de inundaciones, recreación, generación de energía y otros, y los de regulación, cuya única finalidad es el control de inundaciones, acumulando las aguas cuando las lluvias son intensas y quedando vacíos el resto del tiempo.

Otras obras que pueden ser incluídas en este primer tipo, son la construcción de terraplenes y paredones, que impiden que el agua al desbordarse avance sobre una área determinada.

Estas obras se utilizan generalmente en cursos de agua que atraviesan áreas densamente urbanizadas, en asentamientos rurales densos o que sean susceptibles de un uso económico significativo. En estos casos, a efectos de proteger estas valiosos áreas pasibles de ser afectadas, se justifica realizar inversiones importantes.

De todas maneras dentro de este tipo de obras, no se incluyen solamente medidas estructurales como las señaladas, sino también otras no estructurales como el manejo de áreas de aporte, lo que permite la disminución del caudal de agua.

La característica básica de este tipo de medidas reside en el alto costo de las obras y en el volumen de inversiones a realizar, que

Osvaldo J. Cirnigliaro

a veces se torna un problema insoluble por cuanto el Estado no cuenta con los recursos suficientes para llevar a cabo tales obras en la escala y con la rapidez necesaria. Por otra parte, la falta de una visión integral del problema, de un diagnóstico con un pertinente conocimiento de las estructuras hidráulicas de drenaje y una planificación adecuados, puede permitir que en vez de resolverlo, en realidad solo se consiga transferir el problema hacia otras áreas vecinas.

Esta visión integral debe abarcar también la búsqueda de otras medidas no estructurales, que ofician de complementarias de las medidas estructurales, combinando racionalmente la ocupación de los espacios inundables con la medidas de protección.

2. Medidas destinadas a modificar la susceptibilidad al daño producido por la inundación.

Pertenecen a las medidas de carácter no estructural, consistentes en el gerenciamiento y administración de la cuenca hidrográfica. Representan el conjunto de las alternativas que accionan sobre el espacio sujeto a inundación, como así también sobre la sociedad amenazada, y se hallan destinadas a atenuar los flujos de agua o

Osvaldo J. Cirnigliaro

adaptar los ocupantes del espacio potencialmente inundable, a convivir con la ocurrencia periódica del fenómeno.

Son más bien medidas de naturaleza institucional, de carácter no estructural, que pueden adoptarse individual o colectivamente, y que por su carácter preventivo evitan la realización de las significativas inversiones que exige la ejecución de las grandes obras de hidroingeniería, como es el caso de las medidas descriptas en el punto anterior.

Una de estas acciones es la que tiene que ver con la regulación de la tierra susceptible de inundación, procurando limitar el uso y ocupación del suelo del espacio de referencia, en función del mayor o menor grado de riesgo. Esta es una de las medidas más importantes, porque al armonizar la convivencia del hombre con el ambiente hidráulico de la cuenca que ocupa, no solo limita el daño, sino que también aumenta los beneficios de la ocupación del suelo. Esto se debe a que la incidencia de esta regulación se extiende al control de la contaminación de las aguas, sobrecarga de las corrientes subterráneas, condiciones de habitabilidad y al medio ambiente como un todo.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Estas regulaciones sobre el uso de la tierra parten de una zonificación de todo el espacio bajo riesgo, planificando racionalmente las nuevas urbanizaciones, la distribución de las construcciones y sus distintos tipos, como asimismo estableciendo áreas de amortiguación de las aguas.

Las principales medidas de carácter preventivo de este tipo, además de disciplinar el espacio inundable, son:

a. Preservación del suelo a través del mantenimiento de áreas permeables o de la construcción de estructuras de retención de aguas superficiales, que posibilitan una mayor infiltración de las aguas de lluvia y aumentan el tiempo de recorrido de las mismas en las cuencas.

b. Ejecución de obras localizadas con el propósito de proteger y preservar de daños a los edificios y poblaciones localizadas en áreas inundables, como elevación de las estructuras existentes, sellado de puertas y ventanas para evitar entrada de agua, y protección de elementos de mayor valor en los edificios, movimientos de tierras para elevación de cotas y construcción de estructuras con posibilidad de flotación.

Osvaldo J. Cirnigliaro

c. Medidas de alerta y prevención, a través de un sistema que permita conocer con anticipación la posibilidad de una inundación y el nivel a alcanzar y poder aplicar así todas las medidas de prevención estudiadas y detalladas a tales efectos.

d. Relocalización de estructuras, que resulta una medida difícil de aplicar puesto que consiste en el traslado de las personas que ocupan una área crítica, en razón que genera una oposición de los ocupantes a ser reubicados, por motivos que van desde los meramente económicos hasta razones de índole social y personal.

3. Medidas destinadas a modificar el impacto de los daños producidos por la inundación en la población y sus actividades socio-económicas, procurándose que se mitigue su efecto. Se cuentan entre otras acciones, aquellas como la contratación de un seguro contra inundación como existe en otros países, y otras medidas de compensación que favorecen la recuperación de la comunidad, tales como facilidades crediticias, liberación de impuestos y tasas, como asimismo distintos tipos de ayuda directa a los inundados.

\* Alcances y limitaciones del trabajo.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Dentro del contexto explicitado las determinaciones de la sociedad en su conjunto con respecto a la estrategia de supervivencia y de ajuste a adoptar, necesita de un elemento decisivo en la percepción social del riesgo, que está constituido por un conocimiento racional de la relación costo-beneficio de exponerse a inundaciones.

Uno de los componentes básicos de esa ecuación es el costo, siendo el elemento que este trabajo se propone facilitar. Es decir, preparar el camino metodológico para definir con precisión el costo de los daños que deba soportar ante la ocurrencia regular de este fenómeno, habida cuenta que el mismo se halla en relación directa con las condiciones socio-culturales y económicas del país que se trate.

Las distintas alternativas esbozadas en el punto anterior, particularmente cuando se trata de la realización de obras de infraestructura hidráulica, necesitan en la etapa de evaluación contar con los parámetros económicos que posibiliten el cálculo de la tasa de retorno de la inversión a realizar, en función del daño que evita o disminuye la obra a concretarse, que se computan como beneficios del proyecto a justificar. Este es el caso en que los

Osvaldo J. Cirnigliaro

daños evitados, se evalúan en función de los dispositivos que modifican los factores que ocasionan la inundación.

En el caso de evaluar la permanencia en un área inundable, el reconocimiento del riesgo de inundación se basa en el cálculo del "costo de los daños".

Por otra parte, con posterioridad a la ocurrencia del evento y dentro del proceso de adopción de medidas de reparación resulta necesario contar con una evaluación de los daños, a efectos de procurar la asistencia crediticia y financiera de entidades internacionales, de manera que permita la rehabilitación y recuperación de la superficie inundada, por lo que también resulta necesario cuantificar el promedio de las pérdidas económicas y sociales. Esta acción implica también la revalorización del espacio ambiental colapsado, por lo que en todo momento el cálculo y valorización de las pérdidas resulta imprescindible.

La experiencia en la evaluación económica de daños, muestra que existen diversos intentos con resultados disímiles, y aquí lo que se procura por lo tanto es establecer un criterio homogéneo para una dada situación general, que permita satisfacer los distintos requerimientos específicos: desde la reconstrucción y

Osvaldo J. Cirnigliaro

rehabilitación de la complejidad infraestructural (física, social y económica) que haya sido afectada por el evento, hasta la elaboración de un estado de necesidades financieras para requerir la ayuda crediticia que posibilite costear esa reconstrucción.

El ingeniero Carlos Paoli en su trabajo de Control y protección de crecidas, síntesis de evaluaciones de daños de la crecida 1982-83, efectúa una comparación de distintas evaluaciones, señalando que si bien en cada uno de los trabajos realizados se utilizaron diferentes formas de agregación, los montos totales estimados varían entre un mínimo de 558 millones de dólares, hasta un máximo de 1.650 millones de la misma moneda. Este amplio rango de diferencias es una evidencia de los distintos criterios sustentados en las evaluaciones respectivas, aun cuando deban admitirse la influencia de las diferencias existentes en la utilización de los datos básicos proporcionados por las provincias.

En cuanto al alcance del trabajo, es necesario considerar el tipo de daños que ocasiona el fenómeno. En general pueden resumirse como sigue:



**Osvaldo J. Cirnigliaro**

- víctimas humanas por un lado, con una importante pérdida en materia de disponibilidad de viviendas.
- reducción de la oferta de equipamiento en materia de salud y educación.
- interrupción momentánea de la provisión de servicios de energía, saneamiento, comunicaciones y transporte.
- ~~escasez~~ temporal de alimentos e insumos básicos para la producción agrícola e industrial.
- reducción temporal de los rendimientos de los grupos de bajos ingresos.
- reducción del crecimiento económico
- aumento del déficit público derivado del mayor gasto inesperado en actividades de auxilio a la población desprotegida.
- aumento del índice de costo de vida causado por la disminución de la oferta de productos agrícolas y otros bienes esenciales, además del encarecimiento eventual provocado por conductas especulativas.
- destrucción de obras de infraestructura física, como caminos, electrificación, etc.

En general, los daños se clasifican en tangibles e intangibles, siendo que entre los primeros se hallan los daños causados a los medios de producción, traducen la amplitud de la catástrofe

Osvaldo J. Cirnigliaro

acaecida a la economía y al Estado, y son susceptibles de ser expresados en unidades monetarias. Por el contrario los daños intangibles como los causados al hombre y al medio ambiente no pueden transformarse en una significación monetaria, en razón de la elevada dosis de subjetividad implícita en su apreciación.

Este trabajo estará orientado hacia la evaluación de los daños tangibles, conforme a la clasificación que se presenta en el capítulo referido a la metodología de evaluación propiamente dicha. Conforme a la misma se realizará una descripción de los criterios contables que deben aplicarse en cada ítem de perjuicios calculados.

CAPITULO II  
CARACTERISTICAS Y NATURALEZA  
DE LAS INUNDACIONES

\* Conceptos básicos

Existen distintos tipos de anomalías físicas con diferente grado de impacto en una determinada área. Los cambios que produce en el sistema físico donde ocurren, pueden alcanzar tal magnitud de modo que se conviertan en una anomalía geofísica, y adquieren un carácter extremo cuando la acción del fenómeno supera la capacidad de reacción de la comunidad, de modo que esta no consigue absorber, disminuir o evitar los efectos negativos del evento.

Cuando el evento físico se trata de un proceso hidrológico, se puede hablar de inundación, con tal que se produzca una acumulación hídrica en el área como consecuencia que la entrada de la misma al sistema resulta superior a la salida. Este estado de inundación va depender de la relación entre la intensidad de la diferencia apuntada de entrada y salida de agua del sistema, y la

Osvaldo J. Cirnigliaro

intensidad de las consecuencias que produce en el ambiente social y económico que se trate.

Este es un concepto genérico, a los efectos de la posterior definición metodológica. Algunos expertos definen este evento de otra manera, y la diferencia reside en el enfoque parcial o total del fenómeno. Así Jorge Morello en Riesgos, Daños y Catástrofes, dice que "se trata de un proceso hidrológico normal a través del cual un manto de agua ocupa las llanuras laterales del valle de un río", configurando el estado de inundación, "cuando el cauce comienza descargar agua en las llanuras laterales del valle fluvial".

Jorge Adamoli de CONICET expresa "Las zonas ribereñas son testigos de las oscilaciones más o menos periódicas del nivel de las aguas. Cuando estas transcurren dentro del espacio geográfico de los canales fluviales y con valores que se consideran estadísticamente normales, su importancia queda confinada a la de cualquier otro evento de la naturaleza, como pueden ser la floración o las migraciones de algunas aves. En este caso, hablamos de crecientes. Por el contrario, cuando los volúmenes de descarga fluvial presentan marcas extraordinarias y cuando la morfología de los canales fluviales no permite absorber esos caudales, el evento

Osvaldo J. Cirnigliaro

pasa a configurar una inundación. Si a los eventos naturales extraordinarios se les suma la falta de elementos de previsión, si actúan factores de negligencia, si los fenómenos de especulación y/o falta de planificación dejan vida y bienes a merced de las aguas, el fenómeno adquiere características de catástrofe".

De todos modos no existen diferencias conceptuales, sino a nivel hipotético de la masa de agua necesaria para configurar una inundación.

Cuando los daños producidos son de consideración, al punto tal que colapsan la infraestructura física y de servicios, empeorando las condiciones de vida de la población afectada por encima del nivel medio de daños producidos normalmente, la inundación adquiere el carácter de excepcional. De todas maneras el daño producido varía en función directa al carácter, intensidad y duración del fenómeno, y de la capacidad del mismo para impactar el ambiente.

El daño producido por una inundación es variado, conforme a que este fenómeno físico es multicausal, como se acaba de expresar. De allí que a efectos de la evaluación de daños, sea relevante efectuar una desagregación en los niveles de análisis y en la categorización de los daños.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Cuando más significativo o de mayor envergadura sea el factor causante de la inundación, se computarán mayores daños totales, pero a su vez estas situaciones conllevan una menor probabilidad de ocurrencia. Resulta necesario pues categorizar las causales de las inundaciones como forma de clasificar los niveles de riesgo.

Con respecto a los ámbitos afectados, también es necesario destacar la diferenciación correspondiente entre urbano, rural o ambientes de características combinadas entre ambos, puesto que la magnitud del impacto se halla también en función del contexto socio-económico afectado.

En el primer caso coexiste junto al conglomerado humano, una importante infraestructura de servicios de energía eléctrica, agua potable, distribución de gas, y otros sistemas de abastecimiento con distribución subterránea como las cloacas, además de la producción de los servicios sociales básicos de educación y salud, los que en su conjunto implican una fuerte concentración de capital. En esta clasificación se incluye también el capital invertido en viviendas, que constituye el centro de los daños tangibles provocados por inundaciones.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Pero es en el ámbito urbano, en donde los ciudadanos desarrollan una fuerte actividad social manifestada por la interacción de las diferentes organizaciones sociales, civiles y políticas, que les expresan y contienen. Estas son las que en definitiva sufren las consecuencias del impacto de las inundaciones, cuya recuperación y recomposición es más difícil de llevar a cabo con facilidad.

En contraposición, los daños verificables en el ambiente rural, presentan un cuadro diferente al del ambiente urbano, pudiendo computarse como el más grave la interrupción del ciclo económico de esas comunidades, siendo la escasez de alimentos, la indisponibilidad de agua potable y las bajas condiciones sanitarias, las situaciones más embarazosas que se producen en estas circunstancias.

En el caso de los ambientes combinados donde coexisten sectores urbanos y rurales, se verifican también configuraciones de daños de carácter mixto, donde la mayor expresión económica de los mismos reside en las pérdidas del sector productivo agrícola y ganadero, y de la infraestructura de vivienda. De cualquier modo puede señalarse que las inundaciones en el medio rural no producen pérdidas tan significativas como en el medio urbano.

Resulta necesario destacar que un factor fundamental a efectos de aumentar o disminuir la significación de las pérdidas económicas y sociales, se halla constituido por la propia estructura urbana, puesto que la existencia de una urbanización inadecuada, resulta un factor agravante en la evaluación de los daños. Juegan dentro de ella un papel preponderante tanto la impermeabilidad de las superficies, la dimensión de los lotes, una pendiente excesiva, así como el mal trazado de su sistema vial.

#### \* Carácter y causas

En general puede reconocerse que las inundaciones constituyen un fenómeno estocástico. Esto se verifica cuando alguna de las acciones exteriores al sistema se supone conocida por su distribución probabilística, siendo la solución óptima definida por una función de distribución.

Las inundaciones no reconocen un criterio de regularidad en su repetición, aún cuando puede estimarse mediante el cálculo de probabilidades, el período de recurrencia, y se generan partir de una serie de causas de diversos orígenes de las cuales las más frecuentes son las producidas por precipitaciones muy intensas, muy prolongadas o por la combinación de ambas. Estas lluvias pueden producirse en la zona afectada o en el origen y recorrido



Osvaldo J. Cirnigliaro

de los cursos de agua, cuyo desborde produce una inundación en el área de influencia de esos ríos.

Pueden identificarse una multiplicidad de causas en el proceso hidrológico que conduce a una inundación.

Entre las causas climatológicas se destacan las lluvias, el deshielo de las altas cumbres, o la combinación de ambas, mientras que en aquellas causales identificadas como parcialmente climatológicas, debe destacarse la sudestada que se manifiesta en el punto de interacción de estuarios de evacuación, con el efecto de las mareas altas u ondas de tormentas marinas. Otras causas son los terremotos, deslizamiento de tierras y ruptura de diques y presas de agua.

Todas estas causas originan anomalías geofísicas de carácter excepcional, diferenciándose de las inundaciones producidas por las crecientes de los ríos, que deben ser consideradas como un fenómeno natural que forma parte del propio sistema fluvial.

Este fenómeno natural puede transformarse en un desastre natural facilitado por la acción del hombre, que al ocupar los espacios inundables, crea las condiciones para evitar el escurrimiento

**Oswaldo J. Cirnigliaro**

natural del agua en esa área. Es sabido que cuando ocurre una precipitación pluvial, parte de la misma será interceptada por la vegetación y posteriormente evaporada. Otro parte del volumen de agua caído ocupará las depresiones del terreno, evaporándose o infiltrándose en el mismo conforme a su permeabilidad. Si la intensidad de la lluvia resultase mayor que la velocidad de infiltración del terreno, la precipitación excedente originará una acumulación y escurrimiento superficial. La permanencia de las napas freáticas en niveles muy elevados, es también un factor que facilita la inundación.

La forma más común usada para caracterizar una inundación es el hidrograma, que en un sistema de coordenadas mide en el eje de las ordenadas el flujo de descarga en metros cúbicos por segundo, siendo que en el eje de abcisas se mide el tiempo, por lo que la curva resultante que tiene forma de campana, si es alta y angosta representa una lluvia intensa y de corta duración. Si por el contrario es alargada y achatada sugiere una inundación con un flujo de agua de velocidad y niveles moderados, constituyendo una inundación de menor potencialidad destructiva que la primera, dado un mismo volumen de lluvia.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Es por eso que el poder destructivo de una inundación depende no solo de la cantidad de lluvia caída, sino también de las características de las superficies afectadas. Así, áreas con mucha pendiente y escasa vegetación ocasionan una rápida evacuación de las aguas, lo que facilita las inundaciones torrenciales. Por otra parte llanuras con vegetación exhuberante permiten una mayor infiltración, frenando la velocidad de las aguas con lo que demora su escurrimiento directo.

La mayor parte de las inundaciones argentinas se caracteriza porque son causadas por desbordes de cursos de agua, como las que afectan la cuenca del río Paraná, que con importantes conglomerados urbanos en su zona ribereña, representa un área de riesgo potencial elevado y pasible de efectos destructivos importantes.

En este caso deben distinguirse las crecientes de ríos de llanuras, de las producidas por los ríos montañosos. En el primer caso resultan más previsibles, por lo cual es posible anticipar una serie importante de medidas preventivas destinadas a atenuar el efecto de la inundación, mientras que en el segundo caso, la creciente presenta un hidrograma con un pico muy agudo donde el ascenso y descenso de las aguas es prácticamente igual, pero como

Osvaldo J. Cirnigliaro

No existe en realidad un solo factor determinante de las inundaciones, sino que generalmente son múltiples y concurrentes, como se dijo anteriormente. Así en el caso de la provincia de Buenos Aires, la cantidad, duración e intensidad de las precipitaciones se combina con la capacidad de almacenaje de los suelos y la posibilidad de infiltración. Existe por otra parte una capacidad muy limitada de desagües por los cursos de agua naturales y por los canales, que actúa como factor agravante junto a una retención en superficie como consecuencia de la existencia de lagunas, cañadas, canales, zanjias de desagües y depresiones menores.

