



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas



**Instituto de Investigaciones en Administración,
Contabilidad y Métodos Cuantitativos para la Gestión
(IADCOM)**

Centro de Investigación
en Métodos Cuantitativos
Aplicados a la Economía y la Gestión
(CMA)

IMPACTO ECONÓMICO-FINANCIERO Y ACTUARIAL DEL RIESGO CLIMÁTICO EN ARGENTINA

Editores: María Teresa Casparri
Alicia Bernardello
Javier García Fronti
Ana Silvia Vilker

Impacto económico-financiero y actuarial del riesgo climático en la Argentina : proyecto de

investigación científica y tecnológica PICT 770 / María Teresa Casparri ... [et.al.] ; dirigido por

María Teresa Casparri. - 1a ed. - Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, 2012.

250 p. ; 20x15 cm.

ISBN 978-950-29-1356-8

1. Climatología. 2. Enseñanza Superior. 3. Investigación Científica. I. Casparri, María Teresa II. Casparri, María Teresa, dir.

CDD 551.607 11

Fecha de catalogación: 29/02/2012

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas

Editor Responsable:

Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos
Aplicados a la Economía y la Gestión (CMA)

Av. Córdoba 2122 2º piso

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

Tel/Fax 0054 (011) 4370-6139; cma@econ.uba.ar

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o almacenarse por ningún medio sin la previa autorización del editor.

Hecho el depósito que marca la Ley 11.247

Impreso en la Argentina.

Primera Edición. Marzo del 2012.

Índice

- 5 **Prólogo**
Tomo 1
- 7 **Gestión empresarial del riesgo medioambiental en la Argentina: regulación y práctica**
María Gabriela Rossi y Javier García Fronti
- 29 **Funciones de distribución para la predicción de eventos ambientales extremos**
Blanca R. Vitale y Tito I. Lasanta
- 45 **Planeamiento energético y valuación de mitigación de GEI: Modelo Leap**
María Teresa Casparri y Carla Squillace
- 61 **La complementariedad de los seguros y los derivados en el mercado de eventos catastróficos bajo intervención estatal**
María Teresa Casparri , Miguel Ángel Fusco y Javier García Fronti
- 75 **Sistematización de la exposición al riesgo en las explotaciones agrícolas. Caso Argentina**
María Teresa Casparri y Miguel Ángel Fusco
- 87 **HuRLOs: Una innovación financiera para la cobertura contra huracanes**
María Teresa Casparri y Javier García Fronti
- 93 **Entendiendo el cambio climático en el desarrollo de modelos agropecuarios**
Alicia Blanca Bernardello, Miguel Ángel Fusco y Carlos Javier Moreira
Tomo 2
- 105 **El riesgo en los mercados agropecuarios. Volatilidad histórica, volatilidad implícita y modelos económicos**
Julio Eduardo Fabris y Ana Silvia Vilker
- 141 **El índice de volatilidad agropecuaria para Argentina (AAVIX)**
Verónica Caride, Mauro de Jesus, María E. Quirolo y Ana S. Vilker

- 161 **El índice de precios al consumidor y el efecto sustitución**
Julio Fabris y Ana Silvia Vilker
- 197 **Gestión del cambio climático en Ciencias Económicas**
Juan Ramón Garnica Hervas y Esteban O. Thomasz
- 221 **Los pequeños productores agropecuarios de la zona pampeana ante los riesgos agroclimáticos en el contexto del cambio global**
María Teresa Casparri y Verónica García Fronti
- 239 **La globalización y el riesgo medioambiental global**
María Teresa Casparri y Verónica Caride

PRÓLOGO

Esta publicación integra los resultados y avances de las investigaciones realizadas en el marco del Proyecto de Investigación Científico y Tecnológico 2006 N° 00770, titulado Impacto Económico, Financiero y Actuarial del Cambio Climático en Argentina, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

Iniciar este proyecto constituyó un gran desafío: en primer lugar abordar el estudio de un fenómeno sumamente complejo y con un altísimo impacto socioeconómico; en segundo lugar, inaugurar una línea de investigación que hasta ese momento contaba con pocos antecedentes en Argentina.

En el marco de una investigación multidisciplinar, en la que participaron economistas, actuarios, sociólogos, físicos, matemáticos, especialistas en meteorología y agrónomos, se inició el estudio de un fenómeno que día a día comienza a tener una importancia creciente en la actividad económica: el cambio climático. Si bien el mismo afecta al planeta como un todo, los impactos son profundamente diferentes si se tiene en cuenta la falencia de infraestructura de las regiones menos desarrolladas por un lado, y la dependencia de la explotación agropecuaria de muchos países y economías regionales por otro. En este sentido, las características geo-económicas de la República Argentina hacen que el estudio del cambio climático tenga una trascendencia fundamental, dada la importancia relativa del sector agroexportador en la matriz de desarrollo económico interno.

Por tales motivos, el proyecto se desarrolló a través de un abanico de líneas de investigación, pero vinculadas a un denominador común: la determinación del riesgo climático y las herramientas para su gestión, mitigación y reaseguro.

En este sentido, se han presentado en diversos eventos y seminarios trabajos e investigaciones vinculadas a la descripción de la naturaleza del fenómeno estudiado, los modelos matemáticos y estadísticos vigentes para su tratamiento, la afectación a la economía argentina en su conjunto, los instrumentos financieros desarrollados en el mercado para gestionar el riesgo y mitigar las causantes, los seguros contra inclemencias climáticas y su desarrollo en Argentina, las características y vulnerabilidades de las explotaciones agropecuarias en el país y el rol de los sectores público y privado en la gestión y coordinación de actividades mancomunadas.

Esta publicación contempla una muestra seleccionada de trabajos vinculados a los temas antes mencionados, y el objetivo es ponerlos en manos no solamente de la comunidad científica sino también a disposición de los funcionarios públicos y privados que se embarquen en la difícil pero estratégica tarea de la gestión del riesgo climático.

Por otro lado, vale destacar que la actividad del proyecto no estuvo limitada a las tareas de investigación, sino que se destaca la continua transferencia de los avances realizados en diversos eventos con participación de los sectores público y privado, generando intercambios con otras facultades, Universidades, dependencias públicas especializadas como la Oficina de Riesgo Agropecuario, instituciones vinculadas a la producción de seguros, Organismos Internacionales y otras entidades. En este sentido, dada la experiencia adquirida se ha institucionalizado el Seminario sobre Percepción de Riesgo Agropecuario, el cual da continuidad a las tareas realizadas y es desarrollado en forma regular en nuestra casa de estudios.

En suma, dirigir este proyecto ha sido una grata tarea y una experiencia sumamente enriquecedora, aprovechando esta oportunidad para agradecer a mi equipo de trabajo y a todas las personas e instituciones que han participado en forma directa o indirecta para hacerlo posible.

Profesora Emérita Dra. María Teresa CASPARRI

Directora PICT 2006 00770

GESTIÓN EMPRESARIAL DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL EN LA ARGENTINA: REGULACIÓN Y PRÁCTICA

*María Gabriela Rossi
Javier García Fronti*

INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de los riesgos ambientales en la Argentina es un tema que ha ido tomando cada vez más fuerza ya que se han cumplido los plazos para que entrara en vigencia la Ley General del Ambiente. La Ley del año 2006 y las siguientes resoluciones obligan a las empresas que realicen actividades riesgosas a contratar un seguro ambiental. Sin embargo, los cuestionamientos del sector privado se agudizan cada vez más, llegándose a plantear que el seguro ambiental obligatorio como está previsto en el artículo 22 de la ley es difícil de implementar para aseguradoras solventes, responsables y que quieran tener permanencia en el futuro.

En el último tiempo las compañías aseguradoras han estado trabajando mucho para encontrarle una solución a este problema. Por un lado, se busca responder a una necesidad de las empresas asociadas que están cada día más expuestas a reclamos judiciales. Mientras que por el otro, buscan evitar algún organismo oficial regule un *seguro tipo* que no satisfaga a las partes involucradas.

En el presente trabajo se presentará al Seguro Ambiental y se estudiarán los requisitos que se deben cumplir para que funcione adecuadamente un seguro obligatorio analizando la consistencia del marco general de la teoría del seguro con la obligatoriedad de su contratación, es decir, se analizará si efectivamente este Seguro Ambiental cumple con dichos requisitos y cuáles son las distintas opiniones sobre la implementación de este seguro que tienen algunos expertos sobre el tema.

1. LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

La conciencia ambiental ha ido evolucionando notablemente en el último tiempo, esto puede verse reflejado tanto en las políticas gubernamentales de protección ambiental como en las respuestas que han ido dando los agentes económicos como también en la amplia difusión que se les da en los medios de comunicación. Este proceso desarrolló una serie de

herramientas preventivas, correctivas, de remediación y/o proactivas. Uno de estos instrumentos, cuyo fin es resguardar el medio ambiente y reparar los daños acaecidos sobre el mismo, son los seguros ambientales.

Para entender mejor la situación ambiental del presente debemos hacer un poco de historia. Hay que empezar por remontarse a los Estados Unidos antes de la década del 40 donde cada póliza cubría un determinado riesgo. Por citar algunas, existían las pólizas de Responsabilidad Civil, la de incendio, la de daños patrimoniales, etc. A partir de dicha década comenzaron a aparecer en el mercado pólizas diseñadas para cubrir cualquier tipo de riesgo al que el asegurado pudiera estar expuesto, sin ninguna específica enumeración, como fueron las llamados pólizas de "Todo Riesgo" (All Risk) y las pólizas de Responsabilidad Comprensiva. Estas pólizas cubrían los daños ocasionados por la contaminación al medio ambiente.

Los años '60 son un símbolo del progreso, en aquella época empezaba el desarrollo y primaba la producción. El medio natural estaba muy poco degradado, pero esto iba a cambiar a mediados de la década del '70 donde aparecen los primeros síntomas de afección a la salud de las personas y el medio natural comienza a degradarse. Hasta ese momento la normativa en el país del Norte era escasa y débil en materia ambiental pero esto se iba a revertir con una serie de normas que dictó el gobierno federal. Estas nuevas disposiciones obligaron al mercado de seguros a excluir y/o limitar explícitamente los riesgos derivados de contaminación ambiental.

En la década del '80 se producen 2 grandes accidentes que fuerzan la exclusión absoluta de los siniestros derivados de cualquier contaminación debido a la cantidad de reclamos y a la alta exposición a la que se veían enfrentadas las aseguradoras. Estos accidentes fueron el de Seveso, en el norte de Italia, en la producción de Triclorofenol (TCP) donde las medidas de seguridad eran escasas y no estaban preparadas para prevenir el accidente. El otro fue el de "Los Alfaques" en España, que ha tomado dicho nombre ya que así se denominaba el camping en el que murieron 158 personas y fue el lugar donde un camión cargado con propileno licuado explotó. Ya en la década del '90 en el ámbito mundial se comienza a hablar de una "Gestión Ambiental", iniciando el período de especialización de las coberturas para el medio ambiente.

Luego de más de 40 años, y ante el vacío creado por las exclusiones mencionadas y la gran cantidad de normas ambientales dictadas por el gobierno federal, el mercado norteamericano de seguros se encontró en

condiciones de ofrecer a los asegurados coberturas ambientales. En este contexto, la *Insurance Service Office* (que en nuestro país se podría identificar con la Superintendencia de Seguros de la Nación), procedió a aprobar las primeras pólizas ambientales: *Environmental Impairment Liability* (EIL). Las mismas se ofrecen en distintas formas y con diferentes alcances: *Pollution and Remediation Legal Liability* (PARLL) y *Contractor Pollution Legal Liability* (CPL).

A nivel Europeo, la Comisión Medioambiental de la Unión Europea presentó en enero de 2002 una "Propuesta para una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales". Sobre la base de esta propuesta y considerando los distintos dictámenes al respecto, la Directiva entro en vigor el 21 de abril de 2004. La fecha límite para que los países miembros transpusieran las normas a su respectivo derecho interno fue el 30 de abril de 2007. La presente Directiva establece un marco de responsabilidad medioambiental fundado en el principio según el cual «quien contamina paga», con vistas a prevenir y reparar los daños medioambientales. A más tardar el 30 de abril de 2013, los Estados miembros informarán sobre el grado de aplicación de esta Directiva a la Comisión. Ésta presentará, antes del 30 de abril de 2014, un informe al Parlamento Europeo y al Consejo, que a su vez se basará en los informes nacionales, y que estará acompañado, cuando proceda, de las propuestas convenientes. Además, la Comisión presentará antes del 30 de abril de 2010 un informe sobre la eficacia de la Directiva en términos de reparación efectiva de los daños medioambientales, sobre la disponibilidad a un coste razonable y sobre las condiciones de los seguros y otras formas de garantía financiera que cubren las ciertas actividades.

Mientras que la Directiva Europea se concentra en los daños causados por una emisión, suceso o incidente que se hayan producido después de la fecha límite del 30 de abril de 2007, los EEUU se centran en la reparación de contaminaciones acaecidas en el pasado. La tarea de este último país consiste principalmente en determinar los lugares que necesitan ser descontaminados y hacer público el nombre de las personas potencialmente responsables. A continuación, la autoridad de protección ambiental ordena el saneamiento o ejecuta ella misma el trabajo, cargándoles los costos a los autores del daño.

2. LEGISLACIÓN ARGENTINA

En la Argentina la primera vez que se introdujo la protección del medio ambiente en la ley fue con la reforma de la Constitución Nacional del año 1994. En ella se hacía referencia a la obligación de *recomponer* el daño por parte de la Nación/Provincia y dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección. A fines del 2006 se publica en el boletín oficial la “Ley General del Ambiente” (LGA) Número 25.675. En ella se establecen las bases para el desarrollo de la política ambiental nacional sobre los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Entre los objetivos fundamentales de la ley se encuentran: El de asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas; promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria; promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales; mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos; y prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo.

Previamente a esta ley, en julio del 2004, un grupo de vecinos encabezados por Beatriz Mendoza interpusieron una demanda judicial contra el Estado (Nación, la Provincia de Buenos Aires, el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires) y 44 empresas por daños y perjuicios sufridos a raíz de la contaminación del Río Matanza-Riachuelo. Finalmente el 20 de junio de 2006, en un hito histórico para el derecho ambiental, la Corte Suprema de Justicia de la Nación se declaró competente para entender originariamente en los aspectos vinculados con la prevención, recomposición y el resarcimiento del daño ambiental colectivo (Malm Green 2009). En agosto de 2006 la Nación y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable fueron sorprendidas cuando la corte cuestionó a las empresas sobre los seguros ambientales que deberían tener y ellas adujeron que no tenían porque no existía en el mercado ninguna póliza.

A partir de ese momento la Secretaría empieza a trabajar firmemente en el tema y en el año 2007 dicta las siguientes resoluciones:

- 177/07 y 303/07. Se crea la Unidad de Evaluación de Riesgo Ambiental (UERA) que estudiará los montos mínimos asegurables y evaluará la suficiencia de la cobertura. Se le procura dar un marco normativo a la contratación del seguro. Se determinan cuáles serán las actividades riesgosas para el medioambiente y a través de una fórmula polinómica se define el nivel de complejidad de las mismas. Incluye al autoseguro como una opción válida. La 303 se creó con posterioridad y modifica algunos artículos de la 177.
- 178/07 y 12/07. Se crea la Comisión Asesora en Garantías Financieras Ambientales (CAGFA) con el fin de asesorar a la autoridad de aplicación de la ley 25.675; analizar las propuestas referidas a las condiciones de las pólizas y del autoseguro y también evaluar el tema de los fondos de restauración al que se refiere el último párrafo del artículo 22.
- 1639/07. Modifica los anexos I y II de la resolución 177 en la que aclara qué es lo que se entiende por actividades riesgosas para el medio ambiente. Renueva el listado de estas actividades.
- 98/07 y 1973/07. Se dan las pautas básicas para las condiciones contractuales de las pólizas de seguro de daño ambiental. Se interpreta el concepto de “recomposición” como: restablecer las condiciones del ambiente afectado, hasta alcanzar niveles de riesgo aceptables para la salud humana y para la autoregeneración de los recursos naturales, de modo que la alteración negativa deje de ser relevante”.

El artículo 22 de dicha ley ha sido muy cuestionado ya que se exigía el cumplimiento de una norma que resultaba de imposible cumplimiento en la práctica ya que no existía oferta de seguros.

Durante todo el 2007 no se pudo lograr llegar a darle forma a la ley para que convenciera a las aseguradoras de brindar cobertura a los daños ambientales. Esto se lograría recién el año 2008, mediante la resolución 1398/08. En esta se fijan los “Montos Mínimos Asegurables de Entidad Suficiente”, sus alcances y metodologías y con ella se logra destrabar un grave problema.

En la ley se detallan cuales son las opciones que tienen las empresas que son consideradas como peligrosas para cumplir con la ley son tres: El seguro de Responsabilidad por daño ambiental, el seguro de Caución y el Autoseguro.

Mediante el Seguro de Responsabilidad por daño el asegurador mantiene indemne al asegurado respecto del costo de reparación de un daño atribuible a su responsabilidad, y de los gastos legales en que incurra en la investigación, evaluación o defensa de un reclamo basado en dicha responsabilidad. En este se abona una prima a cambio de la transferencia de riesgo, el asegurado habitualmente contribuye con un deducible o retención a su cargo. Se operan distintas modalidades en base “fecha de ocurrencia”, “fecha de reclamo” o “fecha de primera manifestación”.

El Seguro de Caución es una garantía de cumplimiento de una obligación (estipulada en un contrato principal), instrumentado por medio de una póliza de seguro (estipulado en un contrato accesorio) por la cual el asegurador se obliga a pagar al asegurado o beneficiario en caso de incumplimiento del tomador de la póliza. La obligación la asume el proponente y se abona una prima de servicio.

Por último el autoseguro consiste en una previsión de dinero que deberá efectuar el creador del riesgo, para cubrir posibles daños o inconvenientes que pueda sufrir en el futuro, acepta la incertidumbre y las posibles consecuencias antieconómicas que de ello se deriven por su propia cuenta. Para determinar cuál será el monto de la reserva que cubra adecuadamente la previsión, se deberá realizar una evaluación del riesgo, del mismo modo que lo hacen las compañías de seguros antes de fijar las condiciones de contratación. El fondo de dicha reserva deberá ser administrado por un tercero y fiscalizado por el asegurado. La ventaja comparativa del autoseguro radica en que el aporte que efectúa el autoasegurado tiene vocación de volver, de no producirse ningún siniestro. Lo cual llevará, seguramente, a una conducta más cuidadosa del ambiente por conveniencia económica (Valls & Bril 1998). Además, puede generar menores costos y mejorar el cash flow, flexibiliza el control sobre acuerdos de pagos de siniestros. Si se lo usa como un complemento al seguro puede mejorar el posicionamiento si se opta por un seguro de exceso de pérdida. Por otro lado presenta ciertas desventajas como son el impacto impositivo en comparación con la prima de reaseguro la cual sí puede ser descontada, requiere una estructura de administración de pérdidas, puede generar variación de costos entre anualidades por la posible inexactitud en el cálculo de la frecuencia e intensidad.

2.1 Nivel de Complejidad Ambiental (NCA)

La mayor inquietud hoy en día de las empresas es saber si las actividades que ellas desarrollan son consideradas como peligrosas para el medioambiente, según define la ley y las siguientes resoluciones, y por ende están obligadas a contratar un seguro. Para determinar esto se debe aplicar una fórmula polinómica. Si de la misma se obtiene un valor menor a 12 entonces no se las considera peligrosa y no están obligadas a hacer nada, si quieren protegerse obviamente que pueden hacerlo. El Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) se determina a partir del NCA inicial y se le hacen dos ajustes.

$$NCA = NCA_{\text{inicial}} + AjSP - AjSGA$$

Donde,

AjSP= Es el ajuste por manejo de sustancias particularmente riesgosas en determinadas cantidades. Su valor es de 2.

AjSGA= Este ajuste resta y su valor es de 4. Esta disminución se logra conseguir cuando se demuestra que se cuenta con una certificación vigente de sistema de gestión ambiental, otorgado por un organismo independiente, debidamente acreditado y autorizado para ello.

$$NCA_{\text{inicial}} = Ru + ER + Ri + Di + Lo$$

NCA _{inicial}	Nomenclatura	Definición	Valores posibles
	Rubro (Ru)	Agrupamiento por complejidad ambiental.	1; 5 y 10
	Efluentes y Residuos (ER)	Calidad y cantidad de efluentes y residuos gaseosos, líquidos, semisólidos y sólidos.	0; 1; 3; 4 y 6
	Riesgo (Ri)	Riesgo que pueden afectar a la población o al medio circundante.	Del 0 al 5
	Dimensionamiento (Di)	Cantidad de personal; potencia instalada (HP); relación superficie cubierta/total.	Del 0 al 10

	Localización (Lo)	Zonificación e infraestructura de servicios urbanos.	Del 0 al 4
--	-------------------	--	---------------

El mínimo $NCA_{inicial}$ que se puede obtener es de 2 y el máximo de 35, o sea que el NCA podría obtener valores desde -2 hasta 37. Como era de esperar, esta fórmula ha tenido muchos cuestionamientos sobre la manera en que es aplicada y el criterio que se usa para atribuir un número a cada una de las variables.

Se ha cuestionado que en el rubro no se tenga en cuenta la producción que las empresas tengan y por ende la cantidad de sustancias peligrosas que manipulen. No explica cuales son los motivos por los cuales corresponde un 1 o un 10 y la diferencia entre los valores es muy grande. En la determinación del valor otorgado a los efluentes y residuos no suena demasiado lógico que se castigue con el valor máximo a aquellas empresas en las que exista algún efluente gaseoso cuando esto no está incluido en la ley, es solo agua y suelo.

En cuanto al riesgo, puede llegar a pensarse que no se ha utilizado la palabra correcta, quizás sería mejor haber puesto peligro. La diferencia entre estas dos puede verse con un simple ejemplo, si tengo buenos sistemas contra incendio se puede decir que no existe riesgo de incendio, pero peligro de incendio existe siempre, no importa qué mecanismos de control tenga, el riesgo involucra tanto el peligro como la probabilidad de ocurrencia.

La dimensión en cuanto a la relación superficie cubierta/total parece estar valorada en forma inversa, parece lógico pensar que a mayor superficie cubierta menores posibilidades de contaminar se tengan. Según la resolución los mayores valores se los adjudica a las empresas cuya ecuación resulte en el 100%. Asimismo con respecto a la localización no hay mayores cuestionamientos.

2.2 La póliza de Seguro Ambiental

El 26 de agosto de 2008 se aprobó la primera póliza de seguro por daño ambiental de incidencia colectiva. Esta póliza que existe hoy en día es brindada por *Prudencia Compañía Argentina de Seguros Generales* y es denominada **Seguro de Caución - Daño Ambiental de Incidencia Colectiva – Garantía de Remediación Ambiental**. Es una cobertura del ramo de caución en donde el asegurado es el Estado (Nacional, Provincial o Municipal); el titular de la actividad riesgosa es quien contrata la cobertura y paga la prima (se lo denomina proponente); y el asegurador es la compañía que emite la póliza.

La compañía Prudencia, sujeto a las condiciones generales y particulares, “asegura” la ejecución de las tareas de recomposición de daño ambiental de incidencia colectiva, ante el incumplimiento de esa obligación por parte del tomador de la póliza. Por lo tanto, el objeto de la póliza, es cubrir la garantía exigida al tomador de reparar, como consecuencia de la manifestación o descubrimiento de un daño ambiental de incidencia colectiva. Asimismo, ante la imposibilidad de reparar el daño, se garantiza el cumplimiento del pago pertinente (cuyo monto se deberá establecer en sede Judicial) al fondo de Compensación Ambiental, hasta la concurrencia del monto del capital asegurado. Asimismo, cabe destacar que esta póliza garantiza que el proponente remediará el daño ambiental producido, en caso contrario el asegurador se hará cargo pero luego subrogará dichos derechos y repetirá contra el tomador obligado. En los seguros de caución no existe una real traslación del riesgo, es apenas una garantía financiera.

A esta póliza se le cuestionó la insuficiencia de retención propia de la compañía que es de \$1.200.000, también se dijo que no contaban con coaseguro ni reaseguro. Esto no es correcto, sino que cuando la Superintendencia aprobó dicha póliza, Prudencia no había terminado de cerrar los contratos de reaseguro y prefirió no hacer comentarios al respecto. Este es un punto importante, ya que si bien los reaseguradores se muestran demasiados cautos ante este nuevo seguro ya han empezado a brindar esta cobertura. También se ha planteado el problema de que si bien esta póliza es válida porque ha sido aprobada, es acotada y los empresarios temen que la ley les exija por sobre lo que esta les cubre, por ejemplo, en sus condiciones particulares dice que limpiará el terreno del tomador, pero la ley indica que será responsable por el daño generado en el terreno del tomador y en los terrenos lindantes (Furlan 2008-a).

Otra cuestión a tener en cuenta es que se consideran cubiertos por el seguro los daños cuya primera manifestación o descubrimiento se produzca durante el período de cobertura definido en la póliza y hasta el monto del capital asegurado (Furlan 2008-b). Por lo que surge una dificultad con la contaminación gradual, ya que debe determinarse desde qué momento comienza a producirse definitivamente el daño y esa será la fecha que el asegurador tomará como referencia para determinar si tiene o no responsabilidad. En la mayoría de los casos, la contaminación se desarrolla de forma inadvertida e insidiosa durante un período considerable de tiempo y resulta muy difícil precisar cuándo empezó (Mapfre 2008).

Es por eso que la correcta identificación y evaluación de pasivos ambientales constituye un aspecto central en la contratación de este seguro. En la resolución conjunta 98/07 y 1973/07, se requiere que las empresas verifiquen su Nivel de complejidad ambiental y su Situación Ambiental Inicial (SAI), por este término se entiende al diagnóstico realizado en forma previa a la contratación de la cobertura a fin de establecer la existencia de sustancias y concentraciones de las mismas, en condiciones que impliquen una contaminación del suelo, subsuelo, aguas superficiales o aguas subterráneas, determinando, en su caso, la naturaleza, el grado, la extensión y la distribución de los contaminantes. Hoy por hoy es la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable la que establecerá las metodologías para la determinación del mismo. Esto es muy cuestionado por las distintas provincias ya que no consideran que la Secretaría pueda determinar la mejor metodología para los distintos lugares.

La doctrina ha manifestado que la posibilidad de asegurar un riesgo dependerá, en última instancia y en la práctica, de que una entidad aseguradora pueda crear un producto ambientalmente específico, calcular y determinar una prima que identifique el riesgo, financiando la prestación del servicio (Dopazo Fraguio 2002). Por lo anterior, el siguiente capítulo desarrolla las características necesarias que tiene que cumplir un seguro de esta naturaleza analizando la particular situación argentina.

3. OBLIGATORIEDAD DEL SEGURO MEDIOAMBIENTAL

Muchos sistemas jurídicos de distintos países de todo el mundo imponen la obligación de contratar un seguro para realizar ciertas actividades. El ejemplo más conocido y difundido de esta imposición es sin lugar a dudas

la conducción de automóviles que se puede observar en sociedades y economías muy diferentes entre sí. Pero hay requisitos que deben ser cumplidos para que esta obligatoriedad funcione eficientemente socialmente.

3.1 Modalidades del Seguro obligatorio

Un sistema de seguros obligatorios puede ser de 2 modalidades, bilateral o unilateral. En el caso de la cobertura obligatoria bilateral, las empresas están obligadas a contratar un seguro y las compañías de seguro están obligadas a brindar esa cobertura para cada una de las empresas que lo solicite, bajo condiciones preestablecidas y aprobadas por las autoridades. En el otro caso, la obligación recae únicamente en las empresas, es decir, las empresas están obligadas a contratar un seguro para poder operar pero las aseguradoras pueden negarse según su propia discreción. En este caso el mecanismo de incentivos ofrecidos por los seguros ambientales modernos podría funcionar correctamente pero las compañías aseguradoras se encontrarían en el difícil rol de decidir qué empresa sigue con su actividad y qué empresa ya no puede hacerlo, se les estaría otorgando el rol de policía ambiental (Acciari, Castellano & Barbero 2004).

La posibilidad de obligar a los agentes a contratar un seguro comienza a discutirse a principios de la década del '20, esto fue cuando el uso del automóvil comienza a incrementarse y se multiplican los accidentes de tránsito. El objetivo prioritario era darle protección a las víctimas asegurándoles asistencia médica y una compensación justa. Con el correr de los años distintos tipos de seguros se fueron convirtiendo en seguros obligatorios, llegando a ser una cantidad considerable hoy en día.

En este capítulo se analizará si en la Argentina de hoy día están dadas las condiciones para que la ley y sus siguientes resoluciones puedan ser llevadas a la práctica y exigidas legalmente. Para esto se presentarán las características y requisitos del seguro obligatorio, luego se analizará cómo están planteadas las 3 opciones que tiene una empresa que según la fórmula polinómica realice actividades peligrosas y cómo juegan las preferencias de cada una de estas empresas. Se terminará presentando el marco legal actual.

3.2 Requisitos para la asegurabilidad

Las compañías de seguro son organizaciones comerciales que venden seguros y buscan obtener un beneficio. Asimismo, no existe una línea

objetiva que divide lo asegurable de lo no asegurable, cada una decide si ofrece o no una determinada cobertura. Ahora bien, estos productos deben cumplir ciertos requisitos para que puedan funcionar correctamente.

Es muy importante para el asegurador ser capaz de calcular la prima correcta. Por principio general todas las primas que se cobren deben alcanzar para pagar los siniestros que ocurran y dejar un margen de ganancias. Para eso, se debe poder estimar de manera realista y confiable cuál será el monto a pagar por los reclamos que aparecerán durante un período considerado de tiempo.

Es requisito necesario poder determinar el riesgo, es decir, poder identificarlo como bueno, malo o clasificarlo como uno que esté entre estas dos opciones. Se sabe que ningún riesgo es igual a otro, cada uno tendrá características particulares y el asegurador debe poder analizarlas para decidir si toma el riesgo o no, si lo hace saber bajo qué términos lo hace y bajo qué condiciones.

Pero incluso cuando ese riesgo pueda ser identificado y cuantificado hay otras cuestiones a tener en cuenta, como son el tamaño de la cartera propia en relación con el riesgo que se está por asumir, la prima que se está cobrando en el mercado para dicho riesgo, un marco legal y sin ambigüedades es esencial para que no haya dudas de bajo qué circunstancias se debe pagar por un siniestro y cuál es el monto de dicha indemnización.

Tampoco se puede dejar de mencionar el Moral Hazard o riesgo moral. Este puede ser visto como la diferencia entre el costo de precaución adoptado por el agente de no haber contratado el seguro y el costo que deja de asumir por haberlo hecho. Si la compañía de seguros puede hacer depender la prima del nivel de precaución del dañador, el problema, en teoría, desaparece. Cuando no se pueden asociar los términos del contrato de seguro al nivel de precaución del agente entonces pueden surgir incentivos a no adoptar el nivel de precaución óptimo, por eso la cobertura óptima en este caso debería ser solo parcial.

Ahora bien, todos estos requisitos son esenciales para que un seguro funcione eficientemente, pero en el caso de los obligatorios hay otras características que deben ser tenidas en cuenta. (CEA 2007). En primer lugar debe existir un mercado asegurador establecido basado en muchos años de experiencia, requiriendo contar con un grupo grande de riesgo que

sea homogéneo y en donde la intensidad y la frecuencia sea predecible con cierto grado de confianza y varias aseguradoras que garanticen la competencia y la libertad de elección por parte de los asegurados. Por otro lado deben existir reaseguradores que estén dispuestos a participar en caso de que se exceda la capacidad propia. Por último se requiere que el producto que las empresas puedan adquirir a un precio razonable y produzca beneficios acordes a la inversión de capital realizado.

Además de los mencionados anteriormente, el legislador debería tener en cuenta que los asegurados tienen que tener capacidad para pagar primas altas y la necesidad de organismos de control (Oesterreicher 2007). Sin esto, cualquier intento de introducir un seguro obligatorio no va a funcionar eficientemente en el largo plazo. Sin ningún lugar a duda, el nivel de compromiso que tenga cada empresa para prevenir riesgos es extremadamente importante para el asegurador y eso influirá en si le ofrece o no cobertura. Una empresa que muestre poco interés en proteger el medio ambiente se verá en dificultades a la hora de obtener un seguro, y de hacerlo seguramente que la prima que le cobren sea muy elevada. La ley obliga en todos los seguros a las compañías aseguradoras a cobrar primas técnicamente correctas y adecuadas al riesgo. Actualmente los métodos utilizados para la evaluación de riesgos se basan en la experiencia siniestral. Puesto que antes no se aseguraba este riesgo, el sector de seguros no cuenta con los valores empíricos correspondientes. El cálculo de la probabilidad de ocurrencia y de la magnitud del siniestro es un criterio decisivo para su asegurabilidad y al no contar con ellos es muy difícil estimar mediante métodos convencionales el importe y la frecuencia de los daños (Oesterreicher 2007).

Los problemas que se deben afrontar para una plena operatividad de los seguros ambientales son la dificultad que encierra el tipo de siniestro para dimensionar los daños, las probabilidades y las frecuencias de que este ocurra, así como para estimar el costo de la reparación. También se debe tener en cuenta la naturaleza del riesgo catastrófico, las características que implica ser un siniestro "long tail" y las dificultades que pueden existir a la hora de determinar el grado de participación de cada uno de los agentes causantes del daño.

Estas particularidades complican seriamente el cálculo de la tasa de siniestralidad, generan un alto grado de incertidumbre que lleva a las compañías aseguradoras a retirarse del mercado o bien permanecer en él

pero fijando primas muy elevadas. Esta excesiva incertidumbre que traen los daños ecológicos es uno de los aspectos más importantes del seguro ambiental y que lo distingue de los demás seguros (Ramírez 2009). Por lo anterior, el sector de seguros tendrá que recurrir a técnicas especiales no solo para poder determinar la prima sino también para manejar los siniestros. Cuando la empresa sufre un siniestro necesita que la aseguradora responda con profesionalismo, rapidez y eficacia. Para los riesgos “tradicionales”, como pueden ser lesiones a las personas, daños a la propiedad o pérdidas económicas, el asegurador conoce muy bien cómo hacer eso, pero cuando se trata del medioambiente en donde hay muy poca experiencia nuevas técnicas deben ser implementadas.

Es difícil encontrar consistencia entre el marco teórico y la imposición de seguros obligatorios. Si la actitud frente al riesgo de los agentes involucrados deja de ser un supuesto y pasa a ser una preferencia mas, una consideración simplista del problema podría indicar que quienes se aseguran son agentes adversos al riesgo y que quienes no lo hacen son indiferentes o amantes al peligro. De ser así, forzar a tomar un seguro a quienes no decidieron hacerlo voluntariamente, implicaría una inconsistencia con cualquier objetivo de eficiencia que tomara en cuenta la utilidad de los agentes implicados. La definición estándar de aversión al riesgo asegura solamente que el agente prefiere la certeza de un seguro justo a verse sometido al riesgo de disminuir su riqueza a causa de pagar una indemnización, pero no que prefiera asegurarse a cualquier precio. Su utilidad es una función del precio a pagar por ese seguro y por lo tanto, no es indiferente el monto de esa prima, en su decisión de aceptar o rechazar el contrato de seguro.

El argumento más visible a favor de la imposición coactiva de los seguros suele ser la limitación en la solvencia de los agentes. No parece razonable evaluar el seguro obligatorio sin considerar el contexto real y las particulares condiciones de imperfección del mismo. Esto es, en un ámbito en el cual la solvencia de los dañadores supere el valor de las indemnizaciones que deberían pagar y se trate de agentes previsiblemente neutrales al riesgo, probablemente carezca de sentido imponer la obligatoriedad de contratar un seguro. No parece lo mismo, si se trata de un campo en el cual se presenta una amplia proporción de agentes de solvencia insuficiente (con relación al valor esperado de los daños asociados a sus actividades) y, conjuntamente, con escaso acceso a la información sobre sus riesgos (Acciari, Castellano & Barbero 2004).

Por otro lado, el seguro obligatorio traerá mayores costos para las empresas ya que deberán comprar una cobertura, ya sea que la necesiten o no. Esto afecta mayormente a las pequeñas y medianas empresas. Estas, deberán gastar dinero en coberturas, que seguramente serán caras, que podrían haber destinado a prevenir riesgos. En definitiva, este costo será absorbido por el cliente final que pagará un precio más alto por los productos de dichas empresas.

Sin embargo, hay que hacer una observación con respecto a las PYMES, porque usualmente estas empresas son responsables de un buen porcentaje de la contaminación ambiental. Se ha afirmado en ocasiones que un pequeño matadero produce mayor nivel de contaminación que una enorme granja avícola o que un taller de pinturas de heladeras en un patio puede producir mayor contaminación que una planta nuclear. Esto se debe, en parte, a que las grandes empresas cuentan con personal y recursos económicos adecuados y suficientes para acceder a tecnologías de producción que les permita contaminar lo menos posible y monitorear constantemente sus emisiones. Las pequeñas y medianas empresas, en general, toman menos conciencia con respecto al tema y se excusan en que su producción no es tan grande (Vargas 2009).

4. GESTIÓN EMPRESARIAL DEL RIESGO MEDIOAMBIENTAL

La cobertura de los riesgos ambientales requiere grandiosos volúmenes de primas, no parece ser razonable que un solo mecanismo permita enfrentar el daño, es necesaria una combinación de ellos para hacerse de los recursos necesarios (Llistosella 2008). La ley y sus siguientes resoluciones establecen 3 opciones que las empresas involucradas deben cumplir, como ya se ha mencionado. La primera es el Seguro de Responsabilidad por Daño. Hoy en día ninguna compañía aseguradora brinda esta cobertura porque no estarían definidos los sistemas, las metodologías y los procedimientos a utilizar para la remediación del medio ambiente dañado y porque hay un posible conflicto entre la ley y las resoluciones dando la sensación de que un asegurador puede verse obligado a amparar lo que no está amparado o a indemnizar por sobre el límite de indemnización de la póliza (Lattes 2009).

La segunda posibilidad es el seguro de caución, en este caso hay que destacar que no transfiere riesgo, sino que el asegurador se hará cargo pero

finalmente será el proponente el que termine pagando por el siniestro, para avalar este pago se le exige una garantía . Aquel que no tenga la posibilidad de obtener dicha garantía no podrá obtener el seguro, es decir, solo podrán obtener la cobertura aquellas empresas que demuestren que en caso de sufrir un siniestro podrán responder por el mismo. De esto se derivan dos incógnitas, la primera es si una empresa puede pagar el siniestro y en caso de que el mismo ocurra es ella la que lo terminara haciendo entonces para qué pagar un prima de servicio y la segunda sería qué pasa con las empresas que no pueden obtener esta garantía.

Solo queda hablar de la tercera opción, el autoseguro. Esto puede ser visto como una alternativa que puede ser utilizada por aquellas empresas que no hayan conseguido una cobertura de seguro o como un complemento a la misma.

Pero la realidad es que hoy en día, aún no es una opción viable. A su vez, es posible que se exijan determinados requisitos o ratios de solvencia para poder acceder a él, así como la exigencia de reservas o provisiones en los balances, todo lo cual tornaría muy compleja su reglamentación (Iprofesional. Com 2008).

Es una alternativa válida pero aun falta que se especifiquen las exigencias para las empresas que exploren y opten por este sistema. No sería conveniente para las empresas que optaran por este sistema que trajera aparejado la afectación de activos o la obligación de invertir en determinados instrumentos predeterminados (Barbeito 2008).

Si bien es cierto que las empresas necesitan una cobertura, esto podría ser una bomba de tiempo para las aseguradoras si no se acuerdan los términos de las pólizas o no se establecen límites a la responsabilidad (Raffo 2004). Este último punto es uno de los más cuestionados ya que se teme la actuación de los jueces, es lo que se suele denominar "*Nivel de incertidumbre jurídica*" que depende no solo de la forma en que las normas jurídicas son diseñadas por las autoridades legislativas, sino también de la forma en que dichas normas son interpretadas y aplicadas por los jueces en un determinado marco institucional (OCDE 2007).

Con la resolución 1398, la Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Finanzas, junto con la Superintendencia de Seguros dieron por finalizada la reglamentación de los seguros ambientales. Sin embargo las contradicciones y confusiones que dichas resoluciones han presentado

siguen sin resolverse, lo cual llevará a innumerables planteos judiciales en un futuro. Por ejemplo, se puede señalar que el financiamiento de la recomposición del daño ambiental de incidencia colectiva que exige la LGA en su artículo 28 (restablecer la situación anterior a la generación del daño ambiental) no se plasmo correctamente con la resolución del poder ejecutivo al momento de reglamentar dicho artículo, ya que solo contempla restablecer las condiciones del ambiente afectado "hasta alcanzar niveles ambientales de riesgo aceptables para la salud humana y para la autogeneración de los recursos naturales, de modo que la alteración deje de ser relevante".

En ese sentido, la resolución no ha respetado fielmente el espíritu que tuvo el legislador respecto al alcance del daño ambiental de incidencia colectiva al reglamentar el artículo 22, lo cual genera claramente inseguridad jurídica, tanto para las compañías de seguros como para los asegurados y para la comunidad en general (Bril 2008). De esta manera podríamos encontrarnos dentro del mismo territorio nacional, con jueces que fallen ante posibles demandas por daños ambientales, de distinta manera o utilizando distintos criterios doctrinales para la misma ley. Solo se subsanaría esta "incertidumbre jurídica", si al ocurrir esa disparidad en la jurisprudencia, la Corte Suprema de Justicia, a través de un fallo plenario, la unifique.

A su vez, establece que de no ser posible restablecer el ambiente al estado anterior a la producción del daño, entonces se deberá abonar al fondo de compensación ambiental una indemnización que será determinada por la justicia. Es ahí donde el papel del juez es más activo que en los daños y perjuicios comunes. En nuestro país todavía hay una gran desprotección contra el daño ambiental, pero no hay que dejar de señalar el peligro que implicaría que la reacción de los tribunales sea excesiva. En este sentido al riesgo de una legislación rígida se le suma la posibilidad de jueces embanderados en un deseo de protección hacia los más débiles. Sin el equilibrio necesario y sin razonabilidad se puede llegar a situaciones perjudiciales para la comunidad al entorpecerse la actividad industrial y generarse la industria de los juicios.

La responsabilidad civil en materia ambiental es objetiva, lo que significa que no es necesario probar la culpa del que causa el daño, sino solo el hecho de que la acción u omisión ha causado un daño. De acuerdo a este principio, aquí no se examina la culpabilidad del agente, sino solo su responsabilidad,

y esto se debe a que los daños ambientales son continuos, acumulativos, irreversibles y transnacionales, por lo que es importante, después de que ocurre el hecho, determinar el responsable para que proceda sin demoras a la reparación de los daños.

Además la ley le otorga facultades muy amplias, y en ciertos casos, habilitaría para aplicar el principio precautorio, una potestad que muchos empresarios critican. El principio precautorio se origina en los años '90 (Raffo 2004). Este establece que cuando exista peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del ambiente. De esta forma se rompe con uno de los elementos característicos del derecho de daños, por el cual el mismo debe ser siempre cierto y no puramente eventual o hipotético. Es decir que, aun cuando no haya certeza científica acerca de la existencia de peligro de degradación del ambiente, las autoridades podrán tomar medidas para que la misma no se produzca.

En el ámbito internacional existe un principio ambiental, "Quien contamina paga", actualmente este principio es muy cuestionado debido a su baja efectividad y a la confusa interpretación que da lugar. El principio plantea un incentivo para los contaminadores, ya que de acuerdo con él, todo aquel que pueda pagar, puede contaminar. A la vez sienta un privilegio, al permitir solo contaminar a aquellas personas que gozan de un sólida estatus económico. Pero en realidad lo que se persigue con este principio es que las empresas y los individuos internalicen los costos de contaminación, para no tener que pagar la descontaminación. Sin embargo, el precio que las empresas deben cubrir por internalizar los costos de contaminación, suelen ser superiores a los costos en los que incurre por la descontaminación. Es decir, es más económico pagar la multa que reestructurar todo el proceso productivo.

Son tantas las cuestiones que parecen no tener respuesta que parece muy difícil la creación de una cobertura de seguros que sea conveniente tanto para las compañías aseguradoras como para las empresas de plaza. Y a su vez está latente la pregunta de qué pasa si no se hace nada, es decir si no se contrata la cobertura.