Los factores que condicionan el proceso de escurrimiento están vinculados a un gran predominio de los parámetros verticales del ciclo hidrológico, o sea precipitación, evapotranspiración e infiltración, sobre los horizontales o sea el escurrimiento superficial y subterráneo.

Este desequilibrio se halla agravado por la existencia de un balance hídrico anual homogéneo, con excesos de humedad en invierno y déficits en verano, una falta total o parcial de declives, mientras que los suelos predominantes son de textura

Osvaldo J. Cirnigliaro

deriva de lluvias muy intensas de corta duración, el desborde de estos ríos ostenta un fuerte poder destructivo.

El factor sorpresa de las crecientes de ríos de montaña, se constituye en el principal aliado del poder de destrucción de la correntada. La falta de previsibilidad de estas crecidas potencia su ya de por sí natural peligrosidad, que reside en el carácter torrencioso del caudal de agua. Generalmente son crecidas de corta duración, pero la velocidad que adquieren con la pendiente les otorga un fuerte poder destructivo por la fuerza y violencia del impacto ambiental.

Dentro de los tipos de inundaciones, esta última se reconoce como correntadas (flash floods), mientras que la primera representa una inundación común (single event floods).

Por otra parte cuando la inundación es el resultado de una sucesión de períodos lluviosos separados por pequeños intervalos de precipitaciones débiles, el fenómeno se conoce como inundación reiterada (multiple event floods). Otras inundaciones tienen un carácter netamente estacional (seasonal floods), porque ocurren en la misma época del año y abarcan áreas extensas.

Oswaldo J. Cirnigliaro

fina, lo que dificulta la infiltración y mantienen un bajo nivel en la capacidad de almacenaje.

Otros factores agravantes del desequilibrio apuntado son los siguientes:

- . la existencia de un alto nivel de la capa freática,
- . una disminución progresiva de retención de aguas en lagunas y bajos, posiblemente por colmatación,
- . la existencia de obras de infraestructura que obstaculizan el escurrimiento, como los terraplenes de caminos y ferrocarriles, además de:
- . la falta de una legislación hídrica (Código de aguas) que conspira contra el manejo racional del recurso, puesto que aparecen obras individuales de canalización u otro carácter desconectadas de un plan orgánico, junto a un inadecuado uso del suelo.

En definitiva, los sistemas hidrológicos típicos (cuencas) se caracterizan por presentar una superficie tributaria definida en la que los escurrimientos se resuelven en forma ordenada a través de elementos lineales jerarquizados como cañadas, arroyos y ríos, conforme se señala en un informe de Evaluación de las pérdidas

Oswaldo J. Cirnigliaro

ocasionadas por las inundaciones en la provincia de Buenos Aires, de 1992.

En las llanuras de muy baja pendiente la superficie tributaria no es definida y el escurrimiento se produce en forma areal, a muy baja velocidad y solo después de haberse satisfecho la gran capacidad de almacenamiento superficial y subterráneo del sistema.

Desde el punto de vista natural, existen simples o complejas alternativas de disipación (almacenamiento, escurrimiento, evapotranspiración, infiltración), mediante las cuales, el modelo resuelve las energías de entrada impuestas (precipitación).

Ante situaciones de elevada recurrencia de las precipitaciones, el sistema acumula agua hasta el límite de sus posibilidades y superado este, procede a inundar el área que sea necesaria.

Parte de esas áreas, naturalmente inundables, pueden ser consideradas como potencialmente productivas y las aguas que la invaden constituyen los excedentes hídricos que será necesario minimizar o controlar.

Osvaldo J. Cirnigliaro

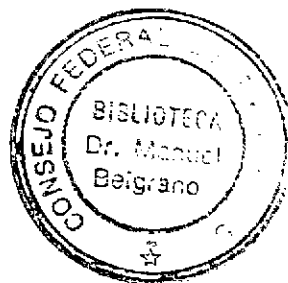
En consecuencia, tanto las inundaciones que se producen por el desborde del río Paraná, como las de la provincia de Buenos Aires observan como característica común que son fenómenos previsibles, que reconocen como factor determinante básico a las precipitaciones pluviales, ya sea que estas se verifiquen en la propia cuenca o en los tributarios de alta cuenca. Ambos casos presentan distintas características edafológicas y estructuras de localización demográfica y de áreas productivas, pero a los fines metodológicos de la evaluación de daños resultan susceptibles de un tratamiento común.

En ambos casos se identifican las relaciones de causalidad del proceso hidrológico, y hasta la duración y niveles alcanzados por la inundación se correlacionan en ellos. Las inundaciones producidas por el desborde del Paraná se relacionan directamente con la permanencia del pico de creciente del río, mientras en las producidas en la provincia de Buenos Aires mantienen una mayor preponderancia las características del suelo y la conformación de la cuenca, pero en términos de resultados a los fines metodológicos, ambas situaciones son similares.

Existen en Argentina otros tipos de inundaciones producidas por crecidas de ríos de llanuras, pero que son cursos de agua con



Osvaldo J. Cirnigliaro



origen en zonas montañosas, cuya característica principal reside en que sus crecidas son estacionales (de verano particularmente) y torrentosas, originadas en precipitaciones corta e intensas que se producen en las nacientes de sus lechos. Son cursos de agua cuyo cauce en la llanura responde a un caudal de agua normal, extremadamente inferior al volumen existente en las crecidas, siendo por lo tanto meandroso y plano. Ante la exigencia de una crecida vigorosa, se desbordan con absoluta facilidad, llegando incluso a formar un cauce de verano diferente del cauce normal de invierno.

En crecidas de este tipo, además de los problemas de las inundaciones comunes, se presenta una dificultad adicional desde el punto de vista de la evaluación de daños, como es la fuerza del impacto de las aguas, por la velocidad que las mismas tienen. Este impacto de carácter violento es generalmente arrasador, puesto que el efecto negativo en materia de daños causados resulta mucho más significativo que en la inundación común.

Por otra parte, los ríos de montaña no solamente crecen como consecuencia de lluvias, sino que son cursos de agua depositarios de los aluviones que generan los derrumbes producidos en las laderas de los cerros como consecuencia de un lento proceso de

erosión, que se manifiesta repentinamente. Este proceso de erosión se inicia en los desmoronamientos producidos en los terrenos aledaños al curso de agua montañoso, como consecuencia de la disminución paulatina de la base de sustentación de superficies con pendientes pronunciadas, y que encuentran en el cauce del río un canal de evacuación del material desprendido.

Por otra parte, las altas cuencas de estos ríos y sus tributarios reciben también los sedimentos originados en las actividades de desmonte, tan común en las selvas de baja y media montaña, que van a ocasionar las salidas de cauce del agua, y la afectación de los sistemas de desagües y escurrimientos naturales en la parte baja de la cuenca.

A los fines metodológicos y con el propósito de homogeneizar el modelo de análisis y evaluación de daños debe considerarse esta situación, como un efecto adicional dentro de la estructura básica de análisis.

### CAPITULO III

#### DESARROLLO METODOLOGICO

La inundación fue definida como un fenómeno estocástico, de naturaleza aleatoria, o sea que las causas que la producen se suponen conocidas en razón que las mismas presentan una distribución de probabilidad de ocurrencia determinada en un cierto período de tiempo.

Se identificó también en el capítulo anterior, que en el proceso hidrológico que conduce a una inundación existen una multiplicidad de causas que se diferencian entre las de origen climatológico, de aquellas que se producen por desbordes de los ríos, lo cual debe considerarse como un fenómeno natural, en virtud que los cursos de agua forman parte del propio sistema fluvial.

A los efectos metodológicos, y en consideración que las crecientes de los ríos Paraná, Uruguay, Pilcomayo, Salado y otros son las responsables de las principales inundaciones que se producen en el país, se considerará a las causas de este fenómeno de modo

unitario, como un factor externo al sistema a considerar que tiene una determinada probabilidad de ocurrencia que es conocida.

#### \* Análisis de riesgos

El análisis de riesgo de la creciente de un río es el punto de partida para la estimación de los daños que puede provocar este fenómeno, y constituye un proceso de identificación de los peligros de una creciente y la evaluación de los impactos negativos que tiene sobre un área sujeta a inundación.

Este proceso de análisis resulta el modo más racional para reducir las pérdidas provocadas por las crecientes y su resultado permite orientar la acción hacia un uso más efectivo de las aguas desbordadas, en forma convergente con las potencialidades del suelo. Comprende tres operaciones fundamentales: a. análisis del peligro de crecientes; b. estimación de los daños probables derivados de una cierta magnitud de peligro; y c. determinación de los riesgos de crecientes, conocido también como análisis de vulnerabilidad. El importante trabajo de Motor Columbus presenta un esquema similar al definir los grandes lineamientos metodológicos. Estudia los daños a partir de: el análisis del comportamiento del agua (análisis hidrológico); el análisis de los

Osvaldo J. Cirnigliaro

efectos físicos del agua (análisis físico-ecológico); y la evaluación económica de los daños (análisis socio económico).

a. Análisis del peligro de crecientes.

Si bien se presentó a la inundación como un fenómeno de naturaleza aleatoria, esto no es del todo así, puesto que si se observa el comportamiento estadístico de los elementos determinantes del caudal y nivel de un río en un período largo de tiempo, podrá percibirse una cierta regularidad en el comportamiento de ese curso de agua.

En efecto, tanto la intensidad y lugar de las precipitaciones, las características de las cuencas colectoras, la naturaleza de los tributarios del río bajo análisis, y todas las variables que regulan la entrada y salida de agua del sistema tienen una cierta regularidad estadística, por lo tanto la probabilidad de una crecida en términos de su magnitud, frecuencia y ocurrencia, es perfectamente posible de realizar, dada la existencia de estaciones hidrológicas que posibiliten el aporte de las mediciones necesarias, y desde que la muestra sea lo suficientemente representativa de la población total, de modo de asegurar su confiabilidad.

Osvaldo J. Cirnigliaro



En consecuencia, es posible obtener distribuciones de frecuencia para cada uno de los parámetros hidrológicos más relevantes. Partiendo del principio que los daños que se producen constituyen una función continua del máximo nivel que alcanza el agua, deben prepararse los mapas de inundación, o sea la representación gráfica de la estimación de peligro de crecientes. Una cosa es el desborde del río, como efecto del comportamiento de las variables hidrológicas planteadas, y otra la distribución del peligro que encierra ese desborde en función de las características del río y del área inundable.

En otras palabras, de la asociación de las características hidrológicas, y los datos morfológicos (sedimentación, erosión, pendientes, etc.) surge la estimación del peligro de la creciente. Para ello es necesario definir el área inundable donde se vaya a aplicar la guía para la estimación económica del daño, y proceder a partir de los datos hidrológicos y morfológicos del sistema, a trazar los distintos niveles de peligro.

Se define como área inundable al espacio o superficie sujeto a inundación. El ing. Carlos Paoli define a la planicie de inundación (Floodplain) de un curso de agua, a la extensión

Osvaldo J. Cirnigliaro

ocupada periódicamente por las aguas que en crecida desbordan el cauce natural. Este es el concepto suficiente para los propósitos de este trabajo.

La unidad de área inundable, fundamental para el análisis de los problemas de inundaciones es la cuenca hidrográfica, en donde deben definirse los puntos críticos de las crecientes del río. Se entiende por cuenca hidrográfica el área de influencia de un río y sus tributarios menores.

Una cuenca hidrográfica debe subdividirse a los efectos del análisis y utilización de esta metodología, en regiones y subregiones englobadas en la cuenca, y que presenten características comunes capaces de delimitar un área físicamente homogénea.

El concepto central que se maneja en este desarrollo metodológico para la elaboración de la guía de evaluación de daños, es que a partir de la definición de la cuenca hidrográfica que puede coincidir generalmente con la superficie de inundación, y con posterioridad a la definición de las regiones y subregiones correspondientes a la misma, resulta necesario establecer y determinar los perfiles de inundación. Estos se hallan demarcados

Osvaldo J. Cirnigliaro

por las líneas que unen los puntos críticos de cada creciente. Después de las mismas, deben determinarse los puntos de inundación en toda la cuenca, a partir de un relevamiento topográfico, de forma tal de establecer un nivel de inundación con una referencia geográfica urbana o rural, estimándose la probabilidad de ocurrencia o período de retorno del nivel correspondiente.

Estas cartas o mapas de inundación (que muestran la magnitud de la creciente, su probabilidad, caudal, altura, período de recurrencia, etc.), no solo sirven para determinar cuales son los niveles de alcance de las aguas a efectos de evaluar daños, sino también para definir una serie de acciones vinculadas al gerenciamiento de la planicie de inundación y de la propia cuenca hidrográfica, consistente en la implementación de una serie de regulaciones que aseguren una adecuada ocupación en toda la planicie respectiva.

#### b. Estimación del daño probable

Se estableció que el monto de los daños resulta de la relación entre el máximo nivel alcanzado por las aguas y el impacto probable de las mismas sobre las actividades humanas, y en la infraestructura económica y social, y de servicios. Es decir que



Oswaldo J. Cirnigliaro

los daños son una función continua del máximo nivel que alcanza el agua. Será pues mayor el daño, cuanto mayor sea la intensidad de la creciente, existiendo sin embargo, una relación inversamente proporcional entre la probabilidad de la ocurrencia y la intensidad de la creciente.

De este modo, con una determinada relación entre el tipo de inundación y los daños causados por ella, vinculada a la probabilidad de cada creciente, puede obtenerse una ponderación de los daños. La esperanza matemática resulta de la sumatoria de todos los daños ponderados, para todas las crecientes posibles y representa el valor anual de los daños.

En general debe tenerse en cuenta tres factores:

- a. La magnitud del peligro físico de la creciente expresada a través de los vectores de caudal y velocidad,
- b. Los elementos de riesgo, integrados por toda la infraestructura económica, social, de servicios básicos y públicos que se encuentran en el área inundable, y
- c. grado de vulnerabilidad de los elementos físicos amenazados por el peligro de la creciente.

El primer factor citado se caracteriza por la ya mencionada probabilidad de ocurrencia de la creciente ( $P$ ). El segundo aspecto, o sean los elementos bajo riesgo están constituidos por el inventario de los elementos amenazados por la creciente que tenga a su vez una determinada probabilidad de ocurrencia ( $E_1, E_2, \dots E_j, \dots E_n$ ). En el capítulo cuarto de este trabajo se describe analíticamente la guía básica que sirve para la composición de dicho inventario. El tercer factor, o sea la vulnerabilidad ( $V$ ), que es el grado de pérdida de los distintos elementos bajo riesgo, varía entre 0 y 1, correspondiendo este último valor a la pérdida total y cero a la inexistencia de pérdidas.

Por lo tanto, el daño esperado en una creciente de determinada magnitud ( $D$ ) estará determinado por la sumatoria de todos los daños particulares, o sea

$$D = \sum d_i = \sum E_i V_i$$

$D$  = daño total debido a una creciente de probabilidad  $P$ .

$d_i$  = daño causado a cada elemento en particular, que luego se consignará en la matriz de daños.

$E_i$  = determinado elemento bajo riesgo expresado en términos monetarios.

Osvaldo J. Cirnigliaro

$V_i$  = vulnerabilidad correspondiente de los elementos bajo riesgo.

#### c. Determinación del riesgo de crecientes

El riesgo del desastre (R) puede ser determinado como el producto del daño (D) esperado y la probabilidad de ocurrencia de una creciente (P).

$$R = D \times P, \text{ entonces } R = \sum E_i V_i P$$

El promedio anual de riesgos de crecientes es el valor probable del promedio del daño causado por las crecientes para cada año.

A partir de las cartas de inundación que posibilita examinar el grado de peligro de cada inundación y la evaluación de los riesgos esperados, existe una base fundamental para encarar un trabajo de prevención de pérdidas como consecuencias de inundaciones, aspecto que supera los límites de este trabajo.

## CAPITULO IV

### NORMATIZACION DE LA EVALUACION

#### \* Conceptos básicos

Para normatizar la evaluación de daños provocados por inundaciones resulta necesario enmarcar los límites de la misma, puesto que existen muchas iniciativas sobre metodologías para medición del impacto ambiental producido por un fenómeno como el de las inundaciones descripto, que van desde someras listas de identificación de los aspectos más relevantes para este tipo de análisis, hasta diagramas y matrices de interrelación de causas y efectos.

También existen modelos matemáticos de simulación de las interrelaciones reales, simplificadas a través de la formalización matemática de las mismas, que se utilizan en situaciones de escasa información y limitada disponibilidad de tiempo. Estos modelos, junto a las matrices y diagramas de interrelaciones, si bien presentan métodos más elaborados, normalmente llevan implícito un alto grado de subjetivismo que le resta confiabilidad para

Osvaldo J. Cirnigliaro

propósitos más realistas, o se encuentran a niveles más teóricos que aplicados.

En consecuencia, se debe sostener en principio que las diferentes técnicas y metodologías de evaluación, para tomar el sentido práctico que demandan los distintos requerimientos, necesitan como soporte básico a las investigaciones ambientales específicas.

La importancia de los elementos a relevar, de los indicadores que deben prepararse y de las ponderaciones que sirvan de base a la cuantificación, deberán ser operables y responder en este trabajo, al objetivo de lograr la mayor aproximación posible al valor económico real de los daños producidos por inundaciones en el ambiente en que ésta se produce, sirviendo además de base cuantitativa para llevar a cabo el análisis de costo-beneficio en los proyectos y obras de ingeniería destinados a disminuir y/o evitar el daño producido por las inundaciones, en un marco ambiental determinado.

*Valor económico real de los daños producidos*  
Se entiende por valor económico real de los daños producidos, el del monto total de recursos necesarios para la reconstrucción y rehabilitación de la complejidad infraestructural (física, social y económica) que haya sido afectada por el evento, la pérdida

Osvaldo J. Cirnigliaro

definitiva de mejoras, así como la paralización de las actividades agropecuarias e industriales.

**\* Esquema de evaluación**

En el capítulo anterior se insistió en la necesidad de determinar la carta de inundación en el espacio físico donde se produce la misma, o sea el área inundable. En la misma se trazan los diferentes perfiles de inundación que unen los puntos críticos alcanzados en las distintas crecientes históricas del río, pudiéndose trabajar también con crecientes hipotéticas. Debe recordarse que cada creciente tiene una determinada probabilidad de ocurrencia. El trazado de las líneas de inundación va a posibilitar apreciar el distinto grado de afectación de los bienes, personas, infraestructura económica, infraestructura social, y potencial productivo de toda el área inundable.

La cuenca hidrográfica y el área inundable deben dividirse a efectos de la aplicación de la guía de evaluación de daños, en regiones y subregiones de carácter homogéneo, que posibiliten subclasificar en función de ellas los elementos bajo riesgo establecidos en la guía y su correspondiente valor económico.

Oswaldo J. Cirnigliaro

Estas subregiones pueden guardar relación con las delimitaciones político-administrativas, a efectos de permitir comparaciones entre los datos de inundaciones y otros parámetros de análisis.

A fines exclusivamente ilustrativos se presenta una carta de inundación hipotética con dos regiones denominadas A y B, donde la primera tiene tres subregiones ( $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ ), mientras la segunda abarca cuatro subregiones ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  y  $B_4$ ), surcada por cuatro niveles de inundación ( $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  y  $N_4$ ).

A partir del trazado de la carta de inundación, resulta necesario definir el inventario inundable o sea el conjunto de elementos situados en el área sujeta a riesgo de inundación. Este elemento, junto a las bases de cálculo y de datos estadísticos, constituye en su conjunto la Guía de Evaluación de daños provocados por inundaciones.

Se trata pues, de realizar un listado de todos los elementos de carácter tangible sujetos a riesgo de inundación, llamado también inventario inundable, con su respectiva cuantificación real o física, y económica, clasificada por regiones y subregiones respectivamente, que serán desarrollados conforme a un esquema de análisis con su correspondiente desagregación.