5. CONCLUSIONES

La Argentina es el primer país del mundo donde un seguro medio ambiental es obligatorio. A pesar de contar hoy en día con una póliza en el mercado, es evidente que nuestro mercado de seguro ambiental necesitará algunos años más a fin de poder brindar coberturas eficientes, ubicándonos en la misma situación que vivió los Estados Unidos 20 años atrás (Arganaraz Luque 2007).

Por otro lado, es fácil entender como los propietarios y operadores de las instalaciones de alto riesgo podrían entender el seguro como una especie de "licencia perpetua para contaminar", que adquieren a cambio del pago de una prima de seguro anual o bien que tomen dicho pago de la prima como un impuesto más que debe ser abonado para poder cumplir con la ley y así desentenderse del tema.

Sin lugar a dudas, las aseguradoras desarrollaran un papel fundamental en torno a la prevención de riesgos ya que, en primer lugar, ninguna de ellas dará cobertura sin antes cerciorarse de que el asegurado haya tomado determinadas medidas para evitar la realización del siniestro. En segundo lugar, el monto de la prima descenderá sensiblemente en los casos en que se verifique una adecuada gestión ambiental por parte de la actividad del asegurado, y en contrapartida, esta podrá alcanzar montos muy elevados y hasta prever la posibilidad de no cubrir el riesgo.

Analizando desde una perspectiva de políticas públicas, el derecho ambiental debería poner más énfasis en la prevención, ya que la vía sanadora o coactiva se encuentra muy limitada en cuanto a su eficacia a posteriori. Las normas jurídicas por sí solas son ineficaces sino están precedidas por un real estado de conciencia social. Puesto que una vez que sucedió el incidente de contaminación, ya sea accidental o no, el daño está hecho, se lesiona tanto a las personas como a las cosas que integran el ambiente. No se puede hablar de pagar la contaminación porque es un costo que nunca podrá ser cubierto en su totalidad.

Sin lugar a duda este trabajo deberá ser revisado una vez que se haya puesto en marcha todo el sistema, es decir, que se vendan pólizas y que, desafortunadamente, ocurran siniestros. Habrá que ver cómo actúa la ley en cada uno de los casos, como afecta esto a las compañías de seguros y por ende de reaseguros, y cuál es la reacción de las mismas ante los distintos fallos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acciari, A.; Castellano, A. y Barbero, A. (2004): *El seguro obligatorio de responsabilidad civil: Un ensayo sobre instituciones en mercados altamente imperfectos*. Universidad Nacional del Sur.

Arganaraz Luque, M. (2007): *Los seguros y la Ley General del Ambiente*. Universidad de Derecho de Buenos Aires.
(Disponible en <http://www.biotech.bioetica.org/docta18.htm>)

Barbeito, G. (2008): "Riesgo Ambiental, entretelones de una compleja reglamentación", Revista *Estratega*.
(Disponible en http://www.rmlex.com/media/Riesgo_Ambiental.pdf)

Bril, R. (2008): "No podrán evitarse planteos judiciales", Revista *Estrategas*.

CEA, Insurers of Europe (2007): *White paper on Insurability of environmental liability*.

Furlan, J. (2008-a): "Es exigible el seguro ambiental", *Pool económico*,
Disponible en <http://www.pool-economico.com.ar/nota-522.html>

Furlan, J. (2008-b): "Póliza ambiental", *Todo Riesgo*, diciembre 2008.

Infobae profesional.com (2008): "Sin excusas: las empresas ya cuentan con una póliza que cubre el daño ambiental",
(Disponible en <http://www.iprofesional.com/index.php?p=nota&idx=73606>)

Lattes, M. (2009): "Aspectos vinculados al Seguro", Foro *Seguro Ambiental en la Argentina: aspectos técnicos de su implementación*.

Llistosella, A. R. (2008): "Danos ambientales, instrumentos para su adecuada cobertura", Revista *Estrategas*, abril 2008.

Malm Grenn, G. (2009): "Seguros Ambientales: Donde estamos hoy", Foro *Seguro Ambiental en la Argentina: aspectos técnicos de su implementación*.

Mapfre Re (2008): *Soluciones técnicas para la protección, control y recuperación del medio ambiente*.

OCDE (2007): Riesgos Ambientales y Seguros N° 6", Un análisis comparativo del papel de los seguros en la gestión de riesgos relacionados

con el medio ambiente. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Madrid.

Oesterreicher, M. (2007): *El seguro de los daños medio ambientales en la Unión Europea*, Swiss Re.

Raffo, S. (2004): "Catástrofe ambiental, riesgo judicial", Revista *Estrategas*, edición N° 72.

Ramírez, L. (2009): *Desarrollo sustentable en América del Sur: Políticas ambientales e instrumentos tendientes a la restauración ambiental dentro del Mercosur y de los estados miembros que lo componen*, Colegio de abogados de San Isidro.

Valls, M.; Bril, R. (1998): *Prevención y compensación frente al daño ambiental*, Argentina.

Vargas, C. (2009): "Derecho Ambiental-Principios Rectores del Derecho Ambiental", *Gaceta Judicial*, edición 269, marzo 2009.

FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN PARA LA PREDICCIÓN DE EVENTOS AMBIENTALES EXTREMOS

Blanca R. Vitale

Tito I. Lasanta

INTRODUCCIÓN

Se considera que el costo ambiental es debido a los efectos a mediano plazo constituidos por los contaminantes orgánicos persistentes (*COPs*) y los desechos químicos tóxicos y peligrosos (nitritos, nitratos, cloruros, etc.), contemplados por primera vez en la legislación internacional en el *Convenio de Estocolmo*, así como a la acción antrópica sobre la atmósfera que produce, a una escala más amplia, el cambio climático. De hecho, los costos ambientales y sociales relacionados con el cambio climático, han sido estimados entre un 1.5 y un 2% de todo el PBI, con daños en los países en desarrollo de casi un 3%. El estado de México, por ejemplo, estimó el costo financiero de la degradación ambiental en un 10 % del PIB entre 1988 y 1999.

Desde 1750, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado en un 31% y la temperatura ha aumentado en 0,8 grados Celsius en el transcurso del último siglo, siendo posible deducir que las catástrofes naturales son provocadas por la actividad humana.

Por ejemplo, las inundaciones extremas en los últimos años, provocaron pérdidas anuales de 16.000 millones de dólares, en 1993, en el río *Misisipi*, y 32.000 millones de dólares en el río *Yangtzé*, en China, en 1998, además de 3.500 vidas humanas. Los eventos de crecidas extremas son provocados por el incremento de la intensidad de las lluvias.

Casi 200 millones de personas en más de 90 países están expuestas anualmente a inundaciones catastróficas. Entre 1980 y 2000, unas 170.000 muertes estuvieron vinculadas a inundaciones en todo el mundo.

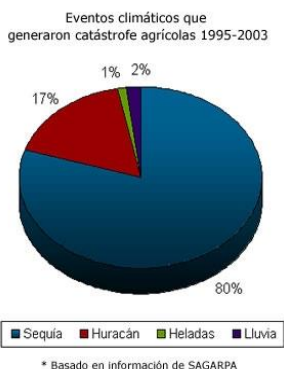
La vulnerabilidad a las inundaciones está vinculada al Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, que es inversamente proporcional al número de muertes registradas. Existe una correlación negativa entre las muertes causadas por inundaciones y la densidad de la población a escala local. Por consiguiente, los países con bajo PIB per cápita, gran cantidad de personas

expuestas y bajas densidades de población corren mayores riesgos de sufrir inundaciones.

La compañía reaseguradora alemana *Münchener Rück* estima que las catástrofes naturales durante los últimos diez años han tenido costos materiales equivalentes a más de 330.000 millones de dólares. Esta cifra es seis veces superior a los daños registrados hace 50 años. Los daños de las aseguradoras se han multiplicado diez veces en ese lapso.

La Figura 1 muestra que el 80% de las catástrofes en la agricultura, entre 1995 y 2000, se han debido a eventos extremos de lluvia.

Figura 1. Tipos de eventos climáticos causantes de catástrofes agrícolas entre 1995 y 2000.



Considerando, en consecuencia, que los costos ambientales son significativos ante valores excepcionales de las variables que los originan, analizamos en el presente trabajo series de datos, que constituyen evidencia de una acción antrópica adversa sobre el medio ambiente, en el *Área Metropolitana Buenos Aires (AMBA)*. Seleccionamos *valores extremos* de cada serie, mediante procesos de gestión de datos y los analizamos estadísticamente, constituyendo el *objeto* de la investigación, la determinación de una distribución teórica de probabilidades adecuada, asociada a la ocurrencia de los *eventos extremos* analizados, que permita su pronóstico.

Tomamos como evidencia empírica, series de precipitaciones registradas en el *AMBA* y analizamos, además, series de contaminaciones por *cloruros* medidas en el *Río de la Plata*.

Determinamos asimismo, las relaciones existentes entre la recurrencia de eventos extremos de tormenta, la intensidad y la duración de las mismas, obtenidas mediante la aplicación de la distribución teórica de probabilidades, determinadas en el trabajo, obteniendo los valores de intensidad que se corresponden con los riesgos específicos, asociados a las recurrencias propuestas.

1. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Obtuvimos series de precipitaciones de 4 estaciones meteorológicas: estación *Estefanía*, del *Instituto Nacional del Agua (INA)*, con registros desde 1994 a 2003; estación *Villa Ortúzar*, del *Servicio Meteorológico Nacional (SMN)* de la *Fuerza Aérea Argentina*, con registros desde 1990 a 1999; estación del *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*, en *Castelar*, con registros desde 1990 a 2004 y estación *General Pacheco*, de la *Universidad Tecnológica Nacional*, con registros desde 2003 a 2006.

Del mismo modo, obtuvimos registros sistemáticos de grados de *contaminación con cloruros* (de hidrógeno, zinc, vinilo, mercurio, metileno y férrico) medidas en el *Río de la Plata*, en la toma de agua para suministro de agua potable a la *Ciudad de Buenos Aires*, medidos por la empresa *Aguas Argentinas*.

Evaluando la homogeneidad estadística de las series, seleccionamos mediante procesos de gestión de datos, *valores extremos* de precipitación de las estaciones *INA*, *SMN* e *INTA*, así como de la serie de contaminantes, trabajando con valores de *umbral* que permitan sostener la hipótesis de independencia entre los *valores extremos* seleccionados.

De cada estación se consideraron series de intensidades de lluvias, medidas en *milímetros por minuto*, considerando intervalos, de 5, 10, 15, 20, 30, 45 y 60 minutos, así como de 2, 3, 4, 6, 12, 24 y 48 horas, generándose, en consecuencia, una cantidad mínima de 14 series de *valores extremos* por estación disponiendo así, de 42 series de extremos de lluvias y una serie de extremos de contaminaciones por cloruros.

Los *valores extremos* son, de acuerdo con *Riccardi* (2004), valores máximos o mínimos seleccionados de un conjunto de datos, como por ejemplo valores máximos de cada período de registro histórico. En

Leadbetter et al (1982), se estudian las relaciones existentes entre los *valores extremos* y los procesos aleatorios que los originan y se presenta la teoría clásica de *valores extremos*, en la que se especifican las formas posibles de las distribuciones límites de máximos, que constituyan secuencias de variables aleatorias independientes. Como indican los autores, *Fisher y Tippett* demostraron que las distribuciones de *valores extremos*, seleccionadas de conjuntos de muestras de cualquier distribución de probabilidad, convergen en tres familias de distribuciones estables llamadas *distribuciones de valores extremos tipo I, II y III*, conocidas como distribuciones de *Gumbel, Frechet y Weibull* respectivamente.

Ajustamos, en consecuencia, a las series de valores extremos de las frecuencias empíricas observadas, las distribuciones teóricas de extremos expuestas en el párrafo anterior, estimando los parámetros de las distribuciones mediante los momentos, calculados con los datos de las series de lluvias y de contaminantes. Agregamos al análisis el ajuste mediante la distribución de *Pareto*, que es de aplicación frecuente en el estudio de datos particulares. Como trabajamos en forma directa con series de extremos depuradas, tomamos como umbral, para todas las distribuciones, el mínimo valor de cada serie.

La *distribución de Gumbel* tiene como función de distribución:

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\mu}{\alpha}\right)\right], \text{ con } -\infty \leq x \leq \infty,$$

donde $\alpha = 0.78s$, $\mu = \bar{x} - 0.5772\alpha$ y s es el desvío estándar de la muestra considerada.

La *distribución de Frechet* responde a la siguiente función:

$$F(y) = e^{-\left(\frac{u}{y}\right)^k}, \quad y \geq u$$

donde u es la moda y k el parámetro de forma. Obtuvimos el valor de u por el método de los momentos calculando:

$$E(x^l) = u\Gamma\left(1 - \frac{l}{k}\right), \text{ donde } k \text{ se obtuvo de la expresión: } \frac{\bar{x}}{u} = \Gamma\left(1 - \frac{1}{k}\right)$$

La *distribución de Weibull*, tiene como función de densidad:

$$f(y) = \frac{k}{w-u} \left(\frac{w-y}{w-u}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{w-y}{w-u}\right)^k}$$

y los momentos utilizados para estimar los parámetros se calcularon mediante las expresiones:

$$E(x) = \frac{1}{\lambda} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\omega}\right), \quad Y \quad E(x^2) = \frac{1}{\lambda^2} \Gamma\left(1 + \frac{2}{\omega}\right)$$

La *distribución generalizada de Pareto*, constituye un modelo general que permite describir eventos que presentan o no valores extremos con probabilidad alta, con *colas pesadas* en el caso de que la probabilidad de ocurrencia de los eventos extremos sea alta, que corresponde a un valor $k < 0$, con la cola de la distribución decayendo en forma hipérbolica. Su función es:

$$F(y) = 1 - (1 - k \frac{y}{\alpha})^{\frac{1}{k}}, \text{ si } k \neq 0 \quad \text{y} \quad 1 - e^{-\frac{y}{\alpha}}, \text{ si } k = 0$$

Los parámetros, utilizando el método de los momentos, se calculan aplicando las siguientes expresiones:

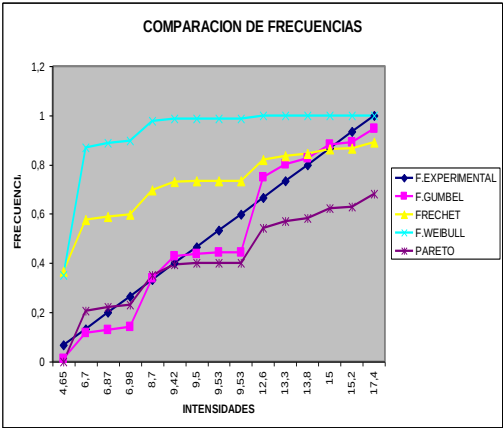
$$\hat{\alpha} = \frac{1}{2} \bar{x} \left(\frac{\bar{x}^2}{s^2} + 1 \right) \quad \hat{k} = \frac{1}{2} \left(\frac{\bar{x}^2}{s^2} - 1 \right)$$

Finalmente, aplicamos las pruebas de bondad de ajuste Chi cuadrado y de Borel Kolmogorov a las ecuaciones obtenidas.

2. RESULTADOS DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Se observa en los resultados obtenidos, que la distribución de *Gumbel* ajusta los datos de las 42 series de valores extremos de precipitación analizadas, así como la serie de contaminantes. Los tests indican bondad de ajuste de los modelos aplicados. En la Figura 2 se observan las distribuciones utilizadas, correspondientes a la estación Castelar, para valores de intensidad de tormentas de gran duración (6 horas, en este caso) y en la Figura 3 se muestran los ajustes sobre valores de recurrencia para la misma estación y para los mismos valores de intensidad.

Figura 2. Distribuciones de frecuencias. Estación *Castelar*, tormentas de 6 hs



Los parámetros de las distribuciones, para la estación *Castelar* y para intensidades de tormentas de 6 horas de duración, son los indicados en la Tabla 1.

Figura 3. Distribuciones de recurrencias, estación *Castelar*, tormentas de 6 hs

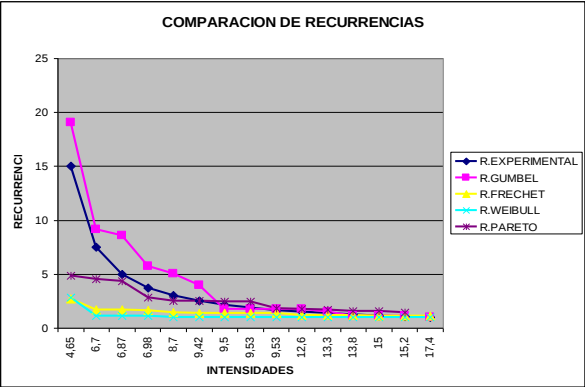


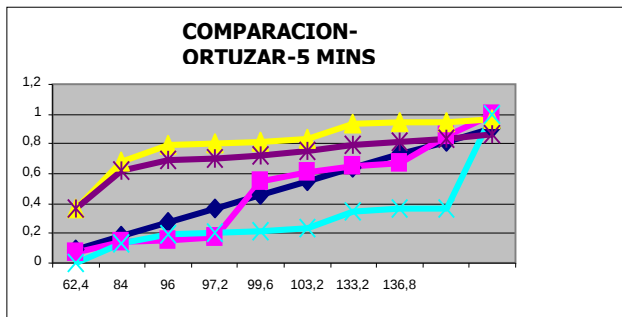
Tabla 1. Parámetros de las distribuciones, estación Castelar, tormentas de 6 hs

Gumbel	Frechet	Weibull	Pareto
$\alpha = 2.906$	$k = 1.637$	$\lambda = 0.111$	$\alpha = 8.376$
$\mu = 8.93$	$\mu = 4.65$	$\mu = 4.65$	$k = 0.47$
		$\omega = -22$	

En la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos para tormentas de corta duración. La figura muestra el resultado de los ajustes para las series de intensidades de tormentas de *5 minutos de duración*, en este caso para la estación meteorológica del *Servicio Meteorológico Nacional*, en *Villa Ortúzar*.

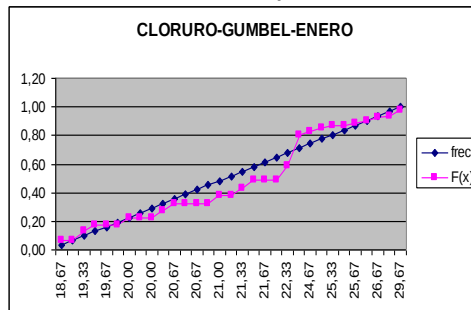
Los resultados obtenidos en el análisis de la serie de contaminantes por cloruros, en el Río de la Plata, indican, del mismo modo, que la distribución de *Gumbel* es la que mejor ajusta los datos empíricos.

Figura 4. Distribuciones de frecuencias estación *Castelar*, tormentas de 6 horas de duración



En la Figura 5 se muestra el ajuste logrado con la distribución de *Gumbel* para el período Mayo de 2005. Los parámetros de la distribución arrojaron los resultados siguientes: $\alpha = 1.24$ y $\mu = 30.87$.

Figura 5. Distribuciones de frecuencias de valores de cloruros, en el Río de la Plata, en mayo de 2005



3. METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS DE EVENTOS EXTREMOS

Considerando que la *Distribución de Gumbel* es la adecuada para el ajuste de datos extremos, determinamos la relación existente entre el riesgo de cada evento extremo, en términos de frecuencia esperada, con la duración y la intensidad de la tormenta.

En las figuras 6, 7 y 8 se observan las curvas intensidad – duración – recurrencia, correspondientes a las estaciones hidrológicas seleccionadas.

Figura 6. Curvas intensidad-duración-recurrencia. Estación Villa Ortúzar

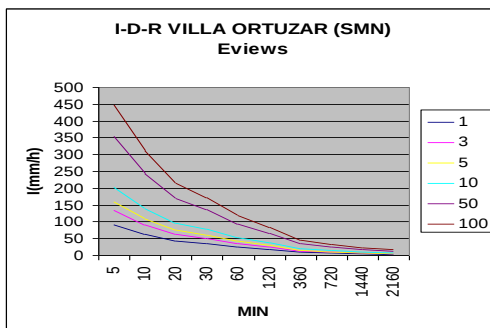
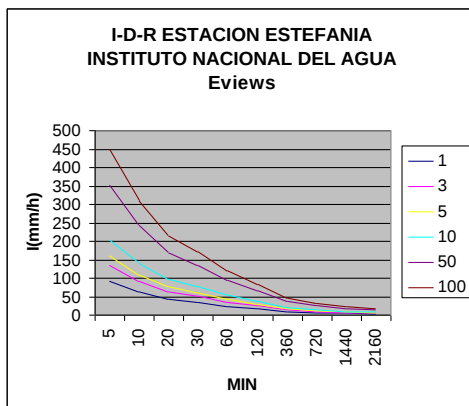


Figura 7. Curvas intensidad-duración-recurrencia. Estación Estefania



Los períodos de recurrencia, es decir, la inversa de las frecuencias empíricas de ocurrencia de eventos extremos, constituyen un parámetro de diseño de estructuras de alivio. Las recurrencias que usualmente se utilizan en los cálculos de estructuras de control de crecidas, se muestran en las Tablas 2 y 3. Las mismas indican los valores de recurrencia de diseño en Venezuela, EEUU, España y Francia.

Figura 8. Curvas intensidad – duración – recurrencia, correspondientes a la estación Castelar

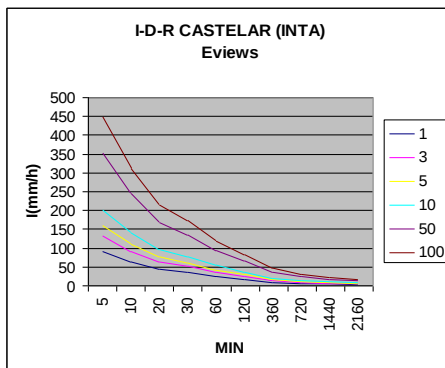


Tabla 2. Periodos de recurrencia estandarizados. En Venezuela y EE.UU

	VENEZUELA	EEUU
Áreas recreativas de bajo valor y uso no intenso	- 1 año.	
Zonas recreativas de alto valor e intenso uso por el público	- 2 años.	
Residencial de baja densidad (inferior a 150 haf/ha)	- 2 años.	2
Residencial multifamiliares alta densidad	- 5 años.	
Edificios Públicos	- 10 años.	
Aeropuertos (accesos, pistas, etc.)		2 -5 años
Comercial de alto valor		5 años
Edificios públicos		5 años
Áreas céntricas (negocios y finanzas)		5 -10 años
Aeropuerto principal		10 años

Los daños producidos por inundaciones extremas, corresponden a dos morfologías distintas del fenómeno de la inundación, dada la duración o el período de tiempo en que ocurre el evento de tormenta. En efecto, lluvias persistentes en un período relativamente prolongado producen inundaciones en grandes extensiones, requiriéndose de mucho tiempo para avenar las áreas anegadas, con los costos que ello implica. Este tipo de tormentas resultan de consecuencias económicas de importancia, especialmente en áreas rurales, generando pérdidas agrícolas y pecuarias.