Oswaldo J. Cirnigliaro

Este esquema se presenta a continuación:

## INDICE

0100 POBLACION -

0200 VIVIENDAS ✓

0300 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

0310 SOCIAL

03101 SANITARIA

03102 EDUCATIVA

03103 SEGURIDAD

03104 SERVICIOS PUBLICOS

0320 COMUNICACIONES

03201 RED VIAL

03202 RED FERROVIARIA

03203 RED AEREA

03204 RED NAVAL

03205 RED TELEFONICA Y CORREOS

0330 SISTEMA DE SUMINISTROS DE LIQUIDOS Y GASES

03301 AGUA POTABLE Y CLOACAS

03302 ENERGIA ELECTRICA

03303 GAS



Osvaldo J. Cirnigliaro

03304 ALMACENAJE, TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE  
COMBUSTIBLE

0340 TRANSPORTE

0400 AGRICULTURA

0500 GANADERIA

0600 INDUSTRIA Y COMERCIO

Para cada uno de estos rubros contenidos en el índice presentado se establecerán:

1. Bases de cálculo para evaluar los daños económicos producidos por las inundaciones al capital físico de la infraestructura social y económica del área inundable, y los derivados de la interrupción total y parcial de los servicios de la comunidad bajo exámen. Estas bases de cálculo se presentan como funciones de cómputos, que al valorizarlas se transforman en ecuaciones presupuestarias, y

2. Bases de datos estadísticos con que es necesario contar, a efectos de sustentar el cálculo del valor de los daños. La base de datos que se presenta en cada rubro excede o a veces no coincide exactamente con los indicadores requeridos para la evaluación, porque desde el punto de vista estadístico resulta necesario

Osvaldo J. Cirnigliaro

agregar información complementaria para la realización de análisis comparativos dentro de cada región o subregión.

Así por ejemplo, el indicador 010015 del aspecto poblacional, o sea la tasa de crecimiento vegetativo, aún cuando no guarde una relación directa con los indicadores necesarios para cuantificar los gastos emergentes para atender la evacuación y albergues potenciales de la población, resulta necesaria para proyectar la cantidad de habitantes, modificando o actualizando la base de datos en períodos intercensales.

El esquema se administrará con documentación específica interrelacionada donde se consignarán por rubro los elementos cuantitativos físicos, acompañados de su respectivo valor económico, para cada nivel de inundación  $N_i$ , de modo tal que sus agregados posibiliten determinar el valor económico del daño total y por sector, para cada nivel de inundación histórico o hipotético.

A modo de ejemplo se presenta el siguiente cuadro:

. Planilla nº 00. Valuación económica del inventario inundable para las regiones y subregiones del área inundable XX.

| CODIGO | ELEMENTO   | REGION A       |                |                | REGION B       |                |                |                | TOTAL | VALOR          |
|--------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|
|        |            | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |       | ECONOMICO      |
|        |            |                |                |                |                |                |                |                |       | x(\$ 10.000) ? |
| 0200   | VIVIENDA   |                |                |                |                |                |                |                |       |                |
|        | (unidades) | 110            | 134            | 815            | 89             | 117            | 65             | 33             | 1.363 | 1.703          |
| ...    | ....       | ...            | ...            | ...            | ..             | ...            | ..             | ..             | ...   | ...            |
| ...    | ....       | ...            | ...            | ...            | ..             | ...            | ..             | ..             | ...   | ...            |
| 03201  | RED VIAL   |                |                |                |                |                |                |                |       |                |
|        | (km)       |                |                |                |                |                |                |                |       |                |
| 011    | tierra     | 60             | 35             | 321            | 31             | 63             | 32             | 48             | 590   | 11.800         |
| 012    | ripio      | 57             | 32             | 216            | 39             | 62             | 45             | 19             | 470   | 17.390         |
| 013    | pavimen.   | 25             | 18             | 183            | --             | 36             | 23             | 45             | 330   | 40.095         |
| ...    | ....       | ..             | ..             | ...            | ..             | ..             | ..             | ..             | ...   | ...            |

R

Como puede apreciarse, en el cuadro anterior se presenta cada elemento sujeto a riesgo de inundación, identificado con un código, representado por un indicador cuantitativo y valuado económicamente en caso que la prdida fuese total. Este cuadro es

Osvaldo J. Cirnigliaro

resumen del que debe confeccionarse para cada una de las regiones (A y B) y subregiones respectivas ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  y  $B_4$ ).

A continuación se ejemplifica por medio del cuadro siguiente el grado de afectación establecido a priori para cada nivel ( $N_i$ ) de inundación definido en el modelo probabilístico elegido. Así deberán confeccionarse tantas planillas como niveles de inundación se hallan contemplados, en el que a cada elemento y su respectiva valuación, le corresponderá el grado de afectación (en % de su valor total) equivalente al nivel de daño que lleva implícito cada línea de inundación. Por ejemplo:

. Planilla n° 01. Grado de afectación del inventario inundable y estimación de daño ( $D_1$ ) para el nivel de inundación 1 ( $N_1$ ).

| CODIGO | ELEMENTO | Grado de Afectación (%) | REGION A       |                |                | REGION B       |                |                |                | DAÑO ESTIMADO (D <sub>1</sub> ) (\$ 10.000) |
|--------|----------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
|        |          |                         | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |   |

|       |            | Código |     |     |     |    |     |    |    |         |
|-------|------------|--------|-----|-----|-----|----|-----|----|----|---------|
|       |            | %      |     |     |     |    |     |    |    |         |
| 0200  | VIVIENDA   |        |     |     |     |    |     |    |    |         |
|       | (unidades) | 30     | 110 | 134 | 815 | 89 | 117 | 65 | 33 | 510.9   |
| ...   | ....       | ..     | ... | ... | ... | .. | ... | .. | .. | ...     |
| ...   | ....       | ..     | ... | ... | ... | .. | ... | .. | .. | ...     |
| 03201 | RED VIAL   |        |     |     |     |    |     |    |    |         |
|       | (km)       |        |     |     |     |    |     |    |    |         |
| 01    | tierra     | 22     | 60  | 35  | 321 | 31 | 63  | 32 | 48 | 2.596   |
| 02    | ripio      | 12     | 57  | 32  | 216 | 39 | 62  | 45 | 19 | 2.086,8 |
| 03    | pavimen.   | 3      | 25  | 18  | 183 | -- | 36  | 23 | 45 | 1.202,8 |
| ...   | ....       | ..     | ..  | ... | ..  | .. | ..  | .. | .. | ...     |

En este caso supuesto, se determina que la red de caminos de tierra de las regiones A y B quedaría afectada en un 22 % del valor asignado en la Planilla n° 01, en caso de producirse una inundación del nivel 1, con lo que el importe estimado del daño alcanzaría la suma de \$ 2.596, o sea el 22 % de \$ 11.800, para los caminos de tierra (código 0231), admitiendo la hipótesis que el costo total de reconstrucción del camino es igual al valor económico actual estimado en la planilla n° 00. Como se verá en el desarrollo de esta metodología, el daño estimado surgirá de la aplicación de una fórmula específica de cálculo.

Oswaldo J. Cirnigliaro

Se descuenta que en la evaluación hidrológica, las líneas de inundación son representativas de la magnitud de la creciente por medio del caudal (metros cúbicos por segundo) o la altura alcanzada, la duración del fenómeno, la existencia de agua estancada y el riesgo del evento.

Para completar el ejemplo, puede verse como opera la planilla n° 02 correspondiente al grado de afectación del inventario inundable producido por una inundación del nivel 2.

. Planilla n° 02. Grado de afectación del inventario inundable y estimación de daño (D<sub>2</sub>) para el nivel de inundación 2 (N<sub>2</sub>).

| CODIGO | ELEMENTO   | Grado de Afectación (%) | REGION A       |                |                | REGION B       |                |                |                | DAÑO ESTIMADO (D <sub>2</sub> ) (\$ 10.000) |
|--------|------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
|        |            |                         | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |   |
| 0200   | VIVIENDA   |                         |                |                |                |                |                |                |                |   |
|        | (unidades) | 52                      | 110            | 134            | 815            | 89             | 117            | 65             | 33             | 885,5                                       |

08.12.74  
0%

|       |          |    |     |     |     |    |     |    |     |         |
|-------|----------|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|---------|
| ...   | ....     | .. | ... | ... | ... | .. | ... | .. | ... | ...     |
| ...   | ....     | .. | ... | ... | ... | .. | ... | .. | ... | ...     |
| 03201 | RED VIAL |    |     |     |     |    |     |    |     |         |
|       | (km)     |    |     |     |     |    |     |    |     |         |
| 01    | tierra   | 37 | 60  | 35  | 321 | 31 | 63  | 32 | 48  | 4.366   |
| 02    | ripio    | 18 | 57  | 32  | 216 | 39 | 62  | 45 | 19  | 3.130,2 |
| 03    | pavimen. | 8  | 25  | 18  | 183 | -- | 36  | 23 | 45  | 3.207,6 |
| ...   | ....     | .. | ..  | ..  | ... | .. | ..  | .. | ..  | ...     |

De este modo se completan las diferentes planillas sistematizadas para los distintos niveles de inundación, cuya sumatoria desembocará en una matriz general y única de daños clasificada por sectores, ya sea público o privado, siendo que el primero desdóblase en nacional, provincial y/o municipal. En el capítulo V se presenta la aplicación práctica de esta metodología basada en valores supuestos, con lo cual podrá apreciarse el proceso de cálculo y el resultado final

Aquí corresponde aclarar que el esquema de evaluación adoptado, sirve a un doble propósito: evaluar económicamente los daños producidos por inundaciones y definir un programa preventivo de control de las mismas. Este segundo aspecto no forma parte del

Oswaldo J. Cirnigliaro

presente trabajo, pero no está demás trazar los perfiles básicos de este programa.

De este modo, para la cada una de las regiones y subregiones definidas, debe elaborarse un diagnóstico y un plan de prevención de inundaciones dentro de cada cuenca hidrográfica. Para el diagnóstico, deben identificarse las causas de los problemas, registrarse sus efectos y evaluarse las medidas mediatas (como servicio de limpieza y mantenimiento del canal principal de los cursos de agua, atención y cuidado de la vegetación, desobstrucciones, arreglo de obras de arte, etc.) y mediatas (proyectos y obras) que deben adoptarse preventivamente.

Paralelamente a la conducta ingenieril, deben ser relevados los aspectos económicos y sociales, que se vinculan directamente a los efectos de las crecientes, que es la base de datos estadísticos desarrollada en este estudio. De esa forma, puede actuarse en la prevención de daños y en su evaluación económica, en forma simultánea.

**\* Desarrollo**



Los daños se clasifican de diversas formas, pero a efectos de esta guía se dividirán en tangibles e intangibles, de relación directa e indirecta, y de evaluación mediata o inmediata.

Los elementos de valuación tangibles son los resultantes de los daños causados a los medios de producción, tal como se los definiera en el Capítulo I, traduce la amplitud de la catástrofe acaecida a la economía y al Estado, y son susceptibles de ser expresados en unidades monetarias. Por el contrario, los daños intangibles como los causados al hombre y al medio ambiente no pueden transformarse en una significación monetaria, en razón de la elevada dosis de subjetividad implícita en su apreciación. No obstante que este trabajo se halla orientado hacia la evaluación de daños tangibles, existen criterios que serán expuestos para alcanzar a valuar algunos daños de carácter intangibles.

Los daños se clasifican asimismo en primarios o de relación directa y secundarios o de relación indirecta, en función de su inmediata o mediata apreciación con posterioridad a la producción del evento. Las enfermedades subsecuentes a los efectos de la inundación son un ejemplo del segundo tipo de daños. No deben confundirse con los daños inmediatos y retardados, porque estos se diferencian de aquellos en virtud del momento de la aparición.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Como consecuencia del reacomodamiento de los suelos, pueden aparecer desde grietas hasta inutilización de estructuras, con posterioridad a la finalización de la inundación.

Pueden contarse entre los daños retardados, la disminución de la oferta de mano de obra, como asimismo de los rendimientos de la población económicamente activa de bajos ingresos, con aumentos en la tasa de desempleo y subempleo; la reducción de la oferta de salud y educación; ~~escazes~~ <sup>escasez</sup> temporaria de alimentos e insumos básicos para la producción agrícola e industrial, entre otros.

A continuación se exponen los elementos integrantes del inventario inundable respectivamente codificados, junto a la información adicional necesaria coadyuvante a la evaluación, además de los criterios a seguir para realizar la misma. En todos los casos se establecerá una función del daño causado al sector por la inundación  $F(X)$ , acompañado de la fórmula de cálculo resultante  $D(X)$ , que servirá para la cuantificación del mismo.

0100 POBLACION

(esta tabla se la debe hacer para cada sector en la zona de inundación)

A pesar de tratarse de un elemento intangible, los efectos económicos sobre la misma pueden medirse en función de los gastos

necesarios para evacuar, alojar, proveer abrigo, medicamentos, transporte, asistencia sanitaria (preventiva y curativa), que posibiliten resguardar la vida de las personas hasta su reintegración al ambiente que pertenecen e incorporación al desarrollo normal de sus actividades. Debe contarse con una base de datos poblacionales distribuidos espacialmente en las regiones y subregiones, que son los siguientes:

- 010001 Cantidad de habitantes clasificados en urbanos y rurales
- 010002 Cantidad de habitantes clasificados por sexo
- 010003 Cantidad de habitantes discriminados en urbanos y rurales, clasificados por sexo
- 010004 Cantidad de habitantes clasificados por grupos de edad
- 010005 Listado de localidades del área inundable clasificadas de mayor a menor por número de habitantes
- 010006 Densidad de población
- 010007 Índice de urbanización
- 010008 Tasa de crecimiento intercensal de población urbana y rural
- 010009 Cantidad de nacimientos por lugar de residencia de la madre
- 010010 Cantidad de defunciones por lugar de residencia
- 010011 Defunciones infantiles clasificadas por lugar de

Osvaldo J. Cirnigliaro

residencia de la madre

010012 Tasa de mortalidad infantil clasificada por lugar de  
residencia de la madre

010013 Tasa de nupcialidad clasificada por lugar de residencia

010014 Tasa de mortalidad clasificada por lugar de residencia

010015 Tasa de crecimiento vegetativo

010016 Tasa de desempleo

010017 Cantidad de habitantes, superficie, densidad, índice de  
masculinidad e índice de urbanización, clasificado por  
localidad *no se tiene x la calidad*

010018 Población económicamente activa clasificados por la  
ocupación (agricultores, comerciantes, vendedores,  
empleados, artesanos, operarios y quehaceres domsticos)

010019 Estratificación de los ingresos de la población  
económicamente activa (estratos bajos, medios y medios  
altos).

Para estimar el valor económico de los daños en este rubro,  
resulta necesario relacionar algunos indicadores de la base  
estadística descripta con las variables que componen la estimación  
propiamente dicha. A efectos de objetivizar la estimación, se  
determina la siguiente función:

Osvaldo J. Cirnigliaro

*función de costo unitario de asistencia*

$$F(P) = F(P_a, D_u, D_t, G_{as}, G_{aj}, G_t, C_e, C_j)$$

$P_a$  = Población afectada

$D_u$  = Tiempo de inundación en días

$D_t$  = Número de días en que se prolonga la asistencia

$G_{as}$  = Gastos de asistencia

$G_{aj}$  = Gastos de asistencia y alojamiento de la población alojada

$G_t$  = Gastos de transporte de población evacuada

$C_e$  = Proporción unitaria de población evacuada/población afectada

$C_j$  = Proporción unitaria de población alojada/población evacuada

Todos los gastos son unitarios y diarios, siendo la unidad de medida de  $G_t$  los \$ gastados por persona y por viaje. *(en forma de \$ por familia)*

En consecuencia, la fórmula de cálculo es:

*fórmula de cálculo resultante que resulta de la ecuación de costos*

$$D(P) = P_a * [ C_e * G_t + G_{as} * D_u * (1 - C_e * C_j) + C_e * C_j * G_{aj} * D_u + G_{as} * D_t ]$$

No toda la población afectada es población evacuable, puesto que hay quiénes permanecen en sus viviendas y quiénes evacúan por sus propios medios.  $C_e$  mide el porcentaje de población afectada que

Osvaldo J. Cirnigliaro

debe ser evacuada y su valor varía entre 0 y 1, siendo que su valor característico puede girar en torno a 0.8.

Del mismo modo, tampoco toda la población evacuada debe ser alojada, en razón que hay quienes tienen posibilidades de alojarse en lugares privados asistidos por parientes, amigos o instituciones. Por tal motivo asimismo se establece una constante empírica  $C_j$ , cuyo valor numérico varía entre 0 y 1, con respecto a la población evacuada, siendo su valor característico aproximadamente 0.7.

La población afectada No evacuada genera un gasto de asistencia ( $G_{as}$ ) que contempla: asistencia médica (vacunación, asistencia médica y control sanitario); provisión de alimentos, elementos para defensa, combustible y transporte durante el tiempo  $D_u$  que dura la inundación, más un tiempo  $D_t$  en que superada la situación creada por el fenómeno, subsisten las condiciones de emergencia. Este tiempo  $D_t$  suele estimarse en treinta días.

La población evacuada [ $P_a.C_e$ ] y alojada [ $P_a.C_e.C_j$ ] genera un gasto de alojamiento  $G_{aj}$  que contempla: alojamiento, asistencia social (provisión de ropas, enseres domésticos, entretenimientos, etc.); asistencia médica (vacunas, medicamentos y control sanitario) y

Oswaldo J. Cirnigliaro

administrativos (horas extras del personal de la administración pública afectado, papelería, teléfono, luz, etc.).

Este costo deberá contemplar un tiempo  $D_u$  de inundación con un tiempo  $D_t$  de duración de la emergencia. Debe tenerse en cuenta un costo de transporte de  $G_t$  de la población evacuada, y para retorno al lugar de residencia.

#### 0200 VIVIENDAS

En materia de viviendas existentes en el área inundable, debe tenerse en cuenta que el peso en cuanto masa construída o como medida absoluta (kgs.) significa un importante aspecto de seguridad y estabilidad en las construcciones. Es necesario tener presente que la gran mayoría de las habitaciones populares y otro tipo de construcciones como escuelas y puestos sanitarios existentes en las áreas periféricas y rurales, son construídos en madera, cartones prensados, y otros materiales leves que son fácilmente destruídos por el efecto de las aguas, ya sea por la velocidad de impacto o por el grado de deterioro que le imprime el propio estancamiento.

En general por el tipo de construcción, las viviendas pueden clasificarse en tres categorías:

A. precaria, construída normalmente con materiales existentes en la zona (palos, telas, cartones, barro, vegetales), con una estructura de escasa o nula resistencia, con una superficie cubierta mínima (20 a 30 m<sup>2</sup>), que no cuentan con servicios de agua potable y evacuación de líquidos cloacales.

B. media, con materiales tradicionales u alternativos de construcción, con aberturas y alguna estructura con cierta resistencia, provista de servicios de agua potable y evacuación de líquidos cloacales a red o a pozos absorbentes.

C. normal, con materiales de construcción probados, provisión de agua potable, evacuación de líquidos cloacales, con servicios de luz, gas y que se hallen dotados de una estructura sismo-resistente.

Para las construcciones tipo A, lo aconsejable es proceder a su reemplazo por una construcción económica con servicios incorporados y una superficie cubierta que garantice la eliminación de la sobreocupación o hacinamiento. Dada la



imposibilidad de transferir estas viviendas para otros lugares, ya sea por el costo o por no alterar el significado histórico y económico de la ocupación, debe tratar de buscarse la forma más conveniente para adaptar las edificaciones existentes en el área inundable, y evitando al mismo tiempo a través de diversos mecanismos la proliferación de la modalidad apuntada en las nuevas construcciones.