Tabla 3. Periodos de recurrencia estandarizados en España y Francia

	ESPAÑA	FRANCIA
Riqueza y Densidad baja, parques	2 años	
Riqueza media, residencial habitual	5 - 10 años	
Comerciales, históricas (alto valor del suelo)	10 - 20 años	
Emisarios y colectores principales	25 años	
Poco urbanizadas y fuerte pendiente		5 años
Residencial - Comercial		20 años
Muy urbanizadas y poca pendiente		50 - 100 años

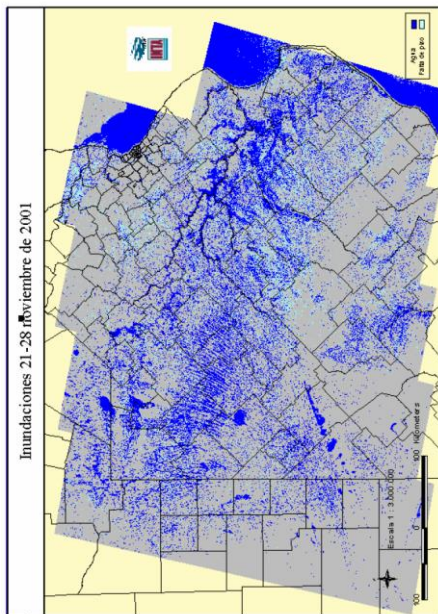
La información que existe hoy en día es raras veces suficiente para evaluar el potencial de una inundación como la indicada, en un área de estudio. Mediante la interpretación de imágenes provenientes de sensores

remotos puede prepararse una evaluación de esta amenaza que encaje dentro de los límites de tiempo y presupuesto de un estudio de planificación del desarrollo. Dicha evaluación es útil tanto para el diseño de nuevos proyectos como para adoptar medidas de mitigación en proyectos de desarrollo existentes que se encuentran amenazados por este evento.

La Figura 9 muestra una imagen satelital correspondiente a áreas inundadas en la provincia de Buenos Aires.

La Figura 10 muestra, para la provincia de Buenos Aires, frecuencias de anegamiento por lluvias. Las áreas en gris corresponden a una frecuencia de hasta 2 anegamientos en un período de cinco años. Las áreas en negro corresponden a frecuencias entre 3 y 5 anegamientos en el mismo período.

Figura 9. Imagen satelital indicando áreas inundadas en la provincia de Buenos Aires



En general, los atlas estatales de riesgo, sólo identifican el peligro y a todos les falta incluir la valoración de la vulnerabilidad para después determinar el riesgo.

Los *productos paramétricos* o basados en índices, que utilizan las compañías de seguros, a pesar de sus características teóricas notables, no se han intentado ampliamente y en los pocos lugares en donde se han introducido, la aceptación ha sido limitada.

Si bien dichos seguros han tenido aceptación en la agricultura, su aplicación a nivel municipal o gubernamental para la cobertura económica ante catástrofes por lluvias extremas en áreas urbanas, es aún escasa.

En el trabajo determinamos valores de intensidad de lluvias extremas de corta duración, que producen daños económicos significativos en áreas urbanizadas, aplicando la distribución de probabilidades determinada en el punto anterior.

4. RESULTADOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS DE EVENTOS EXTREMOS

Considerando que el grado de peligrosidad de una tormenta en un área urbana es inversamente proporcional a la duración de la misma, evaluamos tormentas de duración 5 minutos, en cada una de las estaciones estudiadas que, de hecho, se encuentran instaladas en áreas urbanas, y determinamos las intensidades correspondientes a las recurrencias más usuales, indicadas en las Tablas 2 y 3. Los resultados se indican en la Figura 10, en mm/min.

Tabla 4. Intensidades de lluvias extremas, en mm./min, pronosticadas en la provincia de Buenos Aires

Recurrencia (años)	Estación Villa Ortúzar(SMN)	Estación Estefanía(INA)	Estación Castelar(INTA)
5	130	130	130
10	170	180	170
50	300	310	320
100	400	420	420

Los resultados obtenidos son similares para las tres estaciones analizadas, es decir que puede pronosticarse para el Área Metropolitana Buenos Aires, las intensidades de tormentas extremas de 5 minutos de duración, que ocurren sólo una vez en 5, 10, 50 y 100 años. Las intensidades

pronosticadas para las recurrencias indicadas son 130, 175, 310 y 410 milímetros por minuto.

La evaluación económica de los daños producidos por lluvias con intensidades como las calculadas, permitirá un análisis costo-beneficio, como el propuesto por *Ayala Carcedo (2001)*, esquematizado en la Figura 12.

Figura 12. Criterio costo - beneficio para acciones que eviten inundaciones

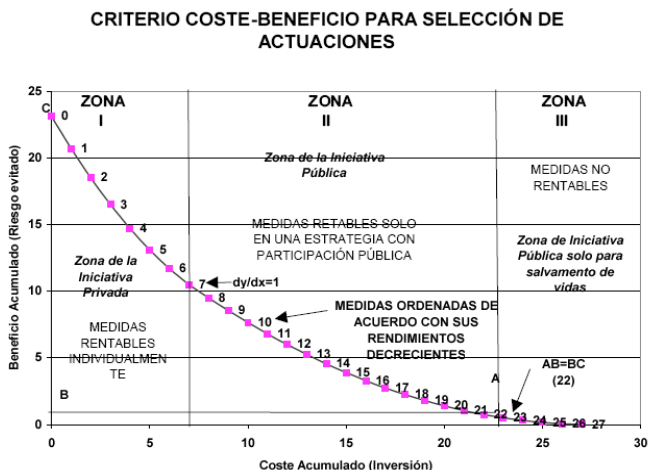


Figura 3. Las actuaciones de mitigación en una zona tienen beneficios decrecientes que cuestionan la racionalidad económica de numerosas actuaciones, que sólo la maximización del beneficio público (Zona II) o el salvamento de vidas (Zona III) pueden justificar en algunos casos. El recurso a seguros o la Ordenación del Territorio, son otras alternativas (Ayala-Carcedo, F.J., 2001).

5. CONCLUSIONES

Como consecuencia del análisis de los resultados obtenidos, se observa que la distribución de *Gumbel* es la más apropiada en el ajuste de series empíricas de valores extremos de intensidades de precipitación. Hemos observado que tal conclusión es válida para las 14 series de diferentes valores de intensidad de lluvia, que analizamos en cada una de las 3 estaciones meteorológicas consideradas. En efecto, hemos comprobado que la distribución de *Gumbel* proporcionó un mejor ajuste, en las 42 series de lluvias que analizamos.

A la misma conclusión arribamos en el análisis del ajuste de distribuciones, sobre las series de contaminantes.

La aplicación de la función de distribución determinada, en la evaluación del riesgo de un evento de lluvia catastrófico, permitió pronosticar las intensidades correspondientes a eventos de tormenta intempestivos, de corta duración, para las recurrencias consideradas en los estándares internacionales.

Esas intensidades constituyen un parámetro efectivo en la evaluación del riesgo. A partir de la determinación de los costos asociados, es posible un Análisis Costo-Beneficio, para la evaluación económica de acciones determinantes para evitar los efectos adversos de las tormentas extremas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Leadbetter, M. (1982): "*Extremes and Related Properties of Random Sequences and Processes*". New York. Springer Verlag.

Suarez Suarez, A. (1996): *Decisiones Óptimas de Inversión y Financiación en la Empresa*. Madrid. Pirámide.

Bras, R.; Rodríguez Iturbe, I. (1985): *Random Functions*. Addison Wesley.

Vujica, Y. (1982): *Probability and Statistics*. Fort Collins. WRP. 1978

Benjamín, J. (1999): *Probabilidad y Estadística*. Colombia. Mc. Graw Hill.

Miller, T. (2002): *Introducción a la Ciencia Ambiental*. Madrid. Thomson.

GREENPEACE (2001): *Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*. Documento Institucional. Netherlands. Greenpeace.

Riccardi, G. (2004): *Hidrología en Medios Antropizados*. Rosario. UNR.

PLANEAMIENTO ENERGÉTICO Y VALUACIÓN DE MITIGACIÓN DE GEI: MODELO LEAP

*María Teresa Casparri
Carla Squillace*

INTRODUCCIÓN

La importancia del planeamiento energético y cuestionamientos del análisis económico del cambio climático

El objetivo general del planeamiento energético es equilibrar oferta y demanda a un costo razonable. El sector energético es un área donde una perspectiva de largo plazo y un planeamiento de políticas son vitales, ya que es un disparador de emisiones y cambio climático, la causa principal de otros impactos ambientales, es una necesidad básica, un área vulnerable en cuanto a la provisión de servicios donde priman los monopolios naturales, donde el poder de mercado es importante.

En Argentina los efectos de las reformas de los 90 y el abandono del sistema de gestión pública condujeron a cambios estructurales en el mercado energético argentino: una mayor participación de actores privados, mayor protagonismo de los mecanismos de mercado y descentralización de los procesos de toma de decisión.

Los aspectos críticos del sistema actual son: la fuerte dependencia de los hidrocarburos en la matriz energética, un crecimiento del consumo de energía superior al incremento demográfico y del PBI: ineficiencia energética, reducción sostenida de las reservas de petróleo y de gas natural, la actividad exploratoria es insuficiente y hay desigualdad regional.

El sector energético es uno donde la acción del Estado resulta fundamental. Existe la necesidad de construir una visión de largo plazo sustentable y es el Estado el único agente dentro del sistema económico capaz de asumir este rol. Para esto es inminente fortalecer el conocimiento sobre los recursos energéticos presentes y futuros, contar con información certera y confiable en materia energética, aportar elementos para fortalecer los marcos regulatorios en el sector y diseñar e implementar un sistema permanente de planeamiento estratégico de energía (LEAP).

A nivel mundial son tres los dilemas claves sobre la economía de cambio climático: la importancia que se le da a futuras generaciones y consecuentemente la tasa de descuento a utilizar, resulta imposible escapar

a la incertidumbre y al llevar a cabo el análisis vemos que algunos costos son “mejores” que otros.

La tasa de descuento es muy importante. Una tasa de descuento alta no permite “ver” costos futuros. Por ejemplo, si calculamos cuánto debo pagar para prevenir \$1000 de daños dentro de 100 años vemos que el valor presente de \$1000 en 2107 es al 1.5% \$226, al 3% \$52 y al 6% tan sólo \$3. Por lo tanto, el análisis económico apoya acciones de mitigación climática a una tasa de descuento del 1.5% pero no al 3% al 6%.

Asimismo, la incertidumbre resulta ser un factor inevitable, por lo que se cuestiona qué es mejor: un análisis de promedio o de peor escenario posible. El análisis económico tradicional se basa en predicciones promedio. Por ejemplo, el aumento del nivel del mar sin deshielos catastróficos se aproxima en menos de 1 metro para este siglo (IPCC 2007). Sin embargo, los riesgos más importantes del cambio climático se basan en el peor escenario posible: la pérdida completa de las capas de hielo de Greenlad (or West Antarctic) causarían un aumento de 7 metros del nivel del mar. Entonces reflexionamos... ¿Es posible que se derrita Greenland? Completamente, no en este siglo. Pero parece que cada vez aumenta aún más esta probabilidad al aumentar la temperatura. En el esquema de peor escenario se incrementa la probabilidad de eventos catastróficos mientras que en el de escenario promedio sólo algunos problemas ocurrirán en este siglo.

A su vez, hay algunos costos que son “mejores” que otros. Existen problemas con el análisis convencional de costo-beneficio. Los modelos económicos de cambio climático (CC) se basan en este análisis tradicional: los beneficios deben exceder a los costos para apoyar una política. Sin embargo, hay muchos beneficios que no pueden ser medidos significativamente en una unidad monetaria: ¿cuánto vale la vida de una persona, la extinción de una especie, la pérdida de un ecosistema...?

En consecuencia, es de vital importancia enfocarse en los múltiples objetivos del planeamiento energético: clima, desarrollo, seguridad; y es necesario identificar políticas de planeamiento robustas que no necesariamente serán las óptimas.

1. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP): DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL MODELO

LEAP es una herramienta de modelización de energía y medioambiente basada en distintos escenarios. Estos se centran en cómo la energía es consumida, transformada y producida en una determinada región o economía, bajo supuestos alternativos sobre población, desarrollo económico, tecnología, precios y demás. El sistema de planificación de gran alcance de alternativas energéticas permite representar la matriz energética.

Gracias a este sistema se puede hacer desde un simple balance energético hasta crear una simulación sofisticada de estructura de datos. Permite realizar una variedad de análisis de sistemas energéticos: análisis de demanda, de transformación, de recursos, y ambiental. Todos estos pueden ser combinados para llevar adelante un PEI y análisis de mitigación de gases del efecto invernadero (GEI). Frente a un determinado escenario de demanda final de energía, LEAP asignará los flujos energéticos entre las distintas tecnologías de abastecimiento energético, calcula el uso de los recursos, impactos ambientales y detecta necesidades de ampliación de los procesos de producción de energía, así como los costos asociados

A diferencia de los modelos macroeconómicos, LEAP no intenta estimar el impacto de políticas energéticas en el empleo o el PBI, no obstante estos sí pueden utilizarse conjuntamente con LEAP. De forma similar, LEAP no genera escenarios óptimos o de equilibrio de mercado, aunque sí puede identificar aquellos escenarios menos costosos.

Su objetivo es brindar una herramienta a los policy makers. Las ventajas más importantes de esta herramienta son su flexibilidad y facilidad de uso, esto permite a los responsables de política plasmar sus ideas en análisis más rápidamente sin la necesidad de recurrir a modelos más complejos.

Asimismo, LEAP cumple distintos propósitos y funciones: como base de datos, provee un sistema exhaustivo de mantenimiento de información energética; como herramienta de pronóstico, permite al usuario hacer proyecciones de oferta y demanda energética bajo un horizonte de planeamiento a largo plazo; como herramienta de análisis de políticas, éste simula y evalúa los efectos físicos, económicos y ambientales de programas energéticos, inversiones y acciones alternativas. Se puede usar LEAP para proyectar la situación de oferta y demanda energética con el objeto de alcanzar determinados patrones futuros, identificar problemas potenciales y evaluar el impacto probable de políticas energéticas. LEAP permite examinar una amplia variedad de proyectos, programas, tecnologías y otras iniciativas

de energía, para arribar a las estrategias que mejor traten problemas energéticos y ambientales.

2. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP): UN POCO DE HISTORIA

Este sistema fue desarrollado por el Stockholm Environment Institute – Boston (SEI-B). Su primera versión data de 1975. A fines de los ´90 el modelo fue actualizado (DOS a Windows) incorporando una serie de herramientas de planificación energética. Asimismo éste es renovado constantemente por el SEI-B y una serie de instituciones académicas internacionales, entre ellas Fundación Bariloche.



El modelo posee más de 2000 usuarios en todo el mundo, distribuidos en más de 120 países. En 2003 se crea la iniciativa COMMEND, (comunidad mundial de expertos energéticos), coordinada por el SEI-B. Ésta ofrece acceder a las novedades del modelo, oportunidad de capacitación y compartir experiencias de aplicaciones así como sugerencias de mejoras vía

WEB. Fundación Bariloche, es el punto focal de esta iniciativa para América Latina y el Caribe, quien ya ha desarrollado más de cinco talleres regionales.

Algunos estudios que utilizaron el LEAP

APEC Energy Demand and Supply Outlook (2006)

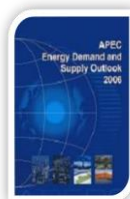
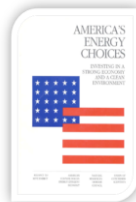
China's Sustainable Energy Future (2003)

America's Energy Choices (1991)

Toward a Fossil Free Energy Future: The Next Energy Transition (1992)

Prospectiva

Prospectiva Energética de América Latina y el Caribe (2005)



3. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP): DESCRIPCIÓN TÉCNICA

LEAP se enmarca dentro del conjunto de modelos denominados de Simulación con Coeficientes Técnicos. En lugar de simular decisiones que supondría representar la racionalidad de los consumidores y productores o buscar una solución óptima, usa explícitamente cálculos de salidas de dichas decisiones y examina las implicancias de un escenario.

La lógica global del LEAP es clara, lo que hace que el modelo sea transparente. Esto le posibilita al decidor representar fácilmente el sistema energético a analizar, y de ese modo visualizar claramente su funcionamiento e identificar las implicancias de los escenarios planteados, del tipo qué pasaría si ("What if"), así como los impactos de cambios estructurales. Los escenarios están basados en la presentación detallada de la forma en que la energía es consumida, convertida y producida en una región, bajo el control de un rango de supuestos alternativos sobre

población, desarrollo económico, tecnologías disponibles y precios (variables explicativas).

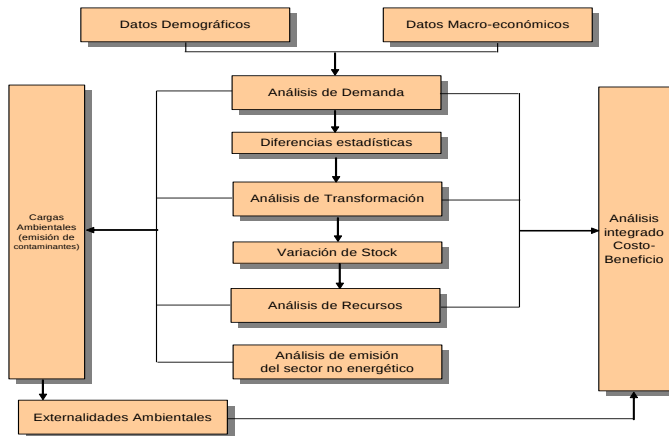
➤ **LEAP: objetivos**

- ✓ ***Análisis de políticas energéticas***
- ✓ ***Análisis de políticas ambientales***
- ✓ ***Planeamiento energético integrado***

El sistema posee una flexible estructura de manejo de datos y definición de procesos, esto permite un análisis amplio en cuanto a especificaciones tecnológicas y detalles de demandas de uso final. Permite representar desde el simple recuento sobre una estructura de balance energético hasta el desarrollo de sofisticados sistemas de simulación del sector. Veremos ejemplos.

LEAP, aunque puede ser usado para identificar escenarios de mínimo costo, en conjunto con otros modelos, no genera automáticamente escenarios de equilibrio de mercado. Las ventajas más importantes de LEAP son su flexibilidad y facilidad de uso, le permite al usuario pasar rápidamente del planteo de políticas al análisis de sus efectos, sin tener que utilizar modelaciones complejas y analizar los impactos de cambios estructurales.

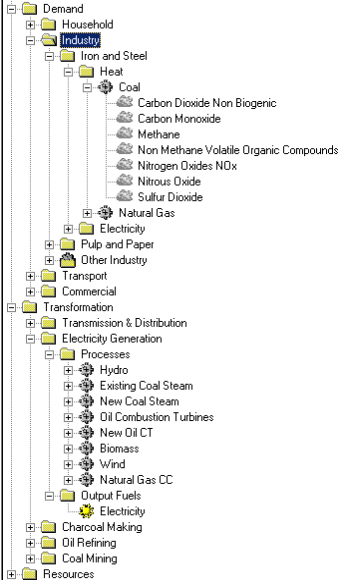
LEAP: flujo de cálculos



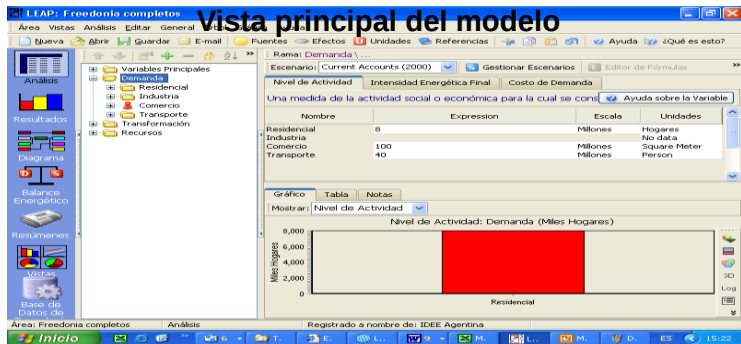
Este sistema permite realizar una representación del Sistema Energético Total:

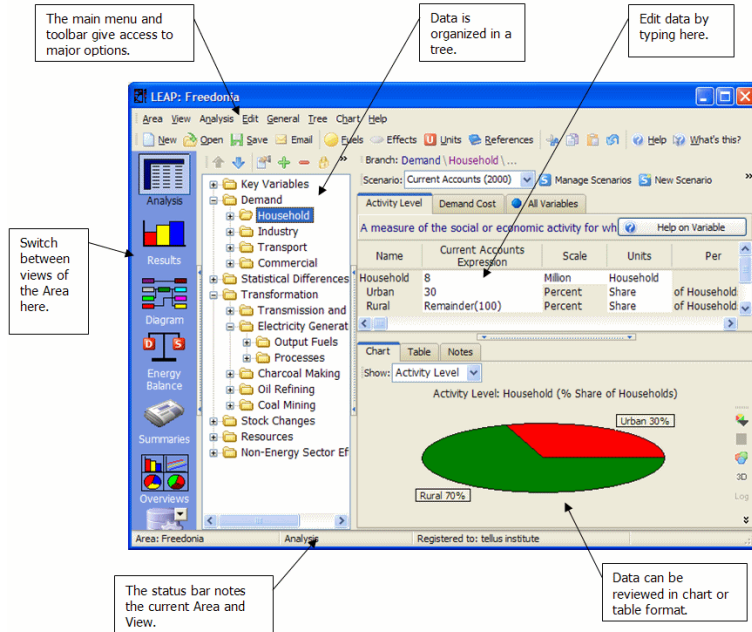
- **Demanda:** evaluación detallada de la composición de la demanda por sector, subsector, usos finales y equipamientos. Crecimiento de la demanda determinado por las relaciones de competencia entre combustibles, intensidades energéticas, equipamientos de transformación y cambios estructurales definidas por el usuario.
- **Transformación:** evaluación detallada de la configuración del sistema de oferta actual y futura. Definición de detalle de las estructuras de transformación definidas por el usuario. Disponibilidad de algoritmos flexibles que permitan definir múltiples entradas y salidas tales como en los casos de cogeneración de calor y electricidad.
- **Recursos:** representación simple de recursos renovables y no renovables.
- **Balance oferta/demanda:** presentación completa del balance energético proyectado.