En tanto en las construcciones tipo B y C, deben preverse reparaciones de distinto tipo como: capas aisladoras, aberturas, vidrios, reboques, pinturas, y limpieza de pozos absorbentes colmatados. El grado de deterioro provocado por una inundación en las construcciones B y C, se halla vinculado a la calidad de la construcción, antigüedad, localización, y orientación, de modo tal que debe determinarse una constante empírica  $K$  que vincule la superficie total construida en la zona afectada con la superficie ( $m^2$ ) a reparar, englobando en esta: las demoliciones, aberturas, techos, columnas, capas aisladoras, excavación de pozos absorbentes, construcción de cámaras sépticas, apuntalamientos, galerías internas, reboques, etc. Esta constante empírica  $K$  varía entre los valores 0 y 1.

La función se expresa de la siguiente manera:

Osvaldo J. Cirnigliaro

$$F(V) = F(N_1, S_1, C_1, S_2, C_2, K_b, S_3, C_3, K_c)$$

$N_1$  = Número de construcciones tipo A

$S_1$  = Superficie en  $m^2$  necesaria a construir por unidad

$C_1$  = Costo por metro cuadrado de construcción económica

$S_2$  = Superficie total existente en el área inundable de construcciones tipo B

$C_2$  = Costo unitario por metro cuadrado de construcción media estándar

$K_b$  = Constante empírica que determina el porcentaje de superficie deteriorada tipo B

$S_3$  = Superficie existente en el área inundable de construcciones tipo C

$C_3$  = costo unitario por metro cuadrado de construcción primera estándar

$K_c$  = Constante empírica que determina el porcentaje de superficie deteriorada tipo C

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(V) = N_1 * S_1 * C_1 + S_2 * C_2 * K_b + S_3 * C_3 * K_c$$

Osvaldo J. Cirnigliaro

La base estadística para la determinación de los elementos básicos para la evaluación de daños en este sector, debe estructurarse conforme a los indicadores que se detallan a continuación, clasificados por regiones y subregiones del área inundable.

- 020001 Cantidad de viviendas existentes de tipo A
- 020002 Cantidad de viviendas existentes de tipo B
- 020003 Cantidad de viviendas existentes de tipo C
- 020004 Tasa de crecimiento de la construcción de viviendas
- 020005 Cantidad de alojamientos alternativos disponibles
- 020006 Capacidad de construcción de albergues de emergencia
- 020007 Cantidad de viviendas construídas bajo sistemas de promoción clasificadas en unifamiliares y multifamiliares
- 020008 Cantidad y montos de créditos otorgados para la construcción y ampliación de viviendas
- 020009 Valor de la construcción, clasificado en privados, trabajos públicos provinciales y nacionales.

Asimismo es necesario disponer toda la información posible sobre los códigos vigentes para construcción de viviendas, planificación, organización del espacio y definición de elementos constructivos, y reordenamiento de los asentamientos humanos.

**Osvaldo J. Cirnigliaro**

Debe realizarse una valuación del parque de viviendas existentes para los distintos tipos señalados, siendo que la estimación de los daños para cada nivel de inundación, va a depender de la ponderación local que se da a las cargas hidrostática e hidrodinámica sobre las estructuras de las edificaciones en cada caso particular. Las primeras son el resultado de la acción del agua estancada de inundación en cualquier punto de contacto con la edificación. Ellas son iguales en todo sentido, actuando verticalmente sobre las superficies horizontales como pisos y losas, o lateralmente sobre las superficies de paredes y cimientos. En cambio, las cargas hidrodinámicas se hallan originadas por la acción de las aguas de inundación en torno de la estructura, siendo responsables por el desplazamiento horizontal de las edificaciones, siendo que a veces resultan separadas de sus estructuras de apoyo.

#### **0300. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS**

Se engloba en este concepto todos los daños producidos por las inundaciones, que afecten los componentes estructurales y el funcionamiento, y por ende la cantidad y calidad de los servicios que prestan, las dotaciones de edificaciones y equipos en materia sanitaria, educativa, de seguridad, de servicios públicos, de

**Oswaldo J. Cirnigliaro**

comunicaciones (vial, ferroviaria, aérea, naval, telefónica y correos) y servicio de agua y cloacas, red de gas, energía eléctrica y transporte de combustible.

Asimismo, como en los casos anteriores se presenta un listado de la base estadística necesaria a cada sector, de modo tal que permita calcular los indicadores del daño, como asimismo puedan servir a la planificación sectorial correspondientes como medio de minimizar las pérdidas.

Deben distinguirse los daños producidos al activo fijo y aquéllos que en alguna medida afecten a la prestación de servicios o funcionamiento como se señalara anteriormente. No es necesario que el daño a uno de los componentes afecte al resultado de la acción del organismo que la presta. Así puede darse el caso, que daños a la infraestructura sanitaria no afecten el servicio que presta, porque son inmediatamente reemplazables o sustituibles con el mismo grado de eficiencia, aunque el costo de la sustitución tenga que computarse como el valor económico del daño ocasionado.

Los distintos ítems son:

**0310 Social**

Osvaldo J. Cirnigliaro

Comprende el análisis correspondiente a la valuación de los problemas ocasionados al capital físico y al funcionamiento de los servicios sanitarios, educativos, de seguridad y de servicios públicos. Representa básicamente una evaluación del aparato del Estado en lo que hace a su accionar básico.

#### 03101 Sanitaria

Se halla compuesta básicamente por la red de hospitales y puestos sanitarios, públicos y privados, e institutos especializados. El parque automotor integrado por ambulancias, junto a la red de comunicaciones del sector componen la dotación de equipos. En consecuencia el daño a esta infraestructura puede ser expresado a partir de la función siguiente:

$$F(S) = F(N_{hi}, S_{1i}, C_1, N_{psi}, S_2, C_2, NI, K_I)$$

$N_{hi}$  = Hospitales existentes

$S_{1i}$  = Superficie a reconstruir por unidad de hospitales

$C_1$  = Costo de construcción de hospitales por metro cuadrado

$N_{psi}$  = Número de puestos sanitarios

$S_{2i}$  = Superficie a reconstruir por unidad de puestos sanitarios

Osvaldo J. Cirnigliaro

$C_2$  = Costo de construcción de puestos sanitarios por metro cuadrado

$NI$  = Valor de las instalaciones y equipos

$K_I$  = Constante empírica que determina el grado de deterioro de las instalaciones, cuyo valor varía entre 0 y 1.

La fórmula de cálculo queda expresada como sigue:

$$D(S) = C_1 \sum N_{hi} * S_{1i} + C_2 \sum N_{psi} * S_{2i} + NI * K_I$$

La base estadística clasificada por regiones y subregiones que servirá para alimentar al sistema de cálculo y evaluación de las pérdidas del sector como consecuencia de las inundaciones, debe aproximarse a la propuesta siguiente:

0310101 Cantidad de hospitales clasificados según el nivel de complejidad

0310102 Cantidad de puestos sanitarios clasificados según el material de construcción utilizado

0310103 Número de puestos sanitarios con y sin médicos permanentes

0310104 Número de puestos sanitarios con dotación de personal paramédico

- 0310105 Cantidad de establecimientos sanitarios privados, que se clasifiquen por especialidad médica
- 0310106 Número de camas disponibles en establecimientos oficiales y privados
- 0310107 Cantidad de establecimientos sanitarios distribuidos territorialmente
- 0310108 Personal profesional, técnico y auxiliar clasificado por establecimientos oficiales
- 0310109 Personal profesional, técnico y auxiliar por establecimiento privado
- 0310110 Número de camas disponibles clasificados por establecimientos oficiales y privados
- 0310111 Número de médicos y paramédicos clasificados por especialidad
- 0310112 Pacientes/días, porcentaje de ocupación de camas y promedio de estadía
- 0310113 Equipamientos del sector, clasificados en ambulancias, puestos fijos, red de comunicaciones e institutos especializados
- 0310114 Total de consultas normales clasificadas por especialidad y establecimientos sanitarios
- 0310115 Principales causas de egresos en establecimientos con internación



Osvaldo J. Círnigliaro

- 0310116 Cantidad de casos de enfermedades transmisibles de denuncia obligatoria
- 0310117 Inmunizaciones por tipos de vacunas
- 0310118 Bancos de sangre
- 0310119 Extracciones y transfusiones de sangre
- 0310120 Producción de monodrogas y fármacos.

También debe tenerse en cuenta la disponibilidad existente en materia de servicio de educadores en salud pública y el respectivo parque escolar, para conducir los programas de educación sanitaria.

El cómputo de las pérdidas en materias de servicios de salud, se incluye en este caso en los gastos extraordinarios de asistencia sanitaria a la población afectada.

#### 03102 Educativa

La infraestructura educativa se halla constituida por la red de escuelas públicas en sus distintos niveles, institutos especializados de diferentes tipos, e instituciones del sector privado, además de los edificios públicos donde operan las sedes administrativa y ejecutiva del sector educativo. En consecuencia

Osvaldo J. Cirnigliaro

los daños por inundaciones pueden afectar el capital físico y el funcionamiento de los distintos servicios que presta. En el primer caso el valor económico del daño, se expresa a partir de la función siguiente:

$$F(E_K) = F(N_{ei}, S_{1i}, C_1, N_{ai}, S_{2i}, C_2)$$

$N_{ei}$  = Cantidad de establecimientos escolares

$S_{1i}$  = Superficie a reconstruir por unidad escolar

$C_1$  = Costo de construcción de escuelas por metro cuadrado

$N_{ai}$  = Número de edificios administrativos

$S_{2i}$  = Superficie a reconstruir por unidad administrativa

$C_2$  = Costo de construcción de unidades administrativas por  $m^2$

Y la fórmula de cálculo es:

$$D(E_K) = C_1 \sum N_{ei} * S_{1i} + C_2 \sum N_{ai} * S_{2i}$$

La base estadística estará compuesta por los siguientes indicadores:

0310201 Nivel pre-primario. Alumnos y establecimiento por nivel y jurisdicción

- 0310202 Nivel pre-primario. Establecimientos, secciones, docentes  
matrícula
- 0310203 Nivel primario común. Distribución de establecimientos,  
docentes, matrículas y egresados por régimen oficial y  
privado
- 0310204 Nivel primario común. Idem anterior, clasificado por sexo
- 0310205 Nivel primario adulto. Distribución de establecimientos,  
secciones, docentes, matrícula por sexo y egresados
- 0310206 Nivel primario diferencial. Establecimientos, secciones,  
docentes y matrícula, clasificado por dependencia y sexo
- 0310207 Nivel post - primario. Establecimientos, docentes,  
matrícula y modalidades, clasificados por dependencia y  
sexo
- 0310208 Nivel medio. Establecimientos nacionales y provinciales,  
docentes y matrícula final, clasificada por régimen  
oficial y privado
- 0310209 Cantidad de egresados nacionales y provinciales, oficial  
y privado, clasificados por sexo
- 0310210 Nivel superior no universitario. Cantidad de docentes,  
establecimientos, matrícula y egresados, clasificados por  
dependencia
- 0310211 Nivel superior universitario. Establecimientos, docentes,  
matrícula y egresados, clasificados por dependencia

Oswaldo J. Cirnigliaro

0310212 Nivel superior universitario. Alumnos inscriptos clasificados por sexo y egresados, según universidades e institutos

0310213 Enseñanza parasistemática. Formación profesional.

En el caso de los servicios educativos, se pueden computar como perdidas el monto de los salarios caídos en el sector público y privado, más los ingresos que deja de percibir el sector privado, y los gastos adicionales para cubrir los servicios educativos mientras dure la inundación, como un servicio de educación a distancia implementado como supletorio en algunos casos, y los gastos extraordinarios de recuperación de clases perdidas. En este caso la función es:

$$F(E_S) = F(D_u, W_{dp}, Q_{dp}, W_{dv}, Q_{dv}, I_{Ev}, G_{Ee})$$

$D_u$  = Duración de la inundación en días

$W_{dp}$  = Salario medio diario del docente público

$Q_{dp}$  = Cantidad de docentes públicos

$W_{dv}$  = Salario medio diario del docente privado

$Q_{dv}$  = Cantidad de docentes privados

$I_{Ev}$  = Gastos adicionales diarios de educación a distancia

$G_{Ee}$  = Gastos extraordinarios para recuperación de clases con

Osvaldo J. Cirnigliaro

posterioridad a la inundación.

La fórmula de cálculo es:

$$D(E_g) = D_u [(W_{dp} * Q_{dp} + W_{dv} * Q_{dv}) + I_{Ev}] + G_{Ee}$$

#### 03103 SEGURIDAD Y SERVICIOS PUBLICOS

Dentro de este rubro se examina la evaluación económica de daños del sector Seguridad, que involucra al accionar de todas las fuerzas policiales provinciales y nacionales actuantes en el área inundable, como un elemento típico de análisis del accionar del Estado.

El sector seguridad se ve afectado especialmente en los edificios públicos que le sirven de sede administrativa, y que reconocen una distribución espacial a partir de la red de comisarias y delegaciones policiales. El equipamiento del sector basado en material rodante y armamentos, básicamente no es susceptible de sufrir daños en razón de la facilidad de su desplazamiento. En el primer caso resulta aplicable el temperamento adoptado para el

Osvaldo J. Cirnigliaro

resto de los edificios y construcciones públicas. El efecto se puede calcular a partir de la siguiente función:

$$F (SE_K) = F (N_{gi} , S_{gi} , C_1 , N_{di} , S_{di} , C_2)$$

$N_{gi}$  = Cantidad de comisarías, delegaciones y puestos policiales

$S_{gi}$  = Superficie a reconstruir por unidad de seguridad

$C_1$  = Costo de construcción de unidades de seguridad por  $m^2$

$N_{di}$  = Número de edificios y construcciones administrativos

$S_{di}$  = Superficie a reconstruir por unidad administrativa

$C_2$  = Costo de construcción de unidades administrativas por  $m^2$

$$D (SE_K) = C_1 \sum N_{gi} * S_{gi} + C_2 \sum N_{di} * S_{di}$$

La base de datos estadísticos que resulta necesario estructurar, se presenta a continuación:

0310301 Cantidad de comisarías, delegaciones y puestos policiales estatales, nacionales, provinciales o municipales

0310302 Número de unidades carcelarias e institutos de detención

0310303 Número de unidades de bomberos oficiales y comunitarias

0310304 Número de unidades de servicios especiales de seguridad brindados a la comunidad

Osvaldo J. Cirnigliaro

- 0310305 Cantidad de efectivos en operaciones de seguridad pública y de apoyo logístico y administrativo
- 0310306 Cantidad de delitos cometidos, clasificados por tipo
- 0310307 Cantidad de infracciones y contravenciones a leyes de orden público
- 0310308 Cantidad de personas detenidas por período considerado clasificadas por faltas y reincidencias, sexo y edad

Con respecto a la evaluación de daños por interrupción de servicios, es aplicable la siguiente función:

$$F (SE_S) = F (D_u , W_s , Q_s , I_s , G_{Es} , K_t)$$

$D_u$  = Duración de la inundación en días

$W_s$  = Salario medio diario del personal de seguridad público

$Q_s$  = Cantidad de agentes de seguridad públicos

$I_s$  = Ingreso medio diario de las agencias privadas de seguridad

$G_{Es}$  = Gastos extraordinarios diarios de seguridad durante y después de la inundación.

$K_t$  = Número de días en que se prolonga la acción de seguridad con posterioridad al evento.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

Osvaldo J. Cirnigliaro

$$D (SE_S) = D_u (W_S * Q_S + I_S) + G_{ES} * (K_t + D_u)$$

#### 03104 SERVICIOS PUBLICOS

Con excepción de los sectores productivos, además de vivienda, salud y educación, que tienen características particulares, el resto de los servicios que presta el Estado son susceptibles de una apreciación similar en esta materia.

En lo que respecta al daño producido en edificios y construcciones públicas que se hallen afectadas a la prestación de dichos servicios, es aplicable la siguiente generalización:

$$F (SP_K) = F (N_{ij} , S_{ij} , C_{ij} , IP , K_j)$$

siendo i = edificios, y j = equipos

$N_{ij}$  = Cantidad de edificios, clasificados en nacionales, provinciales, municipales y comunales

$S_{ij}$  = Superficie a reconstruir por cada edificio público

$C_{ij}$  = Costo por m<sup>2</sup> de reconstrucción o por unidad de equipamiento

IP = Valor económico de las instalaciones

$K_j$  = Constante empírica que determina el grado de deterioro de



Oswaldo J. Cirnigliaro

las instalaciones, cuyo valor varía entre 0 y 1.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D (SP_K) = C_{ij} \sum N_{ij} * S_{ij} + IP * K_j$$

La base estadística del sector es la siguiente:

031041 Número de inmuebles, edificios y construcciones que sirven de sede administrativa al Estado nacional, provincial y municipal

031042 Número de empleados estatales, clasificados por sector: nacional, provincial y/o municipal y por repartición

En el caso de interrupción de servicios públicos, se aplica la función expuesta a continuación:

$$F (SP_S) = F (D_w , W_{sp} , Q_{sp} , IR_p)$$

$D_w$  = Días de servicio público interrumpido

$W_{sp}$  = Salario medio diario del empleado público

$Q_{sp}$  = Cantidad de empleados públicos activos

$IR_p$  = Interés diario por postergación de recaudación

Osvaldo J. Cirnigliaro

La fórmula de cálculo se estructura como sigue:

$$D (SP_s) = 1,10 D_u [W_{sp} * Q_{sp} + IR_p]$$

### 0320 Comunicaciones

Dentro del sistema de comunicaciones que compone el inventario inundable, se incluyen las instalaciones telefónicas, telegráficas, de correos; la red vial principal y secundaria y sus respectivas instalaciones que comprenden vías de acceso, obras de arte, túneles, puentes, alcantarillas, refugios; red ferroviaria, incluyendo vías férreas, estaciones e instalaciones de reparación de material ferroviario; red de tráfico aéreo, que comprende aeropuertos y pistas de aterrizajes; red de tránsito naval que abarca puertos, atracaderos, muelles y señalizaciones.

#### 03201 Red vial

La red vial de cualquier provincia está compuesta de caminos pavimentados, ya sea con asfalto u hormigón, y pueden ser nacionales o provinciales, caminos consolidados generalmente con cubierta de ripio (piedra de tamaño irregular), caminos de tierra

y calles de la zona urbana. Generalmente el segundo y el terceros componen la red vial secundaria y su construcción, reparación y mantenimiento se hallan a cargo de los gobiernos provinciales y/o municipales. La función adoptada para calcular el daño producido al capital físico del sector es la siguiente:

$$F(VI_K) = F(R_{trp}, L_{trp}, C_{trp}, O_v, S_v, C_v)$$

donde: t = tierra; r = ripio; p = pavimento

$R_{trp}$  = Red vial

$L_{trp}$  = Longitud a reconstruir por unidad

$C_{trp}$  = Costo de construcción de caminos por kilómetro

$O_v$  = Cantidad y extensión de obras de arte

$S_v$  = Superficie de obras de arte a reconstruir por unidad

$C_v$  = Costo de reconstrucción de obras de arte por  $m^2$

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(VI_K) = \sum L_{trp} * C_{trp} + \sum S_v * C_v$$

La base de datos para el cálculo y estimación del daño producido en la red vial sujeta a riesgo en el área inundable, debe

Oswaldo J. Cirnigliaro

estructurarse del siguiente modo, clasificada por regiones y subregiones que componen la unidad bajo análisis:

- 0320101 Longitud de caminos de la red primaria y secundaria clasificados por su pertenencia a la nación, provincia, o municipio
- 0320102 Número de campamentos y puestos móviles de la repartición pública encargada de su mantenimiento, con la dotación de hombres y equipos asignada
- 0320103 Tráfico medio diario anual para servicio de carga
- 0320104 Tráfico medio diario anual para servicio de transporte de pasajeros, clasificados por líneas urbanas e interurbanas
- 0320105 Movimiento anual de las empresas de transporte automotor con datos de: cantidad de líneas en explotación, coches en existencia, coches en servicios, asientos disponibles promedio, pasajeros transportados, kilómetros recorridos, consumo de combustible, recaudación y personal ocupado
- 0320106 Tráfico medio diario anual de vehículos particulares.