El árbol de información



- Es la principal estructura de datos para organizar la información y el modelo, y visualizar resultados.
- Los Iconos indican el tipo de datos (ej.: categorías, usos, tecnologías, combustibles y efectos).
- El usuario puede editar la estructura de datos y armarla en función de la información disponible.





4. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM: DATOS REQUERIDOS PARA SU APLICACIÓN

Información Requerida:

➤ **Histórica:**

- Balance energético del año base (Neta/Útil)
- Parámetros tecnológicos
- Intensidades energéticas para procesos de uso final y transformación energética
- Información sobre usos de la biomasa
- Costos por tecnología (Opcional)
- Costos de los distintos productos energéticos (Opcional)
- Coeficientes ambientales locales (Opcional)

➤ **Prospectiva:**

- Información de escenarios socio-económicos y energéticos cubriendo los aspectos planteados en la información histórica (año base)
- Información sobre los cambios estructurales que se pretende simular hacia el futuro, tales como procesos de sustitución entre energéticos, inclusión de nuevas tecnologías de oferta; elementos también incluidos en los escenarios

5. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP): RESULTADOS A OBTENER DEL MODELO

- Prospectiva de la Demanda Energética
- Prospectiva de la Oferta Energética
- Impacto sobre los Recursos
- Costos del Plan
- Impacto Ambiental
- Proyección de los Balances Energéticos
- Horizonte de modelización: mediano a largo plazo con paso anual

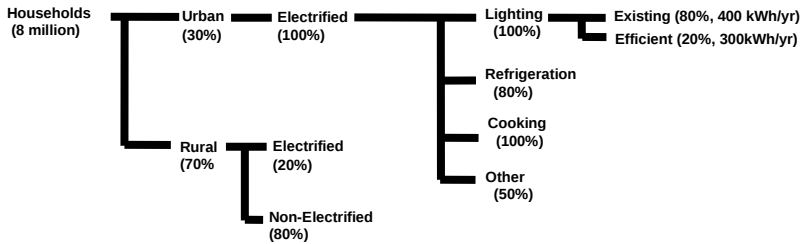
6. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP): ANÁLISIS DE DEMANDA ENERGÉTICA

Para hacer el estudio de demanda se analiza el consumo, costos y emisiones de cada área. La demanda se organiza en una estructura flexible. Típicamente se organiza por sector, subsector y uso final.

Soporta varias metodologías:

- Análisis de uso final: energía = nivel de actividad * intensidad de energía
- Predicciones econométricas
- Otras

Ejemplo de estructura de demanda



- The tree is the main data structure used for organizing data and models, and for reviewing results.
- Icons indicate the types of data (e.g., categories, technologies, fuels and environmental effects).
- Users can edit the tree on-screen using standard editing functions (copy, paste, drag & drop)
- Structure can be detailed and end-use oriented, or highly aggregate (e.g. sector by fuel).
- Detail can be varied from sector to sector.

7. LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM: RECIENTES APLICACIONES REALIZADAS POR LA FUNDACIÓN BARILOCHE

- I. Estudio Integral energético de Perú. OTERG-Ministerio de Energía. 2001
- II. Prospectiva de la Demanda energética en República Dominicana.
- III. Consejo Nacional de Energía. 2003
- IV. Prospectiva energética del CONO SUR. OLADE. 2005
- V. Argentina 2008 - 2025

7.1 Estudio Integral energético de Perú

Información de Base

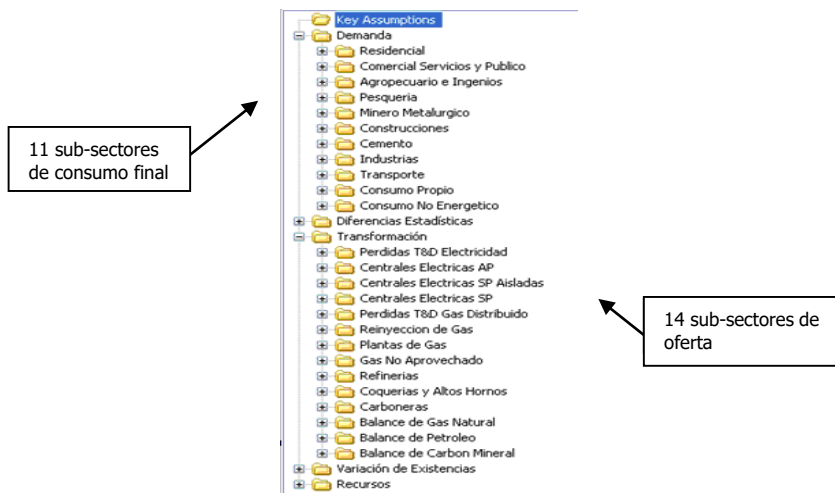
- ❖ Balance en energía útil
- ❖ Información detallada de la tecnología de la Oferta energética
- ❖ Información de Reservas y Potencial de recursos renovables

- ❖ Inventario de Gases de Efecto Invernadero
- ❖ Escenarios socio-económicos y energéticos a 15 años

Resultados del Estudio

- ❖ Evolución de la Demanda y la Oferta bajo dos escenarios (Tendencial y Alternativo)
- ❖ Impacto sobre los Recursos
- ❖ Costos del Plan (calculado exógenamente)
- ❖ Impacto Ambiental
- ❖ Proyección de los Balances Energéticos

Estudio integral Energético de Perú



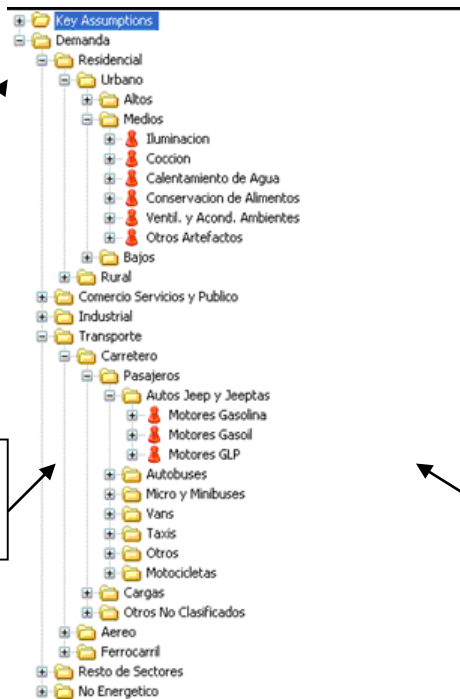
7.2 Prospectiva de la Demanda en República Dominicana

Información de Base

- ❖ Balance en energía útil
- ❖ Escenarios socio-económicos y energéticos a 15 años

Resultados del Estudio

- ❖ Evolución de la Demanda y bajo dos escenarios (Tendencial y Alternativo, identificando el efecto de medidas de sustitución y URE)

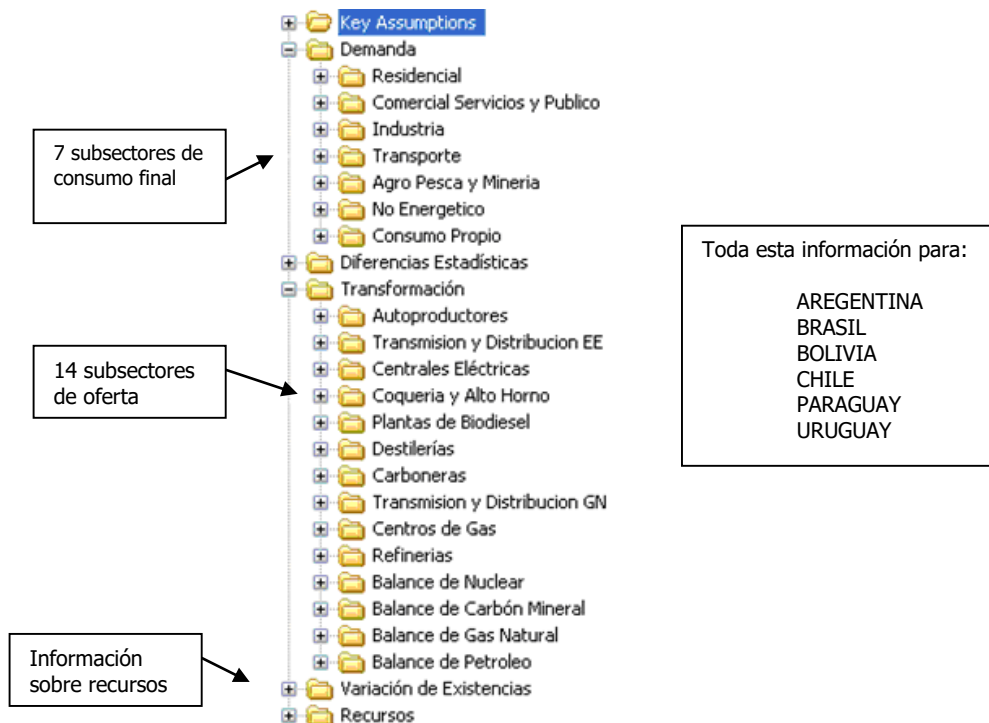


Urbano y Rural, 3 niveles de ingreso y 6 usos en el residencial

3 modos de locomoción, pasajeros y cargas y 7 medios de transporte de pasajeros

Apertura por motor y tipo de combustible

7.3 Prospectiva energética del CONO SUR



Información de Base

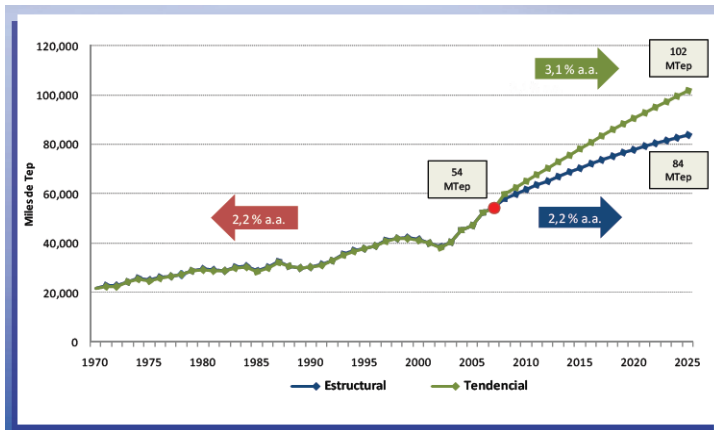
- ❖ Balance en energía Neta
- ❖ Información de la tecnología de Oferta energética
- ❖ Información de Reservas y Potencial de recursos renovables
- ❖ Importación y Exportación de energía
- ❖ Escenarios socio-económicos y energéticos a 15 años

Resultados del Estudio

- ❖ Evolución de la Demanda y la Oferta bajo dos escenarios (Tendencial y Alternativo, analizando el impacto de medidas de URE)
- ❖ Impacto sobre los Recursos
- ❖ Evolución de la matriz de exportaciones e importaciones
- ❖ Proyección de los Balances Energéticos

7.4. Argentina 2008 – 2025

LEAP: prospectiva de demanda energética.
Consumo Energía Total 2008 -25.



Objetivos de largo plazo para nuestro país:

- **Universalización de los servicios energéticos modernos en condiciones de equidad e inclusión social.**
- **Favorecer un desarrollo sustentable.**
- **Impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico.**
- **Atender a la preservación del ambiente.**
- **Avanzar en la integración con otros mercados energéticos nacionales y regionales.**
- **Procurar un consumo eficiente de los recursos energéticos presentes y futuros.**
- **Asegurar un suministro creciente, seguro y competitivo.**

8. CONCLUSIONES

Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP)

LEAP responde a un enfoque de modelización flexible, las relaciones básicas están todas basadas en términos físicos cuantitativos no sofisticados. En función de la información de base disponible, el modelo

permite simular y analizar los impactos de política con mayor o menor grado de detalle.

Este sistema permite interactuar con otros modelos, introduciendo en LEAP sus resultados. Por ejemplo, incorporar en LEAP los resultados de un análisis de expansión del sector eléctrico basado en modelos de optimización. Asimismo, analiza los flujos de energía dentro de una región o entre la región y el resto del mundo.

Por lo tanto es un software altamente recomendable para el análisis en detalle de la demanda del uso final de energía por tipo de usuario y para analizar el impacto de cambios estructurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto de Economía Energética asociado a la Fundación Bariloche
<http://www.fundacionbariloche.org.ar>

Secretaría de Energía de la Nación www.energia.gov.ar

Stockholm Environment Institute www.sei.se

LA COMPLEMENTARIEDAD DE LOS SEGUROS Y LOS DERIVADOS EN EL MERCADO DE EVENTOS CATASTRÓFICOS BAJO INTERVENCIÓN ESTATAL

María Teresa Casparri

Miguel Ángel Fusco

Javier García Fronti

INTRODUCCIÓN

Los huracanes pueden ser devastadores y nadie está totalmente protegido de los daños materiales que puede causar. Incluso los propietarios de inmuebles asegurados contra inundaciones, a menudo no tienen suficiente cobertura, lo que puede provocar importantes pérdidas financieras. Este problema ha sido históricamente de particular importancia para las poblaciones sobre el Golfo de México. Durante años, los propietarios de estas regiones no han tenido instrumentos eficientes para reducir su exposición a un siniestro provocado por ciclones tropicales.

En octubre de 2008, la empresa Weather Risk Solutions (WRS) introdujo una innovación financiera denominada "HuRLOs" que utiliza el sistema parimutuel para permitir la cobertura contra Huracanes (Weather Risk Solutions 2008b). En particular, la nueva herramienta permite mutualizar el riesgo de la aparición de un huracán en una zona determinada formando un fondo común en conjunto con otras regiones. La cobertura geográfica incluye el Golfo de México y las costas orientales de los EEUU, desde México a Canadá. De esta manera, se plantea un instrumento auto-financiado en su totalidad y que no requiere subsidios del gobierno. Sin embargo, es importante destacar que no sustituye a los seguros contra inundaciones, sino que los complementa.

Cada HuRLO tiene un precio por la interacción dinámica de las decisiones comerciales de todos los participantes en el mercado y los datos históricos de riesgo de huracanes disponibles en la plataforma de negociación. Se negocian en una plataforma de comercio electrónico operados por WRS a través del Mercado Alternativo CME, Inc. 's ("CME AM"). Se trata de un producto financiero de riesgo limitado e identificable, un comprador no puede perder más de la cantidad pagada como prima.

El sistema propuesto cuenta con diversas ventajas frente a los seguros tradicionales de inundaciones, tales como, que el asegurador no tiene riesgo en la operatoria, no es necesario contar con una contraparte directa y, en

caso de catástrofe extrema, los HurLos otorgan un pago mayor que los seguros tradicionales. Asimismo, se presenta diversas desventajas, las compras de los participantes pueden ser insuficientes, los participantes no conocen con antelación el pago en caso de siniestro y se exige que los eventos sean mutuamente exclusivos. (Ou-Yang y Doherty 2008).

Para analizar la complementariedad con respecto los seguros tradicionales, este trabajo propone un modelo de gestión del riesgo de inundación basado en una cobertura mixta, asimismo se obtiene la combinación óptima para diferentes valores de los parámetros. La primera sección presenta los detalles sobre la operatoria de los HurLos y evalúa sus ventajas y desventajas frente a los seguros tradicionales. En la segunda sección se plantea un modelo simplificado donde el asegurado debe decidir si utiliza seguros tradicionales o Hurlos para cubrirse de las posibles catástrofes. En la tercera sección se extiende el modelo a la posible participación del gobierno por medio de subsidios, modificando la composición óptima del portafolio de cobertura.

1. COBERTURA CONTRA INUNDACIONES

1.1. Hurricane Risk Landfall Options (HuRLOs™)

Los derivados financieros tradicionales tienen como limitación la necesidad de encontrar una contraparte dispuesta para cubrirse de un determinado riesgo. Como una forma de paliar este problema, los sistemas *Pari-Mutuel* se aplicaron desde el año 2002 en el comercio de derivados financieros por parte de varios bancos de inversión (Baron & Lange 2007; Ottaviani & Sørensen 2005). Esta innovación permite mutualizar entre un grupo de operadores el riesgo a cubrir.

En octubre de 2008, la empresa *Weather Risk Solutions* (WRS) introdujo una innovación financiera denominada "HuRLOs" que utiliza el sistema *pari-mutuel* para permitir la cobertura contra Huracanes (Weather Risk Solutions 2008b). En particular, la nueva herramienta permite mutualizar el riesgo de la aparición de un huracán en una zona determinada formando un fondo común en conjunto con otras regiones. La cobertura geográfica incluye el Golfo de México y las costas orientales de los EEUU, desde México a Canadá.

Los interesados aportan al fondo mutual a través del instrumento mencionado (regulado por la CBE) durante un período prefijado. Al finalizar,

la primera región que se vea afectada por el siniestro recibe el fondo acumulado. De esta manera, se plantea un instrumento auto-financiado en su totalidad y que no requiere subsidios del gobierno. Sin embargo, es importante destacar que no sustituye a los seguros contra inundaciones, sino que los complementa.

Cada HuRLO tiene un precio por la interacción dinámica de las decisiones comerciales de todos los participantes en el mercado y los datos históricos de riesgo de huracanes disponibles en la plataforma de negociación. Se negocian en una plataforma de comercio electrónico operados por WRS a través del Mercado Alternativo CME, Inc. 's ("CME AM"). Se trata de un producto financiero de riesgo limitado e identificable, un comprador no puede perder más de la cantidad pagada como prima. La operatoria se inicia a principios de primavera, antes de que haya algún riesgo de huracanes y termina a mediados de diciembre. Se trabajan dos series, relacionadas con el primer y el segundo huracán que tocará tierra respectivamente. Cada serie es un mercado integrado con un fondo mutualizado.

Los participantes en el mercado pueden comprar HuRLOs en cualquier momento sin tener que buscar otro participante en el mercado que quiera vender. Estas primas se acumulan en un fondo mutual de riesgo que se repartirá entre los titulares de los HuRLOs donde el huracán toca primeramente la costa. La empresa *Weather Risk Solutions* determina en virtud de una metodología transparente, si un huracán llegó a tierra utilizando datos del Centro Nacional de Huracanes (Servicio Meteorológico Nacional de EEUU). Los inversores pagan la prima de una opción que pagará si el primer huracán aparece en la región costera elegida. Estas regiones son mutuamente excluyentes (78 en total) y también se incluye la opción que paga en caso de que no aparezca un huracán. En otras palabras, si durante el período de vida no hay Huracanes, el fondo mutual se reparte entre los que apostaron a la ausencia de huracanes en las 78 regiones.

Los precios de cada HuRLO se definen por la negociación colectiva, expresada en las compras efectuadas en cada región. Inicialmente en base a la información histórica, se fijan los precios de cada uno de los 79 HuRLOs disponibles para la compra. A continuación, estos precios se modifican dinámicamente por las decisiones de compra de los participantes en el mercado. Estas decisiones impactan en los nuevos precios mediante un algoritmo adaptativo de control que refleja las probabilidades de cada región

basado en las decisiones de compra de los participantes del mercado en su conjunto (Weather Risk Solutions 2008a).

2. EL PROBLEMA DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE CATÁSTROFES NATURALES

En el modelo propuesto, el productor se enfrenta al problema de gestionar el riesgo climático tendrá la posibilidad de elegir entre dos tipos de coberturas: los seguros contra inundaciones tradicionales y los Hurricane Risk Landfall Options (HuRLOs).

Las probabilidades de ocurrencia del evento son recibidas por el productor como un dato determinado exógenamente a él. Las herramientas de cobertura antes mencionadas van a ser modelizadas en una versión simplificada.

Los HuRLOs se asumen de menor costo que los seguros, pero no existe certeza del pago en caso de inundación, puesto que puede darse el caso de que exista un huracán que genere destrozos en la zona especificada pero que el pago derivado del HuRLOs no se dispare puesto que no he sido el primer lugar en el cual ha impactado el huracán.

Los seguros contra inundaciones poseen una relación uno a uno con el pago. Es decir que ante la existencia del siniestro especificado en la póliza, existe certeza en el pago en las condiciones especificadas en la contratación, sin embargo poseen un costo mayor dado que poseen costos de transacción, que son adicionados a la prima pura. Estos costos de transacción se deben a que tanto antes de firmar la póliza, técnicos deberán examinar la propiedad a asegurar y en el caso de sucederse el siniestro, dicho personal técnico de la compañía deberá verificar in situ, la existencia del siniestro.

Se propone un modelo de dos períodos. La decisión sobre el porcentaje invertido en cada instrumento de cobertura se define al momento inicial. En el segundo período, en caso de inundación se recibirá el pago del seguro proporcional a la prima. Asimismo en caso de recibir un huracán en la correspondiente región, se recibirá el pago proporcional a la cantidad de HuRLOs que se posea.

2.1 El Modelo

La economía que modelamos, está compuesta por n actores, representados por un agente promedio de la economía. Los “ n ” individuos poseen la misma información, es decir suponemos información perfecta y transparente entre todos ellos. El productor representativo conoce los costos de transacción, consideradas en exceso por sobre la prima pura, denominamos C_s , el mismo es determinado por la compañía de seguros y a efectos metodológicos la evaluamos como porcentaje de la prima. La cantidad de primas puras en pesos, que determinan una unidad monetaria para el pago de una prima pura la denominamos S . Por lo expuesto anteriormente la parte del presupuesto que destinara la inversora a la compra de seguros estará dada por lo que denominamos costo de cobertura y lo exponemos *prima* $= S(1 + C_s)$.

El costo de cada HuRLOs lo denotamos con la letra h y las unidades del mismo lo llamamos x . Por lo tanto el decisor invertirá en esta herramienta un monto igual a Costo de Cobertura HuRLOs $= hx$. Los agentes deberán respetar una restricción presupuestaria que poseen en el momento cero que deberá distribuirse entre seguros HuRLOs de manera de gestionar el riesgo de la mejor manera posible. Matemáticamente la restricción será de la forma:

$$I = S(1+C) + hx \quad (1)$$

Normalizando la restricción presupuestaria (1) nos quedará:

$$1 = \frac{S(1+C)}{I} + \frac{hx}{I} \quad (2)$$

Operando la ecuación (2) podemos despejar:

$$S = \left[\frac{(1 - \frac{hx}{I})I}{(1+C_s)} \right] = \left[\frac{(I-hx)}{(1+C_s)} \right] \quad (3)$$

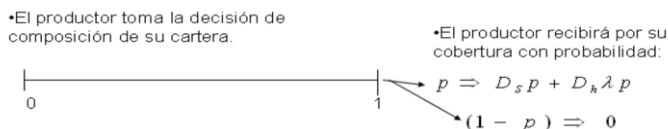
Por último presentamos un parámetro denominado λ , el mismo captura la eficiencia del HuRLOs y puede tomar valores entre $0 \leq \lambda \leq 1$, indicando en el caso de ser 1, eficiencia absoluta del HuRLOs es decir en el caso de

inundación la herramientas antes mencionadas paga en todos los casos en los que el siniestro ocurre, y en el caso de ser 0 implica la ineficiencia absoluta e implica la ausencia de pago ante la ocurrencia del siniestro.

Pagos en el periodo 1: En caso de inundación, la compañía aseguradora realizara un pago de $D_s = \gamma S$, el factor γ representa el pago que efectuará la compañía de seguros por cada peso pagado de prima pura en el periodo cero. En el caso de ser el primer damnificado por un huracán, el pago del HuRLOs será determinado por $D_h = \alpha h x$, siendo el factor α un factor análogo al caso de los seguros. Tanto γ como α son factores que el productor conoce al momento de decidir la composición de la cartera.

A modo de síntesis podemos mencionar que el productor deberá gestionar, en el momento cero, el riesgo derivado de las inundaciones considerando la eficiencia del instrumento de cobertura contra huracanes y contra inundaciones por lo tanto al momento uno los pagos esperados serán como se detalla a continuación.

Gráfico 1. Decisión del productor, y su consecuente retorno en el tiempo



Cuadro 1. Resumen de las Variables del modelo

C_s	Costo de transacción.
p	Probabilidad de Inundación.
x	Opciones HuRLOs. $0 \leq x \leq I/h$
λ	Factor de eficiencia del HuRLOs. $0 \leq \lambda \leq 1$
S	Pago en primas.
h	Costo unitario de los HuRLOs.
γ	Pago que efectuará la compañía de seguros por cada peso pagado de prima pura.
α	Pago recibido por cada peso pagado en HuRLOs.

2.2 Proceso decisorio

El productor deberá maximizar el retorno esperado de los beneficios para el periodo siguiente. Los costos y precios de los seguros y de los HuRLOs son conocidos al momento inicial. Asimismo también es información pública,

las probabilidades de ocurrencia de los eventos, el valor del indicador de eficiencia de los HuRLOs y los pagos que ocurrirán en caso de inundación y/o recibir un huracán.

Se deberá maximizar el retorno esperado expresado en la siguiente función:

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = D_s p + D_h \lambda p \quad (4)$$

Reemplazando D_s y D_h por sus valores respectivos nos quedará:

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = \gamma S p + \alpha h x p \lambda \quad (5)$$

Reemplazando el valor de S por su correspondiente en la ecuación (3) y operando nos queda la ecuación (6)

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = \gamma \left[\frac{(I-hx)}{(1+C_s)} \right] p + \alpha h x p \lambda \quad (6)$$

La ecuación que exponemos a continuación es la ecuación en la que el agente deberá maximizar la compra HuRLOs (x), para esto debemos considerar los valores que adoptan C_s y λ a la hora de tomar decisiones de cobertura.

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = \left(\gamma \left[\frac{(I-hx)}{(1+C_s)} \right] + \alpha h x \lambda \right) p \quad (7)$$

O lo que es lo mismo decir

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = \left(\underbrace{\frac{\gamma I}{1+C_s}}_A + \left[\underbrace{\lambda \alpha - \frac{\gamma}{(1+C_s)}}_B \right] h x \right) p \quad (8)$$

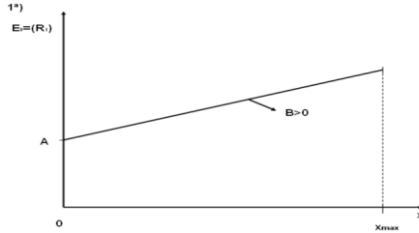
$$\text{s.a} \quad I = S(1+C) + hx$$

Proposición 1.

Dado que la función (8) es lineal, los máximos de dicha función se encontraran en las soluciones de vértice. Siendo la opción elegida para el caso de $X=0$ destinar todo el presupuesto a seguros, y para el caso de de $x_{\max} = I / h$, destinar todo el presupuesto a HuRLOs.

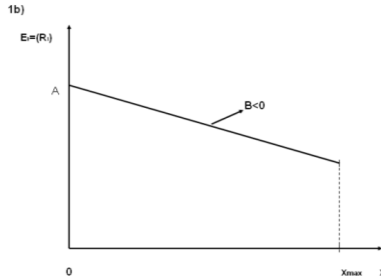
Lo expuesto en la proposición 1, lo podemos apreciar gráficamente a continuación:

Gráfico 2. Maximización para el caso de $B > 0$.



En el gráfico precedente podemos observar el caso en el que $x_{\max} = I / h$, dada la pendiente de la curva y la linealidad de la función la elección del productor será destinar todo su presupuesto a la compra de HuRLOs.

Gráfico 3. Maximización para el caso de $B < 0$.



Como podemos observar para el caso de $B < 0$, la estrategia óptima del productor será la de adquirir seguros por la totalidad de su presupuesto situación que se hecho en el gráfico 2.

Proposición 2.

Para un λ dado existe un umbral de costo $C_s^* = \frac{\gamma}{\lambda \alpha} - 1$ por encima del cual los productores preferirán conformar su cartera solo con HuRLOs $x_{\max} = I / h$ y por debajo de ese valor sólo con seguros $x = 0$.

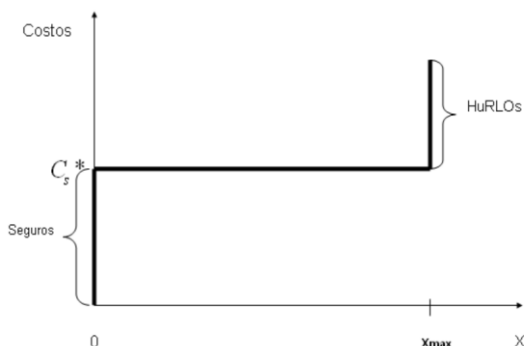
Lo expuesto en la preposición anterior implica que existe un costo óptimo, que genera indiferencia en el productor, podemos verlo en términos del análisis de B en la de la ecuación (8), en donde $(A + Bhx)p$ entonces podemos decir que si:

Cuadro 2. Costo óptimo y su implicancia en la optimización del productor

Costo	Implicancias en términos de B de la ecuación (8)	Elección
$C_s > C_s^*$	$\lambda \alpha > \frac{\gamma}{(1+C_s)}$	HuRLOs
$C_s = C_s^*$	$\lambda \alpha = \frac{\gamma}{(1+C_s)}$	Indiferencia.
$C_s < C_s^*$	$\lambda \alpha < \frac{\gamma}{(1+C_s)}$	Seguros

Lo anteriormente expuesto en el cuadro 2 lo podemos observar gráficamente a continuación, en donde podemos observar la forma de la función del productor, dependiendo de los valores adoptados por C_s^* .

Gráfico 4. Adquisición de HuRLOs y seguros considerando el C_s^*



3. MERCADO CON INTERVENCIÓN ESTATAL

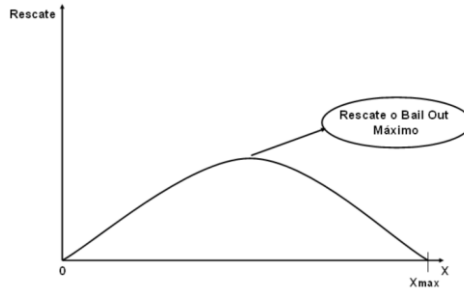
En la sección anterior, para diferentes valores de λ las soluciones son siempre de esquina. Ahora bien, si incluimos al gobierno como un nuevo jugador que genera incentivos por medio de subsidios, la solución puede ser un punto interior (cobertura diversificada).

El gobierno posee el incentivo a intervenir puesto que aboga por la diversificación de la cartera del productor. Este comportamiento se debe a

que en el caso de ocurrencia del suceso, el gobierno rescatará a los productores. Por consiguiente, la estrategia optima para el gobierno es incentivar ex ante para que los productores diversifiquen su cartera quedando menos expuesto de esta manera a riesgos catastróficos.

Por lo anterior, adicionamos un término que denominamos $re(x, \lambda, C_s)$ a la ecuación (6). Esta función dependerá de los valores de los parámetros relevantes del modelo x, λ, C_s , su valor es cero cuando se decide invertir todo en seguros o todo en Hurlos y tendrá un máximo en algún punto interior (ver gráfico 4).

Gráfico 5. Función de Bail Out o de rescate del gobierno



El proceso decisorio entonces se realizará con la siguiente expresión:

$$Max_{\{x\}} E_0(R_1) = \left(\underbrace{\left[\frac{\gamma I}{1+C_s} \right]}_{\beta(C_s, \lambda)} + \underbrace{\left[\lambda \alpha - \frac{\gamma}{(1+C_s)} \right]}_{\theta(C_s)} hx + re(x, \lambda, C_s) \right) p \quad (9)$$

$$E_0(R_1) = [\beta(C_s, \lambda) + \theta(C_s) + re(x, \lambda, C_s)] p \quad (10)$$

El gobierno posee una función de rescate que posee la forma cuadrática como pudimos observar en el gráfico 4, esta forma se debe a que los en los extremos, es decir ante la presencia de una cartera no diversificada y en el caso de ocurrencia del siniestro la perdida esperada por parte del gobierno aumenta. Es por esta razón que el gobierno participa en el mercado a los efectos de crear los incentivos correctos para que el productor y la sociedad

en su conjunto puedan gestionar el riesgo derivado de las catástrofes naturales.

Asumiendo que la función de rescate del Gobierno posee la característica de ser cóncava, expresándolo matemáticamente $\frac{d^2 re}{dx^2} < 0$. Por lo tanto la función que el gobierno debe minimizar será de la forma $re = -\frac{h^2}{I}x^2 + x$. Lo cual implica que el agente deberá maximizar una función de retorno esperada como sigue:

$$\underset{\{x\}}{\text{Max}} E_0(R_1) = \left(\underbrace{\left[\frac{\gamma I}{1+C_s} \right]}_{\beta(C_s, \lambda)} + \underbrace{\left[\lambda \alpha - \frac{\gamma}{(1+C_s)} \right]}_{\theta(C_s)} hx + \left(-\frac{h^2}{I}x^2 + x \right) \right) p \quad (11)$$

Si consideramos en la función objetivo la participación del gobierno (ecuación 11), podremos encontrar puntos interiores y de esta manera diversificaremos la cartera del productor.

En términos gráficos, podemos apreciar lo expuesto en la ecuación (11), en la cual en ambas situaciones, los valores elegidos serán valores interiores de la función, esto dependerá de las variables que determinan el modelo.

Gráfico 6. Maximización incorporando el gobierno

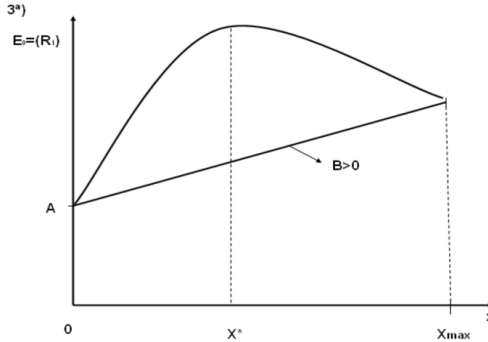
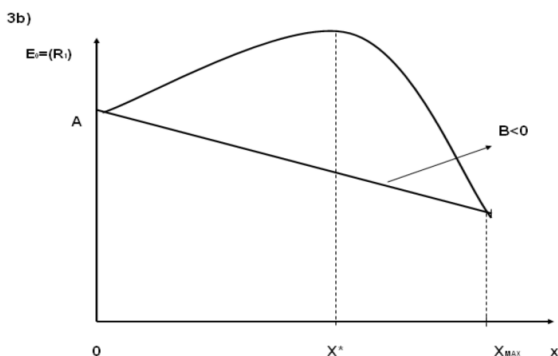


Gráfico 7. Maximización incorporando el gobierno



Los gráficos antes expuestos nos muestran que la actuación de un nuevo agente, corregirá las señales de los mercados y de esta manera las elecciones de composición de cartera, estarán diversificadas. El gobierno no puede aumentar la eficiencia del HuRLOs (λ), pero podrá minimizar los costos de transacción a los efectos de evitar las soluciones de esquina y de esta manera incentivar a la correcta gestión de los riesgos derivados del cambio climático.

Dado un valor de λ existe un costo total óptimo C_T^* , compuesto por el costo de transacción y por el costo gubernamental $C_T^* = C_S^* \pm C_G^*$, que determina un nivel de indiferencia por encima del cual los productores elegirán HuRLOs y por debajo del cual la elección será contratar primas de seguro. Es por esta razón que existe lugar para las políticas públicas, de manera de alcanzar el costo total óptimo que permita que los productores gestionen el riesgo diversificando sus carteras.

4. CONCLUSIONES

Si bien los HuRLOs pueden ser un interesante complemento a los seguros de inundaciones, su alcance es limitado. Asimismo lo incierto del pago en caso de siniestro hace complicado su compra por parte de particulares. Por otro lado, creemos que existe una oportunidad para las compañías de seguros de utilizar esta herramienta para reducir la necesidad de reaseguro,

aunque esto debe ser convenientemente evaluado por el responsable de la gestión de riesgo de la compañía.

En este trabajo se ha presentado un modelo preliminar que permite entender la decisión del asegurado al armar su cobertura. Asimismo se ha mostrado el efecto de un subsidio del estado y como se realiza la decisión en caso de asumir un escenario incierto.

Es interesante explorar a futuro como afecta el resultado de este trabajo relajar el supuesto que el pago del HuRLO es conocido en el momento inicial, en otras palabras como afecta el proceso de convergencia de la probabilidad implícita del mercado a la probabilidad objetiva en la decisión del asegurado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baron, K & Lange, J (2007): *Parimutuel applications in finance: new markets for new risks*, Palgrave Macmillan.

Ottaviani, M & Sørensen, PN (2005): "Parimutuel versus fixed-odds markets", in *Unpublished Paper: Bondon Business School*, University of Copenhagen.

Ou-Yang, C & Doherty, N (2008): "Pari-mutuel Insurance for Hedging against Catastrophic Risks", in *The Wharton School*, University of Pennsylvania, Mimeo.

Weather Risk Solutions (2008): *How Are HuRLOs Priced?*, viewed 13 de Abril 2009, (http://weatherrisksolutions.com/pdf/HuRLO%20Pricing_080917.pdf).

Weather Risk Solutions (2008): *HuRLOs: Definitions & Methodology*, viewed 13 de Abril 2009, (http://weatherrisksolutions.com/pdf/Definitions%20%20Methodology_080818r.pdf).

Yao, JS & Wu, K (2000): "Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 116, no. 2, pp. 275-88.

SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO EN LAS EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS. CASO ARGENTINA

*María Teresa Casparri
Miguel Ángel Fusco*

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola es una actividad altamente riesgosa, puesto que la producción, ingresos y en algunos casos la sustentabilidad económica financiera del productor, se ven afectadas por los eventos que repercuten en los rendimientos por hectárea o en los ingresos netos percibidos.

Este trabajo de investigación expone y sistematiza los riesgos a los cuales un productor primario se enfrenta y las herramientas que existen en los mercados para gestionar estos riesgos. La estabilización de los ingresos de los productores mediante técnicas de gestión de riesgos posee alta relevancia tanto a nivel micro, por el alto riesgo que poseen los cultivos agrícolas con respecto al clima, como a nivel macro por la importancia relativa del sector primario en el Producto Bruto de nuestro país.

En Argentina, la agricultura y la ganadería son actividades económicas con un elevado grado de exposición al riesgo. En la mayor parte de los casos, la actividad productiva de los productores se desarrolla a campo abierto y depende por ello directamente de la incidencia que sobre ella tienen determinados factores climatológicos de difícil control como las heladas, granizos, sequía e inundaciones.

La realidad nos muestra que ante eventos climáticos extremos los productores pequeños no pueden soportar la pérdida en sus balances, perjudicando su continuidad en el tiempo. En la fuerte sequía que afectó a nuestro país a fines de 2008 hasta mediados de 2009, muchos productores pequeños se vieron fuertemente afectados en sus hojas de balance, puesto que no pudieron soportar las cosechas malas debido a este evento climático extremo.

En este trabajo expondremos los riesgos existentes en la producción primaria, luego expondremos las herramientas de gestión de dichos riesgos y luego mostraremos al estado como jugador fundamental en el rol de generar los incentivos correctos para que los pequeños y medianos productores trasfieran los riesgos a los mercados, no quedando los productores expuestos a riesgos en exceso, derivados de la producción primaria.

1. TIPOS DE RIESGOS A LOS CUALES SE ENFRENTA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Los riesgos los cuales se enfrentan los productores son variados, pero lo podemos agregar en riesgos de cantidades, riesgo de precios y riesgos Institucionales. En los apartados que siguen ahondaremos en cada uno de ellos:

1.1 Riesgo sobre rendimientos

Denominamos riesgos sobre rendimientos o riesgos de cantidades a aquellos eventos que producen una caída total o parcial de los rendimientos por unidad. Es decir en comparación a los que se hubieran dado en caso de que el evento no se produjera.

Cualquier evento que lleve a una caída en los rendimientos esperados se considera un riesgo que repercute en la producción y por ende en los ingresos de los productores.

Entre estos riesgos podemos encontrar principalmente los riesgos derivados de los efectos del calentamiento en las variaciones interanuales de temperaturas, humedad, nivel medio de precipitaciones, lluvias extremas, heladas, granizos, entre otros. También podemos encontrar plagas y agentes patógenos que produzcan una merma en los cultivos.

El punto aquí es que claramente el productor puede minimizar los efectos de plagas y agentes patógenos con una gestión responsable del cultivo. Lo que no puede el productor es minimizar los riesgos derivados del cambio climático tan fácilmente, esto se debe a las características de los eventos climáticos. Los eventos climáticos pueden ser:

- No sistémicos y por lo tanto que afectan a un determinado lugar en un momento determinado, como son granizos y heladas. Es decir no son sistémicos y la ocurrencia del siniestro se da en un lugar determinado geográficamente.
- Sistemáticos, es decir, aquellos eventos climáticos que son generalizados y que producen mermas en los rendimientos de regiones enteras; entre estos eventos climáticos se encuentra la sequía y las inundaciones.

Lamentablemente el mundo nos da muestras de que los eventos climáticos extremos se están sucediendo con mayor intensidad. No hay

consenso unánime de los efectos del calentamiento global, los mismos varían por regiones geográficas, pero existe consenso con respecto a que las manifestaciones de los mismos tendrán mayor variabilidad interanual.

Entonces si se prevén periodos de lluvias extremas e inundaciones, seguidos de periodos de sequías como el recientemente vivido en la Argentina en 2008-2009, los productores primarios y sus cultivos poseen una alta exposición a los riesgos de cantidades.

Para la gestión de este tipo de riesgos en la Argentina existe una amplia oferta de seguros, exponemos a continuación la oferta existente en nuestro país; cabe destacar que existen cultivos que tienen ofertas ajustadas a las necesidades del cultivo.

2. OFERTA DE SEGUROS AGROPECUARIOS

Como mencionamos anteriormente, una de las medidas para la gestión de riesgos de cantidades para compensar los daños ocasionados por eventos climáticos extremos es el uso de seguros agrícolas.

En nuestro país actualmente se ofrece una variedad importante de seguros agrícolas, pero la mayoría de las empresas, salvo algunas que realizan coberturas específicas de cultivos, ofrecen una cobertura que puede desagregarse en tres tipos, a saber: cobertura contra granizo, cobertura contra granizo y adicionales y la cobertura multirisgo.

La cobertura contra granizo se considera a aquella que debido a la caída de precipitaciones sólidas de agua produzca lesiones en la estructura de las plantas, que afecten la producción o la probabilidad de recolección del cultivo y por lo tanto afecte el rendimiento, la calidad y/o la supervivencia del cultivo, llevando a una merma de los rendimientos y por ende del valor de la cosecha de forma verificable. Aquí debemos mencionar que las características específicas de los contratos contra granizo varían según los contratos con cada una de las aseguradoras y las especificaciones de los contratos de cobertura.

La valuación del daño causado por el granizo se calcula en base al valor de la producción remanente una vez ocurrido el siniestro, comparándola con el valor esperado de la producción, según cláusulas especificadas en el contrato, la diferencia entre el valor real y el valor esperado será la compensación que brinde el asegurador.

Esta cobertura contra granizo en la mayoría de las aseguradoras también incluye sin costo adicional la cobertura contra incendios a los frutos o plantación en pie, por acción directa o indirecta del fuego causado por rayos o explosiones.

Otra cobertura que se ofrece con el seguro contra granizo, es la cobertura por resiembra, la misma cubre un porcentaje especificado por cláusulas contractuales de los costos de semillas y laboreos en que incurre el damnificado en el caso de que éste realice una resiembra del área afectada por el siniestro, ya sea por el mismo cultivo u otro si el productor así lo desea.

Los denominados cobertura contra granizo y adicionales, son aquellos que adicionalmente al seguro de granizo especificado anteriormente se le pueden adicionar coberturas a los cultivos como puede ser:

La cobertura adicional contra heladas, definidas éstas como los daños materiales causados a los frutos y productos asegurados, estando en pie, por la caída brusca de la temperatura durante un tiempo determinado a niveles por debajo de cero grados, provocando como resultado la formación de cristales de hielo en las células de la planta que genere muerte celular, marchitamiento de los órganos reproductores o flores o bien deshidratación de los cultivos, manifestándose en forma de granos de poco rendimiento, provocando paralización del crecimiento, aborto de flores y frutos y necrosis en el follaje.

Otra cobertura que las aseguradoras permiten adicionarle al seguro contra granizos es el adicional por vientos fuertes en el cual se consideran los perjuicios ocasionados por la acción del viento con o sin lluvia que provoque un vuelco irreversible de la planta, desprendimiento del follaje o fractura de tallos. Los daños ocasionados por los vientos deberán haber afectado a un radio determinado medido a partir del predio asegurado y el mismo deberá ser irreversible para el cultivo.