Para el cálculo de los daños al servicio que prestan las rutas al transporte de carga y pasajeros, en el caso de interrupción total, puede adoptarse la siguiente función:



Osvaldo J. Cirnigliaro

$$F (VI_S) = F (D_u , K_p , V_c , I_{mc} , V_p , I_{mp} , V_t , K_t , P_p)$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del tránsito

$K_p$  = Constante empírica cuyo valor oscila entre 0 y 1, y que representa el grado de interrupción del tránsito, siendo 1 en caso de interrupción total

$V_c$  = Volúmen del tránsito de vehículos de carga, expresado como toneladas promedio diario anual transportadas

$I_{mc}$  = Ingreso medio diario por tonelada transportada

$V_p$  = Volúmen del tránsito de colectivos de transporte de pasajeros

$I_{mp}$  = Ingreso medio diario del servicio de colectivos de pasajeros

$V_t$  = Volúmen de tránsito de vehículos particulares, expresado tráfico medio diario anual (TMDA)

$K_t$  = Constante empírica promedio del valor de  $I_{mc}$  e  $I_{mp}$

$P_p$  = Valor medio del costo de peaje.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D (VI_S) = D_u * K_p * [V_c * I_{mc} + V_p * I_{mp} + V_t * K_t + P_p (V_c + V_p + V_t)]$$

03202 Red ferroviaria



Los daños al capital físico deben estimarse en función de la destrucción de vías, material rodante y en estaciones y edificaciones públicas. En los dos últimos casos, como asimismo en otras construcciones públicas incluídas en el rubro de infraestructura, resulta aplicable la metodología usada para vivienda, y edificios públicos, variando únicamente el costo unitario de construcción por metro cuadrado.

En el caso de la afectación de vías férreas, se adopta la siguiente función:

$$F (F_K) = F (RV_{ag} , L_{ag} , C_{ag} , O_{fk} , S_f , C_f)$$

donde: a = trocha ancha; g = trocha angosta

$RV_{ag}$  = Red ferroviaria

$L_{ag}$  = Longitud a reconstruir por unidad

$C_{ag}$  = Costo de reconstrucción de vías férreas por kilómetro

$O_{fk}$  = Cantidad y extensión de obras de arte

$S_f$  = Superficie de obras de arte ferroviarias a reconstruir por unidad

$C_f$  = Costo de reconstrucción de obras de arte por  $m^2$

Osvaldo J. Cirnigliaro

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(F_K) = \sum L_{agi} * C_{agi} + \sum S_{fi} * C_{fi}$$

La información básica debe estructurarse en series estadísticas como sigue:

0320201 Movimiento del tráfico ferroviario de pasajeros, que se clasifican en generales y locales

0320202 Movimiento del tráfico ferroviario de cargas, que se clasifican por línea ferroviaria

Para evaluar el costo de servicio interrumpido total o parcialmente por el efecto de la inundación, se determina la función siguiente:

$$F(F_S) = F(D_u, K_p, T_{ra}, C_{ta}, T_{rg}, C_{tg}, P_m, V_m)$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del tránsito

$K_p$  = Constante empírica cuyo valor oscila entre 0 y 1, y que representa el nivel de interrupción del tránsito, siendo 1 el caso de interrupción total

$T_{ra}$  = Volumen de tránsito medio de trenes de carga, expresado como

Oswaldo J. Cirnigliaro

toneladas promedio diario anual transportadas por trocha ancha

$C_{ta}$  = Tarifa promedio por tonelada transportada por trocha ancha

$T_{rg}$  = Volumen de tránsito medio de trenes de carga, expresado como toneladas promedio diario anual transportadas por trocha angosta

$C_{tg}$  = Tarifa promedio por tonelada transportada por trocha angosta

$P_m$  = Número de pasajeros medio diario transportado

$V_m$  = Valor del pasaje promedio por pasajero transportado.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(FS) = D_u * K_p * (T_{ra} * C_{ta} + T_{rg} * C_{tg} + P_m * V_m)$$

Normalmente las vías férreas son las que menor daño sufren, en razón de la altura de los terraplenes en que se hallan ubicadas.

### 03203 Red Aérea

Este es un caso similar al de la red ferroviaria, por cuanto solo pueden ser afectadas las instalaciones de las estaciones aéreas, y solo en casos muy fortuitos las aeronaves, puesto que siempre existe la posibilidad de ponerlas fuera de peligro. No obstante



debe señalarse que el daño producido en pistas de aterrizajes en el interior de los territorios inundables, puede ser importante a los efectos de la prestación de auxilio a zonas aisladas por la inundación. En el caso de los daños a pistas, pueden calcularse de un modo similar a la evaluación del daño a carreteras, mientras que en el caso de las instalaciones afectadas deberá tomarse en cuenta el tratamiento recomendado para los edificios públicos.

Con respecto a los servicios públicos que deja de brindar, se establece la siguiente función:

$$F(A) = F(D_u, V_n, T_c, T_{nc}, C_{vc}, P_n, T_p, C_{vp})$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del tránsito aéreo

$V_n$  = Cantidad de vuelos promedio diario

$T_c$  = Volumen de tránsito medio de carga aérea, expresado como toneladas promedio diario anual transportadas

$T_{nc}$  = Tarifa normal promedio por tonelada de carga aérea

$C_{vc}$  = Costo variable normal promedio por tonelada de carga aérea

$P_n$  = Volumen de tránsito medio de pasajeros aéreo, expresado como personas promedio diario anual transportadas

$T_p$  = Tarifa normal promedio por transporte aéreo por pasajero

$C_{vp}$  = Costo variable normal promedio por transporte aéreo por

Osvaldo J. Cirnigliaro

pasajero.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(A) = D_u * V_n * [T_c * (T_{nc} - C_{vc}) + P_n * (T_p - C_{vp})]$$

Todos los costos y tarifas deben ser para vuelos regulares, adicionándose un valor estimativo proporcional por el tráfico aéreo no regular.

La base estadística para el sector debe componerse de los siguientes indicadores clasificados por regiones y/o subregiones:

- 0320301 Tráfico aéreo mensual y promedio diario anual de pasajeros clasificado en arribados y salidos
- 0320302 Tráfico aéreo de cargas mensual y promedio diario anual en toneladas o kilogramos, clasificados en arribados y salidos
- 0320303 Número de vuelos no regulares, clasificados en carga y pasajeros
- 0320304 Aeropuertos afectados al transporte de pasajeros y cargas
- 0320305 Cantidad de pistas de aterrizaje clasificadas en precarias y consolidadas

Osvaldo J. Cirnigliaro

0320306 Cantidad de aeroclubes privados con disponibilidad de máquinas aéreas, clasificadas en aviones y helicópteros

03204 Red Naval

También en este caso es necesario distinguir los daños causados a instalaciones portuarias, a edificios y al sistema de señalización para garantizar la navegabilidad de los cursos de agua. Asimismo, se debe incluir dentro del cómputo de los daños causados por la inundación, los producidos a los servicios públicos que se deja de brindar.

En el caso de las instalaciones y edificios públicos o privados afectados, es de aplicación el tratamiento recomendado específicamente para estos inconvenientes, debiendo adicionarse al costo de reparación y/o reconstrucción, el valor por la pérdida de los granos que se hallan en los silos del puerto.

Para los daños al activo fijo se definió la función siguiente:

$$F(N_K) = F(N_{fe}, S_{fe}, C_{fe}, IP, K_j, Q_{ti}, P_i, D_{ai})$$

siendo f = edificios, y e = equipos

Osvaldo J. Cirnigliaro

- $N_{fe}$  = Cantidad de edificios en puerto y administrativos, equipos e instalaciones
- $S_{fe}$  = Superficie a reconstruir por cada edificio público y/o equipos e instalaciones a reparar o reemplazar
- $C_{fe}$  = Costo por  $m^2$  de reconstrucción o por unidad de equipamiento
- $IP$  = Valor económico de las instalaciones
- $K_j$  = Constante empírica que determina el grado de deterioro de las instalaciones, cuyo valor varía entre 0 y 1.
- $Q_{ti}$  = Cantidad almacenada de granos, donde  $i$  = trigo, maíz, soja, sorgo, etc.)
- $P_i$  = Precio de mercado para cada producto almacenado
- $D_{ai}$  = Tasa de destrucción de los productos almacenados.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(N_K) = \sum S_{fei} * C_{fei} + IP * K_j + \sum Q_{ti} * P_i * D_{ai}$$

La base de datos estadísticos debe estructurarse en función de los siguientes indicadores:

0320401 Tráfico naval mensual y promedio diario anual de pasajeros clasificado en arribados y salidos, y por compañía de navegación

Oswaldo J. Cirnigliaro

- 0320402 Tráfico naval de cargas mensual y promedio diario anual en toneladas, clasificados en arribados y salidos, y por compañía de navegación
- 0320403 Número de viajes no regulares, clasificados en carga y pasajeros.
- 0320404 Cantidad de puertos y embarcaderos afectados al transporte de pasajeros y carga
- 0320405 Cantidad de silos y elevadores existentes clasificados por capacidad e infraestructura
- 0320406 Capacidad de los atracaderos
- 0320407 Cantidad de boyas y balizas utilizadas en señalización para orientar la navegación marítima o fluvial.

En el caso del cálculo del valor económico de los daños por los servicios navales que se dejan de prestar, es aplicable la función siguiente:

$$F(N_S) = F(D_u, K_p, B_n, T_{cn}, t_{nc}, C_{vc}, P_n, t_p, C_{vp})$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del tránsito naval  
 $K_p$  = Constante empírica cuyo valor oscila entre 0 y 1, y que representa el grado de interrupción del tránsito, siendo 1 el caso de interrupción total

Osvaldo J. Cirnigliaro

$B_n$  = Cantidad de barcos arribados y salidos por día

$T_{cn}$  = Volumen de tránsito medio de carga naval, expresado como toneladas promedio diario anual transportadas

$t_{nc}$  = Tarifa normal promedio por tonelada de carga naval

$C_{vc}$  = Costo variable normal promedio por tonelada de carga naval

$P_n$  = Volumen de tránsito medio de pasajeros naval, expresado como personas promedio diario anual transportadas

$t_p$  = Tarifa normal promedio por transporte naval por pasajero

$C_{vp}$  = Costo variable normal promedio por transporte naval por pasajero.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D (NS1) = D_u * K_p * B_n * [T_{cn} * (t_{nc} - C_{vc}) + P_n * (t_p - C_{vp})]$$

El otro concepto es el referido a la señalización del río que sufre daños por efectos de las inundaciones. En este caso la función es:

$$F (NS2) = F (B_s , C_b , B_z , C_{bz})$$

$B_s$  = Cantidad de boyas perdidas

$C_b$  = Costo unitario de las boyas

Osvaldo J. Cirnigliaro

$B_z$  = Cantidad de balizas perdidas

$C_{bz}$  = Costo unitario de las balizas

La fórmula de cálculo de los daños es la siguiente:

$$D (N_{S2}) = B_s * C_b + B_z * C_{bz}$$

#### 03205 Red Telefónica y correos

Son dos tipos de daños verificables en materia telefónica y de correos como consecuencia de inundaciones, los producidos en las centrales telefónicas y en las oficinas de correos, y aquéllos verificables en las redes de distribución a nivel urbano, rural y domiciliario.

La función establecida en este caso, es:

$$F (T_K) = F (N_{tc} , S_1 , C_1 , R_{tc} , L_{tc} , C_2)$$

donde t = telefónico, y c = correo y telégrafos

$N_{tc}$  = Cantidad de edificios de empresas telefónicas y de correos, áreas técnicas y administrativas

$S_1$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

Osvaldo J. Cirnigliaro

$C_1$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$R_{tc}$  = Red de teléfonos y de correo y telégrafos

$L_{tc}$  = Longitud de las redes telefónicas y telegráficas a reconstruir por unidad

$C_2$  = Costo de reconstrucción de redes telefónicas y telegráficas por km.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(T_K) = \sum [C_{1i} * N_{tci} * S_{1i}] + C_2 \sum R_{tci} * L_{tci}$$

El material de base estadística del sector, es:

0320501 Cantidad de sistemas telefónicos existentes, clasificados en automáticos, semi-automáticos, batería central y local y estaciones de telefonía rural

0320502 Cantidad de centrales y cabinas telefónicas

0320503 Número de líneas telefónicas clasificadas por tipo de usuarios: reparticiones públicas, actividades varias, profesionales, sindicatos, casas de familias, etc.

0320504 Recaudación mensual por nuevas instalaciones y pago de abonos, llamadas internacionales, multas y sobrecargos

0320505 Movimiento de correos y telecomunicaciones en número de



piezas de: correspondencia simple y certificada;  
encomiendas de expedición interna (con valor declarado,  
con retorno, expreso, aéreas, con envases vacíos, etc.)

0320506 Giros emitidos, despachos expedidos y despachos recibidos

0320507 Recaudación por ventas de timbres, publicaciones, valores  
fiscales, estampillas, franqueos, comisiones, etc.

En el caso de los servicios que se dejan de prestar como  
consecuencias directas de la inundación producida, se establece la  
siguiente función:

$$F(T_S) = F(D_u, IM_C, IM_{cp}, CV_C, CV_{cp})$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del servicio de correos  
y telégrafos

$IM_C$  = Ingreso medio diario de empresas de correos del sector  
público

$IM_{cp}$  = Ingreso medio diario de empresas de correos del sector  
privado

$CV_C$  = Costo variable medio diario de empresas de correos del  
sector público

$CV_{cp}$  = Costo variable medio diario de empresas de correos del  
sector privado

Osvaldo J. Cirnigliaro

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(T_S) = D_u * [ (IM_C - CV_C) + (IM_{CP} - CV_{CP}) ]$$

### 0330 Sistema de suministro de líquidos y gases

Comprende básicamente la evaluación de daños en la provisión de agua, en la evacuación de líquidos cloacales, en los desagües, en la provisión de energía eléctrica y en el suministro de gas domiciliario e industrial.

#### 03301 Agua potable y cloacas

Las roturas, descalces y obstrucción de la red de saneamiento básico está en función del grado de exposición de la misma. En efecto, la distancia de la red a la superficie es muy importante porque de la cantidad de material con que la misma esté "tapada", va a depender que reciba en mayor o menor grado las ondas de presión que le transmiten desde la superficie, por ejemplo, el paso de un vehículo pesado. A mayor "tapada", mayor protección. En el caso de inundaciones, la exposición de la red facilita las roturas por el arrastre o el impacto de las aguas. También tiene

Oswaldo J. Cirnigliaro

importancia el tipo de material usado en la red, ya sea hierro fundido, fibrocemento, hormigón o PVC.

En el caso de plantas, ya sean tomas de agua o tratamiento de ésta y de líquidos cloacales, el daño se materializa a través del enlamado, enlodado y en la acumulación de telas, cartones y material diverso. O sea que las soluciones pasan por el reemplazo de las cañerías rotas y la limpieza en el caso de las plantas.

En el caso de la provisión de agua potable, a los efectos del cálculo de daños, se consideran tres tipos de cañería en la red, conforme a los diferentes diámetros de la misma: a. maestra, b. distribución y c. domiciliaria. Y en el caso de la red de cloacas también se subdivide en tres: a. colectora máxima, b. colectora y c. domiciliaria.

Los costos de reposición por metro lineal de cañerías dependerán del diámetro de cada una de ellas, lo mismo que el grado de exposición. El grado de afectación de la infraestructura de saneamiento básico, se determinará de la siguiente forma:

$$F (AP_{K1}) = F (C_p , N_{paj} , C_{aj} , K_{aj} , L_{aj})$$

para i [agua, cloaca] y j [tipo de cañería]

Osvaldo J. Cirnigliaro

$C_p$  = Costo de limpieza de planta

$N_{paj}$  = Número de plantas de tratamiento

$C_{aj}$  = Costo de reposición (provisión y colocación) de la cañería  
por metro lineal

$K_{aj}$  = Constante empírica que determina el grado de afectación

$L_{aj}$  = Longitud de cañería existente

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D (AP_{K1}) = C_p * N_{paji} + \sum C_{aji} * K_{aji} * L_{aji}$$

La información estadística básica para el cálculo del daño en este sector es la siguiente:

0330101 Red de distribución de agua potable. Distribución territorial

0330102 Longitud de la red de distribución de agua, clasificada por el diámetro de las cañerías existentes

0330103 Plantas potabilizadoras existentes con su respectiva capacidad y descripción de instalaciones

0330104 Diques y reservorios de agua para potabilizar

0330105 Red de evacuación de cloacas. Distribución territorial

Osvaldo J. Cirnigliaro

0330106 Longitud de la red cloacal, clasificada por el diámetro de las cañerías existentes

0330107 Plantas depuradoras y de tratamientos de líquidos cloacales

0330108 Red de canales de desagües. Longitud, ancho, profundidad y material de revestimiento

En el caso de los daños en canales maestros y de desagües, la función es la siguiente:

$$F (AP_{K2}) = F (L_c , S_1 , C_1)$$

$L_c$  = Cantidad de canales de desagües

$S_1$  = Superficie a reconstruir por unidad

$C_1$  = Costo de reconstrucción de canales por  $m^2$ ,

siendo la fórmula de cálculo del daño, la siguiente:

$$D (AP_{K2}) = C_1 * \sum L_{ci} * S_{1i}$$

03302 Energía Eléctrica

Osvaldo J. Cirnigliaro

Para encarar la evaluación del daño en este sector, debe computarse la afectación del activo fijo en las plantas de generación , así como el efecto que se produce en la red de distribución, sea que se trate líneas de media y alta tensión, subestaciones de rebaje, o de las redes primaria y secundaria.

A los efectos del cálculo, las subestaciones de rebaje donde funcionan transformadores, interruptores y seccionadores, se asimilarán al activo fijo. De este modo se establece la siguiente función:

$$F(W_K) = F(N_e, S_1, C_1, I_e, K_e)$$

$N_e$  = Cantidad de edificios, construcciones, usinas, y sedes técnicas y administrativas del sector

$S_1$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_1$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$I_e$  = Valor económico de las instalaciones y equipos existentes

$K_e$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

La fórmula de cálculo es la siguiente:

Osvaldo J. Cirnigliaro

$$D (W_K) = \sum C_{1i} * S_{1i} + I_e * K_e$$

Un modo alternativo de cálculo consiste en determinar la disminución en KW de la capacidad generadora de la planta como consecuencia de la inundación, y multiplicarla por un valor estimado del KW instalado.

La base estadística que debe tenerse en cuenta para el sector es la siguiente:

- 0330201 Producción de electricidad por servicio público
- 0330202 Potencia instalada
- 0330203 Generación anual por planta de suministro
- 0330204 Centrales eléctricas existentes
- 0330205 Abastecimiento de energía eléctrica, con listado de los Subsistemas existentes
- 0330206 Consumo de energía eléctrica por sectores y total de usuarios
- 0330207 Líneas de transmisión en servicios del Estado y de empresas privadas
- 0330208 Sistemas interconectados existentes
- 0330209 Consumo específico y costo operativos realizados en

Oswaldo J. Cirnigliaro

centrales térmicas

El criterio aplicable en la afectación de los servicios de energía eléctrica, es computar como pérdida de ingreso el período de inundación no facturado. En tal sentido, la "zona afectada" será aquella donde efectivamente no se preste el servicio en términos comerciales, aunque se brinde un servicio de emergencia no facturable. Se adopta la función que sigue:

$$F (W_S) = F (N_u , C_u , D_u)$$

$N_u$  = número de usuarios según cada categoría

$C_u$  = monto diario de factura promedio según categorización de la empresa

$d_u$  = días de afectación

La fórmula de cálculo es:

$$D (W_S) = d_u * \sum N_{ui} * C_{ui}$$

03303 Gas



Los criterios aplicables son similares a los del suministro de fluido eléctrico, siendo poco probable que existan daños a los gasoductos, y en la distribución pueden verse afectadas las cámaras de regulación, plantas reguladoras aéreas y válvulas de bloqueo. De todas maneras si se toman estas estaciones y subestaciones de distribución como capital fijo, pueden computarse los daños partir de la siguiente función:

$$F(G_K) = F(N_g, S_1, C_1, I_g, K_g)$$

$N_g$  = Cantidad de edificios y plantas, construcciones y oficinas técnicas y administrativas del sector

$S_1$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_1$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$I_g$  = Valor económico de instalaciones y equipos existentes, incluídas estaciones reguladoras

$K_g$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(G_K) = \sum [C_{1i} * S_{1i}] + I_{gi} * K_{gi}$$

Oswaldo J. Cirnigliaro

La base estadística a considerar, es la siguiente:

- 0330301 Capacidad de almacenamiento de gas de las plantas distribuidoras
- 0330302 Consumo de gas natural por categoría de usuarios
- 0330303 Consumo de gas licuado por categoría de usuarios
- 0330304 Total de usuarios clasificados por uso de gas de red natural y gas licuado
- 0330305 Extensión de la red de gas
- 0330306 Tanques de almacenamiento de gas y capacidad respectiva
- 0330307 Volúmenes de venta totales de YPF en plantas locales

Los servicios de distribución de gas, difícilmente se vean afectados, lo que va a depender del nivel de inundación hipotético. Si así lo fuera, se computarán como pérdida los ingresos no facturados en el período de inundación. Del mismo modo que en energía eléctrica, la "zona afectada" será aquella donde efectivamente no se preste el servicio en términos comerciales, aunque se brinde un servicio de emergencia no facturable. Se establece la función que sigue:

$$F(G_S) = F(N_{gu}, d_u, C_j)$$

Oswaldo J. Cirnigliaro

$N_{gu}$  = número de usuarios de gas según cada categoría, residencial  
o industrial

$d_u$  = días de afectación

$C_j$  = factura promedio emitida por la empresa para cada categoría

La fórmula de cálculo es:

$$D(G_s) = d_u * \sum N_{gui} * C_{ji}$$

#### 03304 Almacenaje, transporte y distribución de combustibles

Las pérdidas que pueden verificarse en este concepto, pueden ser importantes no solo por el daño al capital físico que incluye las plantas de almacenamiento, obras civiles, máquinas de bombeo y depósitos y tanques, con el correspondiente deterioro a los productos allí almacenados, sino también a consecuencia de los efectos indirectos. La característica común de los daños a los servicios proporcionados por el sistema de suministros de líquidos y gases, tales como energía eléctrica, gas, agua potable y combustibles en general, es que producen una merma significativa en la actividad económica de la estructura productiva. Pero en el caso de los combustibles, adicionalmente el derrame de los mismos

Oswaldo J. Cirnigliaro

produce efectos contaminantes sobre el medio ambiente, daño difícil de cuantificar.

No obstante para las pérdidas por daño al capital físico, se considera la siguiente función:

$$F(C_K) = F(N_b, S_i, C_i, I_b, K_b, Q_{cl}, P_{cl})$$

$N_b$  = Cantidad de edificios, plantas de almacenamiento, depósitos, tanques, construcciones y estaciones de servicios

$S_i$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_i$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$I_b$  = Valor económico de Instalaciones y equipos existentes

$K_b$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

$Q_{cl}$  = Cantidad de combustibles y lubricantes

$P_{cl}$  = Precios de combustibles y lubricantes

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(C_K) = C_i \sum N_{bi} * S_{1i} + I_b * K_b + \sum Q_{cl} * P_{cl}$$

Osvaldo J. Cirnigliaro

Para el cálculo del daño como consecuencia de la suspensión de la venta de combustible, se tiene:

$$F(C_S) = F(D_u, L_{ci}, P_{ci}, L_{li}, P_{li})$$

$D_u$  = Duración en días de la interrupción del suministro  
 $L_{ci}$  = Litros de combustibles vendidos por día  
 $P_{ci}$  = Precio por litro de los combustibles vendidos  
 $L_{li}$  = Litros de lubricantes vendidos por día  
 $P_{li}$  = Precio por litro de los lubricantes vendidos  
 $C_{vci}$  = Costo variable unitario de los combustibles vendidos  
 $C_{vli}$  = Costo variable unitario de los lubricantes vendidos

La fórmula de cálculo, es:

$$D(C_S) = D_u * \Sigma [L_{ci} * (P_{ci} - C_{vci}) + L_{li} * (P_{li} - C_{vli})]$$

La base estadística de este rubro se compone como sigue:

- 0330401 Cantidad de Plantas de Almacenamiento de combustibles y lubricantes existentes, clasificadas por capacidad
- 0330402 Número de estaciones de servicios, clasificados por empresa proveedora o concedente

**Osvaldo J. Cirnigliaro**

0330403 Ventas diarias de combustibles y lubricantes

0340404 Medios de transportes usados en la provisión y  
distribución

#### **0340 Transporte**

Este rubro se halla tratado en Comunicaciones, específicamente 03201 Red vial, con excepción del transporte urbano e interurbano, de cargas y pasajeros. Desde el punto de vista de la afectación del capital físico es aplicable lo recomendado para el caso de edificios públicos, siendo que en ese caso además de estos, se pueden sufrir daños en equipamiento, maquinarias y herramientas que integran los talleres de mantenimiento de las empresas de transporte.

Con respecto a la afectación de los servicios también resulta aplicable lo que se especifica para este caso en el rubro de Comunicaciones.

#### **0400 AGRICULTURA**

Para cuantificar los daños producidos en el sector agrícola es necesario tener en cuenta que por lo general las empresas

Osvaldo J. Cirnigliaro

agrícolas de envergadura y por ende con cultivos extensivos, se hallan localizada fuera de las áreas inundables. La zona de influencia del Río Salado en la provincia de Buenos Aires parece ser la excepción a este argumento, pero de todos modos y a los propósitos de este trabajo, se pueden reconocer tres tipos de estructura agraria, diferenciadas en la dotación y uso de los recursos productivos, por lo que producen rendimientos diferentes.

Por un lado, la minifundista que tiene lotes de hasta cinco hectáreas de extensión, usan tracción a sangre y se mantienen en un ambiente de economía de subsistencia. En segundo término pueden computarse la estructura familiar capitalizada, que abarca superficies de hasta doscientas hectáreas, mecanizada y que funciona en el molde de una economía de acumulación. Finalmente se tiene la estructura empresarial, cuyas superficies de operación se extienden hasta casi las 1600 hectáreas por unidad, que posee equipamiento tecnológico, y se desenvuelve en un marco de economía desarrollada, caracterizada con altos rendimientos, y con capacidad de organización y operación que le permite acceder a mercados externos y diversificar su propia producción.

Todo esto tiene que ver con los niveles de producción y con el grado de protección que cada uno puede esgrimir ante el

Osvaldo J. Cirnigliaro

acontecimiento de fenómenos de esta naturaleza. Pero a efectos de valorar daños, corresponde precisar que existen distintos tipos de cultivos, que por sus características, uso de la tierra, aprovechamiento de los recursos productivos, grado de concentración, tecnología de manejo agrario, mercados y duración de los ciclos vegetativos, pueden asimilar el impacto de la inundación, de modo que se diferencien en la magnitud del daño recibido.

Por todo ello, es necesario distinguir los cultivos anuales de distintos tipos, de los cultivos permanentes, tipo plantación. En uno y en otro el efecto de la inundación será diferente, y en consecuencia distinto el nivel de daño ocasionado. Así, mientras en los cultivos anuales, si la época de ocurrencia de la inundación coincidiese con las primeras fases del ciclo vegetativo, existiendo aún posibilidad de resiembra, las pérdidas estarán limitadas únicamente a los costos directos de producción incurridos. Mientras que si el fenómeno acontece en etapas más avanzadas del ciclo, cuando ya no existe la posibilidad de resiembra, deberán computarse como pérdida, además de los costos ya incurridos al momento de la inundación, también los beneficios brutos esperados.



Osvaldo J. Cirnigliaro

También deberá tomarse en cuenta como factores agravantes, los efectos que la mayor permanencia de las aguas produce en los años agrícolas subsiguientes, como consecuencia del daño ocasionado a la superficie agrícola.

En el caso de los cultivos de carácter permanente, el riesgo que se corre no reside solamente en la posibilidad de perder la producción anual, sino también en la destrucción de las propias plantas, que constituye un importante capital agrícola, siendo que el valor de la reposición debe computarse también como pérdida.

Además existen los daños ocasionados a la propia infraestructura agrícola, impactando en alambrados, cercas, galpones, construcciones rurales de distinta índole, maquinarias e implementos agrícolas, herramientas y otros.

A los efectos de proporcionar una base para el cómputo que pueda sintetizar la heterogeneidad de la producción agrícola, se estableció una función de cálculo, definida como sigue:

Cultivos anuales

$$F(AG) = F(C_0, K_1, C_1, S_{ij}, u_{ij}, P_{inx}, C_2, K_2, C_{pni})$$

Osvaldo J. Cirnigliaro

donde:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  cultivos anuales distintos

$j$  = diferentes tipos de estructura agraria

$C_0$  = Costos de producción directos incurridos, desde el comienzo del ciclo hasta  $T_0$ .

$T_0$  = Ultimo momento de tiempo del ciclo vegetativo con posibilidad de resiembra

$K_1$  = Variable binaria, que adquiere valor 0 cuando la inundación se presenta al comienzo del ciclo vegetativo, existiendo aún posibilidad de resiembra, y valor 1 cuando el fenómeno se presenta en etapas más avanzadas del ciclo, sin existir posibilidad de resiembra

$C_1$  = Costos de producción directos incurridos a partir del momento  $T_0$  y hasta antes de la fecha de la inundación

$S_{ij}$  = Superficie inundada en hectáreas

$\mu_{ij}$  = Rendimientos en tonelada por hectárea

$P_{inx}$  = Precios de mercado, representando  $P_n$  los precios del mercado nacional o doméstico y  $P_x$  el precio de productos exportables

$C_0 + C_1$  = Costos totales directos de producción incurridos desde el inicio del ciclo, hasta el momento de la inundación

$C_2$  = Costos de producción directos no incurridos, y que

Oswaldo J. Cirnigliaro

corresponden al resto del ciclo agrícola interrumpido por la inundación

$K_2$  = Variable binaria, que toma valor 0 cuando la duración de la inundación es corta, y no afecta por lo tanto años agrícolas posteriores, y adquiere el valor 1 en el caso opuesto

$C_{pni}$  = Costos totales directos de producción no incurridos

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(CA) = C_0 + K_1 \{ C_1 + \sum [S_{ij} * \mu_{ij} * P_{inx} - (C_0 + C_1 + C_2)_{ij}] \\ + K_2 ( \sum S_{ije} * \mu_{ije} * P_{inx} - C_{pni} )$$

Para el caso de los cultivos permanentes, como el citrus, caña de azúcar, bananos, y otros, la función es la siguiente:

$$F(CP) = F(S_{ij}, \mu_{ij}, P_{inx}, K_1, C_{pi}, K_3, Q_{pi}, C_{pi}, K_4)$$

donde:  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  cultivos anuales distintos

$j$  = diferentes tipos de estructura agraria

$S_{ij}$  = Superficie inundada en hectáreas

$\mu_{ij}$  = Rendimientos en tonelada por hectárea

Oswaldo J. Cirnigliaro

$P_{inx}$  = Precios de mercado, representando  $P_n$  los precios del mercado nacional o doméstico y  $P_x$  el precio de productos exportables

$K_i$  = Variable empírica que varía entre 0 y 1, y representa la parte de la producción no cosechada

$C_{pi}$  = Costo de producción directos incurridos

$K_3$  = Variable binaria que adquiere valor 0 cuando la inundación no provoca destrucción de plantas, y toma el valor 1 cuando esto ocurre

$Q_{pi}$  = Cantidad de plantas reemplazadas

$CP_i$  = Costo de reimplantación y mantenimiento del árbol

$K_4$  = Variable binaria que adquiere valor 0 cuando la nueva plantación produce a partir del primer año, y vale 1 cuando la producción comienza después del primer año.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(CP) = \sum [S_{ij} * u_{ij} * P_{nx} * K_i - C_{pi}] + K_3 \sum Q_{pi} * C_{pi} + K_4 \sum (S_{ij} * u_{ij} * P_{inx} - C_{pi})$$

Con respecto a la base de datos del sector, se ha diseñado la siguiente:

**Oswaldo J. Cirnigliaro**

- 040001 Utilización del suelo, clasificado en superficie apta, sembrada, praderas naturales, bosques y montes, granjas, vivero o floricultura, huertas, etc.
- 040002 Cantidad de explotaciones, superficie total, población de las explotaciones y superficie con cultivos anuales
- 040003 Distritos agroclimáticos y zonas agroecológicas
- 040004 Número de productores clasificados por tipos de cultivos
- 040005 División de la tierra agrícola en explotaciones según su tamaño
- 040006 Superficie agrícola y tenencia de la tierra según rangos de tamaño
- 040007 Cultivos industriales, área cultivada, producción y rendimientos, desagregado por productos
- 040008 Cultivos permanentes, área cultivada, números de plantas, producción y rendimientos, desagregado por productos
- 040009 Estructuras de la producción agrícola
- 040010 Cultivos de hortalizas y frutas, superficie cultivada, producción y rendimientos, desagregados por productos
- 040011 Cultivos de cereales y forrajeras, superficie cultivada, producción y rendimientos, desagregados por productos
- 040012 Estructura de costos directos de producción agrícola por tipo de productos
- 040013 Ciclos vegetativos de todos los cultivos anuales, por tipo

Osvaldo J. Cirnigliaro

de producto, con duración de las etapas de siembra, cultivo y cosecha

- 040014 Personal ocupado en explotaciones agropecuarias y forestales, clasificados en asalariados y no asalariados
- 040015 Explotación forestal, principales especies extraídas
- 040016 Superficie forestada por especie maderable
- 040017 Desmontes autorizados por autoridad competente
- 040018 Clasificación fitogeográfica del área inundable

En el caso del cálculo de los daños producidos a las instalaciones y maquinarias agrícolas, esto es al capital físico, se establece la siguiente función:

$$F(IA) = F(N_g, S_i, C_i, I_g, K_g)$$

$N_g$  = Cantidad de edificios, galpones, silos y construcciones

$S_i$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_i$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$I_g$  = Valor económico de las instalaciones, alambrados, cercas, invernaderos y equipos existentes

$K_g$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

Osvaldo J. Cirnigliaro

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D (IA) = \sum C_i * S_i + I_g * K_g$$

#### 0500 Ganadería

Las pérdidas en el sector ganadero, deben computarse tras la consideración de algunos aspectos realmente importantes, por las peculiaridades del ganado. Este capital, si bien es susceptible de traslado hacia regiones no inundadas, conviene tener en cuenta que su alimentación básica se halla por debajo del agua en caso de inundación, y que inclusive después de escurridas las aguas, el alimento prácticamente desaparece, cuando no se convierte en una masa indigerible y a veces tóxica. Esta situación conlleva a una pérdida de peso en los ganados, con disminución en la producción de carne y leche. También el traslado produce agotamiento y fatiga en los animales, que se traduce en una pérdida de peso.

Por otra parte, deben computarse también la muerte de algunos animales como consecuencia de enfermedades, ahogamiento y accidentes. Los gastos de traslado, sanitarios y de alimentación

extraordinaria, como el arrendamiento de campos de pastoreo, son también significativos.

Para la evaluación de daños en el sector, se convertirán las existencias de ganado en el área inundable, en número de animales equivalentes UBA, o sea Unidades Bovinas Adultas, siendo característica de la relación, la siguiente tabla de conversión:

|                    |                       |                   |
|--------------------|-----------------------|-------------------|
| Vacas..... 1,0     | Novillos..... 1,0     | Toros..... 1,0    |
| Vaquillonas.. 0,6  | Terneros..... 0,25    | Novillitos.. 0,5  |
| Bueyes..... 1,25   | Vacas lecheras.. 1,50 | Ovinos..... 0,17  |
| Caprinos..... 0,17 | Porcinos..... 0,17    | Equinos..... 1,75 |

Las pérdidas en los planteles ganaderos se estiman a partir de la función siguiente:

$$F (G_p) = F [N (UBA) , d_u , G_T , G_S , G_A , H , K_h , P_g]$$

N (UBA) = Número de cabezas equivalentes UBA en la zona inundable

$d_u$  = Duración en días de la afectación de ganado por la inundación

$G_T$  = Costo unitario de transporte a zona sin riesgo

$G_S$  = Gasto unitario por mayor asistencia sanitaria



Osvaldo J. Cirnigliaro

$G_A$  = Gastos unitarios extraordinarios de alimentación  
 $H$  = Peso vivo de animal UBA  
 $K_h$  = Constante empírica de pérdida de peso, cuyo valor varía entre 0 y 1  
 $P_g$  = Precio unitario de la carne del animal equivalente UBA

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(G_p) = N(UBA) * [G_T + d_u(G_S + G_A) + (H * K_h * P_g)]$$

La base de datos del sector se halla programada como sigue:

050001 Existencia total de ganado, clasificados en bovinos, porcinos, ovinos, equinos, caprinos, asnales y mulares  
050002 Existencia de ganado, clasificada por especie, sexo y categoría  
050003 Superficie de explotación ganadera, clasificada en campos naturales, verdeos anuales y pasturas artificiales y permanentes  
050004 Cantidad de productores pecuarios, clasificados por tipo de explotación  
050005 Distribución en el área inundable de las zonas térmicas ganaderas, con definiciones de zonas de riesgo 0

Osvaldo J. Cirnigliaro

- 050006 Faena controlada para consumo y exportación de ganado bovino
- 050007 Evolución de las ventas de vacunos en el mercado local, en cantidad de cabezas, peso y precio por kilo vivo
- 050008 Superficie cultivada para tambo
- 050009 Número de tambos agrupados por su producción en litros
- 050010 Clasificación de la hacienda lechera, en vacas de ordeño, vacas secas, toros, vaquillonas y terneros
- 050011 Producción de leche clasificada por firmas productoras
- 050012 Existencia de aves, ponedoras y parrilleras
- 050013 Materias primas consumidas en la elaboración de alimentos balanceados

Con respecto a las pérdidas que pueden verificarse en las instalaciones ganaderas, como destrucción de canales, alambrados, bebederos, aguadas, tambos, bateas, etc, es aplicable la siguiente función:

$$F (G_I) = F (N_{ga} , S_i , C_i , I_b , K_{ga})$$

$N_{ga}$  = Cantidad de edificios y galpones

$S_i$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_i$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

Osvaldo J. Cirnigliaro

$I_b$  = Instalaciones, alambrados, cercas, bebederos, aguadas, canales bateas y equipos existentes

$K_{ga}$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(G_I) = \sum S_i * C_i + I_{ga} * K_{ga}$$

#### 0600 Industria y Comercio

Este sector se trata en su conjunto, puesto que resulta similar el grado de afectación, sobre todo lo que se refleja en la etapa de comercialización. Si la inundación alcanza el perímetro urbano puede causar daños a locales comerciales en su infraestructura física de exposición y ventas. Lo mismo sucede con las industrias que pueden verse afectadas tanto en las obras civiles y construcciones, como en los bienes de capital, maquinarias y equipos usados en el proceso de fabricación de bienes. También son susceptibles de sufrir daños en las existencias de materias primas y productos elaborados.