La cobertura de falta de piso es aquella que cubre la imposibilidad de realizar la recolección de granos o frutos por inconsistencia del terreno provocado por exceso de lluvias exclusivamente.

Por último, la cobertura multiriesgo climático es una cobertura que ofrecen algunas aseguradoras que incluyen no sólo los riesgos anteriormente mencionados sino también la cobertura de otros riesgos climáticos, como pueden ser:

La cobertura contra inundaciones imprevistas, en la cual se considera a aquella que por causa de las precipitaciones y en los suelos con drenaje adecuado, provoquen pérdidas o disminuciones en el rendimiento, que produzcan asfixia en el sentido de impedimento de respiración de las células de los cultivos en forma verificable, y ocurran durante el ciclo de vida del cultivo.

También la cobertura multiriesgo posee cobertura contra sequías entendidas como ausencia de lluvias en cultivos ya implantados, dicha carencia de agua desencadenará un proceso que llevará al cultivo a marchitarse, afectando su desarrollo y rendimiento por hectárea. Además de las sequías los multiriesgos agrícolas consideran también la cobertura por altas temperaturas, considerando ésta en el caso de que las temperaturas registradas en una región sean superiores a las condiciones óptimas para el cultivo, registrándose de esta manera una merma en el rendimiento.

La anterior fue una descripción de los efectos considerados en las pólizas de manera general, cabe aclarar que las aseguradoras exponen contractualmente los efectos a considerar y la especificaciones de cada uno de los riesgos a cubrir. Aquí no mencionamos a qué cultivo se aplica cada una de las coberturas, oleaginosas, cereales, frutos entre otros. De hecho existen líneas de coberturas especificadas para cultivos de una determinada región, como ser una cobertura especial para limón en Tucumán, tabaco en Jujuy, algodón en Chaco, cultivos perennes en Mendoza, entre otros.

Cabe destacar que los gatillos (trigger) o disparadores de las coberturas están especificados por contrato, pero todos estos siguen la misma lógica, que las coberturas se activan cuando por alguna de las razones especificadas en las primas, el rendimiento del productor cae por debajo de los valores especificados en la póliza.

2.1 La problemática del seguro Multiriesgo

Podemos observar que los efectos del cambio climático, en su mayoría sequías e inundaciones, se ven cubiertos por el seguro multiriesgo, es por esto que este tipo de seguros es tan importante en la gestión del riesgo agropecuario.

Según la Encuesta sobre seguros en el sector agropecuario y forestal (SSN, 2008) la participación porcentual de cada uno de los tres tipos de cobertura (granizo, granizo con adicionales y multiriesgo) reveló que del

total de hectáreas cubiertas con seguros agropecuarios: 57,4% Granizo, 39,1% Granizo con adicionales y 3,5% Multiriesgo. Es decir, en la actualidad el seguro multiriesgo que sería el seguro más indicado en el contexto del cambio climático es el menos contratado por los productores agropecuarios de Argentina.

Si analizamos la población que adquiere el seguro multiriesgo, podemos apreciar que casi la totalidad de los productores que adquieren este tipo de seguros no son productores pequeños y medianos. Esto se debe a que el multiriesgo posee cobertura para varios tipos de siniestros, por lo tanto es necesario que se realice en el campo del productor una gran cantidad de estudios a los efectos de constatar la viabilidad del campo a asegurar.

Esta necesidad de personal técnico y especializado in situ, lleva a un encarecimiento de la prima, con la consecuencia de que los pequeños y medianos productores no los puedan contratar. Es necesario un establecimiento productor de mayores dimensiones para la contratación de seguros multiriesgo.

Del lado de la oferta de seguros también existe un inconveniente: en los seguros tradicionales la prima será el valor esperado de pérdida es decir, la probabilidad de ocurrencia del siniestro por la pérdida esperada en el caso de que el suceso ocurra. Para esto es necesario que la correlación entre los sucesos sea nula, es decir que una casa se incendie en un barrio sea independiente de que otra casa asegurada se incendie también. El problema se presenta cuando estos fenómenos son de ocurrencia conjunta, como las sequías y las inundaciones, lo cual dificulta la oferta normal de algunas coberturas.

En la última sequía de Argentina 2008-2009, muchos pequeños productores debieron abandonar la actividad que realizaron todas sus vidas. Muchos de ellos no pudieron soportar hasta tres campañas con un rendimiento que en el mejor de los casos cubría los costos de producción. El seguro multiriesgo hubiera sido de mucha utilidad, pero las compañías aseguradoras, al anticipar el panorama de sequía, lógicamente dejaron de ofrecerlos. Dejando a los productores imposibilitados de gestionar el riesgo derivado de los efectos climáticos.

2.2 Riesgo de precios

Los precios de los productos primarios poseen alta volatilidad en los mercados, puesto que ellos están formados en los mercados internacionales

por el libre juego de oferta y demanda. Mundialmente los países productores de materias primas no son numerosos y por lo tanto si alguno de ellos posee problemas para abastecer la oferta, los precios se ven influenciados.

En la reciente crisis internacional pudimos apreciar una fuerte caída del precio de los commodities debido a que ellos estaban altos debido a la especulación y a las burbujas que se habían formado en torno a los commodities, que llevaban a estos valores a ser tan altos que no respondían a sus "fundamentals".

Al registrarse una variación en los precios internacionales de los commodities los productores poseen rigideces en la respuesta de la oferta, puesto que ellos tienen un proceso de producción que llevar adelante que tardará unos meses y que debe hacerse en un momento determinado del año. Por esto el productor primario posee una alta volatilidad de precios que otros productores no la tienen, puesto que ellos deberán tomar decisiones de siembra sin conocer el precio de venta del mismo.

Por lo dicho anteriormente podemos definir al riesgo de cantidades como la variación negativa del precio de cosecha. Cabe destacar que esta variación es considerada con respecto a los precios que el productor espera al momento de siembra que tendrá al momento de la venta de la cosecha.

El productor puede fijar su precio de venta haciendo que el precio esperado al momento de la siembra sea igual al precio al momento de la cosecha. Esto se realiza transfiriendo el riesgo de precio a los mercados a término y mercados de derivados, en nuestro país instituciones como el Rofex (Rosario Futures Exchange) o el MatBA (Mercado a término de Buenos Aires) realizan este tipo de operaciones.

El productor al adquirir una posición en estos mercados, lo que está realizando es transferir el riesgo de variaciones de precios del producto eliminando el mismo de su cartera, contra un inversor (especulador) que desea tomarlo, con el objetivo de obtener beneficios económicos. El objetivo de la adquisición de este tipo de productos es estabilizar el ingresos de los productores, y de esta manera lograr la subsistencia intertemporal de ellos en el tiempo.

Los grandes productores pueden también gestionar el riesgo de precios de una manera adicional, ellos al tener economías de escala podrán estibar los granos en silos, esperando el precio oportuno para la venta. Sin embargo los pequeños productores no pueden utilizar esta herramienta de gestión

puesto que ellos deberán liquidar la producción a los efectos de hacerse de dinero para la próxima campaña que se inicia unos meses después de la cosecha.

2.3 Riesgos institucionales

Denominamos Riesgos Institucionales, a aquellos riesgos que derivan de decisiones tomadas por organismos e instituciones que repercutan en los ingresos de los productores de manera negativa. Podemos nombrar entre ellas, Políticas Macroeconómicas, Impositivas, Políticas Sectoriales, regulaciones en los mercados tanto de productos como de insumos, Políticas arancelarias para el comercio internacional, entre tantas otras.

Este riesgo no sólo está dado por las instituciones nacionales sino también por instituciones internacionales que regulan el comercio internacional, como ser en el caso de la producción primaria, barreras fitosanitarias para este tipo productos, o un análisis de trazabilidad de las carnes para el seguimiento de la procedencia del mismo.

Estos riesgos son muy amplios y se prestan para discusiones de tipo políticas. El objetivo en este trabajo es simplemente exponerlo a los efectos de configurar el mapa de riesgo del productor primario argentino.

El rol del estado debería ser el de crear los incentivos allí donde, por razones de cada uno, la oferta y la demanda no encuentren la manera de generar que los productores estabilicen sus ingresos y de alguna manera el estado también estabilizar los ingresos públicos, puesto que en el caso de siniestros masivos, el estado deberá acudir a ayudar a los productores que se encuentran en situación crítica.

3. EL ESTADO COMO PROMOTOR DE INCENTIVOS PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE PRECIOS

Hemos mostrado a lo largo del trabajo las herramientas existentes en los mercados a los efectos de gestionar el riesgo, también hemos mencionado los inconvenientes entre la oferta y la demanda de seguros que nos muestra que es casi nula la cantidad de pequeños productores que adquieren para sus coberturas el seguro multiriesgo.

Las evidencias de calentamiento global nos muestran la importancia del seguro multiriesgo y sin la cobertura que ofrece los productores pequeños y medianos quedan expuestos a este tipo de riesgos que son muy altos y crecientes.

Por esta razón los gobiernos están entendiendo la necesidad de ayudar a los pequeños productores a que diversifiquen el riesgo contratando seguros que ayuden a estabilizar los ingresos del productor y así generar continuidad en el tiempo.

En algunos países como Chile, Brasil, España, se subsidia parte de la prima del seguro, en Francia para acceder a los fondos de compensación por catástrofe el productor debió haber adquirido antes de la catástrofe por lo menos una cobertura para sus cultivos.

En nuestro país, varias provincias empezaron a incentivar la utilización de seguros, en la provincia del Chaco, se lanzó el seguro multiriesgo para el algodón, en Mendoza se promueven los seguros contra granizos y heladas en frutales y vid, en Río Negro y Neuquén existe seguro contra helada para la fruta fina, entre otros.

Acá podemos ver al estado como promotor de una correcta gestión del riesgo allí donde los mercados no pueden por si solos resolver las cantidades óptimas, habiendo cantidades subóptimas de asegurados. Hay que considerar otra cuestión, para incentivar la correcta gestión de riesgo, los gobiernos deberán utilizar dinero del erario público, pero en el caso de catástrofe son ellos lo que de una u otra manera deben realizar desembolsos para ayudar a los damnificados.

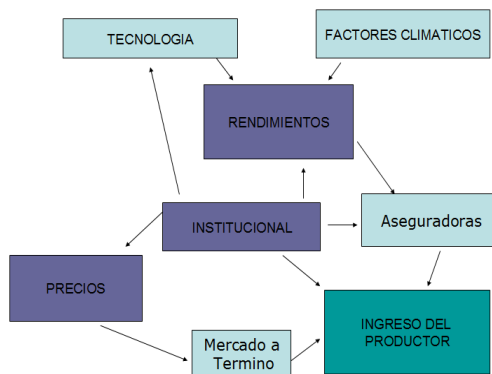
Con respecto al riesgo de precios, se puede apreciar que los pequeños productores no utilizan las herramientas que les ofrecen los mercados a término, primero porque hoy existe una operatoria que requiere de un aprendizaje anterior, segundo porque a los efectos de minimizar los costos

de transacción es necesario un volumen considerable de transacciones. Acá el estado puede promover la utilización de estas herramientas mediante promotores que informen y capaciten a los productores a gestionar sus riesgos y los transfieran desde sus carteras a los mercados a término.

Por esta razón aquí hay lugar para las políticas públicas que lleven a que los productores primarios, en especial los pequeños y medianos, puedan estabilizar sus ingresos intertemporales y así poder realizar una producción sustentable en el tiempo.

El cuadro expuesto debajo ilustra cómo la intervención del estado puede llevar a estabilizar el ingreso del productor y por ende también actuar de manera que no se produzca, como estamos observando en la realidad, una concentración de la producción en pocos jugadores.

Figura 1. El estado como estabilizador de los Ingresos del Productor



Fuente: *(Elaboración Propia).*

4. CONCLUSIONES

Hemos mostrado a lo largo del trabajo, los riesgos a los que se enfrentan los agricultores en la Argentina, a estos riesgos podemos dividirlos en tres grandes grupos, el riesgo de rendimientos, el riesgo de precios y el riesgo institucional, que incluye también el riesgo político.

En cuanto al riesgo de cantidades es el que actualmente genera mayor inestabilidad, puesto que las manifestaciones del cambio global se hacen sentir muy fuertemente en la Argentina. Periodos de sequías, inundaciones,

lluvias extremas, altas temperaturas son algunas de las consecuencias del Calentamiento Global.

El seguro multiriesgo es la cobertura óptima para el riesgo de rendimientos, pero por las características mencionadas anteriormente los productores con extensiones pequeñas y medianas no pueden acceder a los mismos, dado los altos costos de las primas.

En cuanto al riesgo de precios, definido como la probabilidad de que el precio de la cosecha disminuya al momento de la venta de la misma, puede ser diversificado por el productor a través de los mercados a término. Estos mercados absorben el riesgo de precios de las carteras de los productores, a través de inversores que especulan con una rentabilidad de la variabilidad de los precios.

Estos mercados requieren un volumen y una formación previa del productor para el entendimiento y la conformación de la mejor estrategia de cobertura. Como en la cobertura de riesgo de rendimientos, los productores pequeños y medianos no usan frecuentemente esta estrategia por las dificultades ya mencionadas.

Por estas razones, el estado puede mediante políticas públicas incentivar la correcta gestión del riesgo de los productores. Destrabando de esta manera restricciones que existen en los mercados de seguros con la oferta de "Multiriesgo" y para el caso del riesgo de precios incentivando el entendimiento y la formación y promoviendo gestores a los efectos de que transfieran el riesgo a los mercados.

Con respecto a los riesgo institucionales el estado deberá formar una sólida calidad institucional, respetando los acuerdos y normas a los efectos de que exista previsibilidad y de esta manera poder trazar estrategias de optimización y gestión de mediano y largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Mundial (2007): *Informe sobre el desarrollo mundial 2008*. Agricultura para el desarrollo. Washington DC.

Disponible en:

(<http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/Resources/INFORME-SOBRE-EL-DESARROLLO-MUNDIAL-2008.pdf>)

Barsky, O.; Dávila, M. (2008): La rebelión del campo. Historia del conflicto agrario argentino. Buenos Aires, Sudamericana.

Lattuada, M. y Renold, J. (2004): *El cooperativismo agrario ante la globalización: un análisis sociológico de los cambios en su composición, morfología y discurso institucional*. Buenos Aires, Siglo veintiuno editores Argentina.

Obschatko, E., Foti, M. y Román, M. (2007): *Los pequeños productores en la República Argentina. Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuarios 2002*. 2º edición– Argentina– Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Dirección de Desarrollo Agropecuario: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (2007): Cambio Climático 2007 Informe de síntesis. Geneva, Editado por Rajendra Pachauri, IPCC Chairman

Disponible en (consulta 22 de septiembre del 2009):

http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

Rodríguez, Javier (2008): *Consecuencias económicas de la soja transgénica: Argentina, 1996-2006*. 1º ed. – Buenos Aires, Ediciones Cooperativas.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, SAsDS (2009): *El cambio climático en Argentina*, Buenos Aires, Editor: Nazareno Castillo Marín.

Superintendencia de Seguros de la Nación (2004): *Los seguros en el sector agropecuario*. Comunicación SSN 645.

Disponible en (consulta 22 de agosto del 2009):

<http://portal.ssn.gov.ar/Storage/files/circulares/5232.pdf>

Superintendencia de Seguros de la Nación (2008): *Los seguros en el sector agropecuario 2007*. Comunicación SSN 1904.

Disponible en (consulta 22 de agosto del 2009):

<http://portal.ssn.gov.ar/Storage/files/circulares/6491.pdf>

HURLOS: UNA INNOVACIÓN FINANCIERA PARA LA COBERTURA CONTRA HURACANES

*María Teresa Casparri
Javier García Fronti*

INTRODUCCIÓN

Los huracanes pueden ser devastadores y nadie está totalmente protegido de los daños materiales que puede causar. Incluso los propietarios de inmuebles asegurados contra inundaciones, a menudo no tienen suficiente cobertura lo que puede provocar importantes pérdidas financieras.

El problema de los huracanes ha sido históricamente de particular importancia para las poblaciones sobre el Golfo de México. Durante años, los propietarios de estas regiones no han tenido instrumentos eficientes para reducir su exposición a un siniestro provocado por ciclones tropicales.

Esto motivó a la empresa *Weather Risk Solutions* a proponer una innovación financiera para mitigar el efecto de los huracanes: *Hurricane Risk Landfall Options* (HurLOs). Son opciones que permiten a los participantes del mercado cubrirse contra el riesgo de que una cierta zona costera de EEUU reciba el próximo huracán. La primera negociación del nuevo instrumento se hizo en el año 2008 dentro del mercado de Chicago (Chicago Mercantile Exchange 2008).

En la primera sección de la presente comunicación se describe el nuevo instrumento financiero, en la segunda se presenta su operatoria y el proceso de formación del precio. En la tercera sección se detallan ventajas y desventajas en comparación con los seguros tradicionales. Por último, se plantean algunas conclusiones preliminares y se propone una agenda futura de trabajo.

1. HURLOS

Los derivados financieros tradicionales tienen como limitación la necesidad de encontrar una contraparte dispuesta para cubrirse de un determinado riesgo. Como una forma de paliar este problema, los sistemas *Pari-Mutuel* se aplicaron desde el año 2002 en el comercio de derivados financieros por parte de varios bancos de inversión (Baron & Lange 2007;

Ottaviani & Sørensen 2005). Esta innovación permite mutualizar entre un grupo de operadores el riesgo a cubrir.

En octubre de 2008, la empresa *Weather Risk Solutions* (WRS) introdujo una innovación financiera denominada "HuRLOs" que utiliza el sistema *pari-mutuel* para permitir la cobertura contra Huracanes (Weather Risk Solutions 2008b). En particular, la nueva herramienta permite mutualizar el riesgo de la aparición de un huracán en una zona determinada formando un fondo común en conjunto con otras regiones. La cobertura geográfica incluye el Golfo de México y las costas orientales de los EEUU, desde México a Canadá.

Los interesados aportan al fondo mutual a través del instrumento mencionado (regulado por la CBE) durante un período prefijado. Al finalizar, la primera región que se vea afectada por el siniestro recibe el fondo acumulado. De esta manera, se plantea un instrumento auto-financiado en su totalidad y que no requiere subsidios del gobierno. Sin embargo, es importante destacar que no sustituye a los seguros contra inundaciones, sino que los complementa.

2. OPERATORIA Y PRECIO

Cada HuRLO tiene un precio por la interacción dinámica de las decisiones comerciales de todos los participantes en el mercado y los datos históricos de riesgo de huracanes disponibles en la plataforma de negociación. Se negocian en una plataforma de comercio electrónico operados por WRS a través del Mercado Alternativo CME, Inc. 's ("CME AM"). Se trata de un producto financiero de riesgo limitado e identificable, un comprador no puede perder más de la cantidad pagada como prima.

La operatoria se inicia a principios de primavera, antes de que haya algún riesgo de huracanes y termina a mediados de diciembre. Se trabajan dos series, relacionadas con el primer y el segundo huracán que tocará tierra respectivamente. Cada serie es un mercado integrado con un fondo mutualizado.

Los participantes en el mercado pueden comprar HuRLOs en cualquier momento sin tener que buscar otro participante en el mercado que quiera vender. Estas primas se acumulan en un fondo mutual de riesgo que se repartirá entre los titulares de los HuRLOs donde el huracán toca primeramente la costa. La empresa *Weather Risk Solutions* determina en

virtud de una metodología transparente, si un huracán llegó a tierra utilizando datos del Centro Nacional de Huracanes (Servicio Meteorológico Nacional de EEUU).

Los inversores pagan la prima de una opción que pagará si el primer huracán aparece en la región costera elegida. Estas regiones son mutuamente excluyentes (78 en total) y también se incluye la opción que paga en caso de que no aparezca un huracán. En otras palabras, si durante el período de vida no hay Huracanes, el fondo mutual se reparte entre los que apostaron a la ausencia de huracanes en las 78 regiones.

La transparencia es fundamental en el mercado. Todos los participantes en el mercado tienen acceso a la misma información disponible en pantallas de negociación: El número de HurLOs adquiridos para cada región, el importe total de todas las opciones de las primas pagadas hasta la fecha en cada serie y el precio de cada una de las opciones.

3. PRECIO

Los precios de cada HurLO se definen por la negociación colectiva, expresada en las compras efectuadas en cada región.

Inicialmente en base a la información histórica, se fijan los precios de cada uno de los 79 HurLOs disponibles para la compra. A continuación, estos precios se modifican dinámicamente por las decisiones de compra de los participantes en el mercado. Estas decisiones impactan en los nuevos precios mediante un algoritmo adaptativo de control que refleja las probabilidades de cada región basado en las decisiones de compra de los participantes del mercado en su conjunto (Weather Risk Solutions 2008a).

4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN COMPARACIÓN CON LOS SEGUROS TRADICIONALES

En esta sección se presentan en forma preliminar algunos comentarios sobre las ventajas y desventajas de los HurLOs en comparación con los seguros tradicional. Esta sección utiliza los resultados del trabajo de Ou-Yang y Doherty (2008).

4.1 Ventajas

a) El asegurador no tiene riesgo en la operatoria.

La compañía aseguradora actúa como recolector de las primas asociadas con cada resultado posible y al finalizar, redistribuye los fondos entre los asegurados. Esto también contribuye a una reducción del riesgo de impago de la compañía de seguros pues su ganancia es transaccional y simplemente debe redistribuir un fondo mutual que está bajo su custodia.

b) No es necesario contar con una contraparte directa

En el mercado tradicional de derivados catastróficos, el interesado en una cobertura tiene que encontrar una entidad dispuesta a asumir el riesgo opuesto al que se pretende cubrir. En el mercado de los HurLos, cualquiera puede comprar una prima para una región sin esperar que algún otro participante venda su participación.

c) En caso de catástrofe extrema, los HurLos otorgan un pago mayor que los seguros tradicionales.

Cuando un huracán llega precedido de una predicción con alta probabilidad, la prima es mayor y el pago es mayor en comparación con los seguros tradicionales.

4.2 Desventajas

d) Las compras de los participantes son insuficientes.

Es posible que no exista incentivo para la compra de HurLos o esta sea insuficiente. Si eso ocurre, los precios no reflejarán las probabilidades objetivas que suministra el servicio meteorólogo.

e) Los participantes no conocen con antelación el pago en caso de siniestro.