Osvaldo J. Cirnigliaro

La pérdida eventual que pudiese sufrir el sector industrial, está dada por la función siguiente:

$$F(\text{IND}) = F(N_{\text{IN}}, S_i, C_i, I_{\text{IN}}, K_{\text{in}}, C_2, F_d, D_u, K_i)$$

$N_{\text{IN}}$  = Obras civiles, construcciones y edificios

$S_i$  = Superficie a reconstruir por unidad del sector

$C_i$  = Costo de reconstrucción de unidades del sector por  $m^2$

$I_{\text{NI}}$  = Valor económico del activo fijo, bienes de capital, maquinarias y equipos

$K_{\text{in}}$  = Constante empírica de afectación del sector, que varía entre 0 y 1, siendo este último valor equivalente a la destrucción total

$F_d$  = Facturación industrial diaria

$D_u$  = Duración de la inundación en días

$K_i$  = Constante empírica del grado de afectación de la etapa de comercialización de los productos industriales

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(\text{IND}) = \sum S_i * C_i + I_{\text{IN}} * K_{\text{in}} + F_d * D_u * K_i$$

Osvaldo J. Cirnigliaro

En lo que respecta al comercio, las pérdidas se hallan en función de los siguientes elementos:

$$F(CO) = F(F_{coi}, D_u, K_i)$$

$F_{coi}$  = Facturación diaria del establecimiento comercial "i"

$D_u$  = Tiempo de duración de la inundación en días

$K_i$  = Constante empírica del grado de afectación de la comercialización mayorista y minorista

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D(CO) = D_u * \Sigma F_{coi} * K_i$$

Con respecto a la base de datos necesaria para realizar los cálculos y que responda a la planificación del sector, se estima necesario contar con:

060001 Localización de establecimientos industriales

060002 Composición de la estructura industrial

060003 Principales indicadores industriales clasificados por rama de actividad

060004 Distribución de la mano de obra ocupada por industria

instalada

- 060005 Capital fijo existente en el parque industrial
- 060006 Valor medio de la existencias de materias primas y productos elaborados del conjunto de industrias existentes, clasificado por rama industrial
- 060007 Valor promedio de maquinarias y equipamientos del parque industrial existente
- 060008 Proporción de bienes y productos industriales destinados al mercado externo
- 060009 Cantidad de establecimiento comerciales clasificados en mayoristas y minoristas
- 060010 Evolución del nivel de ventas y volumen de comercio, clasificado en mayorista y minorista
- 060011 Nivel de facturación promedio diaria del comercio

## CAPITULO V

### APLICACION DE LA METODOLOGIA

A los efectos de una cabal interpretación de la metodología desarrollada, se presenta en este capítulo, una aplicación práctica de la misma, tomando como base un área inundable sin subdivisiones.

Los datos son todos supuestos, por lo que posiblemente no resistan una prueba de consistencia, pero esta carencia puede ser disimulada dado el carácter hipotético del ejemplo que se presenta.

En consecuencia, el inventario inundable puede ser presentado en una sola planilla, a la que se agregan los indicadores necesarios para el cálculo respectivo.

Asimismo se deja establecido que el inventario inundable se presenta bajo el supuesto de un nivel de inundación dado, a los efectos de considerar el grado de afectación apriori, como así también la magnitud de los indicadores relativos usados en el

Osvaldo J. Cirnigliaro

cálculo, lo que permite refundir en una sola planilla el inventario inundable y el daño estimado.

La planilla del inventario y estimación de daños es la siguiente:

. Planilla 00. Valuación económica del inventario inundable para el área A, y estimación del daño para el nivel de inundación 1. ( $N_1$ )

| CODIGO | SECTOR/<br>ELEMENTO | UNIDAD DE<br>MEDIDA | CANTIDAD | VALOR ECONOMICO<br>DEL DAÑO (\$) |
|--------|---------------------|---------------------|----------|----------------------------------|
| 0100   | POBLACION           |                     |          | 11.575.000                       |
|        | Existente           | personas            | 20.000   |                                  |
|        | Evacuada            | personas            | 5.000    |                                  |
|        | Alojada             | personas            | 2.000    |                                  |
|        | $G_{as}$            | \$/día              | 20       |                                  |
|        | $G_{aj}$            | \$/día              | 50       |                                  |
|        | $G_t$               | \$/viaje            | 15       |                                  |
|        | $D_u$               | días                | 20       |                                  |
|        | $D_t$               | días                | 30       |                                  |



|       |                  |                   |           |
|-------|------------------|-------------------|-----------|
| 0200  | VIVIENDAS        |                   | 3.900.000 |
|       | Tipo A           | unidades          | 100       |
|       | S <sub>1</sub>   | m <sup>2</sup>    | 40        |
|       | C <sub>1</sub>   | \$/m <sup>2</sup> | 100       |
|       | S <sub>2</sub>   | m <sup>2</sup>    | 20.000    |
|       | C <sub>2</sub>   | \$/m <sup>2</sup> | 250       |
|       | K <sub>b</sub>   | %                 | 40        |
|       | S <sub>3</sub>   | m <sup>2</sup>    | 30.000    |
|       | C <sub>3</sub>   | \$/m <sup>2</sup> | 500       |
|       | K <sub>c</sub>   | %                 | 10        |
| 0300  | INFRAESTRUC      |                   |           |
|       | TURA SERVIC      |                   |           |
| 0310  | SOCIAL           |                   |           |
| 03101 | SANITARIA        |                   | 278.000   |
|       | N <sub>hi</sub>  | hospital          | 1         |
|       | S <sub>1i</sub>  | m <sup>2</sup>    | 200       |
|       | C <sub>1</sub>   | \$/m <sup>2</sup> | 700       |
|       | N <sub>psi</sub> | unidad            | 3         |
|       | S <sub>21</sub>  | m <sup>2</sup>    | 35        |
|       | S <sub>22</sub>  | m <sup>2</sup>    | 25        |
|       | S <sub>23</sub>  | m <sup>2</sup>    | 40        |
|       | C <sub>2</sub>   | \$/m <sup>2</sup> | 300       |

Oswaldo J. Cirnigliaro

|       |                 |                   |         |         |
|-------|-----------------|-------------------|---------|---------|
|       | NI              | \$                | 324.000 |         |
|       | K <sub>I</sub>  | %                 | 30      |         |
| 03102 | EDUCATIVA       |                   |         | 362.000 |
|       | * CAPITAL       |                   |         | 84.000  |
|       | N <sub>ei</sub> | escuelas          | 6       |         |
|       | S <sub>11</sub> | m <sup>2</sup>    | 100     |         |
|       | S <sub>12</sub> | m <sup>2</sup>    | 60      |         |
|       | S <sub>13</sub> | m <sup>2</sup>    | 30      |         |
|       | S <sub>14</sub> | m <sup>2</sup>    | -       |         |
|       | S <sub>15</sub> | m <sup>2</sup>    | 10      |         |
|       | S <sub>16</sub> | m <sup>2</sup>    | 50      |         |
|       | C <sub>1</sub>  | \$/m <sup>2</sup> | 300     |         |
|       | N <sub>ai</sub> | edificios         | 1       |         |
|       | S <sub>21</sub> | m <sup>2</sup>    | 30      |         |
|       | C <sub>2</sub>  | \$/m <sup>2</sup> | 300     |         |
|       | * SERVICIOS     |                   |         | 278.000 |
|       | W <sub>dp</sub> | \$/día            | 15      |         |
|       | Q <sub>dp</sub> | docentes          | 500     |         |
|       | W <sub>dv</sub> | \$/día            | 20      |         |
|       | Q <sub>dv</sub> | docentes          | 120     |         |
|       | I <sub>Ev</sub> | \$/día            | 3.000   |         |

Oswaldo J. Cirnigliaro

GEe \$ 20.000

03103 SEGURIDAD

\* CAPITAL

28.500

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| Ng1  | comisaría         | 6   |
| Ng2  | puesto            | 9   |
| Sg11 | m <sup>2</sup>    | 10  |
| Sg12 | m <sup>2</sup>    | 20  |
| Sg21 | m <sup>2</sup>    | 10  |
| Sg22 | m <sup>2</sup>    | 5   |
| Sg27 | m <sup>2</sup>    | 10  |
| Sg29 | m <sup>2</sup>    | 10  |
| C1   | \$/m <sup>2</sup> | 300 |
| Ndi  | edificio          | 1   |
| Sd1  | m <sup>2</sup>    | 30  |
| C2   | \$/m <sup>2</sup> | 300 |

\* SERVICIOS

1.060.000

|     |         |        |
|-----|---------|--------|
| Ws  | \$/día  | 20     |
| Qs  | agentes | 300    |
| Is1 | \$/día  | 12.000 |
| Is2 | \$/día  | 10.000 |
| GEs | \$/día  | 10.000 |

Oswaldo J. Cirnigliaro

|       |                       |           |         |             |
|-------|-----------------------|-----------|---------|-------------|
|       | $K_t$                 | día       | 30      |             |
| 03104 | SERVICIOS<br>PUBLICOS |           |         |             |
|       | * CAPITAL             |           |         | 202.000     |
|       | $N_{ij}$              | edificio  | 4       |             |
|       | $S_{11}$              | $m^2$     | 100     |             |
|       | $S_{21}$              | $m^2$     | 40      |             |
|       | $C_1$                 | $\$/m^2$  | 300     |             |
|       | IP                    | \$        | 800.000 |             |
|       | $K_j$                 | %         | 20      |             |
|       | * SERVICIOS           |           |         | 141.900     |
|       | $D_u$                 | días      | 3       |             |
|       | $W_{SP}$              | $\$/día$  | 10      |             |
|       | $Q_{SP}$              | empleados | 3.500   |             |
|       | $IR_p$                | $\$/día$  | 8.000   |             |
| 0320  | COMUNICACIONES        |           |         |             |
| 03201 | RED VIAL              |           |         |             |
|       | * CAPITAL             |           |         | 111.674.000 |
|       | $R_t$                 | Km.       | 400     |             |
|       | $R_r$                 | Km.       | 200     |             |

# Osvaldo J. Cirnigliaro

|                |                   |        |
|----------------|-------------------|--------|
| R <sub>p</sub> | Km.               | 150    |
| L <sub>t</sub> | Km.               | 40     |
| L <sub>r</sub> | Km.               | 12     |
| L <sub>p</sub> | Km.               | 15     |
| C <sub>t</sub> | \$/Km.            | 18.000 |
| C <sub>r</sub> | \$/Km.            | 27.000 |
| C <sub>p</sub> | \$/Km.            | 42.000 |
| O <sub>v</sub> | m <sup>3</sup>    | 72.000 |
| S <sub>v</sub> | m <sup>3</sup>    | 5.000  |
| C <sub>v</sub> | \$/m <sup>3</sup> | 22.000 |

## \* SERVICIOS

741.760

|                 |               |       |
|-----------------|---------------|-------|
| D <sub>u</sub>  | días          | 10    |
| K <sub>p</sub>  | %             | 40    |
| V <sub>c</sub>  | Tn/día        | 3.000 |
| I <sub>mc</sub> | \$/Tn/día     | 30    |
| V <sub>p</sub>  | pasajero/día  | 1.000 |
| I <sub>mp</sub> | \$/pasaj./día | 8     |
| V <sub>t</sub>  | vehículos     | 240   |
| K <sub>t</sub>  | \$/día        | 11    |
| P <sub>p</sub>  | peaje medio   | 20    |

03202

RED FERROVIARIA

**\* CAPITAL** 110.180.000

|                  |                   |        |
|------------------|-------------------|--------|
| RV <sub>ga</sub> | km. de vías       | 78     |
| L <sub>ag</sub>  | km. de vías       | 12     |
| C <sub>ag</sub>  | \$/Km.vías        | 15.000 |
| O <sub>fk</sub>  | m <sup>3</sup>    | 25.000 |
| S <sub>f</sub>   | m <sup>3</sup>    | 5.000  |
| C <sub>f</sub>   | \$/m <sup>3</sup> | 22.000 |

**\* SERVICIOS** 53.400

|                 |               |       |
|-----------------|---------------|-------|
| D <sub>u</sub>  | días          | 5     |
| K <sub>p</sub>  | %             | 20    |
| T <sub>ra</sub> | Tn/día        | 2.000 |
| C <sub>ta</sub> | \$/Tn/día     | 18    |
| T <sub>rg</sub> | Tn/día        | 1.000 |
| C <sub>tg</sub> | \$/Tn/día     | 15    |
| P <sub>m</sub>  | pasajero/día  | 400   |
| V <sub>m</sub>  | \$/pasaj./día | 6     |

03203 **RED AEREA**

**\* SERVICIOS** 225.000

|                |              |     |
|----------------|--------------|-----|
| D <sub>u</sub> | días         | 5   |
| V <sub>n</sub> | n° de vuelos | 2   |
| T <sub>c</sub> | Tn/día       | 200 |

Osvaldo J. Cirnigliaro

|          |               |     |
|----------|---------------|-----|
| $T_{nc}$ | \$/Tn/día     | 80  |
| $C_{vc}$ | \$/Tn/día     | 45  |
| $P_n$    | pasajero/día  | 300 |
| $T_p$    | \$/pasaj./día | 150 |
| $C_{vp}$ | \$/pasaj./día | 75  |

03204 RED NAVAL

**\* CAPITAL**

5.281.460

|          |               |           |
|----------|---------------|-----------|
| $N_{fe}$ | edificio      | 1         |
| $S_{fe}$ | $m^2$         | 200       |
| $C_{fe}$ | \$/ $m^2$     | 800       |
| IP       | \$            | 2.143.000 |
| $K_j$    | $0 < K_j < 1$ | .22       |
| $Q_{t1}$ | Tns.          | 5.000     |
| $Q_{t2}$ | Tns.          | 10.000    |
| $P_1$    | \$/Tn.        | 300       |
| $P_2$    | \$/Tn.        | 450       |
| $D_{a1}$ | %             | 100       |
| $D_{a2}$ | %             | 70        |

**\* SERVICIOS**

7.598.880

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| $D_u$ | días          | 5   |
| $K_p$ | $0 < K_j < 1$ | .18 |

**Oswaldo J. Cirnigliaro**

|          |                 |        |
|----------|-----------------|--------|
| $B_n$    | barcos/día      | 6      |
| $T_{cn}$ | Tns./día        | 70.000 |
| $t_{nc}$ | \$/Tn./día      | 55     |
| $C_{vc}$ | \$/Tn./día      | 35     |
| $P_n$    | pasajero/día    | 240    |
| $t_p$    | \$/pasajero/día | 90     |
| $C_{vp}$ | \$/pasajero/día | 60     |

**\* SEÑALIZACION** **30.000**

|          |                |       |
|----------|----------------|-------|
| $B_s$    | n° de boyas    | 10    |
| $C_b$    | costo unitario | 2.100 |
| $B_z$    | n° de balizas  | 30    |
| $C_{bz}$ | costo unitario | 300   |

**03205 RED TELEFONICA**

**Y CORREOS**

**\* CAPITAL** **166.000**

|          |             |        |
|----------|-------------|--------|
| $N_{tc}$ | edificio    | 1      |
| $S_1$    | $m^2$       | 200    |
| $C_1$    | \$/ $m^2$   | 800    |
| $R_{tc}$ | mts. de red | 27.000 |
| $L_{tc}$ | mts. de red | 2.000  |
| $C_2$    | \$/Km.      | 3.000  |



|       |  |                        |                  |
|-------|--|------------------------|------------------|
|       | <b>* SERVICIOS</b>   |                        | <b>900.000</b>   |
|       | Du   | días                   | 5                |
|       | IMc  | \$/día                 | 300.000          |
|       | IMcp   | \$/día                 | 175.000          |
|       | CVc  | \$/día                 | 198.000          |
|       | CVcp   | \$/día                 | 97.000           |
| 0330  | <b>SISTEMA DE<br/>SUMINISTRO DE<br/>LIQUIDOS Y<br/>GASES</b> |                        |                  |
| 03301 | <b>AGUA POTABLE<br/>Y CLOACAS</b>                            |                        |                  |
|       | <b>* CAPITAL</b>   |                        | <b>91.020</b>    |
|       | Cp   | \$/m <sup>3</sup>      | 400              |
|       | NP <sub>aj</sub>   | n° de plantas          | 1                |
|       | C <sub>aj</sub>  | \$/m                   | 22               |
|       | K <sub>aj</sub>  | 0 < K <sub>j</sub> < 1 | .13              |
|       | L <sub>aj</sub>  | mts.                   | 32.000           |
|       | <b>* GASTOS</b>  |                        | <b>1.116.000</b> |
|       | Lc   | canal                  | 2                |

Osvaldo J. Cirnigliaro

|                |                   |        |
|----------------|-------------------|--------|
| S <sub>1</sub> | m <sup>2</sup>    | 14.000 |
| S <sub>2</sub> | m <sup>2</sup>    | 17.000 |
| C <sub>1</sub> | \$/m <sup>2</sup> | 36     |

03302

ENERGIA

ELECTRICA

\* CAPITAL

496.500

|                |                   |           |
|----------------|-------------------|-----------|
| Ne             | edificio          | 1         |
| S <sub>1</sub> | m <sup>2</sup>    | 170       |
| S <sub>2</sub> | m <sup>2</sup>    | 80        |
| C <sub>1</sub> | \$/m <sup>2</sup> | 450       |
| C <sub>2</sub> | \$/m <sup>2</sup> | 700       |
| Ie             | \$                | 1.456.000 |
| Ke             | %                 | 25        |

\* SERVICIOS

895.200

|                 |                |       |
|-----------------|----------------|-------|
| d <sub>u</sub>  | días           | 12    |
| Nu <sub>1</sub> | usuario        | 8.800 |
| Nu <sub>2</sub> | usuario        | 700   |
| Cu <sub>1</sub> | \$/día/usuario | 8     |
| Cu <sub>2</sub> | \$/día/usuario | 6     |

03303

GAS

**\* CAPITAL** 516.728

|                |                   |           |
|----------------|-------------------|-----------|
| Ng             | edificio          | 2         |
| S <sub>1</sub> | m <sup>2</sup>    | 140       |
| S <sub>1</sub> | m <sup>2</sup>    | 86        |
| C <sub>1</sub> | \$/m <sup>2</sup> | 500       |
| C <sub>2</sub> | \$/m <sup>2</sup> | 650       |
| Ig             | \$                | 3.256.900 |
| Kg             | %                 | 12        |

**\* SERVICIOS** 144.000

|                 |                |       |
|-----------------|----------------|-------|
| d <sub>u</sub>  | días           | 8     |
| N <sub>gu</sub> | usuario        | 7.200 |
| C <sub>j</sub>  | \$/día/usuario | 2,50  |

**03304 COMBUSTIBLES**

**\* CAPITAL** 769.600

|                 |                   |           |
|-----------------|-------------------|-----------|
| Nb              | edificio          | 1         |
| S <sub>1</sub>  | m <sup>2</sup>    | 120       |
| C <sub>1</sub>  | \$/m <sup>2</sup> | 700       |
| Ib              | \$                | 4.300.000 |
| Kb              | %                 | 12        |
| Qc <sub>1</sub> | litro             | 40.300    |
| Qc <sub>2</sub> | litro             | 72.000    |

**Oswaldo J. Cirnigliaro**

|                 |          |        |
|-----------------|----------|--------|
| P <sub>C1</sub> | \$/litro | 0,3    |
| P <sub>C2</sub> | \$/litro | 0,6    |
| Q <sub>11</sub> | litro    | 22.000 |
| P <sub>11</sub> | \$/litro | 0,25   |

**\* SERVICIOS** **168.820**

|                  |          |           |
|------------------|----------|-----------|
| Du               | días     | 8         |
| Lc <sub>1</sub>  | litro    | 450.000   |
| Lc <sub>2</sub>  | litro    | 1.200.000 |
| Pc <sub>1</sub>  | \$/litro | 0,3       |
| Pc <sub>2</sub>  | \$/litro | 0,6       |
| C <sub>vc1</sub> | \$/litro | 0,25      |
| C <sub>vc2</sub> | \$/litro | 0,5       |
| Q <sub>11</sub>  | litro    | 376.000   |
| P <sub>11</sub>  | \$/litro | 0,25      |
| C <sub>vl1</sub> | \$/litro | 0,18      |