Los posibles pagos son determinados por la distribución final del total de primas compradas, que no se revela hasta el final del período. Esto es claramente diferente en el caso de los seguros tradicionales.

f) Los eventos deben ser mutuamente exclusivos.

En la práctica es de fundamental importancia para definir los eventos asegurados, que éstos se excluyan mutuamente. Esto trae inconvenientes, pues si un huracán golpea dos o más zonas, el pago se realiza solamente a los poseedores de HurLos de la primera región que recibe el huracán.

5. CONCLUSIONES

Si bien los HuRLOs pueden ser un interesante complemento a los seguros de inundaciones, su alcance es limitado. Asimismo lo incierto del pago en caso de siniestro hace complicado su compra por parte de particulares.

Por otro lado, creemos que existe una oportunidad para las compañías de seguros de utilizar esta herramienta para reducir la necesidad de reaseguro, aunque esto debe ser convenientemente evaluado por el responsable de la gestión de riesgo de la compañía.

Nuestro plan de trabajo en el marco de nuestro programa de investigación relacionado con el impacto económico y financiero del cambio global, es analizar primeramente la convergencia del modelo de precio utilizado a los valores de las probabilidades objetivas medidas por el servicio meteorológico. Asimismo, es de vital importancia analizar si una innovación similar puede ser propuesta para cobertura de catástrofes en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baron, K & Lange, J (2007): *Parimutuel applications in finance: new markets for new risks*, Palgrave Macmillan.

Chicago Mercantile Exchange (2008): *Contract Specifications – CME Rulebook Chapter 438D*, viewed 13 de Abril 2009.

(<http://weatherrisksolutions.com/pdf/Chapter%20438D.pdf>).

Ottaviani, M & Sørensen, PN (2005): "Parimutuel versus fixed-odds markets", in Unpublished Paper: Bondon Business School, University of Copenhagen.

Ou-Yang, C & Doherty, N (2008): "Pari-mutuel Insurance for Hedging against Catastrophic Risks", in The Wharton School, University of Pennsylvania, Mimeo.

Weather Risk Solutions 2008a, *How Are HuRLOs Priced?*, viewed 13 de Abril 2009,

(http://weatherrisksolutions.com/pdf/HuRLO%20Pricing_080917.pdf)

2008b, *HuRLOs: Definitions & Methodology*, viewed 13 de Abril 2009, (http://weatherrisksolutions.com/pdf/Definitions%20%20Methodology_080818r.pdf).

ENTENDIENDO EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DESARROLLO DE MODELOS AGROPECUARIOS

Alicia Blanca Bernardello

Miguel Ángel Fusco

Carlos Javier Moreira

El método económicamente más rentable de explotación agropecuaria, en el corto plazo, resulta incompatible con las condiciones consideradas deseables de un método de explotación sustentable de los recursos naturales.

El sistema actual implica una reducción de la fertilidad natural de los suelos reflejada en la pérdida anual de toneladas de carbono en la forma de materia orgánica. Esta merma en la producción se ve parcialmente compensada con el uso de fertilizantes comerciales, aumentando no solo los costos de producción sino el deterioro de los suelos.

Estos fertilizantes irán gradualmente perjudicando al medio ambiente y por su intermedio se deteriorará la salud de los habitantes de la región y de los consumidores de esos productos. Es por esto que proponemos una metodología para evaluar proyectos de inversión que atienda los efectos positivos y negativos antedichos. En el contexto de intentar proponer a los alumnos modelos económicos sustentables dado el avance de los impactos extremos del cambio climático e introducirlos en la interdisciplinariedad del problema para mostrarles que este es el único camino para abordar los modelos que ya no pueden ser exclusivamente económico – financieros.

INTRODUCCIÓN

Los suelos pampeanos son por su origen, aptos para todo tipo de actividad productiva vinculada a la ganadería y la agricultura. Durante los últimos cuarenta años, la presión sostenida y creciente sobre sus recursos produjo grandes signos de deterioro, que van desde la pérdida de la capacidad de aportar nutrientes tales como nitrógeno o fósforo a los cultivos, hasta la degradación vía erosión hídrica y eólica que resulta irreversible.

Hasta la década del sesenta, la actividad económica predominante en el sector agrario era la ganadería. Gran parte de los suelos potencialmente productivos no eran explotados, su contenido de materia orgánica era de alrededor del 8 - 10 %. Considerando que el 46 % de la materia orgánica está constituida por carbono, éstos suelos vírgenes contenían entre 130 y 165 TN/ha de carbono.

El avance de la ganadería implicó cierta presión sobre el ecosistema original. La materia orgánica era ahora fuente de nutrientes para los pastos consumidos por el ganado. Bajo este sistema los suelos pampeanos explotados tenían, a diferencia de los originales, entre 5 y 6 % de materia orgánica, la mitad de lo que podría hallarse en los mejores suelos vírgenes. Aproximadamente entre 80 y 100 TN/ha de carbono.

Durante la década del sesenta se difundieron variedades de trigos comúnmente denominada enanos que, a diferencia de los tradicionales que superaban los dos metros de altura, se desarrollaban más rápido, producían más granos, y permitían la siembra de otro cultivo más en el mismo año. El sistema de explotación predominante pasó de ganadero a agrícola. En la década del noventa, la introducción de la soja transgénica Roundup ready (RR)¹, que resiste la aplicación de un herbicida que elimina a todas las demás especies, disminuyó fuertemente los costos de aplicación y de producción, permitiendo que se produzca una siembra directa que aumentaría los beneficios por cantidad sembrada para el productor.

Así las tierras antes vírgenes se fueron incluyendo progresivamente a la agricultura, tanto que en la actualidad, se puede observar que prácticamente existe producción en todas las tierras del país, aunque esto implique la erradicación de montes naturales, selvas y reservas vegetales protegidas por leyes provinciales y nacionales.

Actualmente la producción de cultivos de trigo y soja es la actividad agropecuaria dominante, la ganadería se tornó una actividad marginal, y los sistemas que antes producían pasto, ahora producen dos cultivos de grano al año, muy demandantes; lo que implicó que los niveles de materia orgánica lleguen a los dramáticos niveles actuales de 3 % (50 TN/ha de carbono) en el mejor de los casos, y por debajo de 2% (33 TN/ha de carbono) en los suelos más castigados. Es así que suelos que tenían 10 %

¹ Denominada RR por la marca que patento y comercializo tanto el Glifosato Comercial y las semillas transgénicas.

de materia orgánica con 165 TN/ha de carbono en la condición inicial, cuentan en este momento con un 2%, encontrándose en la atmósfera un equivalente a 132 TN de carbono emitidas por hectárea, acentuando no solo el problema de degradación de los suelos y el desarrollo sustentable de los mismos, sino también los relacionados al calentamiento global por emisiones de gases de efecto invernadero.

Ante este panorama, resulta crítico replantear el sistema productivo actual. Desde el productor hasta la legislación vigente para así poder abordar la cuestión apropiadamente.

1. ROTACIÓN DE CULTIVOS

La rotación de cultivos es una práctica que acompaña desde su inicio a la agricultura. Consiste en variar el cultivo que se hace en una o más temporadas productivas consecutivas. Es decir, no producir continuamente el mismo cultivo, sino incorporar otro que se cultive en la misma época del año. Desde el punto de vista de manejo y control de adversidades fitosanitarias, estas se manifiestan dependiendo de tres factores que se interrelacionan:

- El cultivo
- El clima
- La presencia de la adversidad en el ambiente².

El clima presenta situaciones que predisponen para la adversidad durante una época del año más o menos regular. Si a este factor que suele manifestarse durante el ciclo del cultivo de un modo inevitable le agregamos que poseemos un proceso de siembra repetitivo de un mismo cultivo durante las temporadas, el patógeno permanecerá en el ambiente, manifestando de esta manera la adversidad en los cultivos.

Cuando el triángulo de la adversidad está completo esta se manifiesta con una función de rendimiento decreciente. Con baja infestación la manifestación es mayor.

El fin que persiguen las rotaciones, además de cambiar el cultivo y cortar el crecimiento de la expresión de la adversidad, es el de proporcionar

² Las adversidades a las cuales hacemos referencia son entre otras: insecto, maleza, hongo, bacteria.

períodos de descanso y recuperación de la fertilidad natural del suelo. Esto se logra mediante el aporte de residuos vegetales de cultivos o pasturas que no resultan tan extractivas y fundamentalmente restituyen el carbono perdido del suelo.

La proclamada “rotación” trigo-soja no es una rotación, es en realidad una secuencia de cultivos. El trigo es una especie invernall, la soja una estival. Por lo tanto su ciclo no se superpone en la misma época del año. La rotación es alternar al trigo por otra especie invernall, como cebada o avena, y a la vez, alternar a la soja por otra especie estival, como maíz o girasol. Este sistema es un doble monocultivo (invernall y estival) extractivo y potencial caldo de cultivo para invasiones de plagas que ya han diezclado cosechas en el pasado.

1.1 Flujo de materia orgánica en la rotación de cultivos

Es el resultado final del proceso de descomposición de los restos de cosecha (rastros). Estos restos son transformados por los microorganismos que constituyen la flora y fauna del suelo (hongos, insectos). Sólo el 50% del rastrojo termina como materia orgánica en el suelo, y de este 50% aproximadamente el 46% es carbono. Cuanto mayor sea el volumen de restos y la cantidad de cultivos en la rotación, más rastrojo; que en el balance anual de carbono del suelo constituye el aporte. La otra parte del balance anual, la pérdida, equivale al 5,7% del contenido total de materia orgánica del suelo por un proceso denominado mineralización. Así, un suelo con 3% de materia orgánica pierde en un año el 0.171%. Un suelo destinado a producción de cultivos de grano presenta balances anuales negativos porque el aporte del cultivo es inferior a la pérdida anual.

1.2 Propuesta de rotación de cultivos

La escalada en la emisión de carbono de los suelos en agricultura intensiva, el deterioro por la pérdida de materia orgánica y nutrientes reflejado en el balance negativo de los suelos, el sistema de arrendamientos y el doble monocultivo trigo soja son la realidad en este preciso momento. Resulta urgente, por lo insostenible pero remediable de la situación, gestionar planes como el propuesto a continuación para que prevalezcan los recursos que debemos sustentar para el futuro.

Esquema de rotación

Año de la rotación	Uso de la tierra
1	Trigo/Soja 2º en diciembre
2	Maíz
3	Soja 1º octubre
4	Pastura
5	
6	
7	
8	Maíz
9	Trigo/Soja 2º en diciembre
10	Trigo

Se supone un establecimiento rural de 1000 hectáreas productivas, explotado por el propietario, dotado de toda la infraestructura y tecnología necesaria para emprender un proceso productivo sin tener que recurrir al alquiler de maquinaria, ubicado en la zona núcleo productiva (que abarca las regiones del norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba) donde se encuentran los suelos con mayor potencial productivo del país dadas las condiciones climáticas, de fertilidad y flora y fauna locales.

El período abarca diez años porque es un plazo razonable en agronomía para planificar con propiedad un esquema que maximice el beneficio, facilite el plan de rotaciones, manejo y control de plagas, y permita mantener el estado inicial del suelo o mejorarlo. Plazos más largos dificultan la obtención de resultados óptimos por trabajar con complejos de variables climáticas y biológicas impredecibles, y plazos más cortos no permiten que sea factible la obtención de un mantenimiento o mejora del suelo apreciable.

Se hace necesario un período de barbecho (sin cultivo), de dos o tres meses cada año, y otro con pasturas (especies de pastos destinadas al consumo vacuno) para permitir que el suelo “descanse” y se pueda recuperar más rápido.

Los cultivos de grano generan los mayores beneficios, con adecuadas rotaciones entre ellos. Durante los cuatro años de pastura se puede comprar

ganado para engorde, y de ese modo, comercializarlo con una categoría de peso mayor. El engorde realizado permite realizar cuatro ciclos con la siguiente planificación:

Animales vendidos por año	100
Peso inicial (Kg.)	200
Peso final (Kg.)	450
Duración del ciclo en días	375
Carga (Kg. de peso vivo / ha)	1138
Producción (Kg. de carne / ha)	737

La pastura realiza aportes de materia orgánica muy superiores a los de un cultivo de grano.

2. TOPICOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS DE LOS PROYECTOS AMBIENTALES

Este comportamiento que observamos en los productores agrícola se debe a los valores que los precios de los bienes que ellos producen, han alcanzado en los mercados internacionales valores sin precedentes. De manera tal que han tomado la decisión de sembrar de la manera antes especificada sin considerar la afectación que con su comportamiento producen en el ambiente y las condiciones del suelo.

Ahora especificaremos es la magnitud de las diferencias del proyecto sustentable y el que no lo es.

En primera medida debemos mencionar que los precios de los diferentes activos fueron obtenidos de las series de cotizaciones históricas exhibidas en los diferentes sitios de Internet³ de los organismos oficiales. A los efectos de no sesgar el análisis de los datos hemos tomado los valores medios de cotizaciones con frecuencia diarias. La cotización considerada del dólar es \$ 3,23 por cada dólar norteamericano. Tomados en valores estables de la moneda Argentina, cabría mencionar que dado que los fertilizantes están cotizados en su mayoría en dólares, esto sumado a la caída de los precios

³ Sitios Web de INDEC, SAGPYA, Bolsa de Cereales, Mercado a Término de Buenos Aires. Ver bibliografía/sitios Web.

internacionales de la soja, maíz y trigo, refuerzan los resultados mostrados en este trabajo puesto que la brecha de beneficios entre los proyectos presentados son aun menores.

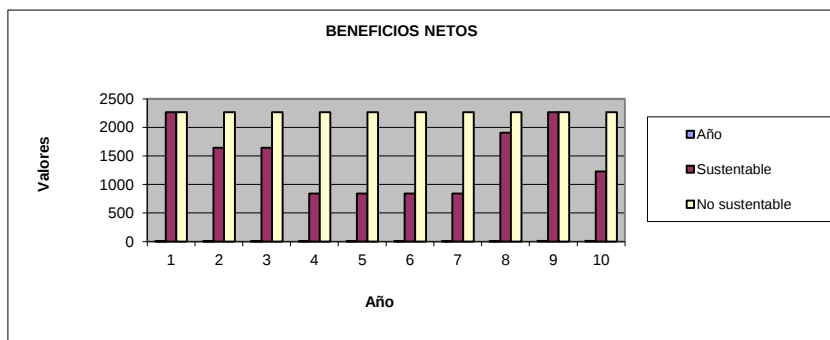
La tasa de referencia de los Valores Actualizados son considerados de acuerdo con las posibilidades del productor de acceder al mercado financiero y su consecuente costo de hacerlo. Suponemos también en el análisis que el productor es propietario del inmueble y de no serlo, el mismo cuidará del inmueble, por convicción propia de sustentabilidad intertemporal o por mecanismos de estado que fuercen al mismo a comportarse de manera de cuidar los suelos asegurando y preservando el mismo para el desarrollo de las generaciones venideras.

En el GRÁFICO I, el cual se expone a continuación, podemos observar la diferencia que mencionamos en las rentabilidades de los proyectos que comparamos. De igual manera, aunque lógicamente, las rentabilidades del proyecto sustentable son mayores. Este no considera la externalidad⁴ que se produce tanto al medio ambiente como la pérdida de biomasa existente.

Expondremos en el Anexo I la tabla de valores que se han utilizado para la estimación de los beneficios netos por hectárea.

⁴ Externalidad: se define económicamente como una acción positiva o negativa que realiza un agente económico el cual no está contemplada en su función objetivo.

Gráfico 1. Diferencia de los beneficios netos por hectárea en ambos proyectos en los diferentes años



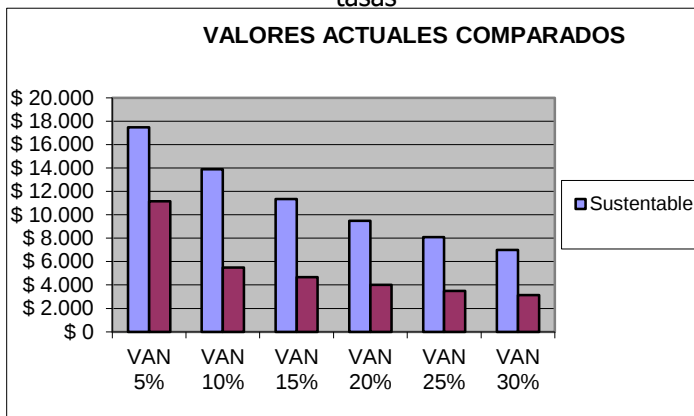
Seguidamente utilizaremos el criterio del Valor Actual Neto (VAN), el cual considera a los flujos descontados de los beneficios espereados o dicho de otra manera el valor descontado de los ingresos una vez deducidos los ingresos.

La tasa requerida de descuento variará de acuerdo a tanto las condiciones del inversor para financiarse, pero también influyen, el contexto macroeconómico o de políticas gubernamentales de ayuda al sector, que estamos analizando.

Exponemos en el Gráfico 2, la diferencia de los valores actuales netos, a diferentes tasas que analizamos y cabe mencionar que para las tasas descontadas que van de 5 a 30 % las estimaciones de los valores actuales esperados son para todos los casos positivos haciendo a estos proyectos rentables, uno más que otro pero ambos rentables al fin.

Como hemos hecho anteriormente exponemos los cuadros que hemos utilizado para el cálculo de los Valores actuales netos en el Anexo I.

Gráfico 2. Diferencia de Valores Actuales Comparados a diferentes tasas



Pero de la misma manera en que podemos observar la evolución de los flujos de fondos del productor al pasar los años, podemos analizar la evolución de la materia orgánica del suelo de ambos proyectos de inversión.

En el gráfico 3 que presentamos a continuación se presentan los rendimientos para los diferentes cultivos y el período con pasturas los cuales fueron considerados para la zona más productiva de la Región Pampeana, en base a datos obtenidos de ensayos⁵ y series históricas de rendimientos nacionales por campañas.

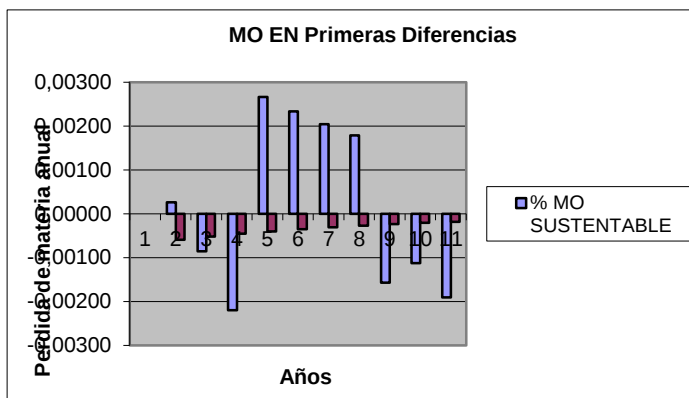
Las tasas de mineralización y el contenido de carbono y nitrógeno del suelo, empleadas para el cálculo del balance de materia orgánica y de carbono, y la respuesta a la fertilización para cada año, surgieron de la utilización de los valores más representativos para estos parámetros, desarrollados en análisis de campo a cargo de organismos gubernamentales y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

Al efecto de ser más ilustrativo, exponemos los gráficos en primeras diferencias⁶, para así poder captar las variaciones intra anuales en las cantidades de materia orgánica de los suelos.

⁵ Los ensayos se denominan a los cultivos experimentales, a los efectos de obtener datos de rendimientos representativos de una región específica.

⁶ Primera diferencia se define como, el incremento en este caso de materia orgánica de la serie entre un periodo y su inmediato anterior.

Gráfico 3. Evolución de las cantidades de Materia Orgánica en los diferentes proyectos valuados en primeras diferencias



3. CONCLUSIONES

Como hemos mencionado a lo largo del trabajo, estamos ante la situación de elección de un proyecto que altera las condiciones iniciales del suelo perjudicándolo fuertemente con el pasar de los años, contra un proyecto de inversión que mantiene las condiciones iniciales inalteradas permitiendo de esta manera, que en el largo plazo, puedan hacer uso de la tierra obteniendo sus propiedades sin necesidad de incrementar más las dosis de fertilización o complementación con diferentes productos.

Además se observa que los suelos responden cada vez más a la agregación de fertilizantes, hecho que se evidencia a medida que el suelo esta perdiendo sus propiedades. Así necesita cada vez más aporte de elementos para obtener rendimientos similares.

Para concluir deberemos mencionar que las condiciones de informalidad en los arrendamientos es un problema, y mucho más aun si tanto arrendadores como arrendatarios no poseen conciencia de los daños causados al medio ambiente y a los suelos. Razón por la cual esta informalidad de la que hablamos complica aún más el caso de la aplicación de políticas públicas destinadas a la mitigación de los efectos medio ambientales y la preservación de la fuente de muchos recursos de nuestro país, a saber el suelo.

De esta manera hemos demostrado estar ante dos proyectos que en su versión no sustentable posee altos rendimientos pero el mismo no considera las pérdidas de materia orgánica del suelo.

O el modelo sustentable que no solo es económica y financieramente rentable en el corto plazo, como los indicadores lo demuestran, si no que el mismo considera la sustentabilidad del suelo, razón por la cual el proyecto asegura que el campo pueda seguir produciendo beneficios una vez terminado el mismo, puesto que el balance de biomasa existente en el suelo al inicio sigue inalterado al finalizar el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, C. R, Chenu C., Cosentino D. J; Damiano F., Micucci F. G, Taboada M. A; (2002): *Fertilidad Física de los Suelos*; Buenos Aires; Editorial Facultad de Agronomía, UBA.

Álvarez R., Steinbach H. S, Raúl S., Lavado, Gutierrez Boem F. H; (2006): *Materia Orgánica. Valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos*; Buenos Aires; Editorial Facultad de Agronomía, UBA.

Álvarez R., García F., Gutierrez Boem F. H; Micucci F., Prystupa P., Rubio G., Steinbach H. S; (2005): *Fertilización de Cultivos de Granos y Pasturas. Diagnóstico y Recomendación en la Región Pampeana*; Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, UBA.

Casparri M.T., Bernardello A. B., Gotelli R. P., Garcia Fronti J., Rodriguez M.; (2005): *Matemática Financiera utilizando Microsoft Excel*; Buenos Aires, Editorial Omicron.

Giuffré Lidia y Otros; (2008): *AGROSISTEMAS: Impacto Ambiental y Sustentabilidad*; Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, UBA.