**0400 AGRICULTURA**

**\* CAPITAL** **236.190**

|                  |                |    |
|------------------|----------------|----|
| Ng <sub>1</sub>  | galpón         | 3  |
| Ng <sub>2</sub>  | casa           | 1  |
| S <sub>g11</sub> | m <sup>2</sup> | 50 |
| S <sub>g12</sub> | m <sup>2</sup> | 22 |

|                  |                   |         |
|------------------|-------------------|---------|
| S <sub>g13</sub> | m <sup>2</sup>    | 31      |
| S <sub>g2</sub>  | m <sup>2</sup>    | 17      |
| C <sub>g1</sub>  | \$/m <sup>2</sup> | 230     |
| C <sub>g2</sub>  | \$/m <sup>2</sup> | 500     |
| I <sub>g</sub>   | \$                | 680.000 |
| K <sub>g</sub>   | %                 | 30      |

**\* CULTIVOS**

**ANUALES**

14.850.000

|                  |       |           |
|------------------|-------|-----------|
| Co               | \$    | 1.530.000 |
| K <sub>1</sub>   | -     | 1         |
| C <sub>1</sub>   | \$    | 2.100.000 |
| S <sub>ij</sub>  | Has.  | 34.000    |
| u <sub>ij</sub>  | tn/ha | 1,5       |
| P <sub>inx</sub> | \$/tn | 320       |
| C <sub>2</sub>   | \$    | 1.470.000 |
| K <sub>2</sub>   | -     | 0         |
| C <sub>pni</sub> | \$    | 2.070.000 |

**\* CULTIVOS**

**PERMANENTES**

21.201.000

|                 |       |        |
|-----------------|-------|--------|
| S <sub>ij</sub> | Has.  | 40.000 |
| u <sub>ij</sub> | tn/ha | 70     |

Oswaldo J. Cirnigliaro

|          |           |           |
|----------|-----------|-----------|
| $P_{nx}$ | \$/tn     | 8         |
| $K_i$    | -         | 1         |
| $C_{pi}$ | \$        | 1.200.000 |
| $K_3$    | -         | 1         |
| $Q_{pi}$ | planta    | 10.000    |
| $CP_i$   | \$/planta | 0,10      |
| $K_4$    | -         | 0         |

0500 GANADERIA

\* CAPITAL 553.500

|         |               |       |
|---------|---------------|-------|
| N (UBA) | cabeza        | 1.500 |
| $G_T$   | \$/cabeza     | 12    |
| $G_S$   | \$/cabeza/día | 8     |
| $G_A$   | \$/cabeza/día | 9     |
| $d_u$   | día           | 12    |
| H       | kg.           | 300   |
| $K_h$   | $0 < K_h < 1$ | 0.3   |
| $P_g$   | \$/Kg         | 1.7   |

\* INSTALACIONES 541.380

|          |                |    |
|----------|----------------|----|
| $N_{ga}$ | galpón         | 1  |
| $S_1$    | m <sup>2</sup> | 46 |

|          |               |           |
|----------|---------------|-----------|
| $C_1$    | $\$/m^2$      | 230       |
| $I_b$    | $\$$          | 1.327.000 |
| $K_{ga}$ | $0 < K_h < 1$ | 0.4       |

0600 INDUSTRIA Y

COMERCIO

\* INDUSTRIA

3.320.000

|          |               |           |
|----------|---------------|-----------|
| $N_{IN}$ | edificio      | 2         |
| $S_1$    | $m^2$         | 500       |
| $S_2$    | $m^2$         | 600       |
| $C_1$    | $\$/m^2$      | 970       |
| $I_{NI}$ | $\$$          | 8.740.000 |
| $K_{ga}$ | $0 < K_h < 1$ | 0.15      |
| $F_d$    | $\$/día$      | 1.570.000 |
| $D_u$    | días          | 12        |
| $K_i$    | $0 < K_h < 1$ | 0.05      |

\* COMERCIO

1.260

|           |          |       |
|-----------|----------|-------|
| $F_{co1}$ | $\$/día$ | 1.450 |
| $F_{co2}$ | $\$/día$ | 1.200 |
| $F_{co3}$ | $\$/día$ | 980   |
| $F_{co4}$ | $\$/día$ | 600   |
| $D_u$     | días     | 6     |



Osvaldo J. Cirnigliaro

$K_i$

$0 < K_h < 1$

0.05

---

TOTAL GENERAL

\$ 299.661.098



CAPITULO VI  
CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

Resulta reiterativo señalar que las inundaciones constituyen no solo un fenómeno natural inquietante y amenazador a la vida, bienes y desarrollo de millones de personas, sino que su manifestación ha causado importantes perjuicios de distinta índole, susceptibles de ser cuantificados como una significativa pérdida material y humana.

Esta situación ha motivado al hombre en general a través de organizaciones nacionales e internacionales, a intensificar el estudio de este fenómeno, lo cual se plasma en la abundante e interesante bibliografía existente, que aborda cada una de las aristas de este importante problema. El esfuerzo realizado es notable, como asimismo los resultados alcanzados, que más allá de la falta de comprensión que a veces se encuentra en las entidades gubernamentales, ha mantenido un ritmo de progreso importante.

Osvaldo J. Cirnigliaro

Dentro del contexto explicitado, la formulación de una Guía de Evaluación de daños provocados por inundaciones, se ubica en la necesidad de auxiliar los esfuerzos científicos desarrollados, con una herramienta que posibilite el acceso a un mayor grado de precisión cuantitativa, para reforzar tanto las hipótesis de trabajos como las propuestas de ejercicios de simulación, necesarios a la preparación de las medidas de prevención que eviten o atenúen la repetición de estos desastres.

Estas medidas o los sistemas que se adopten para prevenir, han demostrado a menudo en la realidad que resultan más eficientes y más económicas cuando se analizan los resultados obtenidos, y en su apuntalamiento es absolutamente necesario otorgarle solidez y solvencia técnica y científica a tales medidas.

En Argentina alrededor de trece millones de personas y sus actividades económicas y sociales, directa e indirectamente sufren la amenaza de las inundaciones, y una buena proporción de ellas se halla expuesta al riesgo de soportarla. En consecuencia, las decisiones que esta comunidad tome en su conjunto para definir la estrategia para administrar su convivencia natural con un ambiente hidráulico, va a depender en buena medida de la percepción social del riesgo, que como se dijo pasa por un conocimiento racional de

Osvaldo J. Cirnigliaro

la relación costo-beneficio de esa convivencia. La mayor parte de las consecuencias indeseables de un desastre natural como lo son las inundaciones, pueden evitarse desde que exista una adecuada planificación de esa convivencia, siendo que la base de dicha programación es mejorar la calidad de los sistemas de recolección y preparación de datos estadísticos y estimaciones que sustenten ese procedimiento.

Por ello el análisis económico necesario para cuantificar daños o para estimar y analizar riesgo de inundaciones, se erige en un elemento insoslayable, siendo imprescindible la profundización de su conocimiento.

Siempre al evaluar un esfuerzo técnico en materia metodológica, surge la tentación de comparar la magnitud de dicho esfuerzo con los resultados esperados. Mejorar la precisión en algunos cientos de miles o millones de pesos dentro de una estimación de daños, (lo que podría resultar un porcentaje no muy significativo en la magnitud de la pérdida observada), no es representativo de una tarea satisfactoria. Se observó en el desarrollo de este trabajo que distintos métodos de evaluación usados por algunos especialistas en la materia, mantenían entre sí importantes diferencias. Pero si se examina la contribución de este trabajo,

desde el punto de vista de posibilitar acercar los elementos de juicio técnicos capaces de servir como herramientas a la planificación de la convivencia mencionada, este criterio puede justificar el esfuerzo realizado y dejar un saldo positivo a nivel profesional.

El hombre necesita del medio ambiente que le rodea, y en esa relación deben existir no solo señales claras entre ambos, sino también acciones conducentes a preservar el equilibrio y la armonía de esa vinculación. Frecuentemente en la preservación del medio ambiente, se soslaya la realidad de las relaciones bilaterales en un ecosistema. El hombre necesita el medio ambiente para su supervivencia, puesto que ese patrimonio natural le asegura realizar su desarrollo económico y social, que de otra forma sería transitorio e inseguro, pero al negarle a esa relación la bilateralidad que la caracteriza, genera la reacción del medio ambiente que se manifiesta con fuerza y violencia.

El proceso de explotación irracional de bosques ribereños a los cursos de agua, trae como consecuencia una gradual e irreversible eliminación de la cobertura vegetal de sus laderas, lo cual permite el libre desplazamiento del agua de lluvia, acelerando el proceso de erosión y provocando un aumento en el nivel de agua del

río que desemboca invariablemente en una inundación. A una agresión al medio ambiente por parte del hombre como la descripta, la réplica ambiental se presenta inevitablemente con idénticas características.

Por eso se insiste en la necesidad de **administrar la convivencia en un ambiente hidráulico**, proceso que al exceder los límites de armar un sistema de defensa para combatir los riesgos de inundaciones y peligros naturales, se introduce en una concepción distinta, cual es la de armonizar las relaciones del hombre con el propio peligro. Dicho de otra forma, ¿de qué sirve cuidar las poblaciones que surgen espontáneamente a lo largo de las costas de los ríos, al ver que de esta manera facilitan su acceso a los alimentos, al transporte, etc., y gastar cuantiosos recursos en protegerlos en modo permanente, si es más barato, más eficiente y más productivo, administrar el proceso de su instalación en lugares que siendo seguros, no le priven de los beneficios que les proporciona el curso de agua ?

Más eficaces que las defensas que son costosas, aunque importantes como un factor de prevención, puede resultar la implementación de medidas no estructurales para reglamentar la ocupación del espacio, la localización, el uso del suelo, las construcciones de

Osvaldo J. Cirnigliaro

viviendas y el propio proceso de producción. Estas leyes y reglamentaciones, inherentes a la educación e información pública, conforman una estrategia de prevención destinada a garantizar la armonía y el equilibrio de las relaciones en el ecosistema.

La existencia de una demanda social creciente, orientada hacia la tendencia a preservar y convivir con el patrimonio ambiental, merece la respuesta de una adecuada planificación que canalice los esfuerzos y asegure una mejor vida para todos.

## BIBLIOGRAFIA

- \* Adamoli, Jorge. Reflexiones sobre la aplicación de un sistema de alarma en el Río Paraguay. CONICET.
- \* Adlerstein, Carlos y otros. Metodologías y estrategias para el desarrollo: la experiencia en el proyecto Salto Grande. Bs. As., CTM. 1979; 2 v.
- \* Argentina, Agua y Energía Eléctrica. Síntesis del estudio y proyecto del aprovechamiento integral del Paraná Medio. Bs. As., 1975 (no paginado).
- \* Argentina. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica. Diez años de investigación en el campo de los recursos hídricos y temas conexos. 1972- 1982. Mendoza, 1983; 80 p.
- \* Argentina, Subsecretaría de Planeamiento Ambiental. Curso sobre impacto ambiental de grandes represas en el desarrollo regional, Bs. As., 1977 , 44 h.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Balderiote, Marta y Adlerstein, Carlos. Análisis del impacto ambiental: aplicación matriz de Leopold en Salto Grande. Bs. As., 1977; 3 v.

\* Brunstein, Fernando y Lucesole, Eduardo. Inundaciones en el noroeste bonaerense.

\* Buroz Castillo, Eduardo. "Algunas experiencias en la consideración de efectos ambientales". En: El agua, año 3, N° 8, JUNIO 1977; P. 3- 14.

\* Cano, G.J. et al (1988). Estudio sobre líneas de Ribera. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones.

\* Canter, Larry W. Environmental impact assessment. N. York, Mc. Graw Hill, 1977; 331 p. (Series in water resources and Environmental engineering)

\* Caputo, M.A. y Herzer, H. (1986). El mundo alucinante, una aproximación metodológica a los procesos de inundación. Cuadernos del C.E.U.R. N° 17. Bs. As.

\* Comisión Económica para América Latina. Las medidas de



Osvaldo J. Cirnigliaro

protección ambiental, su evaluación (análisis costo-beneficio) y su integración en la planificación del desarrollo.

\* Comisión Mixta de Salto Grande. Boletín bibliográfico, libros, informes, estudios, artículos, documentos, publicaciones periódicas. Buenos Aires, CTM, Centro de documentación. 1980; 52 p. n. 6.

Boletín Bibliográfico. Buenos Aires, ctm, Centro de documentación. 1979; 36 p.

Boletín Bibliográfico, N° 7. Buenos Aires, CTM, Centro de documentación. 1980; 50 p.

Boletín Bibliográfico: libros, informes, estudios, artículos, documentos, publicaciones periodísticas. Buenos Aires, CTM, Centro de documentación, 1978, 38 p.

\* Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. Bibliografía de Desarrollo Ambiental y Regional. Síntesis e índice por materiales y autores. Buenos Aires, CTM, Gerencia de Salud, Ecología y Desarrollo Regional, 1979.

\* Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. Bibliografía de desarrollo ambiental y regional: síntesis e índices por materia y autores. Concordia - Salto, 1978.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Costa, Luis, A. y Albini, Dardo, N. Las inundaciones en el área metropolitana de la provincia de Buenos Aires. Instituto Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente Humano.

\* Créditos BID - Defensa para inundaciones. (Proyectos Olavarría).

\* Davis S.A. et al (1988). National Economic Development Procedures Manual Urban Flood Damage. Water Resources Support Center. U.S. Army Corps of Engineers. IWR Report 88-R-2. Washington.

\* Delimitación de Areas de Riesgo Hídricos - Santa Fé. Sistema Paraná (I) y Salado (II).

\* Diano, Arnaldo. Diseño de la estructura de un sistema que seleccione alternativas de prioridades de inversión en obras públicas que estructuren el uso del territorio nacional o regional. La Plata, 1974; 2 v.

\* Dominguez, Néstor. Medición del impacto ecológico del Paraná Medio.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Estevan Bolea, María Teresa. Las Evaluaciones del Impacto Ambiental. Madrid, CIFCA, 1977; 85 p. (Cuaderno 2).

\* Estudio de Prefactibilidad del Subsistema Hídrico. Leyes Setúbal. CFI.

\* Federal Emergency Management Agency (1979). Flood Emergency and Residential Repair Handbook. Federal Insurance Administration. Washington USA.

\* Feldstein, Martín S. "Net social benefit calculation and the public investment decision". En Oxford economic papers. Oxford, v. 16, 1º march 1964; p. 114 - 131.

\* Ferttonani, M. y Prendes, H. Hidrología en áreas de llanuras. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos. Coloquio internacional sobre hidrología de grandes llanuras. CONAPHI - UNESCO. Olavarría, 1983.

\* Genova, L. Metodología de evaluación ex-antes y ex-post de los proyectos que ejecuta el M.A.A. en el marco de la ley 10.170 C.O.D.E.S.A. La Plata 1988.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Giménez, J. (1983). Informe de evaluación de daños provocados por la crecida 1982-83 en el área de afectación del Paraná Medio. Agua y Energía. Buenos Aires.

\* Gobierno de la provincia de Buenos Aires. Evaluación de las pérdidas ocasionadas por inundaciones.

\* Governo do Estado de Sao Paulo. O problema das grandes inundações, 1985.

\* Kravic, María. Bibliografía argentina de los recursos hídricos. Buenos Aires, INCyTH, 1976; 121 p. (Cuadernos Informática, N° 7).

\* Leiva, F. y Biondillo A. (1984). Estimación de daños de la crecida 1982-83, CELA-INCyTH. Mendoza. Argentina.

\* Líneas de Ribera - Guía de Procedimientos para delimitación de áreas de inundaciones. CELA - Mendoza.

\* López de Sebastián y Gómez de Agüero, José. Evaluación Económica del impacto ambiental. Madrid, CIFCA, 1977; 85 p. (cuaderno 3).

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Manual de Saneamento para condições de emergência - enchentes -.  
Secretaria de Estado de Saúde, Sao Paulo, Brasil.

\* Martinez, Miguel Eduardo. Guía de exposición sobre los aspectos  
fundamentales de la evaluación social de proyectos de energía.  
Buenos Aires, CFI 1972; 36 P.

\* Morello Jorge, Riesgos, daños y catástrofes. Boletín de Medio  
Ambiente y Urbanización. Octubre de 1983.

\* Motor Columbus y Asociados (1979 a). Evaluación de daños  
atribuibles a las crecidas. Volumen 4 del Estudio de crecidas  
ríos Paraná y Paraguay. Bs. As. Argentina. Volumen 6 de Evaluación  
de alternativas.

\* Naciones Unidas, Consejo Económico y Social. L' Evaluation de  
l'impact: Instrument essential d'un développement valable sur le  
plan de l'environement.

\* Naciones Unidas (1976). Disaster Prevention and Mitigation. A  
compendium of current knowledge. Volume 2. Hydrological Aspects.  
Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator  
(UNDRO). New York.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Naciones Unidas (1977). Directrices para prevención y regulación de las pérdidas debidas a las inundaciones en los países en desarrollo. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Recursos Naturales. Serie del Agua N° 5. New York.

\* Paoli, C. (1987 a). Control y protección de crecidas. Análisis probabilístico y perfiles de niveles máximos. INCyTH - A y E - Santa Fé.

\* Paoli, C. (1987 b). Control y protección de crecidas, síntesis de evaluación de daños de la crecida 1982-1983. INCyTH - Agua y Energía.

\* Paoli, C. Un programa integral para el manejo de un sector de la planicie de inundación del Río Paraná. Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas, Santa Fé.

\* Pnuma. A background note on cost benefit evaluation of environmental protection measures. Nairobi, 1979; 44 p.

\* Rosen S. Manual for environmental impact evaluation. New Jersey Prentice Hall, 1976.

Osvaldo J. Cirnigliaro

\* Roude, Eduardo, A. Inundaciones en el sudeste de Formosa. CODEFOR.

\* Rubio, Carlos E. Encuesta socio-sanitaria en albergues inundados Resistencia, 1986.

\* Selección de Tecnologías evaluando el impacto ambiental y la conservación del recurso. Mérida. CIDAT, 1977; 23 p. Trabajo presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua. Mar del Plata, 1977.

\* Simone de Masagli, Amelia C. y otros. Resúmenes bibliográficos sobre temas de inundación. Mendoza, CELA, 1976; 51 h.

\* Solanet, Manuel A. "Evaluación económica de proyectos de inversión. En Cuadernos de Planeamiento. Bs. As., 1, (5) 1977; p. 29 - 36.

\* Viladrich, Alberto. Metodología de inventario hidroeléctrico: algunas experiencias en América Latina. Mérida. Ministerio de Energía y Minas. Dirección General de Energía. Mérida, 1977; 35 p.

Osvaldo J. Cirnigliaro

(tema 2). Trabajo presentado al Seminario Interamericano de Hidroelectricidad. Mérida, 1977.



INDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| CAPITULO I: INTRODUCCION .....                                | 1    |
| * Conceptos básicos .....                                     | 1    |
| * Medidas alternativas .....                                  | 5    |
| * Alcances y limitaciones del trabajo .....                   | 11   |
| CAPITULO II: CARACTERISTICAS Y NATURALEZA DE LAS INUNDACIONES | 17   |
| * Conceptos básicos .....                                     | 17   |
| * Carácter y causas .....                                     | 22   |
| CAPITULO III: DESARROLLO METODOLOGICO .....                   | 33   |
| * Análisis de riesgos .....                                   | 34   |
| CAPITULO IV: NMORMATIZACION DE LA EVALUACION .....            | 42   |
| * Conceptos básicos .....                                     | 42   |
| * Esquema de evaluación .....                                 | 44   |
| * Desarrollo .....  | 54   |
| CAPITULO V: APLICACION DE LA METODOLOGIA .....                | 125  |
| CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....             | 143  |
| Bibliografía .....  | 149  |